

**INHALT**

Mitteilungen der DGKK .....	4	Kristallzucht in Deutschland .....	6
Mitteilungen aus den Arbeitskreisen .....	6	Tagungsberichte .....	9
		Tagungskalender .....	19
		Personalien .....	20



## **GERO Hochtemperaturöfen GmbH** *High Tec for Thermal Treatment*

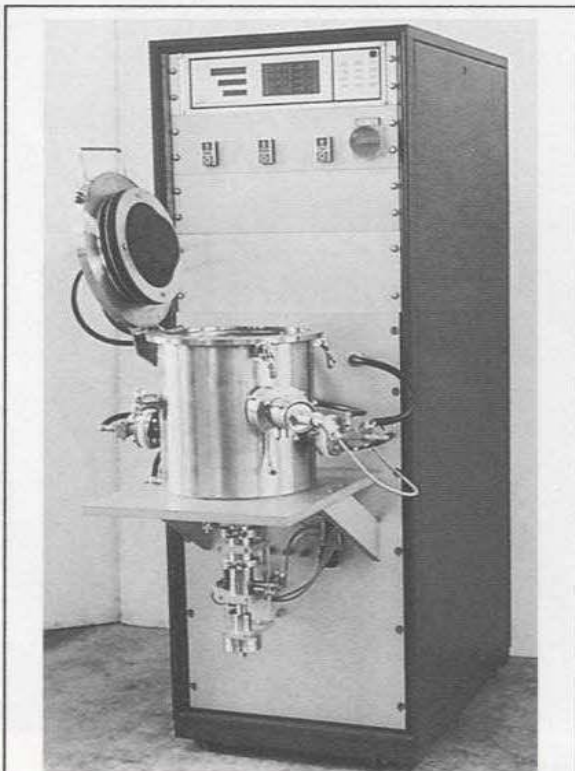
MONBACHSTRASSE 7  
D-75242 Neuhausen  
Tel 07234/9522-0 Fax 07234/5379

### Unser Lieferprogramm:

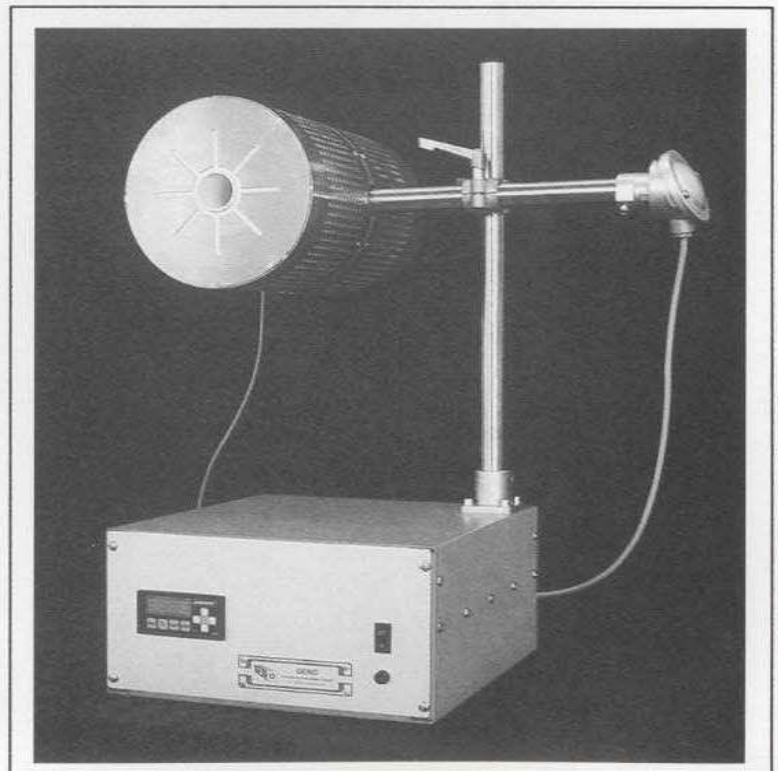
Rohröfen bis 1 800°C  
Mehrzonenrohröfen bis 1 800°C  
Zehnzonenöfen bis 1 500°C  
Kammeröfen bis 1 800°C an Luft  
Tiegelöfen bis 1 800°C  
Kalibrieröfen für TC und Pyrometer  
Zonenschmelzanlagen  
Haubenöfen  
Herdwagen- u. Durchlauföfen

Vakuumöfen aller Art  
Schutzgasöfen bis 3 000°C  
Kristallziehanlagen 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,

es ist Zeit „Goodbye“ zu sagen.

Im März 1998 werde ich in, nach 30 Jahren Kristallzüchtung, den „Vor“-Ruhestand gehen – es war eine schöne und interessante Zeit, die Arbeit hat viel Spaß gemacht.

Zu überlegen, ob es richtig ist, in diesem Alter aus dem Arbeitsleben auszusteigen, ist in der heutigen, modernen Zeit müßig; zumindest wird ein junger Kollege einen Arbeitsplatz bekommen.

Für das Mitteilungsblatt hat sich bereits ein Nachfolger gefunden: Herr Ritter von der Uni Frankfurt hat sich bereit erklärt, die Chefredaktion zu übernehmen. Seine Adresse steht schon im Impressum, bitte bei der Übermittlung der Beiträge berücksichtigen.

Ich möchte an dieser Stelle aus meinem ersten Editorial zitieren: Diese Zeitung wird nicht von der Redaktion erstellt, sondern von Ihnen allen, den Mitgliedern der DGKK. Überlegen Sie bitte bei jedem Bericht, bei jeder Veröffentlichung, ob das Thema nicht auch für das MB, ev. in Form einer Zusammenfassung, von Interesse ist...

Nach der umfangreichen Berichterstattung über die Jahrestagung im Mai bringt dieses Heft einen Bericht zum 100. Geburtstag von Iwan N. Stranski, Tagungsberichte über die ICTMC in Salford und die DRC/EMC in Fort Collins, sowie eine Übersicht über das noch weitgehend unbekanntes Kristallzüchtungsland Südkorea.

Zum Abschluß eine Bitte: Unterstützen Sie Herrn Ritter, damit das MB ein lebendiges Bild der Kristallzuchtlandschaft in Deutschland bleibt, unabhängig davon ob es weiter bei der gedruckten Auflage bleibt oder ob es eines Tages im Internet erscheinen wird.

Auf Wiedersehen in Karlsruhe!

Ihr  
Hans Jürgen Fenzl

PS. Es gibt praktisch kein Feedback über das MB! „mailen“ ist doch so einfach: Sagen Sie uns Ihre Meinung oder senden Sie Verbesserungsvorschläge.

## Notizen des Vorsitzenden

Schnell sind vier spannende und interessante Jahre von meiner Wahl - und Wiederwahl zum Vorsitzenden der DGKK - vergangen.

Der Start fiel zeitlich mit der Gründung des Instituts für Kristallzüchtung in Berlin, des Kindes der Vereinigung der beiden deutschen Staaten, zusammen. Bewährung für diese neue Einrichtung und das Bemühen um Akzeptanz am Anfang war Last und Aufgabe.

Leicht wurde es durch die Fairneß und Bereitschaft für alles Neue, die ich und meine Institutsmitarbeiter bei unseren Fachkollegen vorfanden.

Wir können heute von einer deutschen Kristallzüchtergemeinschaft sprechen, die das Allerbeste aus der Wiedervereinigung gemacht hat und, trotz aller bedrohlichen Wirtschaftsentwicklungen, gestärkt dasteht. Ich freue mich, etwas dafür getan zu haben und übergebe gerne Mühe und Freude des Amtes an Prof. G. Müller, Uni Erlangen, und seine Mannschaft. Richtig die Zeichen der Zeit verstehend, stammt diese überwiegend aus der Industrie. Der Spagat Uni - Industrie kann also gelingen. Viel Erfolg und Glück.

Ich möchte Sie sehr freundlich, aber dringend an die Freigabe Ihrer der DGKK vorliegenden Daten fürs Internet erinnern. Sie können dazu den Vordruck auf der hinteren Umschlagseite benutzen. Die nahezu einstimmig abgegebene Empfehlung der Mitgliederversammlung in Freiburg, die „DGKK und ihre Mitglieder im Internet abzubilden“ benötigt diese persönliche Zustimmung von Ihnen. Bitte reagieren Sie schnell, Sie tragen damit zu einer Verbreiterung unserer nationalen und internationalen Wirksamkeit bei.

Für die Kristallzüchtung stehen 1998, nach DGKK und DGK im März in Karlsruhe, wichtige Tagungen bevor: die ICCG XII in Jerusalem, die begleitende Schule in Rimini und eine bemerkenswert breit angelegte Internationale Schule für Kristallzüchtung von Herrn Scheel in Beatenberg (Schweiz).

Ich freue mich auf ein Wiedersehen,

Ihr Winfried Schröder

## Internet

### 1. Erinnerung! Bitte nicht vergessen!

Coupon (Umschlagseite hinten) zur Veröffentlichung der persönlichen Daten im Internet kurzfristig ausfüllen und an Herrn Walcher faxen.

## Titelbild

Cd-Te-Einkristall  
hergestellt aus der Gasphase nach einem modifizierten Markov-Verfahren

K. W. Benz, Kristallographisches Institut der Universität  
Freiburg

## 2. Mitteilungen der DGKK

### Der neue Vorstand

Am 1.1.1998 tritt der neue Vorstand seine 2-jährige Amtszeit an.



Neuer erster Vorsitzender ist Prof. Dr. Georg Müller, geboren 1941 in Fürth/Bayern. Nach dem Studium der Physik und Promotion an der Universität Erlangen-Nürnberg bei Prof. Mollwo über Cu-Dotierung bei ZnO wechselte er in die damals neugegründete Technische Fakultät der gleichen Universität über und baute ab 1975 am Institut für Werkstoffwissenschaften ein Kristalllabor auf.

Nach der Habilitation 1986 im Fachgebiet "Werkstoffe der Elektrotechnik" wurde er 1988 im Zuge einer Rufabwendung zum Professor berufen.

Seine Arbeitsgebiete sind einmal die Massivkristallzüchtung von Halbleiterkristallen (GaAs, InP, Si, Ge), die Analyse des Wärme- und Stofftransports bei Schmelzzüchtungsverfahren (z.B. mithilfe von Magnetfeldern, Zentrifugen- und Weltraumexperimenten). Seit 1994 wird von ihm als weiteres Thema die Untersuchung der Kristallisation von Chalkopyritverbindungen (CuInSe<sub>2</sub> und Verwandte) im Hinblick auf deren Verwendung als Dünnschichtszellzellen betrieben.

Die numerische Simulation von Kristallzüchtungsanlagen und -prozessen wird seit Mitte der achtziger Jahre von ihm forciert eingesetzt und in den letzten Jahren durch Entwicklung eigener Codes noch weiter ausgebaut.

Dem Vorstand der DGKK gehörte er bereits von 1984 – 1987 als Beisitzer an. Das DGKK Mitteilungsblatt hat er als dessen Herausgeber von 1986 – 1990 in die heutige Form gebracht.



Lothar Ackermann, geboren 1953 in Lahnstein, studierte Mineralogie an der Rheinischen-Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Nach dem Absolvieren einer Diplomarbeit auf dem Gebiet der analytischen Geochemie wechselte er 1979 zum Institut für Mineralogie und Kristallographie der TU-Berlin, wo er auf dem Gebiet der Hydrothermal- und Hochdrucksynthese von Germanaten und Hydroxyropen 1983 promovierte.

Anschließend arbeitete er ein Jahr als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TU-Berlin und züchtete hydrothermal übergangsmetallhaltige Glimmer. Von 1984 bis Ende 1986 arbeitete er als Assistent der Geschäftsleitung bei einem Feuerfesthersteller mit dem Verantwortungsbereich Kanada-USA und zeitweise Südamerika. Von 1986 bis 1990 baute er bei der Firma HAM eine neue Abteilung Kristalltechnologie auf. Neben der Züchtung von Nd-YAP, Er-YAP und Ti-Saphir Laserkristallen beschäftigte er sich intensiv mit Bearbeitungsproblemen von Laserkristallen. Seit 1990 ist er Geschäftsführer des FEE wo er sich mit inzwischen 16 Mitarbeitern mit der Züchtung kommerziell relevanten Laserkristallen und nicht-

linear optischen Kristallen beschäftigt. Das Spektrum reicht von YAG-, Galliumgranat-Vanadat- und Rubin-Laserkristallen bis zu Faraday-Dreher-Kristallen wie Terbium-Gallium-Granat.



