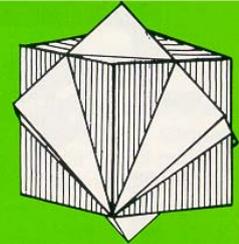
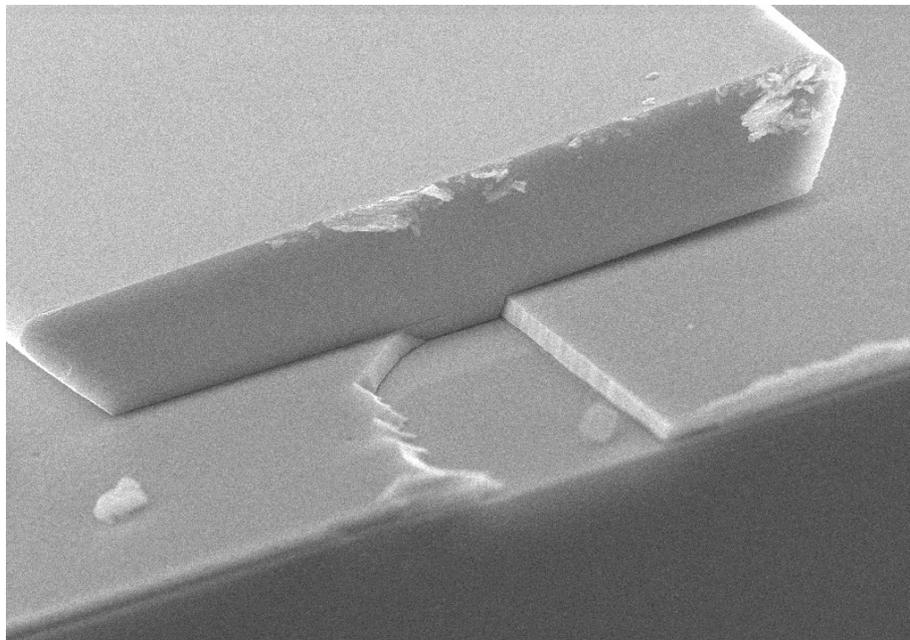


Mitteilungsblatt
Nr. 83/ August 2006



Deutsche Gesellschaft
für Kristallwachstum und
Kristallzüchtung e. V.



Inhalt

Mitteilungen der DGKK

DGKK-Jahreshauptversammlung 4

Wissenschaftsförderung durch die DGKK

Kristall-AG's an Schulen 7

Aus den DGKK-Arbeitskreisen

AK Epitaxie von III/V-Halbleitern — 20. Workshop 11

AK Kinetik—7. Seminar 12

AK Angewandte Simulation — 4. Workshop 16

AK Kristalle für Laser und NLO — Ankündigung ... 16

Aktuelle Entwicklungen zur Kristallzüchtung

III/V - HL - Strukturen über ELO - LPE 17

– Aus dem Labor der PAS in Warschau –

Berichte von DGKK - Forschungspreisträgern

20. Europ. Photovoltaik-Konferenz in Barcelona ... 23

Dynamic Days USA in Bethesda 24

E-MRS 2006 Spring Meeting in Nizza 25

Arbeitskreise, Adressen, Termine

Termine der Arbeitskreise 27

Tagungskalender 27

Inserenten des Hefts 28

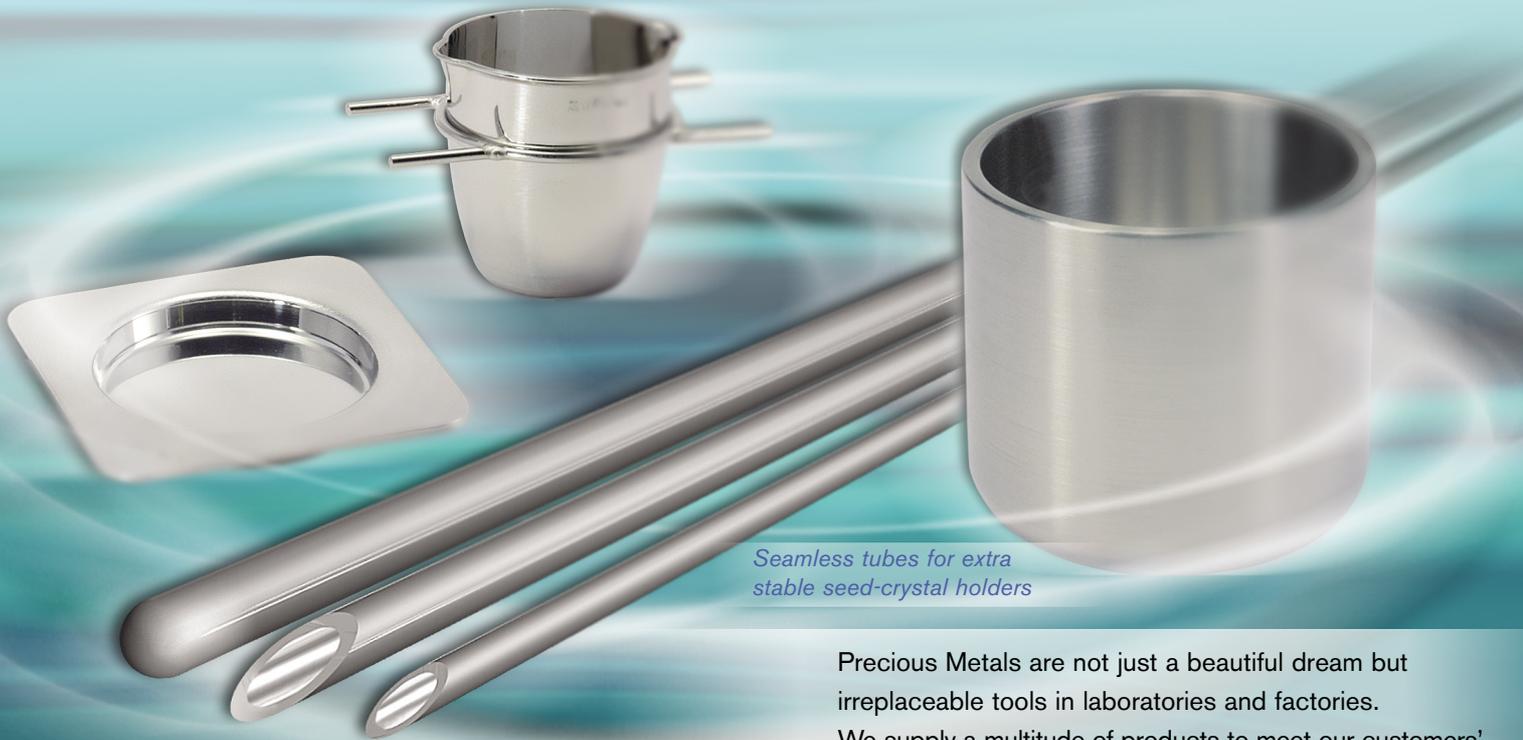
Statistik und Archiv

Bisherige Jahrestagungen der DGKK 29

Bereits erschienene Artikel 30

Heraeus

More than exciting dreams – Precious Metals



*Seamless tubes for extra
stable seed-crystal holders*

Precious Metals are not just a beautiful dream but irreplaceable tools in laboratories and factories. We supply a multitude of products to meet our customers' requirements – seamless tubes in all dimensions, coiled tubes, thermocouple thimbles and tailor-made parts.



**Heraeus: 150 years of
precious metals expertise.**

W. C. Heraeus GmbH & Co. KG

Engineered Materials Division

Business Unit Precious Metals Technology

Heraeusstr. 12 – 14

63450 Hanau, Germany

Phone +49 (0) 61 81 / 35 - 37 40

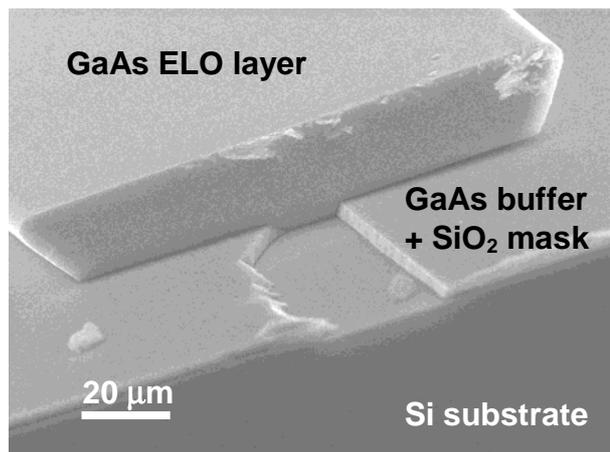
Fax +49 (0) 61 81 / 35 - 86 20

E-mail: precious-metals-technology@heraeus.com

www.wc-heraeus.com/precious-metals-technology

W. C. Heraeus

Zum Titelbild



The cover picture shows a GaAs ELO layer grown by LPE on (100) Si substrate coated with 2 micrometers thick MBE-grown GaAs buffer and 0.1 micrometer thick SiO₂ mask.

Width of the seeding area in the mask is 6 micrometers.

The LPE growth experiment has been done by Dr. D. Dobosz and Prof. Z.R. Zytkeiwicz - Inst. of Physics PAS, Warsaw, Poland

The photo has been taken by Dr. T.T. Piotrowski - Inst. of Electron Technology, Warsaw, Poland

Editorial

Liebe Leserinnen und Leser,

Spät, aber doch noch: Das MB 83. Kristalle wachsen eben meistens nicht am Schreibtisch (der große Czochralski hat auch mal das Gegenteil erlebt), sondern im Labor. Wenn man sich dort noch selbst ab und zu wissenschaftlich betätigen will, dann müssen Büroarbeiten manchmal etwas warten.

Inhaltlich war die Zusammenstellung dieses Hefts eine eher angenehme Aufgabe:

Als Ergebnis unserer gemeinsam mit den polnischen Kollegen abgehaltenen Jahrestagung in Berlin haben wir von Herrn Zytkeiwicz aus Warschau einen sehr informativen Bericht über aktuelle Arbeiten zur Präparation von III/V – HL–Strukturen auf verschiedenen Substraten mittels ELO-LPE erhalten. Daher auch das schöne Titelfoto.

Eindrucksvoll war für mich in Berlin auch die Präsentation von Frau Czegory über die Kristallzüchtung von GaN unter Druck. Hier will ich mich für eines der nächsten Hefte um einen Beitrag bemühen.

Generell habe ich die jüngste binationale Jahrestagung als sehr gelungen empfunden: Über die sorgfältigen Beiträge unserer polnischen Schwestergesellschaft ergab sich gegenüber unseren rein nationalen DGKK-Treffen eine wissenschaftliche Aufwertung, ohne daß der angenehm „familiäre“ Charakter der DGKK in einer zu großen Masse unterging.

Im Vorwort von Herrn Assmus auf dieser Seite können Sie lesen, daß über ein DGKK-Archiv nachgedacht wird. Hierzu möchte ich an das Verzeichnis „Bereits erschienene Artikel“ erinnern, das es seit Jahren in unserem MB gibt. Die dort aufgelisteten Beiträge werden Ihnen auf Wunsch gerne zugesandt – senden Sie mir einfach eine entsprechende E-Mail. Im Zusammenhang mit unserer jüngsten Tagung hat mich beispielsweise der Beitrag „Kristallzüchtung in Polen“ interessiert, den es vor fast genau 10 Jahren (MB64) in unserem Blättchen gab.

Auch zu einem anderen Aspekt, der unseren Vorstand derzeit beschäftigt, kann man von Zeitungsseite etwas erfreuliches und vielleicht auch beruhigendes beisteuern: Es finden sich hier Berichte von drei jungen Wissenschaftlern, deren Arbeit über den DGKK-Forschungspreis unterstützt wurde und von zwei

Schulen, an denen seitens der DGKK Arbeitsgemeinschaften zur Beschäftigung mit Kristallwissenschaften gefördert werden. Die allein in diesem Heft dokumentierte Nachwuchsförderung entspricht einer Fördersumme von 13500 € und damit fast dem doppelten Jahresbeitrag unserer gut 300 Mitglieder. An einer satzungsgemäßen Betätigung unserer Gesellschaft auf dem Felde der Wissenschaftsförderung kann so kein Zweifel bestehen. Die vor ca. vier Jahren ins Leben gerufenen Instrumente zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses greifen und verdienen weitere Pflege durch kontinuierliche Öffentlichkeitsarbeit.

Die Berichte von den Treffen der Arbeitskreise sind wieder lesenswert (z. B. Ikosaeder als Keimbildungs-Zwischenstufe bei Metallschmelzen ← Kinetik AK). Besonders mitgliederfreundlich zeigen sich die Arbeitskreise „Kinetik“ und „Ang. Simulation bei der Kristallzüchtung“. Neben einer hier abgedruckten, schönen Übersicht gibt es jeweils noch einen Großteil der Präsentationen zum Nachlesen im Internet. Stellvertretend auch für die Mitstreiter sei hier den Herren Rudolph und Seidl gedankt. Sie zeigen wieder einmal, „wie’s gemacht wird“.

Damit hoffe ich, daß sich der Unmut über die etwas späte Auslieferung dieses MB in Grenzen hält und sich während der hoffentlich noch vielen schönen Sommertage gänzlich verliert.

Ihr Franz Ritter

Notizen des Vorsitzenden

Liebe Kollegen und Kolleginnen,

in der Industrie, in den Großforschungseinrichtungen und an den Hochschulen ist heute ein harter Kampf um das für Forschung und Entwicklung notwendige Geld entbrannt. So liegt die Bewilligungsquote bei dem DFG-Normalverfahren bei ca. 20 %, d. h., nur jeder fünfte der sicher nicht schlechten Anträge wird finanziert.

Da ist ein Problem der DGKK umso erstaunlicher: Das Finanzamt Köln erwartet eine Erklärung des Vorstands unserer Gesellschaft, was mit den Rücklagen von ca. 30.000 Euro geschehen soll.

Die Gelder, die wir für die Finanzierung des DGKK-Preises, zur Unterstützung von Schulen, zur Durchführung von Tagungen ausgeben, können fast ausschließlich aus den laufenden Einnahmen finanziert werden.

Eine Idee ist der Aufbau eines DGKK-Archivs in Köln. Hierfür ist jetzt ein guter Zeitpunkt, da viele Gründungsmitglieder noch erreichbar sind. Eine andere Möglichkeit wäre die Bezahlung der Tagungsgebühren bei DGKK-Veranstaltungen von studentischen Mitgliedern, die einen eigenen Tagungsbeitrag haben; eine andere eine großzügige Vergabe von Reisestipendien zu internationalen Tagungen. Seit längerer Zeit besteht die Möglichkeit, besonders gelungene wissenschaftliche Projekte mit dem DGKK-Forschungspreis auszuzeichnen. Hierfür müssten aber die notwendigen Nominierungen von Ihnen ausgehen.

Sicher gibt es noch viele sehr gute Ideen zum Abbau der Rücklage, damit wir nicht die Gemeinnützigkeit verlieren.

Auf Vorschläge wartet

Ihr Wolf Aßmus

MITTEILUNGEN DER DGKK

DGKK-Jahreshauptversammlung 2006

Protokoll der Mitgliederversammlung

von **Christiane Frank-Rotsch**, Schriftführerin der DGKK

Anwesende DGKK - Mitglieder:

T. Aichele, W. v. Ammon, W. Aßmus, G. Behr, T. Boeck, M. Czapalla, A. Danielewsky, U. Dietrich, St. Eichler, B. Epelbaum, M. Fiederle, R. Fornari, Ch. Frank-Rotsch, J. Friedrich, St. Ganschow, P. Gille, P. Görnert, I. Hähnert, J. Härtwig, M. Heuken, F. Kießling, D. Klimm, A. Kwasniewski, R. Lauck, A. Lüdge, G. Meisterernst, M. Mühlberg, A. Müller, G. Müller, M. Neubert (später hinzugekommen), G. Neuroth, H. Paus, F. Ritter, P. Rudolph, H.J. Scheel, D. Schwabe, A. Seidl, D. Siche (später hinzugekommen), H. Strunk, T. Teubner, B. Weinert, T. Wolf, J. Wollweber, D. Wulff-Molder

Ort: Berlin, Humboldt Universität,
Lehrgebäude Chemie und Physik

Zeit: Montag, 06.03.2006, 18.15 Uhr

TOP 1 Begrüßung und Feststellung der Beschlussfähigkeit

Es sind 42 Mitglieder anwesend, d.h. laut Satzung ist die Versammlung beschlussfähig. Der Vorsitzende der DGKK, W. Aßmus, begrüßt die Anwesenden zur Mitgliederversammlung 2006.

TOP 2 Bericht des Vorsitzenden

W. Aßmus stellt sich als neuer Vorsitzender vor und dankt dem scheidenden Vorsitzenden, dem Kollegen M. Heuken, für seine Mitarbeit in der DGKK und die sorgfältige Übergabe der Geschäfte und Aktivitäten. Zu diesem Zweck hatte eine gemeinsame Sitzung des alten und des neuen DGKK Vorstandes am 13.02.2006 in Frankfurt stattgefunden.

W. Aßmus stellt den neuen Vorstand vor.

M. Heuken gibt, nach Absprache mit Herrn Aßmus, den Bericht zum Zeitraum bis 31.12. 2005, der noch in seine Amtszeit als Vorsitzender fiel:

Der DGKK Preis für Nachwuchswissenschaftler, der mit 2500 € dotiert ist, wurde im Jahr 2005 dreimal verliehen: Der erste DGKK Nachwuchspreis wurde an Herrn Dr. Dmitri Soutel von IFW Dresden vergeben. Der zweite Preis ging an Herrn Michael Block von der TU Berlin. Den dritten Preis erhielt Herr Stephan Hussy vom IISB Erlangen, dieser stellte seine interessanten Ergebnisse auch auf der Jahrestagung vor. Herr Heuken erinnert nochmals an die Möglichkeit, junge gute Leute zu fördern und appelliert, entsprechende Vorschläge beim Vorstand einzureichen.

Als ein weiteres Werkzeug zur Förderung junger Leute auf dem Gebiet der Kristallzüchtung ist vor einigen Jahren die Ausschreibung für Arbeitsgemeinschaften in der gymnasialen Oberstufe geschaffen worden. Die Schulförderung von je 3000 € ist im Zeitraum 2005/2006 insgesamt an fünf Schulen vergeben worden.

Es wurden folgende Schulen gefördert:

- Armin-Knab Gymnasium in Kitzingen
- Irmgardis Gymnasium in Köln
- Humboldt-Gymnasium Potsdam
- Gesamtschule Gießen Ost

Auf der gemeinsamen Vorstandssitzung am 13.2.2006 war beschlossen worden, das Gymnasium in Eckenthal ebenfalls zu unterstützen.

