

INHALT

Mitteilungen der DGKK	4
Mitteilungen aus den Arbeitskreisen	6
Kristallzüchtung in Deutschland	8
Tagungsberichte	9
Übersichtsartikel	16
Personalien	24
Tagungskalender	26



GERO Hochtemperaturöfen GmbH *High Tec for Thermal Treatment*

MONBACHSTRASSE 7
D-75242 Neuhausen
Tel 07234/9522-0 Fax 07234/5379

Unser Lieferprogramm:

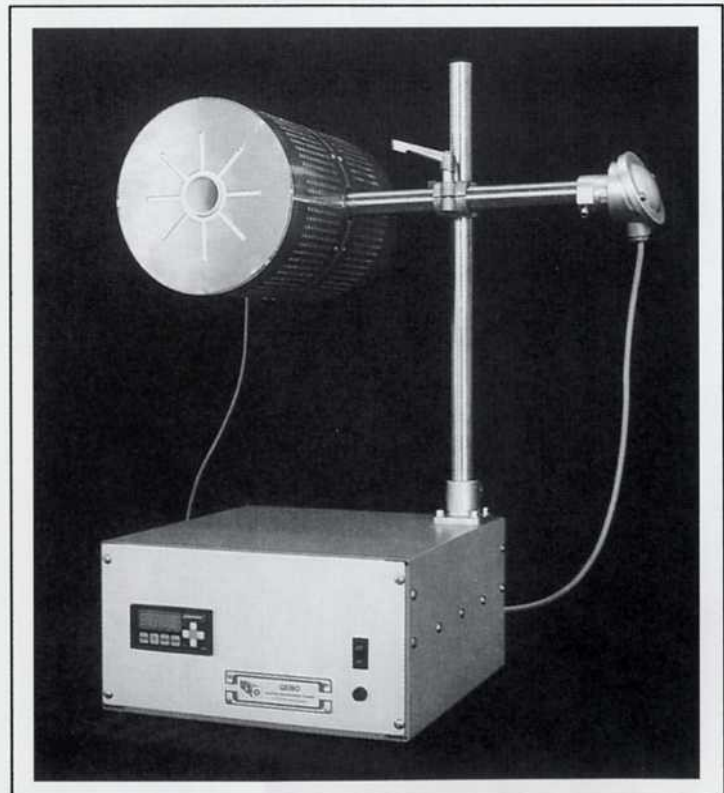
Rohröfen bis 1 800°C
Mehrzonrohröfen bis 1 800°C
Zehnzonenöfen bis 1 500°C
Kammeröfen bis 1 800°C an Luft
Tiegelöfen bis 1 800°C
Kalibrieröfen für TC und Pyrometer
Zonenschmelzanlagen
Haubenöfen
Herdwagen- u. Durchlauföfen

Vakuumöfen aller Art
Schutzgasöfen bis 3 000°C
Kristallziehenanlagen und Zubehör
Wärmerohre (heat pipes)
Wassergekühlte Edelstahlflansche
Mikrowellentrockner
Mikrowellensinteranlagen
Schwebeschmelztiegel
Sonderöfen - u. Anlagenbau

In der Entwicklung immer etwas weiter als die modernste Technik



Hochtemperatur-Laborofen bis 2 200 °C



Laborrohröfen Ro 40-250 bis 1 100 °C für
Horizontal- und Vertikalbetrieb

Editorial

Liebe Leser,

dank des Engagements im IKZ ist es gelungen! Eine Internetseite steht – und das nach dem enttäuschten Resümee von Hr. Walcher in der Hauptversammlung im Frühjahr ... Glückwunsch!

Wie geht es aber weiter? Eine Betrachtung vieler neuer Internetseiten zeigt, daß sie kaum gepflegt werden – regelmäßige Aktualisierung steht an. Und hier liegt das Problem: bei jedem Mitglied gibt es unendlich viel Information – aber nur bei ihm. In den meisten Fällen fehlt es an der Zeit, diese aufzuarbeiten, umzuwandeln, und allgemein zugänglich zu machen.

Diese Überlegungen gelten auch für das bestehende Medium – das Mitteilungsblatt. Im heutigen Heft erscheint für 40 % aller Vorträge der Jahrestagung eine Zusammenfassung. Das ist gut. An der Jahrestagung hat aber nur 1/3 der Mitglieder teilgenommen. Wer informiert nun die anderen 2/3 über die nicht besprochenen Vorträge?

Die Redaktion ist bestrebt, all Ihre Artikel zu veröffentlichen, in Zeiten des Internets natürlich am liebsten, wenn die Artikel auf den kleinen runden Scheiben in Winword eintrudeln. Aber auch sonst!

Auf zahlreiche Einsendungen und schöne Aufnahmen freut sich

Ihr
Hans Jürgen Fenzl

Titelbild

LANG-Topogramme mit MoK_{α_1} -Strahlung von drei 0,4 mm dicken, achsennahen Längsschnittproben aus dem $\text{CZ-Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ [001]-Einkristall Nr. 61 mit $X = 0,03 \dots 0,7$ und $v_z = 7 \dots 1,5$ mm/h. $g(-220)$ weist von links nach rechts. Gezeigt sind Positive. Der Durchmesser beträgt rd. 36 mm.

Rotationsstriations, Versetzungen und einige Probenkratzer sind zu sehen.

Aus: Poster P32 von N. V. Abrosimov, V. Alex und S. N. Rossolenko (IKZ Berlin) auf der 26. Jahrestagung der DGKK 1996 in Köln.

Notizen des Vorsitzenden

Wir spüren es alle, auch Forschung und Wissenschaft sind im Umbruch. Die viel beschworene, von kompetenten wie nicht kompetenten Sachkennern getragene Diskussion "Standort Deutschland" hat nun auch voll die Forschung und damit die Sachbelange der DGKK erreicht.

Kürzungen oder Plafondierung der Mittel für Forschungseinrichtungen zeigen, daß man das vermeintliche Leistungsvermögen in der Forschung mit den gleichen Methoden angehen will wie in Verwaltungseinrichtungen. Ein ebenso untauglicher wie falscher Weg. Außer- und universitäre Forschung, betroffen von Mittelkürzungen des zuständigen Ministeriums und der abnehmenden Bereitschaft der Industrie, Forschung in Deutschland zu finanzieren, gerät schnell trotz höchster Leistungsbereitschaft und Leistungsfähigkeit zwischen Mahl- und Mühlsteine der ministeriellen Zuwendungskontrolle, des öffentlichen Haushaltsrechts und der berechtigten industriellen Erwartungshaltung.

Die ökonomische Situation in Deutschland, die völlig berechtigt sowohl Effizienz wie Verantwortung von der institutionellen Forschung verlangt, da sie im Vorfeld der Industrie agiert und auf Grund ihrer relativen Unabhängigkeit die Zukunftsfelder erarbeiten soll, muß aber tatsächlich die Unabhängigkeit haben, um aus der Zwangsjacke des öffentlichen Haushaltsrechts und des öffentlichen Personalwesens befreit arbeiten und forschen zu können.

Nur das wäre der Weg, um die Eigenverantwortung des "Dienstleistungsbetriebes" Forschung zu stärken und neue Energien, die in den Einrichtungen vorhanden sind, freizulegen und einen kontinuierlichen Regenerationsprozeß zu erzeugen.

Detaillierte Kostenrechnung, Controlling wäre die Methode für die interne Mittelverteilung. Nur die Einrichtung selbst kann wissen, wie sie ihre Schwachstellen überwindet.

Einwerbung von Mitteln, sowie Einnahmen durch Dienstleistungen, die in der Einrichtung verbleiben, können dann die Leistungsfähigkeit der Forschungsbetriebe beweisen und sichern.

So sollte man, wenn man A sagt, d. h. mehr Verantwortung von der Forschung fordert, auch B sagen, und die Eigenverantwortung der Forschung stärken. Dies ist der einzige Weg.

Ihr
Winfried Schröder

Nachruf auf Dr. Elisabeth Bauser

Die Gemeinde der Kristallzüchter hat einen ganz großen Verlust erlitten: am 29.09. verstarb Elisabeth Bauser nach einer tapfer ertragenen schweren Krankheit. Elisabeth Bauser war in der ganzen Welt bekannt und als wissenschaftliche Partnerin begehrt, denn ihre mit der Flüssigphasen-Epitaxie hergestellten Halbleiterschichten waren mit das Beste und Sauberste, lieferten die schärfsten Spektren, die größten Trägerbeweglichkeiten, die weitesten Raumladungszonen. Elisabeth Grobe wurde 1934 in Ludwigsburg geboren, studierte in Stuttgart. Ihre Dissertation, angeleitet durch Karl Seiler, behandelte das Stromrauschen in Silizium-Einkristallen. Sie ging 1966 an das Fernmeldetechnische Zentralamt nach Darmstadt, wo sie mit H. Salow die damals für Laserdioden unerläßliche Flüssigphasenepitaxie entwickelte. Das Max-Planck-Institut für Festkörperforschung holte sie 1971 nach Stuttgart; sie sollte mitwirken, den Auftrag des Wissenschaftsrats zu erfüllen, Forschung und Entwicklung für die Epitaxie zu betreiben. Sie löste diese Aufgabe mit Brillanz. Die größte ihrer vielen Anerkennungen war der Forschungspreis der "IBM-Europe". Ihre Verfahren lieferten Schichten, die ganz nahe am thermodynamischen Gleichgewicht entstanden, bei tiefen Temperaturen und (durch die Getterung der Metallschmelzen) von hoher Reinheit aufwachsen. Wunderschön sind ihre Fotos der Oberflächen, sie bringen die Nukleation an Stufen und an Versetzungen in höchster Ästhetik zur Wirkung. Nutzung der Zentrifugalkraft, in raffinierter wenn auch ein wenig komplizierter Weise, war das Thema der letzten Jahre, das sie nun nicht mehr vollenden konnte. Bescheiden und zurückhaltend, aber zielstrebig, zäh, ungemein geschickt und in den Grundlagen vorzüglich bewandert, war sie eine beeindruckende Persönlichkeit, die wir – in Dankbarkeit – nicht vergessen werden.

H. J. Queisser, Stuttgart

DGKK im Internet

Ab November ist die DGKK im Internet erreichbar unter:

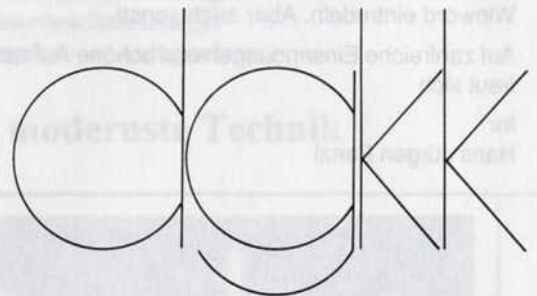
<http://www.ikz.fta-berlin.de/~dgkk>

Vom Institut für Kristallzüchtung (IKZ) in Berlin wurde eine erste Präsentation für das WorldWideWeb aufgebaut. Diese informiert über Ansprechpartner der DGKK in einzelnen Instituten und Firmen. Die WWW-Seiten können zu einer nützlichen Ergänzung des DGKK-Mitteilungsblattes erweitert werden, etwa durch die Einbindung eines aktuellen Veranstaltungskalenders oder von Faktendatenbanken. Vorschläge und Anregungen der Mitglieder zum Auf- und Ausbau sind jederzeit willkommen und können an die Email-Adresse dgkk@ikz.fta-berlin.de eingesandt werden.

Ansprechpartner ist Hr. Rehse vom IKZ (sh. auch Impressum).

Wir erinnern alle relevanten Kristallzüchtungs-Institutionen an die entsprechende Empfehlung auf der DGKK-Hauptversammlung 1996 (siehe Protokoll, dgkk-Mitteilungsblatt Nr. 63 / Mai 96) und bitten darum, die eigenen Internetseiten mit Hinweisen auf die DGKK zu erweitern und dem IKZ die Adressen der Homepages mitzuteilen.

T. Boeck



Welcome to the DGKK World Wide Web Service!

Dieser Server befindet sich zur Zeit im Aufbau !!!



Wir bitten alle Mitglieder der DGKK um ihre Mitarbeit !!!

Auf diesen Web-Seiten sind als Ansprechpartner Institutionen und Firmen angegeben, in denen Mitglieder der DGKK tätig sind. Weiterführende Links werden vorerst auf diese Institutionen gesetzt, soweit sie uns bekannt sind.

Wir bitten alle Mitglieder der DGKK, diese Links zu überprüfen und zu verbessern.

- Sind eigene Web-Seiten vorhanden?
- Existieren im Institut oder in der Firma Web-Seiten zum Thema Kristallwachstum und Kristallzüchtung?

Bitte senden Sie Ihre Angaben an den Webmaster.

This system is configured
for using NETSCAPE 2.0

DGKK page counter: 102

2. Mitteilungen der DGKK

DGKK-Jahrestagung

Die DGKK-Jahrestagung 1997 findet zusammen mit den italienischen Kolleginnen und Kollegen von der Sektion Kristallzüchtung SCC der Italienischen Gesellschaft für Kristallographie AIC in Freiburg im Breisgau statt.

Associazione Italiana di Cristallografia –
Sezione Crescita Cristalli

Deutsche Gesellschaft für Kristallwachstum
und Kristallzüchtung

5. bis 7. März 1997

Biologie-Hörsaal

der Albert Ludwigs Universität,

Albertstraße

D-79104 Freiburg

Prof. Dr. K-W. Benz von der DGKK und Prof. Dr. C. Paorici von der AIC-SCC sind für die Tagungsleitung und das Programmkomitee verantwortlich, die lokale Organisation liegt in den Händen von Dr. A. Danilewski, Dr. R. Diehl und Dr. H. Walcher.

Tagungskorrespondenz:

Dr. Herbert Walcher, Fraunhofer-Institut IAF, Tullastr. 72,
D-79108 Freiburg, Telefon: 07 61 / 51 59 - 3 47, Telefax:
07 61 / 51 59 - 2 19, e-mail: dgkk97@iaf.fhg.de

Für Forschung und Produktion EINKRISTALLE

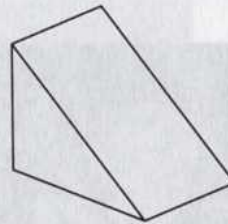
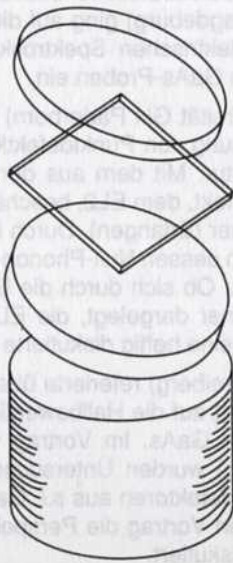
aus

**METALL - LEGIERUNGEN - HALBLEITER
VERBINDUNGEN - OXIDE - HALOGENIDE**

FENSTER - LINSEN - PRISMEN

SUBSTRATE - WAFER - STÄBE

Random - orientiert - präpariert



Präzisionskugeln
Halbzeug (blanks)
Rohkristalle (boules)

Sputtertargets
Seltene Erden

KRISTALLHANDEL KELPIN



69181 Leimen · Telefon 0 62 24/7 25 58 · Telefax 0 62 24/7 71 89

Für die Forschung

◆ Wafer und Substrate für die Epitaxie

Halbleiter, oxidische Materialien, Fluoride

- Si • Ge • II-VI • IV-VI
- SrTiO₃ • MgO • LaAlO₃ • NdGaO₃ • Al₂O₃
- BaF₂ • CaF₂ • MgF₂

◆ Reinstoffe, Verdampfungsquellen, Sputtertargets

- Cd • Se • Zn • Te • Si • Ge
- II-VI • IV-VI

◆ Kundenspezifische Dienstleistungen, Kristallkörper aller Geometrien und Orientierungen, Oberflächenpräparation



CRYSTAL GmbH
Ostendstr. 2-14
12459 Berlin
Tel.: (030) 53 88 17-0 · Fax: (030) 5 35 04 36
E-Mail: crystal@t-online.de
<http://www.crystal-gmbh.com>

Für die Analytik

◆ Optische Komponenten

Linse, Fenster, Prismen für Anwendungen im IR-, VIS- und UV-Spektralbereich

- CaF₂ • MgF₂ • BaF₂
- Si • Ge • Al₂O₃
- ZnSe • ZnS • CdTe

ATR-Elemente

◆ Röntgenmonochromatoren

- Si • Ge • LiF

◆ Orts- und energieauflösende γ - und Röntgendetektoren im Energiebereich 3 – 300 keV

◆ Nichtlineare optische Kristalle

- DKDP • KDP • KTP • BBO • LiIO₃



CRYSTAL GmbH
Ostendstr. 2-14
12459 Berlin
Tel.: (030) 53 88 17-0 · Fax: (030) 5 35 04 36
E-Mail: crystal@t-online.de
<http://www.crystal-gmbh.com>

3. Mitteilungen aus den Arbeitskreisen

Arbeitskreis zur Herstellung und Charakterisierung von massiven GaAs- und InP-Kristallen

Der traditionell in Erlangen stattfindende Herbstarbeitskreis über die Herstellung und Charakterisierung der III-V Halbleiter wurde dieses Jahr am 23. und 24. Oktober abgehalten. Veranstalter war die DGKK zusammen mit dem Institut für Werkstoffwissenschaften, Lehrstuhl VI Werkstoffe der Elektrotechnik der Universität Erlangen-Nürnberg.

In 14 Beiträgen wurde ein Überblick über den augenblicklichen Stand der III-V-Forschung gegeben. Die Vorträge wurden immer durch rege Diskussionen abgeschlossen, in denen Erfahrungen und Meinungen der Tagungsteilnehmer ausgetauscht und neue Anregungen zu den behandelten Themen gegeben wurden (Abb. 1 und 2).



In allen Beiträgen wurden Themen aufgegriffen, die sich mit dem Material GaAs beschäftigen. Somit scheint in Deutschland das Interesse am bisher in diesem Arbeitskreis ebenfalls vertretenen InP eher rückläufig zu sein. Deswegen wurde vorgeschlagen, zukünftig den Themenkreis SiC mit in den Arbeitskreis zu integrieren.

Die Mehrzahl der Vorträge des Arbeitskreises beschäftigten sich mit der Charakterisierung verschiedenster GaAs-Proben und der Interpretation der erhaltenen Ergebnisse. Herr Pätzold (Bergakademie Freiberg) referierte zum Thema versetzungsinduzierte elektrische Inhomogenitäten in GaAs:Si und GaAs:Te. Herr Wickert (Fraunhofer-Institut IAF in Freiburg) berichtete über seine Arbeit zum Vergleich verschiedener Meßstände zur Bestimmung der Transportparameter von s.i. GaAs. Weiterhin ging er auf die bei den Messungen auftretenden Einflußgrößen ein.

Über ebenfalls mit dem Interesse der Vergleichbarkeit von Messungen durchgeführte Arbeiten berichtete Herr Kretzer

(Freiberger Compound Materials). Er stellte die Weiterentwicklung der automatischen EPD-Bestimmung an (100) orientierten GaAs-Scheiben mittels elektronischer Bildverarbeitung vor. Dr. Witte (Universität Magdeburg) ging auf die Möglichkeiten und Probleme der elektrischen Spektroskopieuntersuchungen an mittelohmigen GaAs-Proben ein.

Herr F. K. Koschnick (Universität GH Paderborn) berichtete über Arbeiten zur Untersuchung von Punktdefektkomplexen und Aufklärung deren Struktur. Mit dem aus der Sicht der Technik wichtigsten Punktdefekt, dem EL2, beschäftigte sich der Beitrag von Herrn Kummer (Erlangen). Durch hochauflösende Laserspektroskopie an dessen Null-Phonon-Linie wurde deren Asymmetrie belegt. Ob sich durch die Ergebnisse zwangsläufig, wie vom Redner dargelegt, die EL2-Struktur $As_{Ga} + As_i$ ableiten läßt, war eine heftig diskutierte Frage.

Dr. Kühnel (Bergakademie Freiberg) referierte über den Einfluß von Temperatur und Licht auf die Hallbeweglichkeit von mesoskopisch inhomogenem GaAs. Im Vortrag von Herrn Rogalla (Universität Freiburg) wurden Untersuchungen der Einfangprozesse in Teilchendetektoren aus s.i. GaAs vorgestellt und im Anschluß an den Vortrag die Perspektiven von GaAs als Strahlendetektor diskutiert.

Frau Roth (Bergakademie Freiberg) berichtete über Ergebnisse der Hochtemperatur Ramanspektroskopie an Arsendämpfen, die Rückschlüsse auf die Konzentrationen der vorliegenden Konfigurationen des Arsens (As_2 und As_4) erlauben. Die Messungen wurden durchgeführt, um Erkenntnisse über den Einfluß einer Arsenquelle bei der GaAs-Kristallzüchtung zu gewinnen.