Anke Lüdge wurde 1952 in Berlin geboren. Sie studierte an der TU Ilmenau in der Fachrichtung Theoretische Elektrotechnik. Von 1975 arbeitete sie am Zentrum für wissenschaftlichen Gerätebau der damaligen Akademie der Wissenschaften in Berlin auf dem Gebiet der Identifikation diffusions-behafteter Systeme in der Elektrochemie, womit sie 1987 promovierte.

Seit 1986 arbeitete sie dort und ab 1992 im neugegründeten Institut für Kristallzüchtung Berlin auf dem Gebiet der Floating Zone (FZ) - Siliziumkristallzüchtung. Sie befaßte sich mit der numerischen Modellierung des FZ-Verfahrens, der HF-Feldberechnung sowie der Wechselwirkung zwischen HF Induktionsspule und freier Schmelzoberfläche. Weiterhin arbeitete sie an der Charakterisierung des Kristallwachstums von Silicium mit Hilfe der am Institut entwickelten lateralen Photovoltage-Scanning Methode.



W.v.Ammon, geboren am 20.9.1950 in Regensburg, Studium der Physik an der TU München und der Uni Regensburg. Promotion auf dem Gebiet der Magnetfeldabhängigkeit von Lumineszenzerscheinungen in Tetracyanoplatinatkristallen. 1982 Eintritt in die Firma Wacker Siltronic. Hier befaßte ich mich zunächst mit der industriellen Züchtung von Siliziumeinkristallen nach dem Zonenziehverfahren.

1985 übernahm ich dann zusätzlich die Entwicklung der Einkristallzüchtung nach dem Czochralskiverfahren. Die Arbeitsschwerpunkte in meiner Entwicklungsgruppe sind derzeit die Verfahrensentwicklung für die 300 mm Kristallzüchtung sowie die Simulation der Kristalldefektbildung.



B. Weinert, geboren 1955 in Lengfeld im Erzgebirge, studierte an der Bergakademie Freiberg Nicht-eisenmetallurgie und promovierte dort 1986 auf dem Gebiet der SSD-GaP-Einkristallzüchtung. Nach seiner Assistentenzeit wechselte er 1984 in die Industrie zu Spurenmetalle Freiburg. Dort leitete er eine Gruppe für Produktion und Entwicklung für polykristalline III-V-Materialien und entsprechende Dotierstoffe.

Ab 1988 befaßte er sich mit der Entwicklung des HB-GaAs-Verfahrens bezüglich großer Durchmesser.

# Für Forschung und Produktion

## EINKRISTALLE

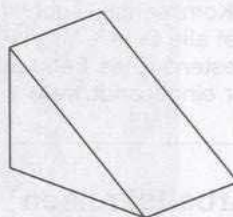
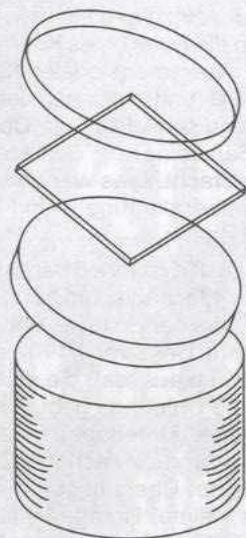
aus

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

Netscape - [Crystal]

Datei Bearbeiten Anzeigen Gehe Lesezeichen Optionen Verzeichnis Fenster  
Hilfe



Gehe zu:

# CRYSTAL

- Über uns
- Substrate und Wafer
- Kernstrahlungsdetektoren
- Optische Komponenten
- Lasersysteme
- Neuigkeiten
- E-mail Service

Wenn Sie mehr wissen möchten:  
<http://www.crystal-gmbh.com>

Tel.: 030/5388 17 0

Fax: 030/535 0436

Dokument: Übermittelt

1991/92 war er aktiv an der Reorganisation des III-V-Bereiches bei Spurenmateriale beteiligt und ist seit 1991 Entwicklungschef für GaAs. Das Arbeitsgebiet umfaßt dabei hauptsächlich die GaAs-LEC-Kristallzüchtung mit den Schwerpunkten Kristallgröße, -perfektion und -verunreinigungshaushalt und die Scheibenherstellung bis 6". Wobei jedoch Fragen alternativer Herstellungsverfahren (VGf/VB) und weiterer Verbindungshalbleiter eine nicht unwesentliche Rolle spielen.

#### DGKK Preiskomitee:

##### Aufruf zur Nennung von Vorschlägen

Das Preiskomitee wird während der Jahreshauptversammlung 1998 in Karlsruhe neu gewählt. Dieses Gremium besteht aus drei Mitgliedern der DGKK, die aber keine Vorstandsaufgaben wahrnehmen dürfen. Eine Wiederwahl der bisherigen Komiteemitglieder ist nicht zulässig. Der Vorstand bittet alle DGKK-Mitglieder um Vorschläge, die bis spätestens Ende Februar an den Schriftführer, H. Walcher eingesandt werden sollten.

### 3. Mitteilungen aus den Arbeitskreisen

Alle Interessenten am "DGKK-Arbeitskreis "Epitaxie von III/V-Halbleitern" und an den Workshops werden gebeten, sich beim Leiter des Arbeitskreises zu melden:

Prof. Dr. K. Heime  
Institut für Halbleitertechnik  
Lehrstuhl I  
RWTH Aachen  
Templergraben 55  
D-52056 Aachen  
Tel. 0241-80 7745  
Fax: -8888 199  
email: mailbox@iht.rwth-aachen.de

und folgende Informationen zu übermitteln:

Name, Vorname  
Titel  
Institut/Firma  
Adresse  
Tel./Fax/email-Adresse

### 4. Kristallzüchtung in Deutschland



**Iwan N. Stranski**  
100 Jahre

Am 2. Januar 1997 jährte sich zum 100. Mal der Geburtstag von Iwan N. Stranski. Aus diesem Anlaß hatten der Präsident und der Fachbereich Chemie der Technischen Universität Berlin sowie das Fritz-Haber-Institut der MPG zu einem Festkolloquium in die TU eingeladen. Den Festvortrag mit dem Titel „Schichtwachstum und die Form zweidimensionaler

Kristalle" hielt Prof. Dr. George Comsa vom Institut für Grenzflächenforschung und Vakuumphysik des Forschungszentrums Jülich. Zu einem anschließenden Empfang ins Harnack-Haus der Max-Planck-Gesellschaft in Berlin-Dahlem hatte das Fritz-Haber-Institut eingeladen.

Schon vor mehr als 100 Jahren gab es die Aussage von J. W. Gibbs, daß ein Kristall, um eine neue Netzebene bilden zu

können, einer Mindestübersättigung ausgesetzt werden muß. Der Wulffsche Satz machte dann eine Aussage über den Zusammenhang zwischen der Wachstumsgeschwindigkeit bzw. Oberflächenspannung der einzelnen Flächen und deren Zentralabständen, mit der man die Form eines Kristalls bestimmen kann. Volmer hatte den zweidimensionalen Keim postuliert, einen Ansatz über die zwei- und dreidimensionale Keimbildungshäufigkeit gemacht und schließlich die Oberflächendiffusion der molekularen Bausteine auf den wachsenden Flächen in die Diskussion gebracht. Dies war der Stand, als Stranski mit seinen Arbeiten über die Kinetik und Mechanismen des Kristallwachstums begann.

Den meisten Mitgliedern der DGKK ist I. N. Stranski sicherlich durch den Stranski-Krastanov-Mechanismus bei der Kristallisation auf Unterlagen, besonders der Epitaxie, und durch den Kossel-Stranski-Kristall bekannt. Der Stranski-Krastanov-Mechanismus zeichnet sich dadurch aus, daß die erste oder die ersten Monolagen fester an die Unterlage gebunden sind als beim Wachstum auf arteigener Unterlage. Diese Schicht kann schon bei einer Untersättigung aufwachsen. Das weitere Wachstum erfolgt dann nur bei Übersättigung, meist über zwei- oder dreidimensionale Keime. Demgegenüber spricht man vom Volmer-Weber-Mechanismus, wenn das Wachstum nur bei Übersättigung über die Bildung von dreidimensionalen Keimen erfolgt und vom Frank-van der Merwe-Mechanismus, wenn das Wachstum Netzebene für Netzebene erfolgt. Mit steigender Übersättigung kann ein Übergang vom Volmer-Weber- zum Frank-van der Merwe Mechanismus erfolgen. Ein sehr anschauliches Beispiel für den Stranski-Krastanov-Mechanismus ist die elektrochemische Unterpotentialabscheidung von Metallen.

Unter einem Kossel-Stranski-Kristall versteht man einen Modellkristall mit einem einfach kubischem Gitter, bei dem nur die Wechselwirkung zwischen erstnächsten Nachbarn berücksichtigt wird. Kossel und Stranski hatten damals gleichzeitig diesen Modellkristall benutzt um die energetisch unterschiedlichen Positionen an einem Kristall, insbesondere die der Halbkristallage (Stranski) bzw. die des wiederholbaren Schrittes (Kossel), die heutzutage oft als „kink" bezeichnet wird, zu beschreiben. Die weiteren Arbeiten wurden dann nur noch von Stranski, insbesondere auch zusammen mit R. Kaischew, durchgeführt. Sie lassen sich auch auf andere Kristallgitter übertragen und auf die Wechselwirkung zwischen weiteren Nachbarn ausdehnen. Es wurden damit die Gleichgewichtsformen von unendlich und endlich großen Kristallen ermittelt. Endliche Kristalle sind für die Keimbildung sehr wichtig, sie haben oft weniger Kristallflächen als große Kristalle. Das Gleichgewicht zwischen einer übersättigten Mutterphase und einer endlich großen Kristallfläche wird durch die mittlere Abtrennarbeit der obersten Netzebene bestimmt, die für alle Flächen gleich sein muß. Diese Ergebnisse ermöglichen wesentlich präzisere Aussagen über das Gleichgewicht zwischen Kristall und Mutterphase als der Gibbs-Wulffsche Satz. Man kann z.B. das chemische Potential einer Whiskerspitze und das der Seitenflächen angeben. Diese Berechnungen lassen sich auch bei Ionenkristallen, bei denen in erster Linie die Coulombsche Wechselwirkung mit großer Reichweite zu berücksichtigen ist, durchführen. Es ergab sich ferner, daß nur die Flächen der Gleichgewichtsform beim Idealkristall über zweidimensionale Keime und damit Netzebene für Netzebene wachsen können, und somit auch nur diese in der Wachstumsform auftreten dürfen. Darüber hinaus wurde von Stranski auch ein molekular-kinetischer Ansatz für die dreidimensionale Keimbildungshäufigkeit gemacht, der berücksichtigt, daß die Flächen des Keimes über zweidimensionale Keime entstehen.

