

Inhalt

Mitteilungen der DGKK	3
Stellenanzeigen/Gerätebasar	6
MASPEC Institute, CNR Parma	7
Parma — Eine Stadt stellt sich vor	8

GaAs-Forschung in Deutschland	9
Tagungsberichte	14
Schmunzelecke	20
Tagungskalender	22
Mitteilungen anderer Gesellschaften ...	24
Personalien	24

Redaktion

Chefredakteur	G. Müller 09131/85-7636 -7633 -7504 fax
Übersichtsartikel	K. Fischer 02461/61-4732
Kristallzüchtung in D	A. Höch 05321/71-36 77 H. Walcher 0761/2714-370
Tagungsberichte	D. Mateika 040/5493-553
Aktivitäten von und für junge Kristallwissenschaftler	C. Sussieck-Fornefeld 06221/56-2806
Mediothek	
Stellenangebote und -gesuche	
Mitteilungen der DGKK	A. Eyer 0761/40164-62
Mitteilungen ausländischer Schwestergesellschaften	J. Schmitz 0761/2714-370
Tagungskalender	
Verschiedenes	R. Köbler 0721/608-3558
Bücherecke	R. Diehl 0761/2714-286 G. Müller
Schmunzelecke	R. Diehl
Anzeigenwerbung	G. Müller - Vogt 0721/608-3470

Vorstand der DGKK**Vorsitzender**

Prof. Dr. K. W. Benz
Kristallographisches Institut der Universität Freiburg
Hebelstr. 25
D-7800 Freiburg i. Br.
Tel. 07 61 / 2 03 42 95

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. 07 61 / 40 14-1 80

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

Peter Speier
Standard Electronic Lorenz AG
Lorenzstr. 10
Postfach 4007 49
7000 Stuttgart 40
Tel. 07 11/821-5837

Dipl.-Min. Cornelia Sussieck-Fornefeld
Studienkreis Schwetzingen
Grenzhöferstr. 11
6830 Schwetzingen

SATZ, DRUCK & WEITERVERARBEITUNG

Druckerei Bollmann
Nürnberger Straße 19—21
8502 Zirndorf bei Nürnberg

TITELBILD:

Vanadiumausscheidung in LEC-gezüchteten
InP-Kristallen; Aufnahme mit Transmissionsinfrarot-
mikroskopie (Roland Rupp, Univ. Erlangen, 1982)
Bildkanten: 2 mm x 1 mm

Editorial

Liebe Leser,

als eine der wichtigsten Aufgaben unseres Mitteilungsblattes haben die Herausgeber immer die Verbreitung von Informationen über gegenwärtig laufende Arbeiten innerhalb unserer Gesellschaft gesehen. Dazu gehört insbesondere, daß sich die verschiedensten Arbeitsgruppen, die mit Kristallwachstum und Kristallzüchtung befaßt sind, vorstellen können und über ihre Arbeiten berichten. Wir haben dazu eine spezielle Rubrik — die ich für eine der wichtigsten halte — „Kristallzüchtung in D“, was meint "who grows what in Germany". Leider müssen wir jedoch feststellen, daß gerade die Beschaffung solcher Beiträge — um die sich besonders Herr Walcher bemüht — auf besonders große — ich möchte nicht sagen Ablehnung oder Verweigerung — sondern eher Vertröstung und Hinhaltetaktik stößt. Nun wissen wir natürlich auch, daß jedermann viel anderes zu tun hat — wie übrigens auch die Redakteure des DGKK-MBs — aber man sollte doch auch einmal die Vorteile eines solchen Beitrages beachten, die sich sogar in einen Zeitgewinn ummünzen lassen könnten.

Denken Sie doch nur an die gelegentlichen Besucher oder Institutionen die gerne Informationen über Ihr Arbeitsgebiet haben möchten. Wie einfach hätten Sie es dann, wenn Sie einen Sonderdruck des DGKK-MBs mit Ihrem Übersichtsbeitrag zu Ihrem Arbeitsgebiet verwenden könnten.

Überlegen Sie einmal — Herr Walcher meldet sich bestimmt demnächst bei Ihnen.

Ihr Georg Müller

P.S. Noch eine Bitte!

Beziehen Sie sich bitte bei Kontakten mit Firmen, die die Finanzierung unseres Mitteilungsblattes durch Inseration unterstützen, auf die Anzeige im Mitteilungsblatt. Die meisten Firmen wollen Ihre Inserationstätigkeit nur dann fortsetzen, wenn Sie eine gewisse „Wirkung“ feststellen.

Ab dieser Ausgabe wird das Mitteilungsblatt von der Druckerei Bollmann (Zirndorf) gedruckt.

Liebe Mitglieder,

außerordentlich erfreulich verlaufen die Vorbereitungen zur gemeinsamen Jahrestagung der Assoziacione Italiana per la Crescita dei Cristalli (AICC) und unserer Gesellschaft vom 2.—5. 4. 1989 in Parma.

Für die bisherige erfolgreich verlaufene Vorbereitungsarbeit möchte ich mich an dieser Stelle bei den italienischen Kollegen ganz herzlich bedanken.

Ich darf die Mitglieder daran erinnern, daß wir in Parma unsere Jahreshauptversammlung 1989 durchführen werden und daß Neuwahlen für den Vorstand bevorstehen. Sitzungsgemäß scheidet zum Ende des Jahres 1989 einschließlich meiner Person 4 Vorstandsmitglieder aus. Ich bitte um Vorschläge für geeignete Kandidaten.

Außerdem darf ich daran erinnern, daß wir einen DGKK-Preis an Personen vergeben können, die sich durch besondere wissenschaftliche und technische Leistungen auf dem Gebiet des Kristallwachstums und der Kristallzüchtung in der reinen und angewandten Forschung ausgezeichnet haben (bevorzugt jüngere Wissenschaftler!) Ich bitte auch hier um geeignete Kandidaten-vorschläge.

Aus dem Vorstand kommt ein Vorschlag, in der Zukunft von Zeit zu Zeit ein Doktorandenseminar durchzuführen. Zum einen sollten die Doktoranden Erfahrungen austauschen können, zum anderen sollten aber auch Vertreter aus Industrie und Forschung über aktuelle Arbeitsmöglichkeiten und Berufsaussichten berichten. Wir werden diese Ideen, welche ich sehr begrüße, auf der Jahreshauptversammlung 1989 diskutieren.

An dieser Stelle möchte ich allen Mitgliedern ein frohes Weihnachten 1988 und ein erfolgreiches 1989 wünschen.

Ihr K. W. Benz

Mitteilungen der DGKK

Das Kristallographische Institut der Universität Freiburg hat einen neuen Institutsleiter. Herr Prof. Dr. R. Nitsche wurde nach 20jähriger Tätigkeit auf dem Lehrstuhl für Kristallographie zum Ende des Wintersemesters 1987/88 emeritiert. Für seinen wohlverdienten Ruhestand wünschen wir ihm alles Gute. Eine ausführliche Würdigung seiner umfangreichen wissenschaftlichen Arbeiten werden wir im nächsten Mitteilungsblatt veröffentlichen.

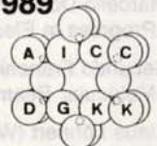
Die Nachfolge von Prof. Nitsche trat zum 1. 10. 1988 unser derzeitiger Vorsitzender Prof. Dr. K. W. Benz an. Ihm wünschen wir für seine zukünftige Tätigkeit in Freiburg ebenfalls alles Gute und viel Erfolg.

*

Priv.-Doz. Dr. G. Müller wurde mit Wirkung zum 1. 11. 1988 zum Universitätsprofessor für Werkstoffwissenschaften an der Universität Erlangen-Nürnberg berufen.

*

Vorschau auf die Jahrestagung 1989



Die Vorbereitungen zur gemeinsamen Jahrestagung der Assoziacione Italiana per la Crescita dei Cristalli (AICC) und unserer Gesellschaft vom 2.—5. April 1989 in Parma gehen planmäßig voran. Die Herren Benz, Wallrafen und Diehl als Vertreter des DGKK-Organisationskomitees haben anlässlich eines Besuchs Anfang September bei den Kollegen Paorici, Zanotti und Fornari als Vertreter des Organisationskomitees der italienischen Schwestergesellschaft die Tagungsortlokalität in Augenschein nehmen, die Planung des Tagungsprogramms weitgehend abschließen und zahlreiche organisatorische Details klären können. Der Besuch war in zweierlei Hinsicht ein Erfolg, zum einen wegen der Gastfreundschaft und der außerordentlich konstruktiven Kooperation der italienischen Kollegen, zum anderen wegen der interessanten Eindrücke, die die Besucher bei einer kurzen Besichtigung der ehrwürdigen und traditionsreichen Altstadt von Parma mit einer ausgiebigen Entspannungsphase beim Campari-Orange auf der malerischen Piazza Garibaldi gewinnen konnten.

An der gemeinsamen AICC/DGKK-Jahrestagung werden voraussichtlich 45 italienische und 65 deutsche Kolleginnen und Kollegen teilnehmen. Tagungsort ist der Centro Santa Elisabetta, von Frau Grabmaier anlässlich einer Vorinspektion als „den schönsten Tagungsort, den wir je hatten“ apostrophiert, eine sicherlich nicht übertriebene Feststellung. Der Centro Santa Elisabetta liegt im Süden der Stadt auf dem Gelände der Universität von Parma. Der historische Gebäudekomplex mit seiner für die Durchführung von Tagungen der Größenordnung um 100 Personen nahezu idealen Raumaufteilung und

seiner modernen Infrastruktur hat per se die familiäre Atmosphäre, die eine Voraussetzung für den ungezwungenen, nicht nur wissenschaftlichen Informationsaustausch ist. Und noch ein Vorteil ist zu vermelden, der den Schatzmeistern der beiden Gesellschaften große Freude bereiten dürfte: die Nutzung des Centro ist kostenlos.

Im Mittelpunkt der Tagung soll selbstverständlich das wissenschaftliche Programm stehen, das sich auf drei Schwerpunktthemen konzentriert. Daneben werden Begleitprogramme, eine Institutsbesichtigung und ein für alle Teilnehmer und Begleitpersonen gemeinsames Abendessen (Conference Dinner) geboten. Den geplanten Programmablauf gibt die folgende Übersicht wieder:

Mo., 3. April, ganztägig:	Sitzung „Semiconductors“
Di., 4. April, halbtägig:	Sitzung „Magnetic Materials“
14.00 h:	Jahreshauptversammlung der DGKK (Centro Santa Elisabetta); Einladung erfolgt mit getrennter Post
16.00 h:	Laborbesichtigungen im Istituto Materiali Speciali per Elettronica e Magnetismo (MASPEC), einer Forschungseinrichtung des Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)
20.00 h:	Conference Dinner mit italienischen Spezialitäten
Mi., 5. April, ganztägig:	Sitzung „High T_C -Superconductors“

Insgesamt wurden ca. 70 Vorträge angemeldet, von denen aus Zeitgründen nur 30 mündlich gehalten werden können. Die restlichen Beiträge werden als Poster präsentiert (Format H \times B ca. 140 \times 120 cm²). Beiträge, die nicht einem der drei Schwerpunktthemen zuzuordnen sind, werden zu einer eigenen Postersitzung zusammengefaßt. Die Konferenzsprache ist Englisch.

Für das Vortragsprogramm wurden acht eingeladene Vorträge fest zugesagt, und zwar:

Elisabeth Bauser (MPI, Stuttgart)
„Growth Morphology and Properties of Semiconductor LPE Layers“

Sergio Bernardi (CSELT, Torino)
„New Developments of LPE for Mercury Cadmium Telluride“

Marcello Domenici (DNS, Navara)
„Progress in Electronic Silicon Technology“

Secundo Franchi (MASPEC-CNR, Parma)
„Molecular Beam Epitaxy for Advanced Structures“

Klaus Löhnert (Wacker-Chemitronic, Burghausen)
„Material Characteristics of Semiinsulating GaAs Substrates for Integrated Circuits“

Hans S. Rupprecht (FhG-IAF, Freiburg)
„The Role of GaAs in Future Information Systems“

Hans-Jörg Scheel, Francesca Licci (MASPEC-CNR, Parma)
„Crystal Growth of Oxide Superconductors“

Wolfgang Tolksdorf (Philips, Hamburg)
„Liquid Phase Epitaxy of Garnets“

Für die Vortragsitzung wird es voraussichtlich folgenden Zeitplan geben:

9.00 h—10.20 h	Vorträge
10.20 h—10.50 h	Kaffeepause
10.50 h—12.10 h	Vorträge
12.10 h—14.20 h	Mittagspause
14.20 h—16.00 h	Vorträge
16.00 h—16.30 h	Kaffeepause
16.30 h—18.30 h	Vorträge

Am Dienstag, dem 4. April, endet die Vortragsitzung um 12.10 h. Passend zur jeweiligen Vortragsitzung stehen Poster über die gesamte Vortragszeit bereit. Gelegenheit zur Diskussion der Poster vor Ort soll von 8.00 h—9.00 h, von 13.15 h—14.15 h sowie während der Kaffee-

pausen geboten werden. Für alle Beiträge werden Abstracts erbeten, die spätestens bis 1. Februar 1989 bei Franz Wallrafen eingegangen sein müssen. Erbeten werden zwei Seiten für die eingeladenen und eine Seite für die übrigen Beiträge (DIN A4-Format, 1/2zeilig).

Das Tagungsbüro im Centro Santa Elisabetta ist am Sonntag, dem 2. April, ab 17.00 h geöffnet, an den übrigen Tagen ab 8.00 h. Für das leibliche Wohl der Tagungsteilnehmer wird in der Campus-Mensa und der nebenan befindlichen Cafeteria gesorgt, beide in ca. 500 m Entfernung vom Centro gelegen. Um das Schlangestehen in der Rush Hour zu vermeiden, wird empfohlen, das Mittagessen vor 13.00 h einzunehmen.

Die verbindliche Anmeldung zur Tagung sollte bis spätestens 1. Februar 1989 anhand der Anmeldekarte erfolgt sein, die dem 2. Zirkular beigelegt ist. Alle, die auf das 2. Zirkular reagieren, erhalten den Stadtplan von Parma, eine Wegbeschreibung von der Autobahnausfahrt Parma bzw. vom Bahnhof zum Centro Elisabetta sowie eine Hotelanmeldekarte, deren umgehende Rücksendung empfohlen wird.

Wegen der geringen Resonanz auf das Angebot einer Busreise nach Parma seitens der DGKK wird auf das Einsetzen eines Busses verzichtet. Parma ist gut an das europäische Autobahnnetz angebunden und ist entweder über die Route Basel—Luzern—St. Gotthard—Chiasso—Mailand oder die Route München—Brenner—Verona zu erreichen. Ferner besteht eine gute Bahnverbindung per Intercity nach Mailand mit Anschluß nach Parma. Mailand ist weiterhin gut per Flugzeug zu erreichen. Der Transfer vom Flughafen nach Parma ist selbst zu organisieren. Pkw-Reisenden wird empfohlen, reichlich von Fahrgemeinschaften Gebrauch zu machen, denn Parkplätze sind in der Innenstadt von Parma ebenso rar wie in vielen anderen Orten. Großzügige Parkmöglichkeiten bestehen direkt am Centro. Der Universitätscampus ist per Bus gut an das Stadtzentrum angebunden.

Bei hinreichendem Interesse ist als Begleitprogramm zur Tagung eine geführte Tour in die Provinz Parma geplant, die reich an mittelalterlichen Orten, Burgen und Schlössern ist. Eines der Fahrtziele wird Busseto sein, der Geburtsort von Giuseppe Verdi. Des weiteren wird Gelegenheit zu einer professionellen Führung durch die Altstadt von Parma geboten.

Zum Ende dieser kleinen Vorschau auf den Tagungsfrühling 1989 muß der Tagungsbeitrag angesprochen werden. In Anbetracht der etwas aufwendigeren Organisation liegt er bei DM 80,— für DGKK-Mitglieder, bei DM 100,— für Nichtmitglieder und bei DM 30,— für Studentinnen/Studenten. Für DGKK-Mitglieder, die Autoren oder Koautoren eines wissenschaftlichen Beitrags sind und keine Stelle haben, besteht wiederum die Möglichkeit, einen Reisekostenzuschuß zu beantragen. Interessenten melden sich bitte beim 1. Vorsitzenden. Es wird gebeten, den Tagungsbeitrag bei verbindlicher Anmeldung zu überweisen auf das Konto 98 21 596 bei der Sparkasse Karlsruhe (BLZ 660 501 01) unter Angabe des Überweisungstextes „Sonderkonto Dr. German Müller-Vogt, Gem. Tagung AICC/DGKK“.

Conference Dinner und Begleitprogramm werden von den Teilnehmern an diesen Veranstaltungen gesondert finanziert. Der Preis für das Conference Dinner, das spezifische italienische Gaumenfreuden bereithält und zu welchem alle Teilnehmer und Begleitpersonen willkommen sind, wird DM 20,— betragen. Der Unkostenbeitrag für das Begleitprogramm hängt von der Teilnehmerzahl ab. Tickets zum Dinner und zum Begleitprogramm sind im Tagungsbüro erhältlich.

Und nun wünsche ich allen Reisewilligen eine gute Fahrt nach Parma und uns allen eine harmonische, interessante und erfolgreiche Konferenz.

Ihr R. Diehl

Im Anschluß an die Jahrestagung findet ebenfalls im Centro Santa Elisabetta der Nato workshop statt.

First NATO - Workshop on

Computer Modelling in Crystal Growth from the Melt

Date: 6th and 7th April 1989

Location: Parma, Italy — Centro Congressi S. Elisabetta, Nuovo Campus Universitario

Call for Papers:

Prospective authors are invited to submit abstracts (1 page) of papers in the field of the modelling in melt growth of III-V compounds, with work on silicon or other semiconductors included where it is relevant to the growth of III-V materials, especially

- * Modelling of convective effects in Czochralski-configurations, especially LEC
- * Modelling of convective effects in vertical and horizontal Bridgman configurations
- * Modelling of the action of magnetic fields in melt growth
- * Calculation of thermal stress and dislocation formation in melt growth
- * Analytical and numerical modelling of transport effects on stoichiometry or segregation
- * Numerical methods and computer problems

Time Schedule

- September 30th: Deadline for return of Request Form for the Registration Form
Deadline for submission of a one page abstract (contributed and invited)
- October: Selection of participants and of contributed papers (on the basis of the 1 page abstract).

Applicants will be informed at the end of October. Further information about the conference fee and accommodation will be provided.

- December 1st: Deadline for submission of the manuscripts of all papers
- End of January: Revised manuscripts will be send back to the authors
- March: Second refereeing of revised manuscripts
- April 6/7th: Workshop

Invited Speakers

- * Fundamentals of Convection in Melt Growth (S. Carrà, Politecnico Milano, I)
- * Modelling of Czochralski Disc Flow (A. A. Wheeler, University Bristol, UK)
- * Dynamics of the LEC-technique (R. A. Brown, MIT, USA)
- * Species Transport in Magnetic Field Czochralski Growth (N. Riley, University Bristol, UK)
- * Fluid Flow and Stress Modelling in Magnetic Field Czochralski Growth (M. Mihelcic, KFA Jülich, D)
- * Modelling of Dislocation Formation in LEC-growth (J. Völkl, Siemens-Erlangen, D)
- * Segregation and Convection in Bridgman Configurations (M. J. Crochet, University Louvain, B)
- * Numerical Simulation of Oscillatory Convection in Semiconductor Melts (B. Roux, University Marseille, F)

The address for request for further information is:

Prof. Dr. G. Müller,
Institut für Werkstoffwissenschaften 6
Martensstraße 7, D-8520 Erlangen (FRG)
Phone: FRG - 0 91 31 / 85 76 36
TELEX: 6 29 755 tferl d

HAM-Kristalltechnologie

In unserem KRISTALL-KERAMIK-BEARBEITUNGSZENTRUM bearbeiten wir für Sie:

KRISTALLE, KERAMIK und GLAS

- **GATTERSÄGEN**
Maschinentyp Meyer + Burger
Sägen mit sehr geringem Materialverlust
- **BOHREN**
von 0,2 — 50 mm Ø
- **RUNDLÄPPEN** bis Ø 30 mm
- **PLANLÄPPEN** bis Ø 125 mm

Wir beraten Sie gerne bei Problemfällen.