Der Massivkristallzüchtung von GaAs waren insgesamt vier Vorträge gewidmet. Die Vorträge von Herrn Jockel (ZFW, Göttingen), Frau Hannig (Bergakademie Freiberg) und Herrn Amon (Uni Erlangen) beschäftigten sich mit verschiedenen Aspekten des VGF-Verfahrens. Herr Jockel gab einen Rückblick auf die im Rahmen des Laser 2000 Projektes durchgeführten Arbeiten und zeigte die erzielten Fortschritte auf. Frau Hannig berichtete, daß es mittlerweile gelingt, mit dem VGF-Verfahren reproduzierbar 2" GaAs:Si Massivkristalle mit EPD $< 500 \text{ cm}^{-2}$ zu züchten. Die gewonnenen Scheiben zeigen ein typisches vierstrahliges, sternförmiges Muster der Versetzungsverteilung. Herr Amon ging in seinem Vortrag auf die Modellierung des VGF-Prozesses ein und zeigte eine gute Übereinstimmung von Meßergebnissen und Simulationsergebnissen auf.

Dr. Neubert (IKZ Berlin) beschäftigte sich in seinem Beitrag mit Fortschritten bei der GaAs-Einkristallzüchtung nach dem VCZ-Verfahren und berichtete über die neusten Entwicklungen auf diesem Gebiet. Einen der jüngsten Kristalle konnten die Teilnehmer in Natura bestaunen.





Hochreiner Graphit für das Kristallziehen

Eigenschaften von hochreinem Graphit

R 6300 P, der Reinstgraphitwerkstoff der SGL CARBON GROUP, wurde speziell für Kristallziehlanlagenteile entwickelt. Der hohe elektrische Widerstand stellt eine optimale Gestaltung der Heizelemente sicher. R 6300 P ist in aus-



Schliffbild
R 6300 P

reichend großen Formaten, auch für die nächsten SiCz Anlagengenerationen, herstellbar.

Der Reinstgraphitwerkstoff R 6400 P ist eine Spezialmarke speziell für Stütztiegel in Kristallziehlanlagen und zeichnet sich durch außergewöhnlich lange Standzeiten aus.



SGL CARBON GROUP

**SGL CARBON AG
Werk Ringsdorf**

SGL CARBON AG Werk Ringsdorf • Business Unit Spezialgraphit
Drachenburgstraße 1 • D-53170 Bonn • Telefon (0228) 841-405 • Telefax (0228) 841-572

Dr. Diehl (Fraunhofer-Institut IAF Freiburg) gab in seinem Vortrag einen Überblick über Verbundprogramme in Deutschland mit Relevanz für III-V Halbleiterkristalle hoher Perfektion. Er zeigte die Struktur und Untergliederung der Programme auf und ging auf deren Fördervolumen ein.

Bei einem inzwischen traditionellen gemeinsamen Abendessen am 23. 10. bestand die Möglichkeit zum ungezwungenen Austausch in entspannter Atmosphäre (Abb. 3).

Der Arbeitskreis hat sich wieder einmal als wichtiges Forum zum Informations- und Ideenaustausch erwiesen. Als Tagungsort für den nächsten Arbeitskreis wurde Jülich (Ausrichter KFA) ausgewählt. Der Termin wurde auf den 16./17. April festgelegt.

4. Kristallzüchtung in Deutschland

"Fächerübergreifende Arbeitsgemeinschaft
Halbleiterforschung Leipzig (FAHL)"

Am 6.5.1996 wurde die "Fächerübergreifende Arbeitsgemeinschaft Halbleiterforschung Leipzig" (FAHL) gegründet. Diese Arbeitsgemeinschaft wird von verschiedenen Arbeitsbereichen mit derzeit insgesamt 20 Wissenschaftlern der Institute für Experimentalphysik II, für Anorganische Chemie, für Theoretische und Physikalische Chemie und für Mineralogie, Kristallographie und Materialwissenschaft sowie des Institutes für Oberflächenmodifizierung e.V. getragen. Die FAHL wird durch den Rektor der Universität sowie durch die Dekane und die Fakultätsräte der Fakultäten für Physik und Geowissenschaften sowie für Chemie und Mineralogie unterstützt.

Die FAHL hat sich zum Ziel gesetzt, die Halbleiterforschung über die Grenzen von Abteilungen, Instituten und Fakultäten

der Universität Leipzig und über deren Grenzen hinaus zu institutionalisieren und eine stärkere wissenschaftliche Profilierung dieses Gebietes in Leipzig zu bewirken. Zudem wird eine Zusammenarbeit mit verwandten Materialwissenschaften wie z.B. zu oxidischen Supraleitern angestrebt. Die FAHL kann auf Erfahrungen einer über 20jährigen Tradition der Halbleiterforschung an der Universität Leipzig ebenso zurückgreifen wie auf Forschungen und apparativmethodische Einrichtungen, die durch die Neustrukturierung der Universität nach der Wende möglich wurden. Es werden existierenden Ressourcen der verschiedenen Bereiche bezüglich Fragestellungen, Methoden, Geräten und insbesondere der wissenschaftlichen und persönlichen Kompetenzen synergetisch verbunden und neue Entwicklungen ermöglicht.

Die inhaltlichen Schwerpunkte liegen in der Bestimmung von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen an einkristallinen und polykristalline Materialien sowie an Dünnschichten und deren Ober- und Grenzflächen sowie deren Substratkorrelationen. Synthese und Materialcharakterisierungen sowie bindungschemische Studien sind hierbei eigenständige Forschungsschwerpunkte, aber auch entscheidende Voraussetzungen für Studien zu physikalischen Eigenschaften, die in elektronisch-energetischen Modellen und entsprechenden Anwendungen münden sollen. Als Materialien stehen III-V-, I-III-VI₂, II-VI-I-III-VI₂-Mischkristall- und MeSx-Halbleitertypen im Vordergrund. Die Ziele der FAHL sollen insbesondere erreicht werden durch Verbesserung der Zusammenarbeit und der infrastrukturellen Forschungsvoraussetzungen, durch gemeinsame Nutzung präparativer und experimenteller Einrichtungen, Abstimmung von Investitionen, Erarbeitung gemeinsamer Forschungsschwerpunkte und gemeinsamer Konzepte für Gerätebeschaffungen, fächerübergreifende Förderung des wissenschaft-

MgO
KTP
SrTiO₃
BGO
Laserkristalle
piezoelektrische
Quarze

**Fragen Sie uns,
wenn es um
Quarze und
Kristalle geht!**



Frank & Schulte GmbH
Alfredstr. 154
D-45131 Essen
Tel.: 02 01/45 06 - 0
Fax: 0201/45 06 - 1 11
Tx: 857 835 fus d

lichen Nachwuchts, Förderung von halbleiterrelevanten Inhalten in Studiengängen an der Universität Leipzig und weiteren Lehreinrichtungen, durch nationale und internationale Kooperationen sowie durch Förderung von Aktivitäten zur Beschleunigung des Technologietransfers.

Kontaktadresse: Prof. Dr. K. Bente (Sprecher der FAHL), Institut für Mineralogie, Kristallographie und Materialwissenschaft, Fakultät für Chemie und Mineralogie, Universität Leipzig, Scharnhorststr.20, 04275 Leipzig, Tel.: 03 41 / 9 73 62 51; FAX: 03 41 / 9 73 62 99.

5. Tagungsberichte

Jahrestagung der DGKK 1996

A. Erb (Universität Genf) berichtet über die Herstellung von BaZrO_3 -Tiegeln und die hierin erfolgte Züchtung von $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ -Einkristallen. Ein wesentliches Problem der $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ -Fluxzüchtung ist die mangelnde Beständigkeit bekannter Tiegelmateriale gegen den aggressiven CuO - BaCuO_2 -Flux, die zur Verunreinigung der Schmelze und somit zu einer Begrenzung der maximal möglichen Züchtungsdauer führt. So findet man z.B. in Einkristallen, die aus Al_2O_3 -Tiegeln gezüchtet wurden, bis zu 1 at% Al, was die physikalischen Eigenschaften des Materials deutlich verändert (Absenkung von T_c etc). Bei Verwendung von YSZ-Tiegeln findet man BaZrO_3 als Korrosionspunkt. Erb beschreibt die Präparation von BaZrO_3 -Pulver aus BaCO_3 und ZrO_2 nach einer 'Shake & Bake'-Methode und die Herstellung von Tiegeln und Scheiben nach einem sinterkeramischen Verfahren. Die erhaltenen Tiegel erweisen sich als weitgehend inert gegen den YBCO-Flux, der Anteil der Verunreinigungen in der Schmelze liegt nach ICP-MS unter 0,001 at%. Erb zeigt Aufnahmen von YBCO-Einkristallen mit 1-2 mm Kantenlänge, die nach Dekantieren des Flux' an der Tiegelwandung haften und ohne Schwierigkeit entnommen werden können. Die Abwesenheit des sog. *fish tail*-Effektes an derart hergestellten Einkristallen wird als weiterer Beleg für den erreichten Grad an Reinheit gewertet.

M. Ueltzen (FH Münster) beschreibt die Züchtung gradierter Kristalle nach dem Verneuil-Verfahren. Der potentielle Einsatz von Gradientenwerkstoffen kann überall dort Vorteile bringen, wo ein diskontinuierlicher Materialübergang unerwünscht oder aufgrund zu unterschiedlicher Eigenschaften der beteiligten Materialien nicht möglich ist. Ueltzen nennt als Beispiele die Vermeidung des Abplatzens von Beschichtungen durch unterschiedliche, thermisch bedingte mechanische Spannungen in Beschichtung und zu beschichtendem Material oder die Erhöhung der Biokompatibilität medizinischer Werkstoffe. Die Möglichkeiten des Verneuil-Verfahrens werden am Beispiel der Cr-Dotierung von Al_2O_3 (Übergang Rubin-Saphir) demonstriert. Durch entsprechende Führung der Züchtung können Übergangsbreiten von kleiner 1 mm bis mehrere cm realisiert werden. Der Vorteil des Verneuil-Verfahrens liegt in der geringen Dicke des Schmelzfilms (ca. 20 μm beim Al_2O_3 -Cr-System), da hierdurch besonders kleine Übergangsbreiten erreicht werden können. Die Anwendbarkeit des Verfahrens hängt u.a. davon ab, ob es gelingt, den relativ niedrigen Entwicklungsstand des Verneuil-Verfahrens im Vergleich zu anderen Züchtungsmethoden auszubauen.

L. Helmers (DLR, Köln) stellt Messungen der Strömungsgeschwindigkeit in der Schmelze bei der Bridgman-Züchtung von $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ -Mischkristallen vor. Die Strömungsgeschwindigkeit wird aus der räumlichen und zeitlichen Ausbreitung von Temperaturfluktuationen in der Schmelze abgeleitet. Die zur Messung verwendeten, besonders kleinen Thermolemente wurden mit einer 10 μm dicken pBN-Schicht versehen, wobei eine Graphitschicht als Haftvermittler diente. Da die Meßsignale mit starken Störungen belastet waren, mußten die Temperatur-

signale mit einem aufwendigen Verfahren ausgewertet werden. Helmers schließt aus den so bestimmten Fließgeschwindigkeiten, daß das Strömungsfeld rein thermisch bedingt und die Schmelze vollständig durchmischt ist.

P. Reinshaus (Universität Halle-Wittenberg) zeigt die Ergebnisse umfangreicher numerischer Untersuchungen zur Strömungskonfiguration in Halbleiterschmelzen beim Bridgman-Verfahren. Die Untersuchungen wurden mit Hilfe des Finite-Elemente-Programmpaketes FIDAP unter Einbeziehung einer freien Phasengrenze sowie dynamischer Randbedingungen durchgeführt. Der experimentell bestimmte Temperaturverlauf entlang der Ampulle wird durch einen Tangenshyperbolicus-Ansatz approximiert und in der Rechnung als thermische Randbedingung verwendet. Es zeigt sich, daß je nach relativer Lage der Schmelzisotheime zum Wendepunkt im räumlichen Temperaturverlauf zwei charakteristische Strömungskonfigurationen auftreten, die zu unterschiedlichen radialen Inhomogenitäten im Kristall führen. Reinshaus diskutiert die Stabilität der Strömungskonfigurationen gegen Neigung der Ampulle im Schwerfeld sowie den Einfluss einer thermischen Asymmetrie im Ofen.

C. Gross

Kipp und Lacmann (TU Braunschweig) stellen rasterkraftmikroskopische in-situ-Kristallisationsuntersuchungen bei Lösungszüchtung vor. Als Modellsubstanzen verwenden sie Kaliumalaun und Kaliumnitrat.

Die typischen Probleme bei solchen Untersuchungen bestehen zum einen in einer ausreichenden Temperaturkonstanz, um genügend kleine Übersättigungen bzw. Unterkühlungen einstellen zu können. Zum anderen darf die Wachstumsgeschwindigkeit einige Nanometer pro Sekunde nicht überschreiten, um nicht zu schnell für das Einlesen des rasterkraftmikroskopischen Bildes zu sein.

In der vorgetragenen Arbeit konnten mit Hilfe einer speziellen Durchflußapparatur zur Thermostatisierung Unterkühlungen bis hinab zu 0,1 K erreicht werden. In diesem Fall ist die Wachstumsgeschwindigkeit von Kaliumalaun mit ca. 1 nm/s bereits niedrig genug, bei Kaliumnitrat muß sie durch Fremdstoffzusatz herabgesetzt werden. Beobachtet werden bei Kaliumalaun trigonal-pyramidale Wachstumsstrukturen, bei Auflösungsexperimenten zeigt sich eine anomal hohe Ätzgrubendichte. Im Falle von Kaliumnitrat ergeben sich keine einheitlichen Wachstumsmorphologien.

Schönherr und Matsumoto (MPI für Festkörperforschung, Stuttgart) berichten von Untersuchungen zur Kristallbildung vor der wachsenden Kristallfläche beim Pizzarello Verfahren. Bei hohen Ampullenzuggeschwindigkeiten kommt es bei dieser Methode zu einer Kristallisation fehlorientierter Keime auf der Wachstumsfläche oder an der Ampullenwanderung. Durch Untersuchung der Transportprozesse im Gasraum der Ampulle kann dies am Beispiel von C_{60} auf eine konstitutionelle Übersättigung zurückgeführt werden.

Hierzu wird zunächst in einer Musterampulle die Temperaturverteilung gemessen, der Dampfdruck von C_{60} und der binäre C_{60} -Ar Gasdiffusionskoeffizient bestimmt, darüber hinaus findet bei den Versuchen eine Messung der Wachstumsgeschwindigkeit statt. Aus den Daten wird berechnet, daß es einen durch den Massentransport bestimmten oberen Grenzwert für die Wachstumsgeschwindigkeit gibt. Wird die Ampullenzuggeschwindigkeit höher als dieser gewählt, kommt es zur konstitutionellen Übersättigung von der Wachstumsfläche.

Deppert und Samuelson (Lund University, Schweden) stellen eine neue Methode zur Herstellung von Nanokristallen vor, die sie Aerotaxie nennen. Die Herstellung von Nanokristallen aus GaAs kann als effiziente Methode angesehen werden, große Mengen von Quanten-Dots zu erhalten. Wichtig ist dabei die Homogenität von Größe und Eigenschaften. Bei der

Aerotaxie wird Ga in einem Gasstrom verdampft, der anschließend durch Abkühlung übersättigt wird, so daß sich ein Ga-Aerosol bildet, das durch einen sog. Monochromator, der nur bestimmte Teilchengrößen durchläßt, geleitet wird. Dem so gröbselektierten Ga-Aerosol wird Arsin zugeleitet, das in einem weiteren durchströmten Ofen mit dem Ga zu GaAs reagiert. Die Reaktionskinetik dieser Reaktion wird näher untersucht. Die gebildeten GaAs-Partikel werden ebenfalls durch einen Monochromator geleitet, sie haben danach einen Durchmesser von 10 nm und weisen eine gute Kristallinität auf, mit der gleichen Gitterkonstante wie im bulk.

A. Langsdorf

Kristalle für laseroptische und elektrooptische Anwendungen

Vorträge von Herrn Ackermann (FEE Idar-Oberstein) und Herrn Fukuda (Tohoku-University).

Eine sehr sorgfältige und auch für den Nichtspezialisten informative Darstellung der Arbeiten zur Herstellung und Entwicklung laseraktiver Materialien wurde von Herrn **Ackermann** gegeben.

Bei der Erläuterung der Systematik, die der Suche nach neuen Lasermetallen zugrunde liegt, wurden in übersichtlicher Weise die spezifischen Anforderungen herausgearbeitet, die an das Wirtsgitter und an den Dotierstoff für den Laserübergang und damit auch die kommerzielle Einsetzbarkeit der verschiedenen Lasermaterialien im Kontext des technologischen Umfeldes gesehen werden muß. Gegenwärtig findet hier mit der Entwicklung leistungsfähiger Leuchtdioden ein Umbruch statt mit dem Übergang von lampengepumpten Lasern zu diodengepumpten Systemen. Gegenüber der breitbandigen Anregung durch Pumplampen, bei der nur ein Bruchteil der Anregungsleistung für den Laserübergang nutzbar wird und der Laserstab stark thermisch belastet wird, können mit Dioden gezielter die für die Lasertätigkeit notwendigen Anregungen herbeigeführt werden.

Für die Wirtsgitter bedeutet dies, daß UV-Beständigkeit und Eigenschaften, die für hohe thermische Belastbarkeit gefordert werden, an Bedeutung verlieren gegenüber solchen Eigenschaften, die direkter mit den Laserübergängen in Zusammenhang stehen, wie ein geeignetes Kristallfeld und eine gute Aufnahmefähigkeit für die anvisierten Dotierstoffe. Von besonderer Bedeutung sind höchstens Kristallqualität für niedrige Laserswellen und Absorptionsbanden, die auf die verfügbaren Hochleistungsdioden abgestimmt sind. Derzeit sind 809 nm, 940 nm oder 960 nm günstig. Trotz dieser sich ändernden Anforderung rechnet Herr Ackermann nicht damit, daß Nd:YAG seine Spitzenstellung unter den Laserstäben einbüßen wird. Allerdings ist künftig mit Überkapazitäten bei diesem Material zu rechnen, da die Kristalle für diodengepumpte Systeme wesentlich kleiner sein können, als bei den bisherigen lampengepumpten Lasern.

Angesichts des so zu erwartenden intensiven Wettbewerbs sind natürlich züchtungstechnische Weiterentwicklungen, die zu höherer Stabausbeute führen, besonders wichtig. Herr Ackermann berichtete diesbezüglich von Erfolgen bei der YAG-Züchtung durch den Übergang zur Züchtung mit besonders ebener Phasengrenzfläche. Gegenüber der besonders in den USA vorwiegend üblichen Züchtung mit stark gewölbter Phasengrenze ergeben sich Kristalle mit geringerer Spannungsdoppelbrechung und es verringert sich der Materialverlust durch die nicht verwertbare, ausgeprägte Kernzone.

Prof. **Fukuda** sah in seinem Vortrag die wichtigste Entwicklungstendenz bei den Lasern in Richtung Microchip-Laser, Waveguide-Laser und Integrated-Laser gehen. Als besonders viel-

versprechend für derartige Entwicklungen werden Vanadate vom Typ REVO₄ mit Y oder Gd auf den RE-Plätzen angesehen. Als geeignete Züchtungsmethode wurde Cz-Züchtung in sehr steilen Temperaturgradienten vorgestellt.

Diodengepumpte Laser auf der Grundlage derart gezüchteter Kristalle erreichen nach Angabe von Prof. Fukuda Wirkungsgrade von ca. 40 %.

Für den wachsenden Markt der mobilen Kommunikation werden piezoelektrische Materialien als Filterelemente benötigt. Hier sieht Prof. Fukuda als vielversprechendes neues Material neben traditionellen Materialien wie Quarz oder LiTaO₃ vor allem La₃Ga₅SiO₁₄ (LGS) und verwandte Strukturen. Die Züchtung erfolgt hier auf vergleichsweise konventionelle Weise nach der Cz-Methode. Aus diesem Material konnten bereits Filterelemente mit ausgezeichneten Eigenschaften präpariert werden.

Für den Einsatz als Frequenzverdoppler nannte Prof. Fukuda in erster Linie Kaliumniobat der Form K₃Li_{2-x}Nb_{5+x}O_{15+2x}.

Als Züchtungsmethode wurde ein Mikro-Pedestal-Verfahren vorgestellt, bei dem die Schmelze aus einer sehr feinen Düse aus einem Tiegel ausfließt und dann an einem Keim ankrystallisiert. Auch hier konnte bereits von vielversprechenden Anwendungen bei der Verdoppelung der 809 nm-Linie von Leuchtdioden berichtet werden.