Als Ende der Vierziger Jahre von Burton, Cabrera und Frank die Theorie des Kristallwachstum über Spiralen entwickelt wurde, brach für Stranski zunächst eine Welt zusammen,

MgO  
KTP  $SrTiO_3$   
Laserkristalle  
BGO  
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



# MaTeck

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

Telefon: 02461 - 690 740

Telefax: 02461 - 690 749

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

<http://www.physik.de/mateck>

## Unser Leistungsangebot:

- Kristallzüchtungen von Metallen und deren Legierungen
- Kristallpräparation (Formgebung, Polieren und Orientieren)
- Reinstmaterialien (99,9 - 99,9999 %)
- Substrate, Wafer, Targets ( $SrTiO_3$ , MgO, YSZ,  $NdGaO_3$ ,  $Al_2O_3$ , etc)
- Auftragsforschung für Werkstoffe und Kristalle

Material-Technologie



Kristalle

für FORSCHUNG, ENTWICKLUNG und PRODUKTION

obgleich bei der BCF-Theorie die Stranskischen Grundlagen sehr konsequent angewendet worden sind. Er pflegte zu sagen, „man muß zunächst den gesunden Kristall kennen, bevor man sich mit dem pathologischen befaßt“. Auch die PBC-Methode von Hartman und Perdok ist eine Anwendung der Stranskischen Ergebnisse; mit ihr ist es möglich auch für kompliziertere Strukturen die über zweidimensionale Keime wachsenden Flächen (Gleichgewichtsformflächen, F-Flächen), die über sogenannte eindimensionale Keime wachsenden Flächen ( $A_1$ -Flächen, S-Flächen) und die über sogenannte nulldimensionale Keime wachsenden Flächen ( $A_0$ -Flächen, K-Flächen) für Kristalle mit homöopolaren Bindungen, also endlicher Reichweite der Kräfte, zu bestimmen. Für Ionenkristalle hat die PBC-Methode keine physikalische Relevanz.

Von den vielen anderen Arbeiten Stranskis seien hier nur einige erwähnt. Die Ostwaldsche Stufenregel konnte über die Keimbildungsarbeit interpretiert werden, da diese nahe dem Umwandlungspunkt und bei nicht zu hohen Übersättigungen für die metastabile Phase kleiner ist als für die stabile.

Ein besonderes Interesse zeigte Stranski später für das Arsentrioxid, das als Kristall in drei verschiedenen Modifikationen, dem Arsenolith mit Diamant-Struktur, dem Claudetith I und II, beide mit einer monoklinen Schichtstruktur, sowie auch amorph als erzwungenes Kondensat auftreten kann. Beim Arsenolith konnte auch gezeigt werden, daß man die Gleichgewichtsform in Übereinstimmung mit dem Experiment ermitteln kann, wenn man neben den homöopolaren Bindungen die Coulomb-Wechselwirkungen berücksichtigt, da der Arsenolith-Baustein,  $As_2O_3$ , einen elektrischen Multipol bildet, sodaß zwischen den erstnächsten Bausteinen eine anziehende, zwischen den zweitnächsten aber eine abstoßende Wechselwirkung resultiert.

Es gibt zahlreiche Modelle über den Fremdstoffeinfluß auf die Wachstumsform von Kristallen. Ein Modell von Stranski und Knacke geht davon aus, daß der Fremdstoff reversibel und flächenspezifisch adsorbiert wird und damit eine Änderung der Form hervorruft ohne daß der Fremdstoff in den Kristall eingebaut wird. Gerade das ist meistens das Ziel einer Fremdstoffbeeinflussung, eine Formänderung ohne einen Verunreinigungseinbau hervorzurufen. Hier war es auch möglich, sehr deutlich zu zeigen, daß die Berechnung der Randspannung aus der Oberflächenspannung mal der Stufenhöhe zu sehr falschen Ergebnissen führen kann, da in die Randspannung nur die Wechselwirkung zwischen Bausteinen der selben Netzebene eingehen darf, was für die Oberflächenspannung nicht der Fall ist. Außerdem ist die Adsorption des Fremdstoffes, der auch schon das Lösungsmittel sein kann, in der Hohlkante der Stufe eine andere als auf der glatten Fläche.

Andere Arbeiten beschäftigen sich mit dem Schmelzvorgang, wobei nicht die Stabilität der Phasen, sondern die Kinetik des Vorganges im Vordergrund standen. Bei der Interpretation der Entstehung von Schneedendriten wurde berücksichtigt, daß alle Flächen des Eiskristalls von der arteigenen Schmelze, dem Wasser, vollständig benetzt werden, so daß eine quasi-flüssige Schicht auf der Oberfläche stabil ist. Dies ist auf das größere Volumen des Eises im Vergleich zum Wasser zurückzuführen. An den Kanten ist dies aber bei kleinen Dicken der quasiflüssigen Schicht, also bei nicht zu hohen Temperaturen unterhalb des Schmelzpunktes nicht der Fall, so daß sich hier  $H_2O$ -Moleküle aus der Gasphase direkt anlagern können und zu der sechszähligen Symmetrie der Schneekristalle führen.

Stranskis Arbeiten fanden auch große Resonanz und Anwendung in der Industrie, besonders im Eisenhüttenwesen und der Metallurgie. Bei der Überreichung der Carl Lueg Denkmünze

## 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.

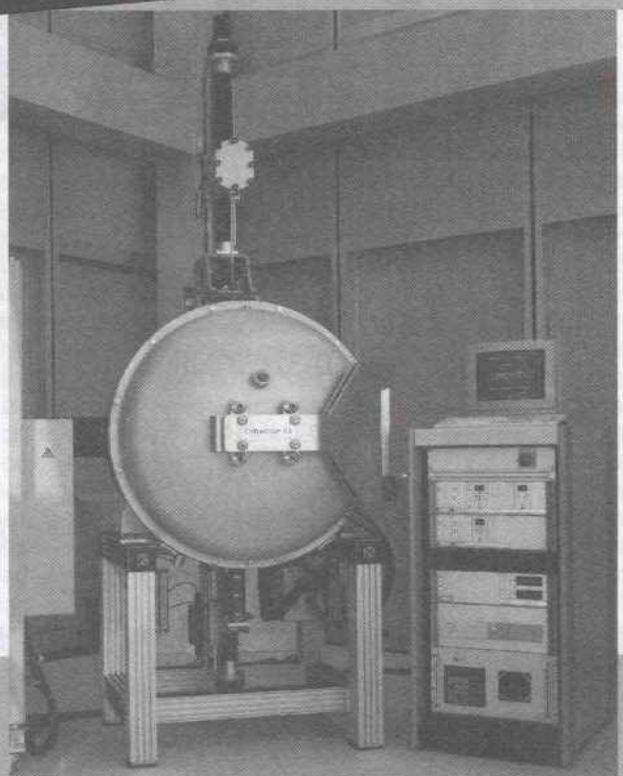
### ■ SPECIAL INSTRUMENTS ON CUSTOMERS SPECIFICATIONS.

*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 !**





durch den Vorsitzenden des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute wurde dies mit folgenden Worten charakterisiert: „Durch die Anwendung Ihrer Vorstellungen erhielten unsere Bemühungen um eine wissenschaftliche Durchdringung der Prozesse der Eisen- und Stahlherstellung wesentliche neue Impulse. So konnten weiterführende Erkenntnisse besonders über Fragen der Keimbildung neuer Phasen und über die Kinetik von Entkohlungs- und Desoxydationsvorgängen gewonnen werden.“

Eine ausführliche Darstellung der wissenschaftlichen Arbeiten von Stranski und seinen Lebenslauf findet man bei R. Kaischew (Journal of Crystal Growth, **51** (1981) 643 - 50) sowie R. Lacmann (Zeitschrift für Kristallographie, **156** (1981) 167 - 75; Berlinische Lebensbilder I. Naturwissenschaftler. Herausgeber: W. Treue u. G. Hildebrandt, Colloquium Verlag, Berlin, 1987, S. 329 - 42).

Arbeiten von Stranski werden auch heute noch angewendet und zitiert, wenn sich auch herausgestellt hat, daß das Kristallwachstum noch komplizierter und der Kristall noch pathologischer ist, als früher angenommen. Kristalle gleicher Herkunft haben unter den selben Wachstumsbedingungen unterschiedliche Wachstumsgeschwindigkeiten, so daß man die Wachstumsgeschwindigkeit eines einzelnen Kristalls nicht vorhersagen kann, sondern nur eine mittlere Wachstumsgeschwindigkeit. Auch bei der Interpretation dieser Dispersion der Wachstumsgeschwindigkeit muß man auf den Stranskischen Grundlagen für das Kristallwachstum aufbauen.

Stranskis Arbeiten wurden durch zahlreiche Ehrungen, die er gerne entgegennahm, gewürdigt. Immer war es ein Genuß, seinen witzigen und originellen Reden zuzuhören oder mit ihm nicht-fachlich zu plaudern. Erwähnt sei ein Zitat aus seiner Dankesrede als er Ehrensensator der TU Berlin wurde: „Man kann solch eine Ehrung verdienen, erdienen, erdienen, erdienen oder erdienen, jeder hofft, daß der erste der wirkliche Grund für die Ehrung ist“.

Auf anderen Gebieten hat sich Stranski ebenfalls sehr verdient gemacht. Vielen Menschen hat er in der chaotischen Zeit nach dem Kriege durch seine unerschrockene Haltung geholfen. Sehr erfolgreich hat er sich als Dekan, Prorektor und Rektor für den Wiederaufbau der TU Berlin eingesetzt. Eine sehr geistreiche Plauderei über das Schaffen in der Kunst und den exakten Wissenschaften stammt aus seiner Feder (Humanismus und Technik, **9** (1963) 21 - 25).

R. Lacmann, Braunschweig

## Auszug aus dem Tagesspiegel vom 18.7.97

### Kristallzüchtungs-Institut positiv bewertet

Der Wissenschaftsrat hat auf seinen Sommersitzungen in Erfurt die Arbeit des in Berlin-Adlershof gelegenen Instituts für Kristallzüchtung positiv beurteilt und die Fortsetzung der Förderung durch den Bund und das Land Berlin empfohlen. Die Züchtung hochwertiger Kristalle und deren Bereitstellung für Forschung und Technik stelle eine wichtige Grundlage für viele Bereiche der Materialforschung dar, heißt es in einer Stellungnahme. Die forschungsorientierten Serviceleistungen des Instituts seien allgemein anerkannt. An der Finanzierung dieses aus der Akademie der Wissenschaften der DDR hervorgegangenen Instituts sind der Bund und das Land zu je 50 Prozent beteiligt.

Der Wissenschaftsrat verabschiedete weitere vier Stellungnahmen zu Instituten mit gemeinsamer Bund-Länder-Förderung (Blaue Liste). Für drei Institute (Deutsches Institut für Erwachsenenbildung, Frankfurt am Main; Deutsches Übersee-Institut, Hamburg; Zentralstelle für Psychologische Information und Dokumentation, Universität Trier) wurde die uneingeschränkte Fortsetzung der gemeinsamen Finanzierung

durch Bund und Länder im Rahmen der Blauen Liste empfohlen. Beim Deutschen Institut für Internationale Pädagogische Forschung (Frankfurt am Main und Berlin) soll die Förderung als selbständige Forschungseinrichtung beendet, als Einrichtung mit Servicefunktion für die Forschung dagegen fortgesetzt werden. dpa

### und die Originalmitteilung des Wissenschaftsrates:

Die Züchtung hochwertiger Kristalle und deren Bereitstellung für Forschung und Technik gehört zu den strukturbestimmenden Aufgaben des **Instituts für Kristallzüchtung, Berlin**. Voraussetzung dafür ist die Erarbeitung der wissenschaftlichen Grundlagen für die Züchtung von wohldefinierten Kristallen einschließlich ihrer Charakterisierung. Dies stellt eine wichtige Grundlage für viele Bereiche der Materialforschung dar. Die Kristalle werden für Forschung und Industrie bereitgestellt; anwendungsorientierte Grundlagenforschung ist hierfür eine unerläßliche Voraussetzung. Insgesamt sind die forschungsorientierten Serviceleistungen des Instituts anerkannt. Die Weiterförderung in der Blauen Liste wird empfohlen. Das in Berlin-Adlershof gelegene Institut für Kristallzüchtung ist im übrigen das erste der nach der deutschen Einigung in den neuen Ländern gegründeten Institute der Blauen Liste, das vom Wissenschaftsrat im Rahmen der laufenden Begutachtungsrunde bewertet wurde.

