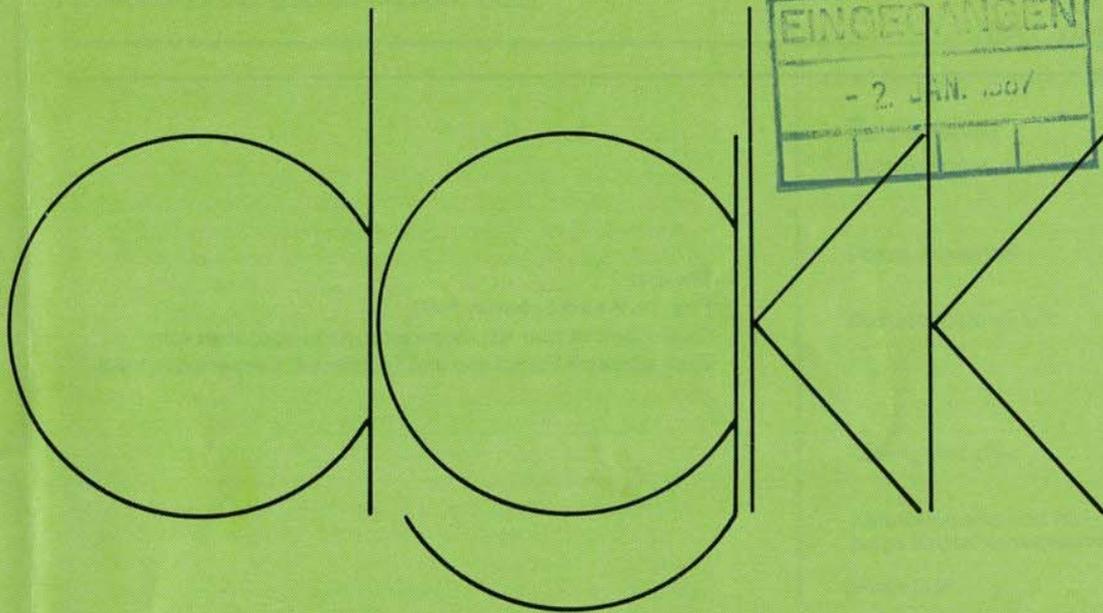
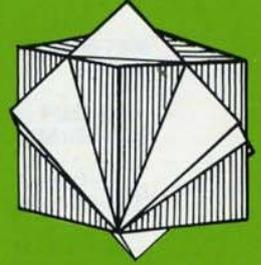


Lam

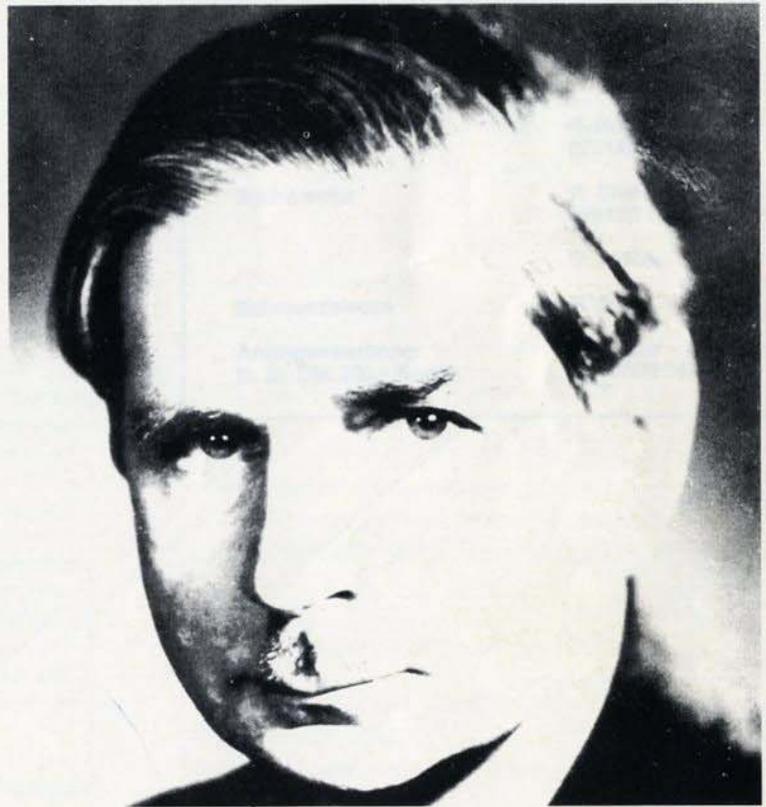


EINGETRAGEN
- 2. JAN. 1987

Mitteilungsblatt
Nr. 44/November 86



Deutsche Gesellschaft
für Kristallwachstum und
Kristallzüchtung e. V.



Inhalt

Mitteilungen der DGKK	5
Walter Schottky	
100. Geburtstag	10
Tagungsberichte	11
Kristallzüchtung in D	26
Ein Stellenangebot	28
Neue Bücher	28
Schmunzelecke	28
Historisches	29
Andere Gesellschaften	31
Tagungskalender	33
Personalien	36

Walter Schottky

1886 – 1976

Titelbild:
Prof. Dr. Walter Schottky 1950
Quelle: Schrift zum 100. Geburtstag herausgegeben vom
Zentralbereich Forschung und Technik der Siemens AG (1986)



SELISCH

W.Selisch · Mikrofilmservice, Druck & Verlag

Fliederweg 4-6 · 8521 Langensendelbach
Telefon 09133/3338 o. 4054 · Telex 629817 wase d

BIZ Büro-Informations-Zentrum · Michael-Vogel-Str. 1e · 8520 Erlangen
Telefon: 09131/20005-06 · ttx: 9131374 biz

Editorial

Wenn einer eine Reise tut, dann kann er viel erzählen. Der Tagungssommer war reichlich bestückt mit internationalen Veranstaltungen, über die es viel zu berichten gibt. Das Angebot ist so groß, daß man als Berichtersteller nicht mal mehr alle Beiträge in unserem Mitteilungsblatt erwähnen kann. Diese umfangreiche Arbeit vor Augen hat vielleicht manchen Kollegen erschreckt, wenn er von einem Redakteur um einen Beitrag gebeten wurde, und ich möchte daher unsere Vorstellungen über einen Tagungsbericht etwas erläutern. Die Redaktion freut sich besonders über Beiträge, bei denen wichtige Themen, neue Trends in der Forschung, besonders gute Beiträge, Hinweise auf neue Arbeitsgruppen im In- und Ausland, die Tagungsatmosphäre und die Beteiligung miteinander zu einer verdaulichen Lektüre verknüpft werden.

Unser Novemberheft hat auch eine historische Komponente. Einmal erinnern wir an Walter Schottkys 100. Geburtstag, zum anderen lassen wir die alten Zeiten der Gründerjahre von Kristallwachstums- und Kristallzüchtungsvereinen in einem Beitrag von M. Schieber Revue passieren. Dabei fällt mir vor allem auf, welch tiefgreifendes Problem hinter unserer Namensdiskussion steckt, das auch mit einer Eindeutschung von »Crystal Growth« nicht zu lösen wäre.

Dieser Ausgabe liegt ein Fachbeitrag von A. Rabenau (Stuttgart) bei, der auf diesem Wege DGKK-Mitgliedern zugänglich gemacht werden soll, die nicht die »Angewandte Chemie« lesen.

Ihr G. Müller

Vorstand der DGKK

Vorsitzender

Prof. Dr. Klaus Werner Benz
Universität Paderborn
Warburgerstr. 100
4790 Paderborn
Tel. 05251-60-2662

Stellvertretender Vorsitzender

Dr. Ulrich Wiese
Wacker-Chemitronic GmbH
Postfach 1140
8263 Burghausen
Tel. 08677/83-4172

Schriftführer

Dr. Achim Eyer
Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme
Oltmannsstr. 22
7800 Freiburg
Tel. 0761/40164-62

Schatzmeister

Dr. German Müller-Vogt
Kristall- und Materiallabor der
Fakultät für Physik
Kaiserstr. 12
7500 Karlsruhe
Tel. 0721/608-3470

Beisitzer

Dr. Roland Diehl
Fraunhofer Institut für Angewandte Festkörperphysik
Eckerstr. 4
7800 Freiburg
Tel. 0761/2714-286

Dr. Ing. habil. Georg Müller
Institut für Werkstoffwissenschaften VI
Universität Erlangen-Nürnberg
Martensstr. 7
8520 Erlangen
Tel. 09131/85-7636
7633

Dipl. Min. Cornelia Sussieck-Fornefeld
Mineralogisch-Petrographisches Institut
der Universität
Im Neuenheimer Feld 236
6900 Heidelberg
Tel. 06221/56-2806

Liebe Mitglieder,

ich hoffe, daß Ihnen unser 44. Mitteilungsblatt wiederum viel Wissenswertes und Informatives rund um die Themenkreise der Kristallzüchtung übermitteln wird. Während der ICCG-8 in York konnte ich jedenfalls bei den »Offiziellen« der IOCG ein großes Interesse an unserer Zeitschrift feststellen. Sie wird sowohl vom Inhalt als auch von der Aufmachung her als vorbildlich angesehen.

Während der letzten Vorstandssitzung in Karlsruhe am 13. 6. 1986 wurde die Gründung von Fachausschüssen bzw. Arbeitskreisen zu aktuellen Themengebieten der Kristallzüchtung angeregt. Ich selbst bin sehr für diese Idee, zumal es eine ganze Reihe von Fachgebieten gibt, die eine rasante Entwicklung durchmachen. Hierzu sollte die DGKK informiert sein. Darüber hinaus gibt es den Fachleuten der DGKK aus Industrie, Forschungsinstituten und Hochschulen die Möglichkeit, in kleineren Kreisen (ca. 10-30 Teilnehmer) auch einmal »Intimes« zu berichten. Solche Arbeitskreise können den Aufgabenbereich der DGKK sinnvoll ergänzen, ohne daß dabei der Charakter unserer DGKK verloren geht. Ich bin jedoch entschieden gegen die Aufteilung der DGKK in Einzelgruppen.

Arbeitskreise zu folgenden Themen sind geplant:

- Kristallzüchtung GaAs (und andere III-V-Halbleiter)
- Kristallzüchtung CdTe (und andere II-VI Halbleiter)
- Kristallzüchtung Oxide
- Epitaxie von Halbleitermaterialien
- Nachwuchsförderung

Der Vorstand war der Meinung, daß Probeveranstaltungen als Keimzellen für diese Arbeitskreise im Namen der DGKK initiiert werden sollten. Unser endgültiges Vorgehen in dieser Sache soll auf der nächsten Mitgliederversammlung in Osnabrück (März 1987) diskutiert werden.

Zur »Epitaxie von Halbleitermaterialien« (III-V Halbleiter) wird am 24. und 25. 11. 1986 eine erste Veranstaltung in Stuttgart stattfinden (Organisator: G. Schemmel, SEL Forschungslaboratorien, Stuttgart-40). Es wurden etwa 30 »Epitaxie-Aktive« (meist DGKK-Mitglieder) eingeladen.

Für das Jahr 1987 möchte ich Ihnen jetzt schon viel Erfolg wünschen.

Ihr K. W. Benz

Ankündigung von DGKK-Tagungen

Arbeitskreis über Herstellung und Charakterisierung von massiven GaAs- und InP-Kristallen
26. und 27. März 1987 in Erlangen.

Sehr geehrte Damen und Herren,
am 26. und 27. März 1987 möchten wir im Zusammenwirken mit dem Institut für Werkstoffwissenschaften VI der Universität Erlangen-Nürnberg und der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung (DGKK) einen Arbeitskreis über Herstellung und Charakterisierung von massiven GaAs- und InP-Kristallen veranstalten. Er soll die Interessenten an massiven GaAs- und InP-Kristallen in der Bundesrepublik zusammenführen: Hersteller, Kristallanalytiker im weitesten Sinne, sowie Bauelement-Entwickler, soweit sie sich unmittelbar mit den Substrateigenschaften auseinanderzusetzen haben. Insbesondere verfolgt das Treffen den Zweck, Arbeitsgruppen aus dem Bereich des GaAs-Verbundprogrammes mit Arbeiten außerhalb des Verbundes durch Vorträge und Diskussionen bekannt zu machen, und umgekehrt. Durch Einbeziehung von sowohl GaAs als auch InP sollen die vielen Berührungspunkte beider Themenkreise deutlich gemacht werden.

Das Treffen soll sich anschließen an das thematisch etwas weiter gefaßte Symposium über »Herstellung und Charakterisierung von massiven III-V-Halbleiterkristallen«, das 1986 in Verbindung mit der 17. Jahrestagung der DGKK in Erlangen stattfand und als sehr erfolgreich empfunden wurde. Entsprechend den genannten Zielsetzungen sollen die Vorträge die Themen betreffen:

- Kristallzüchtung von massivem GaAs und InP
- Spektroskopische und elektrische Charakterisierung der Materialien.

Dabei soll die Betonung liegen auf der Klärung der Zusammenhänge zwischen beiden Punkten, also der Zusammenhänge zwischen Defekten und elektrischen Eigenschaften einerseits, und den Kristallzüchtungsbedingungen andererseits. Der zeitliche Ablauf ist so vorgesehen: Anreise am Donnerstag, dem 26. 3. 87 vormittags, fachliche Sitzungen am 26. 3. nachmittags und 27. 3. vormittags, Abreise am 27. 3. nachmittags. Der Abend des 26. 3. ist für ein geselliges Beisammensein vorgesehen.

Es ist daran gedacht, dieses Treffen regelmäßig durchzuführen. Der Rahmen zukünftiger Treffen soll bei diesem ersten Zusammenkommen diskutiert werden. Wir wären dankbar für Ihre Teilnahme, für weitere Anregungen und Vorschläge.

P. Glasow

A. Winnacker

Programmkomitee:

Dr. Ing. habil. G. Müller, Institut für Werkstoffwissenschaften VI der Universität Erlangen-Nürnberg

Prof. Dr. J. Schneider, Fraunhofer Institut für Angewandte Festkörperforschung, Freiburg

Prof. Dr. J. M. Spaeth, Universität GH Paderborn

Dr. U. Wiese, Wacker-Chemitronic, Burghausen

P. Glasow, zentrale Forschung und Entwicklung der Siemens AG, Erlangen

Prof. Dr. A. Winnacker, Zentrale Forschung und Entwicklung der Siemens AG, Erlangen

First European Workshop on MOVPE

Aachen, Germany
29 March - 1 April, 1987

Organized in cooperation with the
"Deutsche Gesellschaft für
Kristallwachstum und Kristallzüchtung
e.V., DGKK"

GENERAL SCOPE AND PROGRAM OF THE CONFERENCE

The workshop is intended to provide a meeting place for the discussion of problems relating to the MOVPE growth of compound semiconductor films and multilayer structures for device application.

The following topics are of interest:

- Growth of thin films (methods, mechanisms)
- Selective epitaxy
- Novel techniques (plasma and laser stimulation)
- Characterisation (defect structure, interfaces)
- Morphology
- Source materials (preparation, purity, novel compounds)
- Reactor design
- Process related device properties

The program of the workshop will consist of invited papers on novel developments and areas of high current interest, panel discussions and contributed papers in poster form. The invited papers cover the highlights of the field and also serve as an introduction for the discussion at posters.

CONTRIBUTED PAPERS

Contributed papers in the area of interest of the workshop are solicited. They should fit the general scope and the areas of interest defined above.

INVITED PAPERS AND PANEL DISCUSSIONS

Invited papers planned for the workshop include the following topics:

- uv stimulation of growth (W. Richter)
- Growth of II - VI compounds (B. Mullin)
- Defects in MOVPE layers (J. v. d. Ven)
- Materials for optoelectronic devices (M. Scott)
- Materials for microwave devices
- Physical characterisation of layers and layered structures
- GaAs on Si
- Mechanism of growth

Incorporated in the program are also two panel sessions:

- Practical aspects of MOVPE growth (starting materials and reactants, reactor design, safety, exhaust gas treatment, operational procedures)
- MOMBE vs. MOVPE: potential and limitations.

Reply Form
"First European Workshop on MOVPE"

(Block letters please)

I would like to receive the final announcement (scientific program, registration and accomodation forms)

Name: _____

Affiliation: _____

Mailing adress: _____

Please list on reverse side names and adresses of people you think might be interested in the "First European Workshop on MOVPE"

Complete and mail as soon as possible to:

M. Heyen
 Secretary "First European Workshop on MOVPE"
 Aixtron
 Jülicher Straße 336-338
 D-5100 Aachen

DGKK-Jahrestagung und Fachsymposium 1987 (1. Zirkular)

Anfangszeiten und Ende der Tagungen und des Symposiums

Jahrestagung DGKK:
 Beginn: Donnerstag, 19.03.1987, 10.00 Uhr
 Ende: Freitag, 20.03.1987, ca.15 Uhr

Fachsymposium:
 Beginn: Dienstag, 17.03.1987, 10.00 Uhr
 Ende :Mittwoch, 18.03.1987, ca.18 Uhr

Tagungsstätte:
 Physikgebäude der Universität Osnabrück
 Barbarastraße 7, Hörsaal

Organisation und Tagungssekretariat (bis zum Beginn der Tagung)

Dr. H. Hesse
 Fachbereich Physik
 Barbarastr. 7, D-4500 Osnabrück
 Tel.:0541/60826 10

Dem örtlichen Organisationskommittee gehören an:

- Prof. Dr. H. Dötsch, Dr. H. Hesse
 Fachbereich Physik
- Prof. Dr. R. Blachnik
 Fachbereich Biologie/Chemie

Tagungsgebühren

Jahrestagung DGKK

Mitglieder	DM 25.00
Nichtmiedglieder	DM 30.00
Studenten	DM 10.00

HIGH PURITY

Cd

Te

CdTe

HgTe

CADMIUM

TELLURIUM

CADMIUM TELLURIDE

MERCURY TELLURIDE

POLYCRYSTAL & SINGLE CRYSTAL

WAFERS & CRYSTALS

ER

EURAD

MIR

MATERIALS FOR INFRA-RED

14, rue Lenôte
Mittelhausbergen
67200 STRASBOURG
FRANCE
Tel. (88) 56.15.63
Telex 880400 F ER.

NukMed

GESELLSCHAFT FÜR MESSGERÄTE-VERTRIEB MBH

Beckmannstraße 65
5650 SOLINGEN 1

Telefon:
(02 12) 4 30 45

Telex
8514976 nukm d

Fachsymposium »Oxidkristalle«

Mitglieder	DM 25.00
Nichtmitglieder	DM 30.00
Studenten	DM 10.00

Die Tagungsgebühr ist bis zum **01. März 1987** auf das Tagungskonto

Dr. H. Hesse
Konto-Nr. 32 16355, Stadtparkasse Osnabrück
(BLZ 26550001)

Verwendungszweck DGKK 87

zu überweisen. Nach dem 01.03. 1987 sollte die Tagungsgebühr nicht mehr per Banküberweisung, sondern bei Beginn der Tagung im Tagungsbüro (im Foyer des Physikgebäudes) entrichtet werden.

Wissenschaftliches Programm

Das Programm des Fachsymposiums und der Jahrestagung umfaßt eingeladene Vorträge und Kurzbeiträge.

Programm-Komitee:

- Prof. Dr. S. Haussühl, Universität zu Köln
- Prof. Dr. W. Tolksdorf, Philips Hamburg
- Dr. H. Hesse, Universität Osnabrück

Vortragsanmeldung

Für die Jahrestagung wird um Anmeldung von Vorträgen zu allen Themen des Kristallwachstums und der Kristallzüchtung, sowie über Eigenschaften und Anwendungen von Einkristallen jeder Art gebeten.

Für diese Beiträge ist eine Sprechzeit von 20 Min. + 5 Min. Diskussion vorgesehen. Die endgültige Sprechzeit hängt jedoch von der Zahl der angemeldeten Vorträge ab!

Termine (für Jahrestagung DGKK und Fachsymposium)

Verbindliche Anmeldung für Vorträge und Abgabe der Referate:

15.01.1987

Richtlinien für Referate

Der Anmeldung eines Vortrages ist ein Referat beizufügen, das in der **Zeitschrift für Kristallographie** erscheinen wird.

Der Umfang eines Referates soll zwei DIN-A 4-Seiten nicht überschreiten. Es besteht die Möglichkeit, im Rahmen des erwähnten Umfangs eine Abbildung unterzubringen. Diese muß als komplett beschriftetes Hochglanzfoto vorliegen (DIN-A 6-Format, DIN-Schrift nicht kleiner als 6 mm). Wir bitten, uns von dem Referat das Original und eine Fotokopie (falls eine Abbildung beigefügt ist: zwei Hochglanzfotos) zuzusenden. Die Fotos dürfen nicht geknickt werden. Kopf und Literaturzitate, die als Fußnote am Ende des Textes erscheinen sollen, sind nach folgendem Muster zu schreiben:

K.Groß, K.Martell und J.Pipin (Inst. f.Krist. der Universität Speyer). **Unerwünschte Zwillingsbildungen.**

- Text -

Literatur

1. M. Aurel, Q. Hadrian: Acta Acad. Rom. **A34**, 252 (1973)

Besichtigung

Am Mittwoch, den 18.03.1987 ist eine Besichtigung der Firma ECI in Ibbenbüren (Züchtung von Saphirkristallen) geplant. Möglichkeiten anderer Besichtigungen werden im 2.Zirkular bzw. im Tagungsbüro bei Beginn der Tagung und des Symposiums mitgeteilt.

Weitere Informationen über den Ablauf der Tagungen etc. werden mit dem 2.Zirkular, das auch das Vortragsprogramm enthält, gegen Mitte Februar 1987 mitgeteilt. Das Referateheft wird zu Beginn der Tagung bzw. des Fachsymposiums im Tagungsbüro ausgegeben.

Für Forschung und Produktion

Einkristalle

(Metalle, Oxide, II-VI, III-V- und andere Verbindungen)

Optische Kristalle für UV und IR

(Linsen, Fenster, Prismen etc.)

Seltene Erden

(Metalle, Oxide, Salze etc.)

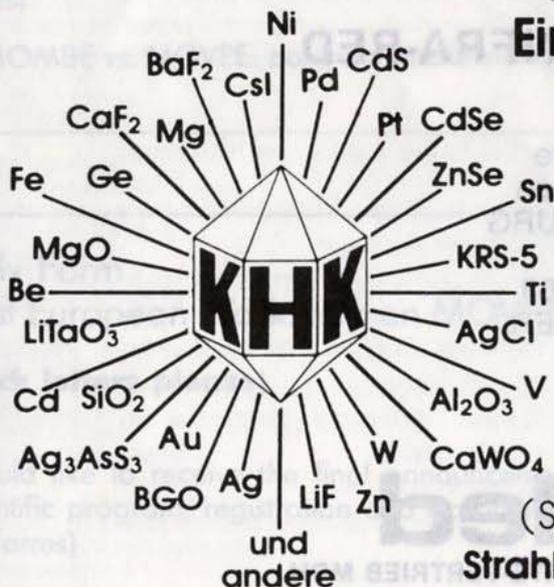
Hochreine Materialien und Metalle

Stabile Isotope

Aufdampfmaterial,

(Sputter-Targets etc.)

Strahlungsquellen aller Art



KRISTALLHANDEL KELPIN



6906 Leimen/HD · Im Schilling 18 · Tel. 06224/72558 · Telex 466629

Anmerkungen zum 100. Geburtstag von Walter Schottky (1886 - 1976)

1986 jährt sich zum hundertsten Mal der Geburtstag von Walter Schottky. Aus diesem Anlaß sind seine wissenschaftlichen Leistungen von verschiedenen Instituten gewürdigt worden. Auch die Kristallzüchtung hat gute Gründe diesen Mann zu ehren, dem sie wesentliche Erkenntnisse verdankt, vor allem wegen seiner Arbeiten über die thermodynamisch bedingte Fehlordnung in Kristallen.

Schottky hat auf dem Gebiet der Punktdefektgleichgewichte in Element- und Verbindungskristallen zusammen mit seinem Mitarbeiter Carl Wagner Modellvorstellungen erarbeitet, die die Grundlagen für unser atomistisches Bild von Gitterfehlordnung, Stöchiometrieabweichungen und Festkörperdiffusion darstellen.

Mit diesen Arbeiten hat Schottky uns Kristallzüchtern eine Illusion geraubt, nämlich die Illusion, daß wir unter optimalen Herstellungsbedingungen einen perfekten Kristall züchten könnten. Er tat dies z.B. in der Veröffentlichung über die »Theorie der geordneten Mischphasen« im Jahre 1931, wo er mittels statistisch-thermodynamischer Überlegungen zu folgendem Ergebnis kommt (C. Wagner und W. Schottky, Z. phys. Chem. B 11 (1931) 163-210):

»Auch bei streng stöchiometrischer Zusammensetzung (Ordnungskonzentration) ist bei endlicher Temperatur stets eine gewisse Fehlordnung vorhanden.«

Neben der theoretischen Begründung liefert er zusammen mit Wagner auch eine einprägsame plausible Erklärung, in welcher die Annahme eines perfekten Kristalls zum Widerspruch geführt wird:

»Wenn wir etwa von einem Kristall ausgehen, der mehr B enthält, als der Zusammensetzung AB (1:1) entspricht, und allmählich zu einer Zusammensetzung mit weniger B übergehen, dann müsste eine Diskontinuität der Eigenschaften bei der streng stöchiometrischen Zusammensetzung 1:1 auftreten. Denn ein Einbau von Teilchen B hat notwendigerweise andere Effekte (z.B. in bezug auf Volumen oder Energie) zur Folge, als ein Einbau von Teilchen A, wenn auch praktisch der Unterschied bisweilen gering sein mag. Unüberwindbare Schwierigkeiten würden sich schließlich bei der Aufstellung der Gleichungen für das chemische Potential als Funktion der Konzentration ergeben...

Wir müssen vielmehr annehmen, daß im Gleichgewicht bei endlicher Temperatur auch im Kristall streng stöchiometrischer Zusammensetzung einzelne Störungsstellen vorhanden sind, indem sowohl einzelne Teilchen A als auch einzelne Teilchen B an den Fehlordnungstellen eingebaut sind, so wie sie bei Überschub der einen bzw. anderen Komponente auftreten (vgl. Fig. 10). Nur müssen bei streng stöchiometrischer Zusammensetzung einer derartigen Phase auch die Zahlen der Fehlordnungstellen für A und B einander gleich sein. Entsprechend sind bei Überschub der Komponente B nicht nur Teilchen B an den Störungsstellen eingebaut, sondern in geringem Grade auch solche von A. Wie in Absch. 3 quantitativ berechnet wird, ist durch diese Vorstellung ein vollkommen kontinuierlicher Übergang von Kristallen mit Überschub der einen Komponente zu solchen mit einem Überschub der anderen Komponente möglich.«

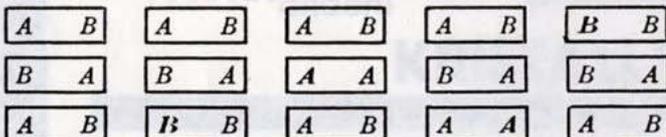


Fig. 10. Schematische Darstellung einer geordneten Mischphase AB (1:1) vom Fehlordnungstypus III III.