F. Ritter

Herr Dr. **Peter Bachmann**, Philips Forschungslaboratorium Aachen, berichtete auf der Jahrestagung der DGKK 1996 in Köln in seinem eingeladenen Vortrag über die Herstellung von Diamantschichten aus chemischer Gasphasenabscheidung (**CVD: CHEMICAL VAPOUR DEPOSITION**). Es war deutlich, daß für ihn als Industrieforscher die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten der Diamantschichten im Vordergrund standen, zum Beispiel für:

- 1) Abriebfeste Schichten für Werkzeuge und Magnetköpfe von Recordern wegen der großen mechanischen Härte vom Diamant. Dafür benötigt man besonders feinkörnige, gut haftende, polikristalline Schichten (Korngröße < 1 µm).
- 2) Wärmesenken für elektronische Bauelemente wegen der hohen Wärmeleitfähigkeit. Dafür benötigt man grobe Körner (Korngröße > 10 µm), und die Phasenbildung sollte bei möglichst niedrigen Temperaturen (T ≈ 300 °C) erfolgen, um die Eigenschaften der elektronischen Bauelemente nicht zu verändern.
- 3) Elektronen-Emitter als Kaltkathode für Bildschirmbeschichtung wegen der niedrigen Elektronenaustrittsenergie. Hierbei kann ein kleiner Anteil an amorpher Phase nützlich sein. Die Schicht muß elektrisch leitfähig sein.
- 4) Freitragende Fenster und Membranen z. B. als Ersatz für das giftige Beryllium. Wegen der 10 mal höheren Absorption des Diamanten für Röntgen- oder γ-Strahlen im Vergleich zum Beryllium muß die Schichtdicke bei 10 µm liegen.
- 5) Freitragende Fenster für Lithographie bei einer Wellenlänge von 630 nm und einer Schichtdicke von 800 nm.

Um die verschiedenen Eigenschaften der Schichten optimieren zu können, mußte Dr. Bachmann die Grundlagen der Herstellung mit einem 150-kW-Mikrowellenplasma (50 bis 500 Mhz) im Dreistoffsystem Wasserstoff - Kohlenstoff - Sauerstoff untersuchen. Als Ausgangsgas kommen z. B. Gemenge aus Wasserstoff mit Methan und Kohlendioxid, mit Acetylen und Sauerstoff, mit Methanol, mit "Sake" oder "Whisky" in Frage. Er konnte das Phasenbildungsgebiet, das als schmales Dreieck auf der Linie Wasserstoff und Kohlenstoff/Sauerstoff (1:1 atomar) in der Literatur angegeben ist, für seine Bedingungen

MaTeck

Karl-Heinz-Beckurts-Str. 13
D-52428 Jülich

Telefon: 02461 - 690 740

Telefax: 02461 - 690 749

e-mail: Mateck.Schlich @ T-Online.De

Unser Leistungsangebot:

● Kristallzüchtungen von Metallen
und deren Legierungen

● Kristallpräparation (Formgebung,
Polieren und Orientieren)

● Reinstmaterialien (99,9 - 99,9999 %)

● Substrate, Wafer, Targets
(SrTiO₃, MgO, YSZ, NdGaO₃, Al₂O₃, etc)

● Auftragsforschung
für Werkstoffe und Kristalle

Material-Technologie



Kristalle

für **FORSCHUNG, ENTWICKLUNG und PRODUKTION**

Cyberstar

INDUSTRIAL & SCIENTIFIC INSTRUMENTS

■ CZOCHRALSKI OXIDE PULLERS.

- From the micro-puller (capability: 300 g) up to the industrial capability 30 Kg.
- Operating pressure: from vacuum up to 2 bars - absolute pressure.

■ BRIDGMAN-STOCKBARGER FURNACES.

■ IMAGE FURNACES (infrared heating).

■ CRYSTAL GROWTH EQUIPMENT BUILDING ELEMENTS :

- Direct drive, vibration free translation / rotation units.
- Torque motors and electronics.
- Weighting devices.
- Vacuum tight, water cooled jars.

■ ORIENTEXPRESS.

A software for easy Laue pattern indexing.

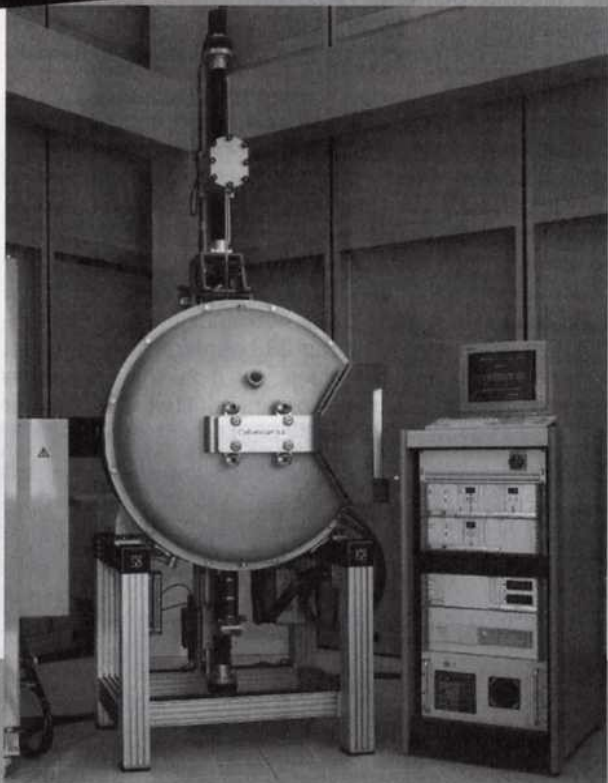
■ SPECIAL INSTRUMENTS ON CUSTOMERS SPECIFICATIONS.

Fax or call for more information :

Cyberstar s.a.

Parc Sud Galaxie - BP 344 - 38435 Echirolles cedex (Grenoble) - France
Tél. (33) 76 40 35 91 - Fax : (33) 76 40 39 26 - Tlx : 389 662 F

THE FANTASTIC INDUSTRIAL PULLER FOR AN R&D PRICE !



präzisieren als eine sehr schmale Fläche, die gebildet wird aus der Verbindungslinie Wasserstoff mit Kohlenstoff/Sauerstoff (1:1) und einer nach der Kohlenstoff-Ecke leicht durchgebogenen Linie. Als Ergebnis seiner Arbeiten zeigte er, daß er durch Aufbringen auf Silizium und anschließendem Abätzen der Unterlage professionelle einsetzbare Fenster mit einer Schichtdicke von 8 µm und einem Durchmesser von 20 mm und Fenster mit einer Schichtdicke von 800 nm und einem Durchmesser von 1,3 mm herstellen konnte. Die hohe Auflösung mit den Fenstern für die Lithographie demonstrierte er mit periodi-

schen, scharfen, 100 nm breiten Streifenmustern. Interessant war auch die stark ausgeprägte (100)-Textur von Schichten auf Siliziumeinkristallen, die fast an orientiertes Aufwachsen heranreichte.

Es war ein sehr schöner Vortrag, der niemals Langeweile aufkommen ließ, der aber auch die Komplexität des Gebietes deutlich machte und die hohen Anforderungen der Industrie an einen Materialwissenschaftler zeigte.

W. Tolksdorf



Schule für Kristallzüchtung

Das Berliner Institut für Kristallzüchtung (IKZ) veranstaltete unter Schirmherrschaft der DGKK vom 9. - 13. September die erste nationale Schule für Kristallzüchtung seit der deutschen Wiedervereinigung. Damit wurde angeknüpft an eine in das Jahr 1976 zurückreichende Tradition der "Vereinigung für Kristallographie" (VfK), die in der DDR bis 1990 Winterschulen zur Kristallzüchtung in zweijährigem Turnus organisierte.

Mit 130 Teilnehmern, darunter Gästen aus 11 Ländern (Belgien, Frankreich, Indien, Japan, Lettland, Litauen, Österreich, Polen, Rußland, Schweiz, Tschechien) waren Experten der Kristallzüchtung und Nachwuchswissenschaftler aus 14 Universitäten, 11 Forschungsinstituten und 9 Industrieunternehmen angereist.

Die einwöchige Schule in Gosen bei Berlin hatte das Ziel, Studenten und jungen Wissenschaftlern den neuesten Erkenntnisstand zum Wachstum, zur Züchtungsmethodik und Modellierung sowie zur Charakterisierung von Kristallen zu vermitteln und auch bei Fachleuten Grundlagen aufzufrischen. Dabei erwiesen sich nahezu alle Vortragende als gute Lehrer und verknüpften die Präsentation von Spitzenergebnissen ihrer Forschung mit dem dafür notwendigen naturwissenschaftlichen Rüstzeug. Mit ihren 28 Lehrveranstaltungen ist die Schule somit dem Anspruch auf didaktisch gekonnte Wissensvermittlung gerecht geworden. Erfüllt wurde sogar der stete Wunsch von Schülern nach Hausaufgaben.

Ein Blick auf das Tagungsprogramm zeigt, daß das Programmkomitee den Schwerpunkt auf die Massivkristallzüchtung gelegt hatte. Doch vor Beiträgen zum Czochralski- und Float-Zone-Verfahren, zu Lösungs- und Sublimationsmethoden wurden ausgewählte Grundlagen der Hydrodynamik, der Phasenübergänge und Keimbildung und der atomaren Struktur von flüssigen Phasen erörtert. Daß Keimbildungsvorgänge nicht nur durch Auswertung von grauer Theorie und von vielen Formeln vor dem "geistigen Auge" sichtbar werden können, sondern durch zeitaufgelöste Rastertunnelmikroskopie in atomarer Auflösung über unseren wichtigsten Sinn nahezu miterlebbar sind, demonstrierte ein sehr schöner Vortrag von Herrn Köhler aus Kiel. Durch die in situ Beobachtung des

Wachstums bei MBE- und CVD-Prozessen kam außerdem zum Ausdruck, wie wichtig die Beschäftigung mit Schichttechnologien auch für Massivkristallzüchter ist, um elementare Kristallwachstumsvorgänge zu untersuchen und zu verstehen.

Im Programmkomitee der Schule arbeiteten neben einer Reihe von Mitarbeitern aus dem IKZ anerkannte Wissenschaftler aus vielen namhaften Kristallzüchtungsinstitutionen Deutschlands:

Prof. K.W. Benz, Prof. J. Bohm, Prof. P. Görnert, Dr. M. Jurisch, Prof. M. Mühlberg, Prof. G. Müller, Prof. H. Wenzl, Dr. W. Zulehner.

Finanziell unterstützt wurde die Veranstaltung durch eine Reihe von Industrieunternehmen. Gedankt sei der Freiburger Compound Materials GmbH, der Wacker Siltronic AG, SGL Carbon AG Ringsdorf, PAB Feinwerktechnik GmbH, der Parr Instrument (Deutschland) GmbH, der CrysTec GmbH, der Hüttinger Elektronik GmbH + Co. KG und außerdem der Berliner Senatsverwaltung für Wissenschaft, Forschung und Kultur und der DGKK.

Das Interesse der Industrie kam aber nicht nur in der Sponsorentätigkeit zum Ausdruck. So gab es eine gut besuchte Abendveranstaltung, bei der in Form eines Rundtischgespräches mit Firmenvertretern Probleme der Zusammenarbeit zwischen Industrie und Forschung diskutiert wurden. Und am letzten Tag präsentierten Herr Tomzig von der Wacker Siltronic AG Burghausen und Herr Völkl von der Siemens AG nicht nur neue Ergebnisse bei der Züchtung von Czochralski-Siliziumkristallen mit sehr großem Durchmesser und bei der Herstellung von SiC-Einkristallen, sondern sie wiesen sehr deutlich auf die Notwendigkeit und auf die Erfolge einer engen Verknüpfung der Forschungstätigkeit zwischen Industrie und Instituten hin. Ein Schwerpunkt liegt hierbei in der vertieften Zusammenarbeit bei der Modellierung von Kristallzüchtungsvorgängen.

Vergleicht man unsere Veranstaltung mit der Internationalen Sommerschule für Kristallzüchtung (ISSCG), so fällt der hohe Praxisbezug angenehm auf – auch, weil er bei vielen DGKK-Tagungen zu vermissen war.

Spezielle Fragen, die in der Diskussion vor großem Publikum nicht geklärt wurden, konnten während der Postersitzung be-

sprochen werden. Hier stellten 21 Institutionen ihre aktuellen Forschungsergebnisse in vor.

Ein geselliges Beisammensein, eingeleitet durch einen hochkarätigen Vortrag von Herrn Burianek über die Kunst der Edelsteinzüchtung, und eine Wanderung durch das märkische Land ermöglichten die ungezwungene Konversation.

Insgesamt also eine gelungene Veranstaltung, die – so die einhellige Meinung nahezu aller Teilnehmer – vom Schulungsvorstand, Dr.-Ing. habil. W. Schröder (Vorsitzender), Prof. P. Rudolph (Wissenschaftliches Programm) und Herrn J. Warneke (Sekretär) sehr gut organisiert war und die in dreijährigem Zyklus fortgesetzt werden sollte.

Ideen und Verbesserungswünsche nimmt das IKZ schon jetzt gern entgegen.

Torsten Boeck

Programm

Montag, 9. 9. 96

- 10.00 **ERÖFFNUNG** (chairmen: W. Schröder, P. Rudolph)
 10.30 W. Faul (*KFA Jülich*):
Leistungsfähige Materialforschung – Basis für industrielle Wettbewerbsfähigkeit
 11.30 W. Schröder (*IKZ*):
Moderne Trends in der Kristallzüchtung und die Mission des IKZ

1. STRUKTUR UND STRÖMUNG

DER FLUIDEN AUSGANGSPHASE (chair(wo)man: A. Lüdge)

- 14.00 W. Hoyer (*Univ. Chemnitz*):
Atomare Struktur von Element- und Legierungsschmelzen
 15.00 P. Rudolph (*IKZ*), M. Jurisch (*FCM*):
Welchen Einfluß übt die Struktur von Schmelzen und Lösungen auf den Transport und die Kristallisation aus?
 16.30 G. Müller (*Univ. Erlangen*):
Der Einfluß der Hydrodynamik auf das Kristallwachstum
 17.30 K. W. Benz (*Univ. Freiburg*):
Einfluß von statischen und rotierenden Magnetfeldern auf das Kristallwachstum

Dienstag, 10. 9. 96

2. PHASENÜBERGÄNGE UND KEIMBILDUNG

(chairman: H. Hartmann)

- 8.00 M. Mühlberg (*Univ. Köln*):
Phasendiagramme und daraus ableitbare Kristallzüchtungsprinzipien
 9.00 U. Köhler (*Univ. Kiel*):
Keimbildungsstudien beim MBE- und CVD-Wachstum mit zeitaufgelöster Rastertunnelmikroskopie

- 10.30 E. Schönherr (*MPI Stuttgart*), H. Hartmann, D. Siche (*IKZ*):
Die Rolle der Keimbildung bei der Züchtung von Massivkristallen aus dem Dampf
 11.30 J. Bohm/*BA Freiberg*:
Kinetik der Phasenbildung in Kristallphasen

3. VORGÄNGE AN DER KRISTALLISATIONSFRONT

(chairman: H. Wenzl)

- 14.00 P. Rudolph (*IKZ*):
Modelle zur Beschreibung der Kinetik an Phasengrenzen
 15.00 J. Bilgram (*ETH Zürich*):
Lichtstreuung an der Phasengrenze fest-flüssig während des Erstarrens
 16.30 A. N. Danilewsky, K. W. Benz (*Univ. Freiburg*):
Kinetik des Kristallwachstums aus Schmelzen und Schmelzlösungen
 17.30 B. Lux, J. Dörschel u.a. (*IKZ*):
Wachstumsinduzierte Zwillingbildung in III-V-Kristallen
 20.00 **ABENDDISKUSSION** - Rundtischgespräch mit Firmenvertretern (chairman: J. Weißenburg)
 Thema: **Forderungen der Kristallzüchter an die Anlagentechnik und deren Umsetzung**
 J. Weißenburg (*IKZ*): Wie geht das IKZ mit diesen Forderungen um?
 G. Metzner (*Steremat Berlin*): Wie erfüllen "Komplettangebote" diese Forderungen?
 G. Bethin (*Auteam Neuenhagen*): Welchen Beitrag leistet die Automatisierung?
 J. Wegmet (*Ringsdorf Bonn*): Welchen Beitrag leisten neue bzw. weiterentwickelte Werkstoffe?

Mittwoch, 11. 9. 96

4. INHOMOGENITÄTEN UND FREMDPHASEN

(chairman: M. Mühlberg)

- 8.00 P. Reiche, S. Ganschow, R. Uecker (*IKZ*):
Fremdphasen in Czochralski-Oxidkristallen
 9.00 H. Wenzl (*KFA Jülich*):
Stöchiometrieontrolle während und Mikrostrukturkontrolle nach der Kristallzüchtung von Mehrkomponentensystemen
 10.30 – 12.30 **POSTERSITZUNG** (chairman: R. Uecker)
 15.00 – ca. 20.00 **GEMEINSAMER SCHULUNGS-AUSFLUG**

Donnerstag, 12. 9. 96

6. COMPUTING UND AUTOMATISIERUNG

(chairman: M. Jurisch)

- 8.30 J. Virbulis (*Riga*), A. Lüdge, H. Riemann, W. Schröder (*IKZ*):
Modellierung des FZ-Prozesses





ENGELHARD-CLAL

Für die Einkristallzüchtung:
Tiegel aus Platinwerkstoffen,
Iridiumtiegel verschiedenster Abmessungen
und aus Elektro-Forming nahtlos

Temperaturmesstechnik:
Thermodrähte/Elemente für Hochtemperatur,
Mantelthermoelemente, Messwiderstände

Laborgeräte aus Platinlegierungen:
in Standardabmessungen und nach
Kundenspezifikation,
Platingeräte für die RFA

Edelmetallhalbzeuge:
Bleche, Bänder, Rohre, Draht.
Sonderlegierungen,
Platin Feinkornwerkstoffe

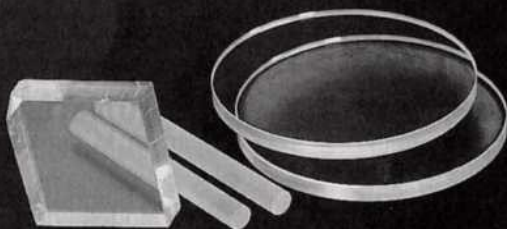
ENGELHARD-CLAL

Engelhard-CLAL Deutschland GmbH
Lise-Meitner-Straße 7, 63303 Dreieich
Tel. (06103) 9345-0, Fax (06103) 34787

BremLas

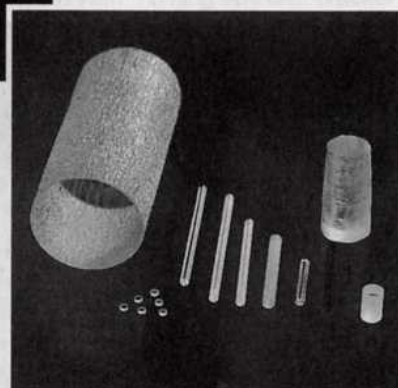
Lasertechnik Bremen GmbH

Fahrenheitstraße 1
D-28359 Bremen
Tel. 0421/2208-211
Fax 0421/2208-232



- ▲ Nd:LSB;
Er:YSGG; Nd:YAG
für diodengepumpte
Festkörperlaser
- ▲ Nd:YAG-, Er:YAP-,
Er, Cr:YSGG-Laserstäbe
- ▲ undotierter YAG, Saphir,
Quarz, Ge, Si, KRS 5

**Laserkristalle und
optische
Komponenten**



- 9.30 J. Fainberg, G. Müller (*Univ. Erlangen*):
Modellierung der konvektiven und turbulenten Transportvorgänge und thermischen Spannungen im Kristall
- 11.00 A. Lüdge, U. Rehse (*IKZ*), S. Rossolenko (*Chernogolovka*):
Moderne Wege der Automatisierung von Züchtungsvorgängen – Stand und Perspektiven
- 7. "LOW GRADIENT ENGINEERING"** (chairman: G. Müller)
- 13.30 M. Neubert (*IKZ*):
Konzepte und bisherige Ergebnisse zur Czochralski-Züchtung in geringen Temperaturgradienten
- 14.30 M. Buhrig, H. Saueremann (*BA Freiberg*):
Vertikale Bridgmanzüchtung in geringen Temperaturgradienten
- 16.00 D. Hofmann (*Univ. Erlangen*):
Halbleiterkristallzüchtung unter kontrollierten thermischen Bedingungen in Mehrzonenöfen: Anlagentechnik, Prozeßführung und Kristalleigenschaften
- 17.00 F. Dupret (*Univ. Louvain*):
Dynamic global simulation of the Czochralski growth
- 19.00 Abendvortrag (chairman: J. Böhm)
M. Burianek (*Uni. Köln*):
Die Bedeutung der Edelsteine für die Entwicklung der Kristallzüchtung
- 20.00 GESELLIGES BEISAMMENSEIN

Freitag, 13. 9. 96

8. MODERNE MATERIALIEN UND VERFAHREN

(chairman: W. Schröder)

- 8.30 E. Tomzig (*Wacker Burghausen*):
Züchtung von CZ-Siliziumkristallen sehr großer Durchmesser
- 9.30 J. Völkl (*Siemens Erlangen*):
Züchtung von SiC-Einkristallen
- 11.00 S. Porowski (*HPRC Warschau*):
Crystal growth and physical properties of GaN single crystalline substrates and homoepitaxial layers
- 12.00 J. Wollweber (*IKZ*), N. Abrosimov, S. Rossolenko (*Chernogolovka*):
Große Si_{1-x}Ge_x-Einkristalle
- 13.00 Abschluß der Schule
- 15.00 – ca. 16.00 Möglichkeit der **Besichtigung des IKZ** in Berlin-Adlershof

Eindrücke vom

2nd international workshop on Modelling in Crystal Growth

Durbuy, Belgium
13.-16 October 1996

Nach der individuellen Anreise trafen sich die Teilnehmer des Workshops im Tagungsraum des Tagungshotels 'le sanglier des ardennes', um sich vom Hauptorganisator Prof. Dupret (Université catholique de Louvain) begrüßen zu lassen. Dieser verkündete nach ein paar einleitenden Worten den eng gefaßten Zeitrahmen (Blöcke von 4 Vorträgen à 25 min. mit 5 min. Diskussion; jeweils 2 solcher Blöcke vormittags und nachmittags) und betonte, daß diese Veranstaltung ein workshop der Teilnehmer für die Teilnehmer sei, daß also das Gelingen ausschließlich von den Beiträgen der aus aller Welt angereisten Wissenschaftler abhinge.