## 5. Tagungsberichte

### Tagungsbericht ICTMC-11, 8.-12. September 1997, Salford, England

Die 11. International Conference on Ternary and Multinary Compounds, die im Rhythmus von zwei Jahren abgehalten wird, fand diesen Herbst nach Stuttgart im Jahr 1995 wieder in Europa statt. Sie stellt ein wichtiges materialwissenschaftliches Forum für die sog. Chalkopyrit-Halbleiter und abgeleitete Verbindungen dar. Der wohl prominenteste Vertreter der Chalkopyrite ist  $\text{CuInSe}_2$  (CIS), das seit einigen Jahren als Absorberschicht in kostengünstigen Dünnschicht-Solarzellen steigende Beachtung findet. So nahmen auch die Beiträge, die sich mit  $\text{CuInSe}_2$  oder den verwandten  $\text{CuInS}_2$  bzw.  $\text{CuGaSe}_2$ , beschäftigen, über die Hälfte der Vortragspräsentationen ein. Eine Übersicht des Tagungsprogramms mit beispielhaften Beiträgen der einzelnen Sitzungen ist im folgenden aufgeführt:

- Kristallzüchtung und Charakterisierung I - IV  
u.a. Druck und Massentransport während der Synthese von  $\text{ZnGeP}_2$ ; Berechnungen zur Kodotierung von  $\text{CuInS}_2$ ; elektrische und optische Charakterisierung von  $\text{CuGaSe}_2$ -Einkristallen; das System  $\text{CuInSe}_2$ - $\text{ZnIn}_2\text{Se}_4$ ; Einfluß der Ersetzung von Cu durch Zn
- Laserunterstützte Abscheideverfahren  
u.a. strukturelle und optische Eigenschaften von  $\text{CuIn}(\text{Te,Se})_2$ -Dünnschichten
- Photolumineszenz I + II  
u.a. Emissions- und Absorptionslinien von freien und gebundenen Excitonen in  $\text{CuGaSe}_2$ -Kristallen, Wachstum und Photolumineszenzspektren von hochwertigen  $\text{AgGaS}_2$ -Einkristallen
- Optische Eigenschaften I + II  
u.a. strukturelle und optische Eigenschaften von  $\text{CuIn}_2\text{Se}_{3.5}$ ,  $\text{CuIn}_3\text{Se}_5$  und  $\text{CuIn}_5\text{Se}_8$ ; Spektroskopie von einigen multinary Verbindungshalbleitern
- Nichtlineare Eigenschaften  
u.a. eine thermodynamische Studie eines Teils des P-T-X Phasendiagramms von ternären Systemen mit nichtlinear optischen Eigenschaften
- Magnetische Materialien  
u.a. Galvomagnetische Effekte von  $\text{CuInTe}_2$  bei niedrigen Temperaturen

- Defekt Studien I + II  
u.a. Punktdefekte und Löchertransport in  $\text{CuIn}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Se}_2$ -Epitaxieschichten, Einfluß der Zusammensetzung auf die strukturellen und optischen Eigenschaften von  $\text{CuInSe}_2$
- Ober- und Grenzflächen  
u.a. Eigenschaften der Grenz- und Oberflächen von Cu-Chalcopyrit-Halbleitern und Bauelementen, Mechanismus der Oxidation von  $\text{Cu(In, Ga)Se}_2$
- Neue Materialien und Prozesse I + II  
u.a. neue multinäre Verbindungen im System Cu-In-Cr-Se, ternäre Chalcogenide im TI-Zr-X(X=S, Se, Te) System
- Chemische Prozesse  
u.a. Herstellung von Chalcopyrit-Halbleitern durch elektrochemische Prozesse
- Abscheidungsverfahren, Analyse und Bauelemente  
u.a. In-situ Erforschung der Reaktionen im ternären Cu-In-Se-System mit Dünnschicht-Kalorimetrie
- Dünnschichten allgemein  
u.a. Wachstum und optische Eigenschaften von Ag-Sb-S-Dünnschichten, LPE von  $\text{CuInS}_2$
- $\text{CuInSe}_2$ -Dünnschichten I + II  
u.a. Phasenbeziehungen und Mikrostruktur in Volumenmaterial und dünnen Schichten im System Cu-In-Se
- $\text{CuInSe}_2$ -Bauelemente  
u.a. ternäre und multinäre Verbindungshalbleiter für photovoltaische Anwendungen
- Optische Bauelemente  
u.a. Bestimmung des Al-Gehalts in  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  Solarzellenstrukturen

Im Bereich der polykristallinen CIS-Dünnschichten für die Photovoltaik sei kurz auf einige Plenarvorträge verwiesen:

L.L. Kazmerski (National Renewable Energy Laboratory, Kalifornien) gab in seinem Beitrag  $\text{CuInSe}_2$  - a photovoltaic journey eine übersichtliche Zusammenfassung der Entwicklung der CIS-Solarzellen, die heute Spitzenwirkungsgrade von fast 18% erreichen. D. Cahen (Weizmann Institute of Science, Israel) stellte in seinem Vortrag einen Erklärungsansatz für die Stabilität der CIS-basierenden pn-Übergänge aufgrund von feldunterstützter Diffusion vor. Dieses Thema ist für das Langzeitverhalten von Solarzellen in bezug auf die bekannte hohe Mobilität von Cu von hoher Bedeutung. T. Wada (Matsushita Electric Ind., Japan) lieferte einen wichtigen Beitrag zur Aufklärung des Wachstumsmechanismus der CIS-Dünnschichten unter Beteiligung binärer Cu-Se und In-Se Zwischenphasen. Es wurde sehr deutlich, daß nur das tiefergehende Verständnis der mikroskopischen Vorgänge die heute erreichten Wirkungsgrade ermöglicht hat, und daß dieses Wissen im Rahmen der weiteren Optimierungen nun konsequent angewendet wird. Allerdings konnte man im Vortrag von F. Karg (Siemens Solar, München) erfahren, daß die Entwicklung großflächiger CIS-Module zusätzliche schwerwiegende Aufgaben im Hinblick auf die Stabilität bei Feuchte- und Wärmeeinwirkung stellt. Der jetzige Stand der Technik läßt jedoch vermuten, daß CIS-Solarzellen wohl in den nächsten wenigen Jahren zur Serienreife gelangen.

Neben den polykristallinen Dünnschichten war auch die Herstellung von einkristallinen Schichten ein Thema der Tagung. Einen hervorragenden Überblick über die Epitaxie der verschiedensten ternären und quaternären Halbleiter, von  $\text{CuGaSe}_2$  bis  $\text{Cu(Al,Ga)S}_2$ , wurde von S. Chichibu (Science University of Tokyo, Japan) gegeben. Der Inhalt der meisten Vorträge beschäftigte sich mit  $\text{CuInSe}_2$  und hier lag wiederum das Hauptgewicht auf der Charakterisierung der Schichten im Hinblick auf ihre elektrischen und optischen Eigenschaften im Vergleich zu polykristallinen Proben. R. Suzuki (Electrotechnical Laboratory, Japan) berichtete über Defektstudien mit Positronen-

spektroskopie an Cu- und In-reichen  $\text{CuInSe}_2$ -Proben, die mit MBE auf (100)-GaAs hergestellt wurden. Mit dem Einfluß der Stöchiometrie auf das Verhalten von  $\text{CuInSe}_2$  beschäftigte sich auch T. Ikari (Miyazaki University, Japan). Er stellte hierzu die ersten Messungen mit der Piezoelectric Photoacoustic Spectroscopy (PZT-PA) vor. In den Beiträgen zur Herstellung von einkristallinen  $\text{CuInS}_2$ -Epitaxieschichten lag das Hauptaugenmerk auf der Morphologie, dem Wachstum und der kristallinen Struktur. Auch bei diesem Material wurden die Eigenschaften im Vergleich zur Zusammensetzung der Schichten diskutiert, wie im Vortrag von R. Hunger (Hahn-Meitner-Institut, Berlin), der sich mit der Korrelation des Cu/In-Verhältnisses und der Kristallqualität bzw. dem Auftreten von Zwillings- und Stapelfehlern auf den (112) und (112)-Ebenen beschäftigte. Mit der genauen Kristallstruktur dieser  $\text{CuInS}_2$ -Schichten, die mit MBE auf (111)-Si abgeschieden wurden, setzte sich D. Su (Hahn-Meitner-Institut, Berlin) auseinander und belegte durch TEM-Studien, daß es sich bei untersuchten Proben nicht um die Chalcopyrit- sondern um die CuAu-Ordnung handelt.

Einen wichtigen Platz neben der Herstellung von Dünnschichten nahm die Volumenkristallzüchtung ein. Der Bereich Kristallzüchtung und Charakterisierung der diesjährigen ICTMC läßt sich grob in zwei Teilgebiete gliedern. Auf der einen Seite nehmen die Chalcopyrit-Verbindungen traditionell einen wichtigen Platz ein, auf der anderen Seite zeigt sich ein verstärkter Trend hin zu quaternären Verbindungen und solche die von der üblichen Stöchiometrie  $\text{I III VI}_2$  abweichen, den sogenannten Defekt-Chalcopyriten (z.B.  $\text{CuIn}_3\text{Se}_5$ ).

Bei den Chalcopyrit-Verbindungen sind vor allem die Materialien  $\text{CuInSe}_2$  und  $\text{CuInS}_2$  zu nennen. Es zeigte sich, daß die Ergebnisse der elektrischen Charakterisierung (z.B. an unterschiedlichen  $\text{CuInSe}_2$ -Kristallen) zwar in ihrer Tendenz übereinstimmen, im Detail aber deutlich voneinander abweichen. So besteht beispielsweise noch keine Klarheit über die Energieniveaus der intrinsischen Fehlstellen in diesem Material, bedingt durch Probleme bei der Züchtung von Kristallen mit definierter Stöchiometrie. Hier zeigte sich die Notwendigkeit guter Referenz-Einkristalle für derartige Untersuchungen. Neben diesen Verbindungshalbleitern wurden auch Beiträge zu  $\text{CuGaSe}_2$ ,  $\text{CuInTe}_2$  und anderen Chalcopyriten vorgestellt. Bei allen Untersuchungen standen die elektrischen Eigenschaften im Vordergrund.

Bei den quaternären Verbindungen lag der Schwerpunkt der Untersuchungen bei den Materialien  $\text{Cu(Ga}_x\text{In}_{1-x})\text{Se}_2$  und  $\text{CuIn(S}_x\text{Se}_{1-x})_2$ . Beide Mischkristallsysteme zeigen im Vergleich zu  $\text{CuInSe}_2$  eine vergrößerte Bandlücke, was für die Dünnschicht-Solarzellen im Hinblick auf höhere Leerlaufspannungen interessant ist. Im Bereich der Defekt-Chalcopyrite stand die Verbindung  $\text{CuIn}_3\text{Se}_5$  im Vordergrund, die sich an den Oberflächen der Absorberschicht ausbildet. Sie ist wahrscheinlich verantwortlich für den pn-Übergang in den Dünnschicht-Solarzellen.

Als Fazit läßt sich sagen, daß der Trend derzeit zwar schon zu komplexeren Verbindungen geht, daß aber das für das Basisverständnis wichtige Grundmaterial  $\text{CuInSe}_2$  noch nicht hinreichend charakterisiert ist, daß die aktuellen Kristalle nicht den Anforderungen bezüglich Kristallqualität und elektrischer Homogenität genügen. Diese Aufgabe wird auch in Zukunft die Kristallzüchter fordern und man darf auf die Ergebnisse der kommenden Konferenz gespannt sein.

Die nächste ICTMC findet 1999 in Taiwan statt. Es stellt sich jedoch die Frage, ob die rasche Innovation auf dem Sektor der CIS-Solarzellen und die zunehmende Bedeutung dieses Materials nicht eine eigene Tagung (CIS and related Materials?) rechtfertigen, die in kürzeren Abständen, dafür im kleineren Rahmen abgehalten wird.