Bei Interesse an einer Zusammenarbeit wenden Sie sich vertrauensvoll an uns:

Herrn Dr. L. Ackermann
HAM-Kristalltechnologie
D-7959 Schwendi-Hörenhausen

Tel. 0 73 47 / 61-2 60

Stellenangebote

DOKTORANDENSTELLE

Im Fachbereich Physik (Laboratorium für Nichtlineare Optik) der ETH Zürich steht zur Zeit organisch-kristallographisch interessierten Absolventen eine Doktorandenstelle offen. Das Thema lautet: Kristallzüchtung von Molekülkristallen für optoelektronische Untersuchungen.

Auskünfte: Dr. J. Hulliger
Institut für Quantenelektronik
ETH Hönggerberg (HPF)
CH-8093 Zürich/Schweiz
Tel. 01/377 23 29

Das Institut für Werkstoffwissenschaften 6, Kristalllabor, Universität Erlangen-Nürnberg, sucht ab sofort

**Chemie-Ingenieur(in) (FH) /
Chemo-Techniker(in)**

Aufgabengebiet: Spurenanalyse, Metallographie, Mikroskopie, Bezahlung nach BAT

Schriftliche Bewerbungen an:
Prof. Dr. G. Müller, Institut für Werkstoffwissenschaften 6, Kristalllabor, Martensstraße 7, 8520 Erlangen

**Gesucht
Diplomphysiker(in)
oder
Materialwissenschaftler(in)**

Zur Mitarbeit an einem Projekt „epitaktische Herstellung von II—VI Halbleiterschichten nach dem Hot-Wall-Verfahren“. Das Projekt wird von der DFG gefördert. Promotionsmöglichkeit ist eingeschlossen.

Bewerbungen an: Prof. Dr. W. Gebhardt
Institut für Physik 2
Festkörperphysik
Univ. Regensburg
Universitätsstr. 31
8400 Regensburg
Tel. 09 41 / 94 31

Gerätebasar

Ich suche für meine neu eröffnete Privatschule Laborgeräte: Waage, Glasgeräte, Magnetrührer, Gasbrenner u. a., ebenso einen Overheadprojektor und Chemikalien. Studienkreis, C. Sussieck-Fornefeld, Grenzhöfer Str. 11, 6830 Schwetzingen, Tel. 0 62 02 / 1 22 60.

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

MASPEC Institute, CNR Parma

(Aus Anlaß der Jahrestagung in Parma stellen wir das dortige Institut vor, das maßgeblich am Zustandekommen und an der Ausrichtung der beiden Veranstaltungen beteiligt ist.)

In the area of Parma there is a branch of the CNR (the National Council of Research), which is affiliated with the National Physics Committee: the Institute of Special Materials for Electronics and Magnetism (MASPEC). MASPEC Institute, founded in 1969, through scientific initiatives taken by members of the Physics Institute of the University of Parma, carries out research, mainly oriented towards the Science of Electronic Materials. The activities of the Institute are preparation, characterization and study of the chemical-physical characteristics of materials.

The Institute is divided into the following sections: technology of semiconductors, solid-state chemical-physics, physics of semiconductors, physical-structural material properties, magnetic metallic materials and superconductor materials.

The Institute has 48 CNR employees (22 researchers, 22 technicians, 4 secretarial staff), who collaborate with 10 researchers, coming from various national industries whose aim is the development of specific research programs. There are also collaboration programs with many researchers and professors from the University of Parma.

Along with this stable personal there is an increasing number of young scholarship holding foreign and Italian researchers, who do research in the Institute to acquire particular specializations; visiting professors that come from foreign research institutes, and trainees (degree candidates, graduate students) are also active in MASPEC research. The annual financial support for the research activity is more than 2 billion Italian Lira, a third of which comes from the CNR, the rest comes from European Common research Programs, collaborations with industries and active participation in national research programs (CNR Applied Research and Strategic Projects, National Plan for Microelectronics) and international ones.

The research activity

The rapid development registered during the past 20 years in the field of electronic devices is due both to the increase in the fundamental knowledge of solid-state physics, and in the setting-up and the specialization of technologies which are increasingly sophisticated. Consequently MASPEC Institute aims at developing their expertise in the preparation and characterization of materials useful in the electronic industry, thus also being able to produce an eventual transfer of "Know-how". The Institutes activity is therefore programmed in such a way so as to favour the possibility of collaboration with the national industry in mutual research areas.

Preparation of compound semiconductors

In the field of semiconductors the main thrust is towards the III-V compounds in particular towards Gallium Arsenide (GaAs) which, after silicon, is the most widely used and is very promising in solid-state electronics and in particular in the creation of very important classes of devices: devices for opto-electronics, those for microwaves, high speed integrated circuits and high efficiency solar cells.

Thus it can easily be predicted that an increasing amount of attention will be paid to those technologies that are connected with the preparation of the III-V compounds, both as extended mono-crystals and as epitaxial structures.

From the point of view of the preparation of bulk crystals the research done at MASPEC is oriented towards the development of crystal growth technology for GaAs and InP having suitable electric and structural properties for use in substrates for integrated circuits, devices for microwaves and opto-electronics. The technique used is the Czochralski growth method. The Institute has high-pressure ovens, and all the equipment necessary for the cutting and finishing of the wafers. The aim of the research is the optimization of the growth process for obtaining high reproducibility products, having low-

defectual content and high purity. For this purpose electrical, optical, structural research and studies of chemical-physical phenomena connected with the solidification process backup the technological procedures.

All the activities are carried out within the framework of: a CNR-ENICHEM collaboration, CNR Applied Research Projects "MADESS" and "MSTA", a European Common Research Project, and a CNR-Nuova SAMIN contract.

The cooperation with the above listed industries in this field has produced particularly significant results, which have also enabled the ENICHEM group to build their own centre for the production of GaAs substrates using the technical "Know-how" developed at MASPEC where its own personal is being trained in the laboratories of the Institute.

The research activity in the field of III-V semiconductor compounds also extends to the sector of epitaxial layer preparation. In fact, the development of the epitaxial deposition technique by molecular beam (MBE) is of great interest, both in connection with structures used in optoelectronics and in epitaxial layers of GaAs for microwaves devices. In general, the MBE technique makes it possible to have a low temperature epitaxy, thus the inconveniences caused by interdiffusion processes are minimized, and a greater chemical and structural control of the surface and of the doping profiles and composition are possible. The Institute has two MBE machines and international and national collaborations on this subject have been initiated. Being part of the National Project "Micro-electronics", CNR Projects "MADESS" and "MSTA", are some of the most important ones.

The epitaxial deposition processes also deals with vapour phase techniques (VPE); the Institute has two reactors, both designed and built within the Institute, which have been made for the preparation of compounds and III-V alloys (InP, GaAs) and II-VI compounds (CdTe, HgCdTe).

Technologies and investigation techniques

Besides the development of growth technologies, the development of a research project for materials science necessitates specific investigation techniques. For this purpose the Institute has developed a consistent nucleus of competences in the field of physical mechanisms responsible for defect generation. More specifically, experimental methods have been set-up for studying extended and sub-micrometric crystal defects by x-ray and electron microscopy techniques. Lang and Hirst topography, single and double crystal diffractometry are employed for characterizing both bulk materials and epitaxial structures with respect to the native extended defects (grown-in and misfit dislocations, etc.) and crystal perfection (lattice parameters, chemical compositions, etc.). Cathodoluminescence, electron beam induced current and x-ray microanalysis are employed in the SEM for studying the electrical activity of micrometric defects (dislocations, stacking faults, etc.) and electrical and electro-optical inhomogeneities. The transmission electron microscopy is employed for studying nature and propagation of both micrometric and submicrometric defects and to assess the quality of epitaxial layer interfaces. Furthermore Hall effect, C-V measurements, Miller-profiler and photoluminescence have been developed for the electrical and optical characterization.

Deep level transient spectroscopy (DLTS), reverse DLTS, optical DLTS admittance and thermostimulated capacitance measurements are employed for studying the activation energy capture cross section and concentration of deep levels both in bulk materials and epitaxial layers.

The characterization activity is oriented towards the study of materials prepared in the Institute and of materials coming from collaborations with some national electronic industries (Selenia, Telettra, CSELT).

Magnetic materials

In the field of magnetic materials the main activity is focused on the preparation and study of compounds based on neodymium-iron-boron and intermetallic transient elements rare earths alloys.

There is a significant interest in these compounds because of their potential applications both in the high performance permanent magnets sector as well as in that of devices for magneto-optical applications. Many new compounds, with tailored composition, are prepared, characterized and studied to optimize the magnetic properties through an understanding of the intrinsic characteristics. The activity is financially supported by contracts with national industries (IOS, Tecsinter), that are involved in the specific research field, and by European Common Research Programs. In the field of magnetic materials Maspec Institute also prepares and studies ceramic type (oxides) materials. Here the main activity concerns the ferrimagnetic hexagonal oxides (hexaferrites) for advanced applications mostly magnetic recording and devices for millimeter wave frequencies.

For the application to recording material at the Institute original technologies have been developed both for the material preparation, in the form of submicron particles and for the characterization (measurement of the transversal susceptibility). Italian Industries (Enichem, Baltea Disk) and foreign ones (Magneox) are directly interested in the development of further research activities on the subject. As for the materials for application at the high frequencies, the activity includes both the preparation of substrates (single crystals of substituted hexaferrites) and the epitaxial deposition of thin layers of hexaferrites using a LPE technique. A spectrometer for ferromagnetic resonance up to 65 GHz has been set-up. This activity is part of a collaboration with the Philips Forschungslaboratorium in Hamburg.

Superconductors at high critic temperature

The most recent activity undertaken in the materials section regards the new superconductors with high T_c . Even if no previous expertise in the superconductivity field had existed at the Institute, the scientific competence acquired by the various researchers and the available equipment have made it possible to tackle this new subject with good chances for success.

The activity is mainly connected with the following subjects: development of original technologies for preparation of materials with optimized physical and morphological characteristics; tailoring and study of new compounds with improved superconductivity properties; crystal growth activity and phase diagram study; magnetic, electrical and structural characterization of materials.

In a near future both superconductor and magnetic activities will avail themselves of a new apparatus, a pulsed system which is being set up, for obtaining very high magnetic fields (up to 600 Tesla).

Development scenarios

In order to maintain its position MASPEC Institute needs continual scientific up-dating and growing innovation capacity.

Because of this it has been natural and favourable for the MASPEC researchers to keep in close contact with University Institutes and in particular with those working at the University of Parma. It is thus a logical consequence, given the fact that since MASPEC Institute must improve and renovate the present building, that CNR be asked to build a new structure in the area (or Campus) where all the scientific structures of Parma are located. This locality has been designed for the didactic-scientific disciplines of the Science Faculties, of the Engineering School and for similar disciplines.

Recently CNR and the University of Parma have ratified an agreement in which the University gives the CNR a 30 year right to the land within the new Campus while the CNR has made a commitment to build a new MASPEC Institute. In this prospective the synergy between MASPEC and the University departments will be even more favoured with mutual advantages for the scientific activities of both.

To this one can add that the recent establishment of the Engineering Faculty, which is also located on the Campus, is another interesting point of reference for both the institutions, since in the future that Faculty, on one hand, will be able to benefit from the interactions with CNR's scientific community and, on the other, it will represent a channel of communication with the production world.

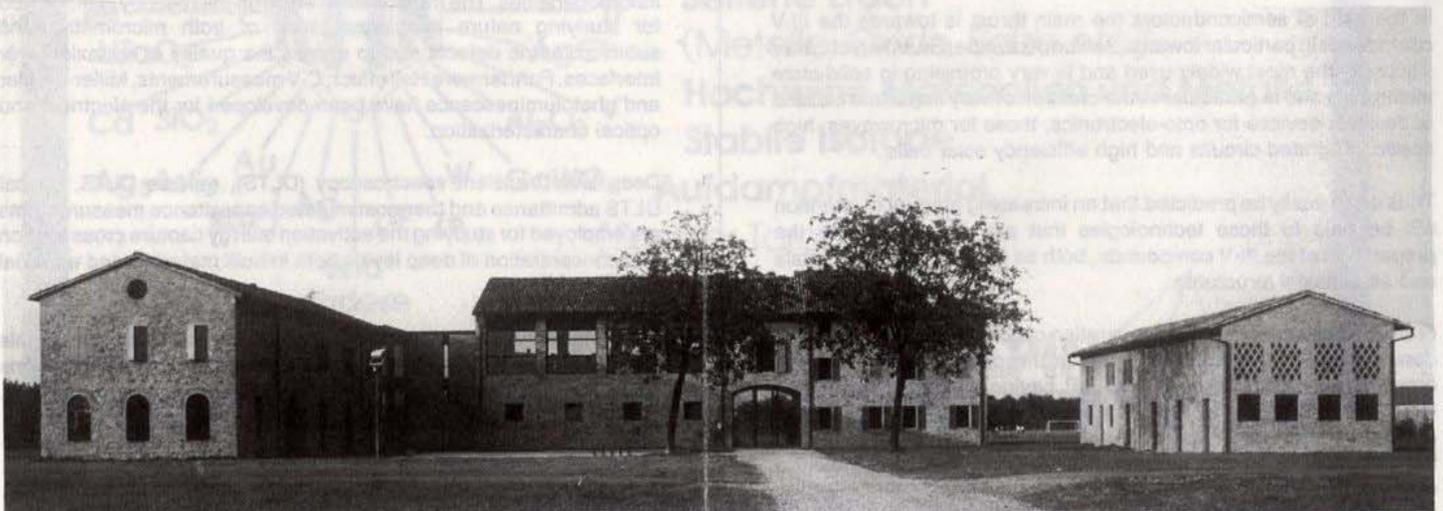
L. Zanotti

Parma — eine Stadt stellt sich vor

Wie im Mitteilungsblatt 46/Okttober 87 angekündigt, soll nun die traditionsreiche Stadt Parma, in der die DGKK-Tagung im April 1989 zusammen mit den italienischen Kollegen aus der Kristallzüchterbranche stattfinden wird, etwas ausführlicher vorgestellt werden. Schließlich ist es nicht alltäglich, daß deutsche Wissenschaftler ihre Jahrestagung in einem befreundeten Nachbarland abhalten. Ein bißchen Erdkunde, Geschichte, Kultur motivieren die Tagungsteilnehmer, sich neben den rein wissenschaftlichen Fragen auch mit dem Ort zu beschäftigen, an dem sie sich gerade befinden. (Als Anmerkung ganz

nebenbei: Wäre so eine kleine Beschreibung nicht auch für bundesdeutsche Tagungsorte sinnvoll?)

Parma hat ca. 180 000 Einwohner und liegt, für uns bequem über die Brennerautobahn und ab Modena über die A 1 zu erreichen, in der oberitalienischen Tiefebene, im Tal des Po. Das Land ist offen und flach; charakteristisch sind Pappelalleen und Flutdämme. Auf den im zeitigen Frühjahr noch braunglänzenden Feldern liegen Dörfer und einzelne Gehöfte aus Ziegelmauerwerk verstreut — ein reiches Agrargebiet. Von Mailand (Flughafen), dem größten Industriegebiet Nord-



Centro S. Ellsabetta

italiens, und Bologna (Flughafen), ebenfalls recht bedeutend als industrielles Zentrum, ist Parma etwa gleich weit entfernt, und auch der bekannte Hafen La Spezia am Ligurischen Meer ist über die Apennin-autobahn (A 15) schnell erreicht. Damit sind zwei weitere geographische Aspekte genannt: Die nördlichen Ausläufer des Apennin bilden das gebirgige Hinterland, und das Meer lockt die Wasserratten an; im April soll es schon welche davon geben.

Schon die Römer hatten die Schönheit der Landschaft und die wirtschaftsgeographischen Pluspunkte erkannt und 187 v. Chr. an der Via Emilia die Stadt gegründet. Vom 11. bis zum 13. Jh. dauert die erste Blütezeit, während der Parma seine Unabhängigkeit bewahren konnte. Jetzt entstehen u. a. Dom und Baptisterium. In der Renaissance war Parma die Hauptstadt des Herzogtums der Farnese (1545), was sich an den prachtvollen Bauten der Kirchen Madonna della Stecca und S. Giovanni Evangelista oder des Palazzo della Pilotta ablesen läßt. Die dritte Glanzzeit entwickelt sich im 18./19. Jh. unter französischem Einfluß. Für die Entwicklung in der neuesten Zeit stehen die wissenschaftlich-technologischen Abteilung des Athenäums, also die neuen Teile der altherwürdigen Universität, die 962 von Kaiser Otto I. dadurch „gegründet“ wurde, daß der Bischof von Parma Lektoren einsetzen durfte. Zahlreiche Forschungsinstitute, die nicht zur Universität gehören, dokumentieren die Bedeutung Parmas in der Gegenwart. Dazu zählt neben einem experimentellen Institut für Lebensmittelchemie vor allem MASPEC.



Parma-Dom

Die interessantesten Sehenswürdigkeiten sind im Stadtplan zu finden; der Rundgang erfordert knapp einen Tag. Die freie Zeit dafür muß man, als geübter Tagungsteilnehmer, in Abstimmung mit Programm und Wissenschaftlergewissen herauswirtschaften. Selbst unvollständig „erlaufen“, lohnt sich der Stadtbummel doch. Wichtigste Stationen der Besichtigung sollten sein:

Dom: romanisch, 12. Jh., gotischer Glockenturm; in der Kuppel ein Fresko von Correggio (1526—1530)

Baptisterium: ca. 1197—1260 (Besichtigung möglich, falls die Renovierung mittlerweile abgeschlossen ist)

S. Giovanni Evangelista: Renaissance (1510); in der Kuppel Fresken von Correggio (1520—1523) und Parmigianino

Alte Apotheke von S. Giovanni Evangelista: von 1201 bis 1881 in Betrieb (Borgo Pipa 1, 9—14 Uhr)

Madonna della Steccata: Renaissance (1521—1539)

Palazzo della Pilotta: Renaissance (1538—1622, unvollendet);

1. Stock: Museo Archeologico Nazionale: bedeutende Sammlung; Funde aus dem griech., etrusk., ägypt. Alterum

2. Stock: Galleria Nazionale: Gemäldegalerie (Meister aus Parma, 15.—18. Jh.)

Camera di S. Paolo: Fresken von Correggio (1518) in der Wohnstube der Äbtissin

Alte Universität: majestätischer Bau aus dem 16. Jh.; naturgeschichtliche Sammlungen, Exponate aus Ostafrika, Kongogebiet (Vor Anmeldung!)

Stadtplan und Informationen über das aktuelle Theater- und Konzertprogramm sind im Tagungsbüro erhältlich.

Wer die nähere Umgebung erkunden möchte, kann zur Certosa di Parma fahren, einem mehrmals umgebauten Kloster mit interessanter Kirche, oder zur Burg von Torrechiara, auf der Straße nach Langhirano (ca. 17,5 km nach S). Wen die Wander- und Reiselust noch heftiger gepackt hat, der macht sich auf den Weg in den Apennin oder ans Meer.

Und wer jetzt noch Zeit und Geld übrig hat, darf sich für seine Ausdauer mit höchst irdischen Genüssen belohnen: Die reiche Agrarproduktion des Hinterlandes schmeckt ausgesprochen lecker, wenn sie als Salami, Parmesankäse, prosciutto crudo, tortelli con le erbetto auf dem Teller liegt oder als Lambrusco, Fortamino, Folgarina, Malvasia ... im Glase perlt. Der Schlemmerei ist kein Ende: Gnocchi, Trüffel, Artischocken, Spargel, Lammkotelett, Schinkenwurst aus Zibello ...