Damit wurden die heute als »antisite«-Defekte bezeichneten Stöchiometriedefekte eingeführt, welche z.B. die Züchter und Anwender von GaAs-Kristallen derzeit sehr stark beschäftigen, weil das auf Ga-Platz eingebaute As als Doppeldonor die elektrischen Eigenschaften von undotiertem GaAs bestimmt. Wir werden hierzu in der nächsten Ausgabe des Mitteilungsblattes einen ausführlichen Beitrag von C. Weyrich haben.

Mit ähnlichen statistisch-thermodynamischen Überlegungen wurde von Schottky auch gezeigt, daß bei endlicher Temperatur jeder Kristall eine endliche Zahl von Leerstellen haben muß, die nach ihm als Schottky-Defekte bezeichnet werden.

Neben diesen für die Kristallzüchtung besonders wichtigen Arbeiten hat Schottky noch weitere wesentliche Beiträge auf anderen Fachgebieten geliefert:

So hat er Theorien zur Erklärung der Mechanismen in Elektronenröhren aufgestellt und gleichzeitig durch einige Erfindungen, wie z.B. zum Einbau eines Schutzgitters in Röhren, den engen Bezug seiner Arbeiten zur technischen Praxis gezeigt. Von außerordentlicher Bedeutung für die Schaltungstechnik der Nachrichtenübertragung ist das von ihm erfundene Prinzip des Überlagerungsempfängers (Superheterodynempfänger) einzustufen.

Für die moderne Halbleiterelektronik lieferte Schottky die entscheidenden Beiträge zur Klärung des Metall-Halbleiterkontaktes, der als »Schottky-Kontakt« seinen Namen trägt und in Form eines Bauelements, der Schottkydiode, als Gleichrichter besonders bei hohen Frequenzen Anwendung findet.

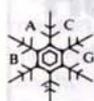
G. Müller

Lebenslauf und zeitliche Einordnung wichtiger wissenschaftlicher Arbeiten von Walter Schottky

(Quelle: Schrift des Zentralbereichs Forschung und Technik der Siemens AG, 1986)

- geboren 23. Juli 1886 in Zürich
- Physikstudium an der Humboldt-Universität Berlin
- 1912 Promotion bei Max Planck zum Dr. phil.
- 1912 Assistent von Max Wien in Jena
- 1914 U³²-Gesetz für den Anodenstrom einer Elektronenröhre
- 1915 Schwachstromkabel-Laboratorium der Siemens & Halske, Berlin
- 1916 Erfindung der Schirmgitterröhre (Tetrode)
- 1918 Theorie des Schrot-Effekts (statistische Schwankungen des Elektronenstroms)
- 1918 Erfindung des Superheterodyn-Empfängers
- 1920 Universität Würzburg
- 1920 Habilitation für theoretische Physik bei Willi Wien
- 1922 Theorie der positiven Säule in Gasentladungen
- 1923 Professor für Theoretische Physik an der Universität Rostock
- 1923 Berufung auf Extraordinariat
- 1926 Ordinarius
- 1927 Zentrallaboratorium der Siemens & Halske, Berlin
- 1928 Artikel „Physik der Glühelktroden“ im Handbuch der Experimentalphysik (Herausg. Wien - Harms), Bd. 13 Teil 2 (gemeinsam mit H. Rothe)
- 1929 Buch „Thermodynamik“ (mit H. Ulrich und C. Wagner), entstanden aus der Vorlesungstätigkeit in Rostock
- 1929 Experimenteller Nachweis der Sperrschichten im Metall-Halbleiter-Übergang (heute „Schottky-Kontakt“), erklärt die Gleichrichterwirkung im Kupferoxidul-Gleichrichter
- 1930 Theorie der geordneten Mischphasen (mit C. Wagner, Univ. Jena)
- 1935 Konzept der elektrochem. Brennstoffzelle mit Feststoffelektrolyt
- 1935 Theorie der thermisch bedingten Fehlordnung in Kristallen („Schottky-Defekte“)
- 1938 Raumladungstheorie der Sperrschichten in Halbleitern, bahnbrechend für die Entwicklung der Halbleitertechnik
- 1943 Halbleiterlabor der Siemens-Schuckert-Werke in Pretzfeld (Fränkische Schweiz)
- 1954 Gründung und Herausgabe der Buchreihe „Halbleiterprobleme“ Über 100 Zeitschriftenaufsätze in den Jahren 1912 bis 1956
- gestorben 4. März 1976 in Forchheim

Tagungsberichte



International Crystal Growth Conference, YORK July 13 - 18, 1986

Gleich am Montag, dem ersten Tag der Tagung, wurde ein für jeden Kristallzüchter wichtiges Thema »Heat and Mass Transport in Earth and Micro-Gravity« in einer Symposiums-Sitzung behandelt. Dabei war festzustellen, daß sich dieses Arbeitsgebiet in einem starken Aufwind befindet und eine schnelle Fortentwicklung der für die Kristallzüchtung fundamentalen Fragen von Wärme- und Massen-Transport erfolgt. Diese rapide Entwicklung ist sowohl durch die stimulierenden wirkenden Weltraumexperimente und die damit verbundene starke Förderung auch Erdgebundener Experimente einerseits als auch andererseits durch die Erkenntnis eingetreten, daß zur Züchtung perfekter Einkristalle der Wärme- und Massen-Transport beherrschbar -d.h. verstanden - sein muß. Das Programm der Sitzung bestand aus 2 Hauptvorträgen, 11 Vorträgen und 38 Postern. Es fällt schwer, aus den vielen Beiträgen guter Qualität einzelne hervorzuheben, da der Wärme- und Massen-Transport in einem sehr weiten Arbeitsfeld - Lösungszüchtung, Gasphasenzüchtung und Schmelzzüchtung - untersucht wurde. Das Nachlesen der Beiträge in den Konferenz-Proceedings kann dringend empfohlen werden.

Der Dienstag begann mit einem fesselnden Hauptvortrag von H.E. Huppert über Kristallisations- und Konvektionsmechanismen bei Vulkanen. Es folgte das Symposium über »Melt Growth Technology«. Hier gab es zwei interessante Hauptvorträge:

K. Hoshikawa berichtete über die Züchtung von hochwertigen Si und GaAs, A.S. Jordan berichtete über theoretische und experimentelle »Fundamentals« bei der Reduzierung der Versetzungsdichte in GaAs und InP, das aus der Schmelze gezogen wurde. Neben diesen beiden Hauptvorträgen trugen zum Erfolg des Symposiums 14 weitere Vorträge und 40 Poster bei. Hier dominierten eindeutig die technologisch wichtigen Materialien wie Si, GaAs, GaP, InP, $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$, die benutzten Züchtungsmethoden waren überwiegend konventionell; in der Postersitzung waren dann auch die exotischen Züchtungsverfahren wie Skull-Schmelz-Technik, Levitationsschmelzen und Lichtbogen-Schmelzen und andere Materialien wie ZrO_2 , Be, CeCu_2Si_2 vertreten. Auf die Levitation in einem Gasstrom, hierfür wurde von J. Granier und C. Potard in einer anderen Sitzung berichtet, sei hingewiesen.

Bei einigen Postern fiel auf, daß schon längst bekannte Verfahren »wiederentdeckt« werden oder auf geringfügig abgeänderte Materialien angewandt werden, ohne daß die Original-Arbeiten zitiert werden. Ob das nur mit Vergeßlichkeit oder mit anderen Gründen zu tun hat, ist dem Verfasser dieser Zeilen unbekannt.

W. Abmus

HALBLEITERKRISTALLE

Diese Berichterstattung beschränkt sich im wesentlichen auf Themen zur Kristallzucht von III-V-Verbindungshalbleitern, die schon fast traditionsgemäß, den wichtigsten Anteil im Halbleiterbereich stellten. Dabei wird über ausgewählte Beiträge, sowohl zur Volumen kristallzucht (Substratkristalle) als auch zu den Epitaxieverfahren (dünne Schichten, Heterostrukturen, Mehrfachheterostrukturen, strained layer superlattices usw.) referiert, die dem Autor als besonders wichtig erschienen, Innovationen, deutliche Verbesserungen oder Originalität usw., betreffend.

Epitaxieverfahren

Ein noch sehr junges Gasphasenepitaxieverfahren, die sogenannte »vapor levitation epitaxy«, wurde von H.M. Cox, S.G. Hummel und V.G. Keramidis vorgestellt. Dabei schwebt das Substrat im Strom der Wachstumsgase, die von unten her durch eine poröse Quarzscheibe austreten. Während des durch den engen Spalt ($< 1 \text{ mm}$) zwischen Substrat und Quarzscheibe radial nach außen strömenden Gasflusses wird das Substratplättchen von unten bewachsen. Da sich dabei sehr hohe Strömungsgeschwindigkeiten einstellen und alle reaktiven Stoffe in sehr kleinem Abstand an der Substratoberfläche vorbeifließen, zeichnet sich dieses Verfahren durch sehr gute Dickenkontrolle und sehr homogene Zusammensetzung der aufgewachsenen Schicht über die gesamte Fläche aus. Anhand der elektrischen Eigenschaften von GaAs, InP, InGaP, InGaAs, InGaAsP, die durchweg überdurchschnittlich gut waren, wurde das Potential dieses Verfahrens, unterschiedliche Materialien in vergleichbarer hoher Qualität herzustellen, unter Beweis gestellt.

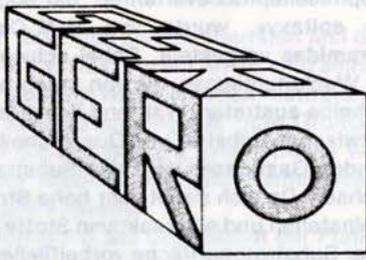
E. Lendvay, T. Görög und V. Rakovits stellten GaAs/GaAlAs-Übergitterstrukturen vor, die mit Hilfe der Flüssigphasenepitaxie (LPE) hergestellt wurden. Die Schichtenzahl variierte von 10 bis 100 bei Schichtdicken zwischen 10 und 50 nm. Interessant sind solche Strukturen wegen der dimensionsbedingt auftretenden Quanteneffekte, die u. a. bei Quantumwell-Lasern zu Wellenlängenreduzierungen des emittierten Lichts und zu einer Schwellstromerniedrigung führen können. Das Wachstum solcher dünner Schichten aus der flüssigen Phase konnte nicht mit üblichen Diffusionstransporttheorien erklärt werden. Vielmehr machten sich starke Einflüsse der Schmelzform (Tiegel) und zusätzlich eingebrachter Dotierstoffe auf die Wachstumsrate bemerkbar.

Bemerkenswert ist, daß solche mikroskopisch kleinen Strukturen normalerweise nur mit metallorganischen Epitaxieverfahren oder der Molekularstrahlepitaxie hergestellt werden können, da in der Regel die LPE-Wachstumsraten zu hoch liegen.

GaAs/GaAlAs-Heterostrukturen finden ihre Hauptanwendung auf dem Gebiet der Laserdioden und der Hochbeweglichkeitstransistoren (HEMT's). Ein prinzipieller technologischer Nachteil dieser Materialien entsteht aus der hohen Reaktivität des Aluminiums, die zu Materialveränderungen führen kann. Ein relativ unerforschtes Materialsystem, das GaPAsSb, kann wellenlängenmäßig das AlGaAs ersetzen, ohne diesen Nachteil aufzuweisen. E. Lendvay und T. Görög untersuchten dieses Materialsystem per Flüssigphasenepitaxie und stellten durch Diffraktometer-, Photolumineszenz- und Elektrolumineszenzuntersuchungen die Ersetzbarkeit des AlGaAs durch das GaPAsSb-System unter Beweis.

Das Einsatzgebiet von III-V-Halbleitersystemen als Detektormaterial im langwelligen Bereich endet in der Gegend von $6 \mu\text{m}$ Wellenlänge ($\text{InAs}_{0,4}\text{Sb}_{0,6}$). Wie man diesen Bereich nach oben erweitern kann, zeigte L. R. Dawson auf. In einem Übergitter (molekularstrahlenepitaktisch gewachsen) aus abwechselnd $\text{InAs}_{0,4-\epsilon}\text{Sb}_{0,6+\epsilon}$ und $\text{InAs}_{0,4}\text{Sb}_{0,6}$ Schichten wird das Gitter des $\text{InAs}_{0,4}\text{Sb}_{0,6}$ aufgrund der größeren Gitterkonstante der angrenzenden Schichten gedehnt. Dies führt zu einer Bandkantenabsenkung und somit zu einer Absorptionskantenverschiebung zu größeren Wellenlängen.

Technologische Probleme ergaben sich durch das Auftreten von Mikrorissen, deren Anzahl sich aber durch Substratauslese senken läßt. Hallmessungen wurden erst durch anfängliches Aufwachsen einer $\text{Al}_{0,45}\text{In}_{0,55}\text{Sb}$ Bufferschicht möglich, da diese im Gegensatz zum InSb-Substratmaterial semiisolierende Eigenschaften besitzt.



GERO Hochtemperaturöfen GmbH

- Hochtemperaturöfen
- Anlagen zur thermischen Materialbehandlung und Kristallzüchtung
- Kristallzüchtungszubehör

GERO-Hochtemperaturöfen GmbH
 Schulstraße 2
 D-7531 Neuhausen
 Tel. 072 34/84 98
 Telex 7 83 309 gero d

Lieferprogramm:

- Standard-Rohröfen bis 1100°C
- Standard-Rohröfen bis 1300°C
- Mehrzonen-Rohröfen bis 1100 bzw. 1300°C
- Rohröfen ein- und mehrzonig bis 1700°C
- Zehnzonen-Rohröfen bis 1300°C für spezielle Temperaturprofile (z.B. für Epitaxie und Kristallzüchtung)
- SiC-Rohr- und Kammeröfen bis 1500°C
- Kammer- und Tiegelöfen (auch mit pneumatischem Aushub) bis 1700°C
- Pyrometer Kalibrieröfen bis 2300°C
- Schutzgas- und Vakuumöfen bis 3000°C
- Lichtbogenöfen und Schmelzanlagen
- Bewegungseinrichtungen für Öfen und Proben
- Zonenschmelzanlagen
- Kristallziehanlagen (Bridgman und Czochralski)
- Wärmerohre (heat pipes)
- Sonderöfen- und Anlagenbau
- Sämtliche Temperatur- und Motorregleinheiten
- X-Y-Schreiber (Ein- und Mehrkanal, auch mit Nullpunktunterdrückung)
- Diamantdrahtsägen zur Kristallpräparation

E. P. Menu, D. Moroni, J. N. Patillon, T. Ngo und J. P. Andre' konnten mit Hilfe von Normaldruck-MOCVD GaInAs/InP-Heterostrukturen sehr hoher Qualität herstellen. 77K-Ladungsträgerbeweglichkeiten bis zu $84000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ wurden gemessen, wobei ein 2-dimensionales Elektronengas an der Heterogrenzfläche für diese hohen Werte mitverantwortlich gemacht wurde. Auch anhand von Diffraktometermessungen (GaInAs: 20 - 30 Bogensekunden Peakbreite) und Photolumineszenzmessungen konnte die hohe Materialgüte dokumentiert werden.

Über InGaAs-Schichten sehr hoher Qualität berichteten **S. J. Bass, S. J. Barnett, A. Cullis, G. Brown, N. Chew, M. S. Skolnick und A. D. Pitt**. Als Herstellungsverfahren wurde die MOCVD bzw. die Addukt-MOCVD mit Trimethylindium bzw. Trimethylindium-Trimethylamin-Addukt und Phosphin gewählt. Die Daten: 77K Ladungsträgerkonzentration $< 1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ (n-Typ) und $80000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ Beweglichkeit; Rocking-peak-Breiten < 30 Bogensekunden. Bei gitterangepaßten Schichten erwies sich die Grenzschicht als defektfrei und zeigte 2-dimensionales Elektronenverhalten. Mit einer Wachstumspausentechnik wurden Quantum-well-Strukturen hoher Quantenausbeute mit abrupten Grenzflächen produziert.

Volumenkristalle

Im Beitrag von **A. S. Jordan und J. M. Parsey** wurde die Versetzungsbildung in LEC-GaAs theoretisch untersucht. Neben dem Ergebnis guter Übereinstimmung mit experimentellen Versetzungsverteilungen, sowohl (100) als auch (111) orientierter Kristalle, konnten folgende Schlüsse gezogen werden. Die Versetzungsbildung läßt sich hauptsächlich durch eine Reduzierung der thermischen Gradienten beim Kristallwachstum und durch »Störstellenhärten« des Kristalls unterdrücken. Der erste Effekt sorgt vor allem für eine starke Verminderung der Versetzungszahl in den inneren Kristallbereichen, während das »Störstellenhärten« (Erhöhung der kritischen Scherspannung) nur notwendig ist, um die äußeren Kristallbereiche, in denen starke thermische Spannungen unvermeidlich sind, versetzungsarm zu lassen. Auf diese Weise lassen sich versetzungsfreie GaAs-Kristalle bis zu 2 cm Durchmesser ziehen.

Den Effekt der Erhöhung der kritischen Scherspannung durch Einbringen von Störstellen (siehe auch Beitrag von **A. S. Jordan**) untersuchten **J. Völkl, G. Müller und W. Blum** am Beispiel des S- bzw. Zn-Dotierens von InP-LEC-Kristallen. Anhand von Kristalldeformationsexperimenten unter Druck wurden charakteristische Abhängigkeiten der kritischen Scherspannung von Temperatur, Spannungsrate und Dotierkonzentration festgestellt: Abnahme mit der Temperatur und Zunahme mit der Spannungsrate (»Spannung pro Zeit«) und der Konzentration. Mit Hilfe der Kupfer-Dekorationstechnik konnten Versetzungslinien sichtbar gemacht und damit Bewegungen von Versetzungen untersucht werden. Diese Bewegung scheint in erster Linie durch Haftung an »Störstellenwolken« bzw. durch eine »Mittdiffusion« dieser Wolken an den Versetzungen begrenzt zu sein.

T. Fujii, M. Nakajima, K. Ishida, K. Nitta und T. Fukuda benutzten eine Doppeldotierung mit In und Si bzw. In und Zn zur Herstellung von versetzungsfreiem semiisolierendem LEC-GaAs. Damit konnten qualitativ mit bootgezüchteten Kristallen vergleichbare Ergebnisse erzielt werden. Als optimal erwiesen sich In-Konzentrationen von $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ und Si-Konzentrationen von $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$. Zur Unterdrückung von Dotierstoffstreifungen wurden zusätzlich hohe Magnetfelder eingesetzt.

Auf die gleiche Weise, aber mit isoelektronischem Ga und Sb als Dotierstoffpaar erhielten **A. Katsui und S. Tohno** sehr versetzungsarme InP-LEC-Kristalle bis zu 25 mm Durchmesser (»Stör-

stellenhärten«; siehe auch Beitrag von A. S. Jordan). Die Dotierstoffe wurden derart ausgewählt, daß der Verteilerkoeffizient < 1 bzw. > 1 liegt, um somit eine homogene Dotierung über die gesamte Kristalllänge zu erhalten ($\text{Ga} + \text{Sb} > 6 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$; $k_{\text{Ga}} = 3.5$; $k_{\text{Sb}} = 0.12$). Da keine Einflüsse auf das elektrische Verhalten der InP-Kristalle feststellbar waren, kann auf diese Weise auch semiisolierendes Material, z. B. durch zusätzliche Fe-Dotierung hergestellt werden.

Immer häufiger werden bei Czochralski-Kristallzuchtverfahren hohe Magnetfelder zur Unterdrückung von Dotierstoffinhomogenitäten und Versetzungsbildung eingesetzt. Bisher konzentrierte sich diese Technik hauptsächlich auf Si und GaAs (bei Si wird durch die Kontrolle der Schmelzkonvektion durch das Magnetfeld die Sauerstoffkonzentration im Kristall reduziert).

H. Miyairi, T. Inada, M. Eguchi und T. Fukuda benutzten dieses Verfahren zur Zucht von InP, einem wichtigen Substratmaterial für Laserdioden, Detektoren und Feldeffekttransistoren. Dabei konnten 50 mm dicke, undotierte InP-Kristalle mit durchschnittlich 6000 cm^{-2} Versetzungsdichte hergestellt werden (ungefähr eine Größenordnung niedriger als ohne Magnetfeld). Im Vergleich zum, bei LEC typischen, W-Profil der Versetzungsdichte über dem Kristallquerschnitt traten starke Abweichungen auf.

Die Realisierung vieler »maßgeschneiderter« Bauelemente scheitert daran, daß kein Substratmaterial mit geeigneter Gitterkonstante vorliegt. So müssen z. B. GaAsP Epitaxieschichten für LED's im Wellenlängenbereich bei 650 nm auf GaP oder GaAs aufgebracht werden, wobei die starke Gitterfehlpassung in der Regel über dicke, ihre Zusammensetzung kontinuierlich ändernde Schichten abgebaut werden muß. **T. Hibiya, H. Watanabe, H. Ono, T. Matsumoto und N. Iwata** zeigten nun, daß $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$ ($x < 0.4$) direkt als Volumenkristall mittels LEC hergestellt werden kann, einem Verfahren, dem normalerweise nur die Zucht von binären Materialien vorbehalten ist. Auf diese Weise können durch Diffusions- und Lithographieprozesse direkt (ohne zusätzliche Epitaxie) LED's aus dem Volumenmaterial gewonnen werden. Aufgrund thermodynamischer Besonderheiten des Ga-As-P Systems ließen sich nur Kristalle bis zu 20 mm Längen und 15 mm Durchmesser züchten. Ein weiteres Problem stellten Mikrorisse bei hohem Phosphoranteil dar.

Der Beitrag von **W. A. Gault, E. M. Monberg und J. E. Clemans** behandelte die Zucht von GaP, GaAs und InP mit dem senkrechten »Gradient freeze«-Verfahren. Die erreichten InP-Durchmesser von bis zu 50 mm bei 10^2 cm^{-2} Versetzungsdichte sind als sehr beachtlich einzustufen. Auch die GaP- und GaAs-Kristalle liegen, was die Versetzungsdichte anbelangt, eine Größenordnung niedriger als konventionell LEC-gezüchtete Kristalle, so daß die »Gradient freeze«-Technik als prädestiniert zur Zucht von sehr hochwertigen III-V-Volumenkristallen bezeichnet werden muß.

Auf Si basierende Bauteile, die bei der Herstellung Hochtemperaturprozesse durchlaufen, erfordern Si hoher mechanischer Temperaturfestigkeit. Diese Bedingung erfüllt N-dotiertes Si, wie man aus dem Beitrag von **P. J. Ashby** entnehmen konnte. Auch Widerstandsänderungen nach Temperaturprozessen bis zu 1150°C wurden nicht festgestellt und ein 0.36 eV unter dem Leitungsband liegendes tiefes Stickstoffniveau verschwand nach 1 h Temperung bei 1050°C .

»Float-zone«- und Czochralski gezüchtetes N-Si zeigte keine signifikanten Unterschiede, was die elektrischen Eigenschaften und Ausbeuten von Bauteilen anbelangt.

Eine wenig verbreitete Methode zur zerstörungsfreien Defektuntersuchung in Halbleitern stellten **T. Ogawa und K. Moriya** in 2 verschiedenen Beiträgen vor. Dabei handelt es sich um die sogenannte Infrarotstreulichttomographie. Ihr Anwendungsge-

biet beschränkt sich auf infrarotdurchlässige Materialien, wobei dann nur bestimmte Defekte wie z. B. Versetzungen und Einschlüsse erhöhte Absorption zeigen und als Streuzentren wirken. Die Ortsauflösung wird durch die scharfe Fokussierung des Infrarotlasers und mit definierter Probenbewegung durch den Fokus erzielt.

Vor allem bei aus schweren Elementen bestehenden Materialien ist diese Methode der Röntgenstrahluntersuchung überlegen, da in diesem Fall erhöhte Röntgenabsorption auftritt.

W. Körber

Weitere Eindrücke von der Konferenz:

Das Wachstum aus Lösung wurde in mehreren Sitzungen behandelt.

F. Bedarida berichtete über die Anwendung der holographischen Interferometrie. Unter Verwendung aus verschiedenen Richtungen aufgenommenen Hologramme kann man das Konzentrationsfeld für einen vorgegebenen Abstand von einer Kristallfläche berechnen.

F. Lafaucheux et al. verwendeten die holographische Interferometrie zur Untersuchung von Keimbildung und Wachstum von ADP in einem Gel. Dabei bestimmten sie u. a. Verschiebungsgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Übersättigung an den einzelnen Kristallflächen sowie die Ausbreitung von Diffusionshöfen (Verarmungszonen) um die wachsenden Kristallite.

M. E. Glickmann et al. diskutierten das Wachstum von Dendriten unter vermindeter Schwerkraft. Bei 10^{-4} - 10^{-5} g erfolgt der Übergang von konvektions- zu diffusionsbestimmtem Wachstum bereits bei Unterkühlungen von einigen Zehnteln K (anstatt bei ~ 1 K). Danach wird es möglich, gleichzeitig die morphologische Entwicklung der Dendriten zu beobachten und ihre Wachstumsgeschwindigkeiten zu messen.

H. Komatsu studierte das Wachstum und die Aggregation von Cholesterinmonohydrat (Kristallklasse 1) aus ethanolischer Lösung u. a. im Phasenkontrast. Dabei fand er auf (001) und (00 $\bar{1}$) unterschiedlich geformte asymmetrische Wachstumsspiralen, ferner orientierte »Dehydrationslinien«.

K. Sato et al. untersuchten Stabilitäten, Löslichkeiten, Wachstumsgeschwindigkeiten und Kristalltrachten verschiedener polymorpher Modifikationen dreier ungesättigter Fettsäuren. Dabei wachsen die instabilen Formen sehr viel (teilweise um Faktoren $> 10^4$) schneller als die stabilen.

Eines der aktuellsten Themen der Massenkristallisation ist die Sekundärkeimbildung, d. h. die Entstehung wachstumsfähiger Kristallbruchstücke durch Abrieb. Diese Bruchstücke zeigen sehr unterschiedliche Wachstumsgeschwindigkeiten wahrscheinlich auf Grund verschiedener Versetzungsdichten und -konfigurationen. Zur Klärung dieser Fragen maßen **J. N. Sherwood** et al. die Verschiebungsgeschwindigkeiten (VG) verschiedener Kristallflächen an Bruchstücken von Kaliumalaun, von denen anschließend röntgenographische Aufnahmen angefertigt wurden. Dabei zeigten die (111)-Flächen eine nur geringe, die (100)- und (110)-Flächen eine starke, lineare Abhängigkeit der VG von der Dichte der Versetzungen (Stufenversetzungen).

R. Wissing et al. beobachteten die Beschädigung von wachsenden KDP-Kristallen durch aufprallende Stäbe in situ. Löcher etc. wurden oberhalb einer kritischen Stoßenergie E_c beobachtet, die vom Zustand der Oberflächen, insbesondere vom Vorhandensein höherer Wachstumsstufen, abhängt. Sekundärkeimbildung wird sowohl unterhalb wie oberhalb E_c ausgelöst, bei Energien oberhalb E_c allerdings in erheblich höherem Ausmaß.

Über die Anwendung der umgekehrten Osmose zur Übersättigung von Lösungen berichtete **J. Garside** et al. Sie erhielten mit dieser Methode Kristallite von Calciumoxalat mit enger Korngrößenverteilung und reproduzierbarer Tracht.

Die Beeinflussung von Kristallwachstum und Keimbildung durch Lösungszusätze (Inhibitoren) wurde in den Sitzungen über »Lösungswachstum«, »technische Kristallisation« und »Kinetik« behandelt. So berichteten **J. N. Sherwood** et al. über die Kristallisation von n-Eikosan ($C_{20}H_{42}$). Aus Lösungen in n-Dodekan, ein Modellbeispiel für das Einfrieren von Ölleitungen usw.