Herr Heuken hält dieses Förderprogramm für eine sehr gute Methode, die jungen Leute frühzeitig an die Wissenschaft heranzuführen. Eine Darstellung der Ergebnisse ist sicher wieder auf der nächsten Jahrestagung bzw. im Mitteilungsheft zu erwarten. Herr Heuken plädiert für eine Fortführung der Schulförderung im Jahre 2006.

Herr Heuken berichtet über die finanzielle Unterstützung des „International Workshop on Modeling in Crystal Growth“ in Form einer Anschubfinanzierung. Dieser Workshop findet vom 10.-13. September 2006 in Bamberg statt und wird von den Kollegen des Kristalllabors und des Fraunhofer Instituts in Erlangen organisiert.

Im nächsten Punkt ging Herr Heuken auf den DGKK-Preis ein. Dieser könnte im Jahr 2006 wieder vergeben werden. Vorschläge für Preisträger sind entsprechend den im Internet nachlesbaren Richtlinien wieder einreichbar.

Weiterhin wurde ein Reisezuschuss zur Teilnahme an der Photovoltaikkonferenz in Barcelona an Herrn Bellmann gezahlt. Diese Möglichkeit, Wissenschaftler zu unterstützen, steht immer zur Verfügung und kann flexibel genutzt werden.

Herr Heuken dankt den Vorstandskollegen für die gute Zusammenarbeit.

Im Anschluss berichtet Herr W. Aßmus, dass die DGKK die Jahrestagung in Berlin mit 3000 € unterstützt hat, dieses Geld wurde zu Vergabe von Stipendien an polnische junge Wissenschaftler genutzt.

Zur Förderung kristallzüchtungsrelevanter Arbeiten an Schulen ergänzt Herr Aßmus noch, dass der Vorstand die Bedingungen zur Vergabe von Fördermitteln noch einmal ausführlich diskutiert hat und es beschlossen wurde, dass künftig eine lokale Betreuung der Schulprojekte durch ein DGKK-Mitglied erfolgen soll. Im Falle des Gymnasiums Eckenthal übernimmt Herr J. Friedrich diese Funktion. Eine weitere Voraussetzung ist, dass in der jeweiligen Lokalpresse über die Förderung berichtet wird, so dass die Aktivitäten der DGKK bekannt gemacht werden. Weiterhin ist geplant, die Fördermittel nicht im Ganzen auszuschütten, sondern einen Restbetrag erst nach Veröffentlichung der Ergebnisse im Mitteilungsblatt auszuzahlen. Anträge zur Schulförderung können beim Vorstand jetzt im ganzen Jahr und nicht nur innerhalb einer bestimmten Ausschreibungsfrist eingereicht werden.

Herr Aßmus ging noch mal auf den DGKK-Preis ein, zur Vergabe ist die Beurteilung der eingegangenen Vorschläge durch ein Preiskomitee notwendig. Bisher gehörten diesem Komitee Herr H. Jürgensen, Herr H. Wenzl und Herr W. Aßmus an. Herr Wenzl ist aufgrund seines Ruhestandes ausgeschieden und Herr Aßmus selbst darf als Vorstandsmitglied nicht mehr dem Preiskomitee angehören. Es wird daher eine neue Wahl des Komitees notwendig. Es wurden erste Vorschläge eingebracht, die unter TOP 9 diskutiert werden sollen.

TOP 3 Bericht der Schriftführerin

Unsere Mitgliederstatistik ist relativ stabil. Es gab im vergangenen Jahr 6 Eintritte und 9 Austritte. Die DGKK hat zum 31.12.2005 folgende Mitgliederstruktur:

352 Mitglieder, davon 331 Vollmitglieder,
10 Studenten und 11 Firmen.

Trotz einer relativ stabilen Mitgliedszahl hält der Trend der rückläufigen Mitgliederzahl noch an. Die Gründe liegen zum einen in den Austritten von Mitgliedern, die seit Jahren keinen Beitrag zahlen und nicht mehr „auffindbar“ sind und zum anderen gehen mehr Mitglieder in den Ruhestand, als junge Wissenschaftler gewonnen werden.

Es wurden ausführlich Möglichkeiten zur Erhöhung der Mitgliederzahl diskutiert. Als Fazit wurde angeregt, insbesondere in den Arbeitskreisen vor allem junge Leute zu motivieren. Herr T. Boeck gab auch den Hinweis, dass sich die Arbeitsgebiete verändern und z.B. auf den Fachgebieten der Nanotechnologie und der Erneuerbaren Energien die Gesellschaft bekannt gemacht werden sollte. P. Rudolph weist darauf hin, dass die Gesellschaft verstärkt auch einen europäischen Weg einschlagen sollte.

TOP 4 Bericht des Schatzmeisters

Der Bericht wurde durch den Schatzmeister M. Mühlberg vorgetragen.

Die Kassenstände zum 01.03.2006 betragen:

- Sparkasse Karlsruhe	:	4.853,22 €
- Festgeldeinlagen	:	36.809,86 €

		41.663,08 €

Herr Mühlberg informiert, dass sich der Kassenstand trotz erheblicher Ausgaben für die Förderung von jungen Wissenschaftlern und von Schulen (siehe TOP 2) nicht verringert hat. Dies ist auch dadurch bedingt, dass die französische Schwestergesellschaft die für die gemeinsam organisierte Tagung 2004 in Grenoble gewährte Anschubfinanzierung in Höhe von 15.000 € zurückgezahlt hat. Die Kassenprüfung wurde von M. Neubert und D. Siche am 06.03.2006 vorgenommen. Es wurde eine korrekte Kassenführung bestätigt.

TOP 5 Entlastung des Vorstandes

Von Seiten der Mitglieder beantragt F. Ritter die Entlastung des Vorstandes.

Abstimmung: Einstimmig angenommen

W. Aßmus dankt nochmals dem alten Vorstand für die geleistete Arbeit.

TOP 6 Diskussion über Tagungen und Symposien

Vorschlag : Jahrestagung 2007 in Bremen

- Das Vorhaben wird von einigen Mitgliedern unterstützt, die sich für eine gemeinsame Tagung mit der DGK aussprechen
- Problematisch ist jedoch, dass im Raum Bremen Herr D. Hommel einziges DGKK-Mitglied ist und daher massive Unterstützung bei der Vorbereitung notwendig wird.
- M. Mühlberg hält den Kontakt zu Herrn Hommel.
- Herr Hommel konnte noch nicht erreicht werden, um ein 100%ige Zusage für eine gemeinsame Tagung zu geben, daher sollte ein „Reserveort“ festgelegt werden. Hier würde Giessen mit einer Tagungsorganisation durch Herrn Schwabe favorisiert, da dies 2007 letztmalig möglich wäre.

Vorschläge und Diskussion zu 2008:

- Freiberg – z. Z. ist die Berufung noch nicht geklärt – vielleicht dann im Jahr 2009?
- Freiburg
- München → wird favorisiert, P. Gille hält dies auch für möglich.
- Es lag bereits für den Mai 2007 eine Einladung von den polnischen Kollegen vor. Diese ist terminlich nicht realisierbar. Herr Aßmus bedankt sich bei den Kollegen, die Option einer weiteren gemeinsamen

deutsch-polnischen Tagung wird für die Zukunft in den Augen behalten.

TOP 7 Abschließende Diskussion und Beschluss über die Jahrestagung 2007

Beschluss: Die DGKK-Jahrestagung 2007 findet, wenn möglich, in Bremen zusammen mit der Jahrestagung der DGK statt, wenn dies nicht möglich ist, wird sie zu einem geeigneten Zeitpunkt in Giessen ausgerichtet.

Abstimmung: 38 Ja-Stimmen, 3 Enthaltungen, 1 Gegenstimme.

Anmerkung:

Inzwischen ist es klar: Die nächste DGKK Jahrestagung findet zusammen mit der Tagung der DGK vom 7.-9. März 2007 in Bremen statt.

TOP 8 Diskussion über die DGKK-Arbeitskreise

Epitaxie von III/IV – Halbleitern

M. Heuken berichtet über die vielfältigen Aktivitäten dieses großen Arbeitskreises. Im Jahr 2005 traf sich der Arbeitskreis in Duisburg. Das nächste Treffen ist unter Organisation von Prof. F. Scholz am 7./8.12.2006 in Ulm geplant. Hier sollen Themen zur MOVPE, HVPE, MBE und LPE behandelt werden. Nähere Informationen gibt es unter

<http://www.opto.e-technik.uni-ulm.de/DGKK-Workshop/index.html>

Für 2007 steht ein gemeinsamer Workshop mit der MBE-Community zur Diskussion.

Kinetik

P. Rudolph: Das 7. Kinetikseminar fand am 15./16. Februar am MPI für Mikrostrukturphysik in Halle statt. Bisher tagte der Arbeitskreis an 7 verschiedenen Standorten (Hochburgen).

Die Teilnehmerzahl beim jüngsten Treffen betrug 52 und war damit erstmalig rückläufig. Es wurden 18 Beiträge gehalten, dabei ist Vielfältigkeit und Interdisziplinarität hervorzuheben. Die Teilnehmerschaft war international und kam aus folgenden Ländern: Deutschland, Schweiz, Mexiko und Russland.

Im Jahr 2007 soll der Arbeitskreis in Bochum unter der lokalen Leitung von Prof. Köhler stattfinden. Annähernd die Hälfte der Beiträge ist auf der DGKK-Webseite nachlesbar.

Herr Rudolph bemerkt, dass trotz großem Interesse bisher nur sehr wenige neue DGKK-Mitglieder gewonnen wurden.

Massive Verbindungshalbleiter

J. Friedrich: Der Arbeitskreis ist aktiv und tagt 2 Mal jährlich mit je über 60-70 Teilnehmern.

Der Arbeitskreis hat sein Materialspektrum erweitert, es sind GaN, AlN und die II-VI-Halbleiter hinzugekommen. Es werden zu Schwerpunktthemen Referenten eingeladen.

Angewandte Simulation in der Kristallzüchtung

A. Seidl: Die Treffen des Arbeitskreises finden alle 1,5 Jahre statt, das letzte im November 2005. Zum Organisationsteam gehören St. Eichler, W. Miller und A. Seidl.

Als Veranstaltungsort wird eine ruhige Lokalität im „Wald“ gewählt und im Programm gibt es ausreichend Zeit für Diskussionen. Die Teilnehmerzahl liegt stabil bei 50, wobei stets auch Mitarbeiter aus Industriefirmen vertreten sind. Softwareanbieter stellen ihre Produkte vor. Insgesamt gibt es ca. 20 Vorträge, wobei sich wechselnde Schwerpunktthemen bewährt haben. Die Schwerpunkte des letzten Treffens waren „Semitransparenz“ und „Transiente Prozesse“.

Einige der Beiträge sind auf der DGKK-Webseite vorhanden.

Intermetallische und oxidische Systeme mit Spin- und Ladungskorrelation

G. Behr: Das letzte Treffen fand im Oktober 2005 in Frankfurt statt. Die Teilnehmerzahl bei den Treffen ist vergleichsweise gering, aber stabil. Die Veranstaltungsorte wechseln in der Regel zwischen Frankfurt, Dresden, Karlsruhe und München. Im Mitteilungsblatt Dezember 2005 sind bereits Informationen zum Vortragsprogramm erschienen. Das nächste Treffen ist in München geplant.

Kristalle für Laser und Nichtlineare Optik

Ein Bericht von M. Mühlberg über den im Herbst in Idar-Oberstein stattgefundenen Arbeitskreis ist bereits im Dezemberheft erschienen. Die Bedeutung der Materialien ist leider etwas zurückgegangen, obwohl jetzt auch neue Aktivitäten in Erlangen beginnen. Die Teilnehmerzahl liegt bei ca. 20.

Kristalltechnologie: Neuer Arbeitskreis, vielleicht zunächst Workshop?

Nach den Berichten der Sprecher der bestehenden DGKK-Arbeitskreise stellte H. Scheel, Leiter der Schweizerischen Sektion für Kristallwachstum und Kristalltechnologie, wie bereits im Dezembermitteilungsblatt von Herrn W. Aßmus angekündigt, seinen Vorschlag zur Gründung eines neuen DGKK-Arbeitskreises „Kristalltechnologie“ vor. Er erläuterte mögliche Inhalte beginnend vom Anlagenbau, Infrastruktur und Herstellung von speziellen Ausgangsmaterialien für die Kristallzüchtung über die industrielle Produktion von Kristallen und Epitaxieschichten bis hin zur Kristallbearbeitung. Weiterhin schloss er Themen zu Produktionsanalysen und Ausbildung von Kristalltechnologien mit ein.

Dieser Vorschlag wurde von den Mitgliedern ausführlich diskutiert. Mehrere Mitglieder fanden die Thematik zu breit angelegt und z. T. schon in den bestehenden Arbeitskreisen enthalten. Basierend auf der großen Resonanz auf den Satellitenworkshop „Drahtsägen“ im Anschluss an die DGKK-Jahrestagung im IKZ, könnte ein Workshop zu Themen der „Kristalltechnologie“ auf Interesse stoßen. Herr A. Seidl ermutigt Herrn H. Scheel, einen Workshop ins Leben zu rufen, aber dabei spezielle Themen zum Anlagenbau und zur Kristallbearbeitung in den Mittelpunkt zu stellen und die Schwerpunkte nicht zu breit zu streuen.

B. Weinert unterstützt diese Anregung und konstatiert das Fehlen des Parts der Kristallbearbeitung in den Arbeitskreisen. Die Prozesse der mechanischen Bearbeitung erführen gerade eine immer stärkere wissenschaftliche Durchdringung und würden sicher auf Resonanz stoßen. Es wird vorgeschlagen, einen Workshop im Jahr 2007 in Deutschland zu organisieren und einen weiteren im Jahr 2008 in Beatenberg/Schweiz in Verbindung mit dem geplanten 4. Internationalen Workshop on Crystal Growth Technology (IWCGT-4). Es sollte abgewartet werden, ob sich dann diese Arbeitstreffen etablieren. Danach könnte daraus ein DGKK-Arbeitskreis erwachsen, wie dies z.B. im Falle des Workshops „Angewandte Simulation in der Kristallzüchtung“ bereits geschehen ist. Weiterhin wird angeregt, die Kollegen in der Schweiz gezielt zu den bereits bestehenden Arbeitskreisen einzuladen. Hierzu könnte Herr Scheel eine Liste der potentiellen Interessenten zu Verfügung stellen.

TOP 9 Verschiedenes

Es gilt, ein neues Preiskomitee für den DGKK-Preis zu finden. Herr Heuken ist gerne bereit, in diesem Gremium mitzuwirken. Mit den Herren P. Görnert (DGKK-Preis 1993) und M. Neubert (DGKK-Preis 2000) können zwei weitere Kollegen zur Mitarbeit im Komitee gewonnen werden, die selbst einmal diese Auszeichnung der DGKK erhalten haben.

Es wird vorgeschlagen, aus dem hier mehr spontan geborenen Verfahren zur Findung eines Preisrichtergremiums eine Tradition werden zu lassen und dieses künftig nach Möglichkeit stets aus aus ehemaligen Empfängern des DGKK-Preises zu bilden. Dies wird vom Vorstand und der Versammlung befürwortet.

Das Erreichen einer Mindestteilnehmerzahl von 40 Mitgliedern zur Beschlussfähigkeit wird auf den Jahrestagungen immer problematischer und es wird angeregt, über eine eventuelle Satzungsänderung, Wegfall dieser Mindestklausel, nachzudenken. Ein Entwurf hierfür soll vorab im Mitteilungsblatt erscheinen.

Es wurden Möglichkeiten diskutiert, die Jahrestagung wieder attraktiver zu machen. So wäre z. B. eine Kombination mit Arbeitskreisen denkbar und der Tagungsort sollte in „Hochburgen“ der Kristallzüchtung gelegt werden.

M. Neubert gibt zu Bedenken, dass die Zeitdauer der Mitgliederversammlung für viele Mitglieder abschreckend ist. Dies soll bei der Planung der nächsten Mitgliederversammlung berücksichtigt werden.

A. Lüdge teilt mit, dass die neu gestaltete Internetseite in deutsch und englisch jetzt freigeschaltet ist.

Es wurde zum Schluss die Finanzsituation der Gesellschaft noch mal erläutert. Es wurde zu Bedenken gegeben, dass eine Tagung auch mit Verlusten abschließen kann und ein gewisses Polster für eine Gesellschaft nötig ist.

St. Eichler regt eine finanzielle Unterstützung von Arbeitskreisen an, hierzu gab es eine kontroverse Diskussion, mit dem Fazit, dass in Einzelfällen stets ein Antrag an den Vorstand gestellt werden könnte.

Damit ist die Mitgliederversammlung geschlossen. W. Aßmus bedankt sich bei allen Teilnehmern.

FORSCHUNGSFÖRDERUNG DURCH DIE DGKK**Arbeitsgemeinschaften an Schulen****Kristalle in der Schule**

Bericht von **Barbara Reibis**
Humboldt – Gymnasium in Potsdam

Das Humboldt – Gymnasium Potsdam gehört mit zu den renommierten Schulen der Stadt Potsdam. Es kann auf eine lange Tradition zurückblicken, die im Jahre 1822 mit der Gründung einer königlichen „Baugewerbeschule“ begann und sich im Laufe der Jahre zu einer Oberealschule und weiter zu einer Erweiterten Oberschule bis zum heutigen Gymnasium entwickelte. Seit Jahren sind wir eine übernachgefragte Schule und können unsere Bewerber – seit zwei Jahren auch über einen Entwicklungs- und Intelligenztest – auswählen.

Den Traditionen und wissenschaftlichen Leistungen der Namensgeber Wilhelm und Alexander von Humboldt folgend wurden immer sowohl die Sprachausbildung mit vielen Fremdsprachen (neben den modernen Sprachen Englisch, Französisch, Spanisch, Russisch auch die Alt Sprachen Griechisch und Latein), die musischen als auch die naturwissenschaftlichen Bereiche in der Ausbildung der Schüler gefördert. Das kollegiale Zusammenwirken aller Kollegen trägt zu einer lernwilligen und von gegenseitiger Achtung getragenen Atmosphäre unter den Schülerinnen und Schülern an der Schule bei. In sehr vielen Bereichen des Lernens können so gute Ergebnisse erzielt werden. Schülerinnen und Schüler nehmen alljährlich erfolgreich an verschiedenen Ausscheiden bis zu Wettbewerben auf Bundesebene teil. Über individuelle Pläne können Schülerinnen und Schüler fordernd gefördert werden.