Ch. Hack, B. Eisener, D. Wolf, G. Müller



# **ENGELHARD-CLAL**

*Für die Einkristallzüchtung:*  
Tiegel aus Platinwerkstoffen,  
Iridiumtiegel verschiedenster Abmessungen

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

*Temperaturmesstechnik:*  
Thermodrähte / Elemente für Hochtemperatur,  
Mantelthermoelemente, Messwiderstände

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

## **ENGELHARD-CLAL**

ENGELHARD-CLAL DEUTSCHLAND GmbH  
Lise-Meitner-Straße 7 · 63303 Dreieich  
Tel.: 0 61 03/93 45-0 · Fax: 0 61 03/3 47 87

EDELMETALLTECHNOLOGIEN FÜR ANSPRUCHSVOLLE ANWENDUNGEN

### 55. Device Research Conference (DRC) (23.-25. Juni 1997) und 39. Electronic Materials Conference (EMC) (25.-27. Juni 1997) in Fort Collins, Colorado

Im Frühsommer diesen Jahres fanden an der Colorado State University in Fort Collins (USA) die 55. Device Research Conference (DRC) des *Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.* (IEEE) und im Anschluß daran die 39. Electronic Materials Conference (EMC) der *Minerals, Metals & Materials Society* (TMS) statt. Auf beiden Tagungen wurden traditionell ausschließlich Beiträge in Form von Vorträgen gegeben. Bei insgesamt 69 (DRC) beziehungsweise 230 (EMC) Präsentationen in jeweils zweieinhalb Tagen fanden deshalb zwei beziehungsweise sechs Parallelsitzungen statt. Die Teilnehmer der DRC kamen aus 9 Ländern. 13 verschiedene Länder waren auf der EMC vertreten. Das stärkste Teilnehmeraufgebot stellten wie in den vergangenen Jahren die USA, wobei die Organisatoren durchaus daran interessiert sind, die Zahl der Tagungsteilnehmer aus anderen Ländern zu erhöhen. Eine Gesamtübersicht zur Teilnehmerstatistik ist in Tabelle 1 aufgeführt. Bemerkenswert ist die hohe Zahl der *student papers* (etwa 30% aller Beiträge), wobei die Qualität der Beiträge sehr variierte.

Sowohl die DRC als auch die EMC sind stark anwendungsorientierte Konferenzen; aus der in Tabelle 2 gegebenen Statistik der Vorträge, gegliedert nach den untersuchten Werkstoffen, sind Trends der gegenwärtigen Halbleiterforschung insbesondere in den USA zu erkennen. Ein sehr ausgeprägter Schwerpunkt der DRC beinhaltete wiederum die Forschung an elektronischen Bauelementen mit III/V-Halbleitern als Basis. Der Halbleiter Si und seine Varianten sind ebenfalls auch im Forschungs- und Entwicklungsstadium nach wie vor von großem Interesse. Si<sub>x</sub>Ge<sub>y</sub> war dagegen unerwartet schwach vertreten. Die EMC mit mehr auf der Werkstoffseite gelegenen Präsentationsinhalten zeigte einen Rückgang der Si-Forschung, jedoch hat sich die Zahl der Vorträge zu SiC im Vergleich zur entsprechenden Tagung vor zwei Jahren mehr als verdoppelt. Bemerkenswert ist auch die hohe Zahl der Beiträge zu GaN.

Zwei Beiträge der Arbeitsgruppe von Professor Kohn (Universität Ulm, Deutschland) fielen mir während der DRC auf. Die ersten Schottkydioden auf synthetischen Diamantkristallen, die bei Temperaturen von 1000 °C arbeiten, waren Inhalt des ersten Vortrages. Außerdem wurde über FET-Strukturen, die direkt auf gleichartigem Ausgangsmaterial erzeugt wurden, berichtet. Ein sehr interessanter *late news* Beitrag stellte die Verbindung zur EMC her: G.E. Bulman (Firma Cree Research, Durham, USA, in Zusammenarbeit mit University of Raleigh und University of Providence) trug über den ersten InGaN-GaN MQW Laser, hergestellt auf qualitativ hochwertigen 6H-SiC Spaltflächen, vor. Die Lebensdauer dieser Bauelemente beträgt mehr als 30 Minuten. Diese Neuigkeit wurde dann auch gleich nochmals auf der EMC vorgetragen. Eine eindrucksvolle Entwicklung wurde durch einige Vorträge auf dem Gebiet der Laser und LEDs für den Bereich des mittleren Infrarotes dargestellt. Die Forschung an MOCVD gezüchteten InAsSb/InAsP Schichten ist in den vergangenen Jahren sehr erfolgreich gewesen. A.A. Allerman, R.M. Biefeld und S.R. Kurtz (Sandia National Laboratory, Albuquerque, USA) berichteten über Laser mit 3,86 µm Wellenlänge (240 K) und 100 mW Leistung (80 K) sowie LEDs mit mehr als 100 µW Leistung (Raumtemperatur). S.-S. Pei (University of Houston, USA in Zusammenarbeit mit Philips Laboratories und Naval Research Laboratory) hat mit einem auf einem Antimonid basierenden Typ II-Kaskade Laser Betriebstemperaturen bis zu 225 K und Leistungen bis 270 mW (80 K) erreicht. Die Anwendung dieser Bauelemente für chemische Sensoren und militärische Zwecke wird in nicht zu ferner Zukunft erwartet.

Die Organisatoren der Konferenzen gestalteten neben dem sehr ausgefüllten wissenschaftlichen Vortragsprogramm zu-

sätzliche Höhepunkte im Tagungsprogramm. Dazu gehörten die *rump sessions* am zweiten Abend der DRC, die im Anschluß an ein *cookout* im alten Universitätsgelände zu Themen wie „What will stop Si?“ veranstaltet wurden. Neben vorbereiteten Kurzbeiträgen trug sicher auch das Bier der lokalen Brauereien der Stadt Fort Collins zu den angeregten Diskussionen bei. Bei einem *picnic* im Lory State Park am Fuß der Rocky Mountains während der EMC gab es nicht nur für die Tagungsteilnehmer aus Asien und Europa Gelegenheit, etwas Wild-West-Atmosphäre zu erleben. Im Rahmen der Tagungswoche fand eine Industrieausstellung im Kaffeepausensaal statt.

Veröffentlichungen zu den Beiträgen der EMC erscheinen im *Journal of Electronic Materials*. Im folgenden Heft wurden schon die Zusammenfassungen sämtlicher Tagungsbeiträge aufgeführt: Volume 26, No. 7, July 1997.

Cornelia Beilharz, Kristallographisches Institut der Universität Freiburg i.Br.

Tabelle 1: Teilnehmerstatistik und Beiträge nach Herkunftsländern

	DRC		EMC	
	Teilnehmer	Beiträge	Teilnehmer	Beiträge
USA	263	54	391	155
Japan	32	7	39	34
Germany	9	3	11	11
United Kingdom	7	1	10	2
Canada	4	—	2	2
Korea	3	2	2	1
France	2	—	5	5
Israel	—	—	6	6
Russia	—	—	3	7
Sweden	2	—	3	4
Taiwan	2	2	—	—
Singapore	—	—	1	1
Slovakia	—	—	—	1
China	—	—	—	1
gesamt	324	69	473	230

Tabelle 2: Übersicht über die Vorträge nach Materialgruppen

	DRC	EMC
Si	19	8
Si <sub>1-x</sub> Ge <sub>x</sub> und Si <sub>1-x</sub> yGe <sub>x</sub> C <sub>y</sub>	2	11
SiC	13	22
III/V-Halbleiter ohne GaN	23	109
GaN	5	26
II/VI-Halbleiter	—	12
organische Werkstoffe für die Elektronik	—	11
CuInSe <sub>2</sub> und Verwandte	—	5
sonstige	5	17
materialunabhängig	2	9

## 6. Übersichtsartikel

### Kristallzüchtung in Süd-Korea -

Impressionen vom 12. Meeting der KACG, 11. - 13. 06.1997 in Seoul

Ich sitze im „Hyundai“ meines koreanischen Freundes Dr. Han-Jun Koh (er war vor drei Jahren gemeinsam mit mir Gastkristallzüchter am Fukuda-Labor der Tohoku Universität in Sendai, Japan), der mit all seinen Ortskenntnissen versucht, die 30 km zwischen dem Internationalen Flughafen in Seoul-Kimpo und dem „Olympic Park Hotel“ so schnell als möglich zurückzulegen. Doch der Versuch scheitert schon kurz hinter dem Flughafens am „stop-and-(sometimes)go“. Da hilft auch nicht die Nutzung des pro Fahrtrichtung bis zu vier Fahrspuren breiten „Olympic Expressway“'s entlang des gewaltigen Flusses Hang-gang, der Alt- und Neustadt von Seoul zerschneidet und gleichzeitig durch seine zahlreichen imposanten Brücken

miteinander verbindet. Erst nach drei Stunden erreichen wir unser Ziel. Ein solches 10 km-Stundenmittel sei üblich für die 10-Millionen-Stadt Seoul, berichtet mir mein Begleiter, und fügt sogleich hinzu, daß hier alle mit einer „koreanischen Zeit“ leben würden, die fast immer von beträchtlichen Verspätungen geprägt sei.

Im „Olympic Park Hotel“, umgeben vom schönen Ambiente der olympischen Wettkampf- und Erholungsstätten aus dem Jahr 1988, fand vom 11. bis 13. Juni 1997 das 12. Meeting der (Süd)Koreanischen Vereinigung für Kristallzüchtung (Korean Association of Crystal Growth - KACG) statt. Wohl schon traditionell hatte man diese Veranstaltung mit dem 4. gemeinsamen koreanisch-japanischen Symposium zur Kristallzüchtung von Elektronikmaterialien verkoppelt, das vor einigen Jahren von Prof. T. Fukuda aus Sendai (Japan) aus der Taufe gehoben wurde und von ihm besonders gefördert wird. So stellte auch Japan mit 11 Teilnehmern die größte ausländische Delegation. Darüber hinaus waren Einladungen an je einen Gast aus USA, China, Singapore und Deutschland ergangen. Noch am Vorabend der Tagung erfahre ich von den koreanischen Kollegen die folgenden interessanten Fakten zur nationalen Entwicklung der Kristallzüchtung und KACG:

Das Forschungsgebiet der Kristallzüchtung ist noch sehr jung in (Süd)Korea. Die gezielten Anfänge gehen in die achziger Jahre des „Aufbruches“ zurück, als auch 1987 mit der industriellen Siliciumzüchtung bei der „Lucky Advanced Materials Inc. (LAMI)“, einer Tochtergesellschaft der „Lucky Gold Star“-Gruppe, begonnen wurde (heute, also nach der kurzen Zeit von nur zehn Jahren, gehört dieses Unternehmen, das mittlerweile den Namen „LG Siltron Inc.“ trägt, zu den größten und modernsten Siliciumherstellern der Welt; s.u.). Die historisch längste Tradition mit Relevanz zu Kristallisationsprozessen besitzt natürlich in Korea das Gebiet der Keramikherstellung - ein tausendjähriges Handwerk, dessen bezaubernde Töpfererzeugnisse (Seladonkeramik) heute weltbekannt sind.