R. J. Davey et al. untersuchten die Wachstumsgeschwindigkeiten von Harnstoff aus wässriger Lösung in Gegenwart von Biuret, das als Nebenprodukt der Harnstoffsynthese auftritt. Dieser Zusatz bewirkt eine selektive Wachstumshemmung auf den (001)-Flächen, die sich durch Vergleich der Oberflächen- und Molekül-Struktur verstehen läßt. Die Autoren sprechen hier von einer »maßgeschneiderten« Habitusänderung, die generell bei organischen Syntheseprodukten erwartet wird. Ein weiteres Beispiel hierfür ist die selektive Keimbildungs- und Wachstumshemmung von l-Asparagin durch l-Glutaminsäure, die zu einer bevorzugten Kristallisation von d-Asparagin aus dem racemischen Isomerenmisch führt.

J. W. Mullin et al. fanden eine starke Hemmung des Wachstums von K_2SO_4 bereits durch 2 ppm Cr^{3+} : die Keimbildung wird durch 5 ppm Cr^{3+} völlig unterdrückt. Auch das Abriebverhalten der Kristalle wird beeinflusst.

G. M. van Rosmalen untersuchte den Einfluß verschiedener Phosphonat-Ionen auf das Wachstum von Gipskristallen in wässriger Suspension. Dabei ergab sich eine klare Korrelation zwischen der Stärke der Wirkung und der - analytisch bestimmten - auf den Kristallflächen adsorbierten Menge eines Inhibitors. Zur Wachstumsbehinderung genügt ein Bedeckungsgrad von ca. 4%, d. h. eine Blockierung der Wachstumsstellen und Stufen. In analoger Weise wurde auch die Wachstumsbehinderung von $BaSO_4$ untersucht; hier wurde zusätzlich die Änderung des Zetapotentials bei Adsorption des Phosphonats HEDP gemessen.

Nach **R. Boistelle** et al. haben bestimmte Phosphonate und Carboxylate auch einen starken Einfluß auf die Hydratisierung von $CaSO_4 \cdot 1/2 H_2O$ und damit auf das Kristallgefüge und die Festigkeit des abgebundenen Gipses.

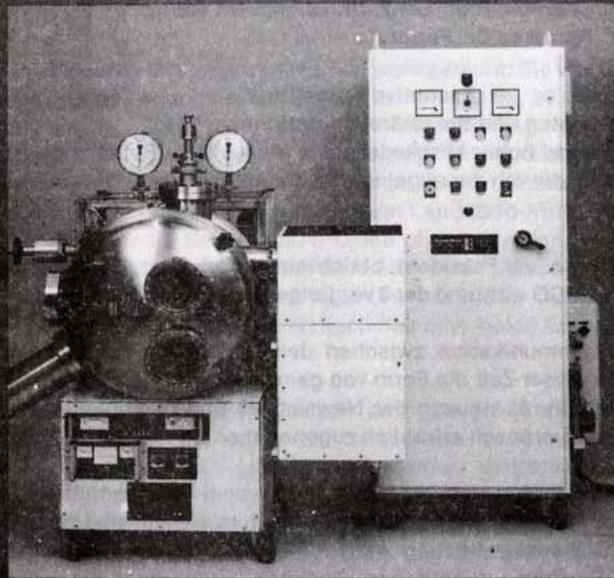
Einen inhibierenden Einfluß von Fe^{3+} auf das Wachstum von KDP fanden **W. S Wang** et al. im pH-Bereich zwischen 3.5 und 6.0. Mößbauerspektren sprechen hier für den Einbau des Eisens auf Zwischengitterplätze.

Um einen Einfluß von Verunreinigungen handelt es sich offenbar auch bei der Entwicklung von Spiralhügeln auf KDP und ADP, die **A. A. Chernov** et al. interferometrisch untersuchten. Die aus Neigung und Stufengeschwindigkeit der Flächen berechneten Stufengeschwindigkeiten zeigen oberhalb einer »kritischen« Übersättigung einen starken Anstieg, der in eine Proportionalität mit der \bar{U} übergeht. Theoretisch interessant ist, daß bei höherer Lösungssättigung die effektive Übersättigung an den stark gekrümmten inneren Spiralstufen den kritischen Wert unterschreiten kann. - Verunreinigungen führen auch zur Ausbildung von Mehrfachstufen (»Bündelung«), wofür **J. P. van der Eerden** et al. eine neue Theorie auf der Grundlage des Inhibitionsmodells von Cabrera und Vermilyea entwickelten. Unter der Annahme einer fortgesetzten Verdoppelung der Stufenhöhen h (Paarbildung) kommen sie zur Vorhersage einer logarithmischen Zeitabhängigkeit von h und einer »kritischen« Übersättigung, unterhalb derer keine Bündelung mehr stattfindet.

Kontinuierliches Verfahren Zum Abschrecken Metallischer Schmelzen.

Melt Spinning Apparatur

Laboranlage zur Herstellung feinkristalliner und amorpher Bänder im Hochvakuum.



- Hochvakuumrezipient mit Kùhlscheibenantrieb (600–6000 l/min), justierbarer Schmelztiegelhalterung sowie HF-Vakuumdurchfùhrung mit Induktor.
- Diverse Schmelztiegel mit Dûsenôffnungen zur Herstellung von Bândern bis 15 mm Breite (bis max. 25 mm auf Anfrage).
- Temperatur der Schmelze pyrometrisch kontrollierbar.
- Polierte Kupferkùhlscheibe mit 140 mm Durchmesser und 30 mm Breite (andere Dimensionen fùr max. Bandherstellungsgeschwindigkeit von 50 m/sek auf Anfrage).
- Komplette, kompakt integrierte Hochvakuum-pumpstânde, HF-Generatoren.



Edmund Bühler GmbH & Co.

Im Schelmen 11 · D-7400 Tùbingen-Weilheim
Telefon (0 70 71) 7 30 16 · Telex 7 262 824

Niederlassungen in Hamburg,
Gôttingen, St. Augustin und Offenbach

Laborgerâtebau · Glastechnik · Biotechnologie · Umwelttechnik

Etwas aus dem Rahmen fiel ein Plenarvortrag von **H. E. Huppert** - über die Kristallisation und Konvektion unterhalb von Vulkanen. Um die Verhâltnisse in Magmakammern zu simulieren, unternahm er Kristallisationsversuche mit ûbereinander geschichteten Salzlôsungen unterschiedlicher Konzentration und Temperatur. Die Ergebnisse wurden insbesondere durch die Anwesenheit vertikaler, horizontaler oder geneigter Wânde beeinflusst. U. a. durch einen Film von diesen Versuchen wurde der Vortrag sehr anschaulich.

Eine Reihe von Beitrâgen betraf das Wachstum aus der Dampfphase. **J. B. Mullin** et al. berichteten über die Photo-Epitaxie von $Cd_xHg_{1-x}Te$. Dabei werden die betreffenden Alkyle durch UV-Strahlung zerlegt. Die unerwûnschte Staubbildung durch Keimbildung in der Gasphase kann durch ein geeignetes Trâgergas (He) vermieden werden, wobei das Auftreten freier Radikale (CH_3) sich gûnstig auswirkt. - **N. B. Singh** et al. zûchteten Hg_2Cl_2 , das aus dem Dampf stark anisotrop wâchst. Spuren von Feuchtigkeit fùhren zur Bildung von $Hg_5Cl_2O_4$. Photoaktive Einkristalle von Pyrit (FeS_2) erhielten **S. Fiechter** et al. durch chemischen Transport mit Cl_2 oder Br_2 , die auch in das Kristallgitter eingebaut wurden; ferner wurden dûnne Schichten von FeS_2 aus $Fe(CO)_5$ und S_2 erzeugt. - In drei Beitrâgen berichteten **E. Kalds** et al. über Verdampfungsstudien, Probleme des Dampftransports und die Wachstumsgeschwindigkeiten groÙer Kristalle von α - HgI_2 . Aus den gemessenen Dampfdruckkurven ergibt sich eine Erhòhung der Sublimationsenthalpie um 75 % bei 70 °C, der jedoch keine Umwandlung im festen Zustand entspricht; es wird versucht, diesen Effekt durch eine strukturelle Ânderung an der Kristalloberflâche zu deuten. Die Wachstumsgeschwindigkeiten werden durch ûberschùssiges Hg oder S_2 sowie durch hòhere Kohlenwasserstoffe stark erniedrigt. GroÙe HgI_2 -Kristalle werden unter ihrem eigenen Gewicht plastisch deformiert.

Unter der Rubrik »Kinetik und Morphologie« gab es zahlreiche Beitrâge. **H. Follner** deutete das Auftreten von Zwillingen bei monoklinen Feldspâten sowie verschiedenen organischen und anorganischen Verbindungen mit Hilfe der »reziproken Kristalle«. - **P. Bennema** et al. wiesen darauf hin, daÙ an Kristallen mit modulierter Struktur (z. B. bei Calaverit, $AuTe_2$) zusâtzliche Flâchen (»Satellitenflâchen«) gefunden werden. Bei $((CH_3)_4N)_2ZnCl_4$ wurden auf einer solchen Flâche - ûberraschenderweise - Wachstumsspiralen beobachtet. - **H. J. Meyer** et al. verglichen die in verschiedenen Zeiten unter konstanten Bedingungen gewachsenen Formen zweidimensionaler (»Netzebenen«-) Inseln auf KCl mit numerischen Simulationen der Formentwicklung und konnten auf diese Weise die Stârke der Randdiffusion abschâtzten. - **E. Bauser** et al. fanden an $NbSe_4I_{0,33}$ Mikrostrukturen, deren Hòhe dem 10-, 5-, 3- oder 2-fachen der Dicke elementarer Schichten entspricht, wâhrend die Strukturperiode 6 Schichten umfaÙt.

R. Lacmann et al. untersuchten die Zusammensetzung elektrolytisch abgeschiedener Legierungen als Funktion des Abscheidungs potentials. Die Ergebnisse werden fùr Cu-Zn aus Cyanid-Lòsung durch chemische Reaktionen und Keimbildung, fùr Pd-Ag Perchlorat-Lòsung durch Diffusion, Ladungstransfer und Grenzflâchenkinetik erklârt.

Merhere Autoren befaÙten sich mit dem Auftreten gerundeter Flâchen, die durch Aufrauung der Oberflâchenstrukturen ebener Flâchen erklârt werden. **J. J. Metois** et al. fanden an der Gleichgewichtsform von Pb neben (100) und (111) Rundungen als Ergebnis der Aufrauung der (110)-Flâchen, die an den Wachstumsformen nur unterhalb 120 °C auftreten. - Kristalle von J_2 und GeS - in Ampullen in Gegenwart von Inertgas sublimiert - sind nach **E. Schònherr** et al. im Gleichgewicht vòllig ge-

rundet und entwickeln beim Wachstum Facetten. - **F. Rosenberger** et al. beobachteten an Kristallen von CBr_4 im Gleichgewicht mit dem Dampf knapp unterhalb des Umwandlungspunktes (47°C) eine Abrundung von Ecken, die durch geringfügige Erhöhung der Übersättigung bzw. Unterkühlung um 0.02 K wieder scharf werden. Sie sehen in diesem - reproduzierbaren - Effekt eine Vorstufe der polymorphen Umwandlung.

S. D. Peteves et al. bestimmten Wachstumsgeschwindigkeiten (10^{-3} - $2 \times 10^4 \mu\text{m/s}$) von Ga und Ga(In) aus der Schmelze. Dabei wurde die Temperatur der Phasengrenze mit Hilfe des Seebeck-Effekts gemessen, womit auch ein Nachweis von Schraubenversetzungen möglich ist. In Abhängigkeit von der Orientierung und der Perfektion wurde bei steigender Unterkühlung eine Abrundung von Flächen («kinetische Aufrauung») beobachtet. - Eine «kinetische Aufrauung» oberhalb der «kritischen» Übersättigung fand auch **M. Elvenspoek** beim Wachstum von Naphthalin aus einer idealen Lösung (in Toluol), dagegen nicht aus nicht-idealer Lösung (in Hexan). Diese Unterschiede werden durch unterschiedliche Flüssigkeitsstrukturen in der Nähe der Phasengrenze gedeutet.

H. J. Meyer

Bericht über Flux-Züchtung

Erfreulich viele Interessenten waren erschienen, obwohl die Vorträge und die Poster über «Flux and High Temperature Solution Growth» am Freitag, dem letzten Tag der Tagung, angesetzt waren. Großes Interesse fanden auch die Vorträge am Morgen, trotz des zur gleichen Zeit angesetzten, attraktiven Vortrages von Dr. Klaus Ploog, MPI Stuttgart, über «Molecular Beam Epitaxy of Semiconductor Quantum Wells and Superlattices».

Barbara Wanklyn, Clarendon Lab. Oxford, diskutierte sehr anschaulich den Einfluß der «Cluster»-Bildung auf die Keimbildung in einer metastabilen Zone an der Grenzfläche fest-flüssig.

Dr. Francesca Licci, MASPEC-C.N.R. Parma, trug über die komplizierten Mischkristalle von Mangan-Titan substituiertem, hexagonalen Bariumferrit vor. Die Eisen-Granate waren u. a. vertreten durch einen Vortrag von Dr. J. Cermak über die Phasenbeziehungen in der Schmelze bei der Flüssigphasen-Epitaxie.

Auffallend war die große Anzahl der Beiträge aus der Volksrepublik China. Prof. Dr. Jiang Minhua konnte als «Co-Chairman» bei manchen Sprachschwierigkeiten die Vortragenden aus China unterstützen, dabei waren von besonderem Interesse zwei Vorträge über die Züchtung von Einkristallen von Kalium-Titanyl-Phosphat, (KTiOPO_4) KTP; leider fiel der Vortrag von V.I. Vorankova und V.K. Yanovski, Moskau, über die gleiche Substanz aus.

W. Tolksdorf

IOCG: International Organization of Crystal Growth

Bericht über das Executive Committee, das Council Meeting und die General Assembly während der ICCG-8 in York im Juli 1986

Sicher haben nur sehr wenige DGKK-Mitglieder eine Vorstellung von der IOCG. In dieser Organisation können alle Länder Mitglieder werden, die eine nationale Organisation für Kristallzüchtung haben.

Im Moment sind dies (ohne Anspruch auf Vollständigkeit): Frankreich, USA, Japan, England, Schweiz, Israel, Italien, Holland, Spanien, Deutschland.

Die Organe der IOCG sind im Moment wie folgt besetzt:

Officers:

President	Prof. Kern, Frankreich
Vice Presidents	Dr. Cockayne, England Prof. Sekerka, USA
Secretary	Prof. Schieber, Israel
Treasurer	Dr. Kaldis, Switzerland

Executive

Committee:	4 Officers	
	Letzter Präsident	Dr. Laudise
	Chairman der letzten ICCG	Dr. Ainger
	Chairman der nächsten ICCG	Prof. Sunagawa

Sechs weitere Mitglieder des Councils:
Prof. Chernov, Prof. Benz, Dr. Gilling, Dr. Hurle,
Prof. Komatsu, Dr. Paorici

Council:

Executive Committee, Präsidenten und Sekretäre der nationalen Vereinigung (bei entsprechend hoher Mitgliedszahl je ein weiterer Repräsentant), 5 Beiräte, die von der allgemeinen Versammlung gewählt werden.

Prof. Kern, als Präsident, berichtete in York über die Aktivitäten in der IOCG während der 3 vergangenen Jahre:

Die Kommunikation zwischen den nationalen Vereinigungen hat in dieser Zeit die Form von gemeinsamen, meist bilateralen Tagungen, Austausch der Newsletters und beginnendem Studentenaustausch erfreulich zugenommen.

Die nationalen Vereinigungen haben dem Präsidenten jeweils einen Rechenschaftsbericht vorgelegt. In diesem sind vor allem die wissenschaftlichen Aktivitäten in Form von Konferenzen und Exkursionen enthalten. Genannt wurden auch die wissenschaftlichen Preise, die in einigen Ländern vergeben werden, sowie Ausstellungen zum Thema Kristallzüchtung.

Einige Zahlen verdeutlichen die Größe der nationalen Vereinigungen (Mitgliederstand und Zuwachs der letzten 3 Jahre):

AACG:	600, + 25 %
DGKK:	350, + 65 %
KKN:	140
GFCC:	200
BACG:	380, + 40 %
JACG:	
SKM:	
AICC:	82
ISCG:	

In Spanien wird gerade eine nationale Vereinigung aufgebaut.

Im Journal of Crystal Growth werden in Zukunft etwa 24 Seiten/Jahr für ein International Newsletter zur Verfügung stehen. In diesem Rahmen kann jede nationale Vereinigung in Kurzform über wichtige Ereignisse in ihrem Bereich berichten. Die Koordination liegt bei Dr. B. Cockayne, Royal Signal and Radar Establishment, England.

Die IOCG vergibt in Zukunft 2 Preise, jeweils anlässlich der ICCG. Der Frank-Preis wird für theoretische Arbeiten, der Laudise-Preis für praktische Arbeiten auf dem Gebiet der Kristallzüchtung vergeben werden, erstmals 1989 in Japan.

Die nächste internationale Konferenz und die Sommerschule werden in Japan stattfinden:

ICCG-9: 20. - 25. 8. 1989 in Sendai

ISSCG-7: 26. - 31. 8. 1989 in Zao

Für die übernächste Konferenz (ICCG-10) 1992 stehen China oder USA zur Debatte.

A. Eyer



ISSCG-6

6th International Summer School on Crystal Growth
Edinburgh 1986

5. 7. - 11. 7. 1986

Die Sommerschule hat ihren Namen wohl zurecht: Sie war international. Die Teilnehmer der Schule kamen aus ca. 20 Ländern. Mehr als die Hälfte aller Teilnehmer kam allerdings aus drei Ländern (GB, USA, BRD) und aus geographischen Gründen waren drei Viertel der Teilnehmer verständlicherweise aus Europa. Nicht vertreten waren Afrika bis auf ein Land (Süd-Afrika), Süd-Amerika, Kanada, Sowjetunion, China und Australien, um nur diejenigen zu nennen, die man auf solch einer Schule am ehesten erwartet hätte. Das Nord-Süd und das West-Ost Gefälle ist dagegen einsichtiger, wobei auch hier eine kleine Bewegung sichtbar ist.

Die Veranstaltung hat im großen und ganzen ihrem Namen »Schule« ebenfalls entsprochen. Da sowohl Praktiker als auch Theoretiker vom Anfänger bis zum »Senior« vertreten waren, war es natürlich für die Vortragenden oft recht schwierig, das richtige Niveau zu treffen. Nur sehr wenige der Vorträge fielen wirklich aus dem Rahmen heraus. Es gab auch Vorträge, die man nicht so schnell wieder vergessen wird. Warum, dazu später noch einige Worte.

Die Schule war in vier große Bereiche aufgeteilt:

- Schmelzzüchtung
- Lösungszüchtung
- Gasphasenzüchtung
- Charakterisierung

Es ist verständlich, daß zwischen diesen Gebieten fließende Übergänge bestehen.

Ein sehr beherrschendes Thema waren die III-V Halbleiter. Es hat den Anschein, daß zumindest im akademischen Bereich derzeit die Forschung auf dem III-V Gebiet überwiegt, da die Mehrzahl der angeführten Beispiele aus diesem Bereich kam.

Eine gute Idee für eine solche Schule war der Versuch, an zwei Beispielen - Indiumphosphid und Silizium - die Entwicklung der Kristallzüchtung dieser Substanzen von den Anfängen bis zum heutigen Stand der Technik im Zusammenhang darzustellen. In zwei sog. Fallstudien wurden die Überlegungen, die - aufgrund der spezifischen Materialeigenschaften - zu neuen bzw. zur Modifizierung bestehender Prozesse führten, aufgezeigt. Dabei wurde der Schwerpunkt nicht auf die chronologische Reihenfolge gelegt, sondern auf eine zusammenhängende gedankliche Darstellung, wobei auch »Sackgassen« und »Irrwege« nicht verschwiegen wurden.

Worunter die Schule wirklich sehr stark litt, war der chronische Zeitmangel für Diskussionen direkt nach den einzelnen Vorträ-

gen. Abends nach dem Essen war zwar sehr viel Zeit dafür vorhanden, aber häufig waren einem die unklaren Punkte nicht mehr richtig in Erinnerung und außerdem waren dann auch nicht mehr alle da, die sonst als wertvolle Diskussionspartner zur Verfügung gestanden hätten.

Die »Schüler« selbst haben sich recht gut zusammengefunden, ohne undurchlässige Gruppen zu bilden. Dadurch haben sich die weiteren Ziele einer solchen Sommerschule verwirklichen lassen: gegenseitiges Kennenlernen, Hemmschwellen abbauen, die Möglichkeit haben, mit alten erfahrenen Hasen auf dem Gebiet der Kristallzüchtung ins Gespräch zu kommen.

Wie schon kurz angedeutet, wurden die verschiedenen Vorträge recht unterschiedlich aufgenommen. Das Auditorium brachte Ge- bzw. Mißfallen durch entsprechenden Beifall deutlich zum Ausdruck. Ich bin der Meinung, daß man diejenigen, die die besten Beiträge geliefert haben, auch beim Namen nennen sollte. Die folgenden Vorträge waren meiner Meinung nach so, daß man sich gern an sie erinnert und vor allem, daß man auch etwas davon mit nach Hause nehmen konnte und daraus Anregungen erhalten hat, selbst dann, wenn man nicht alles verstehen konnte:

- P. D. Green (UK): LPE
- K. G. Barraclough (UK): Si - a case history
- G. B. Stringfellow (US): Thermodynamic aspects of VPE
- L. J. Giling (Netherlands): The physics of CVD processes
- G. M. Martin (France): New characterisation requirements for III-V technology

(Die gewählte Reihenfolge ist eine zeitliche und stellt keine weitere Wertung dar.)

Am wenigsten Anklang fand meiner Meinung nach ein Vortrag über Plasma-CVD, was aber mit Sicherheit nicht am Thema gelegen hat. Es hat sich auch deutlich gezeigt, daß eine gute Vorbereitung der Vorträge von den Zuhörern erkannt und auch honoriert wird. Zur besseren Verständlichkeit tragen auch Folien bei, die mit wenig Text deutlich und groß beschrieben sind.

Viele Zuhörer haben Englisch nicht als Muttersprache. Das sollten die Vortragenden zum Anlaß nehmen und etwas langsamer und vor allem auch deutlich zu sprechen! Das vor allem auch deshalb, weil sich die Nicht-Englischsprechenden sehr um ihre Englischkenntnisse bemühen. Man sollte in diesem Punkt etwas mehr Entgegenkommen erwarten dürfen.

In den Vorträgen selbst wurden meist die recht gut eingefahrenen Prozesse vorgestellt. Es wurden die prinzipiellen Probleme und Eigenheiten eines solchen Prozesses diskutiert und anhand von Beispielen gezeigt, wie auftretende Schwierigkeiten bewältigt werden können. Es wurden auch Beispiele beschrieben, wie ein bestehender Prozess optimiert werden kann.

Insgesamt war die Schule mehr akademischer Natur. Auch die theoretischen Vorträge waren meist so gehalten, daß sie auf andere Beispiele übertragen werden können.

Herbert Walcher

Bericht über den Besuch der 4th Conference on Semiinsulating III-V Materials

Die diesjährige Konferenz über semiisolierende III-V Materialien wurde vom 18. 5. bis 21. 5. 1986 in Hakone, Japan, abgehalten. Es war die vierte Konferenz dieser Art nach denen in Nottingham 1980, Evian 1982 und Kah-nee-ta 1984. Die Konferenz war mit ca. 270 Teilnehmern sehr stark besucht. Aufgrund der enormen japanischen Aktivitäten auf dem III-V Sektor und wegen der geographischen Gegebenheiten stellte Japan fast 70 % aller Teilnehmer.

Wie im Titel festgeschrieben, sind alle semiisolierenden (si) III-V Materialien Gegenstand der Konferenz. Allerdings stand diesmal das GaAs sehr stark im Vordergrund: Etwa 85 % aller Beiträge (ca. 110) befaßten sich mit diesem Material. Zweck der Tagung ist es, Experten aus Industrie und anderen Forschungseinrichtungen zu einem Erfahrungs- und Meinungsaustausch zusammenzuführen, wobei die drei grundlegenden Materialaspekte - Züchtung, Charakterisierung und Bauelementanwendungen - abgedeckt werden sollen. Das äußerst dicht gedrängte wissenschaftliche Programm war in 8 Sitzungen und 6 Poster-Sitzungen gegliedert.

Im Vordergrund der Sitzungen zur Materialcharakterisierung standen die räumlichen Inhomogenitäten im konventionellen LEC si GaAs. Es war zu erkennen, daß sich für die routinemäßige Homogenitätsprüfung von GaAs Wafern drei Methoden durchsetzen werden: IR Absorptionstopographie ($\lambda \approx 1.0 \mu\text{m}$), IR Lumineszenztopographie ($\lambda \approx 0.9 \mu\text{m}$) und Laser Tomographie ($\lambda = 1.06 \mu\text{m}, 1.15 \mu\text{m}$). Bemerkenswert war ein Beitrag von Brozel und Skolnick, wo gezeigt wurde, daß in der $1.0 \mu\text{m}$ Absorptions topographie homogen erscheinende Wafer bei Transmissionsaufnahmen mit schmalbandigem Licht knapp unterhalb der Bandkante immer noch räumliche Fluktuationen der Absorptionen aufweisen.

In der Sitzung über versetzungsreies »bulk« si GaAs ging es vorwiegend im In legiertes Material. Vorrangig wurde der Zusammenhang von Versetzungen mit FET Parametern diskutiert. Mehrere japanische Labors (NTT, OJRL, Oki und Toshiba) sowie Siemens und Westinghouse berichteten, daß bei Benutzung von versetzungsreiem Substratmaterial die Schwankung der Schwellspannung von FET »arrays« bis zu 10 mV herabgesetzt werden konnte. Gegenüber dem Stand vor zwei bis drei Jahren ist dies ein erheblicher aber auch notwendiger Fortschritt. Zu bemerken ist weiter, daß einige Bauelemententwickler nur noch mit versetzungsreiem Material arbeiten.

Hinsichtlich der Züchtungskapazitäten von »bulk« si GaAs erscheint Japan neben USA übermächtig. In Japan gibt es ca 20, in USA ca. 15 und in den anderen Industrieländern 3 kommerzielle Anbieter für si GaAs. Als Züchtungsmethode ist das LEC Verfahren weiter auf dem Vormarsch. Lediglich ein Vortrag beschäftigte sich mit horizontaler Bridgman Zucht von undotiertem Material aus pBN Booten. Alternative Methoden, wie etwa vertikales Bridgman Ziehen, wurden nicht diskutiert. Dagegen wird intensiv an Verbesserungen der LEC Zucht gearbeitet. In Zukunft will man von der In Legierung zur Erzielung von versetzungsreiem Material loskommen (Toshiba). Eine besondere Rolle kommt hier dem Ziehen unter Magnetfeld (1 - 3 kg) zu, was z. B. in der Entwicklung am OJRL und bei NTT nur noch praktiziert wird. Hierdurch werden Temperaturfluktuationen an der Grenzfläche Schmelze - Kristall fast vollständig unterdrückt. Weiter Neuentwicklungen sind das vollständige Einkapsulieren der Schmelze (z. B. bei NTT in Verbindung mit Magnetfeld), das Injizieren von As in die Schmelze während des Ziehens, aber auch das Ziehen unter As Atmosphäre.