Leute, die auf Diät und Linie achten (dabei helfen auch Parks und Sportanlagen), werden ihr Geld trotzdem los: Parma hat sehr elegante Geschäfte, und wer sich für das Frühjahr mit schicken Kleidern und topmodischen Accessoires ausstatten möchte, findet sicher etwas. Falls noch jemand Zeit hat, an der DGKK-Tagung teilzunehmen, möge er sich bitte ins Centro S. Elisabetta begeben. Hier wurde ein ehemaliger, für diese Gegend typischer Gutshof — viele Bauernhöfe in der Po-Ebene sehen so ähnlich aus — zu einem hochmodernen Tagungszentrum umgebaut.

So ist ein Gebäude entstanden, das wiederum charakteristisch für Parma ist: Altes und Neues miteinander verbunden zu einer ästhetisch gelungenen, lebendigen, in die Zukunft weisenden Einheit.

H. Müller

GaAs-Forschung in der Bundesrepublik Deutschland

Wegen des großen Anwendungspotentials elektronischer und optoelektronischer GaAs-Bauelemente und -IC und der damit verbundenen strategischen Bedeutung der GaAs-Elektronik ist die GaAs-Technologie in den führenden Industriestaaten in stürmischer Entwicklung begriffen. Die auf dem Gebiet der GaAs-Elektronik tätigen bundesdeutschen Firmen sind gefordert, in diesem wichtigen exportorientierten Marktbereich Anschluß an die internationale Entwicklung zu halten. Aus diesem Grunde wurde ein vom BMFT gefördertes Verbundforschungsprogramm aufgelegt, in welchem mehrere Unternehmen und Forschungsinstitute mit dem Ziel kooperieren, leistungsfähige mikroelektronische und optoelektronische GaAs-Schaltkreise für Anwendungsgebiete in der Hochfrequenz- und optischen Nachrichtentechnik sowie der Hochgeschwindigkeitsdatenverarbeitung zu entwickeln.

Vorteilhafte Eigenschaften

Steigende Anforderungen in der Informationstechnik an Datenverarbeitungs- und Übertragungsraten machen die Entwicklung verbesserter und neuartiger elektronischer Komponenten, welche kürzere Schaltzeiten und höhere Arbeitsfrequenzen erlauben, unumgänglich. Da inzwischen die physikalischen Grenzen der Siliziumtechnologie absehbar geworden sind, haben andere Halbleiterwerkstoffe mit verbesserten Eigenschaften sowie erweiterten und neuen Einsatzmöglichkeiten zunehmende Attraktivität erlangt. Als interessante Alternative zum nach wie vor wichtigsten Halbleiterwerkstoff Silizium bieten sich die III-V-Verbindungshalbleiter an. Bei diesen Halbleiterwerkstoffen handelt es sich um Verbindungen der Elemente Aluminium, Gallium und Indium aus der III. Gruppe des Periodensystems der chemischen Elemente mit den Elementen Phosphor, Arsen und Antimon aus der V. Gruppe. Die III-V-Halbleiterwerkstoffe ermöglichen neuartige optoelektronische und mikroelektronische Bauelemente, die auf Silizium-Basis nicht herstellbar sind.

Die derzeit wichtigsten Repräsentanten der III-V-Halbleiterwerkstoffe für Höchstgeschwindigkeitsanwendungen sind das Galliumarsenid (GaAs) und die ternäre Mischreihe Gallium-Aluminium-Arsenid (GaAlAs). GaAs als Halbleitermaterial zeichnet sich durch vier wesentliche Eigenschaften vor Silizium aus:

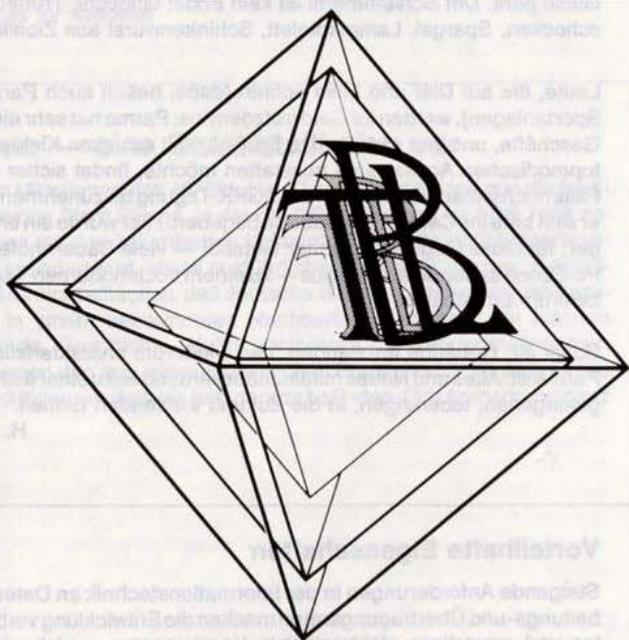
- Die Geschwindigkeit der freibeweglichen Elektronen im GaAs ist wegen ihrer kleinen effektiven Masse weitaus höher als im Silizium. Die höchsten Geschwindigkeiten werden bei ballistischem Ladungsträgertransport erwartet, d. h. dann, wenn sich die Elektronen im GaAs-Kristall unter Bedingungen bewegen, die dem Leitungsvorgang in einer klassischen Vakuumröhre ähnlich sind. Man rechnet in diesem Fall mit Geschwindigkeiten von über 10^8 cm/s. Das bedeutet, daß wegen der kleinen geometrischen Abmessungen ($\leq 0,2 \mu\text{m}$), die zukünftigen Techniken erlauben werden, Schaltzeiten von unter 1 ps pro Gatter zu erreichen. Um ähnliche Verhältnisse im Silizium zu erzielen, müßten die Abmessungen um einen Faktor 3 bis 5 unter denen des GaAs liegen, also weit unter den Grenzen, die in den nächsten 10 bis 15 Jahren in der großtechnischen Fertigung erreichbar sein werden.
- Die Rekombination von freien Ladungsträgern (Elektronen und Löchern) führt zur Emission von Lichtquanten und verläuft zudem mit sehr hohem Wirkungsgrad. Dieser physikalische Prozeß bildet die Grundlage für optoelektronische Bauelemente wie Injektionslaser, LED, leistungsstarke „kurzwellige“ Lichtquellen (50 mW), wie sie zur Auslesung optisch gespeicherter Daten nötig sind oder aber im Pulsbetrieb bis zu Frequenzen von über 10 GHz betrieben werden. Letzteres ermöglicht Anwendungen in der optischen Nachrichtenübermittlung, vor allem für Kurzstreckenübertragung (unter 100 m) von Daten, wie sie zukünftig innerhalb von Großrech-

nersystemen notwendig sein wird. Eine Anpassung der Wellenlänge an ein Glasfasersystem ist bei derartig kleinen Entfernungen unkritisch.

- Eine äußerst bedeutende und nahezu einmalige Eigenschaft der Mischkristallreihe GaAs-AlAs ist die Tatsache, daß die Kristallgitterkonstante sich über den gesamten Mischbereich der ternären Verbindung GaAlAs nahezu nicht ändert, **Bild 1**. Dies erlaubt die Herstellung von Heterostrukturen mit hervorragender kristalliner Güte, d. h. die einkristalline Schichtfolge ist in ihrer geometrischen Gitterstruktur vollkommen identisch; die chemischen und somit die elektronischen und optischen Eigenschaften jedoch ändern sich innerhalb von Atomlagen ($5 \cdot 10^{-10}$ m) einschneidend. Dadurch entstehen für die Bauelemententwicklung zusätzliche Freiheitsgrade durch gezieltes Einstellen der Bandstruktur, **Bild 2**.

Neuartige Hochleistungsbaulemente

Für zukünftige Innovationen hat sich damit ein weites Feld eröffnet. Neuartige Schaltelemente optoelektronischer oder rein elektronischer Natur werden auf Vielfachschichten beruhen, welche in fortschrittlichen Epitaxieverfahren praktisch Atomlage für Atomlage aufgebaut werden können. Zweifellos werden zukünftige Höchstleistungsbaulemente auf derartig künstlich strukturierten Materialien basieren, die zu noch weitgehend unerforschten Bauelementeigenschaften führen werden und deren Anwendungsspektrum in seiner vollen Tragweite derzeit noch nicht absehbar ist. Als einige der wichtigsten Vertreter zeichnen sich derzeit die MOD-FET (Moduliert Dotierte FET), die HBT (Heterojunction Bipolar Transistor), Ballistische Bauelemente (Unipolar/Bipolar), **Bild 3**, und die Multiple oder Single Quantum Well Laser (MQW, SQW) ab.



Einkristalle für Forschung und Industrie

Unsere Schwerpunkte sind:

- **Einkristall-Züchtung**
nach Czochralski-, Bridgman-, Zonenschmelzverfahren, aus der Gasphase (besonders II-VI-Photo-Halbleiter), durch chemischen Transport etc.
- **Auftragsforschung und Beratung**
Züchtung nicht kommerzieller Materialien, Verfahrensentwicklung, Dokumentation (Film, Video).
- **Kristallpräparation**
Orientieren, Sägen, Polieren, Funkenerosion, Orientieren auf ± 10 –15 Minuten, Gammastrahl-Diffraktometrie.

Bitte fordern Sie unsere Lagerliste an; rufen Sie uns an, wir informieren Sie über unser Produktions- und Lieferprogramm.

Dr. Gerd Lamprecht

Technisches Büro für Kristallzüchtung
II-VI Monokristalle
Lehninger Straße 10-12
7531 Neuhausen
Telefon 07234/1007, Telex 783379

Diese neuartigen Bauelemente eignen sich nicht nur für Anwendungen bei Raumtemperatur, sondern auch in verstärktem Maße bei tiefen Temperaturen, wo sich ihr Schaltverhalten noch weiter verbessert.

Die derzeit am eingehendsten untersuchten GaAs-Bauelemente für Höchstleistungsschaltanwendungen sind Feldeffekttransistoren. Der Typ, der sich durch besondere Einfachheit in Konzept und Prozeßtechnologie auszeichnet, ist der MES-FET (Metal Semiconductor Field Effect Transistor), eine Metall-Schottky-Gate-Struktur. Es ist deshalb auch verständlich, daß die höchsten Integrationsdichten bisher mit dieser Technologie realisiert wurden, wie 16-kbit-S-RAM (Statisches Random Access Memory) mit etwa 10^5 aktiven Komponenten pro Chip.

Noch weitaus leistungsfähiger sind die bereits erwähnten MOD-FET, deren markantester Vertreter der HEMT (High Electron Mobility Transistor) ist. Solche modulationsdotierte Transistorstrukturen zeichnen sich durch extrem hohe Elektronengeschwindigkeiten, besonders bei tiefen Temperaturen, aus. Vom Standpunkt der Prozeßtechnologie sind diese Bauelemente wesentlich aufwendiger, dafür halten sie derzeit den Rekord unter den Halbleiterbauelementen bezüglich Schaltzeiten. Bei Raumtemperatur wurden Berichten zufolge 10 ps und bei Flüssigstickstoff-Temperatur 5,8 ps als Schaltzeit pro Gatter (gemessen am Ringoszillator) erzielt. Bild 4 zeigt die strukturellen Unterschiede der beiden derzeit am weitesten entwickelten GaAs-FET im Vergleich zum Silizium-MOS-FET. Ähnliche Schaltzeiten wie beim HEMT erwartet man sich auch von bipolaren Bauelementen in ECL-Schaltungen (Emitter Coupled Logic). Ein weiterer Vorteil dieser Bauelemente sind die erzielbaren hohen Schaltströme und Stromverstärkungen, speziell bei Flüssigstickstoff-Temperatur. Die Prozeßtechnologie ist jedoch wesentlich aufwendiger als die für FET.

Den überlegenen intrinsischen Materialeigenschaften des GaAs, die die Entwicklung all dieser neuartigen Bauelemente ermöglichen und die Anwendungsgrenzen der Mikroelektronik bis weit in den Frequenzbereich der Millimeterwellen verschieben, steht als Nachteil gegenüber, daß GaAs technologisch schwieriger zu beherrschen ist als Silizium. Darin spiegelt sich auch die derzeit noch unsichere Marktentwicklung für GaAs-Bauelemente und -IC, für die es sicherlich keinen Mangel an potentiellen Anwendungen, sondern eher einen Mangel an Produktionserfahrung gibt.

GaAs-Elektronik für die Informationstechnik

Die Anwendungsgebiete der GaAs-Elektronik liegen in der Hoch- und Höchstfrequenz-Nachrichtentechnik, der hochbitratigen optischen Datenübertragung und Hochgeschwindigkeits-Datenverarbeitung. Als die wichtigsten Systemanwendungen für GaAs-IC zeigen sich aus heutiger Sicht:

- *Monolithische Mikrowellenschaltungen* (1 GHz bis 30 GHz): Satelliten-Anwendungen (Navigations-Satelliten, Direkt-Fernsehen, On-Board-Systeme und Nachrichtenübertragung), erdbezogene Nachrichtenübertragung (Zellenfunk und Ort-zu-Ort-Verbindungen), Radar-Anwendungen und Geräteanwendung (z. B. HF-Meßgeräte für IC-Test);
- *Monolithische Millimeterwellenschaltungen* (30 GHz bis 300 GHz): Nachrichtenübertragung und hochauflösende Radarsysteme;
- *Integrierte optoelektronische Komponenten*: Nachrichtenübertragung, optische Signalverarbeitung, Schreib-Lese-Einheiten für optische Speicher und optische Sensortechnik;
- *Integrierte digitale Komponenten*: Höchstgeschwindigkeitsrechner, Signalverarbeitung und Instrumentation.

Wegen des großen Anwendungspotentials elektronischer und optoelektronischer GaAs-Bauelemente und der damit verbundenen strategischen Bedeutung der GaAs-Elektronik ist vor allem in Japan und den USA, aber auch in Europa, eine stürmische Entwicklung der GaAs-Technologie festzustellen. Jüngste Erfolge einer systemati-

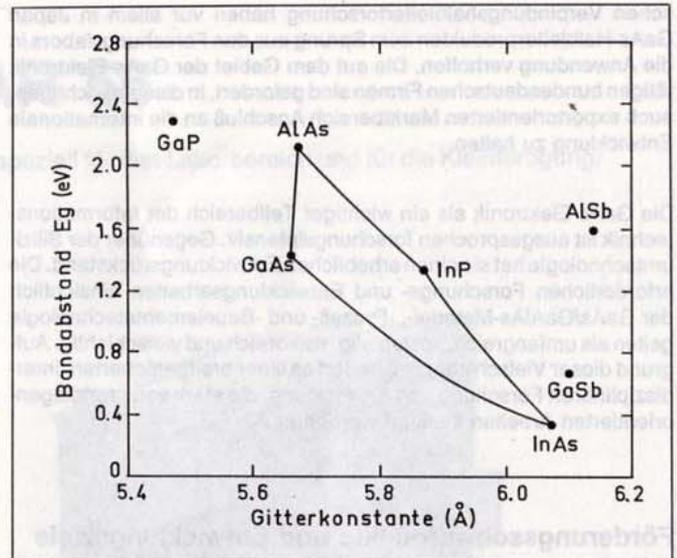


Bild 1: Gitterkonstante und Bandabstand der III-V-Verbindungshalbleiter

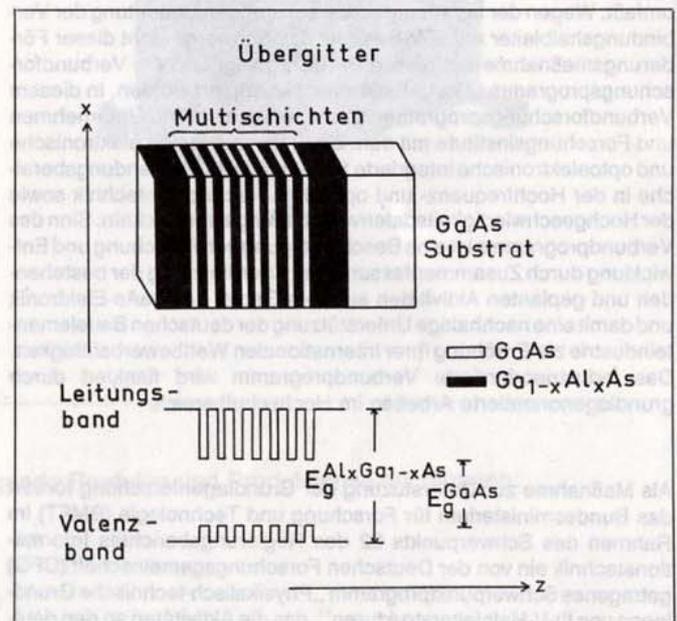


Bild 2: Gezielte Veränderung der Bandstruktur durch Bildung von Heteroschichten (hier dargestellt am Beispiel eines Übergitters)

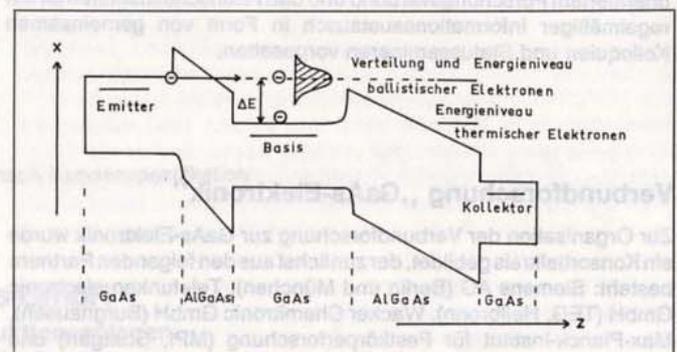


Bild 3: Ballistischer Unipolar-Fünfschicht-Transistor (Hot Electron Transistor, HET); bei einer Basisbreite von $500 \cdot 10^{-10}$ m und einer ballistischen Geschwindigkeit von 10^8 cm/s ergibt sich für die Elektronen eine Basis-Transitzeit von 0,05 ps

schen Verbindungshalbleiterforschung haben vor allem in Japan GaAs-Halbleiterprodukten zum Sprung aus den Forschungslabors in die Anwendung verholfen. Die auf dem Gebiet der GaAs-Elektronik tätigen bundesdeutschen Firmen sind gefordert, in diesem wichtigen, auch exportorientierten Marktbereich Anschluß an die internationale Entwicklung zu halten.

Die GaAs-Elektronik als ein wichtiger Teilbereich der Informationstechnik ist ausgesprochen forschungsintensiv. Gegenüber der Siliziumtechnologie hat sie einen erheblichen Entwicklungsrückstand. Die erforderlichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten hinsichtlich der GaAs/GaAlAs-Material-, -Prozeß- und -Bauelementetechnologie gelten als umfangreich, kostspielig, risikoreich und vielschichtig. Aufgrund dieser Vielschichtigkeit bedarf es einer breitgefächerten, interdisziplinären Forschung und Entwicklung, die stark von grundlagenorientierten Arbeiten flankiert werden muß.

Förderungsschwerpunkte und Entwicklungsziele

Im Rahmen der Konzeption der Bundesregierung zur Förderung von Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Informationstechnik ist eine Förderungsmaßnahme „Neue Bauelemente-Techniken“ definiert worden, deren Zielsetzung die Erforschung neuer Materialien und Bauelementkonzepte sowie die Entwicklung darauf aufbauender Prozeßtechnologien, die nicht Silizium als Materialbasis verwenden, umfaßt. Wegen der herausragenden zukünftigen Bedeutung der Verbindungshalbleiter auf III-V-Basis ist das Schwergewicht dieser Förderungsmaßnahme auf diesen Bereich gelegt und ein Verbundforschungsprogramm „GaAs-Elektronik“ konzipiert worden. In diesem Verbundforschungsprogramm kooperieren mehrere Unternehmen und Forschungsinstitute mit dem Ziel, leistungsfähige elektronische und optoelektronische integrierte Schaltkreise für Anwendungsbereiche in der Hochfrequenz- und optischen Nachrichtentechnik sowie der Hochgeschwindigkeitsdatenverarbeitung zu entwickeln. Sinn des Verbundprogramms ist eine Beschleunigung von Forschung und Entwicklung durch Zusammenfassung und Koordinierung der bestehenden und geplanten Aktivitäten auf dem Gebiet der GaAs-Elektronik und damit eine nachhaltige Unterstützung der deutschen Bauelementeindustrie zur Erhöhung ihrer internationalen Wettbewerbsfähigkeit. Das industrieorientierte Verbundprogramm wird flankiert durch grundlagenorientierte Arbeiten im Hochschulbereich.