Im mathematisch - naturwissenschaftlichen Bereich erfolgt ebenfalls eine frühzeitige Förderung von besonderen Begabungen. Eine dieser Möglichkeiten zu Fördern und Interessen zu entwickeln sehen wir darin, dem Aufruf und Angebot der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung zu folgen und in diesem Jahr zielgerichtet mit der zusätzlichen Ausbildung von Schülerinnen und Schülern auf dem Gebiet der Kristallzüchtung und der Kristallographie zu beginnen. Da dieses Thema im regulären Chemieunterricht nur sporadisch behandelt wird, uns aber die Bedeutung für die Wissenschaftsentwicklung als auch für die Werkstoff-forschung und Materialkunde bewusst ist, war es schon sehr lange unser Anliegen im Fachbereich, aus dieser Wissenschaftsdisziplin einige Schwerpunkte zu thematisieren. Das ganzheitliche Prinzip der Natur und das Zusammenwirken der verschiedenen Wissenschafts- und Technikdisziplinen kann durch diesen fachübergreifenden und fächerverbindenden Kurs dargestellt werden. Das Lernen im Kontext steht im Mittelpunkt. Persönlichkeitseigenschaften wie genaues Beobachten, Sauberkeit und Ordnung, systematisches Arbeiten, Beharrlichkeit und Durchhaltevermögen, Ertragen von Misserfolgen können befördert werden.

Elf Interessierte aus den Klassenstufen 11 bis 13 fanden sich zu Beginn des neuen Schuljahres 2005/06 zusammen. In gemeinsamen Diskussionen mit den Teilnehmern entstand ein entsprechender Rahmenplan, der die nachfolgend aufgeführten Schwerpunkte enthält.



**Die Kristall AG am Humboldt-Gymnasium hat schon ihren „Nachwuchs“ rekrutiert:
 Die jüngeren Schüler wurden durch ihre Forschungen zu stolzen Besitzern von Urkunden.**

Im strukturtheoretischen Teil geht es in erster Linie um Betrachtungen zur Entstehung von Kristallen in der erdgeschichtlichen Entwicklung bzw. im Labor und um Strukturbetrachtungen (BRAVAIS – Gitter, Elementarzelle, Kristallformen).

Um die Kristallformen genauer beobachten zu können, werden neben den selbst gezüchteten Einkristallen vor allem auch mikroskopische Untersuchungen als Identifikationsmethode von Kristallen genutzt.

Durch Exkursionen in das Institut für anorganische Chemie der Universität Potsdam (Frau Prof. Duvinage, Herrn Prof. Schilde sei an dieser Stelle gedankt) erfahren die Schülerinnen und Schüler einiges über moderne Methoden der Strukturaufklärung kristalliner Substanzen (Kristallstrukturanalyse mittels Röntgenbeugung).

Im praktisch – experimentellen Teil werden Untersuchung von chemischen (Verhalten gegen Säuren, Basen, andere Lösungsmittel außer Wasser, thermische Belastungen) und physikalischen (Dichte, Härte nach MOHS und ROSIWALL, Farbe, Strich, Glanz, Spaltbarkeit, Bruch, Lichtbrechung etc.) Eigenschaften ausgewählter Kristalle angestellt.

Das Züchten von einfachen Kristallen (Kalialaun, Chromalaun, Natriumsulfat, rotes Blutlaugensalz, Natriumthiosulfat, Natriumchlorid, Kupfer(II)-sulfat etc.) nimmt sehr viel Zeit in Anspruch. Das Phänomen der „chemischen Gärten“ in einer Wasserglaslösung kann zur Faszination über bestimmte Naturscheinungen beitragen.

Schülerinnen und Schüler beschäftigten sich intensiv mit Edelsteinen und Juwelen als einer besonderen Erscheinungsform von Mineralien und Kristallen. Dazu nutzten sie die Arbeit an Originalen, Exkursionen in die Schlösser von Potsdam – Sanssouci, elektronische und Printmedien. Am Beispiel des experimentell selbst hergestellten synthetischen Pigments Berliner Blau erarbeiteten sie Möglichkeiten der Nutzung von Pigmentfarbstoffen u.a. in der Malerei.

Auch hier dienen Exkursionen und die Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Kunst der Veranschaulichung und der Nutzung von Kristallen bzw. kristallinen Substanzen.

Geplant ist, die Gewinnung von Silicium – Einkristallen als Ausgangsstoffe zur alternativen Energiegewinnung genauer zu betrachten. Aber dazu muss erst noch die Sonne richtig scheinen!!!!

Tigerauge, Malachit und Co.

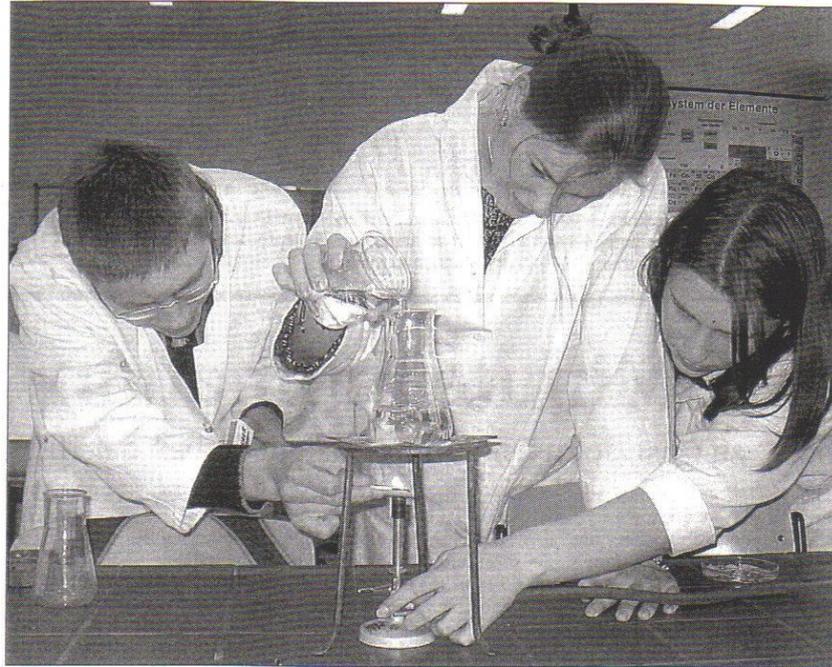
Arbeitsgemeinschaft zur Kristallzüchtung am Humboldt-Gymnasium

ANJA-KRISTIN WILLNER

Was es nicht alles gibt an Potsdamer Schulen! Am Humboldt-Gymnasium zum Beispiel eine Kristallographie-AG. Und noch dazu eine mit 3000 Euro ausgezeichnete, wie Leiterin Bärbel Reibis, Lehrerin für Chemie und Technik, stolz berichtet. Zu verdanken hat die Arbeitsgemeinschaft den Geldsegen der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung.

Kristallwachstum und Kristallzüchtung – ganz einfach klingt das nicht. Ist aber eigentlich gar nicht so schlimm: Die Kristallographie ist ein Teilgebiet der Chemie und der Mineralogie und beschäftigt sich mit der Struktur, der Entstehung und den Eigenschaften von Kristallen. Und das ist noch nicht alles: In Deutschland kann man sogar Kristallographie an der Universität studieren – als Fachrichtung des Studiengangs „Diplom-Mineralogie“.

Aber im Chemieraum sitzen einem dann keine hornbebrillten Naturwissenschaftsfreaks gegenüber, sondern ganz normale Schüler um die 17. Nur, dass sie sich eben für Chemie interessieren und eine Anlaufstelle außerhalb des Unterrichts suchen. Die Initialzündung für die Gründung des ungewöhnlichen Arbeitskreises kam von den Eltern der Elftklässler: Für diesen Jahrgang ist nämlich dieses Schuljahr kein Chemie-Leistungskurs zustande gekommen. Dafür trifft sich die Arbeitsgemeinschaft jeden Donnerstag in der ach-



Humboldt-Kristallographen bei der Arbeit.

FOTO: STEPHANIE ECKHARDT

ten und neunten Schulstunde – immer begleitet von den Klängen einer jungen Band, die eine Etage tiefer Bassläufe à la „System of a Down“ probt.

Anders als im Unterricht üblich sitzen die Schüler im lockeren Halbkreis im Chemieraum. Diesmal werden Edelsteine vorgestellt. Tigerauge, Malachit und Co. werden fachmännisch beäugt und vorsichtig weitergereicht. Jeder weiß etwas über die Eigenschaften „seines“ Steins zu berichten: Edel- oder Halbedelstein? Welche Gitterstruktur? Dichte?

Härte? Woher der Name? Dann werden stolz die ersten Erfolge der Arbeitsgemeinschaft vorgezeigt: selbst gezüchtete Kristalle, die in bizarren Strukturen in Reagenzgläsern gewachsen sind. „Die Schüler lernen dabei auch, Geduld zu haben“, erklärt Bärbel Reibis. Einige in der Runde nicken. Manchmal dauert es eben, bis echte Ergebnisse zu sehen sind – und manchmal wächst der Kristall einfach ganz anders als vorgesehen. Die AG ist bis jetzt nur Schülern der Sekundarstufe zwei of-

fen: „Abgesehen von der persönlichen Reife und Selbstständigkeit, die in diesem Alter ausgeprägter sind, brauchen die Schüler einfache theoretische Grundlagen aus dem Chemie-Unterricht.“ Für das Preisgeld der Kristallographie-Gesellschaft sollen neue Geräte gekauft werden. Bärbel Reibis hat mit ihren Kristallographen auch noch einiges vor: So könnte man mit dem Fachbereich Kunst zusammenarbeiten, schließlich sind Kristalle Grundlage für die Herstellung von Pigmentfarben.

Die Präsentation der Arbeitsergebnisse erfolgt durch Ausstellungen im Fachbereich, durch Poster an den Wandzeitungen bzw. zum Tag der offenen Tür, durch Beiträge auf der Homepage der Schule (www.humboldt-gym.de), durch Pressemitteilungen.

Dankenswerterweise stellte die Deutsche Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung unserem Projekt die Summe von 3000.- € zur Verfügung. Natürlich hatten die Schülerinnen und Schüler sofort eine Reihe von Vorschlägen, wie das Geld genutzt werden kann. Neben diversen Anschauungsmaterialien wie Sammlungen von ausgewählten Kristallen zur Härteprüfung, zu den Fluoreszenz- und Lichtbrechungserscheinungen konnten auch besondere Chemikalien für die experimentellen Untersuchungen und einige teurere Geräte, darunter ein Magnetrührgerät mit Heizplatte und ein Stereomikroskop angeschafft werden. Diese Neuanschaffungen helfen mit, auch in unteren Klassenstufen das Interesse für die Kristallkunde zu wecken.

Zum Abschluss einige Meinungen der Mitglieder der AG:

Natalja: Schon ein halbes Jahr „Kristall-AG“ hat uns vieles gebracht, sowohl schöne selbst gezüchtete Kristalle als auch neues Wissen über die Mineralien und die allgemeine Chemie.

Henriette: Ich hatte einen wunderschönen großen Natriumnitratkristall erhalten und wollte ihn in einem weiteren Ansatz weiter wachsen lassen. Nach einiger Zeit hatte er sich jedoch vollständig aufgelöst. Zwar war ich im ersten Moment enttäuscht, doch wuchs mein Ehrgeiz und ich begann von neuem mit meinem Experiment.

Milan: Meiner Meinung nach gibt die Arbeitsgemeinschaft einen guten Vorgesmack für das Arbeiten im Bereich der experimentellen Chemie. Man lernt aus Fehlern. Wenn dann etwas funktioniert, ist das Erfolgserlebnis umso größer.

Jekaterina: Mir hat es gefallen, dass wir nach vorheriger ausführlicher Erklärung der chemischen Phänomene alle Möglichkeiten der freien Auswahl von Chemikalien und Geräte erhielten und unsere Vorschläge für die Untersuchungen angenommen und umgesetzt wurden.

Marie-Louise: Ich kam durch einen dreimonatigen Auslandsaufenthalt später in die Arbeitsgemeinschaft, die mir zwei Freunde unbedingt empfohlen hatten. Die AG macht mir viel Spaß. Man hat mehr Möglichkeiten als im Unterricht, weil dort meist die Zeit fehlt oder es nicht in den Lehrplan passt.

Peter: Demnächst werden wir weitere Versuche starten, um uns mehr Wissen anzueignen. Für die Spende der Deutschen Gesellschaft für Kristallographie und Kristallzüchtung bedanken sich die Mitglieder der Kristallzucht - AG des Humboldt – Gymnasiums Potsdam ganz herzlich.

Ansprechpartnerin:

OL Barbara Reibis
Fachlehrerin für Chemie u. Technik
Humboldt – Gymnasium
14473 Potsdam
Heinrich-Mann-Allee 103

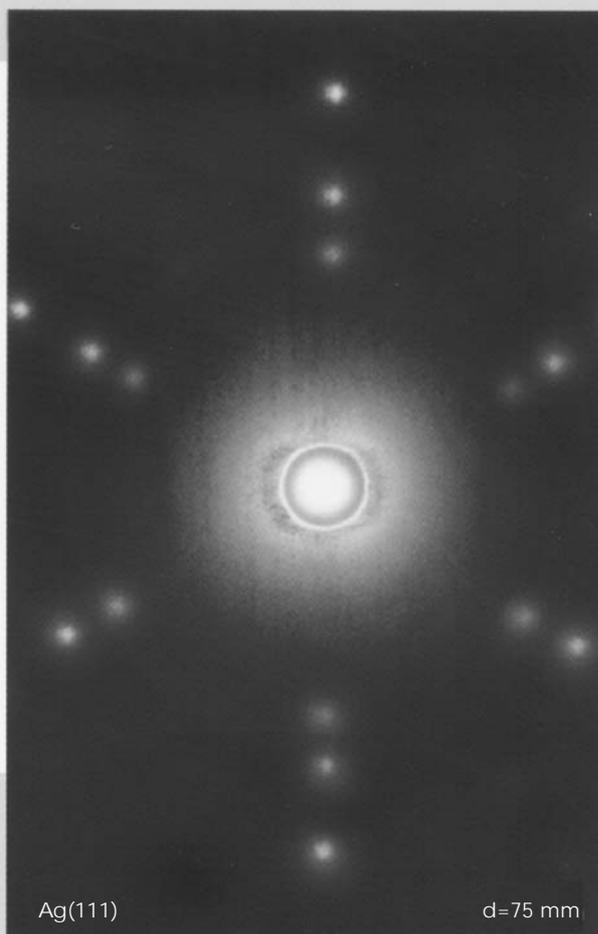
Material-Technologie & Kristalle GmbH

für Forschung, Entwicklung und Produktion

- ▲ **Kristallzüchtungen von Metallen und deren Legierungen**
- ▲ **Kristallpräparation (Formgebung, Polieren und Orientieren)**
- ▲ **Reinstmaterialien (99,9 – 99,99999 %)**
- ▲ **Substrate (SrTiO₃, MgO, YSZ, NdGaO₃, Al₂O₃, etc.)**
- ▲ **Wafer (Si, Ge, ZnTe, GaAs und andere HL)**
- ▲ **Sputtertargets**
- ▲ **Auftragsforschung für Werkstoffe und Kristalle**



Im Langenbroich 20
 D-52428 Jülich
 Tel.: 02461/9352-0, Fax – 11
 e-mail: service@mateck.de
<http://www.mateck.de>
 (inkl. Online-Katalog)



Ag(111)

d=75 mm

Fraunhofer IISB und Gymnasium Eckental kooperieren auf dem Gebiet „Kristalle“

Am Gymnasium Eckental wurde eine Arbeitsgemeinschaft „Kristalle züchten und charakterisieren“ eingerichtet, um Schüler ab der 7. Jahrgangsstufe an dem Aufbau, der Herstellung und den Eigenschaften von Werkstoffen auf kristalliner Basis zu begeistern. Dadurch soll bei den Schülern ein tieferes Interesse an dem Verständnis von naturwissenschaftlichen und technischen Vorgängen geweckt werden. Als Mentor steht die Abteilung Kristallzüchtung des Fraunhofer IISB in Erlangen zur Verfügung.

Kristalle gelten wegen ihrer besonderen elektronischen, optischen und mechanischen Eigenschaften als die Schlüsselwerkstoffe für viele moderne Technologien. Ohne Kristalle gäbe es keine Computer, Fernseher, CD-Spieler, Digitalkameras, Handys und schon gar kein Internet. Auch wichtige medizinische Geräte für Ultraschalldiagnostik und Computertomographie gäbe es ohne Kristalle ebenso wenig wie Laser und Solarzellen. Wegen dieser großen technischen Bedeutung hat sich die Herstellung der Kristalle – genannt Kristallzüchtung – weltweit zu einem wichtigen Arbeitsgebiet der Werkstofftechnologie entwickelt.

Um die Schüler für die technisch wichtigen Werkstoffe Kristalle zu begeistern, wurde auf Initiative des Fachbetreuers für Physik, Herr Rösler, die Arbeitsgemeinschaft (AG) „Kristalle züchten und charakterisieren“ am Gymnasium Eckental gegründet. In dieser AG werden Schüler der 7. und 8. Jahrgangsstufe einfache Versuche zum Aufbau und Wachstum von Kristallen durchführen. Um die atomare Struktur von Kristallen genauer zu untersuchen, werden Schüler aus der 12. Jahrgangsstufe im Rahmen zweier Facharbeiten ein Rastertunnelmikroskop aufbauen.

Als wissenschaftlicher Berater steht der AG die Abteilung Kristallzüchtung des Fraunhofer IISB in Erlangen zur Seite. Im Rahmen der Zusammenarbeit zwischen dem Gymnasium Eckental und dem Fraunhofer IISB sind wechselseitige Informationsveranstaltungen in Eckental und am IISB geplant.

Ermöglicht wurde die Gründung der AG am Gymnasium Eckental durch die Deutsche Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung e. V. (DGKK). Die DGKK unterstützt das Gymnasium Eckental mit 3 000 € im Rahmen ihrer Ausschreibung zur Gründung von Arbeitsgemeinschaften an Schulen auf dem Gebiet „Kristalle“. Die DGKK ist mit 450 Mitgliedern eine der stärksten nationalen Vereinigungen auf dem von ihr abgedeckten Fachgebiet. Die DGKK hat die Aufgabe, die Forschung, Lehre und Technologie auf dem Gebiet des Kristallwachstums und der Kristallzüchtung zu fördern, über entsprechende Arbeiten und Ergebnisse durch Tagungen und Mitteilungen zu informieren, wissenschaftliche Kontakte unter den Mitgliedern und Beziehungen zu anderen wissenschaftlichen Gesellschaften zu fördern und die Interessen ihrer Mitglieder auf nationaler und internationaler Ebene zu vertreten.