Von den Veranstaltern wurden die Postersitzungen mehrfach als »high-lights« der Konferenz herausgestellt. Die zentralen Fragen waren hier tiefe Punktdefekte, insbesondere Natur und Eigenschaften von EL2, Übergangsmetalle sowie die Kompensation des Materials und Abweichungen von der Stöchiometrie.

Während die detaillierte Struktur von EL2 immer noch kontrovers ist, ist man sich darüber einig, daß der As_{Ga} Antisite Defekt der essentielle Baustein von EL2 ist. Am überzeugendsten wurde dies durch einen Beitrag vom OJRL und eines der IAF Poster demonstriert, wo die optischen Eigenschaften von EL2 mit denen von As_{Ga} verglichen wurden. Aufgrund von ENDOR Messungen schlugen Spaeth und Mitarbeiter vor, daß EL2 einem Komplex von As_{Ga} mit einem interstitiellen As Atom zuzuordnen ist. DLTS Messungen von NTT an p-GaAs deuten darauf hin, daß EL2 neben dem mid-gap Niveau ein zweites Donatorniveau bei $E_v + 0.5\text{eV}$ besitzt. Dies ist ein Einklang mit dem Doppeldonator Niveauschema von As_{Ga} .

Reges Interesse fanden auch die drei übrigen Poster mit IAF Beteiligung. Sie beschäftigten sich mit dem konventionellen und dem thermischen Nachweis der ESR von bislang nur versuchsweise identifizierten Störstellen in undotiertem si GaAs bzw. mit dem Homogenisieren von Wafern durch nachträgliches Tempern. Es wurde mehrfach demonstriert, daß Tempern Inhomogenitäten vermindert. Ziel bleibt jedoch die Zucht von homogenem, versetzungsfreiem, undotiertem si GaAs.

Der Lenkungsausschuß der Konferenz kam nach kurzer Diskussion zu der Auffassung, daß ein erheblicher Bedarf für eine weitere Konferenz dieser Art besteht. Sie soll 1988 in Schweden organisiert werden unter Mitwirkung des IAF.

U. Kaufmann

1986 NATO-Sponsored InP Workshop

Der dritte NATO-Workshop über InP fand in der Zeit vom 22. 9. - 25. 9. 86 auf Cape Cod/USA statt. Von den ca. 75 Teilnehmern aus den NATO Staaten waren etwa 1/3 aus Europa und 2/3 aus den USA. Besonders stark waren hierbei Deutschland (10 Teilnehmer) und Frankreich (16 Teilnehmer) vertreten. Jeweils 2 Teilnehmer kamen aus England und Kanada. Von den anderen NATO Staaten war niemand vertreten.

Schwerpunkte auf der Konferenz waren:

- 1.) Synthese und Züchtung massiver InP Kristalle
- 2.) Epitaxie von InP, InGaAs, InGaAsP und InAlAs: Flüssigphase, Gasphase und Molekularstrahlepitaxie
- 3.) Thermodynamik und Diffusion
- 4.) extrinsische und intrinsische Störstellen
- 5.) Bauelemente

1.) Synthese und Züchtung massiver Kristalle

Im Bereich der Forschung werden heute meist InP-Kristalle mit 75 mm \varnothing gezogen im Vergleich zu 50 mm \varnothing vor 6 Jahren (1. NATO Workshop). Die mittlere Versetzungsdichte lag damals bei $10^4\text{-}10^5 \text{ cm}^{-2}$, während heute durchaus Kristalle mit einer EDP von 100 cm^{-2} gezüchtet werden. Im gleichen Zeitraum wurde das Gewicht der gezüchteten Kristalle von 0,5 - 1 kg auf 1 - 3 kg erhöht. Der Preis für eine InP-Scheibe hat sich etwa halbiert und liegt heute bei \$ 80/in². Polykristalle können bis zu 10 kg gezüchtet werden. (A. A. Ballmann, AT & T, Bell Labs., Holmdel). Die Eigenschaften der meisten Dotierstoffe beim Einbau aus der Schmelze werden meist gut verstanden.

Eine Züchtungsmaschine der Superlative wurde von **E. Tomzig, Wacker-Chemitronic, Burghausen** vorgestellt. Dabei wurden viele neue Ideen eingebracht, wie z. B. verbesserte Gewichtsauflösung für die ϕ -Regelung, Mehrfachzonenheizsystem, P-Injektion zur Einstellung der Stöchiometrie, 2,5 KG-Magnetfeld zur Reduzierung von Temperaturfluktuationen in der Schmelze, etc. Erste Kristalle InP:Fe mit 50 mm ϕ (2 kg) werden mit einer EDP bis herunter zu 10^4 cm^{-2} gezüchtet.

G. Antypas, Crystacomm., Mountain View, Ca stellte 1,3 kg schwere InP-Kristalle, welche undotiert und zwillingsfrei waren, vor. Vor der Züchtung wird P durch eine Injektionsröhre in die Schmelze eingebracht (in situ-Synthese). Das P-Reservoir kann in der LEC-Apparatur beobachtet werden; die Stöchiometrie ist gewährleistet, wenn das P-Reservoir entleert ist. Die Quarzampulle kann etwa 10 - 15 mal wiederbenutzt werden. [Kristalldaten: $n = 2,2 \cdot 10^{15}$ (300K), $\mu = 335000 \text{ cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$ (77K)].

Eine für die Zukunft bedeutsame Züchtungsmethode für InP stellt das vertikale Bridgman-Verfahren dar (Vertical Gradient Freeze, VGF, Verschiebung der Phasengrenze durch kontrolliertes Ändern der Heizleistung). Als Tiegelmateriale wird dabei pyrolithisches Bornitrid verwendet. (**E. M. Monberg, AT & T Bell Labs. Holmdel**). Es werden bis zu 1 kg InP:S-Kristalle gezüchtet. ($3 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3} < n < 1,3 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ mit $100 < \text{EDP} < 500 \text{ cm}^{-2}$, $\phi = 50 \text{ mm}$). Durch die niedrigen Temperaturgradienten (axial und radial) ist zur Erzielung niedriger Versetzungsdichten keine Härtung des InP-Kristalls erforderlich (Schwefelkonzentration $> 5 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$). Man vermeidet damit eine Versprödung der Kristalle. Dieses Verhalten konnte auch von anderen Autoren beim LEC-Verfahren nachgewiesen werden (**J. P. Farges, LEP, Limeil-Brevannes**).

Um die Versetzungsdichte in semiisolierendem Fe-dotiertem InP zu reduzieren, werden isoelektronische Dotierstoffe wie As und Ga zugefügt (**Y. Toudic, CNET, Lannion**). Die Zugabe von As beeinflusst die Versetzungsdichte nur wenig. Bei der Dotierung mit Ga, $[\text{Ga}] = 6 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, bleiben die elektrischen Eigenschaften erhalten und die Versetzungsdichte wird bedeutend kleiner. Über die Generationen und Bewegung von Versetzungen in InP berichtete **J. Vökl, Universität Erlangen**. Insbesondere konnte der Härtungseffekt durch Zn- und S-Zugabe erklärt werden.

Die Direktsynthese von polykristallinem InP bis zu 11,5 kg (in Quarzbooten mit 8" ϕ) wurden von dem MCP-Laboratorium durchgeführt (**D. J. Dowling, MCP Electronic Materials Ltd, Winterfield, U. K.**)

2.) Epitaxie aus der Gasphase, Molekularstrahlepitaxie und Flüssigphasenepitaxie

Im Vordergrund stand die Epitaxie mit Hilfe metallorganischer Verbindungen. In einer Übersicht führte **M. Razeghi, Thomson CSF, Orsay**, das umfassende Potential dieser Methode als universelles Herstellungsverfahren für technische Anwendungen vor. Man kann nahezu alle III-V Halbleiter in einer Apparatur als einkristalline Schichtstrukturen herstellen. Als besonderes Ergebnis wurde über die Ausbildungen eines 2 dimensionalen Löchergases in InP-Strukturen berichtet ($\mu = 10.500 \text{ cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$). MOVPE InP-Schichten werden heute routinemäßig mit $n = 2 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ und $\mu_{77\text{K}} = 80.000 \text{ cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$ hergestellt. (**C. Miner, Bell Northern Research, Ottawa, H. Jürgensen, Aixtron, Aachen**). Ähnliche Qualität zeigen auch MOVPE-(In,Ga)As/InP-Schichten. Über 5 cm ϕ beträgt deren Dickenhomogenität ca. 3 %, die Homogenität der Zusammensetzung beträgt 0,25 %. Zur Optimierung des Reaktordesigns für MOVPE-(In,Ga)As, P/InP-Strukturen wurden in Modellreaktoren die Gasströme mit TiO₂-Partikeln Zusätzen simuliert (**S. C. Palmateer, MIT Lincoln Labs., Lexington**). Damit läßt sich der Bereich einer konvek-

tionsfreien, laminaren Strömung genau einstellen, insbesondere beim Umschalten der Gasströme bei der Herstellung sehr dünner Schichten für z. B. Quantum-Well Strukturen.

Wir berichteten über die Herstellung von InP und (In,Ga)As-Strukturen mit Hilfe metallorganischer Addukte. Semiisolierende MOVPE-InP Schichten werden mit Ferrocen als Dotierstoff hergestellt (**G. Schemmel, SEL, Stuttgart**). Spezifische Widerstandswerte von $1 \cdot 10^9 \Omega \text{ cm}$ mit einer Homogenität $\pm 5 \%$ (1"-Scheiben) wurden erreicht. Des weiteren wurde zum Wachstum auf strukturierten InP-Oberflächen berichtet.

In einem Übersichtsvortrag von **B. Nahorny (Bell Labs., Murray Hill)** wurde die Bedeutung der von manchen nahezu totgesagten Flüssigphasenepitaxie betont, was sich in einem breiten Anwendungsspektrum und einer heute noch hohen jährlichen Zahl an Veröffentlichungen zeigt.

Benchinol, CNET, Bagneux berichtete über die Herstellung von (In, Ga) (As,P)/(In,Ga) As/InP Quantum-Well Strukturen ((In,Ga)(As,P) : 5 nm; (In,Ga)As : 20 nm). Die kürzeste Wachstumszeit betrug 10 ms (LPE).

Im Bereich der Molekularstrahlepitaxie wurden PH₃ und AsH₃ als Quellenmaterialien mit besonderen Gaseinlaßsystemen benutzt (**H. Temkin u. M. Vandenberg, AT & T Bell Labs., Holmdel**). Auf diese Weise wurde (In,Ga)(As,P) hergestellt, jedoch mit noch nicht zufriedenstellender Reinheit. Zur Charakterisierung der Schichten wurde ein 3-Kristalldiffraktometer vorgestellt (**M. Vandenberg**). Dabei lassen sich die Satellitenpeaks von Quantum-Well Strukturen gegenüber dem Doppelkristalldiffraktometer verbessert auswerten (Kinematisches Stufenmodell!).

H. Cox (AT & T Bell Labs., Homdel) stellte die besonderen Vorteile der »Levitation-Epitaxie« heraus. Dabei wird das Halbleitersubstrat im heißen Reaktionsgasstrom durch Auftriebskräfte gehalten. Das Verfahren wurde auf die Hydridepitaxie (Tietjen-Verfahren) angewandt. Die erzielte Dickenhomogenität beträgt bei 2"-Scheiben beim GaAs $\pm 1,5 \%$, beim InP $\pm 2,5 \%$ und beim (In,Ga)As $\pm 1 \%$. Die Wachstumsrate beträgt ca. $0,3 \text{ nm s}^{-1}$.

Neben verschiedenen Untersuchungen zur Thermodynamik binärer und ternärer Systeme wurden auch unterschiedliche Charakterisierungsverfahren vorgestellt. **H. Satorius, HHI Berlin** berichtete über den Einsatz eines IR-Mikroskops in unterschiedlichen Betriebsmoden. Dabei lassen sich z. B. (In, Ga)(As,P)/InP Defektstrukturen nachweisen, welche durch chemisches Anätzen nicht sichtbar gemacht werden können.

3.) Bei den Störstellenuntersuchungen stand die Frage im Vordergrund, ob es möglich ist, durch die Zugabe bestimmter Dotierstoffe wie z. B. V oder Ti semi-isolierendes InP zu erhalten. Nach Meinung von **H. Gatos, MIT, Cambridge MA** ist die Tatsache, daß undotiertes semi-isolierendes InP noch nicht zur Verfügung steht, ein möglicher Grund für die größere technologische Bedeutung des GaAs über dem InP. Deshalb werden von verschiedenen Gruppen Dotierstoffe aus der Reihe der Übergangsmetallionen untersucht. **B. Clerjaud, Universität P. u. M. Curie, Paris** berichtete, daß in InP:V neben der neutralen Ladungsstufe V³⁺(3d²) noch das Absorptionsspektrum von V⁴⁺(3d¹) beobachtet wurde. DLTS- und DLOS-Messungen haben gezeigt, daß der Grundzustand dieses V⁴⁺Donators 0,21 eV über dem Valenzband liegt.

Zwei Beiträge von **H. Gatos, MIT, Cambridge MA** und **Y. Toudic, CNET, Lannion** befaßten sich mit der Züchtung von InP:Ti. Von beiden Gruppen wurde berichtet, daß semi-isolierendes InP:Ti

nur dann gezüchtet werden kann, wenn gleichzeitig mit einem flachen Akzeptor dotiert wurde. Der Grund hierfür liegt darin, daß Ti einen tiefen Donator bildet (Ti^{3+}/Ti^{4+}), der 0.63 eV unter dem Leitungsband liegt (DLTS-Messungen, MIT). Dieses Donatorniveau wurde von Y. Toudic ebenfalls mittels Hallmessungen bestimmt. Sie erhalten aber einen Wert -0.53 eV unter dem Leitungsband - der von dem obigen etwas abweicht.

In zwei Beiträgen von **T. Kennedy und P. Klein, Naval Research Lab., Washington DC** wurde über Versuche berichtet, undotiertes semi-isolierendes InP zu erhalten. Die Kristalle wurden nach der LEC-Methode (Liquid Encapsulated Czochralski) aus pyrolytischen Bornitridriegeln gezüchtet. Das anfangs n-leitende InP ($N_D - N_A = 5 \times 10^{15} - 1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$) wurde unter extremen Bedingungen getempert (850°C, 3 Wochen, P-Atmosphäre) und wurde dann hochohmig ($10^6 \Omega \text{ cm}$). Optisch detektierte magnetische Resonanz und Lumineszenz Messungen haben gezeigt, daß die Bildung des trigonalen $P_{In} - X$ Komplexes möglicherweise für diese Konversion verantwortlich gemacht werden kann.

In einem weiteren Beitrag von **B. Clerjaud** wurde gezeigt, daß atomarer Wasserstoff in InP mittels Fourier Spektroskopie nachgewiesen werden kann. Der Wasserstoff kann mit Übergangsmetallionen Komplexe bilden, die charakteristische Absorptionsbanden im 5-6 μm Spektralbereich besitzen. Eine offene Frage ist derzeit, ob Wasserstoff elektrisch aktiv sein kann.

In einem Beitrag von uns wurde über die optische und elektrische Charakterisierung von LPE-InP : Yb berichtet. Dieser Beitrag fand großes Interesse, da Seltene Erden nicht nur als Dotierstoff für neuartige optoelektronische Bauelemente Verwendung finden, sondern auch Restdonatorverunreinigungen erniedrigen können, welches zu Proben mit extrem hoher Beweglichkeit führt. In Gesprächen mit **M. Razeghi, Thomson-CSF/LCR, Orsay, H. Temkin, AT & T Holmdel** und **P. Klein, Naval Research Laboratory, Washington DC** konnte in Erfahrung gebracht werden, daß diese bereits an der Züchtung von mit 5 Seltene Erden dotierten III-V Halbleitern und Si arbeiten. Von besonderem Interesse scheint auch eine frühere von uns veröffentlichte Arbeit über Erbium-dotiertes Si zu sein, da jede elektrisch angeregte Lichtemission aus diesem Halbleiter große technologische Bedeutung hat (H. Temkin).

Heteroepitaxie: InP/Si; GaAs/Si

In Gesprächen mit **M. Razeghi, Thomson CSF/LCR, Orsay** und bei einem Besuch des **MIT-Lincoln Labs., Lexington MA** erfuhren wir, daß in diesen Laboratorien epitaktisch InP auf Si und GaAs auf Si aufgewachsen wird (Gasphasen- und Molekularstrahlepitaxie). Im MIT-Lincoln Lab. wurden bereits GaAs Laserdioden aus diesen Materialien realisiert, deren Schwellströme etwa einen Faktor 10 größer sind als die der GaAs auf GaAs Laserdioden. Von Texas Instrument wurden außerdem 1 K - Static Ram Speicher aus diesen GaAs/Si Heteroepitaxieschichten hergestellt. Derzeit ungeklärt ist, inwieweit die hohe Versetzungsdichte ($10^5 - 10^6 \text{ cm}^{-2}$) einen Einfluß auf die optischen und elektrischen Bauelementqualitäten hat und ob diese Versetzung zur Degradation der Laserdioden und LED's führt.

4.) Um den zuvor erwähnten möglichen Einfluß der Versetzung auf die Bauelementparameter zu reduzieren, wurde von N. Emeis (RWTH, Aachen) mit isoelektrischen Störstellen wie Ga oder As dotiertes InP epitaktisch aus der Flüssigphase auf hochohmige InP : Fe Substrate aufgewachsen. Das semi-isolierende InP : Fe Substrat hatte dabei eine Versetzungsdichte von ca. 50.000 cm^{-2} . In der epitaktischen InP : As Schicht lag die Versetzungsdichte nur noch bei ca. 2.000 cm^{-2} . Bipolare Bauelemente aus diesem Material zeigten eine wesentlich ver-

besserte Diodenkennlinie, was möglicherweise darauf zurückzuführen ist, daß Defekte in den Bereichen hoher Versetzungsdichte an den Versetzungsnetzwerken gegettert werden und nicht mehr als Störstellen in die Epitaxieschicht eindiffundieren können.

In zwei Beiträgen von **P. Griem und L. Palmateer, Cornell University, Ithaca** wurde über die Charakterisierung von Ga In As/Al In As Quantum-Well MODFET's berichtet, die mittels Molekularstrahlepitaxie hergestellt wurden. Die von ihnen vorgetragenen Daten lassen den Schluß zu, daß diese Strukturen für Hochgeschwindigkeits- und Millimeterwellenbauelemente (bis 100 GHz) mit geringen Rauscheigenschaften von großem Interesse sind.

K.W. Benz und H. Ennen

Bericht vom D1-Symposium, Norderney, 27.-29. August 1986



Über 300 in- und ausländische Wissenschaftler nahmen am D1-Symposium teil, das von R. Jansen (BMFT) und M. H. Keller (DVFLR) unter der wissenschaftlichen Leitung von P. R. Sahm ausgezeichnet organisiert wurde. Bei der großen, unerwarteten Teilnehmerzahl muß der relativ hohen Beteiligung von Japanern und Chinesen Bedeutung zugemessen werden. Einen Höhepunkt für Norderney stellte die komplette Anwesenheit der Spacelab-Mannschaft - Piloten und Missionsspezialisten - dar; insb. ein Ereignis für die Urlauber und Einwohner in Norderney: ein Stück »Raumfahrt zum Anfassen«.

Beim Review über die wissenschaftlichen Ergebnisse möchte ich mich auf einige Kristallzüchtexperimente beschränken, wobei mir die Experimentatoren nachsehen wollen, daß nicht auf alle Materialexperimente eingegangen werden kann.

1. Versuche zur Silizium-Einkristallzüchtung (R. Nitsche, A. Croell, W. Müller, H. Koelker)

Die Ergebnisse beider Versuche sowie die Erkenntnisse aus vorhergehenden Weltraumexperimenten zeigen:

1. Die bei zonengeschmolzenen, dotierten Siliziumkristallen stets beobachteten »striations« (Dotierstoffinhomogenitäten im Mikrometerbereich) sind auf zeitabhängige Moden der (von Gradienten der Oberflächenspannung angetrieben und gravitationsunabhängigen) Marangonikonvektion in der Schmelzzone zurückzuführen.
2. Marangonikonvektion in Siliziumschmelzonen läßt sich unterdrücken durch eine Abdeckung der »freien« Schmelzoberfläche mit einer Quarzglasschicht.
3. Es konnte gezeigt werden, daß unter Mikrogravitation die Ausbreitung von (aus geschmolzenen, punktförmigen Depots freigesetzten) Dotierstoffen rein diffusiv erfolgt, wenn die Ma-

rangonikonvektion (durch Maßnahme 2) eliminiert war. Die (aus axialen Widerstandsmessungen ermittelte) Dotierstoffverteilung entsprach genau der aus dem Fick'schen Gesetz ermittelten. In Erdproben hingegen wurden erhebliche Abweichungen registriert, die auf eine zusätzliche »Verwirbelung« des Dotierstoffs durch schwerkraftgetriebene, laminare Konvektion hinweisen.

II. Züchtung von III-V Halbleitern mittels THM (K. Benz, A. Danilewsky, B. Notheisen, G. Nagel)

Ziel des Projekts war die Überprüfung der Kristallqualität durch Untersuchung von Dotierungsinhomogenitäten (Striations).

1. Striations - wenn überhaupt vorhanden - liegen in μg -Proben in erheblich geringerem Maße vor als in Kristallen, die auf der Erde gezüchtet wurden. Diese Striations, die nicht von der Rotation herrühren, treten nur im Bereich von Kristalldefekten (Einschlüssen) und im letzten Teil der Kristallisation bei facettiertem Wachstum auf. Feine Dotierungsstreifen mit einem Abstand von ca. $1\ \mu\text{m}$ rühren von der Rotation der Probe her. Die Wachstumsgeschwindigkeit lag höher als die Ziehgeschwindigkeit (3.0 resp. $2.0\ \text{mm/Tag}$).

2. Die Kristalle weisen ca. $20 - 30\ \mu\text{m}$ oberhalb des Keims Striations vom Typ II auf und sind eine Folge der Wachstumskinetik und ebenfalls unabhängig von der Erdbeschleunigung. Insgesamt haben die Versuche gezeigt, daß Te-dotierte GaSb- und S-dotierte InP-Kristalle nahezu »striation-frei« gezüchtet werden können. Die verbleibenden Dotierungsinhomogenitäten sind die Folge von Rotationseffekten und der Wachstumskinetik, aber weniger intensiv als bei 1g -Referenzexperimenten. Die Kristallzüchtung unter μg -Bedingungen bietet also die Möglichkeit des Vergleichs von Eigenschaften der Kristalle, die in der Wachstumskinetik begründet sind und den Effekten, die von Züchtungsparametern herrühren.

III. Kristallzüchtung von PbSnTe nach dem Travelling Heater Verfahren (M. Harr, R. Dornhaus, B. Brötz)

1. Bei Flugproben treten im Bereich der erstarrten Lösungszone kugelförmige Lunker - im Gegensatz zu einer taillenartigen Einschnürung bei 1g -Experimenten (Volumenkontraktion beim Übergang flüssig-fest) - längs der Probenachse auf. Der Unterschied läßt sich durch das Fehlen von Schwerkraft und schwerkraftgetriebener Konvektion erklären.

2. Flugproben zeigen im Gegensatz zu 1g -Proben: Wachstumsfacetten, Ätzgruben und Korngrenzen im polykristallinen Teil. Die äußere Form der Probe ist nicht mehr der Abguß der Ampullenwand, sondern wird im wesentlichen durch die Oberflächenspannung geprägt (Entstehen von Gasphasenätzgruben durch einen feinen Spalt zwischen Probe und Ampullenwand). Wesentlich ist ferner, daß der wachsende Kristall quasi frei in der Ampulle schwebt und somit die Wand keine Kräfte auf den Kristall ausübt, die Versetzungen induzieren könnten.

3. Inhomogenitäten in der Zusammensetzung, die durch elementselektives Ätzen nicht sichtbar gemacht werden konnten, wurden mittels EDAX-Analysen nachgewiesen. Die bei den Flugproben gefundenen Konzentrationsschwankungen setzten sich zunächst wie im Keimkristall fort. Nach einem Übergangsbereich von $1.5\ \text{mm}$ Dicke verschwinden diese Schwankungen mittlerer Reichweite.

4. In Flug- und Referenzproben sind im THM-Bereich die Ladungsträgerkonzentrationen um eine Größenordnung geringer als im Keimkristall (hergestellt nach dem Bridgman-Verfahren), wobei eine leicht W-förmige Modulation der Trägerdichte längs der Wachstumsfront auftritt. Diese Modulation ist bei μg -Proben stärker ausgeprägt.

5. Die Herstellung von Dioden aus μg -Proben brachten allerdings noch nicht die gewünschten Ergebnisse.

IV. Gerichtete Erstarrung des InSb-NiSb-Eutektikums

(G. Müller, P. Kyr)

1. Während der D1-Mission wurden 2 Proben des Eutektikums gerichtet erstarrt (ELLI-Ofen mit Gradienteneinsatz). Die Erstarrungsgeschwindigkeit wurde schrittweise im Bereich von $0.05 - 0.1\ \text{mm/min}$ und $0.2 - 1.0\ \text{mm/min}$ variiert. Die Bestimmung der Wachstumsgeschwindigkeit in verschiedenen Teilen der Proben wurden mit einer Markierung der Interface durch Strompulse während des Experiments durchgeführt.

2. Die Strukturparameter nadelförmiger Eutektika (Durchmesser der NiSb-Nadeln und ihr Abstand in der InSb-Matrix) wurden für verschiedene Transportbedingungen in der Schmelze untersucht: rein diffusiver Transport unter μg -, mäßige Konvektion unter 1g - und erhöhte Konvektion unter Zentrifugen-Bedingungen.

Weitere wesentlich Arbeiten für den Kristallzüchter stellten die Ergebnisse von D. Camel, M. D. Dupouy, J. J. Favier und R. Le Maguet über »Erste Ergebnisse des D1-GHF-04-Experiments der dendritischen Erstarrung von Al-Cu-Legierungen« sowie von H. Wiedemeier und S. B. Trivedi über »Physikalischen Dampftransport und Kristallwachstum des GeSe-Xe-Systems unter μg -Bedingungen« dar.

Insgesamt gesehen muß die D1-Mission als wissenschaftlicher Erfolg für Kristallzüchtexperimente gewertet werden. Zusammen mit den Ergebnissen der Spacelab-Mission konnten neue und richtungsweisende Erkenntnisse gewonnen werden, die in weiteren Missionen der »bemannten« Raumfahrt vervollkommen werden müssen. Erst ausreichende Erfahrungen in bemannten Raumlabor - dies gilt insbesondere für Kristallzüchtexperimente - lassen den weiteren Schritt zu unbemannten Weltraumlabor zu. Vermißt wurde insgesamt eine adäquate Beteiligung der Industrie-Kristallzüchter am D1-Experiment. Ob hier in Zukunft ein neuer Denkprozeß in Gang gesetzt werden kann?