Als Maßnahme zur Unterstützung der Grundlagenforschung fördert das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) im Rahmen des Schwerpunkts 22 des Regierungsberichtes Informationstechnik ein von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) getragenes Schwerpunktprogramm „Physikalisch-technische Grundlagen von III-V-Halbleiterstrukturen“, das die Aktivitäten an den deutschen Universitäten auf eine breitere Basis stellt. Als weitere Maßnahme in diesem Zusammenhang wird ein Sonderforschungsbereich an der Universität Duisburg aufgebaut und vom BMFT gefördert, der institutsübergreifend spezielle Fragen der Technologieentwicklung auf dem Gebiet der Verbindungshalbleiter zum Ziel hat, **Kasten**. Zur Förderung einer fruchtbaren Wechselwirkung zwischen industrieorientiertem Forschungsverbund und den Hochschulinstituten ist ein regelmäßiger Informationsaustausch in Form von gemeinsamen Kolloquien und Statusseminaren vorgesehen.

Verbundforschung „GaAs-Elektronik“

Zur Organisation der Verbundforschung zur GaAs-Elektronik wurde ein Konsortialkreis gebildet, der zunächst aus den folgenden Partnern besteht: Siemens AG (Berlin und München), Telefunken electronic GmbH (TEG, Heilbronn), Wacker Chemitronic GmbH (Burghausen), Max-Planck-Institut für Festkörperforschung (MPI, Stuttgart) und Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik (IAF, Freiburg).

Dem Konsortialkreis obliegt Definition und Aktualisierung der Arbeitsprogramme sowie die Koordination der Verbundprojekte. Sprecher des Konsortialkreises ist der Leiter des IAF.

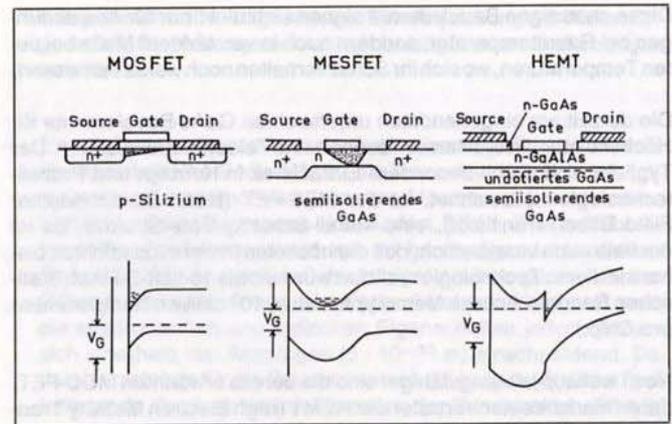


Bild 4: MOS-FET, MES-FET und HEMT

In Anbetracht der Vielfalt und Komplexität des Gesamtaufgabengebietes ist eine Unterteilung des Gesamtforschungsprogramms in fünf Verbundprojekte vorgenommen worden. Gemäß der Schwerpunktsetzung hat je ein Konsortialpartner die Federführung eines Verbundprojektes übernommen. Die Themen der Verbundprojekte und die Federführer sind:

- *Semiisolierendes Substratmaterial* (Wacker-Chemitronic);
- *Prozeßtechnologie* (IAF);
- *Neuartige Bauelementstrukturen und OEIC* (MPI);
- *Schaltkreise für Logik- und Speicheranwendungen* (Siemens);
- *Höchstfrequenzbauelemente und Anlogschaltungen* (TEG).

Zur fachlichen Unterstützung oder zur Übernahme spezieller Aufgaben können weitere assoziierte Partner hinzugezogen werden. Zur regelmäßigen Diskussion der Ergebnisse und zur Festlegung von Programmdetails ist für jedes Verbundprojekt ein Arbeitskreis gebildet worden, dessen Sprecher der jeweilige federführende Partner ist. Die Sprecher der Arbeitskreise bilden einen Fachkreis, in dem übergeordnete Fragen und die Zusammenarbeit zwischen den Verbundvorhaben diskutiert werden und der regelmäßig an den Konsortialkreis berichtet.

Grundsätzlich gefördert werden können Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in der Industrie und in Forschungseinrichtungen, die zur Erreichung der in den einzelnen Verbundprojekten beschriebenen Programmziele beitragen. Grundlagenuntersuchungen an Hochschulen werden vorrangig im Rahmen des Schwerpunktprogramms „Physikalisch-technische Grundlagen von III-V-Halbleiterstrukturen“ der DFG gefördert. Bei spezifischen Aufgabenstellungen können Forschungsarbeiten an Hochschulinstituten in Form von Unteraufträgen eines Konsortialpartners oder assoziierten Partners in das Verbundprogramm eingebracht werden.

H. S. Rupprecht
R. Diehl

ANNULAR 55

Unsere Lösung für Ihre Schneidprobleme. Eine Innenlochsäge speziell für den Laborbereich und für die Kleinfertigung.

Features:

- besonders vibrationsarmer Rundlauf
- Höhengschlag des Sägeblattes 10 μm
- Schnittstärke 100 μm
- hohe Oberflächengüte
- dreh- und schwenkbarer Kristallhalter $\pm 15^\circ$
- manuelle Kristallzustellung bis max 100 mm
optional: Zustellung über Digitalanzeige
- hydr. gedämpfte Bewegung des Arbeitstisches
- integriertes Kühlsystem
- Sichtfenster aus bruchsicherem Glas

Spezifikationen:

Max. Kristalllänge	90 mm
Max. Schnitttiefe	55 mm
Man. Kristallzustellung	100 mm, Teilg. 0,02 mm
Option: Digitalanzeige	Aufslg. 2,5 oder 10 μm
Sägeblatt:	
Außendurchmesser:	257 mm
Innendurchmesser:	101 mm
Blattstärke	variabel
Blattgeschwindigkeit	0 — 5000 rpm
Antriebsmotor mit dyn.	220 V / 0,75 kW
Bremssystem	
Kühlmittelreservoir	60 ltr.
Höhe	1370 mm
Breite	890 mm
Tiefe	1300 mm
Gewicht	370 kg



Zusätzlich liefern wir aus unserer Fertigung in Landsberg folgende Produkte und Produktionseinrichtungen:

- Kristalle für opt. Anwendungen:
CaF₂, MgF₂, Alkalihalogenide, GaAs, GaP, InP
- metallische Einkristalle, polykristallines GaAs undotiert
- weiteres Kristallmaterial auf Anfrage
- Einkristallziehanlagen nach Ihren Spezifikationen:
Bridgman, Czochralski, Floatzone
- Komponenten für den Aufbau von Kristallziehanlagen:
Ziehköpfe, Tiegelrotations- und Hubeinrichtungen und Durchmesserkontrollen
- Tiegelmateriale aus Glassy Carbon und PBN
- Poliermaschinen
- Hochtemperaturöfen
- Epitaxieanlagen für verschiedene Prozesse
- Trockner für Prozessgase — Scrubber für Abgase
- Wärmetauscher für Produktionsanlagen (W/L — W/W)
- Plasmaätzgeräte
- Entwicklung von Prozessen und Aufbau von Anlagen nach Kundenspezifikation

Rufen Sie uns doch einfach an:

IBS-Vertriebs-GmbH
für industrielle Produktionsanlagen
Villenstraße 2
Tel. 0 81 44 / 76 56, Telex 5 27 688 ibs d
Telefax 0 81 44 / 78 57

Tagungsberichte

5th Conference on Semiinsulating III-V Materials

Die diesjährige Konferenz über semiisolierende III-V Materialien wurde vom 1. 6. bis 3. 6. 1988 in Malmö, Schweden, abgehalten. Es war die fünfte Konferenz dieser Art nach denen in Nottingham 1980, Evian 1982, Kah-neeta 1984 und Hakone 1986.

Wie im Titel festgeschrieben, sind alle semiisolierenden III-V Materialien Gegenstand der Konferenz. Wie aber bereits bei früheren Konferenzen stand das GaAs sehr stark im Vordergrund: Etwa 90 % aller Beiträge (ca. 110) befaßten sich mit diesem Material. Zweck der Tagung ist es, Experten aus Industrie und anderen Forschungseinrichtungen zu einem Erfahrungs- und Meinungs austausch zusammenzuführen, wobei die drei grundlegenden Aspekte — Züchtung, Charakterisierung und Bauelementenanwendungen — abgedeckt werden sollen. Das dicht gedrängte wissenschaftliche Programm war in folgende sechs Sitzungen gegliedert:

- A: Defect Dynamics
- B: Compensation and Defect Characterization
- C: Epitaxy with Applications
- D: Transition Metal Impurities and Point Defect Identification
- F: Bulk Growth
- G: Mapping (homogeneity assessment)

Session A: Defect Dynamics

Im Mittelpunkt der Sitzung „Defect Dynamics“ standen Effekte, die bei Hochtemperatur-Behandlung von undotiertem si GaAs beobachtet werden, sowie Fragen der n-Typ Aktivierung nach Ionenimplantation. In einem eingeladenen Vortrag berichtete Look (USA), daß sich die Widerstandswerte von undotiertem GaAs-Substrat durch 960 °C Temperung reversibel zwischen semiisolierend und halbleitend verändern lassen, je nachdem, ob das Material schnell oder langsam abgekühlt wird. Ähnliche Ergebnisse fanden zwei japanische Gruppen. Diese Effekte sind noch weitgehend unverstanden. Übereinstimmend ist man aber der Meinung, daß diese auf Defektreaktionen zurückzuführen sind, an denen Donatoren flacher als $As_{Ga}/EL2$ und tiefe intrinsische Akzeptoren beteiligt sind.

Hinsichtlich der optimalen und reproduzierbaren Aktivierung von n-Typ-Implantaten in undotiertem GaAs-Substrat erscheinen nach Aussagen amerikanischer und japanischer Gruppen drei Punkte wesentlich. Erstens sollte die $(As_{Ga}/EL2)^{\circ}$ -Konzentration im Substrat hoch sein. Der Polierschaden unter der Oberfläche sollte minimal sein und schließlich sollte die Oberfläche durch eine saure Ätze leicht As-reich präpariert werden.

Session B: Compensation and Characterization of Defects

Zentrales Thema der Sitzung B war der Kompensationsmechanismus in undotiertem si GaAs. Zwei Gruppen (Spectrum Technology Inc. Holliston USA, Siemens München) vertraten die Ansicht, daß sich die Eigenschaften ihres Materials durch das bereits 1982 aufgestellte 3-Niveau-Kompensationsmodell erklären lassen, in dem der dominante $As_{Ga}/EL2$ „mid-gap“ Donator sowie flache Donatoren residuäre flache C-Akzeptoren kompensieren. Die Mehrzahl der Beiträge kam jedoch zu dem Schluß, daß dieses Modell für das heutige Material verfeinert werden muß. Unstrittig ist die dominante Rolle des $As_{Ga}/EL2$ -Donators. Dagegen wird angezweifelt, daß C im heutigen Material der dominante Akzeptor ist. Verschiedene Autoren (v. Bardeleben, Univ. Paris; Govorkov, Inst. Rare Metals Moskau; Krambock, Univ. Paderborn; Wagner, IAF, Freiburg; Weber, Univ. of Berkely) konnten belegen, daß neben C auch Zn und intrinsische Akzeptoren zu berücksichtigen sind. Außerdem scheinen tiefe Donatoren flacher als $As_{Ga}/EL2$ nicht vernachlässigbar zu sein (Govorkov Inst. Rare Metals Moskau, Mares Inst. Physics Prag, Sargent Oregon Graduate

Center). Insgesamt zeichnet sich somit ab, daß das 3-Niveau-Modell um einen tiefen Donator und wenigstens einen tiefen Akzeptor zu erweitern ist.

Ein bemerkenswerter Beitrag kam von Sumitomo Metal Mining, Tokio. Den Autoren gelang es erstmalig, undotiertes si LEC GaP zu ziehen. Ähnlich wie beim GaAs wird die Kompensation durch den tiefen P_{Ga} -Donator und flache C-Akzeptoren verursacht.

Session C: Epitaxy with Applications

This session had two main topics: parasitic effects and other problems with MES-FETs and MODFETs related to properties of substrates or epitaxial layers, and epitaxial growth of semi-insulating GaAs and InP. It was reported that bulk grown GaAs substrate material can be produced reproducibly with characteristics which make it possible to fabricate working integrated circuits. Nevertheless effects such as side-gating and uniformity of threshold voltage due to deep levels in GaAs substrates are still problems for MESFETs. Posters on the effects of gate orientation on the threshold voltage, a model for side gating, and the effect of striations on threshold voltage were presented. Problems in heterojunction device structures, especially MODFETs, caused by the DX level in AlGaAs were reviewed and two different proposals for the microscopic identity of this deep level were discussed. Posters on the optimization of GaAs buffer layers and the optimal doping of InP:Fe were also presented.

Session D: Transition Metals and Point Defect Identification

Die Sitzung D begann mit einem eingeladenen Vortrag von B. Clerjaud (Paris), in welchem der Einbau und die kompensierende Wirkung von Cr, Ti, V und Fe diskutiert wurden, insbesondere für InP. Nach neueren Ergebnissen läßt sich die thermische Stabilität von Cr und Fe in InP durch Co-Dotierung mit Ga oder As verbessern. Im Vortrag von H. P. Gislason wurde die Leistungsfähigkeit magnetischer Spektroskopie (EPR, ODMR, MCD, ENDOR, ODENDOR) zur mikroskopischen Identifizierung von Defekten dargelegt.

In den 15 Posterbeiträgen wurden zusätzliche Ergebnisse zu bekannten Defekten oder erste Ergebnisse an neuen Defekten vorgestellt. Hervorzuheben sind: Ein Beitrag von P. Silberberg, P. Omling und L. Samuelson (Lund) zur vollständigen Bestimmung der vier optischen Wirkungsquerschnitte von $EL2$ im neutralen und einfach ionisierten Zustand mittels Photo-Kapazitätsmessungen. Außerdem der Beitrag von T. Wolf, R. K. Bauer, D. Bimberg und W. Schlaak (Berlin) über den ersten Defekt aus der 5d-Reihe in GaAs, nämlich Ta^{3+} . Systematische Vergleiche mit V^{3+} (3d) und Nb^{3+} (4d) sind möglich.

Session F: Bulk Growth

Nach wie vor stellt die Inhomogenität von großen semiisolierenden GaAs Einkristallen ein großes Problem dar. Auch die sehr hohe Versetzungsdichte in herkömmlichem, LEC gezogenem Material wird als problematisch angesehen. J. E. Clemans und J. M. Parsey Jr. von AT & T (Bell-Labs) stellten Ergebnisse von einem neuartigen Zuchtverfahren vor: „vertical gradient freeze“ (VGF). Die so gezogenen Kristalle zeichnen sich durch eine kleine Versetzungsdichte und gute Homogenität aus. Inwieweit dieses Verfahren wirtschaftlich durchzuführen ist, bleibt abzuwarten.

In einem „late news paper“ berichteten das LEP zusammen mit Wacker-Chemitronic über getempertes LEC Material. Nach ihrer Aussage sei dieses bezüglich Homogenität sogar In-legiertem Material überlegen.

Verglichen mit früheren Konferenzen ist es um In-legiertes Material relativ ruhig geworden. Auch über die Verwendung von Magnetfeldern bei der Zucht wurde nur wenig berichtet.

Session G: Mapping

Diese Sitzung über orts aufgelöste Charakterisierung von si III-V Materialien begann mit zwei eingeladenen Vorträgen. Der erste von A. T. Hunter (Hughes) mit dem Titel „Optical mapping of semi-insulating III-V materials“ behandelte schwerpunktmäßig die Photolumineszenztopographie und die physikalische Interpretation der sich dabei ergebenden Kontraste. Der zweite Vortrag von Mitarbeitern des Insti-

tutes (J. Wagner und J. Windscheif) mit dem Titel „Raman scattering of residual acceptors in GaAs and its application to optical topography“ diskutierte die elektronische Ramanstreuung an Restakzeptoren in *si* GaAs als quantitative Meßmethode zur orts aufgelösten optischen Materialcharakterisierung.

Der Posterteil der Sitzung umfaßte 13 „contributed papers“, die sich schwerpunktmäßig, wie auch in den anderen Sitzungen, mit *si* GaAs befaßten. Stellvertretend soll hier auf vier Arbeiten näher eingegangen werden. Der Beitrag von H. C. Alt und Mitarbeitern (Siemens) zeigte eine Korrelation zwischen mikroskopischen Fluktuationen in der EL2-Konzentration und FET Schwellspannungen auf. Molva und Mitarbeiter (Frankreich) benutzten resonant angeregte Tieftemperatur-Photolumineszenz zur Untersuchung der Verteilung von flachen Störstellen in der Nähe von Versetzungen in GaAs. Tajima (Japan) zeigte die Möglichkeit auf, Raumtemperatur-Photolumineszenz des EL2-Defektes zur quantitativen, orts aufgelösten Analyse dieses Defektes als Alternative zur Infrarot-Absorptionstopographie zu benutzen. Als letztes möchte ich eine Arbeit von W. Winnacker und Mitarbeitern (Siemens) aufführen, die mit Hilfe des magnetischen Zirkulardichroismus versuchen, die räumliche Verteilung des EL2-Defektes im neutralen und im ionisierten Zustand auszumessen.

Da viele der in dieser Sitzung diskutierten Meßmethoden die Verteilung von Donatoren oder Akzeptoren in *si* GaAs analysieren, ergab sich in der Diskussion ein starker thematischer Überlapp mit Sitzung B „Compensation and characterization of defects“.

Nächste Konferenz

Der Lenkungsausschuß der Konferenz kam nach kurzer Diskussion zu der Auffassung, daß Bedarf für eine weitere Konferenz dieser Art besteht. Sie soll stärker auf Technologie und Bauelemente ausgerichtet werden als die bisherigen Konferenzen und soll 1990 in Kanada stattfinden.

U. Kaufmann

Die Session „Transition metals and point defect identifications“ hob die Bedeutung der Übergangselemente bei der Herstellung von semi-insulating InP hervor. Da dort im Gegensatz zu GaAs kein „natürlicher“ tiefer Donator existiert (EL2-level), werden durch Dotierung mit Ti, Cr oder Fe tiefe Störstellen erzeugt und damit die flachen Störstellen (C, S, Si) kompensiert. Bezüglich der in GaAs-Wafern häufig beobachteten Cu-Kontamination konnte gezeigt werden, daß diese offenbar nicht durch die Kristallzucht oder das „thermal ingot annealing“ hervorgerufen wird, sondern erst bei der nachfolgenden Wafer-Bearbeitung entsteht. Es muß versucht werden, diese Kontamination zu eliminieren, da sie die Schwellspannung hergestellter MESFETs negativ beeinflusst.

Zu den sechs verschiedenen Themen dieser Tagung gab es jeweils zwei bis drei einführende Vorträge, gefolgt von der zugehörigen Poster-Session mit abschließender Diskussion. Dadurch, daß es keine Parallelveranstaltungen gab, war allen Teilnehmern die Möglichkeit gegeben, sich an Hand der fast 100 Poster über die neuesten Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung zu informieren. Dabei befaßten sich, wie auch schon in den Vorjahren, die meisten Beiträge mit GaAs, einige mit InP und sehr wenige mit GaP.

Schwerpunktthema in der Session „Defect dynamics“ war das „thermal ingot annealing“. Dieses nun schon seit mehreren Jahren verwendete, zwischenzeitlich jedoch etwas stiefmütterlich behandelte Verfahren zur Verbesserung der Kristallqualität erfolgt entweder unter Vakuum oder definiertem As-Partialdruck. Das Ziel ist eine Homogenisierung des Materials und seiner elektrischen Eigenschaften durch Diffusion, aber auch eine Ausheilung von vorhandenen Defekten. Die Temperaturen liegen meistens bei 800° C bis 1200° C. Unterschieden wird zwischen zwei verschiedenen Abkühlverfahren, dem langsamen Abkühlen sowie dem „quenching“, bei dem Abkühlraten bis zu 100° C/min angewandt werden.