Im Rahmen des DGKK-Arbeitskreises „Verbindungshalbleiter“, der am 22. März am Fraunhofer Institut IISB in Erlangen stattfand, hat sich die AG des Gymnasiums Eckental vor etwa 50 Zuhörern dem Fachpublikum aus Wissenschaft und Wirtschaft vorgestellt und offiziell den Preis von der DGKK erhalten.



Herr Dr. Friedrich, Leiter der Abteilung Kristallzüchtung am Fraunhofer IISB und Mitglied des DGKK-Vorstandes (zweiter von rechts), Herr Rösler, Fachbetreuer für Physik am Gymnasium Eckental (zweiter von links), Katharina Kleinlein und Martin Friedrich aus der K12 bei der offiziellen Überreichung des Preisgeldes der DGKK.

Gemeinsame Pressemitteilung des Fraunhofer IISB (Erlangen) und des Gymnasiums Eckental vom 27.3.2006

Ansprechpartner:

Dr. Jochen Friedrich, Fraunhofer IISB
Telefon 0 91 31 /761-269
Jochen.friedrich@iisb.fraunhofer.de

Holger Rösler, Gymnasium Eckental
Telefon 09126/25690
roesler.h@gmx.de

BERICHTE UND MITTEILUNGEN AUS DEN DGKK-ARBEITSKREISEN

AK „Epitaxie von III/V-Halbleitern“

20. Workshop zu Gast in Duisburg

Bericht von **Werner Probst**,
Zentrum für Halbleitertechnik und Optoelektronik,
Universität Duisburg-Essen

Einmal in jedem Jahr, so um Nikolaus – aber dank Dr. Hilde Hardtdegen aus Jülich – nicht genau auf Nikolaus, trifft sich der Arbeitskreis „Epitaxie von III/V-Halbleitern“. So kamen am 8./9. Dezember 2005 auf Einladung des Zentrums für Halbleitertechnik und Optoelektronik ca. 150 Epitaktiker ins Ruhrgebiet zum Familienfest der III/V Epitaxie. Es ist eine erstaunlich hohe Zahl von Wissenschaftlern und Firmenvertretern, die sich alljährlich einfinden, um über Epitaxieanlagen, Prozesse, Charakterisierung und Bauelemente zu diskutieren. Die Strahlkraft der III/V-Halbleiter basierend auf der Elektrolumineszenz, dem Bandgap-Engineering und den exzellenten Transporteigenschaften ist ungebrochen.

In Duisburg widmeten sich rund die Hälfte der Beiträge der Epitaxie der III-Nitride. Das Ziel sind meist optoelektronische Anwendungen. Dr. Stefan Figge vom Institut für Halbleiterphysik der Universität Bremen berichtete über seine Arbeiten an grünen und blauen Lasern. Diese Laser sollen aus der Oberfläche des Substrates emittieren und bereits bei niedrigen Strömen große Leuchtkraft entwickeln und sich in höchster Dichte und Anzahl produzieren lassen. Allerdings ist dies eine große Kraftanstrengung, da die hierfür erforderlichen Gruppe-III Atome nur unter großen Schwierigkeiten mit dem Gruppe-V-Atom Stickstoff einen perfekten Kristall bilden. Dieser perfekte Kristall ist aber unbedingt erforderlich, damit das Laserlicht im epitaktisch vergrabenen Bragg-Spiegel mit hoher Ausbeute reflektiert wird und aus der Oberfläche des Substrates emittieren kann.

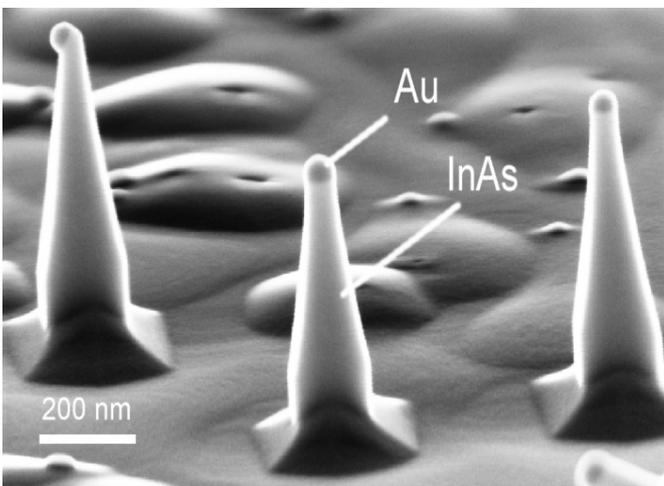
Bereits beim letzten Treffen in Freiburg im Jahre 2004 wurde deutlich, dass die III/V-Halbleiter für Solarzellen große Bedeutung besitzen, da sie durch das Bandgap-Engineering für das gesamte Spektrum der Sonne eine optimale Absorption bereitstellen.

Dr. Frank Dimroth und seine Gruppe am Fraunhofer Institut für Solare Energien in Freiburg stapeln die Solarzellen epitaktisch aufeinander und entwickeln höchstdotierte P-N-Tunneldiodenkontakte, um die Zellen elektrisch zu verbinden. Dr. Thomas Hannappel vom Hahn-Meitner-Institut in Berlin möchte die Zellen sehr leicht machen und scheidet sie daher auf Silizium ab. Die entsprechenden Solarzellen werden in der Raumfahrt für die Energiegewinnung genutzt: Die Reduzierung der Masse bei gesteigerter Effizienz sind dort die wichtigsten Erfolgskriterien.

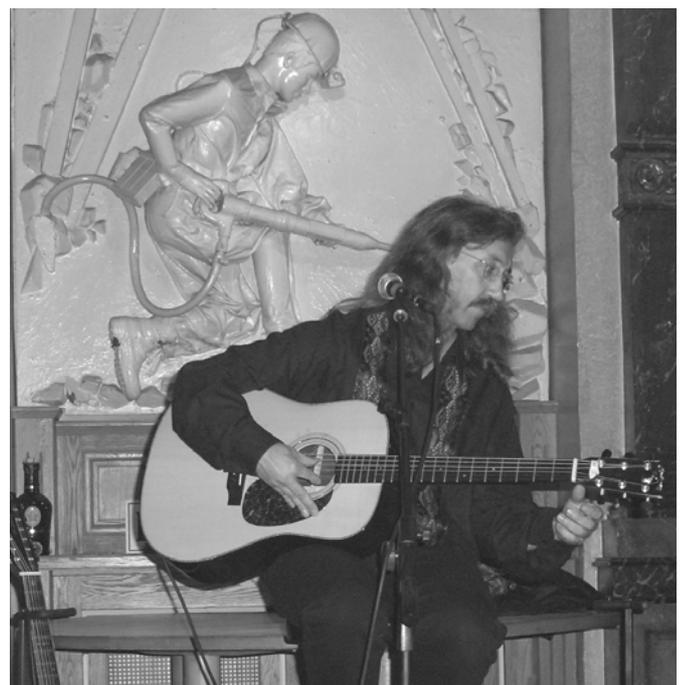
Ein weiterer Schwerpunkt der III/V Epitaxie sind die Nanostrukturen. Prof. Werner Seifert, der Spezialist für diese Technik aus Lund, Schweden, zeigt wie nadelförmige Halbleiterkristalle unter kleinen Goldtropfen von wenigen 10 Nanometer Durchmesser mit hoher Geschwindigkeit und trotzdem in perfekter kristalliner Güte in die Höhe schießen. Aus diesen Nadeln lassen sich Transistoren und Tunneldioden fertigen. Auch die Duisburger Truppe um Prof. Franz-Josef Tegude ist hier im hiesigen Sonderforschungsbereich SFB 445 aktiv und strebt, wie Ingo Regolin berichtete, nach leuchtenden Nanodrähten auf Siliziumsubstraten:

„Die Nanodrähte ermöglichen ein Tapering der Gitterkonstanten in Wachstumsrichtung. Die kritische Schichtdicke ist aufgehoben!“

Bei solchen Themen und Visionen ist es kein Wunder: III/V-Epitaxie macht nicht nur Spaß, sondern auch hungrig und durstig. Zum zünftigen Teil der Tagung wechselte man vom Tagungshaus „Die Wolfburg“ in das Szenelokal „Schacht 4/8“. Der Duisburger Gitarrenvirtuose Peter Bursch griff in die Saiten und zum Schluss ertönte die Hymne auf die III/V-Epitaxie zur Melodie von „House of the Rising Sun“. Dazu gab es sehr zufriedene Mienen; eine vom Ex-Duisburger Prof. Michael Heuken, dem Leiter des DGKK-AKs „Epitaxie von III/V-Halbleiter“ und Forschungschef bei der Aixtron AG. Prof. Ferdinand Scholz in Ulm kann sich schon auf ein volles Haus einrichten, wenn es zu Nikolaus 2006 am 7./8. Dezember in Ulm zum 21. Mal heißt: Epitaxie von III/V-Halbleitern“.



Unter Goldpunkten von wenigen 10 nm Durchmesser schießen InAs Nanodrähte bester kristalliner Qualität in die Höhe.



Der Duisburger Gitarrenvirtuose Peter Bursch greift für die III/V-Epitaxie in die Saiten „There is a house in the Ruhrgebiet...“.

AK „Kinetik“

7. Seminar, am 15. u. 16. Februar 2006 in Halle/Saale

Bericht von **Peter Rudolph**,
Institut für Kristallzüchtung, Berlin

Dieses Jahr trafen sich die „Kinetiker“ des Kristallwachstums in Halle an der Saale. Als Treffpunkt war eine traditionsreiche Diskussionsstätte ausgewählt worden - das international renommierte Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik, das als einen Forschungsschwerpunkt Nanokristalle und -strukturen bearbeitet. Gerade auf diesem Gebiet ist ja die Kinetik der atomistischen Schritte von besonderer Wichtigkeit. Damit trug das Umfeld ganz wesentlich zum besonderen Flair dieser Veranstaltung bei. Schon vor Beginn des Seminars, während der Pausen und abschließenden Laborbesichtigung zogen zahlreiche einschlägige Poster und Bildschirmanimationen an den Seitenwänden der Gänge des modernen Baus die Aufmerksamkeit der Teilnehmer auf sich. Hin und wieder schweifte auch der Blick hinüber auf die angrenzenden dazugehörigen Gebäude älterer Bauart, mit dem würfelförmigen Labortrakt, ein Wahrzeichen des ehemaligen Zentralinstituts für Festkörperphysik und Elektronenmikroskopie, in dem einst das Höchstspannungs-Elektronenmikroskop JEM 1000 stand. Hier wurden schon in der Vergangenheit führende Beiträge zur Wachstumskinetik geleistet. Unter Leitung der Professoren H. Bethge und J. Heydenreich wurden zahlreiche exzellente elektronenoptische Aufnahmen vom Stufen- und Spiralwachstum angefertigt, die die BCF-Theorie eindrucksvoll bestätigten und um die ganze Welt gingen. Welch passenderes Milieu hätte sich das 7. Kinetikseminar wünschen können?

Diesmal waren 32 Teilnehmer mit 18 Beiträgen angereist. Dadurch war das Vortragsprogramm, wie schon so oft, wieder bis an die Grenze oder sogar schon etwas darüber ausgefüllt. Besonders erfreute die Anwesenheit zahlreicher ausländischer Gäste, wie z.B. aus Mexiko, Schweiz, Rußland und auch aus der Industrie, wie Freiburger Compound Materials GmbH und Schott Lithotec AG. Die Vorbereitung vor Ort oblag den Herren **Dr. P. Werner** aus dem Hause und **Dr. H. Leipner** von der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, die einen reibungslosen Ablauf und ein sehr schmackhaftes Abendessen mit regen Diskussionen organisiert hatten. Beiden sei noch einmal herzlich dafür gedankt.

Das Seminar wurde vom Direktor des Hauses, **Professor U. Gösele**, eröffnet. Auch seine Teilnahme am gemeinsamen Abendessen und an den interessanten Gesprächen war eine ehrenhafte und fachliche Bereicherung der Veranstaltung, die wiederum zur Knüpfung zahlreicher neuer Kooperationsbeziehungen beitrug.



Die Organisatoren vor Ort überprüfen noch einmal die Vortragstechnik (Direktor des MPI MSP Prof. U. Gösele/rechts; Dr. H. Leipner von der MLU Halle/Mitte; Dr. P. Werner aus dem Hause/links).

Vielleicht gelingt es gerade aus diesem dem Kinetikseminar sehr nahestehenden Institut auch für die nächsten Seminare wieder aktive Teilnehmer zu gewinnen? Dies ist ein wichtiges Anliegen des Seminars, das nun bereits in sieben unterschiedlichen Forschungszentren Deutschlands zusammenkam. Mittlerweise umfasst das Adressenverzeichnis über 150 Interessenten und die jährlichen Zugänge sind mehr als die Abmeldungen. Leider spiegelt sich dies trotz wiederholter Werbung noch nicht wesentlich in einem Mitgliederzuwachs der DGKK wider - wohl noch ein generelles Problem unserer Arbeitskreise.



Blick in den Zuschauerraum. Vorn Prof. A. Moreno von der Autonomen Universität Mexico City

Im Folgenden sollen einige Eckpunkte der Vorträge hervorgehoben werden. Natürlich kann dies wiederum nur aus subjektiver Sicht erfolgen. Es sei darauf hingewiesen, dass die Folien von zehn Beiträgen im Netz unter

<www.dgkk.de> (s. Arbeitskreise – Kinetik)

abgerufen werden können.

Den Anfang bildeten Keimbildungsfragen. Zum Auftakt stellte Herr **D. Holland-Moritz** vom DLR Köln seine Untersuchungen zur Keimbildung in magnetisch schwebenden Tröpfchen unterkühlter Metallschmelzen vor. Dabei werden Unterkühlungswerte beobachtet, die noch unter denen von Turnbull (um ca. 20 % der Schmelztemperatur) liegen. Zunächst werden gewinnbringende ikosaedrische Polyeder gebildet, bevor die für Metalle typischen dichtesten Kugelpackungen eingenommen werden. In der anschließenden Diskussion standen Fragen zum Einfluss der Ikosederstruktur auf die Kristallisationskinetik und der Beitrag der Fusionsentropie im Mittelpunkt.

Frau **H. Emmerich** von der RWTH Aachen stellte Simulationsergebnisse zur heterogenen Keim- und Mikrostrukturbildung in peritektischen Materialsystemen vor. Nachdem sich ein Keim der properitektischen Phase α gebildet hat, reagiert dieser bei der Temperatur T_p gemeinsam mit der (nun in der Zusammensetzung veränderten) flüssigen Phase L zur peritektischen Phase β (komplett oder nur partiell?). Neben Grenzflächeneffekten und Diffusion ist dabei auch die Konvektion in der Schmelze zu berücksichtigen - wichtige Erkenntnisse für die Herstellung neuer Materialien, vielleicht auch mit metastabiler Kompositstruktur?

Herr **F. Duderstadt** vom WIAS Berlin behandelte die Modellierung der Keimbildung von As-Tröpfchen in GaAs-Kristallen während des Abkühlvorganges und bei Unterschreitung des Existenzgebietes, was nach neuen Berechnungen ausschließlich auf der As-reichen Seite des Phasendiagramms liegt. Nach dem verwendeten Becker-Döring-Prinzip (Hin- und Rückreaktion der Spezies) ergeben sich Tröpfchengrößen aus ca. 2000 Atomen.

Herr **U. Kretzer** (FCM) ging auf die Wichtigkeit des Fermi-Level-Effektes bei der Dotierung von Halbleiterkristallen (GaAs) ein, wonach die Formierungswahrscheinlichkeit intrinsischer Punktdefekte und Komplexe durch die Konzentration und Störstellenlage der Dotierungselemente festgelegt wird. So wird mit zunehmender Konzentration von Silicium als Donator der Inhalt akzeptorischer V_{Ga}^{3-} -Vakanzen erhöht. Noch nicht ganz geklärt ist dabei die Rolle des durch die B_2O_3 -Abdeckschmelze eingebrachten Bors, dessen $\text{B}_{\text{Ga}}^{\circ}$ -Störstelle eine Konversion zum elektrisch aktiven Zustand B_{Ga}^{-} durchmacht. Borfreie GaAs-Züchtungen, wie sie z.B. am IKZ Berlin durchgeführt werden, gewinnen somit an Bedeutung.

Den Abschnitt zur Grenzflächenkinetik eröffnete Herr **D. Stock** von INNOVENT Jena. Er bestimmte mittels MD-Rechnungen die Anisotropie der kinetischen Wachstumskoeffizienten für fest-flüssig-Phasengrenzflächen von CaF_2 -Kristallen zu $k_{(100)} \approx 40 \text{ cm s}^{-1}\text{K}^{-1}$, $k_{(110)} \approx 25 \text{ cm s}^{-1}\text{K}^{-1}$ und $k_{(111)} \approx 20 \text{ cm s}^{-1}\text{K}^{-1}$. Sie sind mit den Koeffizienten von Silicium ($k_{(111)} \approx 50 \text{ cm s}^{-1}\text{K}^{-1}$) und Blei ($33 \text{ cm s}^{-1}\text{K}^{-1}$) vergleichbar.

Herr **Ch. Vree** (Georg-Augustus-Universität Göttingen) berichtete über MC-Modellierungen und Experimente zur kinetischen Aufräumung beim Schichtwachstum von Polymeren, die mit der Zeit, d.h. der Schichtdicke, wegen der zunehmenden Wirkung der Oberflächendiffusion der Ad-Atome abnimmt. Solche Aufräumungen wurden auch in einem späteren Vortrag von Herrn **S. Vauth** aus der gleichen Gruppe an glasförmigen Zr-Al-Cu - Metallschichten studiert. Hier gelingt eine Glättung bei Ionenbeschuss.

Herr **M. Fell** von der ETH Zürich (Gruppe Prof. J.H. Bilgram) berichtete über Beobachtungen zum Dendritenwachstum in unterkühltem flüssigen Xenon. Bei Unterkühlungen (bis 0,4 K) und Temperaturvariationen finden hinter der Dendritenspitze Seitenzweigvergrößerungen entsprechend der Mullins-Sekerka-Instabilität statt. Hier sei auf die sehr instruktiven Vortragbilder verwiesen, die auf der DGKK-Homepage liegen.

Herr **W. Miller** vom IKZ Berlin modellierte mit Phasefeldsimulation unter Anwendung des „lattice Boltzmann scheme“ den Einfluss von konvektiven Scherflüssen auf die Periodizität und Stabilität einer lamellar wachsenden Phasengrenze des Systems Ge-Si und bestätigte die experimentellen Fakten. Gelingt es, Kristalle mit einer stabilen periodischen Mosaizität zu züchten, würden diese ein erhöhtes Reflexionsvermögen zeigen, was für die Astrophysik von Interesse ist.