Zum äußeren Umfeld läßt sich folgendes sagen: Der Tagungs-ort *Durbuy* ist ein nettes, verschlafenes Touristenstädtchen -

der gehobeneren Klasse - das von sich selbst behauptet, die kleinste Stadt der Welt zu sein. Es ist wunderschön in die mittelgebirgige Topologie der belgischen Ardennen eingebettet und bietet die passenden Einrichtungen für Tagungen aller Art. Trotz der großen Anzahl der Teilnehmer (> 95) kann man das Klima vom ersten Abend an als familiär bezeichnen. Man nutzte neben den Postersessions in der Nachmittagskaffeepause auch die Abende zum Kennenlernen der Arbeitsgebiete der beteiligten Gruppen und Personen.

Wichtigster Bestandteil waren jedoch die Sitzungen, die sich mit jeder denkbaren Situation aus der Kristallzüchtung beschäftigten. Vorgestellt wurden u.a. Arbeiten zu den Themen:

1. floating zone Verfahren:

- Dotierstoff-Segregationseffekte, sowie der Einfluß magnetischer Felder auf diese
- Einsatz thermischer Schilde

2. Züchtung unter Einfluß magnetischer Felder:

- Einfluß elektromagnetischer Felder auf die Hydrodynamik und den Wärmetransport
- Dotierstofftransport unter magnetisch unterdrückter Konvektion
- Nutzung inhomogener magnetischer Felder bei der Züchtung von Siliziumkristallen
- zeitabhängige 3d Auftriebsströmung in zylindrischen Geometrien, mit und ohne Magnetfeld

3. Defektbildung:

- mathematische Modellierung der Grown-in-Defects in Czochralski-Silizium, sowie deren Abhängigkeit vom Temperaturverlauf während der Wachstumsphase
- Punktdefektdynamik: Einfluß der Wachstumsrate, Borkonzentration und des axialen Temperaturgradienten auf den OSF-Ring

4. Nutzung kommerzieller Software:

- Simulation des Wärmetransportes bei Czochralski-Silizium: Vergleich mehrerer Modelle mit dem Experiment

5. Czochralski-Züchtung:

- Turbulenzmodellierung
- zeitabhängige 3d Simulation der Schmelze, sowie adaptive Finite-Elemente-Methoden
- Thermoelastische Spannungen im Kristall während der Züchtung
- Studie der Crack-Formation in LiNbO₃-Einkristallen
- Einfluß der Temperaturabhängigkeit bestimmter Stoffgrößen auf den globalen Temperaturtransport

6. CVD, PVD:

- chemische Modelle und 3d Simulation mit experimenteller Verifikation
- Mikromodellierung der CVD-Synthese
- Atomistische Prozesse und epitaktische Phänomene
- SiC Volumenkristallzüchtung mittels PVD: Stand der Modelle und Verifikation
- Numerische Simulation von I₂ in C₄F₈-Intertgas

7. Prozeßsteuerung und Optimierung:

- Fallstudie zur inversen Simulation
- schnelle Simulation unter Zuhilfenahme reduzierter bzw. grober Modelle

Zusammengefaßt wurden Ansätze zur numerischen Simulation der Volumen- als auch der Dünnschicht-Kristallzüchtung aufgezeigt. Auch die Problematik der zunehmenden Vergrößerung der Anlagen, oder Erhöhung des Gasdruckes, bei z.B. der Czochralskizüchtung wurden mit Turbulenzmodellen berücksichtigt. Durch zunehmende Rechenleistung, bzw. Nutzung effektiver Modelle ist es heute möglich, nicht nur Teilbereiche einer Anlage (z.B. Kristall und Schmelze) zu simulieren, sondern auch über globale Modelle Kristallzüchtungsanlagen

zu steuern, oder im Vorfeld während der Planungsphase zu optimieren. Durch die Teilnahme einiger Industriepartner wird auch das Interesse an solcher numerischer Entwicklungsarbeit bekundet.

Fazit des Abschlußabends: Einmal ist keinmal, zweimal ist immer; also wird man sich im Jahre 1999 in den USA wieder treffen, um in einem solchen Rahmen neue Methoden, effiziente numerische Algorithmen vorzustellen und sich dem Vergleich mit anderen Gruppen stellen zu können. Allerdings müßte man die Bemerkung eines der Abschlußredner, er erwarte, daß dort Programme vorgestellt werden, die auf PCs lauffähig sind und so direkt vom Industriepartner vor Ort zur Optimierung dessen Anlagen eingesetzt werden können, als etwas blauäugig bezeichnen, wäre sie nicht mit der nötigen Ironie gefallen.

M. Kurz

6. Übersichtsartikel

CRYSTAL GROWTH IN POLAND

The Polish Crystal Growth Society (PCGS) was formed in 1991. At present it has about 70 members from various universities, research and industrial institutes in the country.

The current PCGS President and Secretary are Prof. Dr. H. A. Herman and Dr. A. Olech, respectively.

To increase the activities of the society, during the present year the following two scientific sections were formed: Bulk Crystals (President: Prof. Dr. A. Pajaczkowska) and Crystalline Microstructures (President: Prof. Dr. M. Oszwaldowski).

The groups engaged in studies on crystal growth in Poland are associated with the following research and academic institutions:

(a) Institutes of the Polish Academy of Sciences (PASC): Inst. of Physics (IPh PASC) in Warsaw, High Pressure Research Center "UNIPRESS" (HPRC PASC) in Warsaw, Inst. of Molecular Physics (IMPh PASC) in Poznan, Inst. of Low Temperature and Structural Research (ILT&SR PASC) in Wroclaw, and Inst. of Bioorganic Chemistry (IBCh PASC) in Poznan.

(b) Research Institutes: Institute of Electronic Materials Technology (IEMT) in Warsaw and Institute of Vacuum Technology (IVT) in Warsaw.

(c) Universities and Technical Universities in: Czestochowa, Katowice, Cracow, Lublin, Lodz, Poznan, Warsaw and Wroclaw.

IEMT is the main research institute in Poland where production of bulk crystals as well as crystalline films is carried out for commercial purposes. Growth technology of new single crystals and films are worked out. Oxide crystals for lasers and the substrates for HTSC, GaN and band surface acoustic waves (SAW) thin films are produced. Silicon, silicon epitaxy and semiconductor technologies (single crystal growth and MOCVD of GaAs and InP) are performed.

Crystals for scientific and academic research are obtained at several institutes and universities. II-VI semiconductors with transition and rare earth elements (the so-called semimagnetic/semiconductors) are studied mainly at the Institute of Physics, PASC. Moreover, magnetic and dielectric oxide crystals (for example, perovskite-, spinel-, garnet-type oxides) are grown. Crystal growth of II-VI and III-V semiconductors, III-N (nitrides), II-VI oxide superconductors at high pressure, and study of their growth processes and physical properties carried out in the High Pressure Research Center. From solution a variety of dielectric and ferroelectric crystals are grown and their physical properties investigated in the laboratories of several universities and institutes (Czestochowa, Lodz, Poznan and Wroclaw). All well known methods, such as Bridgman, Czochralski, floating

zone, hydrothermal (mainly for the growth of quartz at IEMT) methods, low- and high-temperature solution growth as well as vapor growth, are used for the growth of bulk crystals. MBE, MOCVD, liquid phase epitaxy and electroepitaxy, sputtering, and laser ablation are used to obtain thin layers. Recently, the MBE technology has been intensively used for the growth of low-dimensional structures at the IPh PASC and IVT. Growth of biological materials as proteins and other organic substances is carried out in some biochemistry and biophysics laboratories. Theoretical investigations of crystal growth mechanisms, growth morphology, computer modeling of growth and nucleation processes are also carried out in some institutions.

Polish Crystal Growth Society organizes national conferences (with foreign participation) and symposia. In 1994 PCGS organized an international summer school on growth and characterization of crystals in Krynica and presently during 16 to 20 September 1996, jointly with the German Crystal Growth Society, it is organizing an International Conference on Substrate Crystals and High Tc Superconducting Thin Layers in Jaszowiec.

Bericht über einen Besuch bei wissenschaftlichen und industriellen Einrichtungen zur Kristallzüchtung in Japan vom 4. bis 19. Mai 1996

1. Einleitung

Vom 4. bis 6. Mai 1996 besuchten der Direktor des Institutes für Kristallzüchtung (IKZ) in Berlin, Dr. habil. W. Schröder, und Prof. Dr. P. Rudolph, ebenfalls IKZ, mehrere wissenschaftliche und industrielle Einrichtungen Japans mit Relevanz zur Kristallzüchtung. Entsprechend der Forschungsschwerpunkte des IKZ konzentrierte sich der Aufenthalt auf die Halbleitermaterialien GaAs, Si ($\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$) und SiC. Weiterhin wurden in einigen Instituten neuere Ergebnisse zur GaN- und ZnSe-Epitaxie vorgestellt. Darüberhinaus wurde vereinzelt auch über modernere oxidische Kristallmaterialien für die nicht-lineare Optik und Substratgewinnung diskutiert.

Folgendes Besuchsprogramm wurde durchgeführt:

Labor von Prof. Fukuda am IMR der Tohoku Universität in Sendai (Oxide, Si-Fäden)

NEC in Tsukuba (Magnetfeld-Czochralski Züchtung von Si mit in-situ "X-ray"-Analyse)

Mitsubishi Chemical in Tsukuba (CZ und VGF von GaAs, MBE von ZnSe auf GaAs)

Japan Energy in Toda-koen (VCZ von InP, CZ von GaAs, VGF von ZnTe und CdTe)

Hitachi Cable in Hitachi (CZ von GaAs)

Shin Etsu in Isobe (CZ und FZ von Si)

Labor von Prof. Nishinaga an der Universität in Tokyo (GaAs-MBE u. LPE, Kinetik)

Labor von Prof. Sawaki an der Universität Nagoya (GaN- und ZnSe-Epitaxie)

Nagoya Institute of Technology (GaAs-MBE und -MOCVD auf Si, GaN-Epitaxie)

Toyota Central R&D Labs. in Nagakute ("bulk"-Züchtung und CVD-Epitaxie von SiC)

Labor von Prof. Matsunami an der Kyoto Universität (CVD von SiC)

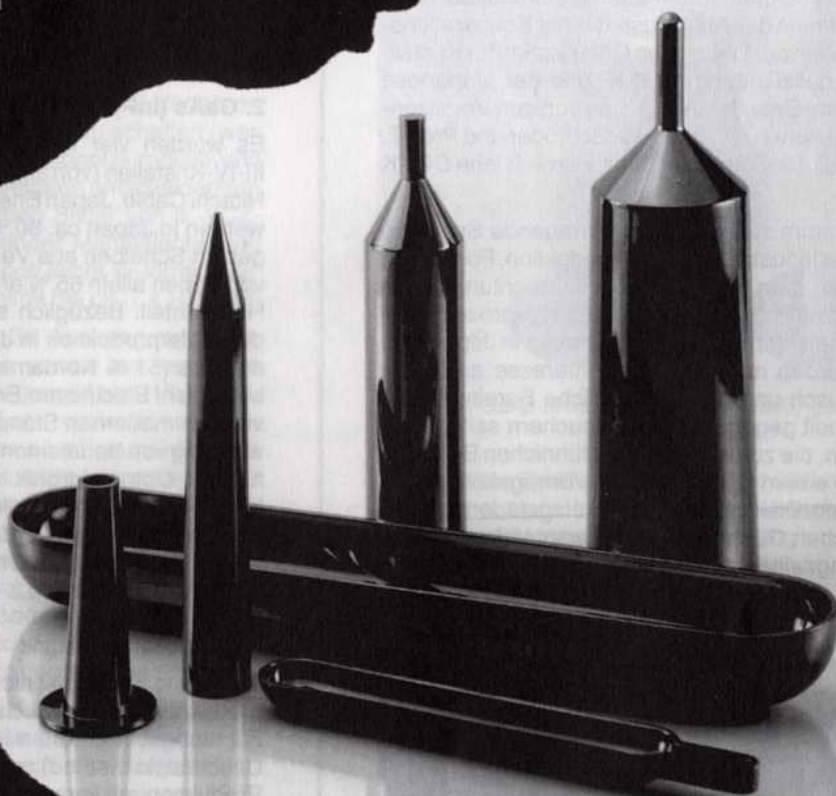
Sumitomo Electric in Itami (VCZ und VGF von GaAs)

Mitsubishi Electric in Itami (III-V MBE und MOCVD, GaN-MOCVD, Optoelektronik)

Diskussion mit Prof. Ohachi (Doshisha Univ. Kyoto) zu Ionenleitkristallen

SIGRADUR®

TIEGEL UND BOOTE AUS GLASARTIGEM
KOHLENSTOFF - **DIE** ALTERNATIVE ZU
METALLISCHEN UND
KERAMISCHEN
WERKSTOFFEN



RUFEN SIE UNS AN.
WIR BERATEN
SIE GERNE.



HTW HOCHTEMPERATUR-WERKSTOFFE GMBH • GEMEINDEWALD 41 •
86672 THIERHAUPTEN • TELEFON 08271-8186.0 • TELEFAX 08271-7372

(*CZ - Czochralski, VCZ - Vapour Pressure Controlled Czochralski, VGF - Vertical Gradient Freezing, FZ - Floating Zone, MBE - Molecular Beam Epitaxy, CVD - Chemical Vapour Deposition, MOCVD - Metall Organic Chemical Vapour Deposition, LPE - Liquid Phase Epitaxy)

Es muß eingeschätzt werden, daß die Reise optimal organisiert war. Besonderen Anteil hatte daran Professor Nishinaga von der Universität Tokyo (Präsident der "Internationale Organisation of Crystal Growth - IOCG"), der den Ablauf des Aufenthaltes in Japan perfekt vorbereitet und geleitet hatte. Weitere rührige Teilbetreuungen übernahmen Prof. Fukuda (Tohoku Universität Sendai), Dr. Hiyama (NEC Tsukuba), Prof. Sawaki (Universität Nagoya) und Prof. Ohachi (Doshisha Universität Kyoto).

Die Grundidee eines solchen Informationsaufenthaltes in Japan entstand im Rahmen des Abschlusses einer Kooperationsvereinbarung zwischen der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung (DGKK) und der "Japanese Association of Crystal Growth (JACG)", die von den Vorsitzenden beider Organisationen, Dr. habil. W. Schröder und Prof. T. Nishinaga, am 7. Juli 1995 unterzeichnet wurde (siehe DGKK MB 62 (1995) 8).

Das Besuchsprogramm stellte eine hervorragende Synthese zwischen derzeitiger industrieller Kristallproduktion, Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Kristallzüchtung sowie Anwendung von Kristallscheiben im Herstellungsprozeß elektronischer und optoelektronischer Bauelemente in Japan dar. Hervorgehoben werden muß das hohe Interesse an einem Informationsaustausch und eine erstaunliche Bereitwilligkeit und relative Offenheit gegenüber den Besuchern seitens der japanischen Firmen, die zumeist nach ausführlichen Betriebsbesichtigungen zu einem gemeinsamen Vortragskolloquium und anschließenden Diskussionsrunden eingeladen hatten. Seitens der deutschen Gäste wurden in verschiedenen Industrie- und Forschungseinrichtungen insgesamt 20 Vorträge (je 10) über das IKZ, zur Züchtung von Si und $Si_{1-x}Ge_x$ (W. Schröder), zur Züchtung von GaAs und II-VI Kristallen (CdTe) aus der Schmelze (P. Rudolph) gehalten.



Das rekonstruierte Institut für Materialforschung der Tohoku Universität in Sendai, in welchem sich auch das Kristallzüchtungslabor von Professor Fukuda befindet.

Mit Prof. Nishinaga, Prof. Fukuda und Prof. Ohachi wurden weitere Schritte der Zusammenarbeit zwischen der JACG und DGKK diskutiert. Prof. Nishinaga bot zwei "postdoc"-Stellen für junge IKZ-Mitarbeiter (oder andere deutsche Nachwuchskräfte) für einjährige Aufenthalte in seinem Labor an (MBE und LPE) und schlug für die diesjährige Tagung der JACG einen Einladungsvortrag des IKZ zur Computersimulation von "floating zone"-Prozessen vor. Mit Prof. Fukuda wurde ein Kooperationsvertrag zwischen seinem Züchtungslabor am IMR (Insti-

tute for Materials Research) der Tohoku Universität Sendai (Bild 1) und dem IKZ abgeschlossen, der insbesondere den Austausch junger Kristallzüchter auf dem Gebiet oxidischer Kristalle vorsieht. Noch in diesem Jahr soll ein Züchtungsversuch eines japanischen Gastes am IKZ stattfinden. Zur Zeit befindet sich Herr Dr. Böttcher vom IKZ zu einem einjährigen Aufenthalt im Fukuda-Laboratorium. Darüberhinaus wird Prof. Fukuda Anfang November 1996 zu einem Dreiländermeeting zur Kristallzüchtung mit Teilnehmern aus China (Veranstalter), Japan und Deutschland (ein Einladungsvortrag des IKZ) einladen.

Es wurde vereinbart, Kurzberichte über die Ergebnisse dieses Besuches in den Mitteilungsblättern der Kristallzüchtungsgesellschaften beider Länder zu veröffentlichen.

Im Folgenden sollen einige wesentliche Eindrücke und Erkenntnisse auf den Gebieten der Kristallzüchtung von GaAs (InP), SiC und Si zusammengefaßt werden.

2. GaAs (InP)

Es wurden vier international renommierte Produzenten von III-IV-Kristallen (vorrangig GaAs) besucht: Sumitomo Electric, Hitachi Cable, Japan Energy und Mitsubishi Chemical. Zur Zeit werden in Japan ca. 80 % des weltweiten Produktionsumfanges an Scheiben aus Verbindungshalbleitern hergestellt. Davon gehen allein 65 % an inländische Anwender mit GaAs als Hauptanteil. Bezüglich semi-isolierender (s.i.) GaAs betrug die Waferproduktion in Japan im Jahre 1995 39 % des Weltmarktes (51 % Nordamerika, 10 % Europa). Der Besuch bei Mitsubishi Electric am Ende der Reise zeigte sehr eindrucksvoll den modernen Stand der Massenproduktion und Neuentwicklung von Bauelementen auf der Basis von GaAs-Scheiben für die Optoelektronik sowie neue Kommunikations- und Verarbeitungssysteme, für die insbesondere semi-isolierende Substrate benötigt werden (es wurden Produktionslinien mit vollständig computerkontrollierten MBE-Anlagen mit einem Durchsatz von fünfzig 3-Zoll-Scheiben pro Tag gezeigt).