F. Wallrafen

ESSDERC '86

Die diesjährige European Solid State Device Research Conference (ESSDERC '86) fand vom 8. bis 11. September in Cambridge (UK) statt. Die ca. 300 Teilnehmer kamen aus 24 Ländern. Aus der Bundesrepublik fanden über 60 Kolleginnen und Kollegen den Weg nach Cambridge, wo sie neben der Delegation aus dem Gastgeberland die zweitstärkste Teilnehmergruppe bildeten. Untergebracht im traditionsreichen Queens' College und verschont von Regengüssen aller Art fanden die Tagungsbesucher schnell die rechte Stimmung zu regen Gesprächskontakten.

Die Tagung befaßte sich mit den drei Generalthemen

- Siliziumbauelemente
- Siliziumtechnologie
- III/V-Bauelemente und -Technologie,

die auf z.T. parallel laufenden Sitzungen in über 125 Beiträgen und 14 eingeladenen Vorträgen abgehandelt wurden. 37 Beiträge und 4 eingeladene Vorträge stammten aus bundesdeutschen Laboratorien. Der Berichterstatter konzentrierte seine Anwesenheit auf die eingeladenen Vorträge und auf die Beiträge zu den einzelnen Verbindungshalbleitersitzungen. Hierüber soll im folgenden zusammenfassend berichtet werden.

Nach der Eröffnung der Tagung durch Chairman Prof. Brian Wilson (Plessey) hielt E. Kasper (AEG-FI Ulm) den ersten Vortrag, den das Programmkomitee eingeladen hatte. Das Thema »Sili-

con Germanium MODFET« weckte Erwartungen auf interessante neuartige Bauelementaspekte auf der Basis von Elementhalbleitern, die vom Redner nicht enttäuscht wurden.

Die MODFET-Schichtstrukturen werden mit der MBE auf rückseitig geheizten 4"-Si-Substraten aufgebracht (Si durch Elektronenstrahlverdampfung, Ge aus Effusionszelle; massenspektrometrische Überwachung der Flußdichte). Die n-Dotierung der SiGe-Schichten erfolgt mit Sb mittels in-situ Stoßimplantation (1 - 3 Atomlagen tief). Ein typischer in Ulm hergestellter MODFET hat folgende Struktur:

AuTiPt Schottky-Gate, AuSb-Kontakte

Si 10nm undotiert

Si_{0,5}Ge_{0,5} 10 nm undotiert

Si_{0,5}Ge_{0,5}Sb-dotiert ($4 \cdot 10^{18} \text{cm}^{-3}$)

Si 20 nm undotiert 2D-Elektronengas

Si_{0,75}Ge_{0,25} 200 nm Puffer

Si-Substrat

Mit dieser Struktur ($L = 2,1 \mu\text{m}$, $W = 290 \mu\text{m}$) wurden Steilheiten um 50mS/mm und Elektronenbeweglichkeiten um $1500 \text{cm}^2/\text{Vs}$ bei einer Zimmertemperatur erreicht (f_{max}^3 GHz). Die Kerngröße des MODFET werden stark vom Strain in der Struktur beeinflusst, der daher kontrolliert eingestellt werden muß. Schichtkonfigurationen mit symmetrischem Strain haben zu den bisher besten Ergebnissen geführt. Zur Verbesserungs- und Anwendungsmöglichkeiten des Bauelements läßt sich sagen

- kompatibel mit optoelektronischen Bauelementen für $1,3 \mu\text{m}$ -Emission
- Kombination von p- und n-Bauelementen
- Ersatz des Schottky-Gates durch ein MOS-Gate
- Herstellung kompatibel mit eingefahrenen Si-Prozessen
- monolithische Integration mit »konventioneller« Si-ICs

Mit solchen »kontinentalen« ICs befaßte sich **F. Klassen** (Philips, Eindhoven), der in seinem geladenen Vortrag »Device Aspects of Megabit RAMs« die auftretenden Probleme bei fortschreitender Strukturverkleinerung beleuchtete. Gatelängen von $0,7 \mu\text{m}$ erfordern eine Reduktion der Oxidschichtdicke von MOS-Transistoren. Die dadurch entstehenden erhöhten elektrischen Felder führen zur Injektion von heißen Ladungsträgern in den Transistorenkanal und damit zu unkontrolliertem Schaltverhalten. Gegenmaßnahme ist eine Reduzierung der Drain-Source-Spannung. Eine Verbesserung der Immunität der VLSI-CMOS-Schaltkreise gegenüber Teilchen erfordert den Einbau einer vergrabenen p-Schicht dicht an der Oberfläche zum Gateoxid. Bei der Verdrahtung tritt eine Reihe von Problemen auf wie etwa Elektromigration oder die Zunahme lateraler Kapazitäten. Umfassende Bauelementforschung auf der Grundlage der angewandten Festkörperphysik ist vonnöten, um die Probleme bei der Herstellung dichtestgepackter Schaltkreise zu lösen.

Noch weiter in die Zukunft der monolithischen Integration blickte **A. Heuberger** (Fhg-IMT, Berlin), der einen Lagebericht über den Stand der Forschungsarbeiten zur Röntgenlithographie am Berliner Elektronenstrahl-Synchrotron (BESSY) gab. Ziel der Arbeiten ist die Projektionslithographie mittels Synchrotronstrahlung und röntgen-empfindlichen Photolacken bei Maske-Wafer-Abständen von 30 bis $50 \mu\text{m}$. Die meisten Probleme ergeben sich bei der Herstellung der Röntgenmasken, die minimale Strukturbreiten von $0,2$ bis $0,3 \mu\text{m}$ und minimale Chipgrößen von 300mm^2 haben. Prozeßbedingungen sind eine Overlay-Genauigkeit von $+ 50 \text{nm}$, eine Justiergenauigkeit von $0,1 \mu\text{m}$ und ein Durchsatz von über $20 \cdot 8''$ Wafern pro Stunde für einen Stepper-Schritt bei hoher Partikeltoleranz. Strukturträger der Maske ist eine 2 bis $4 \mu\text{m}$ dicke Membran aus röntgen-durchlässigem Material. Hierfür wurden in umfangreichen Versuchsreihen Si, Si₃N₄, SiC und BN erprobt. Trotz seiner niedrigen optischen Transparenz (hohe Transparenz ist für optische Justierzwecke erwünscht) hat

sich Si als das bisher beste Maskenmaterial erwiesen. Als Absorbermaterialien werden Au, W oder Ta verwendet, die mit Dreilaggen-Resisttechniken strukturiert werden.

Nach einem Ausflug in das Gebiet der Röntgenquellen ging der Redner auf die Vorzüge der Synchrotronstrahlung ein (Parallelstrahlung, hohe Intensität, Breitbandemission). In Entwicklung befindet sich in Berlin ein »Compact Synchrotron« COSY mit einem ovalen Elektronenspeicherring (langer $\varnothing 6 \text{m}$), der bis zu 10 Röntgenstepper gleichzeitig bedienen kann. Die Stepper-Entwicklung sowie die Entwicklung von Röntgenlacken hoher Empfindlichkeit, Auflösung und Stabilität sind wesentliche Aspekte der Arbeiten in Berlin.

Einen Überblick über die Entwicklung von Mikrowellenschaltungen bei Plessey gab **F. Myers** in seinem Vortrag »Monolithic Microwave Integrated Circuits (MMICs)«. Die große Anwendungsbreite in der Nachrichtentechnik, Material-, Entwurf- und Testprobleme, das Bestreben nach Gewichts-, Platz- und Kostenreduktion bei verbesserter Zuverlässigkeit sind die Antriebskräfte für die Entwicklung von MMICs. Moderne MMICs (z. B. Breitbandverstärker, Mischer, Multiplizierer) haben Abmessungen von $1 \times 2 \text{mm}^2$. Das favorisierte Material ist GaAs aufgrund seines außerordentlich günstigen Rauschverhaltens, das für Mikrowellenübertragungssysteme wie z. B. das Satellitenfernsehen die Verwendung kleiner Antennen erlaubt. Aus diesem Grund erobert sich GaAs zunehmend auf dem Bereich niedriger Mikrowellenfrequenzen, der gegenwärtig noch von Si-Bauelementen beherrscht wird. Mit seinen Ausführungen über die MMIC-Entwicklungen unter Verwendung von MESFETs und MODFETs mit z. T. Submikron-Gates als aktiven Elementen sowie von passiven Elementen unterschiedlicher Geometrien zur Realisierung von Kapazitäten, Widerständen und Induktivitäten, über den Einsatz von »Onwafer«-Hochfrequenztests der Chips und die Entwicklung geeigneter Gehäuse gab der Redner einen profunden Einblick in den beeindruckenden Stand der Plessey-Arbeiten auf dem MMIC-Gebiet.

Mit Bauelementen für die Nachrichtentechnik beschäftigte sich auch der geladene Übersichtsvortrag von **A. Steventon** (British Telecom, Ipswich) über »Lasers for Long Haul Communications«. Systemaspekte wie Dispersions-Dämpfungskurven von Glasfasern, benötigte Leistung, Kohärenz, Zuverlässigkeit bestimmen die Anforderungen, die an moderne Sendelaser zu stellen sind. Favorisiert werden Monomode-Systeme für die Wellenlängen $1,3 \mu\text{m}$ und $1,55 \mu\text{m}$. Auf der Materialseite werden aktive Schichten aus InGaAsP auf InP derzeit am meisten eingesetzt, interessant ist jedoch auch das System GaAlAsSb/GaSb. Nach einer umfassenden Darstellung aller Faktoren, die die Leistungsfähigkeit eines Langstrecken-Übertragungssystems bestimmen (z. B. Probleme bei der Herstellung leistungsstarker Laser, Modenstruktur, Kopplung der Laserleistung in die Glasfaser, optische und thermische Konzeption von Laserstrukturen, Bauelementaspekte wie laterale Ladungsträgerdiffusion und parasitäre Elemente, Modulationsverhalten, etc.) wurden die neuesten Leistungsdaten für Laser vorgestellt (300 K): 50mW bei $1,52 \mu\text{m}$, 140mW bei $1,30 \mu\text{m}$. Mit Dauerstrich-DFB-Lasern wurden 103mW bei $1,3 \mu\text{m}$ und 39mW bei $1,5 \mu\text{m}$ erreicht. In Großbritannien sind zwei Teststrecken in Betrieb:

- 220km , $1,52 \mu\text{m}$, 140Mbit/s

- 103km , $1,55 \mu\text{m}$, 4Gbit/s

Den nächsten Übersichtsvortrag steuerte **H. Lüth** (RWTH Aachen) zum Tagungsprogramm bei, der über Wesensmerkmale und Einsatzmöglichkeiten der »Metalorganic Molecular Beam Epitaxy« berichtete. Die MOMBE wurde bisher vorwiegend zur Abscheidung von GaAs eingesetzt. Hierzu werden die Reaktionsgase TMG oder TEG und Arsin über Kapillaren mit einem Cryo-

schild versehenen UHV-Reaktor zugeführt (Anfangsdruck 10^{-9} - 10^{-10} torr, dann 10^{-5} - 10^{-6} torr während der Abscheidung). AsH₃ muß vor Eintritt in den Reaktor vorgekrackt werden. Die Wachstumstemperaturen liegen bei 500 - 600 °C, die Wachstumsrate beträgt typischerweise 1 µ/h (= Monolage/s), kann jedoch auf den doppelten Wert gesteigert werden. Bei Verwendung von THG als Galliumquelle wachsen Schichten mit hoher Kohlenstoffkonzentration (10^{19} - 10^{21} cm⁻³, Schichten p-dotiert) für TEG beträgt die C-Hintergrunddotierung nur 10^{14} - 10^{16} cm⁻³. Die Ursache für die große Differenz der Dotierpegel ist im unterschiedlichen Zerfallsprozeß der beiden Ga-Metallorganika begründet, der kinetisch kontrolliert ist. Durch Mischung von TMG und TEG sind somit Dotierpegel von 10^{14} bis 10^{21} cm⁻³ möglich, die in dieser Breite mit anderen Techniken kaum erreichbar sind. Für die n-Dotierung kann z. B. H₂S, SiH₄ oder Si₂H₆ eingesetzt werden.

Die MOMBE bietet die Möglichkeit der selektiven Epitaxie mittels Schattenmasken oder mit Hilfe von Maskierungsschichten aus z. B. SiO₂, die durch konventionelle Lithographie strukturiert werden. Erforderlich ist ein unterschiedliches Nukleationsverhalten für Maske und Substrat, das mit TMG zwischen 770 und 870 K erreicht wird. Mit TEG sind 880 bis 890 K vonnöten. In Vergleich zu MBE-Schichten haben MOMBE-Schichten eine deutlich geringere Oberflächendefektdichte; ovale Defekte treten nicht auf. Es konnten bereits GaAs-nipi-Strukturen durch Mischen von TEG mit SiH₄ (n) und TMG (p) hergestellt werden.

Der GaAs-Technologie widmete sich auch der geladene Vortrag von **H. Shibatoma** (Fujitsu) über »GaAs Surface Passivation«, ein Thema, das dem Vortragenden einen großen Interessentenkreis bescherte. Da die Eigenoxide von GaAs, die durch thermische, anodische oder Plasmaoxidation hergestellt werden können, zu große Streubreiten bezüglich spez. Widerstand und Durchbruchspannung aufweisen, wurde eine ganze Reihe von »artfremden« Materialien im Hinblick auf ihre Eignung zur Oberflächenpassivierung von GaAs untersucht: SiO₂, Si₃N₄, AlN, SiO_xN_y, Al₂O₃, Ge₃N₄, Ta₂O₅ und GaO_xN_y. Die vier erstgenannten Verbindungen werden vorwiegend als Schutzschichten beim Aushellen des Strahlenschadens nach Ionenimplantation verwendet. Zwar sind Passivierungsschichten von SiO₂ und Si₃N₄ am meisten in Gebrauch, jedoch erscheint gerade AlN als interessant, das die Grenzfläche frei von Strain ist und nach Ausheilung Ladungsträgerkonzentrationsprofile gemessen werden, die der theoretischen Verteilung am nächsten kommen. Gute Ergebnisse hinsichtlich aktiver Schichten hoher Qualität für die Herstellung von MESFETs wurden erzielt bei Implantation durch den AlN-Film (50 µm) hindurch und Ausheilung bei 850 °C für 15 min. Bei der Passivierung von MESFET-ICs 6400 nm dicke WSi_x-Gatemetallisierung) mit bis zu 120 nm dicken Si₃N₄-Schichten wurden für variable Gatelängen in bestimmten Richtungen geringe, in einer anderen Richtung große Schwankungen in der Schwellspannung gemessen, mit SiO₂-Passivierungsschichten war es umgekehrt. Ursache für dieses Verhalten ist das Auftreten pyroelektrischer Ladung, die durch Strain induziert wird.

Mit der Problematik der »Multilayer-Metallisation« vorwiegend in der Si-Technologie setzte sich **R. Oakley** (Plessey) auseinander. Er gab einen Überblick über die heute verwendeten Materialien (Al, Al-Legierungen, Silicide, etc.) und die Metallisierungstechniken (Aufdampfung, Sputtern, CVD) und diskutierte ausführlich deren Vor- und Nachteile. Darauf aufbauend leiten sich zukünftige Entwicklungstrends ab, beispielsweise die Verwendung von Wolfram, das praktisch resistent gegen Elektromigration ist und, mit CVD (WF₆ + H₂) abgeschieden, zu ausgezeichneter Stufenbedeckung und Kontaktlöcherfüllung Anlaß gibt; weiterhin läßt es sich relativ einfach trockenätzen. Zu lösen sind die Probleme der schlechten Haftung und des hohen Schichtwiderstands. Die Multilagen-Verdrahtung bei steigender IC-Komplexität führt zur Ausbildung immer höherer morphologi-

scher Stufen. Zuverlässige Lithographieprozesse zur Strukturierung weiterer Verdrahtungsebenen erfordern jedoch eine flache Topographie. Die Zwischenschichtisolation erfolgt mittels Polyimid, dessen »hügelige« Oberfläche durch Photolack planarisiert wird. Da Photolack und Polyimid mit gleicher Rate trockengetzt werden, kann stets eine definierte Polyimidebene als Unterlage für die nächste Verdrahtungsebene hergestellt werden. Problematisch bei der Verwendung von Polyimid sind das Auftreten von Blasen und eine Korrosion des beschichteten Metalls. Durch sorgfältige Imidisierung wird Abhilfe geschaffen. Bei Mehrlagenmetallisierungen ergibt sich auch die Gelegenheit der Parallelmetallisierung; dies reduziert die Oberflächenmigration und gibt darüber hinaus dem Schaltkreis eine erhöhte Sicherheit gegen Ausfall aufgrund der Verdrahtungsredundanz.

Ein Highlight der Konferenz war sicherlich der eingeladene Vortrag von **R. Fischer**, frischgebackener AT & T-Mitarbeiter (früher University of Illinois), der über »GaAs on Si; Devices for the Next Generation of ICs«. Die Verwendung von Si-Substraten in der GaAs-Technologie würde neben den Vorteilen

- großer Substratdurchmesser, geringe Substratkosten
- höhere thermische Leitfähigkeit, bessere mechanische Festigkeit
- optische »off-chip« Kommunikation möglich
- Einsatz von Hochgeschwindigkeits-Heterostrukturbauelementen

der Mikroelektronik neue Möglichkeiten eröffnen. Das größte Problem bei der Herstellung von Si/GaAs-Bauelementen ist die über 4%ige Gitterfehlpassung, die Versetzungsdichten in der Größenordnung von 10^{12} cm⁻² in der Grenzfläche erzeugt, sowie die Entstehung von Antiphasengrenzen in den GaAs-Epischichten. Eine dramatische Reduktion der Versetzungsdichte ist erreichbar durch eine 2 - 4°-Verkipfung des Substrats aus der (100)-Orientierung. Untersuchungen mit der Hochauflösungs-TEM lassen erkennen, daß sich die Versetzungen an den Stufen konzentrieren und überwiegend in der Grenzflächenebene bleiben, also kaum in die Epischicht eindringen. Die Situation verbessert sich weiter, wenn das Substrat bezüglich (100) und (001) verkippt wird. Eine zusätzliche Möglichkeit der Reduzierung von Versetzungen ist das Einschalten eines GaInAs-Übergitters in die GaAs-Epischicht. Es liegt dann eine stark verspannte Zwischenschicht vor, die als Versetzungsbarriere wirkt. Antiphasengrenzen können auftreten, wenn der polare Halbleiter GaAs auf dem unpolaren Halbleiter Si aufwächst. Die Ausbildung von Antiphasendomänen kann verhindert werden, wenn die Substratoberfläche vor der Epitaxie mit einer Ga- oder As-Schicht belegt wird. Die Gründe hierfür sind noch nicht verstanden.

Aus mittels MBE auf Si-Substraten abgeschiedenen GaAs-Schichten wurden MESFETs, MODFETs, HBTs und Laser hergestellt. Folgende Kenndaten wurden erreicht:

MESFET (L _g = 1,2 µm) Pufferschicht selbstdotiert durch Si	Steilheit f _T 13,3 GHz	107 mS/mm
GaAlAs/GaAs-MODFET	Beweglichkeit	80000 cm ² /Vs bei 10 K 40000 cm ² /Vs bei 77 K 2200 cm ² /Vs bei 300 K
	Steilheit	275 mS/mm bei 77 K 170 mS/mm bei 300 K
	f _T f _{max}	15 GHz 23 GHz
GaAlAs/GaAs-HBT (4 x 20 µm ² Emitter)	Verstärkung	13 bei 0,1 - 0,2 µm Basisbreite
	f _T f _{max}	30 GHz 11,3 GHz
Dh-Laser pn-Übergang im AlGaAs (10 x 290 µm ² Streifenfläche)	Schwellstrom Effizienz	107 mA 0,12 W/A

Neuigkeiten aus der »Silicon MBE: Device Application« brachte **J. Bean** (AT & T) aus den USA mit. Die MBE in der Si-Technologie ist heutzutage ein Niedertemperaturprozeß, der bei völliger Unterdrückung von Diffusion und Selbstdotierung Wachstumsraten von 0,01 bis 5 nm für Waferdurchmesser bis zu 125 mm ermöglicht. Eine typische Anwendung ist die Herstellung von Mikrowellen-Oszillatoren mit extrem abrupten Dotierprofilen. Die MBE wird weiterhin eingesetzt für die Abscheidung einkristalliner Metallisierungen, für die Herstellung von einkristallinen Silizidschichten für Permeable- und Metal-Base-Transistoren (beste Gitteranpassung mit NiSi₂) und die epitaktische Abscheidung von Isolatorschichten wie z. B. (Ca, Sr, Ba)F₂. Mit CaF₂, das als Molekül verdampft, lassen sich Grenzflächen mit niedrigen Zustandsdichten (7 · 10¹⁰ cm⁻²) erzielen. Ein neueres interessantes Arbeitsgebiet ist die Herstellung von »strained layer«-Übergittern der Art Si_{1-x}Ge_x/Si (vgl. Vortrag von E. Kasper), mit denen sich neuartige und leistungsfähige MODFETs, PIN- und APD-Photodioden realisieren lassen. Neue MBE-Maschinenkonzepte sind produktionsorientiert. Berichtet wurde über eine AT & T-Eigenentwicklung mit 4 Vakuumkammern mit rotierenden Substrathaltern für Wafer bis 150 mm Durchmesser.

Daß vor der Herstellung komplexer Hardware eine immer vielfältiger werdende Software steht, machte **P. Mole** (GEC, Wembley) mit seinem eingeladenen Beitrag »2 D Device Modelling« deutlich. Um das Bauelementverhalten vorherzusagen, wenn Änderungen an der Dimensionierung oder Prozessierung vorgenommen werden sollen, gibt es heute eine Reihe von Bauelement-, Prozeß- und Schaltkreissimulatoren, die mit numerischen Methoden und physikalischen Modellen operieren. Ein Beispiel für letztere mag das Beweglichkeitsmodell sein, daß die Abhängigkeit von u von der Temperatur, der Dotierung, dem elektrischen Feld, sowie den Einfluß einer Oberfläche auf u richtig vorhersagen muß. Eine verbreitete numerische Technik ist das Meshing zur Lösung eines Satzes nichtlinearer Gleichungen. Gearbeitet wird mit einem Netz, wobei an jedem Knoten die interessierenden Variablen definiert und zwischen den Knoten interpoliert werden (z. B. Finite Elemente-Netz). Die Lösung der nichtlinearen Gleichungen erfolgt iterativ. Heute stehen eine Reihe von Simulatoren zur Verfügung, z. B. MINIMOS und BAMBI (TU Wien), HFIELDS (Univ. Bologna) oder BIPOLE (Univ. Waterloo). Die Simulation hat sich trotz der Schwächen mancher Modelle als außerordentlich hilfreiches Werkzeug der Halbleitertechnologie entwickelt, das zukünftig insbesondere dem Prozeßingenieur erlauben wird, die Leistungsfähigkeit eines Schaltkreises anhand der Prozeßdaten zu beurteilen.

Den Reigen der eingeladenen Vorträgen beschloß **V. Deshmukh** (RSRE, Malvern) mit seinen Ausführungen über »Dry Etching for VLSI«. Er befaßte sich mit den reinen und angewandten Aspekten des Trockenätzens, das heute für die Herstellung hochintegrierter Si-Schaltkreise unverzichtbar ist. Zu den ersten gehören Forschungsarbeiten zur chemischen und physikalischen Wechselwirkung zwischen Ionen und Oberflächen, zur Plasmaarchitektur und Plasmachemie. Die angewandte Forschung interessiert sich für das Ätzverhalten von Metallen, Halbleitern, Isolatormaterialien, von Einkristallen, polykristallinen, amorphen und polymeren Materialien, von Elementen, Verbindungen und Legierungen unter verschiedenen Ätzbedingungen (Gasart, Druck, Temperatur, etc.). Mit der Entwicklung eines Prozesses ist der Nachweis für die Herstellbarkeit von Bauelementen und Schaltkreisen zu führen. An einen idealen Trockenätzprozeß werden folgende Anforderungen gestellt:

- hohe Anisotropie, Selektivität, Gleichförmigkeit und Reproduzierbarkeit
- keine Oberflächenschäden und Resisterosion
- breite Anwendbarkeit
- sichere und einfache Apparaturen

Wesentlich für die Prozeßentwicklung ist die Messung und Steuerung der Plasmaparameter wie z. B. Elektronen- und Ionenkonzentration, Ionenfluß und -energie, Konzentration der Neutralteilchen, etc. Hierin liegt auch die Problematik des Trockenätzens begründet. Es gibt praktisch keine Arbeitsstandards. Dies liegt an der Vielfalt der eingesetzten Apparaturen und an den meist unzureichend definierten Prozeßparametern. Die Folge ist, daß vielerorts Ergebnisse in der Regel nicht vergleichbar und Arbeitsvorschriften nicht reproduzierbar sind. Zur Verbesserung dieser Situation bleibt noch viel zu tun.

Der Vollständigkeit halber wird auf die beiden noch ausstehenden eingeladenen Vorträge verwiesen. **M. Henzler** (Unvi. Hannover) trug über »The Microstructure of the Si/SiO₂-Interface: Observation and Related Electronic Properties« vor, **B. Baliga** (General Electric, USA) hielt einen Übersichtsvortrag über »Power Devices«.

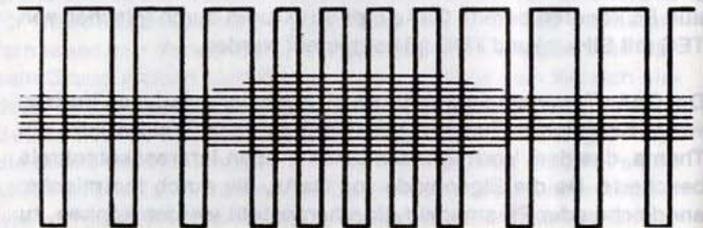
R. Diehl

»GaAs and Related Compounds«

1986 International Symposium

On Gallium Arsenide and Related Compounds

28.09.-01.10.1986 in Las Vegas



Das diesjährige »Symposium on GaAs and Related Compounds« fand vom 28.09.-01.10.1986 in Las Vegas im US-Bundesstaat Nevada statt. Als Tagungsort war von der Organisationsleitung das »Cesars Palace Hotel« gewählt worden, ein Platz an dem ablenkende materielle Reize die volle Konzentration der Teilnehmer auf die wissenschaftlichen Aspekte der Tagung verlangten. Manchen Wissenschaftler schien die spielerische Atmosphäre dieser Wüstenstadt bei dem Gedanken an eine wissenschaftliche Tagung etwas zu irritieren.

Die ca. 500 Teilnehmer trafen sich zu einem ersten Kennenlernen am Sonntagabend bei einem Stehbankett in einer der Hallen des großen Cesar. Schon hier fiel eine zahlenmäßige Übermacht der japanischen Delegation gegenüber denen des gesamten alten Kontinents auf, nur übertroffen von der gastgebenden Nation selbst. Schätzungsweise einhundert japanischen Wissenschaftlern stand eine Gruppe von vielleicht fünfzig europäischen Forschern gegenüber, wovon Frankreich und Deutschland mit jeweils knapp zwanzig Teilnehmern am stärksten vertreten waren.