Die interessante und noch teilweise offene Frage der Vorzugsorientierung bestimmter Körner in polykristallinen Materialien wurde von Herrn **J. Hubert** von der RWTH Aachen behandelt. Neben einer richtungsabhängigen Wärmediffusion spielt die kinetische Wachstumsanisotropie eine Rolle.

Herr **A. Moreno** von der Autonomen Universität Mexico City zeigte, wie magnetische und elektrische Felder die Keimbildung und Kristallisationskinetik von Proteinkristallen ordnen und stabilisieren können. Die Helixstrukturen der Proteine zeigen einen sehr hohen Diamagnetismus.

Herr **P. Kratzer** vom Fritz-Haber-Institut der MPI Berlin zeigte, dass „first principle“-Rechnungen helfen, die Details der atomistischen Prozesse an epitaktisch wachsenden Oberflächen zu verstehen. Beim MBE Prozess von GaAs findet eine energetisch begünstigte Zerlegung der As_2 -Dimere durch die Ga-Atome statt, deren Oberflächendiffusion wiederum durch die Energieminima der rekonstruierten Substratoberfläche gefördert wird.

Die Rubrik der Kristallisationskinetik von Nanokristallen wurde mit einem sehr illustrativen Vortrag von Herrn **P. Werner** (MPI Halle) eröffnet, der mittels TEM das Wachstum von Si-VLS-Whiskern beim MBE-Prozess studierte. Obwohl der VLS-Mechanismus schon sehr lange bekannt ist, sind noch viele Fragen bis heute offen. Neben der ungeklärten Aufrechterhaltung des für den Materialnachschub und das Wachstum erforderlichen Nichtgleichgewichtes zwischen Metalltröpfchen und Gasphase spielt die Oberflächendiffusion entlang des Whiskers eine Rolle. Eine Mulde um den Whiskerstumpf weist auf eine Nahrung ausgehend vom Substrat hin. Auch das metallische Lösungsmittel diffundiert und bedeckt die Whiskerumgebung mit einer monoatomaren Schicht. Beim CVD-Prozess werden dagegen keine Anzeichen von Oberflächendiffusion gefunden.

Frau **A.-K. Gerlitzke** vom IKZ Berlin untersuchte die Selbstorganisation von Ge-Si-Pyramiden bei der LPE auf Si-Substraten. Grundlage bildet die Theorie von Srolovitz (1989), wonach es beim Wachstum in der Stranski-Krastanov-Mode nach 1-2 Monolagen zur einer periodischen Aufwellung der wachsenden Oberfläche kommt. Die dabei entstehenden Nanopyramiden richten sich entsprechend der Rosette der Verzerrungsenergie entlang der $\langle 110 \rangle$ -Richtungen aus.

Herr **M. Kroll** von der Ruhr-Universität Bochum untersuchte das Wachstum von Cu auf ZnO mit der Rastertunnelmikroskopie in situ. Die faszinierenden Bildsequenzen zeigten den kritischen Moment des Überganges vom 2D- zum 3D-Wachstum. Übrigens sind solche Schichtkombinationen wegen ihrer besonderen katalytischen Eigenschaften für die Methanolsynthese von praktischem Interesse.

Den Abschluss bildeten zwei Vorträge zur Kinetik struktureller Defekte. Zunächst gab Herr **H. Leipner** von der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg einen Überblick über die Versetzungsdynamik in Halbleiterkristallen. Noch ist nicht vollständig geklärt, wie es zur Zellstrukturierung beim Kristallwachstum kommt, obwohl viele Zusammenhänge von Deformationsversuchen an Metallen übernommen werden können. Zu beachten ist, dass bei hohen Temperaturen auch unterhalb der kritischen Schubspannung Versetzungsbewegung stattfinden kann - allein durch diffusionskontrolliertes Kriechen. Der Zusammenhang zwischen Zelldurchmesser und Scherspannung könne nicht nur auf den thermoelastischen Anteil zurückgeführt werden, sondern muss den thermoplastischen Part mit einbeziehen.

Herr **D. Siche** vom IKZ Berlin stellte schließlich die Frage nach einer Korrelation zwischen Stapelfehlern in sublimierten SiC-Kristallen und der Wachstumskinetik. Hier gelangt der Züchter an die gleiche bisher ungelöste Problematik der durch fehlgestapelte 2D-Keime hervorgerufenen Zwillingbildung an $\{111\}$ -Facetten weiterer Verbindungshalbleiter beim Wachstum aus der Schmelze mit sehr geringen Stapelfehlerenergien. Sind Absolutwerte, wie eine kritische Facettenunterkühlung oder dynamische Effekte, wie z.B. konvektive Oszillationen, verantwortlich oder bleibt dieses Phänomen wegen seiner Stochastik experimentell für immer unkontrollierbar? Weitere Kinetikseminare werden hoffentlich auch zur Klärung dieser Frage beisteuern.



Abendliche Diskussionen. Von links: Dr. W. Dreyer (laufend/ WIAS Berlin), Dr. St. Eichler, Dr. M. Jurisch (beide FCM), Dr. H.-J. Rost, Dr. A.-K. Gerlitzke (beide IKZ Berlin), Prof. U. Gösele (MPI Halle), Dr. F. Duderstadt (WIAS Berlin), Prof. P. Görnert (unten rechts/INNOVENT Jena).

In der Aussprache über die weitere Gestaltung des Arbeitskreises gab es viele Anregungen. Zunächst sprach sich der überwiegende Teil für eine jährliche Fortführung aus. Es wurde der Vorschlag unterbreitet, das Seminar hin und wieder mit dem Arbeitskreis Angewandte Simulation zusammenzulegen, da auch für die Kristallisationskinetik Modellrechnungen die Basis bilden. Ebenfalls wurde eine erneute Zusammenlegung mit einer zukünftigen DGKK-Jahrestagung vorgeschlagen, wie bereits in Jena (2004) und Köln (2005) erfolgreich praktiziert (übrigens, gemeinsam mit dem AK Grenzflächen der DGK).



Nach dem Essen ist gut Reden...

Bezüglich der inhaltlichen Ausrichtung der Seminare kam der Hinweis, sich jeweils auf ein bestimmtes Thema zu konzentrieren. Dementgegen stand die Einschätzung der Schweizer Kollegen zum diesjährigen Seminar, die ganz besonders die Interdisziplinarität positiv hervorhoben und auch für die nächsten Veranstaltungen weiterhin empfahlen.

Das 8. Kinetikseminar findet Anfang nächsten Jahres in Bochum statt. Herr Prof. U. Köhler von der Ruhr-Universität hat sich bereit erklärt, die organisatorische Leitung zu übernehmen.

Auf Wiedersehen in Bochum 2007!



T B L - Kelpin

Dr. Gerd Lamprecht
former Kristallhandel Kelpin

Single Crystals for Research and Industry



TBL.Lamprecht@t-online.de :

single crystals

metals, alloys, semiconductors (III-V, II-VI),-oxides, halides and all kind of compounds

sputter targets and evaporation sources (elements and compounds)

optical compounds:
windows, lenses, prisms, rods
blanks: CaF_2 , MgF_2 , BaF_2 , LiF , KBr , CsBr , CsI , Ge , Si , KRS-5/6 , LaF_3 , CeF_3 and others

single crystal surface preparation and high precision crystallographic orientation ($<0,1^\circ$)

high purity metals & materials, rare earth metals and compounds, wire, rods, foils, isotopes, superconducting materials

single crystal substrates
Si, Ge, III-V and II-VI compounds
 SrTiO_3 , MgO , Al_2O_3 , ZrO_2 , LaAlO_3 , NdGaO_3 , YAlO_3 , SrLaAlO_3 , MgAl_2O_4 , SiO_2 , LiNbO_3 , SiC , ZnO , NiO , MnO , CoO , Fe_3O_4 , Cr_2O_3 , BaTiO_3 , CaF_2 , MgF_2 and others

TBL - Kelpin, Lehninger Str. 10-12 D 75242 Neuhausen
Tel. 0049 (0)7234 1007 Fax 0049 (0)7234 5716 e-mail: TBL.Lamprecht@t-online.de
www.tbl-kelpin.de

Folgende Vorträge wurden auf dem diesjährigen Treffen gehalten:

D. Holland-Moritz (DLR, Institut für Raumsimulation Köln)

[pdf im Internet]:

Nahordnung in unterkühlten Metallschmelzen und ihr Einfluss auf die Keimbildungskinetik

H. Emmerich (RWTH Aachen):

Heterogene Keim- und Mikrostrukturbildung in peritektischen Materialsystemen

F. Duderstadt, W. Dreyer (WIAS Berlin):

Ein Becker-Döring-Modell zur Entstehung von Ausscheidungen in GaAs

U. Kretzer, S. Eichler (Freiberger Compound Materials GmbH, Freiberg):

Dotierungseffizienz und Fermi-Level-Effekt in Galliumarsenid-Einkristallen

D. Stock, G. Wehrhan, P. Görnert (INNOVENT e.V. Jena)

[pdf im Internet]:

Crystal-melt interface kinetics for CaF_2 from molecular-dynamics simulations

Ch. Vree, J. Röder, H.-U. Krebs, S.G. Mayr (I. Phys. Inst. Georg-August-Univ. Göttingen):

Kinetic roughening during polymer film growth: Monte Carlo simulations and experiments

M. Fell, J.H. Bilgram (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich) [pdf im Internet]:

Transiente dendritische Wachstumsformen bei Temperaturänderungen

W. Miller, I. Rasin, D. Stock* (IKZ Berlin, *INNOVENT e.V. Jena) [pdf im Internet]:

Cellular patterns in single crystal growth: Influence of system parameters on Mullins-Sekerka instability

J. Hubert (RWTH Aachen):

Kristallisationskinetik polykristalliner Werkstoffe

A. Moreno (Universidad Autonoma Nacional de Mexico, Mexico City) [pdf im Internet]:

Growth kinetics of protein crystals in magnetic fields

P. Werner, G. Gerth, N. Zakharov, L. Schubert (MPI Halle) [pdf im Internet]:

On the growth of Si nanowhiskers by molecular beam epitaxy

A.-K. Gerlitzke (IKZ Berlin) [pdf im Internet]:

Nanokristallanordnungen aus Ge-Si Pyramiden

M. Kroll, Th. Löber, U. Köhler (Ruhr-Universität Bochum, Institut für Experimentalphysik) [pdf im Internet]:

Rastertunnelmikroskop-Untersuchungen von Cu-Wachstum auf ZnO

P. Kratzer (Fritz-Haber-Institut der MPG, Berlin)

[pdf im Internet]:

Adsorption, Diffusion und Nukleation bei der MBE von III-V-Halbleitern -- Ergebnisse von ab initio-Methoden

S. Vauth, S.G. Mayr (I. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen):

Surface processes during low energy ion bombardment of glassy metallic thin films

H. Leipner (Martin-Luther-Universität Halle/Saale)

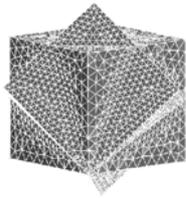
[pdf im Internet]:

Zur Kinetik von Versetzungen in Halbleitern

D. Siche, H.-J. Rost (IKZ Berlin):

Ist die Stapelfehlerbildung in SiC-Einkristallen kinetisch bedingt?

AK „Angewandte Simulation in der Kristallzüchtung“



4. Workshop, 3. – 4. November 2005 in Heigenbrücken

Bericht von

Stefan Eichler (FCM GmbH, Freiberg)

Wolfram Müller (IKZ Berlin)

Albrecht Seidl (SCHOTT Solar GmbH, Alzenau)

Der 4. Workshop des Arbeitskreises fand in abgeschiedener Lage in Heigenbrücken im Spessart statt.

52 Teilnehmer verteilten sich auf 10 Firmen, 7 Forschungs- und 8 Universitätsinstitute.

Schwerpunkthemen diesmal waren „Semitransparenz und Wärmestrahlung“ sowie „Transiente Prozesse“.

Die einzelnen Vorträge (die Präsentationen) sind, soweit es die Vortragenden mittragen, wieder auf der DGKK-Homepage einsehbar:

Auf <http://www.dgkk.de> unter

„Arbeitskreise“ und „Angewandte Simulation“.

Im folgenden ein paar Hinweise auf aus unserer Sicht besonders bemerkenswerte Beiträge und Entwicklungen.

Im Rahmen der Wärmestrahlungsthematik befassten sich die Beiträge von **M. Kellner und H. Hadler** (beide FhG IISB, Erlangen) mit möglichst schnellen und effizienten Methoden zur Berechnung des Strahlungsaustausches (beschleunigte View-Factor Verfahren gegen neuartige Ray-Tracing Methoden). Letztere werden insbesondere für 3D Simulationen wichtig, um die Berechnungszeiten deutlich zu verkürzen. Diese Tools sind Bestandteil von ORCAN, einer Open Source 3D Simulationssoftware, welche aktuell unter Koordination des IISB im Entstehen ist, vorgestellt von **T. Jung**.

A. Muiznieks (ETP Hannover + Uni Riga) versuchte sich selbst an einem von ihm entwickelten Kristallzüchtungssimulator für FZ. Die (im allgemeinen ziemlich zeitverzögerte) Wirkung von Veränderungen der wesentlichen Regelparameter (Nachschubgeschwindigkeit, Heizleistung, Ziehgeschwindigkeit) auf den Kristalldurchmesser kann damit im Trockenen trainiert werden – praktisch sehr interessant für teure Prozesse, bei denen man nicht allzuviel Fehlversuche haben sollte.

Aus Sicht der Anwendung hervorzuheben ist auch der Fortschritt bei der Durchmesserregelung von InP-Kristallen, gezüchtet am IKZ unter niedrigen T-Gradienten mit einem VCz-Verfahren. Die Ziehgeschwindigkeit wirkt beim InP nicht wie sonst bei Halbleitern üblich auf den Phasengrenzwinkel, so daß die übliche Art der schnellen Durchmesserregelung hier nicht greift. Das neue Regelkonzept resultierte in Kristallen mit bemerkenswert gleichmäßigem Durchmesser.

Insgesamt war eine klare Tendenz zur parallelen Mehrfachentwicklung gleichartiger Simulationstools zu beobachten. Während Firmen bzw. Institute wie STR oder FhG IISB mit auf die Kristallzüchtung zugeschnittenen Simulationsprogrammen bereits auf dem Markt sind, gibt es verschiedene Institute, an denen in kleinerem Stil ähnliche Simulationsprogramme geschrieben werden (z.B. am WIAS). Vieles wird mit öffentlichen Geldern finanziert, und vieles eben parallel und damit eigentlich unnötig bzw. unkoordiniert.

Man war sich weitgehend einig, daß der oben genannte Ansatz des IISB (ORCAN) in die richtige Richtung weist, da das Konzept kontinuierlich offen ist für Verbesserungen bzw. für additive Programmpakete alle Art – eine Vernetzung der bisher unkoordinierten vielfältigen Aktivitäten scheint erreichbar. Es wurde vereinbart, als ersten Schritt ein Treffen an einer derartigen Vernetzung interessierter Firmen und Institute anzustreben.

Für den 5. Workshop des Arbeitskreises wurde als Termin das Frühjahr 2007 festgehalten. Ort und genaues Datum werden rechtzeitig bekanntgegeben.

AK „Kristalle für Laser und nichtlineare Optik“

-- Arbeitskreistagung 2006 – Ankündigung --

Die Arbeitskreistagung 2006 ist für den 28. und 29. September 2006 im Institut für Laserphysik der Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, Gebäude 69, 22761 Hamburg geplant.

Zur Anfahrt informieren Sie sich am besten mittels www.physnet.uni-hamburg.de/ilp/de/finden.html

Alle Mitglieder des Arbeitskreises und weitere Interessenten sind herzlich eingeladen.

Vorträge und Diskussionsbeiträge sind erwünscht und können ab sofort angemeldet werden.

Wir würden uns auch wieder über Beiträge von Doktoranden freuen.

Ansprechpartner:

Dr. Klaus Petermann,
Universität Hamburg, Institut für Laserphysik
Tel. 040/8998-5103,
E-Mail: petermann@physnet.uni-hamburg.de

und

Prof. Dr. Manfred Mühlberg
Universität zu Köln – Institut für Kristallographie
Zülpicher Str. 49b; 50674 Köln
Tel. 0221/470-4420; Fax: 0221/470-4963
E-Mail: manfred.muehlberg@uni-koeln.de

Weitere Informationen sind laufend unter www.kristallographie.uni-koeln.de/ak-oxid2006/ bzw. auf der Homepage der DGKK zu erhalten, insbes. auch zu den Unterkunftsmöglichkeiten in Hamburg.

Ihre Anmeldung erbitten wir bis spätestens Mitte September.

gez. M. Mühlberg

AKTUELLE ENTWICKLUNGEN ZUR KRISTALLZÜCHTUNG

Recent progress in the lateral overgrowth of semiconductor structures by liquid phase epitaxy

Zbigniew R. Zytewicz
Institute of Physics, Polish Academy of Sciences
Al. Lotnikow 32/46, 02 668 Warszawa, Poland
e-mail: zytewicz@ifpan.edu.pl

Abstract

Recent achievements in epitaxial lateral overgrowth (ELO) by liquid phase epitaxy (LPE) are reviewed. Application of metallic masks for LPE growth and liquid phase electroepitaxy – new emerging areas of the ELO technology, are discussed. The issues of defect filtration in the ELO procedure and control of strain in the ELO layers are also addressed. Our results on the lateral overgrowth of III-V compound semiconductors (GaAs/GaAs, GaSb/GaSb, GaAs/Si, and GaSb/GaAs) by LPE are used as examples.

I. Introduction

Thin epitaxial layers used in modern micro- and optoelectronic semiconductor devices must be of a high crystallographic quality. Very often however, there are no substrates available for lattice-matched epitaxial growth. Since defects generated in lattice mismatched structures deteriorate parameters of the devices and lead to their fast degradation, the epitaxial lateral overgrowth (ELO) technique has been elaborated to block dislocations threading from the substrate or substrate/buffer structure to the next-grown epitaxial layers. In ELO the epitaxial growth initiates exclusively in narrow stripe windows that are opened up in an amorphous mask deposited on the substrate (see Fig. 1).