2.1. Sumitomo Electric

Sumitomo Electric ist nicht nur mitführend in der GaAs-Waferproduktion sondern auch in der Entwicklung neuer alternativer Züchtungsverfahren, wie VCZ (vapour pressure controlled Czochralski method) und VB (vertical Bridgman method). Die Produktion mit konventionellen Methoden (HB und LEC) umfaßt die gesamte Durchmesserpalette von 2 bis 6 Zoll. Den Besuchern wurden 150 horizontale Bridgmananlagen für 12 kg Einsätze mit in-situ Synthese sowie zahlreiche LEC-Anlagen für Kristalldurchmesser bis zu 6 Zoll gezeigt. Sumitomo entwickelt und baut die erforderlichen Züchtungsanlagen grundsätzlich selbst, führt aber keinen Handel damit durch. Die Züchtung von s.i. LEC GaAs-Einkristallen findet, wie auch in weiteren Firmen, mit in-situ kontrolliertem Kohlenstoffeinbau statt.

Von besonderem Interesse waren die Ausführungen der Herren Sawada und Kawase sowie Diskussionen mit Dr. Akai (Generaldirektor der R&D Group), Herrn Fujita (Produktionsmanager für Halbleitermaterialien), Dr. Tatsumi (Leiter der Entwicklungsgruppe für "bulk"-Züchtung) und weiteren Mitarbeitern zur VCZ und VB-Technologie. Sumitomo sieht für den Zeitraum 1998-2000 einen Durchbruch für die C-kontrollierte VCZ-Züchtung von 4- und 6-Zoll-Kristallen und wird diese ab 1998 auf den Markt bringen (InP-VCZ-Kristalle werden bereits angeboten). Wesentlicher Vorteil dieser modifizierten LEC-Methode ist ein sehr geringer axialer Temperaturgradient ($15 - 35 \text{ K cm}^{-1}$) und die dadurch reduzierten thermo-mechanischen Spannungen im wachsenden Kristall. Zur Vermeidung der Oberflächendissoziation am heißen Kristallmantel wird ein As-haltiger Gegendruck erzeugt. Im gegenwärtigen Entwicklungsstadium werden 4"- und 6"-VCZ-Kristalle mit Versetzungsdichten um $\leq 10^{-4} \text{ cm}^{-2}$ erhalten. Es käme zu-



Erinnerungsfoto nach dem gemeinsamen Kristallzüchtungsseminar bei Sumitomo Electric Industries Ltd. in Itami

nächst noch nicht so sehr darauf an, mit dem VCZ-Verfahren Versetzungsdichten deutlich unter 10^{-4} cm^{-2} zu schaffen (was noch zu lösen ist), sondern auf eine homogene radiale und axiale Versetzungsverteilung, einem weiteren entscheidenden Vorteil des VCZ-Verfahrens. Es wurden Bilder von 6"-VCZ-GaAs-Kristallen mit durchweg glänzender Mantelfläche und Längen von ca. 15 cm gezeigt. Die noch leicht W-förmige radiale Versetzungsverteilung zeigt Minima bei ca. $7 \times 10^3 \text{ cm}^{-2}$.

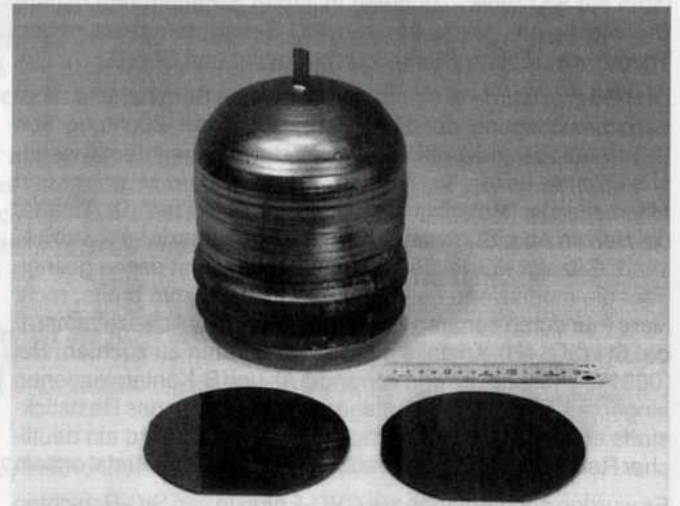
Sumitomo unternimmt ebenfalls große Anstrengungen zur Entwicklung des VB-Verfahrens. Es wurde zur vertikalen Bridgmanzüchtung mit Containerbewegung (4 mm h^{-1}) in axialen Temperaturgradienten von $5-10 \text{ K cm}^{-1}$ mit leicht konkaver Phasengrenze vorgetragen. Es werden s.i. 4"- und 3"-Kristalle (5-10 kg bzw. 3-5 kg; je 20 cm lang) mit sehr hoher struktureller (ohne "lineages" und Zellstrukturen) und chemischer Perfektion sowie Versetzungsdichten von 10^3 cm^{-2} und niedrigen homogenen Restspannungen nicht höher als 1 MPa erhalten. Die "kontrollierte" Kohlenstoffverteilung (variierbar zwischen 5×10^{14} und $2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$) ist axial homogen. Es wurde bestätigt, daß Japan gegenüber den achziger Jahren die Entwicklungen zur Bridgmanzüchtung nun deutlicher aktiviert hat.

Während der Schlußeinschätzung äußerte sich Dr. Akai lobend über den begonnenen wissenschaftlichen Erfahrungsaustausch zur Kristallzüchtung und auch den dargestellten VCZ-Ergebnissen des TKZ. Es wurde vorgeschlagen, 1997 ein weiteres gemeinsames Seminar in Berlin durchzuführen (siehe Bild 2).

2.2. Hitachi Cable

Hitachi Cable verfolgt bei der Produktion von GaAs-LEC-Kristallen eine prinzipiell andere interessante "Philosophie". Ziel sind sehr lange Kristalle mit homogener Versetzungsverteilung, gezogen in einem thermisch optimalen "aspect ratio". Es wurden 770 mm lange 3"-Kristalle, 500 mm lange 4"-Kristalle und ca. 200 mm lange 6"-Kristalle (Bild 3) vorgezeigt. Nach einer ausführlichen Betriebsbesichtigung der LEC-Züchtungsabteilung und einem gemeinsamen Seminar (Hitachi trug Ergebnisse zur LEC-Züchtung von 3-, 4- und 6-Zoll-GaAs-Kristallen sowie zum "bulk annealing" vor), fand eine interessante Diskussion mit dem wissenschaftlichen Leiter der R&D Gruppe, Dr. Kuma, und weiteren Mitarbeitern statt. Grundidee des bei Hitachi Cable entwickelten Züchtungsprozesses ist die Aufrechterhaltung einer hohen stabilen Wärmemenge im Züchtungstiegel während des gesamten Ziehvorganges, wozu ein geringes Durchmesser Verhältnis zwischen Kristall und Tiegel gewählt wird. Für die Züchtung von 3"-Kristallen werden Tiegel mit Durchmessern nicht unter 9" verwendet, für 4"-Kristalle betragen die Tiegeldurchmesser mind. 11", was einem "aspect ratio" von 0.33-0.36 entspricht. Dazu werden Einwaagen bis zu ca. 30 kg verwendet. Eine wesentliche Bedeutung

zur Vermeidung von Versetzungseinwachungen und polykristalliner Umschläge wird der Position des gedachten Kreis-zentrums der konkaven Randwölbung der Phasengrenze bei-gemessen. Geringe Versetzungsdichten und einkristallines Wachstum werden bei solchen Kristalllängen nur dann beobachtet, wenn dieses Zentrum außerhalb des Kristallumfanges liegt. Die Versetzungsdichten liegen in 4"-Kristallen unter $5 \times 10^4 \text{ cm}^{-2}$ und sind radial recht homogen. Es werden seit 1985 Messungen zur Substruktur mit der "laser scattering tomography" durchgeführt.



Ein 6-Zoll-GaAs-Kristall von Hitachi Cable, gezogen mit der LEC-Methode

Zur gezielten Erhöhung der Homogenität und Reduzierung der Restspannungen in den Kristallen beschäftigt sich Hitachi Cable intensiv mit dem "bulk annealing".

2.3. Japan Energy

Japan Energy (ehem. Nippon Mining) ist neben Sumitomo Electric der zweite Produzent von VCZ-Kristallen. Die VCZ-Züchtung von 3-Zoll InP-Kristallen ist bereits vollständig in die Produktion überführt worden. Es wurde ein 3"-InP-Kristall mit einer Länge von ca. 20 cm und glänzender Oberfläche gezeigt. Die Versetzungsdichten solcher InP-Kristalle betragen im Mittel $(5-7) \times 10^3 \text{ cm}^{-2}$. Darüberhinaus wurde das vertikale "gradient freezing" für die Züchtung von ZnTe- und CdTe-Kristallen (bis zu 4") vorgestellt.

In einem Gespräch mit dem wissenschaftlichen Leiter des Entwicklungslabors, Dr. Oda und seinen Mitarbeitern, wurde deutlich, daß dem VCZ-Verfahren eine gute Zukunft eingeräumt wird. Versetzungsdichten um 10^3 cm^{-2} hält Oda durchaus für schaffbar. Sollte dies gelingen, wird das VCZ-Verfahren wegen des relativ gut kontrollierbaren Kohlenstoffeinbaus und der hohen Prozeßreinheit durchaus konkurrierfähig mit dem VGF-Verfahren für die Herstellung versetzungsarmer s.i. GaAs-Kristalle sein.

2.4. Mitsubishi Chemical

Die Mitarbeiter der Optoelektronik-Laboratorien um Herrn Yamamoto zeigten ebenfalls eine außerordentliche Aufgeschlossenheit und Bereitschaft zum wissenschaftlichen Erfahrungsaustausch. Die Produktion von GaAs-Kristallen wird mit der horizontalen Bridgman-Variante und nach dem LEC-Verfahren durchgeführt. Ein mittels Nachheizer verringerter axialer Temperaturgradient sorgt für Versetzungsdichten um $3-5 \times 10^4 \text{ cm}^{-2}$ in 4"-Kristallen. Dazu wird eine B_2O_3 -Höhe von 3 cm verwendet, um der Gefahr einer Oberflächendissoziation entgegenzuwirken. Auch Mitsubishi entwickelt aktiv das vertikale Bridgman-Verfahren.

3. SiC

3.1. Toyota

Seit fünf Jahren wird in den R&D Laboratorien von Toyota die "bulk"-Züchtung von SiC entwickelt. Daneben werden auch SiC-Schichten mit dem CVD-Prozess abgeschieden. Ziel ist die Herstellung von Hochtemperatur-Schaltkreisen für die "high-power-electronic", vorrangig für den Einsatz in Kraftfahrzeugen. Natürlich wird in letzter Zeit auch mit Interesse der steigende Bedarf an SiC-Substraten für die GaN-Epitaxie verfolgt. Es wurde eingeschätzt, daß grundsätzlich die Aktivitäten zur SiC-"bulk"-Züchtung in Japan zugenommen hätten. Die wichtigsten Hersteller von SiC-Substraten seien neben Toyota v.a. Nippon Steel, Sanyo Electric und Sharp.

Den Gästen wurde in einem gemeinsamen Seminar und einer Laborbesichtigung der Forschungsstand zur Züchtung von SiC-Kristallen und -schichten vorgestellt. Neben dem wissenschaftlichen Leiter, Dr. Kamiya, waren weitere Manager und Mitarbeiter der "Materials und Ceramics Divisions" (Dr. Tatano, die Herren Abe, Sugiyama (bulk), Fuma (Epitaxie) u.a.) anwesend. Gezeigt wurde die Züchtungsanlage, mit der es gelingt, über die modifizierte Lely-Technik ca. 10-15 mm breite, recht klare (nur durch zonare Stickstoffeinbau grünlich schimmernde) 6H (3C, 4H)-Kristalle auf SiC-Substraten zu züchten. Bei (0001)Si-Auflage werden vorrangig Al- und B-Kontaminationen eingebaut, bei (0001)C-Auflage wird der Einbau des Reststickstoffs entlang der {110n}-Flächen aktiviert. Es wird ein deutlicher Reinigungseffekt gegenüber dem Quellenmaterial erzielt.

Es wurden auch Anlagen zur CVD-Epitaxie von SiC-Schichten auf SiC- und Si-Substraten gezeigt. Für eine hohe Reproduzierbarkeit mittels des Stufenwachstumsmechanismus werden die 6H-SiC-Substrate 4° in $\langle 1120 \rangle$ zur (0001)-Fläche geneigt. Es wurden erste beeindruckende elektrische Parameter von SiC-MOSFET's gezeigt.

3.2. Kyoto Universität

Seit einiger Zeit werden an der "Faculty of Electronic Science and Engineering" unter Leitung von Prof. Matsunami Untersuchungen zur Herstellung von SiC-CVD-Schichten durchgeführt. Als Substrate werden u.a. 6H-SiC-Scheiben bei Wachstumstemperaturen um 1600 - 1800 °C und -raten um $1 \mu\text{m h}^{-1}$ verwendet. Während die (0001)Si-Auflage Makrosteps bis zu 150 nm erzeugt, führt die (0001)C-Auflage zu sehr glatten Schichten (hier sei auch besser die 4H-Modifikation erzielbar). Die Einstellung der Modifikation (3C, 6H, 4H) ist prinzipiell kontrollierbar.

Es wurden Bauelemente mit Durchschlagsspannungen um 1750 V vorgestellt. Außerdem wurde eine homogen SiC-beschichtete 6-Zoll-Siliziumscheibe gezeigt, wobei der heteroepitaktische Wachstumsvorgang über ALE (atomic layer epitaxy) kontrolliert wurde.

4. Silicium ($\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$)

4.1. NEC

Von Dr. Hibiya und Dr. Kakimoto wurde eine CASP-Magnetfeld-Czochralskianlage für die Si-Züchtung mit "X-ray" in-situ-Beobachtung der Konvektion in der Schmelze gezeigt. Dazu werden mit SiO_2 überzogene Wolfram-Kügelchen in die Schmelze eingebracht. Die Bildfolge beträgt $1/33$ s und wird im Computer nachbearbeitet. Durch zwei um 90° versetzte stark fokussierte Röntgensysteme entsteht ein dreidimensionales Bild der Konvektionsabläufe. Wesentliche Erkenntnis sei die Pulsation der Rollzellendurchmesser und Drehung um die Toroidachse, was zu Temperaturoszillationen führt. Gleichzeitig verfolgt ein Sauerstoff-Sensor in der Schmelze die aktuelle O-Konzentration.

Es wurde betont, daß die CZ Si-Züchtung im Magnetfeld in Japan wieder von zunehmender Bedeutung sei, um den

Sauerstoffeinbau zu senken und zu kontrollieren. Die Untersuchungen zur CZ-Züchtung in Magnetfeldern sind im Rahmen eines Silicium-Programms ("Super-Silicium") zur Entwicklung des 400-mm-Wafers unter Nutzung der ganz offensichtlich potentiell vorhandenen Möglichkeiten wieder aktiviert worden.

4.2. Shin Etsu

Besucht werden konnte die Niederlassung in Isobe (nordwestlich von Tokyo), wo die Czochralski-Züchtung von Si stattfindet. Unmittelbar am Eingang wird in Ausstellungsvitrinen der derzeitige Produktionsstand präsentiert: ein 300-mm-CZ-Kristall (ca. 50 cm lang), ein 200-mm-Magnetfeld-CZ-Kristall, ein 150-mm-FZ-Kristall (1,5 m lang), ein 150-mm-Si-Rohstab (nicht mehr im eigenen Herstellungsprogramm).

Zu den Vorträgen und zur anschließenden Diskussion waren führende Mitarbeiter der CZ- und FZ-Züchtung, die in Saigata stattfindet, erschienen: Y. Kodama, K. Yoshishizawa, T. Abe, H. Matsuzawa, M. Kimura, A. Yoshinaka u.a. Es wurde auch ein Einblick in eine Züchtungshalle mit 40 CZ-Maschinen, auch zur Züchtung von Durchmessern von 300 mm, gewährt. Davon gebe es drei Hallen, also mit insgesamt 120 CZ-Anlagen. In Saigata werden weitere zahlreiche FZ-Anlagen betrieben.

In der Diskussion zeigte sich das Interesse am Problem der Züchtung von FZ-Kristallen mit Durchmessern $\geq 8"$, ohne daß man sich auf Anwendungsfelder deutlich festlegen wollte. Insgesamt besteht das Interesse an einer zukünftigen Zusammenarbeit mit dem IKZ. Es wurde vereinbart, daß im Rahmen der nationalen japanischen Kristallzüchtertagung Anfang August 1996, an der Frau Dr. A. Lüdge aus der Si-Gruppe des IKZ teilnehmen wird, eine Fortsetzung der Fachdiskussionen, insbesondere zum Problem der Modellierung der FZ-Zone (Temperaturverteilungen, Strömungen, Spannungen) stattfindet.

Das IKZ informierte über die erfolgreiche FZ-Züchtung dünner Silicium-Fäden ohne Kohlenstoffkontamination, was das besondere Interesse der Filiale Shin-Etsu Chemical Co. in Sakado hervorrief. Obwohl keine konkreten Aussagen zu den Anwendungsmöglichkeiten solcher Fadenkristalle gemacht werden, wird allgemein auf mögliche billige Herstellungsvarianten (evtl. Weben) von Solarzellen hingewiesen. Eine Düsenziehvariante aus einem Kohlenstoffformgeber bei Prof. Fukuda an der Tohoku Universität in Sendai ergibt zwar einkristalline, jedoch C-kontaminierte Fäden.

4.3. $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ -Kristalle

In Japan wurden die bisherigen Arbeiten am IMR der Tohoku Universität in Sendai zur CZ-Züchtung im Labor von emer. Prof. Sumino beendet, ohne daß Kristalle mit größeren Durchmessern gezüchtet wurden. Bei Prof. Fukuda (IMR Sendai) laufen noch einige Grundlagenuntersuchungen zur $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ -Fadenzüchtung.

Die Arbeiten des IKZ zur CZ- und FZ-Züchtung versetzungsarmer bzw. -freier $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ -Einkristalle mit Durchmessern bis zu 35 mm, die zum Teil durch Publikationen und Tagungsvorträge in Japan bereits bekannt sind, stießen auf lebhaftes Interesse. Es wurden mögliche Anwendungszwecke und Weiterentwicklungen diskutiert. An der Universität in Nagoya war ein hohes Interesse für die von Queisser und Werner vertretene "Auger-Rekombinationstheorie" vorhanden, die für hochlegierte Kristalle einen deutlichen Sprung in der Effizienz von daraus hergestellten Solarzellen voraussagt. Es wurde eine Kooperation vereinbart.

5. Schlußbemerkungen

Der Besuch erwies sich für die weitere Entwicklung der Zusammenarbeit mit Japan auf dem Gebiet der Kristallzüchtung als außerordentlich nützlich. Es wurden mehrere Maßnahmen zur Arbeitskooperation getroffen. Es zeigte sich einmal mehr, daß

Unsere Qualität sichert Ihren Erfolg!

Wenn es um Anlagen für die Kristallzucht, um spezielle thermische Prozesse und Präzisions-Steuerungsaufgaben für diese Bereiche geht, sind wir Ihr kompetenter Partner.

Wir konstruieren Anlagen für die Kristallzucht ...

Wir kennen uns aus in Sachen Zonenschmelzanlagen und Anlagen für die allgemeine Wärmebehandlung von Feststoffen und Gasen unter Vakuum, Schutzgas oder oxidierender Atmosphäre ...

Wir entwickeln komplexe Baugruppen mit hohem mechanischem Anteil zur Steuerung von Prozeßbewegungen und Erfassung von Temperaturprofilen ...

Unsere Spezialitäten sind wassergekühlte, hochvakuumdichte Verschlussflansche für keramische und metallische Prozeßrohre und kundenspezifisch spezialisierte Baugruppen für die Vakuumtechnik ...

Wir modernisieren bestehende Anlagen oder rüsten sie nach Ihren Wünschen um ...

Wir führen ein großes Programm an Standardrohröfen, freistrahrend, bis 1300°C mit Innendurchmessern von 40-200 mm. Die aufklappbare Ausführung bis 1100°C gibt es in Durchmessern von 70-400 mm ...

Wir haben modular aufgebaute Mehrzonenöfen-Systeme mit einer speziell darauf abgestimmten Software entwickelt, die durch ihre Flexibilität und Zukunftssicherheit Ihren Bedürfnissen angepaßt werden können.

Nehmen Sie **KONTAKT** mit uns auf!