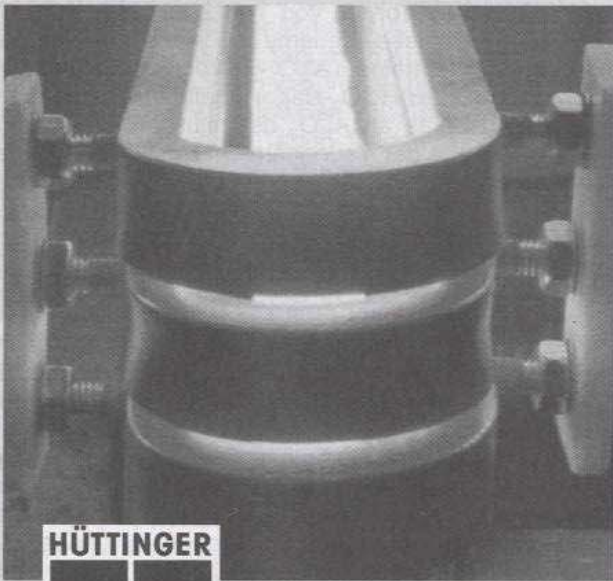
Die KACG wurde im Jahre 1990 von damals 50 Mitgliedern gegründet. Erster Präsident war der Akademiker Dr. You Song Kim, Professor für Materialwissenschaften und -ingenieurwesen der Technischen Universität in Pohang. Er selbst hielt einen Vortrag auf dem 12. KACG-Meeting zu Dünnschichten aus magneto-optischen Materialien ( $(Y,RE,Bi)_3Fe_5O_{12}$ ) für die Anwendung in Bauelementen mit Faraday-Effekt. Seit 1991 gibt die KACG ein eigenes Journal mit wissenschaftlichen Beiträgen (in Koreanisch und Englisch) heraus, welches seit 1994 in vier Ausgaben pro Jahr erscheint. Zweimal im Jahr organisiert die KACG einschlägige Meetings. Seit der ICCG-10 in San Diego 1992 ist die KACG Mitglied der Internationalen Organisation für Kristallzüchtung (IOCG). Nachdem von 1993 bis 1996 Dr. B. S. Jeon das Präsidentenamt inne hatte, liegt seit Januar 1997 die Leitung in den Händen von Prof. Dr. E. H. Hwang (Seoul). Der äußerst rührige Sekretär der KACG ist Prof. Dr. Chang-Sung Lim vom „Ceramic Materials Institute (CIM)“ der Hanyang-Universität in Seoul, der sich wissenschaftlich mit zahlreichen Fragestellungen u.a. zur Sinterung von SiC-AlN-Mischungen (Erhöhung der Bruchfestigkeit), Kohlenstoffinterkalation und „floating zone“-Züchtung von  $LiTaO_3$  beschäftigt. Grundsätzlich spielt die Seouler Hanyang-Universität eine tragende nationale Rolle in der Grundlagenforschung zur Kristallzüchtung und im Leben der KACG. Hier ist auch Prof. Dr. Keun Ho Auh tätig, der von Beginn an als Vizepräsident der KACG fungiert. Er leitet u.a. die Züchtung von  $LiNbO_3$  mit ZnO-Dotierung (zur Reduzierung des photorefraktiven Effektes),  $LiTaO_3$ ,  $CaF_2$  (nach der Stockbarger Methode) und 6H-SiC-Volumenkristallen nach der Sublimationsmethode. Dieses Institut war auch mit zahlreichen Beiträgen auf dem 12. KACG-Meeting vertreten.

Zu vermerken ist, daß die KACG, die mittlerweile 400 Mitglieder zählt, neben den typischen Standbeinen der Kristall-

züchtung (bulk-Züchtung und Epitaxie) auch breitere interdisziplinäre Interessen, wie z.B. der Material- und Ingenieurwissenschaften vertritt. Probleme der Materialsynthese, Interkalation, Oberflächenvergütung, polykristalliner Gefüge, Zeolithe und Kalkbrennung spielten auf der Tagung eine wichtige Rolle und wurden in einem speziellen Untersymposium zu „crystalline particles“ abgehandelt. Eröffnet wurde diese Sitzung mit einem Einladungs-vortrag von Tun Zhu, Institute of Chemical Metallurgy, Chinese Academy of Science, zur Preparation von hochreinem ultrafeinem  $Al_2O_3$ -Pulver, wobei als Zwischenprodukt  $NH_4AlO(OH)HCO_3$ -Nanokristalle entstehen, deren Größe die Ausbeute an  $Al_2O_3$  beeinflussen. Chinho Park und Mitarbeiter aus der Yeungnam-Universität in Kyongsan, Korea, berichteten über die erfolgreiche Veredlung von Graphitoberflächen mit SiC mittels CVD-Prozeß, ein Arbeitsgebiet das auch für den Kristallzüchter, der mit Graphitaufbauten in Czochralskikesseln oder Bridgmananlagen zu tun hat, sowie für Epitaxieprozesse (z.B. LPE) von hohem Interesse sein dürfte.

Themen zur eigentlichen Kristallzüchtung wurden in zwei weiteren Parallelsymposia behandelt - „ $LiNbO_3$ ,  $LiTaO_3$  and other ferroelectrics“ und „Si and other semiconductors“. Ersteres wurde von T. Fukuda, IMR, Tohoku-Universität in Sendai, Japan, mit einem Einladungs-vortrag zu modernen Trends in der  $LiTaO_3$ - und  $LiNbO_3$ -Züchtung eröffnet. Er verwies auf die wichtige Rolle der Reinheit und Zusammensetzung der Ausgangsmaterialien sowie das Ziehen in geringen axialen Temperaturgradienten. Für das Jahr 2000 wird eine Plättchenstückzahl solcher Kristalle weltweit von über 300 Mio vorausgesagt, um der steigenden Nachfrage der Industrie für die Herstellung von SAW-Bauelementen (mobiles Funknetz), IR-Detektoren, optischen Schaltern u.a. gerecht zu werden. Insbesondere SAW-Bauelemente erfordern eine hohe Oberflächengüte der Kristallscheiben, wozu sich eine großflächige Veredlung mittels LPE aus einer  $LiNbO_3$ - $LiVO_3$ -Schmelzlösung bewährt hat (in Kooperation mit NGK Insulators Ltd., Japan). Einen sich daran anschließenden weiteren Einladungs-vortrag hielt J. J. Derby, University of Minnesota, Minneapolis, USA, zur 3-D-Modellierung von Transport- und Wachstumsstadien bei der Züchtung von KTP- und KDP-Kristallen aus wäßriger Lösung. Die Ergebnisse trugen ganz wesentlich dazu bei, ein optimales Durchmischungsprogramm mit Beschleunigungsintervallen (ACRT) für die Züchtung großer einschlußfreier Kristalle hoher Perfektion zu finden. T. Sasaki, Osaka University, Japan, untersuchte den Einfluß der Milieufeuchtigkeit und gezielter Temperprogramme auf die Stabilisierung von Struktur und Brechungsindex von  $CsLiB_6O_{10}$  (CLBO)-Kristallen, die zwar eine höhere Effizienz der 4. und 5. „harmonic generation“ als BBO-Kristalle aufweisen, aber hygroskopischer als diese sind. H. Kawanaka aus dem Fukuda-Labor der Tohoku-Universität in Sendai stellte neue piezoelektrische Kristallmaterialien vor, wie  $La_3Ga_5SiO_{14}$  (Langasit, LGS),  $La_3Nb_{0.5}Ga_{5.5}O_{14}$  (LNG),  $La_3Ga_{0.5}Ga_{5.5}SiO_{14}$  (LTG), die weit bessere elektromechanische Kopplungsfaktoren und eine größere Bandbreite als Quarz und zudem nahezu temperaturunabhängige piezoelektrische Koeffizienten besitzen und mit der Czochralskimethode gezogen werden (1 mm/h, 2 Zoll). D. H. Yoon von der Sung Kyun Kwan Universität in Suwon, Korea, berichtete von Ergebnissen zur Züchtung einkristalliner  $LiNbO_3$ -Fadenkristalle nach der „ $\mu$ -pulling-down“-Methode (schnelles Abziehen aus einem hängenden Schmelztröpfchen). Von T. C. Chong, Data Storage Institute of Singapore, wurden nach der TSSG-Methode gezogene Rb-dotierte  $KNbO_3$ -Kristalle analysiert, die ein besseres „phase matching“ als undotierte KN-Kristalle erlauben. Aus der Postersitzung wurde ersichtlich, daß an einigen weiteren (süd)koreanischen Instituten intensiv an der Kristallzüchtung, insbesondere oxidischer Materialien für die nichtlineare Optik, gearbeitet wird. Verbesserte SHG-Eigenschaften werden mit MgO-dotierten  $LiNbO_3$ -Kristallen erzielt, die nach der Czochralskimethode am „Korean Institute of Science

# HÜTTINGER



Hüttinger Elektronik GmbH + Co. KG,  
 Elsässer Strasse 8, D-79110 Freiburg im Breisgau  
 Tel.: +49-761-89 71-0, fax: +49-761-89 71-150  
 email: info-ec@hueffinger.com, Internet: <http://www.hueffinger.com>.

## Spitzentechnologie der Induktionserwärmung

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

Ob für klassische Erwärmaufgaben, 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

Wir sind weltweit am internationalen Markt als OEM-Zulieferer der Laser-, Präzisionsoptik, Beleuchtungs- und Lichttechnik tätig.

- Plan- und Keilplatten, Prismen, Linsen
- Laserstäbe, Laserslabs, Flow tubes, Flow plates, Laserstabreparaturen, Lasercavities
- Laserkeramik-Reflektoren, technische Keramik
- Kristalloptik, Kristallbearbeitung, Kristalle
- Saphiroptik
- Coatings, Laserschichten, Spiegel
- Filter, Displays
- Materialien

consulting

# FRANK OPTIC PRODUCTS

Materials . . . . .  
 Components . . . . .  
 Systems . . . . .

Frank Optic Products  
 Lange Lemppen 9  
 D-89075 Ulm  
 Phone +49 (0)7 31/55 49-75  
 Fax +49 (0)7 31/55 49-77  
 D1 +49 (0)1 71/704 54 91

and Technology" (KIST) in Seoul gezogen werden. Am „Research Institute of Industrial Science and Technology“ (RIIST) in Pohang wird der spezielle Einfluß von Sauerstoff auf die Eigenschaften von  $\text{LiNbO}_3$ - und  $\text{LiTaO}_3$ -Kristallen analysiert.

Das Symposium zu Halbleiterkristallen wurde mit einem Einladungsvortrag des Berichterstatters zu den derzeitigen Aufgaben und Arbeitsergebnissen des IKZ Berlin eröffnet. Hauptaugenmerk der Ausführungen war die Züchtung versetzungsreduzierter GaAs-Kristalle nach einer modifizierten LEC-Methode mit As-Dampfdruckkontrolle. Diskussion und anschließende Gespräche ergaben, daß es zur Zeit in (Süd)Korea keine Aktivitäten zur Züchtung von GaAs und weiterer III-V-Kristalle gibt, nachdem diese vor ca. zwei Jahren sowohl bei „LG Cable & Machinery Ltd.“ als auch im „Sam-Sung Central R&D Centre“ und am KIST vorübergehend eingestellt wurden, jedoch heute über eine mögliche Wiederaufnahme, insbesondere bei führenden koreanischen Elektronikfirmen, nachgedacht wird. Es folgte ein Vortrag von K. Kakimoto, Kyushu University in Kasuga, Japan, zur 3-D-Modellierung und Untersuchung des Einflusses von Magnetfeldern auf den Sauerstofftransport und -einbau bei der Czochralskizüchtung von Silicium. Er zeigte den sensiblen Zusammenhang zwischen Magnetfeldstärke, Tiegelposition und Temperaturdifferenzen im Schmelzvolumen und der im Kristall eingebauten Sauerstoffkonzentration. Eine tatsächliche Reduzierung und Kontrolle im Magnetfeld ist nur möglich, wenn Benard-Instabilitäten verhindert werden können („kalter“ Tiegelboden). K.W. Yi von der Nationalen Universität in Seoul, Korea, knüpfte an diesen Vortrag mit beeindruckenden Ergebnissen zur numerischen Modellierung des Oszillationsverhaltens von Sauerstoff in CZ-Silicium-Schmelzen und -Kristallen an. In Abhängigkeit von Rotation und Temperaturgradient entstehen nicht-achsensymmetrische Verteilungen in der Schmelze sowie Einbaufrequenzen die gegenüber den Temperaturoszillationen verschoben sind. Die Beherrschung der Sauerstoffkonzentration in Silicium spielte auch in den Vorträgen von M. Kimura von Shin-Etsu in Isobe, Japan, und K. Terashima vom Silicon Melt Advanced Projekt des Shonan Institute of Technology, Japan, eine vorrangige Rolle. So wird bei der CZ-Züchtung von 200-300-mm-Kristallen in einem horizontalen Magnetfeld eine niedrige homogene O-Verteilung bei gleichbleibender Kristallqualität erzielt. Die beobachtete Zunahme der Sauerstoffkonzentration bei Bordotierung wird entweder auf die dadurch erhöhte O-Löslichkeit in der Schmelze oder forcierte Quarztiegelzerersetzung zurückgeführt. Gleichfalls nimmt auch die Verdampfungsrates von  $\text{SiO}$  von der Schmelzoberfläche mit der Bor-konzentration zu.