Den Auftakt der Tagung bildeten drei eingeladene Vorträge über »Atomic Layer Epitaxy« (H. Watanabe, A. Usui), »Impurity-Induced Disorder and its Application in Optoelectronics« (R. Burnham, R. Thornton, N. Holonyak, E. Epler, T. Paoli) and »Resonant Tunneling Transistors and Superlattice Devices by Bandgap Engineering« (F. Capasso). Die Auswahl dieser Themen deutete bereits die Schwerpunkte dieser Tagung an. Die Herstellung und Charakterisierung dünner Schichten sowie von Bauelementen auf der Basis extrem dünner Schichten beherrschte mit wenigen Ausnahmen die Mehrzahl der Vorträge. Aufgrund der hohen Zahl von über neunzig Vorträgen wurden zwei Parallelveranstaltungen abgehalten, sie umfaßten folgende Themenbereiche in den einzelnen Sitzungen:

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| - Quantum Wells | - Characterization I + II |
| - Optical Sources | - Epitaxial Growth I + II |
| - Optical Detectors | - Processing |
| - High Speed Devices I-III | - Bulk Growth |

Den größten Komplex bildeten die Vorträge über »High Speed Devices«, in deren Mittelpunkt das sog. »Bandgap Engineering« zur Realisierung neuer, verbesserter Transistorkonzepte stand. Eine Vielzahl von Konzepten (und Bezeichnungen) für Hochgeschwindigkeitsbauelemente auf der Basis von Mehrschichtstrukturen mit Übergittern wurde vorgestellt. Die Herstellung dieser Bauelemente erfolgte mit Molekularstrahl (MBE) und Gasphasenepitaxie (metallorganisch - MOVPE). Viele dieser Bauelemente zeigten beachtenswert gute Hochfrequenzeigenschaften, verringerten Störstelleneinfluß, niedrige Rauschwerte und hohe Steilheiten. Weiter wurden einige Arbeiten auf dem Gebiet des resonanten Tunnelns vorgetragen, die sowohl das physikalische Verständnis dieses Effekts als auch die erforderliche Bandstruktur im Hinblick auf technische Anwendungen zum Thema hatten. Einige weitere Vorträge zeigten den gegenwärtigen Stand bei der Integration schneller Bauelemente aus GaAs Basis, u. a. die Fertigung von 1Kbit RAM auf einem Si-Substrat, eines 6·6 Parallel-Multiplizierers auf einem 1K Gate Array sowie die monolithische Integration von Mikrowellenschaltungen. Viele der Vorträge in dieser Sitzung über »High Speed Devices« betonten auch, daß die Güte der Grenzflächen sowie der Epitaxieschichten von entscheidender Bedeutung sind und eine Optimierung der Bauelementeeigenschaften nicht zuletzt von der Beherrschung und Verbesserung der technologischen Prozesse abhängt.

Die beiden Sitzungen über Epitaxie waren beherrscht von Arbeiten über die Herstellung extrem dünner Schichten mit MBE und MOVPE. Vorträge über Flüssigphasenepitaxie waren nicht vertreten. Großes Interesse fanden hier die Ergebnisse der North Carolina State University (Raleigh), die ein laser-selektives Abscheiden von einkristallinen GaAs und GaAsP Filmen vorstellte mit Schichtdicken von 10 nm bis 2 µm und Bahnbreiten von 30 bis 600 µm. Die weiteren Themen umspannten einen weiten Bereich vom Aufwachsen einzelner Atomlagen über »strained layer«-Epitaxie bis hin zur MOCVD-Abscheidung von AlN auf GaAs und InP für die Herstellung von MIS-Strukturen.

Bei optischen Detektoren wurde wiederum überwiegend über Konzepte auf Quantum Well - Basis berichtet. An den AT & T Bell Labs konnte an solchen Strukturen ein stufenartiger Verlauf des Photostroms und des Dunkelstroms gemessen werden, wofür auch ein Modell vorgeschlagen wurde. Weiterhin konnte in dieser Sitzung die erforderliche Integration einer Photozelle mit einem optischen Interferenzfilter innerhalb eines einzigen Züchtungslaufes gezeigt werden (Sandia National Labs, Albuquerque). Ein positiver Punkt dieser Sitzung aus deutscher Sicht war hier die Vorstellung eines neuen Nuklearstrahlungsdetektors auf der Basis von GaAlAs durch das Siemens Forschungslabor Erlangen, dessen Einsatzgebiet ein weites Feld von Elektronenmikroskopie bis hin zur Gepäckkontrolle abdecken kann.

Der Schwerpunkt der Vorträge über Charakterisierung lag bei Photolumineszenzmessungen an Quantum Well Strukturen, lediglich zwei Arbeiten befaßten sich mit topographischen Untersuchungen von Defekten in GaAs-Substratscheiben. Hier überzeugten vor allem die Untersuchungen des Fraunhofer Instituts in Freiburg über das EL2-Niveau (Infrarot-Transmission und Photolumineszenz-Topographie) durch eine klare Darstellung.

Die letzte Sitzung der Tagung war der Züchtung von massiven Einkristallen vorbehalten. Jeweils ein Vortrag beschäftigte sich (bei auffallend schwachem Besuch) mit der Züchtung von GaAs im Magnetfeld sowie mit der Züchtung von InP unter Zugabe von isoelektronischen Dotierstoffen (beide nach dem LEC-Verfahren), wobei wesentliche neue Erkenntnisse nicht festzustellen waren. Weitere Vorträge befaßten sich mit dem Einbau von Kohlenstoff, Bor und Silizium in GaAs sowie mit der Unter-

suchung von Ausscheidungen in »as-grown« GaAs. Die beobachteten Ausscheidungen zeigten tetraedrische Gestalt in einer Größe um 100 nm, die durchgeführten Analysen zeigten lediglich Ga und As als Bestandteile. Hier scheinen weitere Untersuchungen vor allem über die Ursachen für die Bildung dieser Ausscheidungen notwendig zu sein.

Umrahmt von einleitender, klassischer Musik und einem ausgezeichneten Konferenzbankett fand am zweiten Tag der Veranstaltung die Verleihung des »Eighth GaAs Symposium« Preises und der Heinrich Welker Medaille (gestiftet von der Fa. Siemens) statt. Dieser Preis ging an Alfred F. Cho (AT & T Bell Labs) in Anerkennung seiner Verdienste auf dem Gebiet der Molekularstrahlepitaxie und der III-V Verbundhalbleiter. Ein weiterer Preis für junge Wissenschaftler wurde Russell D. Dupuis (AT & T Bell Labs) in Anerkennung seiner Arbeiten auf dem Gebiet der MOVPE überreicht. An dieser Stelle sei den Preisträgern im Namen der DGKK sehr herzlich gratuliert.

Als Fazit dieses Tagungsbesuchs muß eine Verschiebung des Schwerpunktes dieser Veranstaltung hin zur Herstellung und Charakterisierung von Hochleistungsbauelementen auf der Basis von Quantum Well Strukturen festgestellt werden. Als deutliches äußeres Zeichen dafür ist auch der Entwurf eines neuen Erkennungssymbols (s. o.) zu werten, das die enge Verbindung dieser Tagung zu Quantum Well Strukturen und »Band Gap Engineering« verdeutlichen soll.

Für Beiträge aus dem Bereich der Züchtung massiver Einkristalle sowie der Flüssigphasenepitaxie scheint bei einer Fortsetzung dieser Tendenz in Zukunft kaum noch Platz zu sein.

M. Heuken und J. Völkl

First International Symposium on Shaped Crystal Growth (SSCG-1) vom 22. bis 25. Juli 1986 in Budapest

1. Tagungsablauf

Zusammen mit der 4. ungarischen Tagung über Kristallzüchtung (HCCG-4) fand in der ungarischen Hauptstadt die erste internationale Konferenz über die Herstellung von geformten Kristallen aus der Schmelze (SSCG-1) statt.

Die von beiden Co-chairmen J. P. Kalejs und V. A. Tatarchenko (UdSSR) geleitete Konferenz wurde von 68 Teilnehmern besucht. Die Mehrzahl der Besucher kam, wie zu erwarten, aus Osteuropa (UdSSR: 16, Rumänien: 5, Bulgarien: 5, CSSR: 3, Polen: 2) und der DDR (11); dagegen Bundesrepublik (10), Frankreich (3), Spanien (2), USA (7). Aus Asien kamen 4 Teilnehmer (Volksrep. China (2), Japan (1), Indien (1)).

Die Tagung war gut organisiert und fand in einer ansprechenden Umgebung, dem Kongreßzentrum der ungarischen Agrar-Cooperative, statt. Die Präsentation der einzelnen Arbeiten war unterschiedlich. Insbesondere Osteuropäer hatten neben Sprachschwierigkeiten auch ungenügende Routine im Vortrag.

Gegenüber dem angekündigtem Programm gab es mehrere Änderungen. Bedauerlicherweise fielen Beiträge von renommierten Persönlichkeiten aus (A. A. Chernov, B. Chalmers u. a.), dagegen konnten interessante Vorträge zusätzlich eingefügt werden (z. B. R. S. Feigelson). Arbeiten aus der LaBelle-Gruppe bzw. von anderen Gebieten (z. B. Kristallisation von Silicium in Tropfenform unter Weltraumbedingungen) fehlten leider. Das Zustandekommen, der Ablauf und die Ergebnisse der Tagung

sind als großer Erfolg zu werten. Noch während der Tagung wurde eine Folgekonferenz beschlossen. Die Proceedings werden Anfang 1987 im Journal of Crystal Growth erscheinen.

2. Tagungsinhalt

Es wurden vier verschiedene Themenkreise behandelt. In einem Überblick wird das Wesentliche zu diesen Punkten berichtet, wobei die Auswahl der angesprochenen Vorträge natürlich subjektiv ist.

2. Allgemeine Aspekte

Behandelt werden berechnete Einflüsse von Ziehparametern auf die Kristallisation. V. A. Tatarchenko (Institut für Festkörperphysik, Akademie der Wissenschaften, Chernogolovka, UdSSR) gab Stabilitätskriterien für die Kontrolle der Querschnittsfläche des wachsenden Kristalls für verschiedene Ziehverfahren an. P. D. Thomas (MIT, Cambridge, USA) berichtete über Rechnungen mit Hilfe der Methode der finiten Elemente zum EFG-Verfahren für Si-Bänder. Dabei ergab sich eine Reduzierung der maximalen Ziehgeschwindigkeit mit zunehmender Abweichung von der vertikalen Ziehgeometrie. R. F. Sekerka (Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA) führte einen neuen Beweis für das »Prinzip des Stabilitätsaustausches«, d.h. der morphologischen Stabilität bei der Kristallisation von Zwei- und Mehrstoffsystemen. In einem weiteren Vortrag beschäftigte er sich mit dem Einfluß der Schmelzkonvektion auf die gerichtete vertikale Erstarrung bei Zweistoffsystemen. Natürliche und erzwungene Konvektion können gemeinsam nur für einfache Fälle (z. B. Couette-Strömung) rechnerisch behandelt werden.

2.2. Herstellung von Halbleitermaterial auf Siliciumbasis für Anwendungen in der Photovoltaik

In Übersichtsvorträgen wurden die zur Zeit wichtigsten unkonventionellen Verfahren zur Herstellung von mono- und multikristallinem Siliciummaterial für Solarzellen-Anwendungen dargestellt. Alle Verfahren befinden sich noch im Entwicklungsstadium. Deutlich wurden die einzelnen Charakteristika.

Das Nonagon-Verfahren (eine Weiterentwicklung des EFG-Edge Defined Film Fed Growth-Verfahrens) bei Mobil Solar Corp., USA (A. S. Taylor et al., vorgetragen von J. P. Kalejs) und der RAD-Prozeß (Ribbons Against Drop, C. G. E. Research Center, Frankreich; C. Belouet) sind durch langsame Ziehgeschwindigkeiten von einigen cm/min. und Wirkungsgraden zwischen 10 und 15 % gekennzeichnet. Das Horizontal Supported Web (HSW) - (Siemens Ag; J. G. Grabmeier, R. Falckenberg) und das Ramp Assisted Foil Casting Technique (RAFT)-Verfahren (Wacker-Heliotron GmbH; A. Beck et al.) weisen dagegen höhere Ziehgeschwindigkeiten (HSW: 1 m/min, RAFT: bis 18 m/min) und bislang Wirkungsgrade bis zu 10% auf. Eine ähnliche Stellung nimmt das Schleuder-(melt spinning) Verfahren der Hoxan Corp. in Japan (Y. Maeda) ein, mit dem über bewußtes Dendritenwachstum Ziehgeschwindigkeiten bis zu ca. 1 m/s und Wirkungsgrade zwischen 6 und 10 % erreicht werden.

Neben den Übersichtsvorträgen wurden auch spezielle Probleme angesprochen. So zeigten Stressuntersuchungen an EFG-Material, daß durch spezielle eingeprägte Temperaturgradienten in der Ziehebene senkrecht zur Ziehrichtung deutliche Stressverringerungen während der Kristallisation erzielt werden können (J. P. Kalejs). Für den RAD-Prozeß wurden Berechnungen der Phasengrenzlinien mit Hilfe der Methode der finiten Elemente gezeigt, deren Ergebnisse mit experimentellen Beobachtungen übereinstimmen (M. Hamidi, Rhone-Siltec, Frankreich; C. Belouet). Von denselben Autoren wurden außerdem Untersuchungen der Benetzungswinkel zwischen Schmelze und Festkörper bei Si, Ge und GaAs unter verschiedenen Restgasumgebungen vorge-

stellt. Zusätzlich wurden Gettereffekte bzgl. metallischer Verunreinigungen in RAD-Siliciummaterial untersucht (A. Amarray, L. Pasteur-Universität, Straßburg). Aus der Gruppe von V. A. Tatarchenko wurde über die Kristallisation von Si-Schmelze von einem »die« auf ein Graphitsubstrat (sog. »silicon on fabric« SOF-Verfahren) berichtet. Dieses Material wurde auf seinen kristallinen Zustand hin (Lage und Dichte der Zwillingsebenen) untersucht.

3. Herstellung von Oxidkristallen nach dem Stepanov-Verfahren

Über dieses Thema wurde bevorzugt von den Teilnehmern aus Osteuropa berichtet. In der Tschechoslowakei und in Rumänien werden in einem Ziehvorgang parallel mehrere Saphirkristalle gleichzeitig hergestellt (J. Jindra, CSSR; D. und I. Nicoara, Rumänien). Die Gruppe von V. A. Tatarchenko war mit fünf Vorträgen vertreten. Beeindruckend war, mit welcher Genauigkeit Saphirkörper mit variabler, jedoch genau kontrollierter Querschnittsfläche gefertigt werden. Außerdem werden in dieser Arbeitsgruppe LiNbO₃- und LiTiO₃-Kristalle gezüchtet. In vier Vorträgen von P. I. Antonov und Mitarbeitern (A. F. Joffe Institut, Akademie der Wissenschaften, Leningrad) wurde die Züchtung von LiF- und ferroelektrischen NaNO₂-Kristallen mit verschiedenen Formen behandelt. Zusätzlich wurde die Kristallqualität des LiF-Materials (Blasen einschließen, Versetzungsstruktur) demonstriert.

Interessant war der Vortrag von R. S. Feigelson (Stanford University, USA), in dem das Ziehen von faserförmigen Einkristallen beschrieben wurde. Wichtig dabei ist die Verwendung eines Lasers als saubere und an die Fasergeometrie angepaßte Heizquelle. Als besonderer Vorteil dieses Verfahrens können neuartige Materialien untersucht werden.

4. Charakterisierung von gezogenen Kristallen

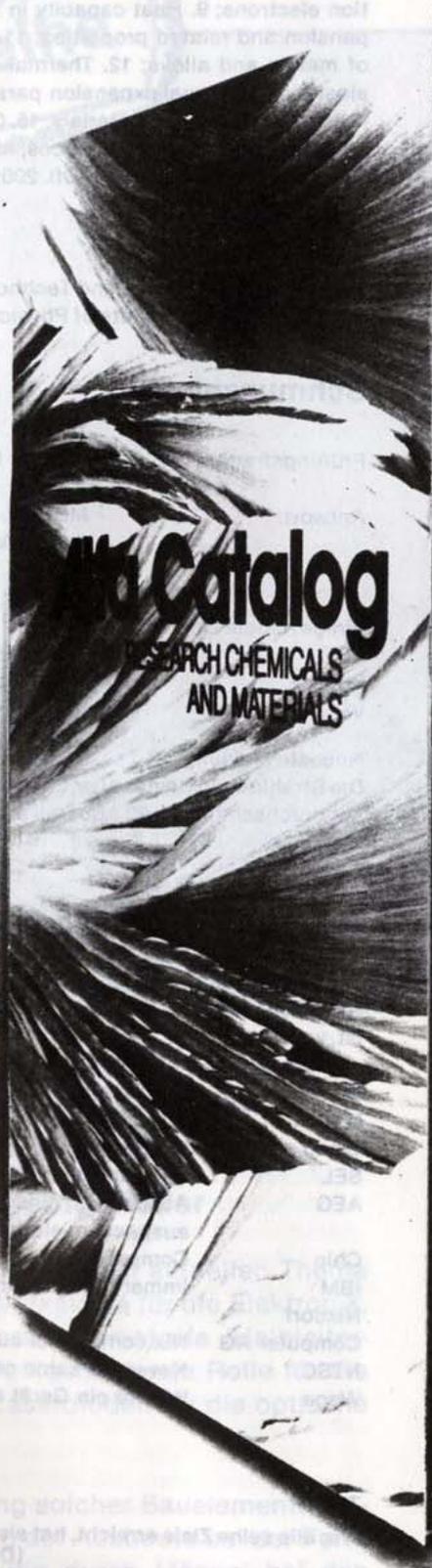
Silicium-Bandmaterial, hergestellt nach dem EFG-Verfahren, wurde mit verschiedenen Methoden auf seine kristalline Struktur hin untersucht. J. Katcki (Institut für Elektron. Technologie, Warschau, Polen) beschäftigte sich mit den Ursachen für das Auftreten von Defekten. Dabei wurden als gleich wichtig das Vorhandensein von SiC-Teilchen und von thermisch induziertem Stress erkannt. Mit Röntgentopographie konnte T. F. Ciszek (Solar Energie Research Institute, Golden, Colorado, USA) die durch eingefrorenen thermischen Stress verursachte Durchbiegung von Gitterebenen messen. Stressverteilungen wurden von S. Danyluk (University of Illinois, Chicago, USA) mit Hilfe optischer Schatten-Moire-Interferometrie untersucht. Besonders wurde auf die Bedeutung der seitlichen Kristallkanten als Quellen für Temperaturstress eingegangen.

A. Beck

Kristallzüchtung in D

Die Universität Osnabrück wurde 1973 gegründet und gehört damit zu den jüngsten Hochschulen in der Bundesrepublik.

Der Bereich der experimentellen Physik umfaßt die Forschungsgruppen »Optische Spektroskopie«, »Oberflächenphysik« und die »Angewandte Physik«. Da alle Gruppen für ihre Arbeiten Einkristalle benötigen, wurde 1975 mit dem Aufbau eines Kristallzucht-Labors begonnen, in dem auch die Präparation und Charakterisierung der Kristalle durchgeführt wurde. Der Schwerpunkt lag zunächst auf der Züchtung von Alkalihalogeniden mit verschiedenen Dotierungen (z. B. OH⁻, OD⁻, CN⁻, TL⁺, Li⁺, Ag⁺) nach dem Czochralski-Verfahren. Außerdem wurden Einkristalle aus Osmium und Iridium nach dem Zonenschmelzverfahren hergestellt.



Ein Blick genügt...

... und Sie werden feststellen, daß der neue Alfa-Catalog für jedes Forschungslabor unentbehrlich ist.

Unser umfassendes Lieferprogramm:

- Anorganische, organische und metallorganische
- Forschungschemikalien,
- ultrareine Chemikalien,
- reine und reinste Metalle,
- Legierungen,
- deuterierte Lösungsmittel,
- Atomabsorptionsstandards,
- Katalysatoren,
- NMR-Shiftreagenzien,
- Molekularsiebe,
- Zubehör für das Forschungslabor

Ventron-Alfa Products
Division of Morton
Thiokol GmbH
Zeppelinstraße 7
Postfach 6540
D-7500 Karlsruhe 1
Telefon 0721/85 30 61
Telex 7 826 579 vent d

... senden Sie mir deshalb schnellstens den neuen Alfa-Catalog kostenlos zu.

Name _____

Institut/Fa. _____

Str./Postfach _____

PLZ/Ort _____

Die Fertigstellung eines neuen Gebäudes 1983 schuf die Voraussetzungen für eine Ausweitung der Kristallzuchtaktivitäten. Als neue Schwerpunkte kamen Züchtung von Oxidkristallen und die Herstellung magnetischer Granatschichten durch Flüssigphasenepitaxie hinzu. Diese Projekte werden seit Juli 1985 im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 225 »Oxidische Kristalle für Elektro- und magnetooptische Anwendungen« von der DFG gefördert.

Bei den Oxidkristallen handelt es sich um KNbO_3 (rein und dotiert mit Übergangselementen) und KTaO_3 . Hierfür stehen vier selbstgebaute Czochralski-Ziehanlagen mit Widerstandsheizung zur Verfügung. Alle Anlagen sind mit einer Vorrichtung zur Kontrolle des Kristalldurchmessers ausgestattet (Prinzip: Digitalwaage + Prozeßrechner). Diese ist so angelegt, daß auch bei relativ kleinen Wachstumsgeschwindigkeiten von ca. 0,2 mm/Std. ein vollautomatischer Betrieb möglich ist.

Der Aufbau und Test einer Anlage für die Flüssigphasenepitaxie magnetischer Granate ist seit einigen Monaten abgeschlossen. Z. Z. werden Schichten von Yttrium-Eisen-Granat auf Gadolinium-Gallium-Granat hergestellt.

H. Hesse

Stellenangebot

Im Hahn-Meitner-Institut in Berlin ist im Bereich Strahlenchemie eine Doktorandenstelle für 3 Jahre zu besetzen. Das Thema der Doktorarbeit betrifft die Herstellung von I-III-V₂Halbleitern für den Einsatz in Solarzellen. Es ist daran gedacht, die Arbeit in Kooperation mit einer amerikanischen Universität (North Carolina) durchzuführen.

Bewerbungen werden erbeten an

Dr. S. Fiechter
Hahn-Meitner-Institut
Bereich Strahlenchemie
Glienicke Str. 100
1000 Berlin 39

Tel. (030) 8009-2927

Neue Bücher

In der Reihe »Modern Problems in Condensed Matter Sciences« gibt es zwei Neuerscheinungen:

PHYSICS OF RADIATION DEFECTS (VOL. 13)
R. J. Johnson, A. N. Orlov (Herausgeber)
688 S., North-Holland, 1986; Dfl. 395.00

NONEQUILIBRIUM SUPERCONDUCTIVITY (VOL. 12)
D. Langenberg, A. I. Larkin (Herausgeber)
712 S., North-Holland, 1986; Dfl. 325.00

THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF MATERIALS
G. Grimwall

Inhalt: Preface; 1. Energies and structures of lattices; 2. Crystal defects; 3. Elastic properties; 4. Harmonic lattice vibrations; 5.

Phonons in real crystals; Anharmonic effects; 6. Atomic vibrations in defect lattices; 7. Thermal properties of few-level systems and spin waves; 8. Thermodynamic properties of conduction electrons; 9. Heat capacity in real metals; 10. Thermal expansion and related properties; 11. The electrical conductivity of metals and alloys; 12. Thermal conductivity; 13. Transport, elastic and thermal-expansion parameters of composite materials; 14. Anisotropic materials; 15. Correlation between thermophysical parameters: References; Author Index; Subject Index. 400 S., North-Holland, 1986; Dfl. 200.00

Neue Zeitschrift:

Semiconductor Science and Technology
published by The Institute of Physics, Bristol (UK)

Schmunzelecke

Prüfungsfrage: Was ist MBE?

Antwort: MBE ist eine Anlage, die mit Vakuum gefüllt ist.

Einige neuere Definitionen:

LPE	Less Promising Epitaxy
MBE	Much Better Epitaxy
VPE	Very Promising Epitaxy

Neueste Meldung:

Die Strahlungsaktivität über Deutschland ist abgeklungen auf durchschnittlich 20 Aquarell pro Kubikbarrel

Abk. und Co.

Schon immer waren Abkürzungen beliebtes Angriffsziel für manchen Humbug. Besonders die DV-Branche, deren erklärtes Ziel es oftmals zu sein scheint, nur noch in Abk. u. Anglizismen zu talken, sind dieser Art Spott besonders ausgesetzt. Humor ist, wenn man's trotzdem macht.

EDV	Ewig drohendes Versagen
UNIVAC	Und nichts ist vorhanden als Chaos
Wang	Wieder alles nichts geworden
SEL	Schwäbisches Elektronik Lädle
AEG	Auspacken, einschalten, geht nicht auspacken, einpacken, Garantiefall
Chip	Computer helfen ihren Partnern
IBM	Immer besser manuell
Nixdorf	
Computer AG	Nix kompatibel außer Gehäuse
NTSC	Never the same colour
Wega	Wieder ein Gerät ausgefallen

Zitate

Wer alle seine Ziele erreicht, hat sie zu niedrig angesetzt.
(Dogma eines Perfektionisten)

Wer glaubt etwas zu sein, hat aufgehört etwas zu werden.
(Ziel eines Altmanagers)

Mittelmäßig und kriechend, so gelangt man zu allem.
(Beaumarchais)

Badewanne: think tank für Manager
(Unternehmensberater)

Ich habe kräftig geplant - um so härter hat mich der Zufall getroffen.
(Bekanntnis eines Planokraten)

aus »die computer zeitung«

Aus Naturwissenschaft und Technik

Die neue
Buchreihe

Erstauflage 1986
ISBN: 3-88813-000-X
177 Seiten, DM 49,-

Georg Müller

Über die Entstehung von
Inhomogenitäten in Halbleiter-
kristallen
bei der Herstellung aus Schmelzen

Selisch Fachbuch-Verlag

»Über die Entstehung von Inhomogenitäten in Halbleiterkristallen bei der Herstellung aus Schmelzen«

von Dr. Ing. habil. Georg Müller

Das Buch befaßt sich mit einem aktuellen Thema aus dem Bereich der Werkstoffe für die Elektronik. Die Eigenschaften dieser Werkstoffe (Halbleiterkristalle) spielen eine entscheidende Rolle für die Mikroelektronik oder Laserdioden für die optische Nachrichtentechnik.

Die weitere Entwicklung solcher Bauelementekonzepte und die Erhöhung der Ausbeute bei der Fertigung wird derzeit häufig durch Mängel bei den Halbleiterkristallen behindert. Diese Mängel be-

stehen in einer nicht ausreichenden Homogenität der elektronischen Eigenschaften der Silizium-, Galliumarsenid- und Indiumphosphidkristalle.

In dem vorliegenden Buch wird untersucht, wie solche Inhomogenitäten bei der Herstellung der Kristalle entstehen und durch welche Maßnahmen sie vermieden werden können.

Der Autor ist Leiter des Kristalllabors am Institut für Werkstoffwissenschaften der Universität Erlangen-Nürnberg und hält seit über 10 Jahren Vorlesungen aus dem Bereich der Werkstoffe der Elektrotechnik. Er gilt als international anerkannter Fachmann auf dem Gebiet der Herstellung von Halbleiterkristallen und hat sich vor kurzem mit dem vorliegenden Buch habilitiert.