Semi-Insulating GaAs wurde in den letzten Jahren häufig durch ein 3-level-model beschrieben. Dieses bestand aus flachen Akzeptoren (in der Hauptsache C), flachen Donatoren (in der Hauptsache Si) sowie dem tiefen Donatorniveau EL2 (As auf Ga-Platz). Erst mit Einführung der PBN-Tiegel gegen Ende der 70er Jahre war es möglich, durch die starke Reduzierung der Si-Verunreinigungen eine Nettoakzeptorkonzentration zu erzielen. Wurden die Kristalle nun aus einer As-reichen

Schmelze gezogen, konnte man so semiisolierendes Material herstellen. Die neuesten Ergebnisse in der Session „Compensation and characterization of defects“ haben nun gezeigt, daß es mittlerweile gelungen ist, aufgrund verbesserter Anlagen und Verfahren (beschichtete Graphitteile, andere Materialien, bessere Gasführung) die C-Konzentration auf Werte bis zu 2×10^{14} zu senken. Zum einen gewinnen damit andere flache Akzeptoren wie Zn und Mg immer mehr Bedeutung, zum anderen muß aber auch die Konzentration der flachen Donatoren wie Si und S weiter gesenkt werden. Eine weitere wichtige Verunreinigung beim LEC-Kristallzuchtprozeß ist das aus den Tiegeln sowie dem Encapsulator stammende B, welches allerdings nur auf As-Plätzen elektrisch aktiv ist. Auch die Untersuchungen zur Erklärung des bereits angesprochenen tiefen Donatorniveaus EL2 sind noch keineswegs abgeschlossen, sondern scheinen sich vielmehr zu einem Dauerbrenner zu entwickeln. Noch immer ist nicht geklärt, ob es sich hierbei um einen einfachen antisite- oder aber um einen komplexen Defekt handelt, bei dem zusätzlich noch Fehlstellen sowie As-Atome auf Zwischengitterplätzen vorhanden sind. Dagegen konnte mittlerweile auch an epitaktischen Schichten gezeigt werden, daß der EL2-Defekt aus mindestens zwei Energieniveaus besteht.

In der Session „Epitaxy with applicavitions“ wurde mit Nachdruck betont, wie sehr man doch an dem von den Kristallherstellern längst propagierten Material mit niedriger Versetzungsdichte interessiert ist.

Die meisten Beiträge in der Session „Bulk growth“ befaßten sich mit der LEC-Kristallzucht von GaAs. Schwerpunkt waren dabei allerdings entgegen den Erwartungen nicht die 4"-Kristalle, obgleich diese mittlerweile von mehreren Herstellern kommerziell angeboten werden. Bezüglich der In-Dotierung zur Herabsetzung der Versetzungsdichte gab es zwar mehrere Beiträge (z. B. über die Konstanthaltung der In-Konzentration mittels Schwimmtiegel), gleichzeitig wurde jedoch deutlich, daß die Tage dieses bis heute bevorzugten Verfahrens zur Reduzierung der Versetzungsdichte offenbar gezählt sind. Die Kristallzüchter hoffen, den versetzungsarmen Kristall in Zukunft auch ohne eine solche Dotierung herstellen zu können. Neben der LEC-Kristallzucht wurde auch von „high quality“ semi-insulating 3" GaAs Kristallen nach dem Vertical-Gradient-Freeze-Verfahren berichtet. Von vielen wird dieses Verfahren schon heute als das Verfahren der Zukunft apostrophiert. Da aber Totgesagte nicht selten ungeahnten Überlebenswillen entfalten, darf man auch auf zukünftige Entwicklungen bei der Czochralski-Kristallzucht gespannt sein.

Entscheidend für die Qualität eines Wafers und damit für die Ausbeute bei den LSI-Circuits ist die Homogenität desselben, das heißt die laterale Variation von Verunreinigungen, Defekten und damit der physikalischen Eigenschaften. Im Rahmen der Session „Mapping“ wurde über die Ergebnisse der Untersuchungen nach verschiedenen Standardcharakterisierungsverfahren mit unterschiedlicher lateraler Auflösung berichtet.

Zum Abschluß dieses Überblicks sei erwähnt, daß die mit viel Spannung erwartete Rump Session unter dem zukunftsweisenden Titel „Will semi-insulating substrates ever be good enough“ die Mehrzahl der Anwesenden sicherlich nicht ganz zufriedenstellen konnte. Dagegen kann aufgrund der in Malmö gezeigten Ergebnisse und der Vielzahl der noch immer offenen Fragen sowie der zu lösenden technischen Probleme mit berechtigter Erwartung auf die „6th Conference on Semi-Insulating III-V Materials“ geblickt werden. Diese wird in zwei Jahren in Kanada stattfinden.

Rolf Enders

European Workshop MOVPE II

Der zweite europäische Workshop zur MOVPE (EW-MOVPE II) fand vom 19. bis 22. Juni 1988 an der Universität St. Andrews, Schottland, statt. Er wurde von über 200 Teilnehmern aus 12 europäischen Ländern sowie aus den USA und Kanada zur regen Diskussion genutzt. Insgesamt 12 eingeladene Vorträge vermittelten einen guten Einblick in den Stand der meisten Teilgebiete. M. Rzeghi (Thomson CSF) berichtete über neueste Ergebnisse zur Epitaxie von GaAs, InP und GaInAsP auf Si. Trotz der physikalischen Probleme (unterschiedliche Gitterkonstante, Wachstum polarer Materialien auf nicht-polarem Si)

konnten hier große Fortschritte erzielt werden, die in optoelektronischen Bauelementen mit annehmbaren Eigenschaften resultieren. **M. Weyers** (RWTH Aachen) stellte in einem Vergleich zwischen MOVPE und MOCVD die Vorteile der zweiten Methode hinsichtlich scharfer Grenzflächen und Multiquantumwell-Strukturen dar, während die MOVPE seiner Meinung nach bei der großflächigen, homogenen Schichtherstellung ihre Stärken hat. **G. B. Stringfellow** (University of Utah) konnte den aktuellen Stand beim Verständnis der chemischen Reaktionen im MOVPE-Reaktor überzeugend darstellen. Dazu waren Experimente in unterschiedlichen Trägergasen (H_2 , D_2 , N_2) durchgeführt worden und die Reaktionsprodukte mittels Massenspektrometrie analysiert worden. Diese Erkenntnisse können nicht zuletzt dazu verwendet werden, um den Kohlenstoffeinbau in die Epitaxieschicht, vor allem aus alternativen (MO)As-Quellen, zu minimieren. **P. D. Dapkus** (University of Southern California) berichtete von neuen Ergebnissen der Atomic Layer Epitaxy (ALE) von GaAs. Hier konnte der Temperaturbereich auf ca. $450^\circ C$ festgelegt werden, in dem die Ga-Bedeckung der Probe tatsächlich nach einer Monolage stoppt, auch wenn weiteres Ga angeboten wird. Darüber hinaus wurde ein möglicher Einsatz der ALE bei der selektiven, Laser-induzierten Epitaxie vorgestellt.

In acht Sessions wurden fast 80 Poster gezeigt, deren Thematik von Grundlagenuntersuchungen (Wachstumsmodelle, Strömungsuntersuchungen) über Wachstumsresultate (Homogenität, Dotierstoffeinbau, Quantum-Well-Strukturen, Wachstum auf Fremdsubstraten) bis zur Anwendung in Bauelementen reichte. In einer Session zu Ausgangsmaterialien wurde vor allem das Problem alternativer Arsen-Quellen diskutiert. Solche Quellen werden aus Sicherheitsgründen immer mehr gefordert, jedoch taucht beim Einsatz metallorganischer Quellen meist das oben erwähnte Problem des Kohlenstoffeinbaus in die Epitaxieschicht auf.

Die Veranstalter versuchten, die Poster-Diskussion anschließend an die einzelnen Sessions im Plenum zu bündeln. Dies gelang leider nicht, da selbst bei kontroversen Punkten große Zurückhaltung fast aller Teilnehmer zu spüren war. Weit effektiver waren die Diskussionen im kleinen Kreis. So kann der Workshop durchaus als gelungen bezeichnet werden, nicht zuletzt auch wegen eines gut organisierten Rahmenprogramms. Der nächste Workshop zu diesem Thema soll vom 5.—7. Juni 1989 in Montpellier (Frankreich) stattfinden.

F. Scholz

11th International Symposium on the Reactivity of Solids

Princeton University, USA, vom 19. bis 24. 6. 1988

Allgemeines

Sieht man davon ab, daß häufig Schwierigkeiten bei der Diavorführung auftraten, war die Tagung vorbildlich organisiert. Durch das gemeinsame Frühstück, Mittag- und Abendessen gab es zusätzliche Gelegenheiten, mit Kollegen wissenschaftliche Erfahrungen auszutauschen. Die Unterkunft auf dem Universitätsgelände war sehr preiswert und hatte zudem den Vorteil, daß alle Vortragsräume bequem zu Fuß erreicht werden konnten. Zu betonen ist noch, daß die Tagungsleitung auch für persönliche Angelegenheiten stets Zeit fand.

Mit Ausnahme vom letzten Konferenztag, an dem nur vormittags Vorträge gehalten wurden, begannen jeden Vor- und Nachmittags die Sitzungen mit zwei aufeinander folgenden, halbstündigen Übersichts-vorträgen (Plenarsitzungen). Es folgten in drei Parallelsitzungen aktuelle Fachvorträge, die zwischen zehn und zwanzig Minuten dauerten. Zusätzlich wurden an jedem Tag noch ungefähr zehn Arbeiten in Form von Postern dargestellt. Daneben hatte jeder Vortragende, mit Ausnahme der Redner aus den Plenarsitzungen, die Möglichkeit, sein Thema als Poster zu präsentieren. Dadurch bot sich die Gelegenheit, einen gewissen Einblick in die Nachbarvorträge zu bekommen. Leider nahmen nicht alle Redner diese zusätzliche Mühe auf sich. Die Tagung hatte einen ausgeprägten internationalen Charakter. Der Großteil der Vorträge wird in den Konferenzproceedings erscheinen.

Wissenschaftliches Programm

1. Allgemeines

Die Eingruppierung der Vorträge war nach charakteristischen Gesichtspunkten angestrebt, jedoch nicht immer streng genug durchgeführt worden. Bei den meisten Vorträgen lag die Betonung auf einer möglichst genauen chemischen und strukturellen Beschreibung der betreffenden Phasen, während eine quantitative Behandlung von kinetischen Vorgängen etwas im Hintergrund lag.

Am ersten Tag wurden spezielle und allgemeine Themen aus der Festkörperchemie, wie Interkalationen, Heteroreaktionen und Synthesen behandelt, wobei Oxide im Vordergrund standen. Daneben wurden noch Phosphate und Bronzen hervorgehoben. Der zweite Tag war geochemischen Prozessen in Mineralien, in Tonerden und Karbonaten, Reaktionen unter Hochdruckbedingungen und tribochemischen Vorgängen gewidmet. Am dritten Tag folgten Beschreibungen zur Herstellung von Gelen, zur Synthese von oxidischen Supraleitern, zur Abscheidung von Verbindungen aus organischen Medien, zur Herstellung von Verbundmaterialien, zur Bildung von Fehlstellen und Diffusion und zur Kinetik verschiedener Reaktionsvorgänge. Die Abscheidung und Eigenschaften von dünnen Filmen, die Bedeutung der Oxidoberfläche für Reaktionsabläufe, Oberflächenprozesse, Ladungstransport in Polymeren, Katalyse und Festkörperreaktionen in Polymeren waren die wichtigsten Themen am vierten Tag. Der letzte Tag war ausschließlich der Synthese und Charakterisierung von oxidischen Supraleitern vorbehalten.

Einzelberichte

Der folgende Bericht bezieht sich auf ausgewählte Beiträge von Sitzungen, an denen ich teilnehmen konnte. Die Vorträge einer Sitzung sind in einem Absatz zusammengefaßt.

Schwungvoll, mit vielen, z. T. etwas großzügig gestalteten Projektionsfolien, wurden die Hörer im ersten Plenarvortrag (R. Roy, Pennsylvania State Uni.) über allgemeine Überlegungen zur Verbesserung oder zur Entwicklung von Materialien mit speziellen Eigenschaften durch Einbeziehung der Struktur und der chemischen Zusammensetzung unterrichtet. Der zweite Plenarvortrag (M. S. Wrighton, MIT) beschäftigte sich eingehend mit der analog zum MOS-Feldeffekt-Transistor aufgebauten, d. h. aus zwei festen Redoxsystemen kombinierten Anordnung, die als Sensor für Gase von technischem Interesse ist.

Eine Übersicht über die vom $NaNiO_2$ abgeleiteten Schichtstrukturen der entsprechenden Hydroxide und Oxihydroxide sowie deren Präparation unter Einbeziehung des Austauschs der Nickelkationen durch dreiwertige Übergangsmetalle gab C. Delmas (Uni. Bordeaux, Frankreich). Es folgte ein Vortrag (K. R. Poeppelmeier, Northwest Uni.) über den interdiffusiven Austausch von Li^+ durch H^+ in $LiAlO_2$. Die Herstellung der als Katalysator zur Alkoholsynthese verwendbaren $Zr^{II}(Mn_x^{III}Cr_y^{III})_2O_4$ Spinellphasen waren der Inhalt der Arbeit von P. Forzatti (Politecnico, Milano, Italien). Über die Kristallstruktur und Synthese von (nicht supraleitenden) $BaCd_2NiO_5$ berichtete E. Gutierrez (Uni. Madrid, Spanien). Bisher nicht bekannte Phasen wurden im Ba-Nb-O-System von G. Svensson (Uni. Stockholm, Schweden) mittels Elektronenbeugung nachgewiesen.

Über die Änderung des elektrischen Leitungscharakters von Cu-Cr-Spinellen und Y-Ba-Cupraten in Abhängigkeit vom Kationen-Anionen-Verhältnis setzte sich R. Schöllhorn (TU Berlin) in einem Plenarvortrag auseinander. Die Zeolithbildung in der Pentasilgruppe durch organische Molekülgruppen wurde von J. W. White (Austr. National Uni. Canberra, Australien) durch Neutronenbeugung an Deuterium untersucht.

Die kalorimetrische Untersuchung der Reaktion von SiO_2 , TiO_2 und CaO mit H_2O waren das Thema von F. R. Stone (Uni. Bath, England). Mit der Eindiffusion von Protonen in $KTiO_3$ in Abhängigkeit von verschiedenen Akzeptoren beschäftigte sich A. S. Nowick (Columbia Uni., New York). Die Reduktion von CuO im $CuO-ZnO-Al_2O_3$ -System wurde eingehend von P. Porta (Uni. Rom, Italien) studiert. Die Oxidation von supraleitenden Chevrelphasen ($Cu_2Mo_6S_{8-x}$) wurde von M. Taniguchi (Uni. Tokio, Japan) thermogravimetrisch untersucht. Die thermische Zersetzung von $Ca(OH)_2$, untersucht mit Röntgen- und Neutronenbeugung, waren der Inhalt eines Vortrags von J. C. Niepce (Uni. Burgundy, Frankreich). Vertiefend wurde mit Hilfe der Röntgenbeugung der Sinterprozeß verschiedener Phasen im Cd-Cr-O-System von A. Torkler (Uni. Hamburg, Deutschland) untersucht.

Die Plenarsitzung am zweiten Tag wurde mit einem Vortrag von A. C. Lasaga (Yale Uni.) über die Struktur- und Phasenbereiche verschiedener Silicate und Germanate mit der ABO_3 - und AB_2O_4 -Zusammensetzung eröffnet, wobei $A = Mg, Ni, Fe, Co$ und $B = Si, Ge$ ist. Es folgte ein Vortrag von D. V. Veblen (Hopkins Uni.) über die mit einem hochauflösenden Elektronenmikroskop erhaltenen Abbildungen von Strukturen und Strukturfehlern verschiedener Silicate.

Eine neue metastabile, monokline $BaCO_3$ -Phase war von T. Nishino (Uni. Tokio, Japan) gefunden worden. Weiter wurden Reaktionen thermogravimetrisch und kalorisch mit $Ni-Li_2CO_3$ -System von A. Marini (Uni. Pavia, Italien) gemessen. Die Bildung von Mischkristallen, wie z. B. Dolomit, beim Mahlen von verschiedenen Karbonaten war von J. M. Longo (Exxon Production Res. Co., Houston, Te.) untersucht worden. Die thermische Zersetzung von Dolomit wurde zeitlich mit Röntgendiffraktometrie von G. Spinolo (Uni. Pavia, Italien) verfolgt.

Mit einer laserbeheizten Diamantzelle konnte R. Jeanloz (Uni. Berkeley, Cal.) Drücke und Temperaturen von 200 GPa und 5000 K erreichen und somit Reaktionen der Erdkruste nachvollziehen (Plenarvortrag). S. Kume (Uni. Osaka, Japan) konnte die Bildung zahlreicher Hochtemperaturphasen (Polymorphie) in verschiedenen hochschmelzenden Oxiden (z. B. ZrO_2) unter Druckanwendung über Röntgendiffraktometrie beobachten (Plenarvortrag).

Von M. Senna (Uni. Yokohama, Japan) wurde die Kinetik der Nitrierung in einer heizbaren Schwingungskugelmühle näher untersucht. Die reine mechanische Legierung (Tribochemie) von feinen Ni- und Al-Partikeln wurde von E. Ivanov (Inst. Sol. State Chem., Novosibirsk, UdSSR) studiert. Vom Übergang der Anatasphase in die Rutilphase während des Mahlvorganges von TiO_2 in einer Kugelmühle berichtete J. M. Criado (CSIC, Sevilla, Spanien).

Am dritten Tag war die erste Plenarsitzung der Herstellung und Charakterisierung von Gelen gewidmet. J. Livage (Uni. Paris, Frankreich) beschäftigte sich mit metallorganischen und L. C. Klein (Uni. Picadaway, N. J.) mit oxidischen Gelen.

In der folgenden Sitzung über Hochtemperatursupraleiter berichtete M. A. Alario-Franco (Uni. Madrid, Spanien) über Synthesebedingungen,

Sauerstoffgehalt und Mechanismus der Sauerstoffbewegung für $YBa_2Cu_3O_{7-x}$. L. F. Schneemeier trug über die Züchtung und den Sauerstoffgehalt von $10 \times 10 \times 0.1$ mm³ großen $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ -Kristallen aus der unstöchiometrischen Y_2O_3 -BaO-CuO-Schmelze in ZrO_2 -Tiegeln vor. Der eigene Beitrag ging über die Synthesebedingungen von homogenen $TmBa_2CuO_{7-x}$ aus $BaCO_3$ und Oxiden, charakterisiert durch die CO_2 -Abgabe.

Auf die Bedeutung von reaktiven anorganischen, polymeren Polyphosphazene als Ausgangsmaterial zur Herstellung anorganisch-organischer Verbindungen wies in einem Plenarvortrag H. R. Allock (Pennsylvania State Uni.) hin. In dem folgenden Plenarvortrag sprach S. Hirano (Uni. Nagoya, Japan) über die Abscheidung von dünnen $LiNbO_3$ -Schichten aus organometallischen Lösungen.