D.H. Kim vom Korean Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) in Taejon zeigte Computerberechnungen zur Dynamik des Krümmungsmaßes der wachsenden Phasengrenze bei der BGO-Züchtung nach der Heat Exchange Method (HEM) - einem modifizierten Bridgmanverfahren, dessen Vorteil in einer besseren Temperaturfeldbeherrschung durch die zusätzliche, kontrollierte Keimkühlung besteht.

Zur Züchtung von SiC-Einkristallen wurde ein Vortrag von J. Takahashi, Nippon Steel Corp. Japan und ein Poster von H.M.Kim et al., Hanyang University Seoul, Korea, präsentiert. Während im Vortrag über die Verhinderung von „micropipes“ beim Wachstum von 2-Zoll-Kristallen in [1100]- oder [1120]-Richtung (allerdings mit leicht erhöhter Stapelfehlerkonzentration) berichtet wurde, befaßte sich das Poster mit der Sublimationszüchtung von 33-mm-Kristallen in [0001]-Orientierung und mit Wachstumsgeschwindigkeiten von 300-700 mm/h in einer Eigenbauanlage. Homoepitaktische 6H-SiC-Schichten, aufgewachsen in einem CVD-Reaktor bei 1500 °C und einem C/Si-Verhältnis von 2, wurden in einem Poster von S.J.Jang et al. aus der Dongshin Universität in Naju, Korea, gezeigt.

Die Epitaxie von GaN-Schichten auf verschiedenen orientierten Saphirsubstraten wurde in zwei koreanischen Beiträgen vorgestellt. E.Y. Yoon, Seoul National University, zeigte Vorteile einer Tieftemperaturprozeßführung bei 500 °C mittels „Plasma Enhanced MOCVD“. Y. Kim et al. von der Kyonggi Universität in Suwon untersuchten in ihrem Poster den Orientierungseinfluß der Substrate auf das Wachstum und die Schichthaftbarkeit beim OMVPE-Prozeß.

Die sehr interessante Vortragsitzung zu Halbleitermaterialien wurde durch Beiträge von T. Ogawa, Gakushin University in Tokyo, Japan (optical dark field imaging for characterization of semiconductors), C.H. Park, Yeungnam University in Kyongsan, Korea (investigation of the gas dynamics in an upflow OMVPE reactor by Raman scattering) und H.K. Baik, Yonsei University in Seoul (investigations of Pd-based hybrid ohmic contacts to high/low doped n-type GaAs) abgerundet.

Am letzten Tag nach dem Meeting nutzte ich das äußerst interessante Angebot der koreanischen Kollegen zu Besuchen im KAIST in Taejon (ca. 200 km südlich von Seoul) und in der LG Siltron Inc. in Kumi (ca. 100 km in süd-östlicher Richtung von Taejon). Das im Jahre 1981 gegründete KAIST ist eine führende Wissenschafts- und Ausbildungseinrichtung (Süd)Koreas mit knapp 1000 Mitarbeitern und über 6000 Studenten, die hier ausschließlich Diplom- und Doktorurse absolvieren. Kristallzüchtungsforschung wird u.a. am Dept. of Chemical Engineering insbesondere zur numerischen Modellierung von Transportprozessen und zur Züchtung elektronischer und optischer Kristalle (BGO) mit der HB- und HEM-Methode durchgeführt (Prof. Dr. Do Hyun Kim, s.o.). Weiterhin wurden mir die Labors von Prof. Dr. Seong Ihl Woo zur Chemie und Physik von Oberflächen gezeigt. Ein zentrales Thema ist die CVD-Abscheidung ferroelektrischer Dünnschichten und ihre Charakterisierung (ESCA, AUGER, ISS, SIMS, LEED, UPS u.a.) mit dem Ziel einer möglichen Anwendung in 1G DRAMs und FRAMs.

Einen abschließenden Höhepunkt meines kurzen Aufenthaltes in (Süd)Korea bildete der Besuch der LG (Lucky Goldstar) Siltron Inc., einem führenden Hersteller von Silicium-Kristallen und -Scheiben nicht nur in Korea sondern mittlerweile in ganz Asien. Binnen kürzester Zeit stieg der Produktionsumfang dieser Tochtergesellschaft der LG-Gruppe von ca. 40 MSIE im Startjahr 1987 auf über 250 MSIE im Jahre 1996. Seit zwei Jahren sind zahlreiche neue, nach modernsten Gesichtspunkten gebaute Produktionshallen für die CZ-Züchtung von Siliciumkristallen (200-mm Durchmesser, 300-mm begonnen) und Waferpräparation sowie -verarbeitung in Kumi, dem „Silicon Valley“ Koreas, im Betrieb. Der langgewährte Blick in die Züchtungshallen war überwältigend - über hundert Czochralskianlagen (Mitsubishi, Hamco und Leybold), darunter einige mit CUSP-Magneten ausgerüstet, bilden das „Herz“ der Firma. Für dieses überwältigende Erlebnis und die sehr offene Gesprächsbereitschaft bin ich besonders den Herren Dr. Hak-Do Yoo, Direktor des R&D Center, und Woomyung Hahn, Manager des Kristallzüchtungsteams, zu Dank verpflichtet.

Insgesamt gilt der besondere Dank an die Herren Professoren K. H. Auh und Ch. S. Lim vom KACG-Vorstand für die Einladung zu diesem perfekt organisierten Meeting. Ganz besonders möchte ich mich auch bei Herrn Dr. H. J. Koh, meinem Begleiter und Betreuer, sowie seinen Vorgesetzten aus der LG Cable & Machinery Ltd. für die außerordentliche Gastfreundschaft und Mühe mir gegenüber bedanken. Ich konnte mich mit eigenen Augen davon überzeugen, daß dieses Korea auch einen „hohen Gang“ in der Kristallzüchtung eingelegt hat, worüber wir sicher noch viel hören werden.

Peter Rudolph

**Schmunzelecke**

*Ein Land, das seine Forschung nicht pflegt,  
ist wie ein Baum mit verdorrenden Wurzeln.  
(Klaus von Tshotha, Wissenschaftsminister BaWü, März '96)*

*Die typisch deutsche Ingenieurlösung:  
Kann alles – braucht ewig – ist (zu) teuer.*

*Takt ist die Fähigkeit, einem anderen auf die Beine zu helfen,  
ohne ihm dabei auf die Zehen zu treten.  
(Curt Goetz)*

*Der Wert von Diamanten und Menschen kann man erst ermitteln,  
wenn man sie aus der Fassung bringt.*

*Der Chef ist nicht der, der etwas tun läßt,  
sondern der der das Verlangen weckt, etwas zu tun.  
(Edgar Pisani)*

*Menschen sind keine Kostenfaktoren,  
sondern Erfolgsgaranten.*

*Wer an Qualität spart, um Kosten zu sparen –  
der hat verloren.*

*Man muß Veränderungen herbeiführen,  
solange es einem noch gut geht.*

*Struktur, Abteilungen und Funktionen eines Unternehmens  
müssen ständig an dessen Umwelt angepaßt werden –  
umgekehrt geht's nicht.*



# PHYSIKER

MENSCHEN WIE DU UND ICH

JOBSUCHE

Wir suchen **Klinkenputzer!**  
Auf Provisionsbasis.  
Geldhaie zugebissen!  
Bardamen gesucht!  
*Gold & Silber*  
**HULA-HULA TANTERIN**  
**CLUB-NE-BAD**  
1000 € im Jahr!  
Was ist das?

Der Beste ist uns gerade gut genug  
Wir suchen zum nächstmöglichen Zeitpunkt eine/n  
**Diplom-Physiker/in,**  
die/der technisch versiert ist und eine interdisziplinäre und anspruchsvolle Herausforderung nicht scheut.

wir erwarten:

- mehrjährige Erfahrung in exp. Hydrodynamik, davon mind. 3 Jahr im Ausland
- MBA oder BWL-Aufbaustudium
- Alter < 25
- Mut zum Risiko
- neben Englisch eine zweite Fremdsprache verhandlungssicher
- aufgeschlossene Menschenkenntnis
- ökologische Verantwortung

wir bieten:

- flexible Arbeitszeiten

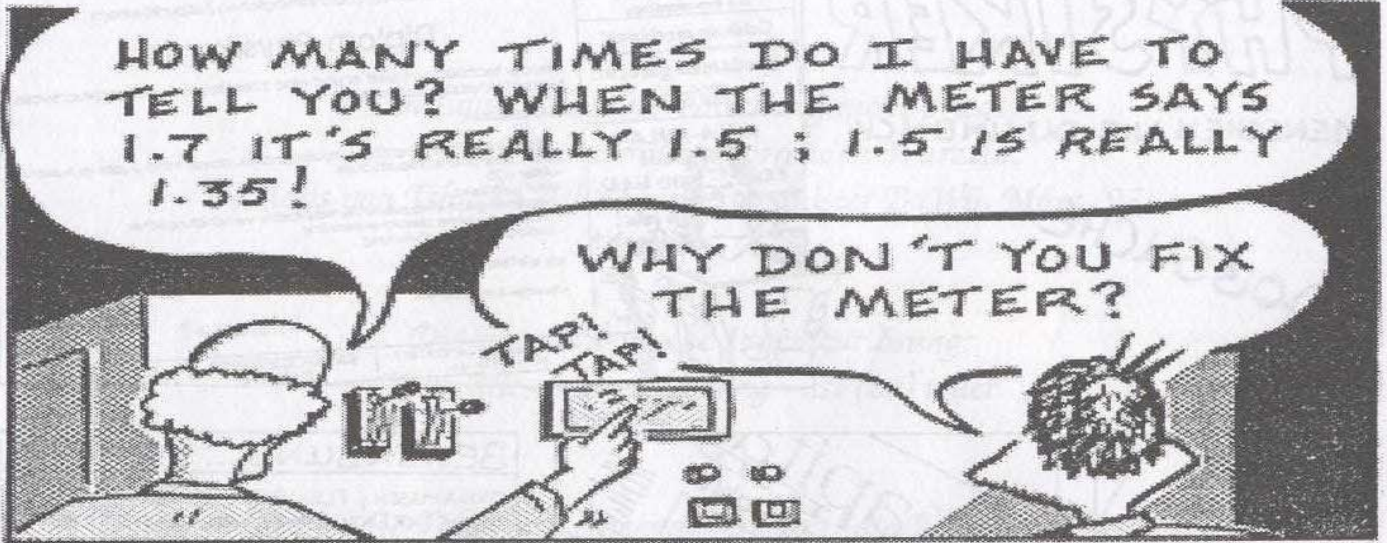
Interesse ?

Reich werden im Schlaf?  
Rufen Sie an... **RAUSSCHMEISSER GESUCHT!** Jobs Jobs Jobs!