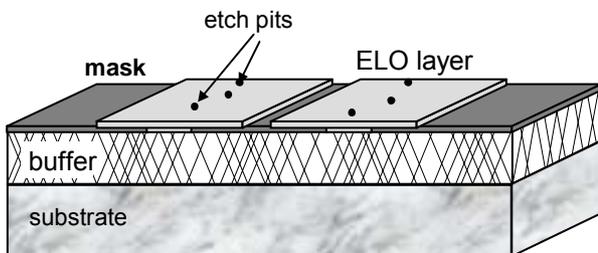


Fig. 1: Principle of ELO procedure. Dislocations do not thread to wings of the layer

Then the growth proceeds in a lateral direction over the mask and a new epitaxial layer fully covers the patterned substrate if the growth time is long enough to allow a coalescence of adjacent ELO stripes. It has been shown that the density of dislocations threading to a surface of the laterally overgrown parts (wings) of the ELO layers is much lower than that observed in standard planar epilayers (see [1, 2] for a review). As example, Fig. 2 shows a SEM image of GaSb ELO layer grown by liquid phase epitaxy (LPE) on (100) GaAs substrate covered by an MBE-grown GaSb buffer and SiO₂ mask. In agreement with the presented ELO concept, dislocation etch pits are visible only in the part of the GaSb ELO layer grown vertically from the seed, while the dislocation density in the wing area is significantly reduced. Thus the ELO process is a powerful method to grow epilayers with a low density of dislocations on heavily dislocated substrates such as the relaxed buffers deposited on lattice mismatched substrates. The breakthrough in development of long lifetime GaN/InGaN blue lasers, partly being due to the high efficiency of defects filtration during the lateral growth, is the most spectacular recent achievement of the ELO technique [3].

To our best knowledge the ELO history started in 1980 when McClelland with co-workers applied vapour phase epitaxy (VPE) to grow GaAs epitaxial layers on masked GaAs substrate [4].

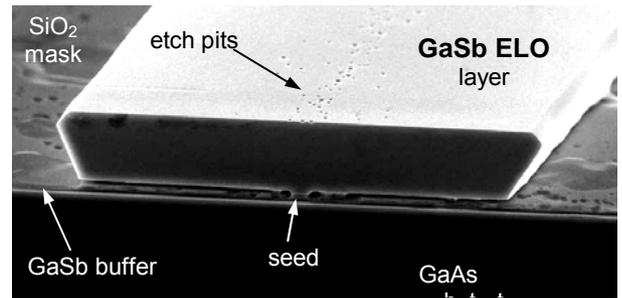


Fig. 2: SEM image of GaSb ELO layer grown by LPE on GaAs substrate coated by a GaSb buffer and SiO₂ mask.

Since the ELO layer was easily separable from its host substrate by cleaving, the technique was designed as an efficient way of producing of GaAs epitaxial films on reusable substrate. Then the ELO technique was used by Jastrzebski's [5] and Bauser's [6] groups to produce silicon-on-insulator structures by VPE and LPE, respectively. Finally, efficient filtration of substrate dislocations has been reported in a series of papers on growth of SiGe, GaAs, GaP and InP ELO layers on lattice-mismatched substrates [1, 7, 8]. Nowadays, the majority of ELO research concentrates on lateral overgrowth of GaN epilayers on sapphire or SiC substrates by metalorganic VPE (MOVPE) or hydride VPE (HVPE) techniques. This is a result of the market demand for low dislocation density GaN substrates. The GaN ELO activity is so dominant that sometimes the technique is called ELOG that stands for the epitaxial lateral overgrowth of gallium nitride. Apparently this is not correct since the principle of the ELO process is much more general and is not limited to either a specific group of materials or to a single growth technique.

The aim of this paper is to present our recent developments of lateral overgrowth of compound semiconductor structures by liquid phase epitaxy. We will focus on mechanism of ELO growth by LPE pointing at the phenomena that are crucial for growing high quality layers with a large value of aspect (width/thickness) ratio. Next, new results on LPE growth of GaAs and GaSb ELO layers on substrates coated by electrically conductive masks will be presented. Application of liquid phase electroepitaxy (LPEE) for lateral overgrowth of compound semiconductors, a new emerging area of ELO technology, will also be discussed. Finally, the issues of defect filtration during ELO procedure and strain in homo- and heteroepitaxial ELO layers will be briefly addressed.

II. Mechanism of the ELO growth from liquid phase

The efficient ELO procedure requires large growth rate anisotropy, i.e. the growth conditions are necessary at which the lateral growth of the epilayer is much faster than that in the direction normal to the substrate. This can be achieved by taking advantage of a natural growth anisotropy of various crystal faces. Fig. 3 schematically shows the growth rate dependence on interface supersaturation for three types of crystal faces. On a perfect singular face the atoms can be incorporated to solid in a form of two-dimensional nuclei only. If the face is singular but imperfect, the surface irregularities (e.g. dislocations) supply steps necessary for its growth. In the case of an atomically rough crystal face atoms can be added to the solid randomly and the growth rate varies linearly with the interface supersaturation. As discussed by Nishinaga [1] the basic idea of ELO lies in fundamental dissimilarities between those growth modes.

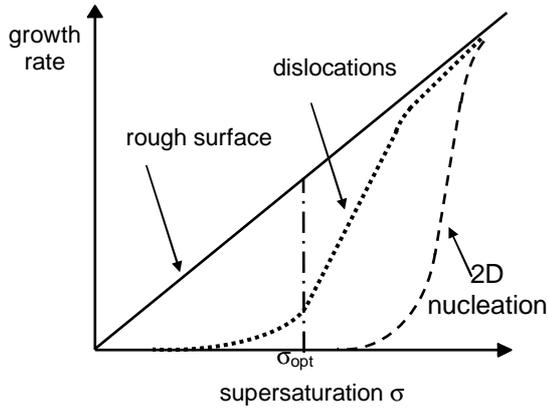


Fig. 3: Growth rate vs. supersaturation for various crystal faces.

If a slowly grown facet covers the upper plane of ELO, while the sidewalls are rough, then for a low supersaturation the growth rates in vertical and horizontal directions differ significantly (see the dot-dashed line in Fig. 3 that marks the optimal supersaturation σ_{opt}).

Consequently, a large anisotropy of shape of ELO layers can be obtained. In practice, this can be achieved by a use of (111) or (100)-oriented substrates and by twisting the line openings in the mask by a few degrees off from the main crystallographic directions [1, 2]. Note that supersaturation at the crystal face should be low for successful lateral overgrowth. This is why equilibrium growth techniques, such as LPE, are preferred for ELO.

The growth mechanism presented above leads to an unusual temperature dependence of the ELO growth kinetics [2, 9]. For high growth temperatures the vertical growth rate increases due to a thermal roughening of the upper crystal face. As a result low values of the ELO aspect ratio are observed. On the other hand, for very low growth temperatures the sidewall cannot be considered as ideally rough. Most probably surface kinetic processes start to play a role there and lateral growth rate decreases, which leads again to a decrease of the aspect ratio. Thus, the optimal LPE growth temperature must be found experimentally for each particular ELO system. Moreover, low cooling rates and small initial melt supersaturations are recommended as a rule. The latter holds true as long as the Gibbs-Thomson effect does not hinder the layer from growing out from the opening in the mask as discussed in [6, 9, 10].

Doping has been found to be a useful way, by which the vertical growth rate can be reduced, leading to thin and wide ELO layers. This is illustrated in Fig. 4 that shows the dependence of lateral and vertical growth rates of silicon doped GaAs ELO layers on Si concentration in the Ga-As liquid phase [11].

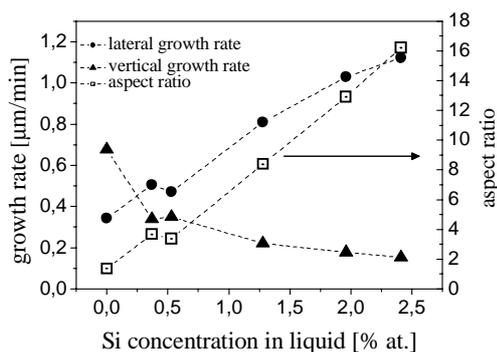


Fig. 4: Growth rate and aspect ratio of GaAs ELO layer vs. Si concentration in the liquid phase.

As it is seen the vertical growth rate decreases while the lateral one increases for higher dopant concentrations in the liquid solution. This effect can be attributed to hindering of the smooth step flow on the upper surface of ELO. The possible mechanism involves steps that are forced to squeeze between immobile impurity atoms tightly adsorbed on the surface.

Thus, the steps have a local large curvature, which results in a decrease of their flow velocity. It is interesting to note that a similar phenomenon of increase of ELO aspect ratio by doping has also been found for Si-doped GaSb grown by LPE [12] and for Mg-doped GaN ELO layers grown by MOVPE [13].

III. New concepts of ELO growth from the liquid phase

Recent developments in the liquid phase ELO growth include application of novel mask materials. In particular, electrically conductive masking films are interesting since they can be used in photovoltaic and thermophotovoltaic devices as back mirrors for photon recycling and/or as buried electrical contacts. However, the main problem is to find the mask material that adheres strongly to the substrate and is thermally and chemically stable to remain undamaged during the aggressive conditions of epitaxial growth. Moreover, it is of prime importance that no nucleation takes place on the mask during the growth since in ELO technique the layer should start growing exclusively from the opening in the mask. We have applied tungsten for substrate masking in lateral overgrowth of GaAs by LPE [14]. For such a system a perfect growth selectivity was obtained. However, at high growth temperatures a large strain present in the tungsten layer leads to peeling off of the masking film from the GaAs surface. Moreover, a melt removal from W-masked substrate after growth was incomplete.

We have found zirconium nitride as a promising material for electrically conductive mask in ELO technique [15]. Due to a small grain size in sputtered zirconium nitride, strain in the mask is reduced. The films are mechanically stable, adhere strongly to the substrate, and do not show any signs of mechanical degradation even at the LPE growth temperature as high as 750°C. During the LPE growth of GaAs and GaSb ELO layers on ZrN masked substrates the perfect growth selectivity has been obtained (see Fig. 5). Moreover, we have found that ZrN forms a low resistivity ohmic contact to n-type GaAs. Unfortunately, at temperatures higher than about 580°C the ZrN masks become highly resistive when they are heat-treated in hydrogen atmosphere during LPE growth. Thus, the ELO growth of GaAs by LPE becomes more difficult though still possible if ZrN masks are to be used as buried electrical contacts. For the GaSb ELO layers however, typical LPE growth temperature is about 480°C, which allowed us to grow high quality GaSb ELO layers by LPE still preserving high electrical conductivity of ZrN mask.

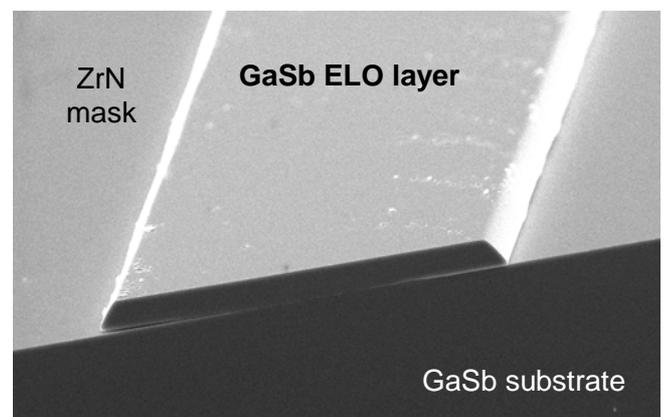


Fig. 5: SEM image of GaSb ELO layer grown on (100) substrate masked with ZrN film. Note perfect growth selectivity.

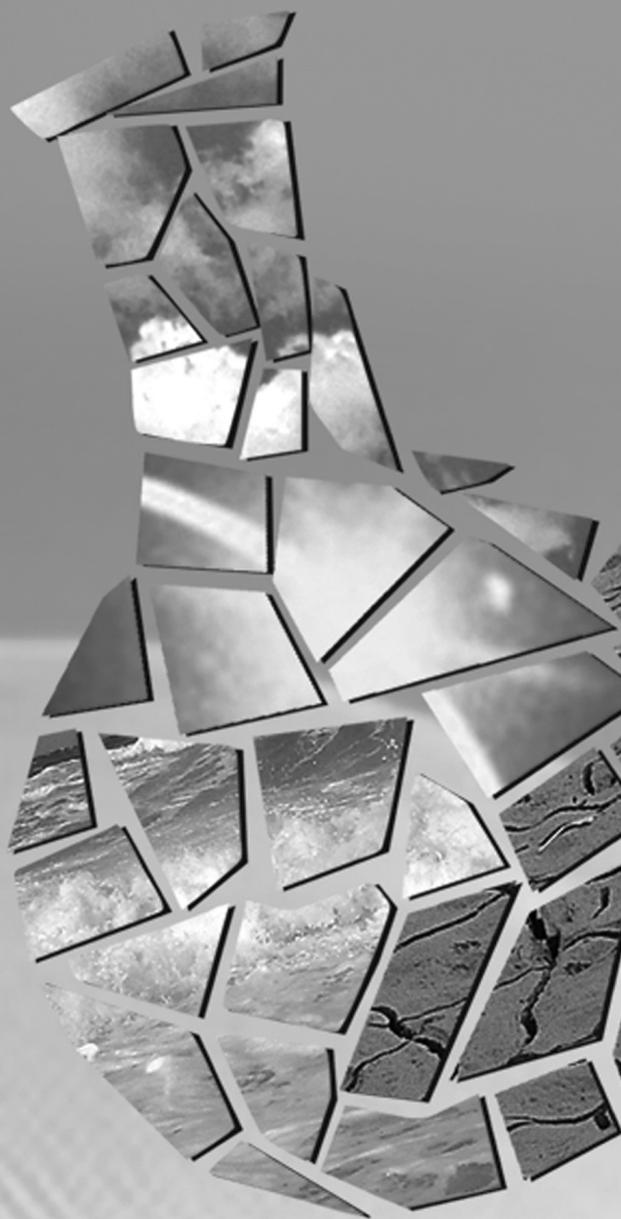
Wir schaffen Verbindungen



Anorganika · Organika · Boronsäuren
Fluorchemikalien · Reine und reinste
Elemente · Metalle und Legierungen
in definierten Formen und Reinheiten
Seltenerdmetalle, Oxide, Fluoride für
die Kristallzucht · Laborgeräte aus Platin
und Platinlegierungen



Produkte höchster Qualität.
Kürzeste Lieferzeiten.
Exzellenter Service.
Zuverlässige und
effiziente Zusammenarbeit.



Recently there has been increasing interest in the lateral overgrowth of semiconductor layers by the liquid phase electroepitaxy (LPEE) technique - a solution growth method in which layer crystallisation is achieved by passing an electric current through the solid-liquid interface while the furnace temperature of the system is kept constant (see [16] for a review). The progress achieved with the application of substrates coated by metallic masks has allowed for a novel approach to ELO growth by LPEE.

Figs. 6a and 6b show cross-sections of the undoped GaAs ELO layers grown at 700°C by LPEE on (100) GaAs substrates. The difference between them is that they were grown on substrates masked by SiO₂ and tungsten films, respectively, while remaining the growth parameters were kept the same in both cases (see [14] for details). As seen, the ELO growth on the SiO₂-masked substrate is nearly isotropic while under the same conditions a wide and thin ELO layer is grown on the tungsten masked substrate. We have explained this phenomenon by different distributions of electric current intensity at the solid/liquid interface when insulating (SiO₂) and electrically conductive (tungsten) masks cover the substrate. Due to a fact that in the LPEE technique electric current flow affects solute distribution in the liquid solution, the shape and dimensions of the ELO layers grown by LPEE can be efficiently tailored by varying the electrical conductivity of the mask.

We have developed a simple mathematical model for the LPEE growth of ELO layers, which predicts electric current intensity and solute concentration distributions in the liquid zone under various LPEE growth conditions [17]. Moreover, the model allows for the direct simulation of the evolution of the growth interface with time. Simulated shapes of the GaAs ELO layers grown by LPEE on GaAs substrates were in a very good quantitative agreement with the experimental results shown in Fig. 6. However, more work is needed to include into calculation contributions of the Peltier and Joule effects as well as more realistic substrate geometries.

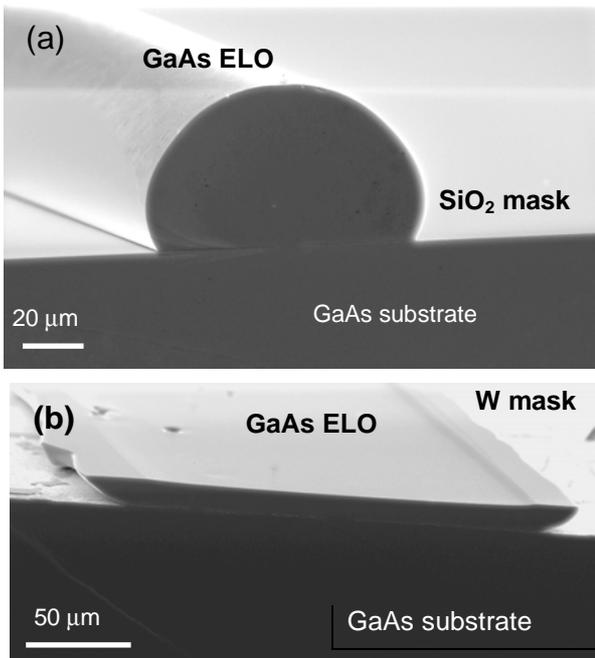


Fig. 6: SEM images of undoped GaAs ELO layers grown by LPEE on (100) GaAs substrates coated by (a) insulating (SiO₂) and (b) electrically conductive (tungsten) masks.

IV. Crystallographic perfection of ELO layers

As shown in fig. 2 the density of dislocations in ELO layer is much lower than that in the reference planar buffer. However, as widely discussed in our review [8], the ELO structures are not free of strain. In particular, the mask itself and its interaction with ELO wings, lattice mismatch and different thermal expansion coefficients of subsequent layers and the substrate, all those may lead to a large deformation of the layers.

Fig. 7 shows a typical x-ray rocking curve of the GaAs ELO layer grown by LPE on SiO₂-masked GaAs substrate. Details of this x-ray diffraction (XRD) measurement can be found in [8, 18]. It is worth mentioning however, that the large width of the rocking curve shown in Fig. 7 ($2\Delta\theta = 0.2^\circ$) indicates that a significant deformation of the as-grown ELO takes place in the cross-section plane perpendicular to the seeds. Following conclusions of previous studies of Si ELO structures by x-ray topography [19] we have postulated that the layers are bent downwards, as sketched in Fig. 8a, due to an interaction of the ELO wings with the SiO₂ mask underneath. Then, the half of the rocking curve width $\Delta\theta$ corresponds to the wing's tilt angle [20].