Mit dem Einbau von Pb^{2+} in β -Aluminiumoxid-Kristallen, gezüchtet aus dem $PbCl_2$ -Flußmittel, beschäftigte sich G. S. Rohrer (Uni. Philadelphia, Pa.). Die Verwey Phasenumwandlung wurde in Magnetitkristallen, gezüchtet nach dem Skulshmelzverfahren, kalorimetrisch in Abhängigkeit von der Sauerstoffkonzentration von J. M. Honig (Uni. West Lafayette, In.) untersucht. Die Isotope ^{60}Co und ^{59}Fe wurden von M. Martin verwendet, um in CoO und Magnetit den Mechanismus der Kationendiffusion in einem Sauerstoffgradienten zu erforschen. In ähnlicher Weise untersuchte P. Franke (Uni. Ithaca, N. Y.) an ternären Fe-Mn-Oxiden den Einfluß von Punktdefekten auf den Kationentransport im Sauerstoffgradienten. Über die Diffusion vom Kohlenstoff in TiC_{1-x} und ZrC_{1-x} wurde von F. J. J. van Lon (Uni. Eindhoven, Niederlande) berichtet.

Die erste Plenarsitzung am vierten Tag begann mit einem Beitrag von T. Moustakis (Uni. Boston, Ma.) zur (sehr geringen) polykristallinen Abscheidung von Diamant auf Molybdän aus einer durch Elektronen aktivierten CH_4 - H_2 -Gas Mischung unterhalb 1 atm. Im anschließenden Plenarvortrag stellte J. M. Thomas (Davy Faraday Inst., London, England) die grundsätzliche Oberflächenstrukturierung von Katalysatoren dar.

In der folgenden Sitzung beschrieb T. Venkatesan (Bellcore, Red Bank, N. J.) die Herstellung von $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ -Schichten auf 400° C heißen Silizium- oder Saphirsubstraten durch Abdampfen von stöchiometrischen Tabletten in 10^{-4} Torr O_2 -Atmosphäre mittels gepulster Laserbestrahlung. Durch die Abscheidung von Y, Ba, Cu 2-Ethylhexanoaten aus Chloroform auf mit 2000 U/min sich drehenden ZrO_2 - oder MgO -Substraten und durch anschließendes Heizen bei 850° C unter O_2 -Atmosphäre erhielt M. E. Groß (AT & T, Murray Hill, N. J.) supraleitende Schichten von $YBa_2Cu_3O_{7-x}$. Einen umfassenden Einblick in den strukturellen Aufbau von $GeSe_2$ -Gläsern gab P. Vashishta (Argonne Nat. Lab., Ill.)

Oberflächendiffusionskoeffizienten und Adsorptionsschichtdicken von O_2 auf Al_2O_3 wurden von Y. Ikuma (Ikutoku Uni., Japan) für wachsende Partikel (Spinellbildung, dynamische Methode) und durch Isotopenaustausch (statische Methode) für Al_2O_3 bestimmt.

C. R. Martin (Texas A & M Uni., Te.) trug in einem Plenarvortrag neuere Erkenntnisse zur Ionendiffusion von n-dotierten Polypyrrolen vor. In einem weiteren Plenarvortrag erläuterte Z. G. Soos (Uni. Princeton, N. J.) die elektronischen Eigenschaften dotierter heterozyklischer Polymere wie z. B. von Polydiacetylen und Polythiophen.

Am letzten Tagungstag wurde die Plenarsitzung mit einem Übersichtsvortrag von B. Raveau (Uni. Caen, Frankreich) über den strukturellen Aufbau der aktuellen Supraleiter wie z. B. $Bi_2Sr_2Cu_2O_7$, $Tl_2Ba_2Cu_2O_{6+x}$, $Bi_2Sr_{2-x}Ca_{1+x}Cu_2O_8$ und $TlBa_2Ca_2Cu_3O_{3-x}$ begonnen. Typisch ist die vorherrschende Perowskitstruktur mit z. T. eingelagerter NaCl-Struktur. Der Sauerstoffgehalt beeinflusst die Cu-Wertigkeit, die durch die Schreibweise $YBa_2[Cu_2^{II}Cu^{III}O_7]_{1-x}[Cu_2^{II}Cu^IO_6]_x$ veranschaulicht wird. R. J. Cava (AT & T, Murray Hill, N. J.) berichtete über die definierte Einstellung des Sauerstoffgehalts in $YBa_2Cu_3O_x$ und über die Herstellung der neuen Supraleiter $Bi_{1.6}Pb_{0.4}Sr_{1.5}Ca_{1.5}Cu_2O_{8+x}$ mit $R = O$ bei $T = 96$ K und $Ba_{0.6}K_{0.4}BiO_3$ mit $T_c = 42$ K.

In den anschließenden Sitzungen gab es von J. A. Stuart (Uni. of Pennsylvania) und S. M. Zahurak (AT & T, Murray Hill, N. J.) je einen Beitrag zum geringfügigen Austausch von O in $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ durch F. Über die Abhängigkeit der $YBa_2Cu_3O_x$ -Struktur vom Sauerstoffgehalt, d. h. tetragonal für $x < 6.40$ und orthorhombisch für $x > 6.42$ bei Zimmertemperatur und dem Übergang in die tetragonale Phase für $x < 6.55$ beim Hochheizen, berichtete H. M. O'Bryan (AT & T, Murray Hill, N. J.). Etwa $1 \times 1 \times 0.1$ mm³ große Kristalle von $ErBa_2Cu_3O_x$ und mit einem T_c von 77 K erhielt S. M. Fine (Uni. Piscataway, N. J.) aus der unstöchiometrischen Y-Ba-Cu-O-Teilschmelze.

E. Schönherr

Rastertunnelmikroskopie (3. STM)

Anwendungen auch bei der Untersuchung des Kristallwachstums?

Vom 3. bis 8. Juli fand in Oxford/England die dritte internationale Tagung über Rastertunnelmikroskopie (3. STM) mit etwa 300 Teilnehmern statt. Die Rastertunnelmikroskopie hat seit ihrer Entwicklung Anfang der 80er Jahre und dem Nobelpreis für Binnig und Rohrer im Jahre 1986 eine beachtliche Entwicklung erfahren. Eine Literaturübersicht von P. J. Bryant vom Juli 1988 zeigt etwa 480 wichtige Publikationen auf.

Das Prinzip der Rastertunnelmikroskopie dürfte allgemein bekannt sein. Eine sehr feine Spitze aus z. B. Wolframdraht wird mittels xy-Translatoren über die Probe gerastert. Zwischen Spitze und Probe wird ein Potential zwischen etwa 2V und -2V gelegt. Beide stehen nicht in direktem Kontakt, sind aber soweit genähert, daß ein Tunnelstrom im Nanoamperebereich fließt. Die Tunnelspitze ist auf einem z-Translator befestigt, so daß durch Nachregeln des Abstandes beim Rastern für einen konstanten Tunnelstrom gesorgt werden kann. Das entstehende Bild entspricht der Topografie konstanten elektronischen Zustandes. Diese wird häufig mit der Oberflächentopografie gleichgesetzt. Als Translatoren finden Piezoelemente in vielfältigen Bauformen Verwendung. Waren die Mikroskope vor wenigen Jahren

GALAXIE®

Hi-tech single crystal growth machines

A range of modular single crystal growth equipments for production of high quality crystals in the most advanced fields of technology.

MODULAR EQUIPMENT

A complete catalogue of standardized sub-assemblies which allow systems best adapted for the severest criteria of the crystal growth process (CZOCHEWALSKI method) to be composed.

These sub-assemblies permit:

- Construction of the basic unit common to all the different machines which can be built.
- A choice of the type of heating and atmosphere control module to suit the particular growth conditions of each kind of crystal.

All exist in different dimensions, enabling crystal diameters from 1 to 4" to be obtained, according to the type of crystals produced.

ADAPTABLE FURNACES

Two ranges are available:

- **High pressure furnaces**, heated by graphite resistance.

Operating pressure: 5, 50 and 100 bar.

- GALAXIE MARK II: Crucibles from 1 to 4" in diameter.
- GALAXIE MARK III: Crucibles from 4 to 6" in diameter.
- GALAXIE MARK IV: Furnaces with 3 heating zones crucibles from 6 to 7.25" in diameter.

OPTION: Addition of a vertical magnetic field on the melt by supraconductive magnet.

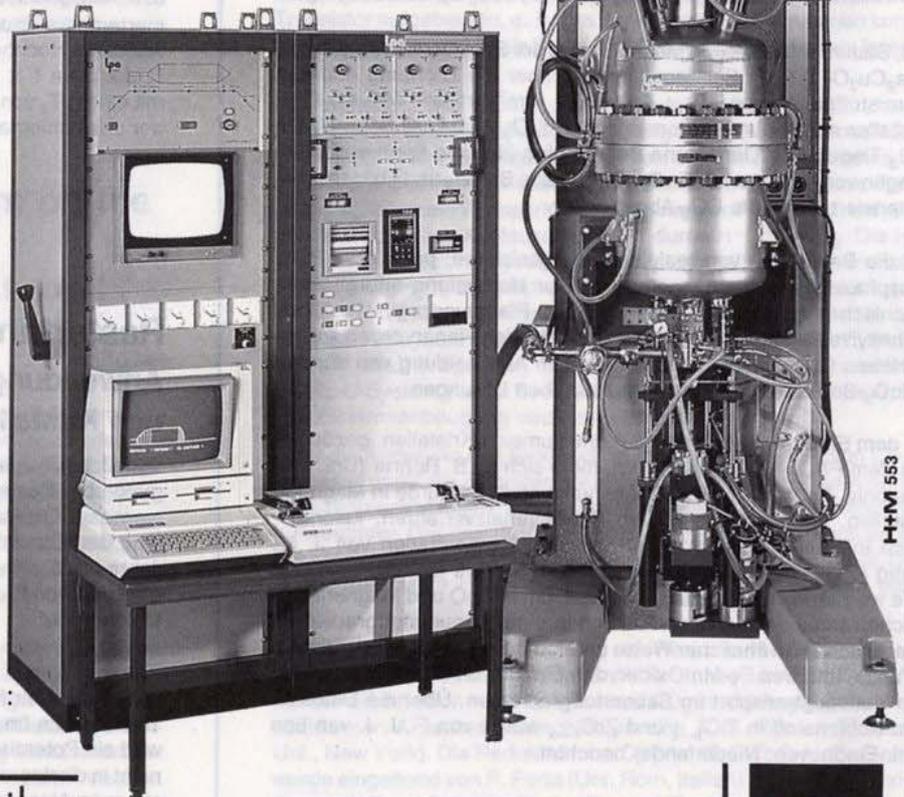
- **Low pressure furnaces**, induction heated.

Operating pressure: Vacuum or atmospheric pressure.

- GALAXIE MARK I, GGG: 2000°C for garnet or refractory oxide growth. Crucibles up to 8" in diameter.
- GALAXIE MARK I LNB: 1300°C for growth of lithium niobate with pre-heating of the crystal. Crucibles up to 4" in diameter.

- **Automatic operation**

- Automatic computerized control of crystal growth by the weight measurement method.
- Closed circuit television monitoring.



Our Exclusive Agent in Germany :

linn
elektronik

Heinrich-Hertz-Platz 1. Eschenfelden. D-8459 Hirschbach 1
Telefon (096 65) 17 21-23. Telex 63902. Telefax (096 65) 17 20



noch relativ komplexe Aufbauten, die gut gegen Vibrationen und thermische Einflüsse isoliert werden mußten, so hat sich der Aufbau inzwischen wesentlich vereinfacht. Rastertunnelmikroskope werden in Standardausführungen von einer Reihe in- und ausländischer Firmen angeboten. Daneben sind in vielen Instituten Ausführungen für besondere Anwendungen entstanden.

Das Rastertunnelmikroskop erreicht im UHV atomare Auflösung. Ein inzwischen als „klassisch“ zu bezeichnendes Beispiel ist die Basisfläche von Grafit. Hier treten die Kohlenstoffatome in der hexagonalen Anordnung deutlich hervor. Die Auflösung des Grafitgitters kann als Bestätigung für das einwandfreie Arbeiten des Mikroskops gelten, gleichzeitig können die Translatoren kalibriert werden.

Eine interessante Anwendung der molekularen Auflösung des Rastertunnelmikroskops ist die Untersuchung von Überstrukturen auf Silizium. Für die (001) Fläche erhält man eine 2×8 Überstruktur, die sich aus Dimerdefekten zusammensetzt. Die Rekonstruktion der (111) Fläche hängt empfindlich vom Fremdstoffgehalt ab. So hat z. B. Nickel, welches vermutlich aus Edelstahlbefestigungen stammt, einen großen Einfluß. Diskutiert wird hier u. a. eine 7×7 Überstruktur. Die Messungen können mit LEED Experimenten verglichen werden, wobei das Rastertunnelmikroskop jedoch ein lokal aufgelöstes Bild liefert, das auch Übergänge zwischen einzelnen Domänen und seltene Defekte aufzeigt. Weiterhin lassen sich freie Bindungen an der Oberfläche lokalisieren und untersuchen. Durch Veränderung der Tunnelspannung und Polarität können besetzte und unbesetzte Niveaus unterschieden werden. Ebenso ergibt sich die Bandlücke lokal aufgelöst.

Auf Metalloberflächen, wie der (111) Fläche von Gold, sind monoatomare Stufen und Halbkristalllagen auszumachen. Bei der Adsorption von Benzol auf Rhenium (111) Flächen lassen sich die einzelnen Kohlenstoffatome des Benzols auflösen, wobei wie beim Grafit die einzelnen Kohlenstoffatome keine gleichwertige elektronische Struktur aufweisen.

Die Untersuchungen von molekularen Vorgängen an Elektroden in wäßrigen Elektrolyten steht noch am Anfang. Hier wird noch keine molekulare bzw. atomare Auflösung erreicht. Nachteilig ist eine nur schwer zu unterdrückende Wechselwirkung von Spitze, Arbeitselektrode und Elektrolyt, die durch die notwendige Polarisierung der Tunnelspitze hervorgerufen wird. Erste experimentelle Arbeiten befassen

sich u. a. mit der Unterpotentialabscheidung von Blei auf Gold und Silber (111) Flächen, der Rekonstruktion von Stufenzügen und Adsorptions-Desorptionszyklen von Chloridionen auf Goldelektroden.

Mit der Rastertunnelmikroskopie lassen sich neben Metallen und Halbleitern auch organische Substanzen untersuchen. Werden die Materialien als dünne Schicht auf ein leitfähiges Substrat wie Grafit aufgezogen, so lassen sich die nicht selbstleitenden Materialien direkt untersuchen, es fließt ein ausreichender Tunnelstrom. Über den Leitungsmechanismus besteht noch Unklarheit. Ein interessantes Untersuchungsobjekt sind die Phthalocyanine, die sich als dünne Schicht z. T. wie im Festkörper organisieren. Bei der Untersuchung von Proteinen auf Unterlagen sind die Bilder von DNA-Strängen sicher sehr eindrucksvoll. Hier ist die DNA-typische Periodizität und die rechtshändige Struktur deutlich zu erkennen.

Das Sensorsystem Tunnelspitze — Tunnelstrom kann gegen andere ausgetauscht werden. Dieses geht bislang auf Kosten der Auflösung. Hier sollen zwei Sensoren erwähnt werden. Bei der Raster-Ionenleitfähigkeits-Mikroskopie rastert man eine auf ≈ 20 nm ausgezogene Kapillare über eine in einem Elektrolyten befindliche Probe. Es wird die Leitfähigkeit zwischen dem Elektrolytvolumen und der Kapillare gemessen. Haben der Kapillardurchmesser und die Entfernung von Probe und Kapillare gleiche Größenordnung, so hängt die gemessene Leitfähigkeit von der Entfernung ab. Der Abstand läßt sich damit wieder feststellen und regeln. Mit dieser Technik können Bilder von beliebigen organischen Substanzen erhalten werden; so wurde z. B. von der Untersuchung von Baumblättern berichtet.

Weiterhin soll die Kraftfeldmikroskopie, die „Atomic Force Microscopy“ erwähnt werden. Hier wird eine an einer Feder befestigte Spitze über die Probe gerastert. Probe und Spitze stehen in mechanischem Kontakt. Die Auslenkung kann u. a. mit einer Tunnelanordnung fest-

gestellt und mittels z-Translatoren ausgeregelt werden. Es sind zwei Varianten zu unterscheiden. Zum einen ist die Nadel der Oberfläche soweit genähert, daß die repulsiven Wechselwirkungen erfaßt werden. Da die zu übertragenden Kräfte bei $\approx 10^{-8}$ N liegen, sind die Anforderungen an die Festigkeit der Proben relativ gering. Zum anderen kann die Spitze in einem so geringen Abstand über die Probenoberfläche bewegt werden, so daß attraktive Wechselwirkungen eine Rolle spielen. Diese a priori als schonender einzustufende Technik erfordert jedoch einen höheren experimentellen Aufwand. Ferner ist die Auflösung geringer, die Abnahme der attraktiven Wechselwirkungen erfolgt mit etwa der zweiten, die der repulsiven Wechselwirkungen mit etwa der achten Potenz des Abstandes von Spitze und Oberfläche.

Es ist zu vermuten, daß die Entwicklung der Rastertunnelmikroskopie in der nächsten Zeit weiter sehr schnell verläuft. Damit sind auch von der 4. STM Konferenz 1989 in Japan interessante Ergebnisse zu erwarten.

Wolfgang Beckmann

„International School of Materials Science and Technology“

Kurs: „Silicon: Materials Science and Technology“

vom 3. bis 15. Juli 1988 in Erice/Sizilien

In der Zeit vom 3. bis 15. Juli 1988 fand in Erice der 16. Kurs „Silicon: Materials Science and Technology“ statt. In diesem sehr informativen Kurs hielten 15 Lektoren und Lektorinnen (Calandra, Cristoloveanu, Harbeke, Hopf, Kasper, Kelly, Law, McGarrity, Mertens, Meyerson, Poate, Schlüter, Schulz, Thibault-Desseaux, Zulehner) eine bis drei Vorlesungen von je 55 Minuten Dauer plus fünf Minuten (oder länger) Diskussionszeit. Die Vortragsthemen waren breit gefächert und reichten von der Kristallzucht über die Epitaxie, Defektphysik, Halbleiterphysik, Materialcharakterisierung, Bauelementetechnologie bis zu den höchstintegrierten 4 Megabit-Bauelementen und zu den Solarzellen. Abgerundet wurde das Programm durch Seminarvorträge, die von jüngeren Wissenschaftler(innen) gehalten wurden, und durch zwei Exkursionen, die zum Baden ans Meer bzw. zu den Sehenswür-

digkeiten Siziliens führten. Organisiert wurde der Kurs von Günther Harbeke (Paul Scherrer Institut, c/o Laboratories RCA, Badener Str. 569, CH-8048 Zürich) und Max Schulz (Inst. für Angewandte Physik, Universität Erlangen, Glückstr. 9, D-8520 Erlangen).

Die Räumlichkeiten, die Unterkünfte (alles in Erice) und das Essen für die Teilnehmer des Kurses wurden **kostenlos** vom

„Ettore Majorana“ Centre für Scientific Culture

zur Verfügung gestellt. Dieses in Erice bei Trapani auf Sizilien beheimatete Zentrum ist eine wohl einmalige und auch einmalig großzügige Einrichtung, die vom italienischen Staat finanziert wird und seit 25 Jahren aktiv ist. Benannt ist das Zentrum nach dem italienischen Physiker **Ettore Majorana**, auf den diese Einrichtung wohl zurückgeht. Das Zentrum organisiert eine große Zahl verschiedener naturwissenschaftlicher Schulen, angefangen von theoretischer Mathematik bis hin zu Agrar- und Sozialwissenschaften, wobei aber die physikalischen Disziplinen den Schwerpunkt bilden. Ständig laufen in mehreren Räumen bzw. Gebäuden Kurse der verschiedenen Schulen. Die Teilnehmer der Kurse kommen, wie auch in unserem Falle, aus allen Kontinenten.