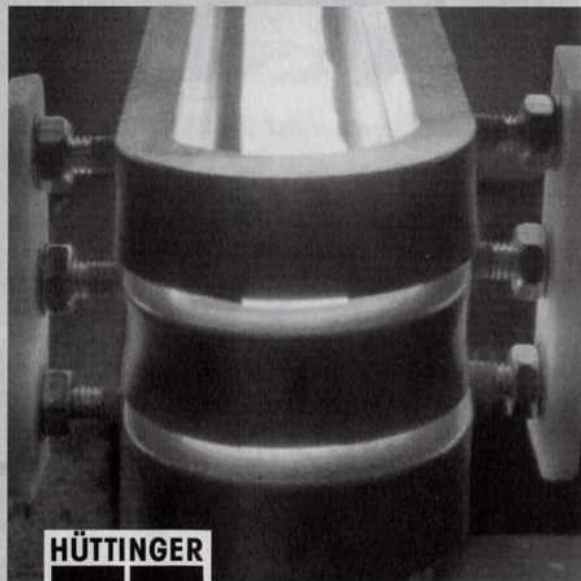


INNOVATIVE PHYSIKALISCHE TECHNOLOGIEN

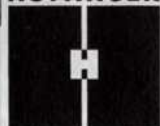
IPT

INGENIEURBÜRO AXEL KÖHLER - DIPL.-ING.(FH) - BUNDHALDE 10 - 72218 WILDBERG - TELEFON 07054 8318 - TELEFAX 07054 8691

HÜTTINGER



HÜTTINGER



Hüttinger Elektronik GmbH + Co. KG,
Elsässer Strasse 8, D-79110 Freiburg im Breisgau
Tel.: +49-761-88 50 70, fax: +49-761-80 63 72
email: info-ec@huettinger.com, Internet: <http://www.huettinger.com>

Spitzentechnologie der Induktionserwärmung

Mit verschiedenen Baureihen von Mittel- und Hochfrequenzgeneratoren bietet **HÜTTINGER** das ganze Anwendungsspektrum der Induktionserwärmung.

Ob für klassische Erwärmungsaufgaben, Umformtechnik, Kristallzucht, Halbleiterindustrie, Verpackungstechnik fürs Pulverbeschichten, Trocknen, Gettern oder für die Plasmatechnik, garantiert modernste Halbleitertechnik, geringsten Platzbedarf bei sparsamem Energie- und Kühlwasserverbrauch.

TRUMPF

TRUMPF Gruppe

Japan ein sehr hohes Niveau auf dem Gebiet der "bulk"-Züchtung von Halbleiterkristallen besitzt, bei einigen Materialien führend ist und diesen Stand systematisch durch beträchtliche Investitionen weiterhin ausbaut. Auch ist die MBE- und MOCVD-Technologie für die GaAs- und InP-Schaltkreisherstellung in die Großproduktion übergegangen.

Von besonderer Originalität sind Entwicklungen zur GaAs-LEC-Züchtung sehr langer und homogener Kristalle über die Einstellung eines sehr geringen "aspect ratios" zwischen Kristall- und Tiegel Durchmesser (Hitachi Cable).

Die Entwicklungen zur Czochralski-Züchtung von GaAs und InP in sehr geringen axialen Temperaturgradienten unter As (In) Zusatzquelle (VCZ-Verfahren) sind voll im Gange (VCZ-InP befindet sich bereits in der Produktion) und zeigen die Richtigkeit der begonnenen VCZ-Entwicklungen am IKZ in Berlin. Ein Durchbruch wird bei Sumitomo für Kohlenstoffkontrollierte 6-Zoll-GaAs-Kristalle in den Jahren 1998-2000 vorausgesagt.

Japan forciert die Entwicklung der vertikalen Bridgmanentechnik für s.i. GaAs. Es wird eine sehr hohe strukturelle Perfektion mit homogen verteilten Versetzungsdichten von 10^3 cm^{-2} erzielt (Sumitomo Electric). Diese Entwicklung sollte auch für Deutschland maßgebend und aktivierend sein.

Die Züchtung von SiC-Kristallen wird in letzter Zeit merklich vorangetrieben, um den zukünftigen Anforderungen der Hochtemperatur-"high power electronic" und einer erfolgversprechenden GaN-Epitaxie gerecht zu werden.

Es konnte eine deutlich gewachsene Bereitschaft zum wissenschaftlichen Erfahrungsaustausch seitens japanischer Firmen und Institute festgestellt werden. Die Durchführung bilateraler Seminare zur Kristallzüchtung wird angestrebt.

P. Rudolph W. Schröder

Materialwissenschaft und Kristallzüchtung in Israel – Impressionen eines Forschungsbesuches vom 6. bis 20. Oktober 1996

Einleitung

Im Rahmen eines seit über 20 Jahren bestehenden Abkommens über den Austausch von Wissenschaftlern zwischen Israel und Deutschland hatte mich das israelische Ministerium für Wissenschaft und Kunst für einen Forschungsbesuch bei Frau Professor Lina Ben-Dor, "Department of Inorganic and Analytical Chemistry of The Hebrew University of Jerusalem", ausgewählt und der DFG nominiert. Nach gemeinsamer Abstimmung mit den israelischen Kollegen – neben Frau Professor Ben-Dor habe ich mich insbesondere auch bei Professor Jacob Greenberg aus der gleichen Einrichtung für das Zustandekommen eines solchen Aufenthaltes zu bedanken – wurde ein Zeitraum von zwei Wochen im Oktober 1996 und der Besuch weiterer folgender wissenschaftlicher Institute festgelegt: "The Institute of Physics of The Hebrew University", "The Graduate School of Applied Science (Dept. of Applied Physics and Material Science) of The Hebrew University in Jerusalem", "The Microelectronics Center of the Technion in Haifa", "The Soreq NRC (Group of Solid State Physics and ISORAD Ltd.) in Yavne", "The Weizmann Institute of Science in Rehovot" (einschließlich des "Center for Submicron Research") und die Firma "Electrical Optics Industries (ELOP)".

Neben den Zielstellungen einer möglichst umfangreichen Information über den Stand der Kristallzüchtung und Materialforschung in Israel und der Knüpfung neuer Kooperationsbeziehungen für das IKZ Berlin, hatte ich die Aufgabe übernommen, an den oben genannten Einrichtungen Vorlesungen über die Kristallzüchtung von Verbindungshalbleitern und Informationsvorträge über das IKZ Berlin zu halten.

Meine Impressionen von dieser Reise sind außerordentlich reichhaltig und positiv. Ich bin den vielen israelischen Kollegen für die perfekte Organisation, Aufgeschlossenheit und Gastfreundschaft, sowie das mehrfach geäußerte Interesse an einer wissenschaftlichen Zusammenarbeit zu hohem Dank verpflichtet. Es war nicht nur die Neugierde auf den Stand der Materialforschung, speziell der Kristallzüchtung in Israel – dem Ausrichter der nächsten internationalen Konferenz auf diesem Gebiet, der ICCG XII im Jahre 1998 – sondern auch das hautnahe Erleben der besonderen Ethnologie dieses Landes und seiner jetzigen Situation, was mir in Summe diese Reise zu einem unvergeßlichen Erlebnis und Erkenntniszuwachs werden lies. Im Folgenden sollen einige ausgewählte Eindrücke wiedergegeben werden.

The Hebrew University of Jerusalem

Die im Jahre 1925 eröffnete Universität ist mit 23 000 Direktstudenten und vier Campusstandorten (3 in Jerusalem und einer in Rehovot) die größte und zugleich führende Israels.

Am "Institute of Inorganic and Analytical Chemistry", unter Leitung der sehr rührigen und den Kristallzüchtern auch durch ihre Arbeiten zur Dampfphasenzüchtung von II-VI-Kristallen bekannten Frau Prof. Lina Ben-Dor, beschäftigt man sich u.a. mit der Sol-Gel-Präparation von HT_c -Supraleitern ($\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$) und deren Analytik. Es werden Untersuchungen zur Erhöhung der chemischen Prozeßgeschwindigkeit unter Zugabe von Fluor durchgeführt. Prof. J. Greenberg, ehem. Institut für Anorganische Chemie in Moskau, international anerkannter Spezialist für Thermodynamik und Analyse von Phasendiagrammen, äußerte seine Bereitschaft zur internationalen Kooperation bei der Erforschung und Interpretation von Phasendiagrammen neuer Materialsysteme, was zur gezielten Züch-



Mit Professor Lina Ben-Dor und Professor Greenberg im Mount Scopus Campus der "Hebrew University of Jerusalem".

tung von z.B. neuen Halbleiterverbindungen, HTC- und Oxidkristallen wichtig ist. Er besitzt besondere praktische Erfahrungen bei der Analyse von Stöchiometrieabweichungen und des Verlaufes von Homogenitätsgebieten (z.B. CdTe) mittels einer von ihm entwickelten in-situ-Dampfphasenanalyse.

Prof. J. Shamir, der bereits oftmals an wissenschaftlichen Einrichtungen in Deutschland und den USA weilte, zeigte mir sein Labor für Raman- und IR-Spektroskopie. Er stellte neben zahlreichen verschiedenartigen Materialanalysen Ergebnisse zur spektrophotometrischen Mikroanalyse der Überschubkonzentration von Hg_2I_2 in HgI_2 -Kristallen vor. Gleichzeitig leitete er Arbeiten zur CVD-Abscheidung von Diamant- und BN-Schichten.

Am "Institute of Physics" wurden mir von Prof. Y. Goldstein und Prof. A. Many die Forschungsrichtungen mit Wachstumsrelevanz, insbesondere zur Rastertunnelmikroskopie an Au-Schichten auf Glas vorgestellt. Untersucht wird die Oberflächenmorphologie (-diffusion) als Funktion der Temperaturbedingungen. Hier beschäftigt man sich auch mit der Erzeugung von Lumineszenzerscheinungen an "aufgerauhten" Siliciumschichten, wozu ein hohes Interesse an den LPE-Siliciumschichten des IKZ geäußert wurde.

An der "Graduate School of Applied Science, Dept. of Applied Physics and Material Science" traf ich Professor M. Schieber, leitender Herausgeber von Journal of Crystal Growth und Mitbegründer der IOCG. Er zeigte mir seine international gut bekannten Züchtungsergebnisse von HgI_2 -Einkristallen nach der Methode von Scholz. Die sehr ästhetisch anmutenden roten Kristallpolyeder mit Kantenabmessungen um 5 cm besitzen bekanntlich ausgezeichnete Detektoreigenschaften für Röntgen- und γ -Strahlen, weisen aber noch zahlreiche Defekte, nicht zuletzt wegen der äußerst geringen Materialhärte, auf, weshalb auch Prof. M. Schieber in Zusammenarbeit mit kalifornischen Gruppen an Alternativmaterialien, wie z.B. (Cd,Zn)Te forscht. In seinem Labor werden auch HT_c -Supraleiterdrähte ($\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ in Silberhülle) hergestellt, die eine ausgefeilte Walz- und Tempertechnologie erfordern.

Von Dr. M. Roth wurde mir das Züchtungslabor für Detektor- und nichtlineare optische Kristalle gezeigt. Besonders gute SHG-Eigenschaften weisen $\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$ -Czochralski-Kristalle auf, die allerdings extrem hygroskopisch sind und eine spezielle Einkapselung erfordern. Mit einem "travelling melting zone"-Verfahren werden PbI_2 -Einkristalle mit hervorragenden Detektoreigenschaften gezüchtet. Die Kristallscheiben werden u.a. mit einem photoelastischen Mappingverfahren auf Restspannungsverteilungen untersucht.

Technion – Israel Institute of Technology

Dort "wo der Berg Karmel das Meer berührt", ca. 100 km nördlich von Tel Aviv, liegt Israels größte Hafenstadt. Hoch in den Bergen, mit bezauberndem Blick auf Stadt und Meer, befindet sich Israels älteste Universität – "The Technion" – gegründet 1924. Am "Solid State Institute" wurde 1979 ein hochmodernes Zentrum für Mikroelektronik gegründet, das die folgenden Forschungsrichtungen umfaßt: Bauelemente-technologien auf der Basis von GaAs und InP, II-VI-Bauelemente, Quanteneffekt-Strukturen und Mesoscopische Systeme. Herzstück bildet ein "clean-room" mit zahlreichen Epitaxieanlagen (MBE, MOCVD, MOMBE). In enger Verknüpfung mit der Industrie werden z.B. MIMIC-Bauelemente auf der Basis von GaAs, InP und Detektoren aus (Cd,Zn)Te entwickelt. Ich erfuhr von der Wichtigkeit hochqualitativer GaAs-Wafer mit geringer Versetzungsdichte für HEMTs-Pilotentwicklungen, die in 2-3 Jahren an ein neues Halbleiterwerk (Semiconductor Devices) im Gebiet von Galiläa überführt werden sollen. Frau Professor Y. Nemirovsky erläuterte mir die Forschungen auf dem Gebiet der II-VI-Halbleiterverbindungen und äußerte großes Interesse an der Entwicklung einer Hochdruck-Bridgmanzüchtung

von (Cd,Zn)Te-Mischkristallen. Auch hier lernte ich zahlreiche Wissenschaftler aus der ehemaligen Sowjetunion kennen, die am Technion eine neue Wirkungsstätte gefunden haben und das wissenschaftliche Niveau entscheidend mitprägen.

Dr. S. Brandon vom "Dept. of Chemical Engineering" berichtete über die Computersimulation von Kristallisationsprozessen und Temperaturfeldverteilungen beim vertikalen Bridgmanverfahren (oxidischer und II-VI-Kristalle, in Zusammenarbeit mit Frau Prof. A. Horowitz vom NRC in Negev und in internationaler Kooperation mit Prof. J. J. Derby, University of Minnesota/USA).

Soreq NRC

Dieses Institut in Yavne, 25 km südlich von Tel Aviv, beschäftigt sich mit umfangreichen Materialforschungen in enger Verknüpfung zur Industrie. Dazu gehört die Herstellung und Charakterisierung ultrareiner Ausgangsstoffe, Kristallzüchtung, Epitaxie (LPE, MOCVD), Sensorherstellung für die Glasfaseroptik, Entwicklung elektrooptischer und nichtlinearer optischer Systeme, Lasertechnologien u.a. Im Labor für nichtlineare Optik wurde die SHG von blauem Licht mittels eines KTP-Kristalls (chinesische Produktion !) demonstriert.

Langjährige Erfahrungen existieren am Soreq NRC zur Züchtung und Epitaxie von II-VI-Kristallen und -schichten (CdTe , $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$) für den Einsatz in IR-Detektoren. Dr. M. Azoulay stellte das Züchtungslabor mit vertikalen und horizontalen Bridgmanöfen (gradient freezing) zur Züchtung von CdTe- und (Cd,Zn)Te-Substratkristallen vor. Es kam zu einer angeregten fachlichen Diskussion zur II-VI-Kristallzüchtung und Flüssigphasenepitaxie (u.a. Dipping LPE). Anschließend hatte ich die Gelegenheit, das Kristallzüchtungslabor der institutsgebundenen Firma ISORAD Ltd., die Forschungsprodukte des Soreq NRC marktfähig gestaltet und anbietet, zu besichtigen. Der General Manager, Dr. G. Gafni, stellte die Czochralski-Züchtung von Germaniumeinkristallen mit einem Durchmesser von 200 mm aus 18-Zoll-Tiegeln vor (Hamco-Anlage/USA). Scheiben solcher Kristalle werden als IR-Fenster verwendet und erfordern ein sorgfältiges bulk-Temperprogramm, um eine hohe Homogenität der Transmissionseigenschaft zu erzielen. ISORAD ist bereit, internationale "joint venture"-Verträge u.a. zur Entwicklung von Röntgenstrahl-Tomographiesystemen, blauer Miniaturlaserquellen, Festkörperlaseranordnungen, IR-Faseroptiksysteme u.a. einzugehen.

The Weizmann Institute of Science

22 km südlich von Tel Aviv befindet sich in Rehovot der 1,2 km² große Campus der wohl berühmtesten Forschungseinrichtung Israels, die 1934 vom späteren ersten Präsidenten und gleichzeitig verdientem Chemiker Prof. Chaim Weizmann gegründet wurde. Dieses Institut ist ein multidisziplinäres Zentrum für Forschung und Ausbildung auf allen naturwissenschaftlichen Gebieten. Die sehr aufmerksame Betreuung übernahm Professor R. Tenne vom "Dept. of Materials and Interfaces". Er zeigte mir zunächst die eigenen Forschungen zu photovoltaischen Materialien (Übergangsmetallchalkogenide; in Kooperation mit dem Hahn-Meitner-Institut in Berlin), zur elektrochemischen Abscheidung von Diamantschichten und das spektakuläre Gebiet der Erforschung "anorganischer Fullerene". Mit Bewunderung schaute ich auf die elektronenmikroskopischen Bilder von Nanokristallen aus WS_2 , NbSe_2 -PbS, MoS_2 mit exotischem Habitus, wie Röhrchen und Schälchen, die sich in allernächster Zukunft als günstiges Speichermedium oder Beschichtungen mit erhöhtem Abriebwiderstand einsetzen lassen. Noch sei die Kristallisationskinetik solcher Fullerene nicht vollständig verstanden, in denen der Parameter Oberfläche die entscheidende Rolle spielt. Man habe aber den Gasphasenreaktionsablauf bereits reproduzierbar in der Hand. Ich erfuhr auch über hochmoderne Forschungen zur Erzeugung

von "quantum dots" aus CdSe mittels Elektroabscheidung auf Au-Substraten.

Prof. S. Reich berichtete von seinen Versuchen zur erfolgreichen Herstellung von YBCO-Kristallen in einem Solarofen, wozu er den Sonnen-Parabolspiegel des "Solar Research Complexes" am Weizmann-Institut benutzte. Das urplötzliche Aufschmelzen und schnelle Erstarren in einem Ag-Globulus erzeuge besonders günstige "pinning"-Strukturen im HT_c-Material.

Zu einem Höhepunkt meines Aufenthaltes in Israel wurde der Besuch des "Joseph H. and Belle R. Braun Center for Submicron Research" am Weizmann-Institut. Der erst kürzlich errichtete Gebäudekomplex für Mikro- und Optoelektronik, bestehend aus einem 300 m² großen "clean room" mit hochmoderner Halbleitertechnologie und weiteren 250 m² Meßlabors, gehört zweifelsohne zu den besten Forschungseinrichtungen dieser Art in der Welt. Direktor und gleichzeitig Gründer dieses High-Tech-Institutes ist Prof. M. Heiblum, der langjährige Erfahrungen aus den USA mitbringt. Ausrüstung und Technologien sind darauf ausgerichtet, neue Halbleiterstrukturen unter höchstmöglichen Reinheitsbedingungen und mit kleinsten Stegabmessungen zu entwickeln. Herzstück bildet neben modernen MBE- und Bedampfungsanlagen die Elektronenstrahlolithographie (electron beam writing - EBW). Dr. Umansky, ehem. Yoffe-Institut St. Petersburg, erläuterte mir die neueren Entwicklungskonzepte auf der Basis von GaAs-Substraten. So konzentriert man sich auf Strukturen, die zumindest in einer Dimension schmäler als der "mean free path (mfp)" zwischen den Kollisionen der Elektronen ist. Dies erfordert die Herstellung extrem dünner Schichtfolgen mit äußerst glatten Grenzflächen. Mit der EBW-Technik sollen Miniaturisierungen bis in den Bereich der Elektronenwellenlänge erzielt werden, um "quantum size"-Effekte zu erzeugen. Man setzt sich zum Ziel, erstmals Bloch-Oszillationen nachzuweisen und gezielt anzuwenden. Des weiteren will man Effekte studieren, die unter Einfluß hoher Magnetfelder auf submikroskopische Strukturen entstehen ("quantum Hall regime"). Dieses High-Tech-Zentrum zeigte mir als bulk-Züchter einmal mehr die Wichtigkeit der Bereitstellung hochqualitativer Substrate aus GaAs für die Produktion einer völlig neuen Bauelementgeneration in naher Zukunft.

Zusammenfassung

Die Materialforschung in Israel ist auf einem hohen Stand. Es existiert ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Grundlagen- und angewandter Forschung. An den Universitäten trifft man auf eine große Breite der Themenwahl, darunter alle modernen Gebiete. Im Mittelpunkt steht natürlich die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses, die sich mir als sehr großzügig und praxisnah sowie in einer sehr angenehmen Atmosphäre der Nähe zwischen Lehrer und Student darstellte. Zwischen Universität und Industrie existieren hervorragende Forschungsinstitute, die die Produktionsüberführung durch Pilotherstellungen unmittelbar vorbereiten. Die Mikro- und Optoelektronik, insbesondere auf der Basis von III-V- und II-VI-Halbleitern, nimmt einen führenden Platz ein. Das Interesse an internationalen Kooperationen, einschließlich deutscher Forschungseinrichtungen, so auch auf dem Gebiet der Kristallzüchtung, ist groß. Dies wird die ICCG-XII 1998 in Jerusalem ganz bestimmt unterstreichen. Israel ist also in jedem Falle eine Reise wert!

Mein besonderer Dank gilt Frau Professor Lina Ben-Dor für die Einladung und der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Finanzierung dieser Reise.