Note that the direction of tilt, upward or downward, cannot be directly determined from the shape of the rocking curve shown in Fig. 7. Therefore, we have developed a local XRD technique in which the x-ray beam, being much narrower than the ELO width, is moved in small steps across a single ELO stripe. For each position of the beam a local x-ray rocking curve originating from precisely defined area of the stripe is recorded (see [8, 20] for more details). The order in which diffraction peaks appear when the x-ray beam moves across the ELO stripe indicate unambiguously the direction of wings tilt. In that way we have proved that in the GaAs/GaAs case the wings are tilted towards the mask. An additional evidence of that comes from our studies of similar GaAs ELO samples by synchrotron x-ray topography [21, 22]. We have used the same technique to show an upward wing tilt caused by a thermal strain in GaAs ELO layers grown on Si substrate [23]. It is worth mentioning that the local XRD technique presented above cannot be easily applied to the GaN ELO layers since their widths are usually much smaller than the width of the x-ray beam used in standard diffractometers. In such cases the electron diffraction [24] or synchrotron x-ray diffraction [25] must be applied to determine a local magnitude and direction of the GaN wing tilt.

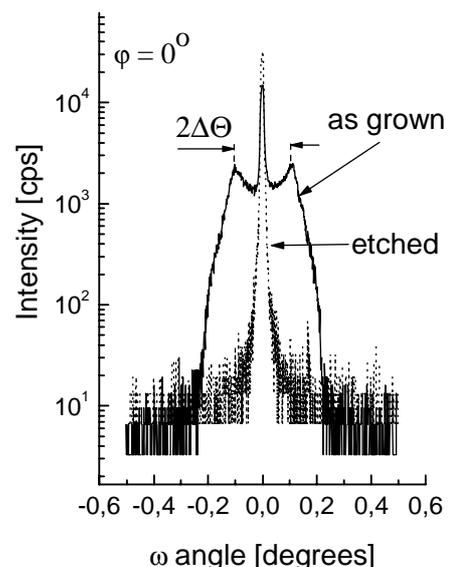


Fig. 7: X-ray rocking curves of GaAs ELO layer on SiO₂ masked GaAs substrate. $2\Delta\theta = 0.2^\circ$.

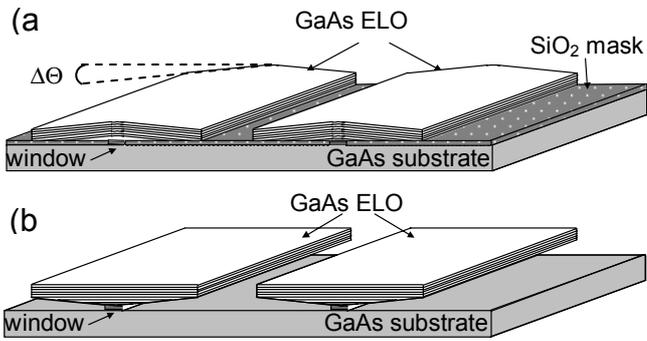


Fig. 8.: Schematic drawing of (a) as-grown GaAs ELO layer and (b) after the SiO₂ mask removal by etching.

The mask-induced bending stress is below the plastic flow threshold and accompanied strain disappears when the SiO₂ mask is removed by the post-growth selective etching (Fig. 8b). This finding is similar to that reported for the Si ELO structures [19]. In Fig. 7 this effect manifests itself by a significant narrowing of the respective x-ray rocking curve. Very broad x-ray rocking curves similar to that shown in Fig. 7 are often observed in various ELO systems, which shows that tilting of the ELO wings caused by their interaction with the mask is a common problem in laterally overgrown structures. In some cases (e.g. in GaN on sapphire ELO structures) the values of the tilt angle $\Delta\theta$ of up to 2° are reported [26].

Tilting of wings towards the mask creates a significant problem for coalescence of neighbouring stripes as when they tilt in the opposite direction (see Fig. 8a). As an example, Fig. 9 shows TEM image of a coalescence front of two GaAs ELO wings grown by LPE on SiO₂-masked GaAs substrate. The most important feature is a well-organised set of dislocations revealing a low-angle grain boundary at the seam plane. This dislocation network accommodates the mutual tilt when neighbouring wings coalesce. Its geometry has been used to measure the relative misorientation of merging ELO lattice planes [27]. The values obtained are in good agreement with those determined by the x-ray diffraction. The phenomenon similar to that illustrated in Fig. 9 is often reported for the GaN ELO layers. Sakai et al. [28] have found a regular network of dislocations at the coalescence front of fully-overgrown GaN on sapphire ELO structures. However as mentioned before, in that case the tilt angle $\Delta\theta$ reaches the values of 2°. So large tilts cannot be accommodated elastically as it is in our GaAs/GaAs structures. Indeed, additional low-angle grain boundaries have been detected in the GaN ELO layers above the edges of the SiO₂ mask [28].

Keeping in mind the problem with defect-free coalescence caused by tilting of the ELO wings, we have proposed the following recipe for reduction of the mask-induced bowing of the ELO layers: the initial vertical growth rate of ELO must be increased to start the lateral overgrowth at some microscopic distance from the upper surface of the mask [20]. Then the chance of the ELO wings capture by attractive force and their interaction with the mask should be reduced. We have found several examples that this recipe efficiently works in practice. In particular, we have shown that the GaAs ELO layers grown on SiO₂ coated substrates are strain-free if their wings hang over without any contact with the underlying mask [29]. Unfortunately, quite often the growth conditions required for reproducible growth of such structures are not known. In the other cases, tilting of the wings can be efficiently tailored by controlling the ratio of vertical to lateral growth rates at the beginning of ELO growth [20, 29]. A replacement of commonly used dielectric films by other mask materials is a promising way to reduce the mask induced wing tilt.

In particular, we have found that bending of the GaAs ELO layers grown by LPE is negligible when the SiO₂ mask is replaced by a thin graphite film [18].

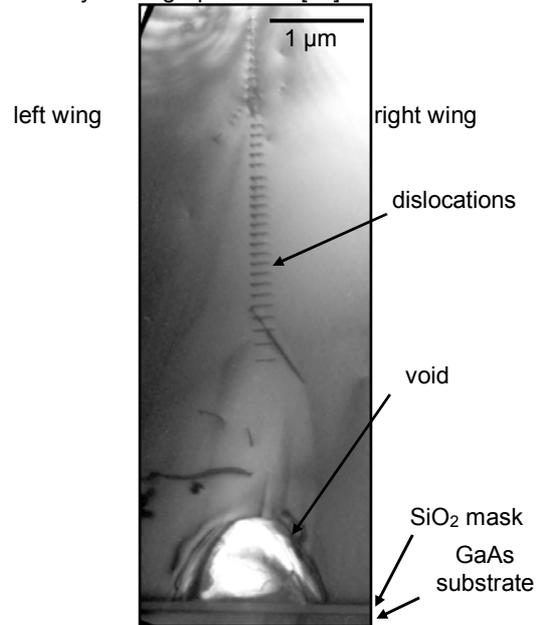


Fig. 9. TEM image of a coalescence front of two GaAs ELO stripes grown on SiO₂-masked GaAs substrate. Note presence of low-angle grain boundary at the front of coalescence.

Besides the mask-induced strain an additional deformation of ELO lattice planes may arise when the sample experiences a large stress upon cooling from the growth to room temperature due to the different thermal expansion coefficients of its components. This effect is commonly observed in planar heterostructures. We have shown that in the ELO structures thermal strain can be relaxed via additional tilting of the wings while still preserving their high quality. By using the local XRD technique described above we have found that in the GaAs/Si ELO layers the wings tilt upward, i.e. in the opposite direction to that observed in the GaAs/GaAs ELO system. This has been explained as the result of a tensile thermal strain arising in the GaAs on Si buffers [23]. Generally, our model of thermal strain relaxation in ELO layers correlates the direction of wing tilt with the sign of the strain in the buffer. In particular, it predicts that downward thermal wing tilt is expected in GaN ELO layers on SiC or sapphire substrates to accommodate for compressive thermal stress in the GaN buffer [23]. Later on such a behaviour was indeed confirmed experimentally [30, 31].

V. Final remarks

It is difficult to predict future development of the ELO technology. From scientific point of view there are still many questions to be answered. In particular, understanding of microscopic interaction of ELO wings with the mask, identification of mechanisms leading to bending of dislocations threading in a seed area and many other issues require further work. Basic crystal growth research including process modelling is needed to increase width of laterally overgrown layers, improve the quality of coalescence fronts, develop technology of lateral overgrowth of ternary layers on binary substrates, and to simplify the whole growth procedure according to industrial standards. Application of laterally overgrown layers will depend on progress of these studies. Market demands for novel semiconductor devices will decide if and which techniques of lateral epitaxy will find their permanent position in industrial practice. Nowadays there is a large demand for group III nitrides substrates, so lateral overgrowth of these compounds is mostly studied in many laboratories worldwide. It is believed that the importance of lateral

overgrowth of 'traditional' zinc blende III–V ternary substrates will increase in the near future.

Acknowledgements:

This work was financially supported by the Polish Committee for Scientific Research (grant No 3 T08A 021 26).

References

1. T. Nishinaga, *Cryst. Properties Preparation* 31 (1991) 92 and references therein.
2. Z.R. Zytkeiwicz, *Cryst. Res. Technol.* 34 (1999) 573 and references therein.
3. S. Nakamura, M. Senoh, S. Nagahama, N. Iwasa, T. Yamada, T. Matsushita, H. Kiyoku, Y. Sugimoto, T. Kozaki, H. Umemoto, M. Sano, K. Chocho, *Jpn. J. Appl. Phys.* 36 (1997) L1568.
4. R.W. McClelland, C.O. Bozler, J.C.C.C. Fan, *Appl. Phys. Lett.*, 37 (1980), 556.
5. L. Jastrzebski, J.F. Corboy, R. Soydan, *J. Electrochem. Soc.* 136 (1988) 3506 and references therein.
6. I. Silier, A. Gutjahr, N. Nagel, P.O. Hansson, E. Czech, M. Konuma, E. Bauser, F. Banhart, R. Kohler, H. Raidt, B. Jenichen, *J. Cryst. Growth* 166 (1996) 727 and references therein.
7. P.O. Hansson, A. Gustafsson, M. Albrecht, R. Bergmann, H.P. Strunk, E. Bauser, *J. Cryst. Growth* 121 (1992) 790 and references therein.
8. Z.R. Zytkeiwicz, *Thin Solid Films* 412 (2002) 64.
9. D. Dobosz and Z.R. Zytkeiwicz, *Int. J. Materials and Product Technol.* 22 (2005) 50.
10. Z.R. Zytkeiwicz, D. Dobosz, Y.C. Liu, S. Dost, *Cryst. Res. Technol.* 40 (2005) 321.
11. Z.R. Zytkeiwicz, D. Dobosz, M. Pawlowska, *Semicon. Sci. Technol.*, 14 (1999) 465.
12. D. Dobosz, Z.R. Zytkeiwicz, E. Papis, E. Kaminska, A. Piotrowska, *J. Cryst. Growth* 253 (2003) 102.
13. B. Beaumont, S. Haffouz, P. Gibart, *Appl. Phys. Lett.* 72 (1998) 921.
14. D. Dobosz, Z.R. Zytkeiwicz, T.T. Piotrowski, E. Kaminska, E. Papis, A. Piotrowska, *Cryst. Res. Technol.* 38 (2003) 297.
15. D. Dobosz, K. Golaszewska, Z.R. Zytkeiwicz, E. Kaminska, A. Piotrowska, T.T. Piotrowski, A. Barcz, R. Jakiela, *Cryst. Res. Technol.* 40 (2005) 492.
16. T. Bryskiewicz, *Prog. Cryst. Growth Charact.* 12 (1986) 29 and references therein.
17. Y.C. Liu, Z.R. Zytkeiwicz, S. Dost, *J. Cryst. Growth* 265 (2004) 341.
18. Z.R. Zytkeiwicz, J. Domagala, D. Dobosz, J. Bak-Misiuk, *J. Appl. Phys.* 84 (1998) 6937.
19. H. Raidt, R. Kohler, F. Banhart, B. Jenichen, A. Gutjahr, M. Konuma, I. Silier, E. Bauser, *J. Appl. Phys.* 80 (1996) 4101 and references therein.
20. Z.R. Zytkeiwicz, J. Domagala, D. Dobosz, *Mat. Res. Soc. Proc.* 570 (1999) 273.
21. R. Rantamaki, T. Tuomi, Z.R. Zytkeiwicz, J. Domagala, P.J. McNally, A.N. Danilewsky, *J. Appl. Phys.* 86 (1999) 4298.
22. R. Rantamaki, T. Tuomi, Z.R. Zytkeiwicz, J. Domagala, P.J. McNally, A.N. Danilewsky, *J. X-ray Sci. Technol.* 8 (2000) 277.
23. Z.R. Zytkeiwicz, J. Domagala, *Appl. Phys. Lett.* 75 (1999) 2749.
24. I-H. Kim, C. Sone, O-H. Nam, Y-J. Park, T. Kim, *Appl. Phys. Lett.* 75, 4109 (1999).
25. D. Lubbert, T. Baumbach, P. Mikulik, P. Pernot, L. Helfen, R. Kohler, T.M. Katona, S. Keller, and S.P. DenBaars, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 38, A50 (2005).
26. P. Fini, H. Marchand, J.P. Ibbetson, S.P. DenBaars, U.K. Mishra, J.S. Speck, *J. Cryst. Growth* 209 (2000) 581.
27. Z.R. Zytkeiwicz, A. Rocher, C. Clement, J.Z. Domagala, D. Dobosz, J. Crestou, L. Dobaczewski. – to be published.
28. A. Sakai, H. Sunakawa, A. Usui, *Appl. Phys. Lett.* 73 (1998) 481.
29. Z.R. Zytkeiwicz, J. Domagala, D. Dobosz, *J. Appl. Phys.* 90 (2001) 6140.
30. P. Fini, A. Munkholm, C. Thompson, G.B. Stephenson, J.A. Eastman, M.V. Ramana Murty, O. Auciello, L. Zhao, S.P. DenBaars, J.S. Speck, *Appl. Phys. Lett.* 76 (2000) 3893.
31. T.S. Zheleva, S.A. Smith, D.B. Thomson, K.J. Lithicum, P. Rajagopal, R.F. Davis, *J. Electron. Mater.* 28, L5 (1999).

TAGUNGSBERICHTE

Tagungsbericht von der 20th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition in Barcelona (06.-10.06.2005)

Bericht von **M. Bellmann**
Institut für Experimentelle Physik, TU BAF
Leipziger Str. 23, 09599 Freiberg

Die 20. Europäische Photovoltaikkonferenz war für viele Fachexperten auf dem Gebiet der Solarenergie ein Muss. Zahlreiche Wissenschaftler, Ingenieure, Industrielle und Politiker präsentierten und diskutierten über ein breites Spektrum an Themen, wie Grundlagenforschung, industrielle Prozessierung, Markteinführung und Entwicklungs-Programme. Die Konferenz verzeichnete insgesamt 2151 eingeschriebene Teilnehmer aus 76 Ländern und es wurden 1080 Konferenzbeiträge, davon 270 mündlich, präsentiert. Dies zeigt in welcher Weise die Photovoltaikbranche wirtschaftlich und ökologisch an Bedeutung gewonnen hat. Die meisten Teilnehmer kamen aus Deutschland, gefolgt von Spanien und den USA. Kein Wunder denn in Deutschland wurden bereits im Jahr 2004 mehr PV-Anlagen als in jedem anderen Land der Welt installiert und der bisherige Marktführer Japan wurde überholt. Insgesamt nutzen nach Angaben der Unternehmensvereinigung Solarwirtschaft (UVS) bereits rund 800.000 Eigenheimbesitzer hier zu Lande Solarenergie zur Strom- oder Wärmeergewinnung.

Die Konferenz wurde von einer imposanten Industrieausstellung begleitet, an der 250 Firmen aus der ganzen Welt ihre Produkte und Dienstleistungen anboten. Die Ausstellung bot viele Informationen zu Ausgangsmaterialien der Photovoltaikzellenfertigung, zu Produktions-equipment, zu PV Zellen, bis hin zu Modulen, Wechselrichtern, Kabeln und Steckern.

Das neu gebaute Konferenzzentrum CCIB war dem Ansturm bestens gewachsen, wirkte die Konferenz trotz ihrer beachtlichen Größe in den riesigen Gebäuden zum Teil doch beinahe verloren. Platz gab es auf dieser Konferenz auf jeden Fall genug.

Gut die Hälfte der Konferenzbeiträge befasste sich mit den verschiedenen Typen von Solarzellen. 30% der Konferenzbeiträge hatten Silizium als Grundmaterial zu Inhalt, wobei das kristalline Silizium bei weitem dominierte (255 Beiträge). Bei den Dünnschichtsolarezellen verzeichneten die II-VI Verbindungen deutlich mehr Beiträge als das amorphe bzw. mikrokristalline Silizium (104 gegenüber 65).

Das kristalline Silizium dominiert nicht nur die Konferenzbeiträge sondern weiterhin auch den Markt. Das allgegenwärtige Thema in Barcelona war aber hier der inzwischen zum Problem Nr.1 gewordene Engpass beim Rohsilizium. Aufgrund des schnellen Marktwachstums der Photovoltaik wurde die sich abzeichnende Verknappung des Rohsiliziums früher als erwartet erreicht, insbesondere früher als die neu geplanten Fertigungskapazitäten von Silizium bereit stehen. Es wird allgemein angenommen, dass frühestens 2007 eine Entspannung auftreten wird. Für die Dünnschichtsolarezellen entstehen aufgrund dieser angespannten Situation neue Chancen.

Bei den technischen Parametern des monokristallinen Siliziums sind die bisherigen Rekordwerte unverändert. Der Schwerpunkt der Entwicklungen verlagert sich zunehmend auf die industrielle Prozessführung, größere Wafer (20 x 20 cm), die Steigerung des Wirkungsgrades industrieller Produkte

(> 20%) und insbesondere die Reduktion des Siliziumeinsatzes. Bei letzterem wird erwartet, dass die Dicke der Siliziumwafer von heute typischerweise 300 µm in den kommenden Jahren auf 100 µm reduziert wird. Die Handhabung von immer größeren und immer dünneren Wafern stellt technologisch eine große Herausforderung dar. Als Alternative zu gesägten Wafern sind Siliziumbänder eine Option. So wurden in Barcelona die „sliver“- (engl. Streifen) Zellen von Origin Energy Solar (Australien) vorgestellt – ihre Dicke beträgt nur noch 50 µm. Bei der Herstellung dieser Solarzellen wird hochwertiges, monokristallines Silizium in dünnen Streifen verarbeitet. Der Siliziumverbrauch kann in Kombination mit einer neuen Modultechnologie um ca. 90 % reduziert werden.