Unser Kurs fand in einer ungewöhnlichen, sehr schönen und angenehmen Umgebung statt — in einer umgebauten alten Kirche (dicke Mauern, schöne Gewölbe, kühl auch bei über 40° C außerhalb) inmitten einer gut erhaltenen, alten, kleinen Stadt — **Erice**. Erice ist ein sehr alter Siedlungsort auf der Kuppe eines 750 m hohen Berges direkt am Meer im Westen Siziliens. Der Platz ist schon seit Jahrtausenden besiedelt. Die ersten namentlich bekannten, jedoch rassisch und sprachlich unbekannteren Bewohner waren die Elimen, die zur Zeit der ganz alten Griechen dort noch wohnten und durch sie überliefert sind. Die Elimen befestigten ihre Stadt mit einer Mauer aus riesigen Steinen von z. T. mehr als 10 Tonnen Gewicht, die auch heute noch gut sichtbar die unteren Lagen der Stadtmauer von Erice bilden, d. h. das Stadtareal hat sich seither nicht verändert, nur die Steine in den ober-

sten Lagen der Stadtmauer sind im Laufe der Zeit immer kleiner geworden. Im Altertum galt die Stadt aufgrund ihrer Lage und Befestigung als uneinnehmbar.

Wegen seiner hohen Lage am Meer hat Erice ein angenehmes und gesundes Klima. Richtig heiß wird es nur, wenn der Schirokko weht, wie es während des Kurses an drei Tagen der Fall war. Dieser Schirokko hatte im übrigen auch die Temperaturen in Deutschland hochschnellen lassen. Erice lebt im wesentlichen vom Sommertourismus und vom Zentrum, hat im Winter nur 700 Einwohner, im Sommer jedoch etwa 3000 Einwohner (ohne Gäste). Erice selbst ist eine ausgesprochene Sehenswürdigkeit, aber auch ein guter Ausgangspunkt für Ausflüge in die Umgebung und ans Meer.

W. Zulehner

„Gordon Research Conference on Crystal Growth“

25.—29. July 1988 in New London N. H. (USA)

Unter der Leitung von W. Wilcox (Univ. Potsdam) als Chairman und Margaret Brown (Grumman Corp.) — Vice Chairman — fand die diesjährige "Gordon Research Conference on Crystal Growth" im Colby Sawyer College in New London N. H. statt. Es nahmen etwa 100 Wissenschaftler aus dem In- und Ausland teil, wobei besonders auf ein ausgewogenes Verhältnis von Beiträgen von Hochschulinstituten und Industrielaboratorien geachtet wurde. Die einzelnen Sitzungen (Dauer ca. 3 Std.) hatten folgende Themen:

- * Kristallzüchtung aus Lösungen
- * Oberflächenphänomene bei der Herstellung von Halbleiterschichten
- * CVD-Verfahren (Transportprozesse)
- * Defektbildung beim Kristallwachstum
- * Gerichtetes Erstarren von Schmelzen
- * Modellierung und Steuerung des Kristallzüchtungsprozesses
- * Kristallzüchtung im Weltraum

Daneben fanden an zwei Abenden Posterpräsentationen statt. Als übergreifende Schwerpunkte der Veranstaltung traten die Molekularstrahlepitaxie, dies besonders von GaAs auf Silizium, Kristallzüchtung im Weltraum und die Modellierung und Steuerung des Kristallzüchtungsprozesses (Czochralski, Bridgman, CVD) hervor. So hielten D. D. Vvedensky (Imp. College, GB) und V. Donnelly (AT & T) sehr interessante Vorträge über Wachstums- und Relaxationsprozesse bei der Molekularstrahlepitaxie bzw. Mechanismen des Photo-CVD-Verfahrens von III-V Halbleitern. Der Modellierung des CVD-Verfahrens war eine gesamte Sitzung gewidmet, in der z. B. K. F. Jensen (Univ. Minnesota) über 2- und 3-dimensionale Berechnungen von Strömungen bei gleichzeitig ablaufenden chemischen Reaktionen in MOCVD-Reaktoren vortrug.

Die Sitzung über gerichtete Erstarrungsprozesse machte deutlich, daß sich das lange Zeit totgesagte vertikale Bridgman-Verfahren endgültig als zukunftsfrüchtige Methode zur Herstellung defektarmer Volumenkristalle etabliert hat. E. Monberg (AT & T) lieferte beeindruckende Ergebnisse zur Herstellung von III-V Halbleitern (GaAs, InP) mit der vertikalen „Gradient Freeze“ (VGF)-Methode. Die wahrscheinlich meistdiskutierten Themen dieser Tagung waren sicherlich das „Modelling“ und ganz besonders die Automatisierung des Züchtungsprozesses. Gerade das M. I. T. (Boston) scheint keine Mittel zu scheuen, das Czochralski-Verfahren (Si, III-V) vollständig zu automatisieren. Hier ist bemerkenswert, daß die optische Sensorik (z. B. CCD-Kamera) gegenüber der kommerziell erhältlichen Steuerung durch Wiegen des Kristalls favorisiert wird.

G. Szabo (Ungarn) zeigte in seinem Vortrag, auf welchem Wege Übertragungsfunktionen, d. h. Algorithmen, die den Zusammenhang zwischen Wärmezufuhr und Kristalldurchmesser herstellen, bestimmt werden können. Die Sitzung über „Crystal Growth in Space“ war fast

ausschließlich in deutscher Hand. R. Nitsche und K. W. Benz (Freiburg) referierten über das Floating Zone-Verfahren von Si bzw. die THM-Züchtung von III-V Halbleiterkristallen unter μg -Bedingungen. Besonderen Anklang fanden zwei Vorträge, die sich mit der „in-situ“-Charakterisierung von Kristallzüchtungsprozessen befaßten.

M. Holtenhuis (Akzo, NL) zeigte erstmalig Ergebnisse zur Anwendung der Rasterelektronentunnelmikroskopie bei der Beobachtung der elektrolytischen Silberkristallisation.

Die „in-situ“-Beobachtung von Defektentstehungsmechanismen mit Hilfe der Synchrotronröntgenographie wurde von M. Scott (Worc, GB) vorgestellt.

Neben der Information durch Vorträge bzw. Posterrepräsentation erlebte der Verfasser die Gordon-Konferenz als einmalige Möglichkeit, durch den persönlichen Kontakt zu den einzelnen Wissenschaftlern in ungewöhnlich intensiver Form Anregungen zu Forschungsinhalten und Problemstellungen zu erhalten. Besonders beeindruckend war das geballte Auftreten der „grauen Eminenzen“ der Kristallzüchtung, wie W. Tiller, W. Wilcox und K. Jackson. Es ist noch fraglich, ob im kommenden Jahr eine Gordon-Konferenz über Kristallzüchtung stattfindet, da andere Großereignisse, z. B. ICCG in Sendai (Japan), auf dem Programm stehen.

Die nächste Konferenz wird von M. Brown (Grumman Corp.) organisiert. Für Interessenten lautet die Anschrift:

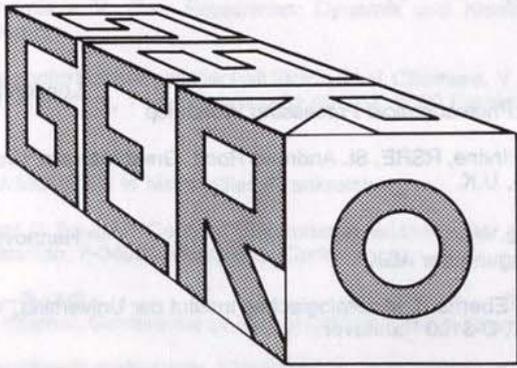
Dr. Margaret Brown
M. S. 01-026
Grumman Corporate Research Center
Bethpage N. Y. 11714-3580 USA

D. Hofmann

Schmunzelecke

Bissigkeiten

- Was meinen Sie als Unbeteiligter zum Thema Intelligenz?
- Ein kluger Mann kann sich dumm stellen, aber ein Dummer wirkt echter.
- Und von wem haben Sie Ihre Meinung?
- Hat Ihnen heute schon jemand gesagt, daß Sie gescheit sind? Nein! Dann hat Sie heute auch noch keiner belogen.
- Die Hälfte aller gedruckten Bücher wird nicht gekauft, die Hälfte der verkauften Bücher wird nicht gelesen, die Hälfte der gelesenen Bücher wird nicht verstanden, die Hälfte der verstandenen Bücher wird falsch verstanden.
- Je mehr man sich vergißt, desto besser erinnern sich die anderen.
- So hören Sie mir doch endlich einmal zu, bevor Sie mir recht geben!
- Manche Kollegen, die nichts zu sagen haben, tun so, als hätten sie etwas zu verschweigen.
- Wer auf bisher unbekannte Weise langweilig ist, gilt als amüsant.
- Gescheit, gescheiter, gescheitert.

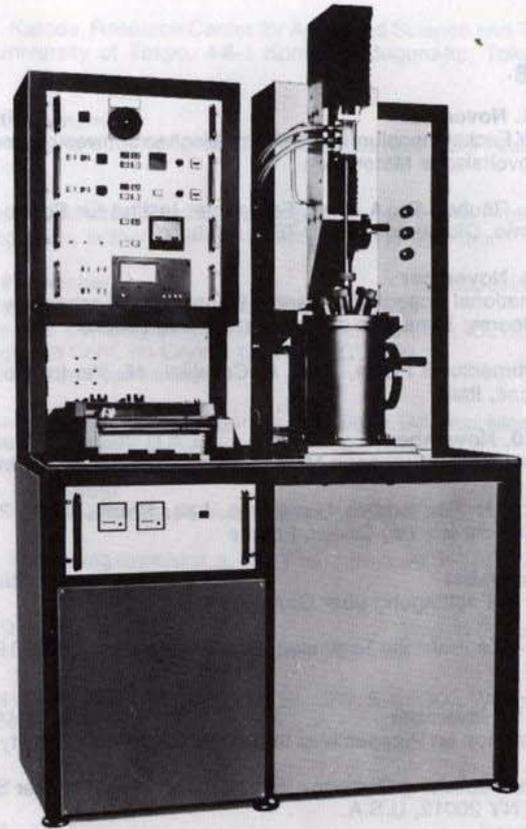


GERO Hochtemperaturöfen GmbH

- Hochtemperaturöfen
- Anlagen zur thermischen Materialbehandlung und Kristallzüchtung
- Kristallzüchtungszubehör

GERO-Hochtemperaturöfen GmbH

Monbachstraße 7
 D-7531 Neuhausen
 Tel. 07234/6136
 Telex 783309 gero d



Labor-Czochralski Kristallziehanlage



Bridgman Kristallziehanlage

Lieferprogramm:

- Standard-Rohröfen bis 1100 °C
- Standard-Rohröfen bis 1300 °C
- Mehrzonen-Rohröfen bis 1100 °C 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 Motorregeleinheiten
- X-Y-Schreiber (Ein- und Mehrkanal, auch mit Nullpunktunterdrückung)
- Diamantdrahtsägen zur Kristallpräparation

Tagungskalender

1988

2.—4. November Freiburg/D
DGKK Fachsymposium mit der französischen Schwestergesellschaft:
Photovoltaische Materialien

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

2.—6. November Erice/I
International School of Materials Science and Technology
16. Course: Dynamics of Gas-Surface Interactions

Dipartimento di Fisica, attn.: A. Cavallini, 46, Via Irnerio, I-40142 Bologna, Italia

7.—10. November Strasbourg/F
2. Conf. of the European Materials Research Society (E-MRS)

Centre de Recherches Nucleaires, Lab. Phase, attn.: P. Siffert, F-67037 Strasbourg Cedex, France

7. November München/D
GME — Fachtagung über GaAs-Technik

VDE — Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 15, 6000 Frankfurt a. M.

9.—11. November Boston (MA)/U.S.A.
Conference on Perspectives in the New Superconductivity

Nature Publishing Company, attn.: D. Berger, 65 Blecker Str., New York, NY 20012, U.S.A.

24.—25. November Bad Nauheim/D
Symposium über Intermetallische Phasen

Deutsche Gesellschaft für Metallkunde e. V., Adenauerallee 21, D-6370 Oberursel

28.—29. November München/D
Sitzung des Arbeitskreis Epitaxie

Dr. M. Druminski, Siemens AG, ZT ZFE FKE 13, Otto-Hahn-Ring 6, 8000 München 83

28. November—2. Dezember Boston (MA)/U.S.A.
Fall Meeting of the Materials Research Society

Materials Research Society, attn.: J. B. Ballance, 9800 McKnight Rd., Ste. 327, Pittsburgh, Pa 15237, U.S.A.

30. November London/U.K.
Meeting on Diffraction from Polymers

Institute of Physics, Meeting Office, 47, Belgrave Sq., London, SW1X8QX

14.—15. Dezember Grenoble/F
Workshop on Optical Coatings and Integrated Optics

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

19.—21. Dezember Varanase/India
Internat. Conf. on Modulated Structures, Polytypes and Quasicrystals

Banares Hindu University, School of Materials Science and Technology, attn.: Dr. D. Panday, Varanasi 221005, India

20.—22. Dezember Nottingham/U.K.
Solid State Physics Conference

University of Nottingham, Physics Department, attn.: Dr. V. W. Rampton, University Park, Nottingham NG7 2RD, U.K.

1989

27. Februar—17. März Trieste/I
Workshop on Space Physics: Materials in Microgravity

International Centre for Theoretical Physics, P. O. Box 586, I-34100 Trieste, Italy

März

4th BACG Photochemical Processing Workshop London/U.K.

Dr. S. J. C. Irvine, RSRE, St. Andrews Road, Great Malvern, Worcs. WR14 3PS, U.K.

1.—3. März Hannover/D
Frühjahrstagung der AGK

Prof. Dr. E. Eberhard, Mineralogisches Institut der Universität, Wellfengarten 1, D-3100 Hannover

6.—8. März Bochum/D
Conf. on Crystal Structure, Microstructure and Properties of Minerals and Ceramic Materials

Ruhr Universität Bochum, Institut für Mineralogie, z. Hd. Prof. Dr. O. W. Flörke, POB 102 148, D-4630 Bochum 1

6.—9. März Nice/F
9. General Conf. of the Condensed Matter Div. of the European Physical Society

Université de Nice, Lab. de la Matière Condensee, attn.: J. Laheurte, F-06034, Nice Cedex, France

6.—8. März Santa Fe (NM)/U.S.A.
Topical Meeting on Quantum Wells for Optics and Optoelectronics

IEEE/LEOS Executive Office, 445 Hoes Lane, P. O. Box 1331, Piscataway, NJ 08855, U.S.A.

27.—31. März Washington (DC)/U.S.A.
International Magnetism Conference (INTERMAG)

Hewlett Packard, attn.: R. W. Patterson, 1501 Page Mill Rd., Palo Alto, CA 94303, U.S.A.

3.—7. April Münster/D
Frühjahrstagung des AK Festkörperphysik

DPG Geschäftsstelle, Hauptstraße 5, D-5340 Bad Honnef 1

3.—7. April Parma/I
DGKK — Fachsymposium mit der italienischen Schwestergesellschaft: Magnetische Werkstoffe und Halbleiter

Dr. R. Diehl, Fraunhofer Institut für angewandte Festkörperphysik, Eckerstr. 4, D-7800 Freiburg

6.—7. April Parma/I
NATO-Workshop on Computer Modelling of Crystal Growth from the Melt

Prof. Dr. G. Müller, Institut für Werkstoffwissenschaften VI, Universität Erlangen-Nürnberg, Martensstr. 7, 8520 Erlangen

3.—7. April Huntsville (AL)/U.S.A.
7. Internat. Conf. on Finite Element Methods in Flow Problems

University of Alabama, Dept. of Mechanical Engineering, attn.: Prof. T. J. Chung, Huntsville, AL 35899, U.S.A.

4.—7. April Lancaster/U.K.
Spring Meeting and Exhibition of the British Crystallographic Assoc.

Clarendon Laboratory, attn.: Dr. A. M. Glazer, Parks Rd., Oxford OX1 3PU, U.K.

11.—22. April Trieste/I
Experimental Workshop on High Temperature Superconductors

Internat. Centre for Theoretical Physics, 1989, P. O. Box 586, I-34100 Trieste, Italien

17.—26. April Trieste/I
Spring College in Materials Science on Ceramics and Composite Materials

International Centre for Theoretical Physics, Spring College in Materials Science 1989, P. O. Box 586, I-34100 Trieste, Italien

4.—6. Mai Siegen/D
Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft für Physikal. Chemie e. V. über Reaktionen: Dynamik und Kinetik in Festen Körpern

Deutsche Bunsengesellschaft für Physikal. Chemie e. V., z. Hd. Herrn Dr. H. Behret, Varrentrappstraße 40—42, 6000 Frankfurt/M. 90

5.—7. Juni Montpellier/F
EWMOVPE 3 in Montpellier (Frankreich)

Prof. G. Bougnot, Centre d'Electronique de Montpellier, Place Eugène Bataillon, F-34060 Montpellier Cedex

3.—7. Juli Swansea/U.K.
6. Internat. Conference on Numerical Methods for Thermal Problems

Kernforschungsanlage Jülich GmbH, Zentralabteilung Allgemeine Technologie, z. Hd. Herrn Dr.-Ing. J. F. Stelzer, Postfach 1913, 5170 Jülich

26.—29. Juli Trieste/I
Adriatico Conf.: Towards the Theoretical Understanding of High T_c Superconductors

Internat. Centre for Theoretical Physics, 1989, P. O. Box 586, I-34100 Trieste, Italien

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

Prof. T. Nishinaga, ICCG-9 General Secretary, c/o Inter Group Corporation, Akasaka Yamakatsu Bldg., 8-5-32, Akasaka Minato-ku, Tokyo 107, Japan

26.—31. August Zao hot Spring/Japan
International Summer School on Crystal Growth (ISSCG-7)

Prof. H. Komatsu, ISSCG-7 Chairperson, c/o Inter Group Corporation, Akasaka Yamakatsu Bldg., 8-5-32, Akasaka Minato-ku, Tokyo 107, Japan

22.—25. August Moskau/UdSSR
12. European Conf. on Crystallography and 2. Crystallographic Exhibition

Expocentre CCI, 1a Sokolnicheski val, Moscow 107113, UdSSR

28. August—1. September Kracow/Polen
12. Internat. Conference on X-Ray Optics and Microanalysis (ICXOM-12)

Academy of Mining and Metallurgy, Inst. of Metallurgy, attn.: S. Jasienska, 30 al. Michiewicza, PL-30-59 Krakow, Poland

September Wien/A
15. European Solid-State Circuits Conference (ESSCIRC-15)

VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 15, 6000 Frankfurt

17.—22. September Bonn/D
22. GDCh-Hauptversammlung

GDCh-Geschäftsstelle, Abt. Tagungen, Postfach 900 440, 6000 Frankfurt a. M. 90

17.—22. September Berlin/D
4. International Conference on II-IV-Compounds

Dr. J. Gutowski, Secretariat to II-VI-89, PN 5-1, Inst. für Festkörperphysik, Technische Universität Berlin, Hardenbergstr. 36, D-1000 Berlin 12

17.—22. September Yokohama/Japan
International Conference on the Science and Technology of Defect Control in Semiconductors

Prof. K. Sumino, Institute for Materials Research, Tohoku University, 2-1-1 Katahira, Sendai 980, Japan

22.—25. September Tokyo/Japan
3. International Conference on Defect Recognition and Image Processing for R & D of Semiconductors (DRIP-III)

Prof. T. Ogawa, Dept. of Physics, Gakushuin University, 1-5-1 Mejiro, Toshima-ku, Tokyo 171, Japan

25.—29. September Karuizawa/Japan
International Conference on GaAs and Related Compounds

Prof. T. Katoda, Research Center for Advanced Science and Technology, University of Tokyo, 4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo 153, Japan

25.—29. September Köln/D
11. Internat. Vakuum-Kongress und 7. Internat. Konf. über Festkörperoberflächen

Universität Münster, Physikalisches Inst., z. Hd. Herrn Prof. Dr. A. Benninghofen, Wilhelm-Klemm-Straße 10, 4500 Münster

23.—28. Oktober Budapest/Ungarn
2. Symposium on Shaped Crystal Growth (SSCG-2)
International Conference on Epitaxial Crystal Growth ICECG
5. Hungarian Conf. on Crystal Growth (HCCG-V)
Optical Crystal Conference

Dr. J. Kalejs, Mobil Solar, 4 Suburban Park Drive, Billerica, Massachusetts 01821 — 3980, U.S.A.