Zu beziehen über den Buchhandel oder direkt beim Verlag:

W. Selisch · Mikrofilmservice, Druck & Verlag

Fliederweg 4-6 · 8521 Langensendelbach · Telefon 09133/3338 o. 4054

Telex 629817 wase d

BIZ Büroinformationszentrum · Michael-Vogel-Str. 1e · 8520 Erlangen

Telefon: 09131/20005-06 · ttx: 9131374 biz

The Various Institutions for Crystal Growth

How did they all start?
by Michael M. Schieber

Summary

A personal view which describes part of the events which led to the organization of the first International Conference On Crystal Growth, ICCG-1 Boston, MA 1966, to the formation of the Journal of Crystal Growth (first issue January 1967), the formation of the International Organization of Crystal Growth IOCG, July 1971 and the formation of many National Organizations of Crystal Growth including the American Association of Crystal Growth is presented in chronological order. The period covers the years 1962 - 1974 which are considered as important to build the foundation upon which the important institutions of the international community of crystal growth are based today (1985).

Introduction

The profession of crystal growth has always been recognized as important but peripheral to many professions, such as physics, chemistry, electrical engineering, metallurgy, crystallography, mineralogy etc. The scientific meetings of most of these professions did have some papers and sometimes even some sessions on crystal growth, but crystal growers seldom found, in any of those meetings, interest in more than 10 % of the total program of the meeting. What was worse for the profession, was the fact that the few theoreticians working on the field were also dispersed and had very few contacts with the experimentalists. A few scientific meetings dedicated only to crystal growth were held before in the West such as the meeting of the Faraday Society in 1949 or the Coopertown Conference in 1956, however, there was no continuity assured for further similar meetings. In the USSR, meetings of crystal growth were held periodically, but without contact with the Western scientists. In the USSR, crystal growth is considered as a branch of crystallography.

It was in 1963, while working on magnetic crystals, that I tried to enlist the help of other crystal growers to organize internationally periodic meetings on crystal growth. The Proceedings of these meetings were to be published in a monthly scientific Journal. The model I thought then was a modification of the annual meetings on magnetism originally initiated by R.M. Bozorth of Bell Labs, where the Proceedings were published in the March or April issue of the Journal of Applied Physics. The scientists who supported this idea are illustrious names, such as Sir Charles Frank in the UK, Bruce Chalmers in the U.S. or I. Stranski in Germany. Colleagues whose help was essential to succeed in the organization were Bob Laudise and Ken Jackson in the U.S., Bill Bardsley in the UK, Hausshühl and Bethge in Germany, and Chernov in the USSR. But, many others did help, some will be mentioned in the next pages and others not mentioned here, can be found in the list of committee members for the various ICCG meetings as they appear on the various proceedings or on the initial issues of the Journal of Crystal Growth. These memoirs are written at the invitation of Prof. R.S. Fergelson, Past President of ACCG and Editor of its Newsletter, who tries to collect such historical papers for the benefit of the younger generation of crystal growers.

The paper is subdivided into periods, which I will name in crystal growth terms: 1962 - 1964, prenucleation, 1964 - 1968 auto-seeding and 1968 - 1974 necking and growing to the final diameter.

The Period 1962 - 1964 - Prenucleation

I worked in 1962 as a Research Fellow in the field of magnetic crystal growth under Prof. J.C. Anderson at the Imperial College and then in 1963 under Prof. R.V. Jones and J. Van Vleck at Harvard University. As mentioned before, the interdisciplinary aspects of magnetism were very well represented by the annual Bozorth Conferences on Magnetism and the publication of the Proceedings in the Journal of Applied Physics lent strength and attraction to these meetings. Crystal growth of magnetic compounds were well received by these conferences, but there was no contact between these and other colleagues who grew crystals useful in electronics. There was no theoretical crystal growth papers in such meetings. It appeared that each profession was interested only in a very narrow segment of crystal growth, and that neither of the existing meetings was interested in all its aspects. For example, theory of crystal growth, which was essential to experimentalists such as the physics of solidification, was studied by physical metallurgists. Nucleation phenomena were of interest for ceramists and chemical engineers while semiconductors were studied by chemists members of the electro-chemical society. Oxides and minerals were studied by mineralogists while the important silicon technology was studied mainly in microelectronics laboratories by electrical engineers. Almost no cross meetings between these profession did exist at that time.

In July 1964, I started to organize a meeting of all interested parties in one interdisciplinary conference of crystal growth, which should also publish its proceedings in a scientific Journal. Looking to what is being done internationally, I saw that Prof. R. Kern and Dr. W. Bardsley did organize similar conferences in France and the UK, but without publishing any Journal type Proceedings. Prof. Sheftal of the Institute of Crystallography did organize a similar conference in the USSR particularly for the Eastern European Countries but also their Proceedings were not published in a journal. I, therefore, decided to organize one interdisciplinary theoretical and experimental but also international conference on crystal growth where the Proceedings will be published in a prestigious scientific Journal. I found as the most appropriate journal, Physics and Chemistry of Solids edited by my boss at Harvard at that time Dean Harvey Brooks. I realized that Journal publication is superior to the alternative of publishing a special volume, since special volumes are not so available as Journals in scientific libraries. I, therefore, approached Prof. Brooks, who enthusiastically offered his Journal to publish the Proceedings. Having assured Journal publication, I knew then, that my plan to organize the first International Conference on Crystal Growth, ICCG-1 in Boston was underway.

Prof. Bruce Chalmers at Harvard, agreed to chair the Program Committee, and Steff Peiser of the NBS, who was due to be a visiting Professor at Harvard University at that time, agreed to chair the Publication Committee and serve as Editor of the Proceedings. I proceeded immediately to form all the other committees, i.e., to complete the Organizing Committee with the participation of Bob Laudise and Ken Jackson of Bell Labs, Chuck Sahagian of the Solid State Laboratories at Hanscom Field Force Base, whom I asked to head the Financial Committee and Joe Wenckus who was at that time at the A. D. Little Company I asked to head the local arrangements committee. Prof. H. Brooks, Prof. F. Seitz at that time, President of the Academy of Science, and Prof. D. Turnbull of Harvard were invited to participate as advisors to the Organizing Committee.

I accepted at that time in 1964 a staff member position at the National Magnet Laboratory, NML, of MIT and I asked Ken Button who was in charge of the Materials Laboratory of the NML to be Executive Secretary of ICCG-1. I proceeded to form the International Advisory Committee, which was composed of Dr.

W. Bardsley UK, Prof. Kern, France, Profs. Stranski (Berlin), Hausshühl (Köln), Neumann (Bonn) from W. Germany, Prof. H. Bethge from East Germany, Profs. Kato, Hassiguti and Sunagawa from Japan and Prof. Deckeyser from Belgium. I had also intensive correspondence with Prof. Sheftal of the USSR and it appeared that we would be able to cooperate with them on ICCG-1 in general. It looked by the end of 1964 that ICCG-1 was well organized and it would indeed take place at the selected date of June, 1966 and the chosen site of Boston, Mass.

1964 - 1968 - The period of Autoseeding

About a year before the anticipated date of ICCG-1, sometime in July, 1965, the difficulties started. Some of the material organizations in the U.S. who did organize in the past, a few sessions on some aspects of crystal growth, such as the American Ceramic Society, the Electrochemical Society and the American Crystallographic Society, and whose influential leaders (due to my ignorance) were not directly connected with the Organizing Committee of ICCG-1, did object to the organization of the ICCG-1. They did so by speaking to Prof. F. Seitz and Dean Harvey Brooks on the university level and to Bob Laudise and Stefan Peiser on the industrial and governmental laboratory level asking them to cancel ICCG-1. In some cases, there were even demands made to the highly placed members of the Organizing Committee of ICCG-1 to resign from the committee. A compromise was however reached with Prof. Seitz and Brooks, by which ICCG-1, as an American organized conference would remain a one-time conference, without any followup conferences in the following years.

Another difficulty developed soon. A strong international opposition occurred, which was perhaps much more difficult to overcome. Academician Prof. N. Belov, Head of the Institute of Crystallography of the Academy of Sciences of the USSR, had decided to combine their periodic All Soviet Union Meeting of Crystal Growth with the isolated sessions on Crystal Growth which were held occasionally by the periodical congress on Crystallography organized by the International Union of Crystallography (IUCr). The combined meeting was scheduled to be held in July 1966 in Moscow, USSR. Usually the IUCr Symposium on Crystal Growth, which is part of the triannual International Congress of Crystallography, would hold about one or two sessions, which is less than 5 % of the total program of the Congress. However, combining the Symposium with the strong Crystal Growth Conference of the USSR certainly did add more essence and strength to the program of the prospective Moscow Conference. Nevertheless, very few of the European and American Crystal Growers whom I had personally interviewed planned to go to Moscow. The majority promised to come to ICCG-1 Boston.

Prof. Ewald, past President of IUCr, started to correspond with me on this subject asking again to cancel ICCG-1 as a competition to the Moscow meeting. Also, other members of the Executive Committee of IUCr, started to correspond with members of the National Organizing Committee and the International Committee of ICCG-1 requesting them to cancel ICCG-1 in Boston. Prof. Ewald explained in his letters that for crystal growth in German there are two terms: Kristallwachstum (mechanisms and kinetics) and Kristallzüchtung (experimental growth of useful crystals). The first deals with the science, the latter is something like cultivating crystals, however both disciplines belong to Crystallography. Prof. Ewald recognized also that it is true that IUCr, has neglected in the past the Kristallzüchtung. He also recognized that the »farmers« (his term) who cultivated the crystals, should also be allowed to explain their technology in a scientific meeting. However, not in a separate meeting as ICCG-1 because all crystal growth is crystallography, therefore, it could and should be only in the frame of IU-

Crys. Again pressure, and strong pressure was applied internationally on committee members of ICCG-1 to cancel the meeting. As it was the case during the first national organized opposition, cancelling ICCG would have meant to leave the crystal growth community totally fragmented and as peripheral field, at the mercy of other organizations. None of the previous organizers of sessions of crystal growth in the frame of any other organization did succeed to have the international and the interdisciplinary support as ICCG-1 did succeed to have. Therefore, with the help of the majority members of the Organizing Committee, I did not agree to cancel or even postpone ICCG-1 even if at that time I had to compromise and temporarily give up any hopes to assure the possibility of having succeeding conferences. Finally, a compromise was reached with the Russians and IUCr, based on our firm decision not to cancel ICCG. The Russians would attend the ICCG-1 Boston and, we, most of the organizers of ICCG-1, pledged to attend the Moscow meeting and report there the highlights of ICCG-1. This report was left to Bob Parker of NBS, a member of the Program Committee of ICCG-1.

After having assured the organization of ICCG-1 in Boston on June 1966, I faced a new problem. I had understood that Pergamon Press, the Publisher of the Journal of Physics and Chemistry of Solids, would publish the Proceedings of ICCG-1 as a regular, consecutive-numbered volume of the Journal. However, in the last minute, I learned that the Proceedings would be published as an Appendix, or a special volume, which would not be automatically distributed to all the subscribers of the Journal. I realized that without organizing our own international and interdisciplinary journal of crystal growth, our community, composed of both »scientists« and »farmers« would remain at the discretion of other disciplines, for which crystal growth has a secondary importance.

Prof. Bruce Chalmers, Editor of Acta Metallurgica, agreed to coedit with me such a Journal. Ken Button of the National Magnet Laboratory of MIT, who did lend me a strong support during the various crisis periods, visited Dr. W. H. Wimmers, Physics Editor of North Holland Publ. Co. in Amsterdam, the Netherlands. I knew Dr. Wimmers, since I was just ready at that time to publish my book »Experimental Magnetochemistry« (North Holland 1967). Ken Button proposed the publication of the Journal of Crystal Growth with me as Principal Editor and with Prof. Bruce Chalmers as Co-editor. Prof. N. Cabrera agreed later to join as an Editor and member of the Editorial Board. I knew then, that I had succeeded to assure some continuity to ICCG-1, at least in the field of Journal publication. Various members of the Program, Publication and International Advisory Committee of ICCG-1 joined as Associate Editors of the newly formed Journal of Crystal Growth, JCG. Indeed, ICCG-1 Boston took place successfully in June, 1966, and had 650 participants from all over the world, including the USSR. The conference was also financially very successful, and at that time we had an excess of funds of about \$ 5,000.

The next difficulty was how to assure at the end of the conference, the periodicity of ICCG-1. Also, another problem was to whom to transfer the extra funds, in the lack of a recognized organization to receive the funds. A meeting of the International Advisory Committee, with the majority of the American Organizing Committee, held at Boston during ICCG, formed a permanent International Committee on Crystal Growth which took the French name of Comité International de la Croissance Cristalline, CICC. As President was elected Dr. Bill Bardsley, UK, and I was elected Secretary (this time representing Israel, since I accepted a teaching position at the Hebrew University of Jerusalem) and Chuck Sahagian as Treasurer. Members of CICC were Prof. R. Kern, France; Dr. R. A. Laudise, USA; Prof. N. Kato, Japan; and Prof. Haussühl, Germany and other colleagues, whose

names are listed on the Proceedings of ICCG-2 published in the Journal of Crystal Growth Volume 3/4, 1968. The CICC took over the remaining funds of ICCG-1 and decided to hold ICCG-2 in Birmingham in 1968, co-chaired by Dr. W. Bardsley and Prof. McMillan of the University of Birmingham. The Proceedings were to be edited jointly by Brian Mullin and Steffen Peiser, and were to be published in the newly created Journal of Crystal Growth.

During the IUCr. Congress in Moscow, July 1966, IUCr. decided to start a special commission on Crystal Growth, in which Prof. Kern was to represent CICC and a representative of IUCr. was to be invited to represent the Commission of Crystal Growth in CICC. The International Union of Pure and Applied Chemistry accepted CICC as an affiliated Association.

Nevertheless, I knew that without the support of National Organizations of Crystal Growth, the position of CICC would be too weak. The British Association of Crystal Growth was then created in Birmingham in 1968, Prof. Sir Charles Frank was brought back to the Crystal Growth Community by Bill Bardsley, and in Birmingham he accepted the Presidency of CICC, replacing Bill Bardsley. Sir Charles Frank also accepted a position of Co-editor and member of the Editorial Board of the Journal of Crystal Growth.

1968 - 1974 - (Necking and Growing to Final Diameter)

A French Organization of Crystal Growth was formed at a meeting called by Prof. Kern, with my participation as Secretary of CICC. It was called Groupe Francaise de la Croissance Cristalline, G.F.C.C. This group undertook to organize ICCG-3 in Marseille, in 1971. In the meantime, I succeeded to nucleate a Swiss Organization directed by Dr. E. Kaldis, a German Organization led to Prof. Neumann, Prof. Lacmann and Dr. Grabmeier, an Israeli Organization, led by Prof. L. BenDor and myself; and a Japanese Organization led by Prof. Hassiguti, Prof. Kato and Prof. Sunagawa, which organized in Tokyo ICCG-4 in 1974. At ICCG-3 Marseille, in 1971, CICC changed its name to the International Organization of Crystal Growth IOCG which is its present name. Sir Charles Frank was elected as its first President and I was elected Secretary of IOCG. A committee drafted the Constitution of IOCG, which is still valid today. Finally, in the office of Bob Laudise, I had the privilege to participate at a heated discussion in which we succeeded to overcome the objection of several crystal growers at Bell Labs, who objected to the formation of a separate National Organization, and so the American Association of Crystal Growth was formed, Co-chaired by Bob Laudise and Ken Jackson. The first triannual American Conference on Crystal Growth, ACCG-1 was held in Gaithersburg, Md in 1975, followed by ACCG 2, 3, 4 und 5.

The creation of the Journal of Crystal Growth, the International Organization of Crystal Growth and the National Organization of Crystal Growth thus assures the present and future of the crystal growth community and its right to convene interdisciplinary national and international meetings. The Journal of Crystal Growth allows the community to publish its papers, after being competently criticized by peer review, in a journal where crystal growth is the main and not secondary subject. This achievement could never have happened, if not for the active international support I enjoyed from many influential colleagues whose names never were or were not mentioned explicitly in this paper. These colleagues participated in the various committees or editorial boards in service to the international scientific community for crystal growth.

I sincerely thank all of them and you for the help and support you gave me to participate in the creation of the various existing institutions of crystal growth.

Mitteilungen aus anderen Gesellschaften

Vor der eigentlichen Besprechung der Mitteilungsblätter werden für diese Ausgabe die verschiedenen Gesellschaften mit ihrem derzeitigen Präsidenten und Sekretär vorgestellt. Die Rubrik soll - jeweils auf dem neuesten Stand gebracht - in loser Reihenfolge erscheinen.

IOCG:

Präsident:

Prof. Dr. R. Kern, Universite Aix Marseille III,
Faculte de Sciences, F-13397 Marseille Cedex 4

Sekretär:

Prof. Dr. M. Schieber, Grad. School of Appl. Science
and Techn., Hebrew University, Jerusalem, Israel

AACG:

President:

Dr. Anthony L. Gentile, Hughes Research Laboratories
Malibu, CA 90265, U.S.A

Sekretär:

Dr. T. Surek, Solar Energy Research Institute,
1530 Cole Blvd., Golden, Co 80401, U.S.A.

AGKr:

Präsident:

Prof. Dr. H. Fuess, Institut für Kristallographie und
Mineralogie der Universität Frankfurt, Senckenberganlage 30
6000 Frankfurt/Main

AICC:

Präsident:

Dr. C. Paorici, Laboratorio MASPEC/CNR, Via Spezia 73
I-43100 Parma, Italien

Sekretär:

Prof. Dr. Anna Maria Mancini, Physics Institute
Via Amendola 173, I-70125 Bari, Italy

BACG:

Präsident:

Dr. I. Saunders, University of Lancaster,
Lancaster LA 14 YB, Großbritannien

Sekretär:

Dr. M. G. Astles, St. Andrews Road, Gt. Malvern Woods.
WSRF 143PS, Großbritannien

DGKK:

Präsident:

Priv. Doz. Dr. K.W. Benz, Kristalllabor der Universität
Pfaffenwaldring 57, 7000 Stuttgart 80

Sekretär:

Dr. A. Eyer, Fraunhoferinstitut für Solare Energiesysteme
Oltmannstr. 22, 7800 Freiburg

G.F.C.C.

Präsident:

Prof. Dr. R. Collongues, Ecole Nat. Sup. de Chimie
Lab. Chimie Appliquee, 11 Rue Pierre et Marie Curie,
F-75231 Paris Cedex, Frankreich

Sekretär:

Dr. J. J. Metois, CRMCC-CNRS, Campus Luminy Cast 913,
F-13288 Marseilles, Frankreich

HACG:

Sekretär:

Dr. Ervin Hartmann, Research Lab. of Crystal Phys.
Hungarian Academy of Sciences, Budaörsi ut 456,
H-112 Budapest XI, Ungarn

JACG:

Präsident:

Prof. Dr. R. R. Hasiguti, Tokyo University of Sciences,
Kagurazaka, Shinjuku-ku, Tokyo 162, Japan

Sekretär:

Prof. Dr. T. Nishinaga, The Faculty of Engineering
University of Tokyo, 7-3-1, Hongo, Bunkyo-ku,
Tokyo 113, Japan**KKN:**

Präsident:

Dr. G. M. van Rosmalem, University of Technology,
Dept. of Chemistry, NL-2628 RZ Delft, Niederland

Sekretär:

Dr. J. J. M. Binsma, Philips Research Laboratories,
P. O. Box 80.000, NL-5600 JA Eindhoven, Niederland**SGK/SKM:**

Präsident:

Prof. Dr. Schwarzenbach, Institute de Cristallogr.
Universite de Lausanne, B. S. P. Dorigny,
CH-1015 Lausanne, Schweiz

Sekretär:

Dr. H. Flack, Laboratoire de Cristallographie aux Rayons X, Uni-
versite de Geneve, 24 Quai de Ernest Ansermet,
CH-1211 Geneve 4, Schweiz

Sektionsleiter SKM:

Dr. S. Veprek, Anorg.-Chem. Institut,
Universität Zürich, Wintherthurerstr. 190, CH-8057 Zürich,
Schweiz

Sekretär SKM:

Dr. J. Bilgram, Lab. für Festkörperphysik ETHZ,
ETH - Hönggerberg, CH-8093 Zürich, Schweiz**VDI/GVC:**

Präsident:

Prof. Dr. G. Matz, Bayer AG, 5600 Wuppertal 1

Spanish Association of Crystal Growth

Präsident:

Prof. R. Rodrigues-Clemente, Museo Nacional,
Ciencias Naturales CSIC, E-28006 Madrid, Spanien**AGKr**

Heft 8 der Kristallographie-Nachrichten vom Mai 1986 beginnt mit einem Beitrag des Leiters der AGKr Prof. H. Fuess, der zur Mitgliederwerbung aufruft. Es wird festgestellt, daß die verschiedenen Wissenschaftsbereiche, die kristallographische Methoden einsetzen, in der AGKr höchst unterschiedlich vertreten sind: anorganische Festkörperchemie und Mineralogie traditionell stark, dagegen Bereiche wie Materialwissenschaften und Kristallzüchtung nur gering. Dieser Zustand könne durch verstärkte Mitgliederwerbung und Bildung von Untergruppen abgeändert werden. Dadurch würde die Stellung der AGKr z. B. in internationalen Gremien aufgewertet.

Es folgt ein Beitrag von L. Bohaty über die 25. Diskussionstagung der AGKr in Giessen vom 10. bis 12. März. Es wurde beklagt, daß viele wichtige Komponenten der Kristallographie - wie z. B. Kristallzüchtung und -charakterisierung, Kristallphysik und materialwissenschaftliche Gesichtspunkte - kaum oder nur am Rande vertreten waren.

Es schließt sich das Protokoll der Mitgliederversammlung an. Als wichtigster Punkt erscheint uns der Bericht einer - zur Frage der Neuorganisation der Kristallographie in Deutschland - gebildeten Kommission. Die Kommission sprach eine Empfehlung aus, deren Ziel die Bildung einer »Deutschen Kristallographi-

schen Gesellschaft« ist. Als Beitrag zur Diskussion über die Organisationsform hat der Leiter Doppelmithgliedschaften zusammengestellt:

AGKr - DMG	250
AGKr - DGKK	59
AGKr - FG Festkörperchem.	99
AGKr - Anal. Ch. (KSAM)	55

Die Diskussion wurde so zusammengefaßt, daß die Kommission den Auftrag erhält, die Fragen nach Assoziation mit den Trägergesellschaften und innerer Struktur zu der gegründeten Gesellschaft zu klären, sowie ein Strategiepapier vorzulegen, das als Grundlage für eine Mitgliederbefragung dienen soll.

Es folgen Tagungshinweise, Personalien und Buchbesprechungen. Daran anschließend wird die Reihe »Kristallographie in der Bundesrepublik« mit einer Vorstellung der Kristallographischen Institute der TU Clausthal und der Universität Frankfurt fortgesetzt. Den Abschluß des Heftes bilden Stellenausschreibungen.

SGK

Das Juniheft der Schweizerischen Gesellschaft für Kristallographie beginnt mit einer Würdigung des Paracelsus Preisträgers 1986: Prof. J. D. Dunitz. Der Paracelsus Preis wird alle zwei Jahre von der Schweizerischen Chemischen Gesellschaft für außergewöhnliche, international anerkannte Arbeiten auf dem Gebiet der chemischen Forschung verliehen. Prof. Dunitz erhielt die Auszeichnung »für seine richtungsweisenden Arbeiten über die Beziehungen zwischen den Röntgenstrukturdaten von Molekülen, ihrem mechanischen dynamischen Verhalten und ihrer Elektronenstruktur«.

Es folgt ein Nekrolog auf M. J. Buerger, der am 25. Februar 1986 in Lincoln, Mass. im Alter von 82 Jahren verstarb. Prof. Buerger ist bekannt geworden durch die Erfindung der Präzessionskamera, zur direkten Abbildung des nicht-verzerrten reziproken Gitters.

Daran schließt sich eine Würdigung von Dr. H. Waldmann an, einem Gründungsmitglied der SGK.

Es folgen ausführliche Tagungshinweise mit kurzen Abstracts der Vorträge sowie ein Tagungskalender. Den Abschluß des Juni Heftes bildet ein Abdruck des März Newsletters der »IUCr Commission on Small Molecules«.

Das Septemberheft beinhaltet die Abstracts der Vorträge und Poster für die Jahrestagung der SGK am 9. Oktober in Bern. Das Thema der Tagung ist: »Quasikristalle und Inkommensurable Phasen«. Den Abschluß bildet das Protokoll der Jahreshauptversammlung 1985.

G. F. C. C.

Das Juliheft der Groupe Francais de Croissance Cristalline beginnt mit einem Beitrag zur Jahrestagung der GFCC im März 1987. Die Organisation des Treffens wird vom Institut für Festkörperphysik der Universität Nantes durchgeführt. Dies wird zum Anlaß genommen, das Institut vorzustellen. Es folgt eine Zusammenfassung der Sitzung der Vorsitzenden der Arbeitskreise der Gesellschaft in Paris. Daran schließt sich ein Bericht vom Treffen des Arbeitskreises »Züchtung hochschmelzender Verbindungen« am 24. April in Paris an. Das Treffen stand unter dem Motto »Vom Einkristall zum Glas: Die Diversifikation von Lasermaterialien und ihre Anwendung«.

Die Eröffnung der Technologiewerkstatt für mikroelektronische Bauteile des Centre D'Electronique de Montpellier der Universität des Languedoc gibt den Anlaß dieses vorzustellen. Ausrüstung und Möglichkeiten des Labors werden beschrieben. Ein Artikel von O. Retout mit dem Titel »Gibt es den Idealkristall« bildet den Abschluß des Heftes.

BACG

Der Mai-Newsletter der British Association on Crystal Growth beginnt mit Chairman's Notes des Vorsitzenden Ian Saunders. Neben organisatorischen Fragen wird auf die Überlegung eingegangen, den Austausch von Studenten der Fachrichtung Werkstoffwissenschaften zwischen Deutschland und England zu aktivieren. (Dieser Punkt kam auch auf unserer letzten Jahreshauptversammlung zur Sprache).

Der sich anschließende Artikel von Michael Schieber »The Various Institution For Crystal Growth, How Did They All Start?« wurde aus dem Novemberheft der American Association for Crystal Growth übernommen. (Der Artikel ist auch in dieser Ausgabe unseres Mitteilungsblattes abgedruckt).

Es folgen Personalien und Tagungsankündigungen. Den Abschluß des Heftes bildet das Inhaltsverzeichnis der Bände 73/3 und 74 vom Journal of Crystal Growth.

Wie das Maiheft beginnt auch das Septemberheft mit einem Beitrag des Präsidenten. Er bedankt sich an dieser Stelle nochmals bei den Organisatoren von ISSCG-6 in Edinburgh und ICCG-8 in York. Weiter geht er auf die derzeit bestehenden Möglichkeiten eines verbilligten Bezuges des Journals of Crystal Growth ein. (Herr Jakob berichtete darüber auf der letzten Mitgliederversammlung).

Es folgen Personalien, eine Buchbesprechung und ein Tagungskalender. Daran schließt sich ein ausführlicher Bericht über die Sommerschule in Edinburgh an. Den Abschluß des Heftes bilden Inhaltsverzeichnisse der Bände 6 bis 11 der Reihe Progress in Crystal Growth and Characterization sowie der Bände 75 und 77 des Journal of Crystal Growth.