P. Rudolph

Personalien

Moser, Peter, Dipl.-Chemiker

Institut für Anorg. Chemie

Lehrstuhl I

Greinstr. 6

D-50939 Köln

Tel.: 0221/470-4424 Mitgliedsnummer: 736 S Edat.: 01/11/95

Fax.:

E-Mail geschäftl.:

Darstellung von HT_c-Supraleitern durch Oxidation metallischer Legierungen, Reaktivität intermetallischer Verbindungen

Codeworte: S1: 222 ; S2: 235 ; S3: 236 ; S4: 322 ; S5: 323

S6: 582 ; S7: ; S8: ; S9: ; S10:

Schreuer, Jürgen, Dr.

Labor für Kristallographie

ETH-Züchtung

Sonneggstr. 5

CH-8092 Zürich

Schweiz

Tel.: 0041/1/632-3752 Mitgliedsnummer: 737 M Edat.: 01/01/96

Fax.: 0041/1/632-1133

E-Mail geschäftl.:

Kristallphysik (elastische Eigenschaften, Therm. Ausdehnung, ferroische Phasenumwandlungen

Kristallzüchtung (Lösung, Schmelze)

Codeworte: S1: 130 ; S2: 321 ; S3: 516 ; S4: 531 ; S5: 541

S6: 560 ; S7: 731 ; S8: ; S9: ; S10:

Hofmann, Andreas,

Pink GmbH Vakuumtechnik

Am Kessler 6

D-97877 Wertheim

Tel.: 09342/872-0 Mitgliedsnummer: 738 M Edat.: 01/10/95

Fax.: 09342/872-20

E-Mail geschäftl.:

Anlagenbau von Kristallzüchtungsapparaturen

Codeworte: S1: 125 ; S2: 810 ; S3: 811 ; S4: 814 ; S5: 851

S6: ; S7: ; S8: ; S9: ; S10:

Dold, Peter, Dr., Mineraloge

Kristallographisches Institut

der Universität

Hebelstr. 25

D-79104 Freiburg

Tel.: 0761/203-6449 Mitgliedsnummer: 739 M Edat.: 01/01/96

Fax.: 0761/203-6434

E-Mail geschäftl.: pit@sgl3.krist.uni-freiburg.de

Schmelzzüchtung von Silizium und Germanium-Silizium Einkristallen; Konvektionsbeeinflussung durch statische und rotierende Magnetfelder

Codeworte: S1: 110 ; S2: 213 ; S3: 231 ; S4: 232 ; S5: 311

S6: 510 ; S7: 620 ; S8: 660 ; S9: 751 ; S10: 752

Hannig, Carola, Dipl.-Ing., Metallkundlerin

TU Bergakademie Freiberg

Inst. f. Nichteisenmetallurgie

Leipziger Str. 23

D-09599 Freiberg

Tel.: 03731/39-2500 Mitgliedsnummer: 740 M Edat.: 01/01/96

Fax.: 03731/39-2268

E-Mail geschäftl.:

Codeworte: S1: 115 ; S2: 232 ; S3: 321 ; S4: 413 ; S5: 520

S6: 620 ; S7: ; S8: ; S9: ; S10:

Ratke, Lorenz, PD Dr.

Institut für Raumsimulation

DLR

Linder Höhe

D-51140 Köln

Tel.: 02203/601-2098 Mitgliedsnummer: 741 M Edat.: 01/01/96

Fax.: 02203/61768

E-Mail geschäftl.:

Erstarrung von Eutektika, Monotektika, Gefügemodellierung, Ostwaldreifung, Verbundwerkstoffe, Aerogele

Codeworte: S1: 115 ; S2: 117 ; S3: 215 ; S4: 235 ; S5: 311
S6: 325 ; S7: 533 ; S8: 622 ; S9: 713 ; S10: 752

Kaiser, Thomas, Dipl.-Physiker

Kristallographisches Institut
der Universität
Hebelstr. 25
D-79104 Freiburg

Tel.: 0761/203-6442 Mitgliedsnummer: 742 S Edat.: 01/02/96
Fax.: 0761/203-6434

E-Mail geschäftl.:

Fluid Physics, ??- und Masse Transport, Floating-Zone Verfahren,
Magnetohydrodynamik, Marangoni- und Auftriebskonvektion, Lorentz-
Kräfte, Systemadministration LAN (Local Area Network)

Codeworte: S1: ; S2: ; S3: ; S4: ; S5:
S6: ; S7: ; S8: ; S9: ; S10:

Bürkner, Susann, Dr., Kristallographin

Tullastr. 72
D-79108 Freiburg

Tel.: 0761/5159-645 Mitgliedsnummer: 743 M Edat.: 01/02/96
Fax.: 0761/5159-400

E-Mail geschäftl.: buerkner@iaf.fhg.de

Interdiffusion von III-V-Halbleitern, MOCVD

Codeworte: S1: 123 ; S2: 232 ; S3: 312 ; S4: ; S5:
S6: ; S7: ; S8: ; S9: ; S10:

Fischer, Stefan, Dipl.-Physiker

Heinrich-Buff-Ring 16
D-35392 Gießen

Tel.: 0641/702-2734 Mitgliedsnummer: 744 S Edat.: 01/03/96
Fax.: 0641/702-2709

E-Mail geschäftl.: stefan.fischer@exp1.physik.uni-giessen.de

III-V, IV-IV Breitbandhalbleiter, Gasphasenepitaxie, optische und
magneto-optische Charakterisierung und Eigenschaften

Codeworte: S1: 121 ; S2: 122 ; S3: 123 ; S4: 231 ; S5: 232
S6: 312 ; S7: 321 ; S8: 520 ; S9: 560 ; S10: 640

Behr, Günter, Dr., Physiker

Helmholtzstr. 20
D-01171 Dresden

Tel.: 0351/2582-224 Mitgliedsnummer: 745 M Edat.: 01/04/96
Fax.: 0351/2582-314

E-Mail geschäftl.: behr@ifw-dresden.de

Einkristallzüchtung, nanokristalline Pulver, elektrische Charakterisie-
rung, Kristallperfektion

Codeworte: S1: 116 ; S2: 121 ; S3: 223 ; S4: 234 ; S5: 321
S6: 329 ; S7: 511 ; S8: 551 ; S9: 554 ; S10: 660

Fischer, Klaus, Dr., Dipl.-Chemiker

Helmholtzweg 4
D-07743 Jena

Tel.: 03641/302902 Mitgliedsnummer: 746 M Edat.: 01/06/96
Fax.: 03641/302905

E-Mail geschäftl.:

Kristallzüchtung anorganischer Materialien, Phasenbildung oxidischer
Materialien, Thermische Analyse, Phasendiagramme

Codeworte: S1: 117 ; S2: 134 ; S3: 135 ; S4: 234 ; S5: 236
S6: 311 ; S7: 321 ; S8: 516 ; S9: 614 ; S10:

Matsumoto, Koichi, Dr., Chemiker

Heisenbergstr. 1
D-70569 Stuttgart

Tel.: 0711/689-0 Mitgliedsnummer: 747 M Edat.: 01/03/96
Fax.: 0711/689-1010

E-Mail geschäftl.: matsu@servix.mpi-stuttgart.mpg.de

Kristallwachstum von Fullerenen C₆₀, II-VI Verbindungen und Oxiden
aus der Gasphase

Codeworte: S1: 121 ; S2: 122 ; S3: 219 ; S4: 233 ; S5: 234
S6: 321 ; S7: 713 ; S8: ; S9: ; S10:

Kuch, Stefan, Dipl.-Chemiker

Pfaffenwaldring 38-40
D-70569 Stuttgart

Tel.: 0711/6862-723 Mitgliedsnummer: 748 M Edat.: 01/03/96
Fax.: 0711/6862-788

E-Mail geschäftl.:

Lösungs- und Schmelzkristallisation, Anwendung in der Laser-
technologie, Berechnungen von Adsorpt.-energien von Additiven auf
Kristallflächen

Codeworte: S1: 111 ; S2: 131 ; S3: 514 ; S4: 711 ; S5: 712
S6: 731 ; S7: ; S8: ; S9: ; S10:

Windgasse, Jochen, Dipl.-Mineraloge

D-52425 Jülich

Tel.: 02461/61-3140 Mitgliedsnummer: 749 S Edat.: 01/08/96
Fax.: 02461/61-2610

E-Mail geschäftl.:

Czochralski-Züchtung von Alkalihalogenid Mischkristallen, Gitterdyna-
mik, Entmischung in Festkörpern

Codeworte: S1: 111 ; S2: 237 ; S3: 321 ; S4: 411 ; S5: 516
S6: 553 ; S7: 580 ; S8: 635 ; S9: 713 ; S10: 837

Boschert, Stefan, Dipl.-Physiker

Hebelstr. 25
D-79104 Freiburg

Tel.: 0761/203-6442 Mitgliedsnummer: 750 S Edat.: 01/08/96
Fax.: 0761/203-6434

E-Mail geschäftl.:

Num. Simulation, Hydrodynamik, Magnetohydrodynamik, Halbleiter

Codeworte: S1: 751 ; S2: 752 ; S3: ; S4: ; S5:
S6: ; S7: ; S8: ; S9: ; S10:

Barz, Achim, Dipl.-Physiker

Hebelstr. 25
D-79104 Freiburg

Tel.: 0761/203-6446 Mitgliedsnummer: 751 S Edat.: 01/08/96
Fax.: 0761/203-6434

E-Mail geschäftl.:

Züchtung und Charakterisierung von Germanium-Silizium-Einkristallen,
Dotierungen, Versetzungen, Röntgendiffraktometrie

Codeworte: S1: 115 ; S2: 231 ; S3: 321 ; S4: 521 ; S5: 522
S6: 631 ; S7: ; S8: ; S9: ; S10:

Meinhardt, Jens, Dipl.-Physiker

Hebelstr. 25
D-79104 Freiburg

Tel.: 0761/203-6451 Mitgliedsnummer: 752 S Edat.: 01/08/96
Fax.: 0761/203-6434

E-Mail geschäftl.:

Optische und elektrische Eigenschaften von Verbindungshalbleitern,
Charakterisierung, Photolumineszenz (orts- und energieaufgelöst)

Codeworte: S1: 514 ; S2: 520 ; S3: 551 ; S4: 552 ; S5: 560
S6: 624 ; S7: 712 ; S8: 716 ; S9: ; S10:

Hähnert, Irmela, Dr., Dipl.-Mineralogin

Invalidenstr. 110
D-10115 Berlin

Tel.: 030/2093-7775 Mitgliedsnummer: 753 M Edat.: 01/08/96
Fax.: 030/2093-7760

E-Mail geschäftl.:

Charakterisierung der Realstruktur mit Transmissionselektronen-
mikroskopie, EDXS, selektives Ätzen

Codeworte: S1: 233 ; S2: 234 ; S3: 236 ; S4: 312 ; S5: 321
S6: 520 ; S7: 612 ; S8: 622 ; S9: 634 ; S10:

Neumann, Wolfgang, Prof. Dr., Dipl.-Mineraloge

Invalidenstr. 110
D-10115 Berlin

Tel.: 030/2093-7761 Mitgliedsnummer: 754 M Edat.: 01/08/96
Fax.: 030/2093-7760

E-Mail geschäftl.:

Elektronenmikroskopie, Nanokristalle, Quasikristalle, Bildsimulation,
Kristalldefekte

Codeworte: S1: 510 ; S2: 520 ; S3: 620 ; S4: 630 ; S5: 730
S6: ; S7: ; S8: ; S9: ; S10:

Schweizer, Markus, Student

Hebelstr. 25
D-79104 Freiburg

Tel.: 0761/203-6441 Mitgliedsnummer: 755 S Edat.: 01/08/96
 Fax.: 0761/203-6434
 E-Mail geschäftl.:
 Schmelzzonenzüchtung von IV, III-V Halbleitern (μg ; 1g) Charakterisierung durch Mikroskopie, Topographie, Diffraktometrie, Kristalleigenschaften: Strukturdefekte/Struktureigenschaften
 Codeworte: S1: 116 ; S2: 140 ; S3: 231 ; S4: 232 ; S5: 321
 S6: 413 ; S7: 521 ; S8: 612 ; S9: 621 ; S10: 660

Kalisch, Holger, Student der Physik
 Sommerfeldstr.
 D-52056 Aachen

Tel.: Mitgliedsnummer: 756 S Edat.: 01/08/96
 Fax.:
 E-Mail geschäftl.:
 MOVPE von II-VI-Halbleitern, Halbleiterlaser und Modulatoren
 Codeworte: S1: 123 ; S2: 233 ; S3: 324 ; S4: 321 ; S5: 514
 S6: 511 ; S7: 660 ; S8: 631 ; S9: 641 ; S10:

Neuroth, Gero, Dr., Dipl.-Mineraloge
 Mineralogisch-Petrologisches
 Institut der Universität
 Poppelsdorfer Schloß
 D-52115 Bonn

Tel.: 0228/733187 Mitgliedsnummer: 757 M Edat.: 01/09/96
 Fax.:
 E-Mail geschäftl.:
 Kristallzüchtung, Czochralski-Methode, YAP, YAG, Organische Kristalle
 Codeworte: S1: 111 ; S2: 119 ; S3: 131 ; S4: 234 ; S5: 238
 S6: 311 ; S7: 522 ; S8: 640 ; S9: 560 ; S10: 632

Schmidt, Michael O., Dipl.-Mineraloge
 Anorg.-Chemisches Institut
 Universität Köln
 Greinstr. 6
 D-50939 Köln

Tel.: 0221/470-3263 Mitgliedsnummer: 758 S Edat.: 01/10/96
 Fax.: 0221/470-5083
 E-Mail geschäftl.:
 Synthese von Selten-Erden-Verbindungen; Bridgman-Kristallzüchtung, Leitfähigkeitsmessungen, FTIR-Spektroskopie, Röntgen-Einkristall-Pulvermethoden
 Codeworte: S1: 115 ; S2: 220 ; S3: 510 ; S4: 550 ; S5: 630
 S6: 640 ; S7: 810 ; S8: 830 ; S9: 580 ; S10:

Am Kristalllabor (Prof. G. Müller)
 des Inst. für Werkstoffwissenschaften
 Univ. Erlangen - Nürnberg ist eine

Doktorandenstelle

(Eingangsstufe BAT IIa/2) zu besetzen.

Thema:

"Züchtung von InP mit dem Vertikalen Gradient Freeze Verfahren"

Bewerber sollten Vorkenntnisse in den Fachgebieten Kristallographie, Werkstoffwissenschaften, Festkörperphysik, sowie Freude am Experimentieren und Interesse an numerischer Prozeßsimulation haben.

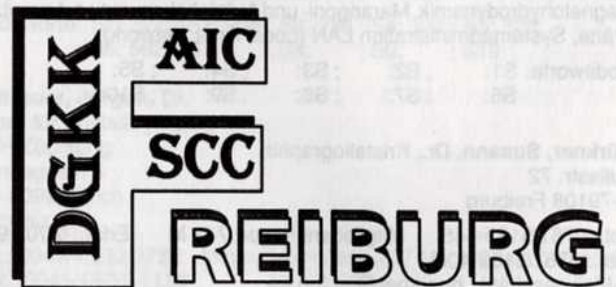
Bewerbungen bitte an:

Prof. Dr. G. Müller
 Inst. für Werkstoffwissenschaften LS 6
 Martensstraße 7
 91058 Erlangen

Tagungskalender

19.-21. Februar Tsukuba/Japan
 Characterisation of Nanostructures (APF-2 Nano 97)

Dr. M. Okochi, Symposium Secretary, Center for Advanced Physical Fields, NRIM, 1-2-1 Sengen, Tsukuba 305, Japan, Email: makoto@nrim.go.jp, URL.: <http://www.nrim.go.jp/>



Associazione Italiana di Cristallografia -
 Sezione Crescita Cristalli

Deutsche Gesellschaft für Kristallwachstum
 und Kristallzüchtung

5. bis 7. März 1997
 Biologie-Hörsaal
 der Albert-Ludwigs-Universität,
 Albertstraße
 D-79104 Freiburg

31. März - 4. April San Francisco/U.S.A.
 MRS 1997 Spring Meeting
 Linda Cima, MIT, Email: lgcima@athena.mit.edu

6.-10. April Oxford/U.K.
 Ninth European MBE Workshop
 Di Pullar-MacMillan, Secretary to MBE-IX, Semiconductor Materials IRC, Blackett Lab, Imperial College of Science and Technology, Prince Consort Rd. London
 5Q7 2BZ, U.K.

13.-17. April Dana Point (CA)/U.S.A.
 8th International Workshop on Organometallic Vapor Phase Epitaxy
 TMS Customer Service, 429 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15086, U.S.A., Email: csc@tms.org

11.-15. Mai Cap Code/U.S.A.
 1997 InP and Related Materials Conference (IPRM97)
 Steve Forest, Email: forrest@ee.princeton.edu

19.-21. Mai Lissabon/Portugal
 2nd Conference on Low Dimensional Structures & Devices (LDS2)
 Dr. M. Henini, Email: ppzmm@ppn1.physics.nottingham.ac.uk,
 URL.: <http://www.emcore.com>

8.-11. Juni Berlin/D
7th European Workshop on MOVPE and Related Growth Techniques

Prof. Dr. W. Richter, Technische Universität Berlin, Hardenbergstr. 36, D-10623 Berlin, Email: richter@gift.physik.tu-berlin.de

23.-27. Juni Cardiff (Wales)/U.K.
6th International Conference on the Formation of Semiconductor Interfaces (ICFSI-6)

Glenda Bland, Email: 100416.1402@compuserve.com, URL: www.astro.cf.ac.uk/icfsi

25.-29. August Grenoble/Frankreich
International Conference on II-VI Semiconductors 1997

CEA/CENG, Département de Recherche Fondamentale sur la Matière Condensée, Service de Physique des Matériaux et Microstructures, 17, rue des Martyrs, 38054 Grenoble Cedex 9, France

7.-11. September San Diego (CA)/U.S.A.
24th International Conference on Compound Semiconductors (ISCS XXIV)

Mike Melloch, Purdue University, Email: melloch@ecn.purdue.edu, URL: http://luciano.stanford.edu/ISCS/

7.-10. September Templin/D
7th International Conference on Defect Recognition & Image Processing (DRIP VII)

J. Donocker, Institut für Kristallzüchtung im Forschungsverbund Berlin, Rudower Chaussee 6, D-12489 Berlin

7.-12. September Orlando (FL)/U.S.A.
11th International Conference on Secondary Ion Mass Spectrometry (SIMS IX)

Judith Sjöberg, SIMS IX, 1201 Don Diego Avenue, Santa Fe, NM 87505, U.S.A.

8.-10. September Montreux/Schweiz
6th International Conference on Chemical Beam Epitaxy and Related Growth Techniques (ICCBE-VI)

Conference Secretary Dr. Alok Rudra, Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne, Email: rudra@eldp.epfl.ch

5.-8. Oktober Ann Arbor (MI)/U.S.A.
16th North American Conference on Molecular Beam Epitaxy
Pallab K. Bhattacharya, University of Michigan, Dept. of EE & CS, 1301 Beale Av., Ann Arbor, MI 48109, U.S.A.

27.-31. Oktober Tokushima/Japan
International Conference on Nitride Semiconductors (ICN597)

Dr. S. Yoshida, Steering Chair ICN597, Materials Science Div., Electrotechnical Lab, 1-1-4 Umezono; Tsukuba, Ibaraki 305, Japan, Email: syoshida@etl.go.jp, URL: http://www.icns.ee.tokushima-u.ac.jp/

1998

3.-8. Mai San Diego/U.S.A.
8. International Symposium on Silicon Materials Science and Technology

Howard R. Huff, SEMATECH, 2706 Montopolis Dr., TX 78741, U.S.A.