6.—10. November Berlin/D
19. European Solid-State Device Research Conf. (ESSDR-19)

Österr. Forschungszentrum, z. Hd. Frau I. Krauss, A-2440 Seibersdorf, Österreich

4.—7. Dezember Boston (MA)/U.S.A.
34. Conf. on Magnetism and Magnetic Materials

Courtesy Associates, Inc., 655 15th St., NW, Suite 300, Washington, DC 20005, U.S.A.

1990

19.—28. Juli Bordeaux/F
16th General Assembly and International Congress of Crystallography

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

4.—8. September Amsterdam/Niederlande
8. General Conf. of the European Physical Society (EPS)

FOM — Institute for Atomic and Molecular Physics, attn.: Ms. L. Roos, P. O. Box 41883, NL-1009 DB Amsterdam Netherlands

10.—13. September Nottingham/U.K.
20. European Solid State Device Research Conference (ESSDERC-20)

Institute of Physics, Meeting Office, 47, Belgrave Sq., London, SW1X8QX

24.—27. September St. Helier (Jersey)/U.K.
European Gallium Arsenide Conf.

Institute of Physics, Meeting Office, 47, Belgrave Sq., London, SW1X8QX

30. Oktober — 2. November San Diego (C)/U.S.A.
Conf. on Magnetism and Magnetic Materials

Courtesy Associates, Inc., 655 15th St., NW, Suite 300, Washington, DC 20005, U.S.A.

1991

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

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

Mitteilungen anderer Gesellschaften

AGKR

Zur Besprechung lag für diese Ausgabe des DGKK Mitteilungsblattes nur die Juni-Ausgabe der Kristallographie Nachrichten vor. Den Schwerpunkt des Heftes bildet die Frühjahrstagung der AGKR in Konstanz, bestehend aus einem Tagungsbericht und dem Protokoll der Mitgliederversammlung.

Die Mitgliederversammlung wählte Professor W. Sänger aus Berlin zum Leiter des AGKR für die Periode 1989 bis 1991. Auf der Versammlung wurde auch ein Schlustrich unter die Diskussion um die Gründung einer „Kristallographischen Gesellschaft“ gezogen. Eine knappe Mehrheit sprach sich dafür aus, die gegenwärtige Organisationsform mit drei Trägergesellschaften beizubehalten.

In der Reihe Kristallographie in Deutschland wird die Kristallographie an der TU Berlin und bei den Schott Glaswerken vorgestellt. Den Abschluß bilden Personalien, Tagungshinweise und Stellenanzeigen.

AACG

Der März-Newsletter der AACG beginnt mit der President's Corner. Bill Bonner versucht eine Diskussion anzuregen, warum der Kristallzucher so oft für das Versagen eines Bauelementes verantwortlich gemacht wird, obwohl unzählige Prozeßschritte dem eigentlichen Zuchtungsproze folgen.

Es folgt ein Artikel E. Swiggard und H. Lessoff über die Entwicklung der LEC-Züchtung von undotiertem Si-GaAs in den Naval Research Laboratories. Es schließen sich Konferenzberichte, News from the Regions und ein Tagungskalender an. Den Abschluß bilden zwei Nachrufe für das langjährige AACG-Mitglied Ernest Buehler und Dr. Walter G. Benzing, einen Pionier der Gasphasenepitaxie.

In der Juliausgabe kündigt Bill Bonner die nächste AACG-Tagung (AACG-8) für den 15.—20. Juli 1990 in Colorado an. Darüber hinaus versucht er, Mitglieder für die Mitarbeit am AACG-Newsletter zu animieren, da Bob Feigelson das Editorial abgeben möchte. Den Schwerpunkt des Heftes bildet ein Artikel von L. F. Schneemeyer, AT & T Bell Laboratories, über „Growth of Single Crystals of High Temperature Superconductors“. Es folgt ein ausführlicher Bericht über die 10. AACG/West Conference on Crystal Growth. Anschließend wird J. P. Remeika gedacht, der im Juni 1988 verstarb.

Die Ausgabe wird von Tagungsankundigungen, einer Buchbesprechung, News from the Regions und Stellenanzeigen abgerundet.

BACG

In der Mai-Ausgabe des Newsletters der Britischen Kristallzucher rechtfertigt Ian Saunders in den Chairman's Notes die Erhöhung des Jahresbeitrags der BACG auf 8 Pfund. Anschließend ist der Rechenschaftsbericht des Vorsitzenden von der Jahreshauptversammlung wiedergegeben.

Es folgt eine Würdigung von Sir Charles Frank, der den von-Hippel-Preis 1987 der Materials Research Society erhielt. Anschließend wird an die Professoren Alan McQuillan und Marc M. Factor erinnert, die beide im letzten Jahr verstarben.

Zum Schluß gibt es noch einen Tagungskalender, Konferenzberichte und Personalien.

GFCC

Den Schwerpunkt des Aprilheftes der GFCC bilden Berichte aus den einzelnen Sektionen der Gesellschaft sowie ein ausführlicher Bericht von der Jahrestagung 88 in Grenoble.

Zum Schluß gibt es Hinweise auf Tagungen. Hier findet sich auch eine Ankündigung des gemeinsam mit der DGKK im November geplanten Symposiums über Photovoltaische Materialien.

Die Juliausgabe beginnt mit einer Ankündigung der Jahrestagung 1989 in Nancy vom 1.—3. März. Es folgen wieder Berichte aus den einzelnen Sektionen sowie Veranstaltungshinweise.

Zum Schluß des Heftes wird R. Rodriguez Celemente die Möglichkeit geboten, die 1987 gegründete Spanische Kristallzucher Gesellschaft vorzustellen.

SGK

Heft Nr. 17 vom September 1988 der Schweizerischen Gesellschaft für Kristallographie steht ganz im Zeichen der Jahrestagung am 6. Oktober in Lausanne. Es enthält Abstracts der eingeladenen Vorträge sowie Kurzfassungen der Poster. Daran schließt sich ein Abdruck der Tagesordnung der Hauptversammlung an. Den Abschluß bildet ein Bericht des Schatzmeisters über Ein- und Ausgaben und den Kassenstand von 1987 und 1988.

Personalien

Neumitglieder (Stand 10. 10. 1988)

Seit April 1988 hat sich die Mitgliederzahl wieder erfreulich weiterentwickelt.

Die Mitgliederzahl beträgt jetzt 419 und setzt sich wie folgt zusammen:

- 310 Vollmitglieder
- 90 Studentische Mitglieder
- 19 Korporative Mitglieder

In der Reihenfolge ihres Beitritts begrüßen wir:

Braetsch, Volker, Dr.-Ing.
Heliotronik GmbH
Johannes-Hess-Str. 24
8263 Burghausen
Telefon: 0 86 77 / 83-45 82

Mitgliedsnummer: 503 M

Edat.: 01/06/88

Werkstoffforschung unter Schwerelosigkeit, Si-Raffination, Sonderkeramik

Brauch, Uwe, Dr., Dipl.-Phys.
DFVLR
Inst. für Technische Physik
Pfaffenwaldring 38-40
7000 Stuttgart 80
Telefon: 07 11 / 6 86 25 12

Mitgliedsnummer: 504 M

Edat.: 01/07/88

Züchtung bzw. Zonenschmelzen von Oxidkristallen mit Lasern, Festkörperlaser

von Keitz, Armin, Student
Gesamthochschule Essen
Schutzenbahn 70
4300 Essen 1
Tel.: ?? ?? / ?? ?? ??

Mitgliedsnummer: 505 S

Edat.: 05/05/88

Züchtung von Erdalkali-Alkali-Halogeniden

The ultimate system for the preparation of solid state materials

the unique

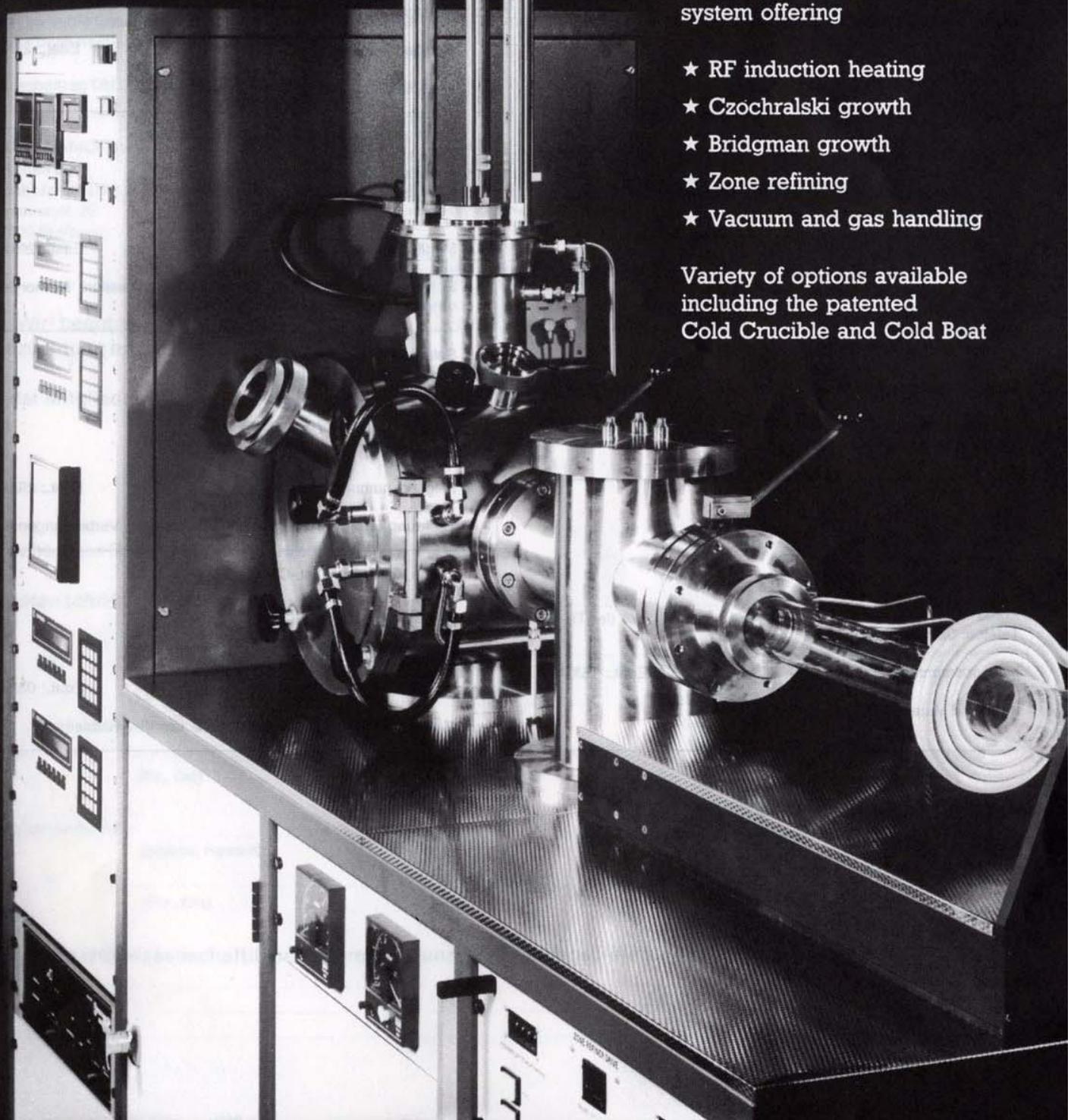
and versatile

Crystalox MCGS3

An integrated, multi-function system offering

- ★ RF induction heating
- ★ Czochralski growth
- ★ Bridgman growth
- ★ Zone refining
- ★ Vacuum and gas handling

Variety of options available including the patented Cold Crucible and Cold Boat



Crystalox Ltd.
1 Limborough Road, Wantage
Oxon, OX12 9AJ, UK
Tel: 0235-770044
Telex: 838851 Crystl G
Fax: 0235-770111

Crystalox Inc
100 Brush Creek Road, Suite 101
Santa Rosa, CA 95404-2709, USA
Tel: 707 539-2508
Telex: 988443 Crystaloxus UD
Fax: 707 539-4808

Spilker, Jörn, Student
 Institut für Kristallographie der RWTH
 Jägerstr. 17-19
 5100 Aachen
 Telefon: 02 41 / 80 69 18

Mitgliedsnummer: 506 S

Edat.: 06/06/88

Allg. u. angew. Mineralogie u. Kristallograph, Kristallzüchtung, Röntgenbeugung, EDV, Oxidkeramik, HT-Synthese, Mischphasen, Thermodynamik

Möller, Uwe Karl-Heinz, Dipl.-Phys.
 DFVLR
 Abt.: WB-WF
 Linder Höhe
 5000 Köln 90
 Telefon: 0 22 03 / 6 01-21 78

Mitgliedsnummer: 507 S

Edat.: 01/04/88

Züchtung von Halbleiterkristallen, Konvektion bei der Kristallzüchtung, Marangonikonvektion

Lüdicke, Ralph, Dr., Dipl.-Chem.
 Bio-Rad Laboratories GmbH
 Dachauerstr. 511
 8000 München 50
 Telefon: 0 89 / 14 99 05-75

Mitgliedsnummer: 508 M

Edat.: 01/07/88

Gasphasentransport von Si/Ge, Epitaxie, Defektanalyse mit FT/IR, DLTS, Hall, Profiler etc.

Orr, K. K., Prof. Dr., Ceramist
 Hanyang University
 College of Engineering
 Dep. of Inorganic Materials
 Seoul 133-791
 Korea
 Telefon: 02 / 29 22 11-23 67

Mitgliedsnummer: 509 M

Edat.: 15/07/88

Inorganic Materials, Crystal Growth

Hofmann, Markus, Student
 Universität Ulm
 Telefon: ?? ?? / ?? ?? ??

Mitgliedsnummer: 510 S

Edat.: 30/07/88

Versch. Verfahren der Kristallzüchtung (Verneuil, Hydrothermal)

Diwo, Elke, Dipl.-Phys. Ing.
 Universität-Gesamthochschule, Paderborn
 Warburgstr. 100
 4790 Paderborn
 Telefon: 0 52 51 / 60-26 80

Mitgliedsnummer: 511 M

Edat.: 23/08/88

III-V-Halbleiter, THM in Spiegelheizanlagen

Stadermann, Gerd, Dr., Dipl.-Kristallograph
 Freie Uni Berlin
 Arnimallee 14
 1000 Berlin 41 (BRD)
 Telefon: 0 30 / 8 38 60 88

Mitgliedsnummer: 512 M

Edat.: 29/08/88

Epitaxie, Kristallzüchtung von Supraleiterkristallen, Memorylegierungen, TEM, Röntgenkristallstrukturanalyse

Salk, Manfred, Student
 Kristallographisches Institut
 der Uni Freiburg
 Hebelstr. 25
 7800 Freiburg
 Tel.: 07 61 / 2 03-42 87

Mitgliedsnummer: 513 S

Edat.: 29/09/88

Züchtung und Charakterisierung von ternären Verbindungen

Laube, Gert, Dr., Dipl.-Chem.
 SEL
 Lorenzstr. 10
 7000 Stuttgart 40
 Telefon: ?? ?? / ?? ?? ??

Mitgliedsnummer: 514 M

Edat.: 03/10/88

Metallorganische Gasphasenepitaxie von III-V-Halbleitern

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)
<input type="radio"/> *			
			
	(Firma, Institut, etc.)			
			
	(Straße, Haus-Nr.)			
			
	(Plz., Ort)		(Tel.)	

Privatanschrift:

	(Straße, Haus-Nr.)
<input type="radio"/> *

	(Plz., Ort) (Tel.)

Meine (Unsere) wissenschaftlichen Interessen- und Erfahrungsgebiete sind:

.....

.....

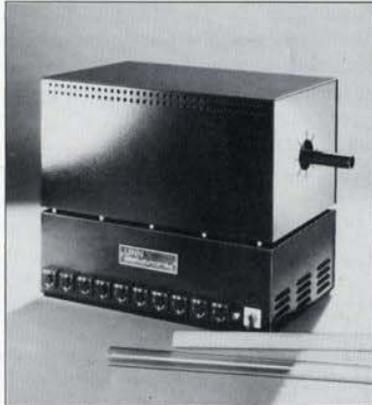
.....

..... den
(Unterschrift)

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

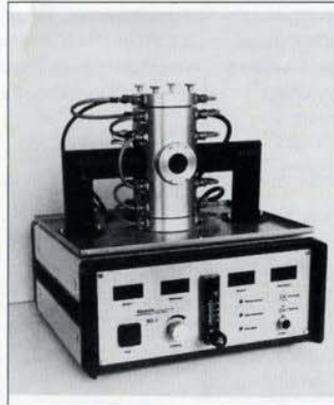
LINN - ELEKTRONIK

DAS UMFASSENDE PROGRAMM



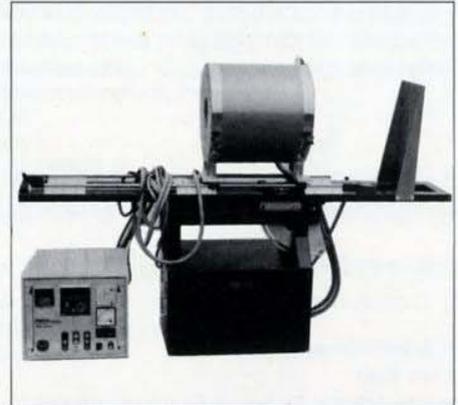
FuE-Rohrofen

zum thermischen Modellieren
20 (Halb)Zonen einzeln regelbar
Temperaturbereich bis 1300° C
Quarz-, Graphit, Keramik-
und Metallrohre
mehrere Rohrdurchmesser
100 % Faserisolierung



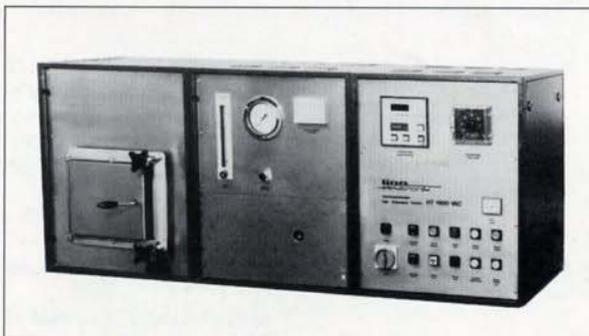
Mini-Spiegelofen

kompakteste Abmessungen
mit Schutzgasbetrieb
2 x 150 Watt Strahler
Temperaturbereich bis 2000° C
Kontrolleuchten für Wasser-
mangel, Übertemperatur und
Schutzgas
auch größere Sonderanlagen



Rohrofen

um 90° klappbar, ermöglicht horizontalen
und vertikalen Betrieb
verfahrbar von 2 bis 200 mm/h
1 oder 3 beheizte Zonen
Temperaturbereich bis 1700° C (vertikal)
100 % Faserisolierung
verschiedene Größen



Hochtemperaturofen

vakuumdicht und schutzgasdicht
Kammervolumen 4, 26 und 52 Liter
für oxidierende und reduzierende Atmosphären
Temperaturbereich 1300° C, 1600° C und 1750° C
für alle Erwärmungsprozesse
100 % Faserisolierung
große Auswahl an Temperaturreglungen



Hochfrequenz-Generator

in Halbleitertechnik
zum induktivem Löten von z.B. Metall-Keramik-Verbin-
dungen
tiegelloses Schwebeschmelzen
HF-Ausgangsleistung 1,3 kW
sehr hoher Wirkungsgrad
äußerst kompakt B 470 x H 160 x T 400 mm
geringes Gewicht
bis 20 m absetzbarer HF-Generator als Option
weitere Generatoren bis 12 kW

linn

elektronik

Heinrich-Hertz-Platz 1 · Eschenfelden · D-8459 Hirschbach 1
Telefon (0 96 65) 17 21-23, Telex 63902 · Telefax (0 96 65) 17 20

Laboratory Furnaces
High-Frequency Heating
High-Temperature Technologies