Johannes Schmitz

Tagungskalender

1986

22. - 24. Oktober Atlantic City (NJ)/USA
AACG East, 1st Conference on Crystal Growth

G. M. Loiacono, Philips Laboratories, 345 Scarborough Road
Briarcliff Manor, NY 10510, U.S.A.

24. - 26. Oktober Bath/U.K.
BACG Annual Meeting

Dr. M. G. Astles, R. S. R. E., St. Andrews Road, Great Malvern,
Worcs. WR14 3PS

19. - 24. Oktober San Diego (CA)/U.S.A.
Fall Meeting of the Electrochemical Society

The Electrochemical Society, Inc.,
10 South Main Street, Pennington
NJ 08543-2896, U.S.A.

27. - 31. Oktober Baltimore (MD)/U.S.A.
6th Internat. Congress on Solid Surfaces

Ms. M. Churchill, American Vacuum Society
335 East 45th Street, New York, NY 10017

10. - 13. November Arlington (VA)/U.S.A.
5th Internat. Congress on Applications of Lasers and Electro-
Optics

Laser Institute of America, 5151 Monroe St., Suite 102W,
Toledo, OH 43623, U.S.A.

17. - 20. November Baltimore (ML)/U.S.A.
31st Conference on Magnetism and Magnetic Materials

Edward Della Torre, Dept. of EE & CS
The George Washington University,
Washington, DC 20052, U.S.A.

25. November London/U.K.
Meeting on Rare Earth-Intermetallics

Inst. of Physics, Meeting Office
47 Belgrave Square, London SW1X 8QX, U.K.

1. - 5. Dezember Boston (MA)/U.S.A.
Materials Research Society Fall Meeting

J. B. Balance, Materials Research Society,
89 McNight Road, Suite 327
Pittsburgh, PA 15237, U.S.A.

2. - 5. Dezember Bordeaux/F
6th European Symposium on Materials Sciences under Micro-
gravity

Dr. J. C. Launay, Laboratoire de Chimie du Solide
du CNRS, F-33405 Talence

2. - 3. Dezember Grenoble/F
Internat. Symp. on Thin Film Measurements:
Dimensional Characterisation of Thin Film Structures

Soc. Francaise du Vide, 19 Rue du Renard
F-75004, Paris, France

15. - 19. Dezember London/U.K.
Engineering with Ceramics

G. Syers, Composites Lab., Rolls-Royce Ltd.,
Alfreton Rd., P. O. Box 31, Derby DE2 8BJ.

1987

11. - 17. Januar Bellingham (WA)/U.S.A.
Conf. on Opto-Electronics and Laser Application in Science and
Engineering

Soc. of Photo-Optical Instrumentation Engineers
POB 10, Bellingham, WA 98227, U.S.A.

11. - 16. Januar Los Angeles (CA)/U.S.A.
2nd Annual Symposium on Optoelectronics and Laser Applica-
tion

19. - 22. Januar Reno (NV)/U.S.A.
Conf. on Optical Fiber Communication and Integrated Optics

Dr. J. W. Quinn, Optical Soc. of America, Inc.,
1816 Jefferson Place, NW, Washington, DC 20036, U.S.A.

9. - 13. März Osnabrück/D
DGKK Jahrestagung und Fachsymposium

A. Eyer, Fraunhoferinstitut für Solare Energiesysteme
Oltmannstr. 22, D-7800 Freiburg

9. - 14. März Münster/D
Frühjahrstagung des Arbeitskreises Festkörperphysik der DPG

Dünne Schichten
Prof. Dr. H. Hofmann, Institut für Angewandte Physik der Universität, Universitätsstr. 31, D-8400 Regensburg

Dynamik und Statische Physik
Prof. Dr. R. Klein, Fakultät für Physik der Universität, Postfach 55 60, D-7750 Konstanz

Halbleiterphysik
Prof. Dr. P. Grosse, I. Physikalisches Institut der RWTH Sommerfeldstraße, Turm 28, D-5100 Aachen

Magnetismus
Prof. Dr. Dr. H. H. Mende, Institut für Angewandte Physik der Universität, Corrensstr. 2/4, D-4400 Münster

Metallphysik
Prof. Dr. K. Urban, Institut für Werkstoffwissenschaften der Universität, Martensstr. 5, D-8520 Erlangen

Tiefe Temperaturen
Dr. H. E. Hoenig, Siemens AG - ZFE TPH 1, Postfach 32 40, D-8520 Erlangen

10. - 13. März Strassburg/F
International Symposium on Trends and New Applications in Thin Film and Exhibition

Soc. Francaise de Vide, 19, Rue du Renard, F-75004 Paris

23. - 27. März Bay Point, Florida/U.S.A
Advances in Semiconductors and Semiconductor Structures

- Six Conferences:
1. Quantum Well and Superlattice Physics
 2. Ultrafast Lasers Probe Phenomena in Bulk and Microstructure Semiconductors I
 3. Growth of Compound Semiconductors
 4. Advanced Processing of Semiconductors Devices. Modern Optical Characterisation Techniques for Semiconductors and Semiconductor Devices
 5. Characterisation of Very High Speed Semiconductor Devices and Integrated Circuits: Critical Review of Technology

SPIE Technical Program Committee/Bay Point '87
P. O. Box 10, Bellingham, WA 98227-0010, U.S.A.

26.-27. März Erlangen/D
Arbeitskreis über Herstellung und Charakterisierung von massiven GaAs- und InP-Kristallen P. Glasow, Siemens FL-AMF3 Paul-Gossen-Str., 8520 Erlangen

29. März - 1. April Aachen/D
1st European Workshop on MOVPE
M. Heyen, Aixtron, Jülicherstr. 336
D-5100 Aachen

30. März - 1. April Berlin/D
26. Diskussionstagung der AGKr
Tagungsschwerpunkte:
- Biochemische Kristallographie
- Spektroskopische Methoden in der Kristallographie

Prof. Dr. W. Saenger, Institut für Kristallographie der Freien Universität Berlin
Takustr. 6, 1000 Berlin 33

30. März - 3. April Berlin/D
51. Physikertagung und Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V., Geschäftsstelle, Hauptstr. 5, 5340 Bad Honnef 1

1. - 3. April Tübingen/D
DTA/DSC-Untersuchungen zur Polymer-Charakterisierung

Prof. Dr. D. Krug, Inst. Anorg. Chemie, Univ. Tübingen, Auf der Morgenstelle 18, D-7400 Tübingen

6.-8. April Oxford/U.K.
Conference of Microscopy of Semiconducting Materials
Institute of Physics, Meeting Officer, 47, Belgrave Square, London SW1X 8QX, U.K.

6.-9. April Oxford/U.K.
British Crystallographic Association Spring Meeting

Dr. J. C. Halfpenny, Dept. of Chemistry, Napier College, Colinton Road, Edinburgh EH 10 5 DT, U.K.

7. -10. April Pisa/I
7th General Conference of the Condensed Matter Division of the European Physical Society

G. Grosso, Univ. di Pisa, Dipt. di Fisica, 2, Piazza Toricelli, I-56100 Pisa, Italy

27. - 29. April Monterey (CA)/U.S.A.
Defect Recognition and Image Processing in III-V Compounds (DRIP II)

Prof. Eike Weber, Dept. of Material Sciences, University of California, Berkeley, CA 94720, U.S.A.

4. - 5. Mai Düsseldorf/D
World Conference on Thermal Analysis

Dr. V. N. Bhatnager, Alena Enterprises of Canada, POB 1779, Cornwall, Ontario K6H 5V7, Canada

17. - 22. Mai Philadelphia (PA)/U.S.A.
Electrochemical Society Spring Meeting

The Electrochemical Society, Inc.,
10 South Main Street, Pennington,
NJ 08543-2896, U.S.A.

27. - 29. Mai Brighton/U.K.
6th International Conference on Ion and Plasma Assisted Techniques

IPAT Secreteriat, CEP Consultants Ltd.,
26 Albany Street, Edinburgh EH1 3QH, U.K.

1. - 3. Juni Malmö/S
5th Conference on Semi-Insulating III-V Materials
P. Omling, Conference Secretary, Dept. of Solid State Physics, University of Lund, Box 118, S-221 00 Lund, Schweden

6. - 10. Juli Lyon/F
8th International Conference on the Chemistry of the Organic Solid State (ICCOSS VIII)

Dr. Roger Lamartine, Laboratoire de Chimie Industrielle, Groupe de Recherches sur les Phenols,

Universite Claude Bernard
43 Boulevard du 11 Novembre 1918,
69622 Villeurbanne, Cedex, France

6. - 10. Juli Cambridge/U.K.
International Conference of Phase Transformation in Solids

Ms. J. Butler, Metals Soc., 1, Carlton House Terrace,
London SW1Y5DB, U.K.

6. - 10. Juli Canterbury/U.K.
8th International Meeting on NMR Spectroscopy

Ms. Y. A. Fish, Royal Soc. of Chemistry, Burlington House
London W1V 0BN, U.K.

12. - 17. Juli Monterey (CA)/U.S.A.
Joint Conference: 7th American Conference on Crystal Growth
and 3rd International Conference on II-VI Compounds

Larry Rothrock, Union Carbide Electronics
1300 Esther Street, Vancouver, WA 98660, U.S.A.

15. - 17. Juli Manchester/U.K.
International Conference on Deposition and Characterisation
of Electronic Materials

Prof. J. O. Williams, Chemistry Department and Center of Elec-
tronic Materials, UMIST, P.O. Box 88,
Sackville Street, Manchester M 60 1QD, U.K.

22. - 26. Juni Amsterdam/NL
2nd International Conference on the Structure of Surfaces

Ms. L. Roos, Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Mate-
rie (FOM), 407, Kruislaan, NL-1098 5J Amsterdam

5. - 8. August Lucas Heights/Australien
Conference on Neutron Scattering

International Council of Scientific Unions, 51 Bd. de
Montmorency, F-75016 Paris, France

6. - 8. August Tampere/Finnland
European Conference on Metallic Thin Films

Prof. M. Pessa, Tampere University of Technology,
Dept. of Physics, POB 527, SF-33101 Tampere, Finland

12. - 20. August Perth/Australien
14th Congress of the International Union of Crystallography

Dr. E. N. Maslen, University of Western Australia
Crystallography Center, Nedlands 6009, Western Australia

21. - 22. August Perth/Australien
Meeting on X-Ray Powder Diffractometry

Dr. B. O'Connor, Western Australian Institute of Technology,
Kent St., Bentley, WA 6102, Australia

24. - 28. August Prag/CZ

27. August - 7. September Erice/I
International School of Crystallography
13th Course: Crystal Growth in Science and Technology

H. Arend, Laboratorium für Festkörperphysik der ETH
Hönggerberg, CH-8039 Zürich

6. - 11. September Garmisch Partenkirchen/D
6th International Conference on Solid State Ionics

Prof. Dr. Weppner, MPI für Festkörperforschung, Heisen-
bergstr. 1, D-7000 Stuttgart 80

6. - 11. September Manchester/U.K.
European Magnetics Conference

Institute of Physics, Meeting Officer, 47, Belgrave Square,
London SW1X 8QX, U.K.

13. - 18. September Versailles/F
Secondary Ion Mass Spectrometry Conference

Soc. Francaise du Vide, 19, Rue du Bernard, F-75004 Paris

16. - 18. September Hull/U.K.
BACG Annual Meeting

Dr. M.G. Astles, R.S.R.E., St. Andrews Road, Great Malvern,
Worcs. WR14 3PS

21. - 25. September Duisburg/D
9th International Symposium on Boron, Borides and Related
Compounds

Prof. Dr. H. Werheit, Universität Duisburg, Fachbereich 10 -
Physik, POB 101 629, D-4100 Duisburg

18. - 22. Oktober Honolulu (HI)/U.S.A.
Fall Meeting of the Electrochemical Society

The Electrochemical Society, Inc.,
10 South Main Street, Pennington
NJ 08543-2896, U.S.A.

9. - 12. November Chicago (Ill)/U.S.A.
32nd Conference on Magnetism and Magnetic Materials

Edward Della Torre, Dept. of EE & CS
The George Washington University,
Washington, DC 20052, U.S.A.

1988

2. Januarhälfte Freiburg/D
DGKK Fachsymposium

2. Märzwoche
DGKK Jahrestagung

A. Eyer, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme,
Oltmannstr. 21, D-7800 Freiburg

11.-15. Juli Vancouver/Canada
Joint INTERMAG/Magnetism and Magnetic Materials Conferen-
ce

Institute of Electrical and Electronic Engineers Inc. (IEEE)
Conference Coordination, 345 E 47th St., New York, NY 10017

26. - 29. September St. Helier, Jersey/U.K.
European Gallium Arsenide Conference

Institute of Physics, Meeting Officer, 47 Belgrave Square,
London SW1X 8QX, U.K.

1989

20. - 25. August Sendai/Japan
International Conference on Crystal Growth (ICCG-9)

26. - 31. August
International Summer Scool on Crystal Growth (ISSCG-7)

Prof. T. Nishinaga, Dept. Elect. Eng., University of Tokyo,
7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan

1990

Juli Bordeaux
16th General Assembly and International Congress of Crystallography

Prof. M. Hospital, Laboratoire de Cristallographie et de Physique Cristalline, Universite de Bordeaux 1,
351 Cours de la Liberation, F-33405, Talence

1991

8. - 14. September Edinburgh/U.K.
International Conference on Magnetism

Institute of Physics, Meeting Officer, 47 Belgrave Square,
London SW1X8QX, U.K.

Johannes Schmitz

Personalien

Neumitglieder

Die Mitgliederzahl entwickelt sich weiterhin erfreulich nach oben. Sie betrug zum 1. 10. 86 384 und setzte sich wie folgt zusammen:

- 292 Vollmitglieder
- 74 Studentische Mitglieder
- 18 Korporative Mitglieder

Als neue Mitglieder begrüßen wir in der Reihenfolge ihres Eintritts:

Prieß Renate Dr. Dipl.-Chem.
Preussag AG Metall SMA
3394 Langelsheim
Telefon 05321/71-3677

Mitgliedsnummer: 443 M, Eintrittsdatum: 1. 4. 86

Kristallzüchtung, Verbindungshalbleiter, Bearbeitung und Charakterisierung

Kolbe Wulf
Philips Forschungslaboratorium
VogtKölln Str. 30
2000 Hamburg 54
Telefon 040/5493-527

Mitgliedsnummer: 444 M, Eintrittsdatum: 1. 3. 86

Einkristallzüchtung aus der Schmelze, Czochralski-Verfahren, Skull-Melting speziell die Herstellung von Granateinkristallen für Anwendungen in der Epitaxie

Gerhard-Multhaupt Reimund Dr.-Ing. Dipl.-Phys.
Heinrich-Hertz-Inst. f. Nachrichtentechnik
Einsteinufer 37
1000 Berlin 10
Telefon 030/31002-282

Mitgliedsnummer: 445 M, Eintrittsdatum: 1. 1. 86

Elektro-optische Kristalle (Pockels- u. Kerr-Effekt) für Anwendungen in Licht-Ventilen (räumlichen Licht-Modulatoren)

Boliden Semitronic AB
attn. J. Seretis

Box 11192
S-16111 Bromma
Schweden
Telefon 8/7835880

Mitgliedsnummer: 446 K, Eintrittsdatum: 27. 2. 86

Herstellung von III-V Materialien

Behrle Rainer Dr. Dipl.-Phys.
Dornier System GmbH, Abt. ERTK
Postfach 13 60
7990 Friedrichshafen
Telefon 07545/84715

Mitgliedsnummer: 447 M, Eintrittsdatum: 24. 3. 86
Kristallzucht unter Schwerelosigkeit

Wietbrock
Dornier System GmbH

Postfach 13 60
7990 Friedrichshafen
Telefon 07545/82128

Mitgliedsnummer: 448 M, Eintrittsdatum: 24. 3. 86

Kristallzucht unter terrestrischen und schwerelose Bedingungen

Enders Rolf
Preussag AG, SMA

3394 Langelsheim
Telefon 05321/71-0

Mitgliedsnummer: 449 M, Eintrittsdatum: 10. 4. 86

Kristallzüchtung von III/IV-Verbindungshalbleitern, MBE von IV-VI-Verbindungshalbleitern

Geiger Holger Dr. Dipl.-Chem.
Preussag AG, SMA

3394 Langelsheim
Telefon 05321/71-3680

Mitgliedsnummer: 450 M, Eintrittsdatum: 10. 4. 86

Oxid-Kristallzüchtung, Kristallcharakterisierung

Neuroth Markus
Min. Inst. der Uni

Poppelsdorfer Schloß
5300 Bonn
Telefon 02232/26512

Mitgliedsnummer 451 S, Eintrittsdatum: 12. 2. 86
Floridische Neutronenzintillator Kristalle

Boother Caropl
JMC

Joergstr. 88
8000 München 21
Telefon: 089/5801665

Mitgliednummer: 452 M, Eintrittsdatum: 5. 5. 86

Beratung der Kristallzuchtindustrie

Heime Klaus Prof. Dr.
Uni GH Duisburg
Kommandantenstr. 60
4100 Duisburg

Mitgliedsnummer: 453 M, Eintrittsdatum: 27. 5. 86

Gerlach Holger
Mineral.-Petrogr. Institut der Uni
Grindelallee 48
2000 Hamburg 13

Mitgliedsnummer: 454 S, Eintrittsdatum: 27. 6. 86

Hydrothermal- und Fluxkristallzüchtung von Seltenerdverbindungen, Röntgenkristallographie

Decker-Schultheiß Gisela
Telefon 07831/349

Mitgliedsnummer: 455 S, Eintrittsdatum: 2. 7. 86

Hildmann Dr. Dipl. Ing.
DFVLR
Inst. für Werkstofforschung
Linder Höhe 5000 Köln 90
Telefon 02203/601-2178

Mitgliedsnummer: 456 M, Eintrittsdatum 18. 7. 86

Röntgen- und Neutronenbeugung, Phasenumwandlungen, Kristallzucht

Engel Günther Dr. Dipl. Ing.
AVL List GmbH
Kleiststr. 48
A 8020 Graz
Österreich
Telefon 0316/987-528

Mitgliedsnummer: 457 M, Eintrittsdatum: 20. 8. 86

Grundlagen und Anwendungen piezoelektrischer Kristalle

Hofmann Dieter, Dipl. Ing.
Inst. für Werkstoffwissenschaften der Univ. Erlangen
Martensstr. 7
8520 Erlangen
Telefon 09131/85-7757

Mitgliedsnummer: 458 M, Eintrittsdatum: 1. 10. 86

Kristallzüchtung von III-V-Verbindungen, Schmelzzüchtung, spez. horizontales und vertikales Bridgmanverfahren.

Borus Ekhard Dr. Dipl. Min.
Cambridge Instruments GmbH
Harnacherstr. 35
4600 Dortmund

Mitgliedsnummer: 459 M, Eintrittsdatum: 6. 10. 86

Anwendung und Verkauf von Bildanalysen- und Bildverarbeitungssystemen und Rasterelektronenmikroskopen in der Halbleiterindustrie

Ennen Helmut Dr. Dipl. Phys.
Fraunhofer Institut für Angewandte Festkörperphysik
Eckerstr. 4
7800 Freiburg
Telefon 0761/2714-229

Mitgliedsnummer: 460, Eintrittsdatum: 1. 11. 86

Störstellenuntersuchungen in III-V-Halbleitern

Weimann Günter Dr. Dipl. Phys.
Forschungsinstitut der Deutschen Bundespost FI43
Am Kavalleriesand 3
6100 Darmstadt
Telefon: 06151/833510

Mitgliedsnummer: 461 M, Eintrittsdatum: 1. 1. 87

III-V-Halbleiter, MBE

Veränderungen

Bei folgenden Mitgliedern haben sich berufliche Veränderungen ergeben:

Siebers Friedrich
Schott Glaswerke, Abt. WET-1
Hattenbergstr. 10
6500 Mainz 1
Telefon 06131/663140

Mitgliedsnummer: 348 M, Eintrittsdatum: 1. 4. 86

Entmischung, Keimbildung und Kristallisation in Gläsern und Glaskeramik

Giese Ulrich
NEC Electronics/Europe GmbH
Abt. PMKT UCOM
Oberrather Str. 4
4000 Düsseldorf 30

Mitgliedsnummer: 327 M, Eintrittsdatum: 1. 1. 84

Lösungs- und Abscheidevorgänge in Halbleiterkristallen, Entwicklung und Anwendung applikationsspez. IC's (ASIC's, Gate Arrays, Standartzellen IC's)

Baumann Gerhard Dr. Dipl. Phys.
Siemens AG, ZT ZFE FKE 13
Otto-Hahn-Ring 6
8000 München 83
Telefon 089/636 44487

Mitgliedsnummer: 238 M, Eintrittsdatum: 19. 2. 81

Epitaxie von III-V-Verbindungshalbleitern

Morlock Ulrich
MPI f. Festkörperforschung
Heisenbergstr. 1
7000 Stuttgart
Telefon: 0711/6860 483

Mitgliedsnummer: 367 S, Eintrittsdatum: 1. 1. 85

Flüssigphasenepitaxie von III-V-Halbleitern und Si, Nukleations- u. Wachstumsvorgänge

Rusche Christian
VALVO RHW
Abt. DH-Entwicklung
Stresemannallee 101
2000 Hamburg 54

Mitgliedsnummer: 161 M, Eintrittsdatum 19. 11. 74

Kristallzüchtung, speziell Czochralski-Verfahren

Hinsch Thorsten R.
Mineralog.-Petrograph. Inst. der Uni
Grindelallee 48
2000 Hamburg 13
Telefon 040/4123-2073

Mitgliedsnummer: 395 S, Eintrittsdatum: 1. 3. 85

Kristallographie, Kristallchemie, Kristallzüchtung

Schmidt Bertram Dr. Dipl.-Phys.
Telefunken Electronic
Heilbronn
Telefon 07131/672693

Mitgliedsnummer: 231 M, Eintrittsdatum: 1. 4. 80

Röntgentopographie, Röntgenphasenanalyse, Kristallzüchtung, Elektronenmikroskopie (TEM, REM, STEM)

Wir wünschen allen viel Erfolg in ihrem neuen Tätigkeitsbereich!

Kleine Veränderungen oder Ergänzungen in der Adresse oder dem Arbeitsgebiet ergaben sich bei folgenden Mitgliedern:

Frenzl Hans J.
Siemens AG, Abt. WDH LIZ
Frankfurter Ring 152
8000 München 46
Telefon 089/3500-2777

Mitgliedsnummer: 397M, Eintrittsdatum: 1. 1. 85

Polysiliciumherstellung, Scheibenherstellung, Züchtung von Si-Einkristallen (CZ und FZ), Diffraktometrie

Adler Hans-Jürgen Dr. Dipl.-Min.
Institut für Mineralogie und mineralische Rohstoffe der TU
Adolph-Roemer-Str. 2A
3392 Clausthal-Zellerfeld
Telefon 05323/72-2207

Mitgliedsnummer: 282 M, Eintrittsdatum: 20. 4. 83

Kristallzüchtung, Epitaxie, Kristallmorphologie

Johnson Matthey Metals LTD
Otto-Volger-Str. 19
6231 Sulzbach 1
Telefon: 06191/73902-05

Mitgliedsnummer: 183K, Eintrittsdatum: 9. 3. 76

Hochreine Chemikalien, speziell hochreine Metalle (z. B. IN), Seltene Erden, Hochreine Oxide, Niobate, Tantalate, Germanate, B₂O₃, Y₂O₃, Gd₂O₃, YIG, YAG (alle in Pulverform), Dotierstoffe

Meier Jörg
Inst. für Theoretische und Physikalische Chemie
Hans-Sommer-Str. 10
3300 Braunschweig
Telefon 0531/3915331

Mitgliedsnummer: 431 S, Eintrittsdatum: 1. 1. 86

Fremdstoffbeeinflussung von Kristallisationsvorgängen

Paus Hans J. Priv. Doz. Dr.
2. Physikal. Inst.
Pfaffenwaldring 57
7000 Stuttgart
Telefon 0711/686 5223

Mitgliedsnummer: 432 M, Eintrittsdatum: 31. 1. 86

Spektroskopie von Störstellen, neue Laser-Kristallsysteme, Kristallzücht: Alkali- u. Erdalkalihalogenide, Fluor- u. Chlorperovskite, Elapsolite nach Bridgman und Czochralski

Wenn Sie auf dem Gebiet Kristallwachstum, -züchtung, -charakterisierung und -anwendung tätig und noch nicht Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung (DGKK) sind, so treffen Sie eine wichtige Entscheidung und

werden Sie Mitglied der DGKK!

- Sie sind willkommen in einem Kreis von fast 400 Fachkollegen, die einer Gesellschaft angehören, deren Zweck ist
- Forschung, Lehre und Technologie auf dem Gebiet von Kristallwachstum und Kristallzüchtung zu fördern,
 - über entsprechende Arbeiten und Ergebnisse durch Tagungen und Mitteilungen zu informieren,
 - wissenschaftliche Kontakte unter den Mitgliedern und die Beziehung zu anderen wissenschaftlichen Gesellschaften zu fördern, sowie
 - die Interessen ihrer Mitglieder auf nationaler und internationaler Ebene im Sinne der Gemeinnützigkeit zu fördern.

Damit kann die Gesellschaft zu einer wesentlichen Unterstützung Ihrer beruflichen Aktivitäten beitragen. Zögern Sie daher nicht und senden Sie noch heute das ausgefüllte Anmeldeformular ab!

(Jahresbeitrag DM 30,-; für Studenten DM 15,-)



DGKK-Schriftführer
Dr. Achim Eyer
Fraunhofer Institut für solare Energiesysteme
Oltmannsstr. 22
D - 7800 Freiburg

Antrag auf Mitgliedschaft

Ich (Wir) beantrage(n) hiermit die Mitgliedschaft in der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung e. V. (DGKK).

- Art der Mitgliedschaft:
- ordentliches Mitglied
 - studentisches Mitglied
 - korporatives Mitglied

Gewünschter Beginn der Mitgliedschaft:

Dienstanschrift:

(Name) (Vorname) (Titel) (Beruf)

*) (Firma, Institut, etc.)

(Straße, Haus-Nr.)

(Plz., Ort) (Tel.)

Privatanschrift:

(Straße, Haus-Nr.)

*) (Plz., Ort) (Tel.)

Meine (Unsere) wissenschaftlichen Interessen- und Erfahrungsgebiete sind:

.....
.....
.....

..... den

(Unterschrift)

*) bitte unbedingt ankreuzen, unter welcher Anschrift der Schriftwechsel geführt werden soll.

SELISCH

W. SELISCH-MIKROFILMSERVICE
DRUCK & VERLAG

Fliederweg 4-6, D-8521 Langensendelbach
☎ 09133/3338 o. 4054, Telex '629817 wase d

Farbkopien
Farboverheadfolien
Vortrags- u. Seminarfolien
auf Cibachrome und
offsetgedruckt

• **Offsetdruck**
in SW und Farbe
• **Mikrografie**
Beratung - Verkauf
Dienstleistung

Bildausschnitt
Farbkorrektur
Geradestellen
des Horizonts
Individuelle
Farbabzüge
vom **Dia**
10x15 13x18 18x24

COMPUTERGESCHNITTENE
SCHRIFTZÜGE und SIGNETS
aus farbiger Selbstklebefolie
für Werbung + Information
für Innen + Außen
Wir digitalisieren auch IHR Firmenzeichen!

- Anwendungsbereiche
- Autobeschriftungen
 - Firmenschilder
 - Schaufensterwerbung
 - Messwerbung
 - Wegweiser
 - Hinweisschilder

• **Fotosatz**
• **Reinzeichnung**
• **Beratung**
in allen Teilbereichen