ICCG 12

THE TWELFTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CRYSTAL GROWTH

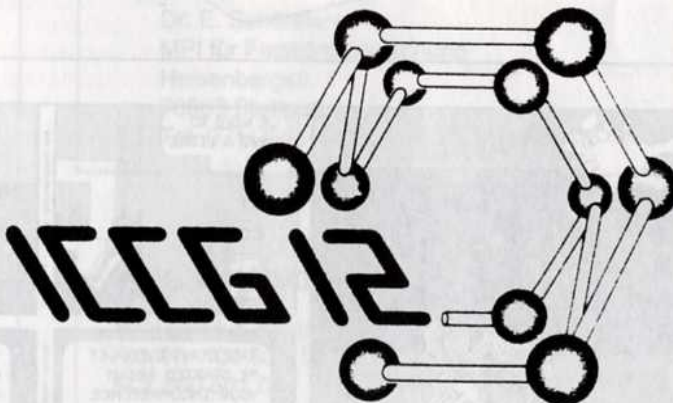
Jerusalem, Israel, 26 - 31 July, 1998

MAIN TOPICS:

- Fundamentals
- Bulk growth
- Epitaxy, thin films, coatings & vapour growth
- Modelling (simulations) & external fields
- Novel characterization methods & devices
- Bicrystallization
- High T_c Superconductors & diamonds
- Mass crystallization
- Specialties

FOR FURTHER INFORMATION:

ICCG 12
C/O International Travel & Congresses Ltd.
P.O. Box 29313, Tel Aviv 61292, Israel
Tel: +972-3-5102538, Fax: +972-3-5160604



Kritische Betrachtung einer Unternehmensberatung "McKinsey: Ungewöhnliches Streichkonzert"

In zahlreichen Unternehmen fand der Augsburger Wirtschaftspsychologe Oswald Neuberger amüsant verpackte Nieder(mach)schriften gegen Unternehmensberater. Ihre Analysen ängstigen die Mitarbeiter, weil sie Besitzstände in Frage stellen. Ein Papier beschäftigt sich mit der McKinsey-Gruppe, die sich den Output der Berliner Philharmoniker genauer angehört hat. So lautet ihr Bericht: „Die vier Oboisten haben sehr lange nichts zu tun. Die Nummer sollte gekürzt und die Arbeit gleichmäßig auf das ganze Orchester verteilt werden.“

Die zwölf Geigen spielen alle dasselbe. Das ist unnötige Doppelarbeit. Diese Gruppe sollte drastisch verkleinert werden. Falls eine größere Lautstärke gewünscht wird, läßt sich das durch eine elektrische Anlage erreichen.

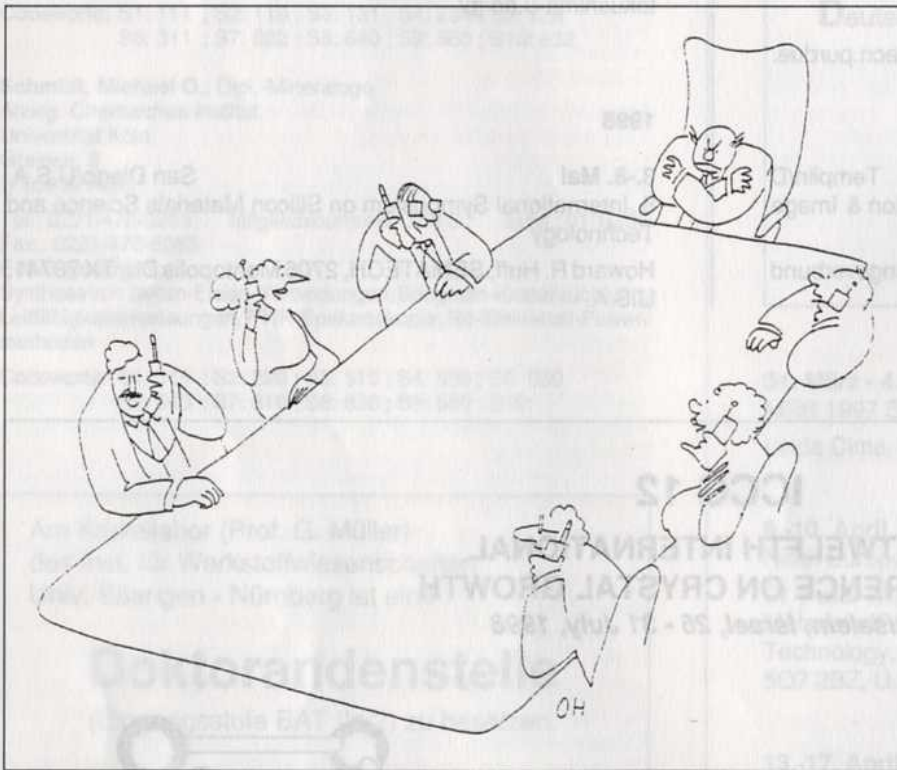
Das Spiel von 32stel-Noten erfordert einen zu hohen Arbeitsaufwand. Es wird empfohlen, diese Noten sämtlich in den nächstliegenden 16tel-Noten zusammenzufassen. Man könn-

te dann auch Musikschüler und weniger hoch bezahlte Kräfte beschäftigen.

In einigen Partien wird zuviel wiederholt. Die Partituren sollen daraufhin gründlich durchgearbeitet werden. Es dient keinem sinnvollen Zweck, wenn das Horn eine Passage wiederholt, mit der sich bereits die Geigen beschäftigt haben. Werden alle überflüssigen Passagen eliminiert, dann dauert das Konzert, das jetzt zwei Stunden in Anspruch nimmt, nur noch schätzungsweise zwanzig Minuten, so daß die Pause wegfallen kann.

Der Dirigent streitet die Berechtigung dieser Empfehlung nicht ab, fürchtet jedoch, die Einnahmen könnten zurückgehen. In diesem Fall sollte es möglich sein, Teile des Konzertsalls völlig zu schließen, wodurch sich die Kosten für Licht, Personal und so weiter einsparen ließen. Schlimmstenfalls könnte man ihn ganz dichtmachen und die Leute in das Konzertkaffeehaus schicken."

Schmunzelecke



Entdeckung

Unter allen menschlichen Entdeckungen sollte die Entdeckung der Fehler die wichtigste sein. (Stanislaw Jerzy Lec)

Irrtum

Irrtümer haben ihren Wert; jedoch nur hier und da. Nicht jeder, der nach Indien fährt, entdeckt Amerika. (Erich Kästner)

Wissen

Was man nicht weiß, das eben brauchte man. Und was man weiß, kann man nicht brauchen. (Joh. Wolfgang Goethe)

Rückblick

Vergessen wir nicht, daß auch uns die Bakterien – von der anderen Seite des Mikroskops – betrachten. (Stanislaw Jerzy Lec)



Redaktion

Chefredakteur	Hans Jürgen Fenzl Siemens AG HL AM 1 Otto-Hahn-Ring 6 81739 München Tel. 089/636-48998 Fax -44236 Email: hans-jürgen.fenzl@hlist.siemens.de
Übersichtsartikel	A. Cröll Uni Freiburg Tel. 0761/203-6441 Fax -6434
Kristallzüchtung in Deutschland	T. Boeck IKZ Berlin Tel. 030/6392-3051 Fax -3003 Email: boeck@ikz.fta-berlin.de
Tagungsberichte	W. Aßmus Uni Frankfurt Tel. 069/7982-3144 Fax -8520
Mitteilungen der DGKK Stellenangebote/ Stellengesuche	H. Walcher IAF Freiburg Tel. 0761/5159-347 Fax -219
Mitteilungen ausländischer Schwestergesellschaften Tagungskalender	J. Schmitz IAF Freiburg Tel. 0761/5159-846 Fax -400
Internet-Ansprechpartner	U. Rehse IKZ Berlin Tel. 030/6392-3070 Fax -3003 Email: ur@ikz.fta-berlin.de www: http://www.ikz.fta-berlin.de
Bücherecke Schmunzelecke	R. Diehl IAF Freiburg Tel. 0761/5159-416 Fax -400
Anzeigenwerbung	G. Müller-Vogt Uni Karlsruhe IAF Freiburg Tel. 0721/608-3470 Fax /697-123

Hinweise für Beiträge**Redaktionsschluß MB 65:
2. April 1997**

Bitte senden Sie Ihre Beiträge möglichst auf Diskette (Format sekundär), die Druckerei kann diese direkt weiterverarbeiten und Fehler beim Einscannen werden vermieden. Außerdem ist dies viel kostengünstiger.

Abbildungen möglichst als Hochglanzabzüge.

Willkommen sind jederzeit auch attraktive Bilder ohne Artikel für den Titel.

Besten Dank
Die Redaktion

SATZ, DRUCK & WEITERVERARBEITUNG

bollmann druck GmbH
Rudolf-Diesel-Straße 3
90513 Zirndorf bei Nürnberg

Vorstand der DGKK**Vorsitzender**

Dr. W. Schröder
Institut für Kristallzüchtung
Rudower Chaussee 6
12489 Berlin
Tel. 030/6392-3000, Fax 030/6392-3003
Email: ur@dfnsl.WTZA-Berlin.de

Stellvertretender Vorsitzender

Dr. W. Zulehner
Wacker Siltronic GmbH
Postfach 1140
84489 Burghausen
Tel. 08677/83-2547, Fax 08677/83-5824

Schriftführer

Dr. H. Walcher
Fraunhofer-Institut für
Angewandte Festkörperphysik
Tullastr. 72
79108 Freiburg
Tel. 0761/5159-347 oder 597, Fax 0761/5159-219
Email: Walcher @ iaf. fhg. de

Schatzmeister

Dr. German Müller-Vogt
Kristall- und Materiallabor der
Fakultät für Physik
Kaiserstr. 12
76131 Karlsruhe
Tel. 0721/608-3470, Fax 0721/697123

Beisitzer

Prof. Dr. M. Mühlberg
Institut für Kristallographie
Zülpicherstraße 49
50674 Köln
Tel. 0221/470-4420, Fax 0221/470-5151
Email: muehlberg@kri.uni-koeln.DE

Hans Jürgen Fenzl
Siemens AG HL AM 1
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München
Tel. 089/636-48998, Fax 089/636-44236
Email: hans-jürgen.fenzl@hlist.siemens.de

Dr. E. Schönherr
MPI für Festkörperforschung
Heisenbergstr. 1
70569 Stuttgart
Tel. 0711/689-1405, Fax 0711/689-1010

BANKVERBINDUNGEN

Sparkasse Karlsruhe
Kto.-Nr. 104 306 19
BLZ 660 501 01

Postbank Karlsruhe
Kto.-Nr. 2424 17-752
BLZ 660 100 75

DGKK - STICHWORTLISTE

KRISTALLHERSTELLUNG

ZÜCHTUNGSMETHODEN

- 110 Schmelzzüchtung
 - 111 Czochralski
 - 112 LEC
 - 113 Skull / kalter Tiegel
 - 114 Kyropoulos
 - 115 Bridgman
 - 116 Schmelzzonen
 - 117 gerichtetes Erstarren
 - 118 Verneuil
 - 119 andere Methoden
- 120 Gasphasenzüchtung
 - 121 CVD, CVT
 - 122 PVD, VPE
 - 123 MOCVD
 - 124 MBE, MOMBE
 - 125 Sputterverfahren
 - 129 andere Methoden
- 130 Lösungszüchtung
 - 131 wässrige Lösung
 - 132 Gelzüchtung
 - 133 hydrothermal
 - 134 Flux
 - 135 LPE
 - 136 THM
 - 139 andere Methoden
- 140 weitere Verfahren
 - 141 μ -g Züchtung
 - 142 Hochdrucksynthese
 - 143 Explosionsverfahren
 - 144 Elektrokristallisation
 - 145 Rekrystallisation/Sintern
 - 149 andere Verfahren
- 150 Reinstoffherstellung

MATERIALZUSAMMENSETZUNG

- 210 Elemente
 - 211 Graphit
 - 212 Diamant, diamantartiger K.
 - 213 Silizium
 - 214 Germanium
 - 215 Metalle
 - 219 andere Elemente
- 220 Verbindungen
 - 221 binäre Verbindungen
 - 222 ternäre Verbindungen
 - 223 multinäre Verbindungen
 - 231 IV-IV
 - 232 III-V
 - 233 II-VI
 - 234 Oxide, Ferroelektrika
 - 235 metallische Legierungen
 - 236 Supraleiter
 - 237 Halogenide
 - 238 organische Materialien
 - 239 andere Verbindungen

WACHSTUMSFORMEN

- 311 Massivkristalle
- 312 dünne Schichten, Membrane
- 313 Fasern
- 314 Massenkristallinat
- 321 Einkristalle
- 322 Polykristalle

- 323 amorphe Materialien, Gläser
- 324 Multischicht-Strukturen
- 325 Keramik, Verbundwerkstoffe
- 326 Biokristallinat
- 327 Flüssigkristalle
- 328 Polymere
- 329 andere Materialtypen

KRISTALLBEARBEITUNG

- 411 Tempern
- 412 Sägen, Bohren, Erodieren
- 413 Schleifen, Läppen, Polieren
- 414 Laserstrahl-Bearbeitung
- 421 Lithographie
- 422 Ionenimplantation
- 423 Mikrostrukturierung

KRISTALLCHARAKTERISIERUNG

KRISTALLEIGENSCHAFTEN

- 510 grundlegende Eigenschaften
 - 511 Stöchiometrie
 - 512 Phasenreinheit
 - 513 Struktur, Symmetrie
 - 514 Morphologie
 - 515 Orientierungsverteilung
 - 516 Phasenumwandlungen
- 520 Strukturdefekte / Struktureigenheiten
 - 521 Punktdefekte, Dotierung
 - 522 Versetzungen
 - 523 planare Defekte, Verzwilligung
 - 524 Korngrenzen
 - 525 Einschlüsse, Ausscheidungen
 - 526 Fehlrdnungen
 - 527 Überstrukturen
- 530 Mechanische Eigenschaften
 - 531 Elastische Eigenschaften
 - 532 Härte
 - 533 Bruchmechanik
- 540 Thermische Eigenschaften
 - 541 Wärmeausdehnung
 - 542 kritische Punkte
- 550 Elektrische Eigenschaften
 - 551 Leitfähigkeit
 - 552 Ladungsträger-Eigenschaften
 - 553 Ionenleitung
 - 554 Supraleitung
- 560 Optische Eigenschaften
- 570 Magnetische Eigenschaften
- 580 Weitere Eigenschaften
 - 581 Diffusion
 - 582 Korrosion
 - 583 Oberflächen-Rekonstruktion

MESSMETHODEN

- 610 chemische Analytik
 - 611 chemischer Aufschluß
 - 612 Ätzmethoden
 - 613 AAS, MS
 - 614 thermische Analyse
- 620 Mikroskopie
 - 621 lichtoptische Mikroskopie
 - 622 Elektronenmikroskopie
 - 623 Rastertunnel-Mikroskopie
 - 624 Lumineszenz-Topographie

- 630 Beugungsmethoden
 - 631 Röntgendiffraktometrie
 - 632 Röntgentopographie
 - 633 Gammadiffraktometrie
 - 634 Elektronenbeugung
 - 635 Neutronenbeugung

- 640 Spektroskopie, Spektrometrie
 - 641 UV-, VIS-, IR-, Fourier-
 - 642 Raman-, Brillouin-
 - 643 Kurzzeit-Spektroskopie
 - 644 NMR, ESR, ODMR
 - 645 RBS, Channeling
 - 646 SIMS, SNMS

- 650 Oberflächenanalyse
 - 651 LEED, AUGER
 - 652 UPS, XPS

- 660 Elektrische Charakterisierung
- 670 Andere Meßmethoden

MATHEMATISCHE BEHANDLUNG

- 710 Kristallwachstum
 - 711 Keimbildung
 - 712 Wachstumsvorgänge
 - 713 Transportvorgänge
 - 714 Rekristallisation
 - 715 Symmetriemaspekte
 - 716 Kristallmorphologie
 - 717 Phasendiagramme
- 730 Materialeigenschaften
 - 731 thermodyn. Berechnungen
 - 732 elektrochem. Berechnungen
 - 733 Bandgap-Engineering (physik.)
 - 734 Crystal-Engineering (biolog.)
 - 735 Defect-Engineering
- 750 Prozessparameter
 - 751 Temperaturverteilung
 - 752 Konvektion

ENTWICKLUNG / VERTRIEB / SERVICE

- 810 Anlagen / Komponenten
 - 811 Züchtungsapparaturen
 - 812 Prozess-Steuerungen
 - 813 Sägen, Poliereinrichtungen
 - 814 Öfen, Heizungen
 - 815 Hochdruckpressen
 - 816 mechanische Komponenten
 - 817 elektrische Komponenten
 - 818 Meßeinrichtungen
- 830 Zubehör
 - 831 Zubehör für Kristallzüchtung
 - 832 Zubehör für Kristallbearbeitung
 - 833 Zubehör für Materialanalyse
 - 834 Ausgangsmaterialien
 - 835 Kristalle
 - 836 Lehrmaterial, Kristallmodelle
 - 837 Rechenprogramme
- 850 Service
 - 851 Anlagenplanung
 - 852 Anwendungsberatung
 - 853 Materialanalyse (als Service)

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 rund 500 Fachkollegen, die einer Gesellschaft angehören, deren Zweck es 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.

DGKK-Schriftführer
Dr. H. Walcher
Fraunhofer-Gesellschaft
Inst. f. Angew. Festkörperphysik
Tullastraße 72
D-79108 Freiburg

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,—)

Antrag auf Mitgliedschaft / Änderung

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

- Art der Mitgliedschaft: ordentliches Mitglied
 studentisches Mitglied
 korporatives Mitglied

Gewünschter Beginn der Mitgliedschaft: _____

Dienstanschrift: _____
(Name) (Vorname) (Titel) (Beruf)

*) _____
(Firma, Institut, etc.)

(Straße, Haus-Nr.)

(PLZ, Ort) (Telefon) _____

(FAX) _____

E-mail _____

Privatanschrift: _____
(Straße, Haus-Nr.)

*) _____
(PLZ, Ort) (Telefon) _____

(FAX) _____

Wissenschaftliche Interessen- und Erfahrungsgebiete (Stichworte):

Tätigkeit und Erfahrung mit maximal 10 Stichwortnummern charakterisieren (s. Liste).

1.:.....; 2.:.....; 3.:.....; 4.:.....; 5.:.....; 6.:.....; 7.:.....; 8.:.....; 9.:.....; 10.:.....;

_____ den _____

(Unterschrift)

*) bitte nur in Ausnahmefällen die Privatanschrift für den Schriftwechsel wählen.

VORSPRUNG DURCH MODERNSTE TECHNIK



FuE-Rohröfen

kompakte Hochtemperatur-Rohröfen zum Einbau in Kristallziehanlagen. Temperaturbereiche: 1300° C, 1500° C und 1700° C optional bis 2300° C.



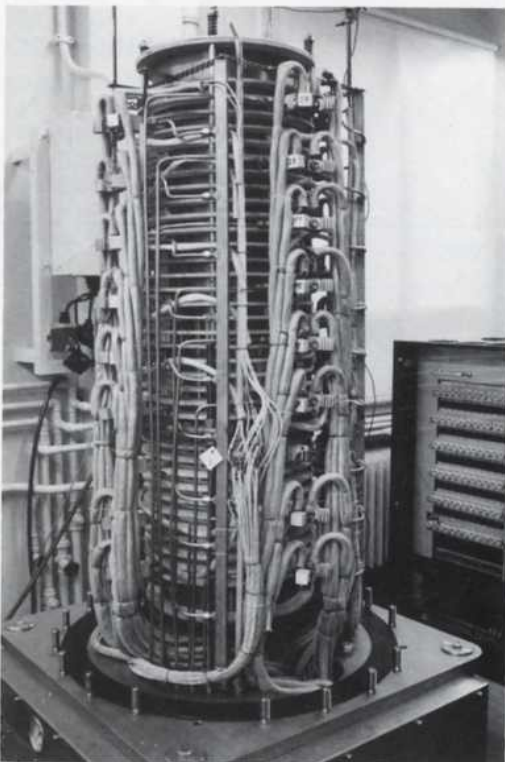
kostengünstige Heatpipes

zur Etablierung von hochisothermen Prozeßbedingungen. Temperaturbereiche: 350-550° C und 550-990° C; Standard; Innendurchm. 20-95 mm; Längen 200-1000 mm lieferbar; Sondermaße auf Anfrage.



Rohröfen

verfahrbar von 2 - 200 mm/h; 1- oder 3-zonig; Temperaturbereich -1750 °C; 100% Faserisolierung; verschiedene Gerätegrößen; für Kristallziehprozesse



ohne 50 bar Autoklav



Hochfrequenz-Generatoren

durch geringe Spulenspannung gut geeignet zum Einbau in Schutzgas oder Vakuum-Anlagen, mit Suszeptor als Substrateheizer für Epitaxi, Erzeugung höchster Temperaturen zur Einkristallzucht, z. B. Oxidkristalle. Neu: 1,5 / 3 / 6 und 12 kW

ohne Abb.

Safir-Formteile: Platten, Rohre bis Durchmesser 40 mm und Länge 1000 mm, sowie Tiegel. Verwendung u.a. als Thermoelement-Schutzrohr oder Bestandteil von Ziehgestängen.

Kristallzüchtungsanlagen

Computergesteuerte Hochdruck-Multizonenofenanlage mit bis zu 32 Heiz- und Kühlzonen in Kaltwandtechnik zur Herstellung von defektarmen III-V- und II-VI-Halbleitereinkristallen nach dem Gradient-Freeze-Verfahren.

Sonderanlagen
nach
Kundenspezifikationen!

linn
High Therm

Heinrich-Hertz-Platz 1
D-92275 Hirschbach
Tel. 09665-9140-0
Fax 09665-1720