3rd Orbit By Chris Ghormley

Email: crghormley@aol.com



DILBERT®/ by Scott Adams



## Tagungskalender

1997

**3.-5. November** Singapore  
International Symposium on Laser and Nonlinear Optical  
Materials

Saito Uda, Central Research Institut Mitsubishi Materials Co.,  
Ltd., 1-297, Kitabukuro, Omiya, Saitama 330, Japan

**6. November** Aachen/D  
Einführung in Plasma-CVD-Prozesse  
N. Sprang, Platin NRW e. V., Müngstener Str. 10, D-42285  
Wuppertal

**9.-10. Dezember** Tutzing/D  
12. Workshop des DGKK-Arbeitskreises "Epitaxie von III/V-  
Halbleitern"  
M. Stutzmann, Walter Schottky Institut TUM, Am Coulombwall,  
D-85748 Garching

1998

**28.2.-1.3.** Karlsruhe/D  
Von der Messung zur Rietfeldverfeinerung  
A. Kern, AXS GmbH, Siemensallee 84, D-76181 Karlsruhe

**2. März** Karlsruhe/D  
Kristallographie im Internet  
A. Kern, AXS GmbH, Siemensallee 84, D-76181 Karlsruhe

**2.-5. März** Karlsruhe/D  
6. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kristallographie

**4. März** Karlsruhe/D  
Charakterisierung dünner Schichten  
A. Kern, AXS GmbH, Siemensallee 84, D-76181 Karlsruhe

**4.-6. März** Karlsruhe/D  
28. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung  
G. Müller-Vogt, Kristall- und Materiallabor, Uni Karlsruhe, P. F. 6980, D-76128 Karlsruhe

**24.-27. Mai** Lublin/Pol  
V. Polish Conference on Crystal Growth  
T. Palczynska, Katedra Fizyki, Poltechniki Lubelskiej, ul. Nadbystrzycka 38, POL-20-618 Lublin

**1.-6. Juni** Rimini/I  
10<sup>th</sup> International Summer School on Crystal Growth  
R. Fornari, CNR-MASPEC Institute, Via Chiavari 18/A, I-43100 Parma

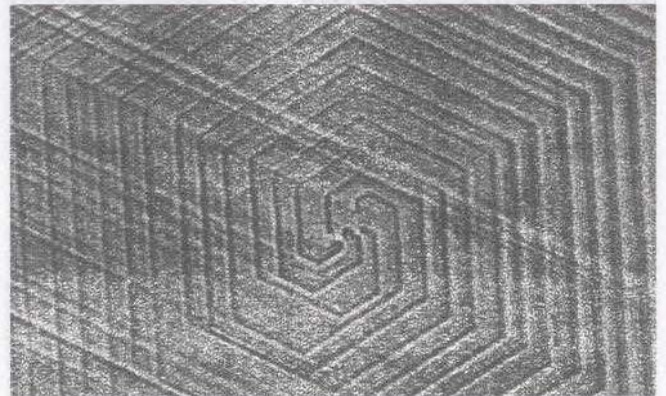
**26.-31. Juli** Jerusalem  
12<sup>th</sup> International Conference on Crystal growth in conjunction with the  
10<sup>th</sup> International Conference on Vapor Growth and Epitaxy  
c/o International Travel and Congress Ltd., P. O. Box 29313,  
9 Rothschild Boulevard, 61292 Tel Aviv, Israel

# ISSCG-10

## 10th International Summer School on Crystal Growth

**Rimini (Italy), 1-6 June 1998**

**Hotel Continental e dei Congressi**

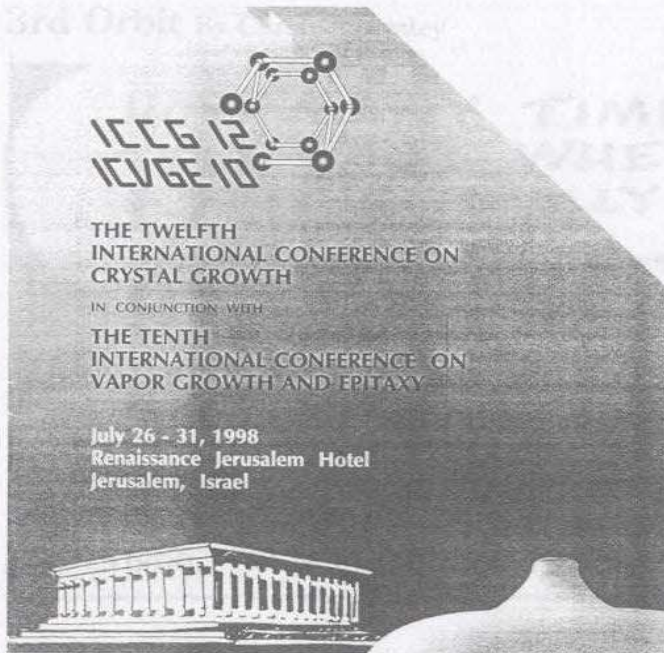


### PRELIMINARY PROGRAMME

Lectures will include the following topics:

- 1) Elements of thermodynamics for the understanding and design of crystal growth processes
- 2) Fluid-dynamics and morphological stability
- 3) Crystal growth from an atomistic point of view
- 4) Computer simulation of crystal growth processes
- 5) Crystal growth from the melt
- 6) Role of gravity in melt growth
- 7) Modelling of growth processes in epitaxial reactors
- 8) Principles of solution growth (including LPE, flux etc) and applications
- 9) Principles of VPE and MOVPE and applications
- 10) Principles of MBE and applications
- 11) Morphological stability in MBE growth
- 12) Rapid solidification
- 13) Vapour phase growth of bulk crystals
- 14) Crystal growth in earth sciences
- 15) Crystallization of proteins
- 16) Structural defects in real crystals and techniques for their detection

Next circular will contain the list of lecturers and the exact lecture titles



## PRELIMINARY LIST OF SPEAKERS

### PLENARY SPEAKERS

- L. Addadi Growing Crystals in Biological Environments  
 J.W. Cahn Filling Finite Spaces by Nucleating and Growing Crystals  
 Sir H.W. Kroto Nanometer Scale Tubular Construction  
 R.A. Laudise Crystal Growth in the 21st Century: A Perspective

### INVITED SPEAKERS

- M.G. Bawandi Title to be announced  
 N. Chayen Novel Technologies in the Crystallization of Biological Macromolecules  
 J.J. Derby Title to be announced  
 B. Heywood Programmed Molecular Templates for the Controlled Fabrication of Inorganic Materials  
 S. Iijima Unconventional Growth of Carbon Nanotube Filaments  
 R.B. James Relationship between Material Properties of CdZnTe Crystals and Gamma-Ray Detector Performance  
 L.A. Kolodziejski Overgrowths of (In, Ga) (As, P) onto Patterned Surfaces Using Gas Source Molecular Beam Epitaxy  
 T.F. Kuech The Metal Organic Chemical Vapor Deposition of GaN: Chemistry and Structure  
 S.G. Lipson Title to be announced  
 M.P. Pileni Self Organization into 2D and 3D Superlattices of Nanosized Particles Differing by their size: Crystal Growth and Properties  
 A. Revcolevschi Growth and Properties of Low Dimensionality Cuprates  
 D. Schlom On the Growth Properties of Perovskite Thin Films  
 K. Tsukamoto In situ Measurement of Fluctuating Crystal Growth Rate in Solution  
 G.M. van Rosmalen Design of Crystallizers for required Product Quality  
 W. von Ammon Bulk Properties of Very Large Diameter Silicon Single Crystals  
 S. Weiner Biological Control over Crystal Growth in Bone and Dentin

## Personalien

Neue Mitglieder:

**Barz, Ralph-Uwe**, Dr., Kristallograph  
 Theresienstr. 41  
 D-80333 München  
 Tel.: 089/2394-4335 Mitgliedsnummer: 769 M Edat.: 01/03/97  
 Fax.: 089/2394-4334  
 E-Mail geschäftl.: barz@lrz-muenchen.de  
 Hydrothermalsynthese, Lösungszüchtung, Transportprozesse  
 Codeworte: S1: 133 ; S2: 136 ; S3: 233 ; S4: 234 ; S5: 752  
 S6: ; S7: ; S8: ; S9: ; S10:

**Grant, Ian**, Dr.  
 34 Maryland Road, Tongwell  
 Milton Keynes, MK 15 8HJ  
 Großbritannien  
 Tel.: +44/1908-210444 Mitgliedsnummer: 770 M Edat.: 01/04/97  
 Fax.:  
 E-mail geschäftl.:  
 Semiconductor crystal growth and characterisation  
 Codeworte: S1: 112 ; S2: 117 ; S3: 232 ; S4: 311 ; S5: 321  
 S6: 322 ; S7: ; S8: ; S9: ; S10:

**Aichele, Tilo**, Dipl.-Physiker  
 Helmholtzweg 4  
 D-07743 Jena  
 Tel.: 03641/302-775 Mitgliedsnummer: 771 M Edat.: 01/04/97  
 Fax.: 03641/302-799  
 E-mail geschäftl.: aichele@main.ipht-jena.de  
 Züchtung einkristalliner Schichten und Massivkristalle von HTSL mittels LPE und TSSG sowie Charakterisierung  
 Codeworte: S1: 134 ; S2: 135 ; S3: 236 ; S4: 321 ; S5: 523  
 S6: 554 ; S7: 621 ; S8: 712 ; S9: 713 ; S10: 717

**Redaktion**

Chefredakteur	F. Ritter Physikalisches Institut der Uni Frankfurt Robert-Mayer-Str. 2-4 60054 Frankfurt Tel. 069/789-28053 Fax -28520 Email: assmus@physik. uni-frankfurt.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. 069/798-23144 Fax -28520
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: <a href="http://www.ikz.fta-berlin.de">http://www.ikz.fta-berlin.de</a>
Bücherecke Schmunzelecke	R. Diehl IAF Freiburg Tel. 0761/5159-416 Fax -400
Anzeigenwerbung	G. Müller-Vogt Uni Karlsruhe Tel. 0721/608-3470 Fax /697123 Email: kmi@phys.uni-karlsruhe.de

**Hinweise für Beiträge****Redaktionsschluß MB 67:  
2. April 1998**

Bitte senden Sie Ihre Beiträge möglichst auf Diskette (Format sekundär) oder als mail-Anhang. Abbildungen möglichst als Hochglanzabzüge. Willkommen sind jederzeit interessante Bilder (auch ohne Artikel) für den Titel.

Besten Dank

**Achtung: Neuer Chefredakteur Hr. Ritter**

**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

H. J. Fenzl  
Siemens AG HL SIPM 1  
Otto-Hahn-Ring 6  
81739 München  
Tel. 089/636-48998  
Fax -44236  
Email: hans-juergen.fenzl@hlistc.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  $\mu$ -g Züchtung
  - 142 Hochdrucksynthese
  - 143 Explosionsverfahren
  - 144 Elektrokristallisation
  - 145 Rekristallisation/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 Fehlstrukturen
  - 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 Symmetrienaspekte
  - 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)

Der Schriftführer bittet darum, bei Antrag auf Mitgliedschaft nur diese Code-Nr. zu verwenden.

Dr. H. Walcher

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

Telefax: 0761 / 5159-219

**Betr.: Verwendung der persönlichen Daten im Internet**

- Ich bin damit einverstanden, daß meine persönlichen Daten vollständig (sh. Mitgliedsverzeichnis) im Rahmen der DGKK Homepage veröffentlicht werden.  
 Ich möchte, daß nur mein Namen im Rahmen der DGKK Homepage veröffentlicht wird.  
 Ich wünsche nicht, daß meine Daten im Rahmen der DGKK Homepage veröffentlicht werden.  
(zutreffendes bitte ankreuzen)

Datum \_\_\_\_\_ Unterschrift \_\_\_\_\_ Name bitte in Druckschrift wiederholen \_\_\_\_\_

Seit Erstellung des Mitgliederverzeichnisses 1995 haben sich folgende Änderungen ergeben:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

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 heute 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 Sinn der Gemeinnützigkeit zu fördern.

Damit kann die Gesellschaft zu einer wesentlichen Unterstützung Ihrer beruflichen Aktivitäten beitragen. Zögern Sie daher nicht und senden Sie noch heute das ausgefüllte Anmeldeformular ab (Jahresbeitrag DM 30,—, für Studenten DM 15,—).

Dr. H. Walcher

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

Telefax: 0761 / 5159-219

**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: (bitte nur in Ausnahmefällen für den Schriftwechsel wählen)

(Straße, Haus-Nr.) \_\_\_\_\_  
(PLZ, Ort) \_\_\_\_\_  
(Telefon) \_\_\_\_\_ (FAX) \_\_\_\_\_ E-mail \_\_\_\_\_

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.:
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

**Verwendung der persönlichen Daten im Internet**

- Ich bin damit einverstanden, daß meine persönlichen Daten vollständig im Rahmen der DGKK Homepage veröffentlicht werden.  
 Ich möchte, daß nur mein Namen im Rahmen der DGKK Homepage veröffentlicht wird.  
 Ich wünsche nicht, daß meine Daten im Rahmen der DGKK Homepage veröffentlicht werden. (zutreffendes bitte ankreuzen)

den

(Unterschrift)