Die Bemühungen bei der Weiterentwicklung von Solar Grade (SoG)-Si sind stark an die Anforderungen der Industrie gebunden. Durch die Entwicklung von kosteneffektiven Prozessen zur Herstellung von Solarsilizium kann man dem Engpass an Silizium entgegenwirken.

Die Produktion von (SoG)-Si wurde durch zwei Unternehmen vorgestellt, Silicon Technologies, Norwegen, und durch die Wacker Chemie, Deutschland. Beide Unternehmen produzieren im Pilotmaßstab. Bei Wacker Chemie in Burghausen soll ein neuartiges, hochwirtschaftliches Wirbelschichtverfahren zum Einsatz kommen, das granulares Poly-Silizium speziell für Solarzellen erzeugt – nicht mehr chargenweise in Form von Stäben, sondern als kontinuierlich in einem Flussbett-Reaktor produziertes Granulat. Bis 2006 soll das Verfahren in die Pilotfertigung gehen, mittelfristig ist eine Produktion von 2500 t/Jahr geplant.

Parallel dazu haben die Deutsche Solar und Degussa ein Joint Venture ins Leben gerufen, genannt „Joint Solar Silicon GmbH & Co KG“ mit Firmensitz in Freiberg/Sachsen und Produktion in Rheinfelden bei Basel. Die dort vor kurzem fertiggestellte Prototyp-Anlage soll bis 2007 800 t/Jahr liefern. Neu ist hier die Abscheidung aus Silan, einer gasförmigen Silizium-Wasserstoff-Verbindung.

Durch den Einsatz von Bandziehverfahren kann der Si-Verbrauch im Vergleich zur Herstellung von konventionellen Cz-Einkristallen oder multikristallinen Ingots gesenkt werden. RWE berichtete über die Herstellung von dünnen Si-Zellen mit einer Dicke von 150µm hergestellt nach dem EFG-Bandziehverfahren. Durch Reduktion der Dicke und durch Umgehung des Sägeprozesses wird der Verbrauch an Si verglichen mit der regulären Waferherstellung deutlich verringert. Nach anschließender Oberflächentexturierung und dem Aufbringen einer Antireflexschicht auf das schwach dotierte Siliziumausgangsmaterial können Zellen mit einem Wirkungsgrad > 16 % hergestellt werden.

Die Siliziumbänder der Firma Evergreen, USA, waren Bestandteil von detaillierten Untersuchungen mittels LBIC (laser beam induced currents) und EBSD (electron back scattered diffraction). Die Resultate wurden mit denen von blockgegossem Silizium verglichen. Der Defekt- und Verunreinigungshaushalt unterscheidet sich aufgrund der unterschiedlichen Abkühlraten stark voneinander. Um die relevanten Parameter von Zellen zu bestimmen, sind schnelle, kontaktfreie und orts aufgelöste Charakterisierungsmethoden erwünscht, um den Herstellungsprozess und die Auswirkungen auf die Qualität der Zellen zu überwachen. Demnach, gab es auch zahlreiche Vorträge zu Charakterisierungsmethoden aus unterschiedlichen Arbeitsgruppen.

Ich möchte mich abschließend recht herzlich beim DGKK-Team für die finanzielle Unterstützung bedanken, die es mir ermöglicht hat, an dieser imposanten Konferenz teilzunehmen.

Dynamics Days USA 2006 in Bethesda (Maryland)

Tagungsbericht von **Michael Block**,
Institut für Theoretische Physik,
Technische Universität Berlin
Email: block@physik.tu-berlin.de

Im letzten Jahr erhielt ich vom Vorstand der DGKK den Preis für Nachwuchswissenschaftler. Verbunden damit war die Teilnahme an einer internationalen Konferenz, die durch das Preisgeld finanziert wurde.

Dadurch konnte ich im Januar an einer internationalen Konferenz zum Thema Chaos und nichtlineare Dynamik teilnehmen, den Dynamics Days USA, die vom 4.1.2006 bis zum 8.1.2006 in Bethesda (Maryland) stattfanden.

Die Tagungsreihe, die halbjährig abwechselnd in Europa und den USA stattfindet, wurde diesmal durch die University of Maryland und die Duke University organisiert, die Hauptverantwortung hatte Wolfgang Losert.

Die „Dynamics Days“ Tagungen umfassen das komplette Spektrum der nichtlinearen Dynamik in physikalischen Systemen. Schwerpunkte waren dabei diesmal Themengebiete wie die Musterbildung in Systemen, die Charakterisierung und Kontrolle von nichtlinearen Systemen sowie die Synchronisation solcher und das Verhalten von komplexen biologischen Systemen. Damit ergab sich eine Bandbreite von Betrachtungen zu optischen Eigenschaften von Halbleitern bis zur Wellenausbreitung in Neuronen im Gehirn des Menschen.

Rund 200 eingereichte Beiträge zu unterschiedlichsten Themen wurden in Form von Postern bzw. ausgewählten Vorträgen präsentiert.

So beschäftigten sich viele der Beiträge mit Halbleiterlaser-Systemen. Will Ray hielt einen Vortrag zu einem Laser, der mit einer optischen Rückkopplungskontrolle gezielt gesteuert wird, was er anhand experimenteller Ergebnisse anschaulich verdeutlichte.

Die optische Steuerung von Halbleiterlaser Systemen war über diesen Vortrag hinaus auch sehr stark bei den Posterbeiträgen vertreten.

Zum Thema des Verhaltens von festen Partikeln an flüssigen Grenzflächen wurde ein Vortrag von Walter Goldberg gehalten, in dem gezielt die Änderung der Dynamik und der energetischen Verhältnisse der Grenzfläche durch die Partikel sowohl theoretisch als auch experimentell untersucht wurde.

Weiter gab es auch viele Vorträge zu chaotischen Szenarien in physikalischen Systemen.

So wurde z.B. von Steve Strogatz ein Vortrag zum Thema „Crowd synchrony on the Millenium Bridge“ gehalten, in dem er die Ursache für die bekannten Schwingungen der neu erbauten Brücke untersuchte und dabei ein wenig Schuld von den beteiligten Ingenieuren nahm, da er das Phänomen der unkontrolliert auftretenden Schwingungen der Brücke mit Hilfe eines chaotischen Verhaltens erklären konnte[1]. Dabei wurde gezeigt, dass eine kollektive Bewegung vieler Personen über die Brücke zu Seitenschwingungen dieser führt, wobei die Bewegung der Personen keineswegs synchronisiert im „Gleichschritt“ verlaufen muss.

Sehr interessant war auch der Vortrag von Hans Herrmann, der die Bildung und Dynamik von Sanddünen untersucht hat [2]. Es konnte sowohl die Bildung von einzelnen großen Wanderdünen mit der genauen Morphologie erklärt werden, als auch die Bewegung und Verschmelzung mehrerer Dünen, was bisher ein ungelöstes Problem war.

Viele weitere interessante Vortragsbeiträge sollen hier nicht näher erläutert werden. Man konnte feststellen, dass sich zwar die Anwendungsgebiete, ob nun Halbleiter-Laser, Polymer und Flüssigkeitsdynamik, Zell-Zell-Interaktion im menschlichen Herzen oder eben die Milleniumbridge sehr stark unterscheiden, dass aber die theoretischen Methoden der Modellierung sich häufig sehr ähneln.

So konnte ich sehr intensiv mit Mitarbeitern von der Duke University diskutieren, die zur Kraftverteilung auf strukturierten Gittern arbeitet, was methodisch sehr nah an meinem Arbeitsfeld, der Beschreibung von Kristallwachstum auf Gittern mit Hilfe von stochastischen Differentialgleichungen, ist. Somit hat sich der Besuch dieser Konferenz für mich voll und ganz gelohnt - nicht nur wegen der Diskussion auf mir eher fremden Gebieten, sondern auch auf den unmittelbar für meine aktuelle Arbeit relevanten Themengebieten.

Für die Verleihung des Preises durch die Deutsche Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung und die damit verbundene Finanzierung dieser interessanten und schönen Tagungsreise möchte ich sowohl dem Vorstand der DGKK danken, aber auch allen Mitgliedern der Gesellschaft, die ja letztendlich mit ihren Mitgliedsbeiträgen diesen Preis ermöglichen.

Ein besonderer Dank gilt an dieser Stelle Torsten Boeck und Thomas Teubner vom Institut für Kristallzüchtung in Berlin, die mich neben meinem Betreuer E. Schöll an der TU Berlin während der Diplomarbeit hervorragend unterstützt haben und mit denen ich auch jetzt noch sehr gern am IKZ über fachliche Themen zu Kristallwachstum diskutiere und somit permanent eine hervorragende Schnittstelle von der Theorie zu den Experimentatoren habe.

Literatur:

- [1] S. H. Strogatz, D. M. Abrams, A McRobie, B. Eckhardt, E. Ott, Theoretical mechanics: Crowd synchrony on the Millenium Bridge, Nature **438**, 43-44 (2005).
- [2] V. Schwämmle, H. Herrmann, Geomorphology: Solitary behaviour of sand dunes, Nature **426**, 619-620 (2003).

E-MRS IUMRS ICEM 2006 Spring Meeting vom 29.05 – 02.06.2006 in Nizza, Frankreich

Tagungsbericht von **Stephan Hussy,**
Fraunhofer IISB, Erlangen

Das "Spring Meeting 2006" der European Materials Research Society (E-MRS) wurde dieses Jahr gleichzeitig mit der International Conference on Electronic Materials (ICEM) in Nizza (Frankreich) abgehalten. Nizza, das unweit der Grenze zu Italien zwischen Cannes und Monaco liegt, war zwar nicht direkt Schauplatz des stattfindenden Formel1-Rennens, dennoch waren die Ausläufer dieses Großereignisses u. a. in Form von ausgebuchten Hotels auch dort zu spüren. Bereits einen Tag vor Konferenzbeginn anreisend, hatte ich die Chance die gut erhaltene Altstadt mit ihren engen, autofreie Gässchen und gemütlichen Restaurants zu erkunden und dabei auch Einiges über die Geschichte Nizzas zu erfahren, die bis in die Zeit der alten Griechen zurückreicht.

Das zentral gelegene Konferenzzentrum „Acropolis“ trägt die Anleihen an die griechische Zeit Nizzas allerdings nur im Namen. Dafür konnte es von technischer Seite vollends überzeugen und bot den über 2500 Teilnehmern aus 62 Ländern auch zwischen den Vorträgen genug Platz für Diskussion und Austausch mit anderen Konferenzteilnehmern und Kollegen.

Überraschend gut war auch die Organisation der Konferenz im Gesamten betrachtet: neben kleineren Schwächen bei der Präsentationshardware konnte sie doch insgesamt überzeugen, insbesondere mit einem guten, mehrgängigen Mittagessen.

Vom Themengebiet her ist die E-MRS-Konferenz weniger auf Kristallzüchtung von Halbleitern sowie ihre Anwendungen und Charakterisierung im speziellen als vielmehr auf ein sehr breites Spektrum an Themen über Werkstoffe/Materialien hin ausgerichtet.

Es gab sechs recht allgemein gehaltene Themenschwerpunkte:

- Nanomaterialien und Nanoelektrik
- Funktionelle Werkstoffe
- Materialien für die Energietechnik
- Verbundwerkstoffe und organische Materialien
- Halbleiter
- Lehre in den Material- und Ingenieurwissenschaften.

Die insgesamt 23 Symposien fanden zum Großteil parallel statt, wobei es Überschneidungen zwischen den einzelnen Themengebieten der verschiedenen Symposien gab. Jede Themensitzung begann mit mindestens einem, meist etwas breiter angelegtem, eingeladenen Vortrag, gefolgt von im Schnitt fünf kürzeren Vorträgen, die sich spezielleren Themen widmeten. Über die ganze Woche hinweg wurden meist am späten Nachmittag bis in den frühen Abend hinein Poster der jeweiligen Symposien präsentiert. Da dies oft gleichzeitig stattfand, herrschte zwischen den Posterwänden dichtes Gedränge, was aber den wissenschaftlichen Tiefgang der Diskussionen über das Präsentierte nicht minderte. Zum Bedauern fehlte jedoch eine nicht zu vernachlässigende Anzahl der Poster.

An über 50 Industrieständen (vom Anlagenbauer bis zum Verlag) konnte man sich über Neues informieren, gezielt vergleichen und Ansprechpartner persönlich kennen lernen.

Ein Reisebericht kann immer nur einen sehr begrenzten Überblick über eine ganze Konferenz geben – dieser Bericht ist von meinen ganz persönlichen Eindrücken und Interessen geprägt, was insbesondere auch für das Folgende gilt.

Als Plenarsitzungstermin wurde der Mittwochvormittag auserkoren – wohl um ein möglichst großes Publikum zu erreichen (einige Symposien begannen erst Dienstag, andere endeten schon wieder am Donnerstagabend) – mit insgesamt vier Vorträgen. Aus meiner Sicht besonders herausragend war der Vortrag von Prof. Mildred Dresselhaus (MIT, USA) "Addressing Grand Energy Challenges Through Nanoscience", der neben dem rein fachlichen Gehalt vor allem auch durch den Vortragsstil und die Präsentation zu begeistern wusste. Das Zauberwort „Nano“ durfte auch in den folgenden Plenarvorträgen nicht fehlen. Auch sonst waren die Inhalte vieler der Symposien tatsächlich sehr von der Nanotechnologie bzw. den Nanowissenschaften geprägt.

Eine Konferenz dieser Größenordnung und Spannweite über viele Themenbereiche hinweg gibt dem Teilnehmer eine besonders gute Chance für den Blick über den Tellerrand; gleichzeitig ist es natürlich nicht möglich an allen Symposien / Sessions teilzunehmen.

Neben den wide bandgap semiconductors

www.emrs-strasbourg.com/index.php?option=com_abstract
dann: **Symposium S**

hatten zwei Themen mein persönliches Interesse geweckt: **Solarsilizium** und **alternative transparente Oxide**.

Solarsilizium:

Da auf lange Sicht eine Reduktion der Herstellungskosten für Ein- und Multikristalline Solarzellen um 5% pro Jahr angestrebt wird und ca. 70% der Kosten durch das Si-Material selbst verursacht werden, ist einer der Auswege die Entwicklung von günstigem sogenanntem Solargrade-Silizium (SoG-Si). A. Mueller (Deutsche Solar AG) berichtete in seinem Vortrag „Silicon for photovoltaic applications“ im Besonderen über die Herausforderungen bei der Zersetzung von Monosilan. Mit den Vorträgen „Control of Metal Impurities in “Dirty” Multicrystalline Silicon for Solar Cells“ von E.R. Weber (Fraunhofer ISE) und „Direct carbothermal receiving of Solar Grade Silicon“ von Kurbangali Tynyshtybaev (Kazakhstan) zeigten die Forscher weitere Herangehensweisen auf dem Weg zu günstigen Solarzellen aus SoG-Si auf.

Alternative transparente und leitende Oxide

(TCOs) haben in den letzten Jahren großes Interesse als Ersatz für das teure ITO geweckt. Im eingeladenen Übersichtsvortrag „Substitution of transparent conducting oxide thin films for ITO transparent electrode applications“ teilte Tadatsugu Minami die TCOs in zwei Klassen ein: Solche, die einen wesentlich reduzierten Indiumgehalt aufweisen ($\text{ZnO-In}_2\text{O}_3$, $\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$) und solche, die ganz auf Indium verzichten (Al- und Ga-dotiertes ZnO (AZO bzw. GZO). Weitere Vorträge dieser Session bzw. dieses Symposiums behandelten die besonderen Probleme dieser Materialklasse insbesondere bei der homogenen Abscheidung auf großen Flächen.

Bezüglich des Themengebietes GaN (mein Forschungsgebiet) gab es auf dem E-MRS Spring Meeting 2006 „nur“ ein gemeinsames Symposium zusammen mit Themen über andere Halbleiter mit großer Bandlücke (SiC, ZnO, AlN). Im Vergleich zur ICNS6 in Bremen (2005) gab es daher erwartungsgemäß sehr viel weniger GaN- Vorträge. Trotzdem wurde mein Vortrag mit dem Titel „Optical, electrical and morphological characterization of 2 inch gallium nitride layers grown by Low Pressure Solution Growth method“ gut besucht. Ich berichtete über die neuesten Ergebnisse meiner Promotionsarbeit und ging dabei im speziellen auf die Ursachen der auftretenden Defekte in den großflächigen LPSG-GaN-Schichten ein. Direkt an den Vortrag schloss sich eine sehr fruchtbare Diskussion an.

Da ich meinen Vortrag schon am ersten Tag halten durfte, konnte ich im Verlauf der Konferenz wichtige Kontakte, u.A. nach Japan knüpfen und viele anregende Diskussionen führen.

Ein Rahmenprogramm, wie auf anderen Konferenzen üblich, war trotz des vergleichsweise hohen Konferenzbeitrages von 500€ nicht geboten – was aber letztendlich keinen Abbruch tat, da man sich in Nizza gut die Zeit vertreiben kann, z.B. mit einem gepflegten Abendessen oder einer guten Flasche Wein am Strand unter Kollegen.

Alles in allem war die Konferenz sehr informativ und bot eine gute Chance, einen Blick auch über den Tellerrand der Kristallzüchtung hinaus zu werfen.

Zum Schluss gilt mein besonderer Dank der DGKK für den „Preis für Nachwuchswissenschaftler“, der mir diese Konferenzreise erst ermöglicht hat.



Einer der schönsten Plätze in Nizza ...

ARBEITSKREISE, ADRESSEN UND TERMINE

Arbeitskreis

„Herstellung und Charakterisierung von Massiven Verbindungshalbleitern“

Termin des nächsten Treffens bei Redaktionsschluß nicht bekannt.

Kontakt über
 Prof. Dr. G. Müller
 Kristall-Labor
 Institut für Werkstoffwissenschaften VI
 Universität Erlangen-Nürnberg
 Martensstr. 7
 91058 Erlangen
 Tel.: 09131/852 7636
 Fax: 8495
 E-mail: georgmueller@ww.uni-erlangen.de

Arbeitskreis

„Intermetallische und oxidische Systeme mit Spin- und Ladungskorrelationen“

Nächstes Treffen am 28. u. 29. September in München,
 Gruppe Prof. Dr. Christian Pfeleiderer.

Kontakt über:
 Dr. Günter Behr
 IFW Dresden
 Tel.: 0351/4659 404
 Fax.: 480
 E-Mail: behr@ifw-dresden.de

Arbeitskreis

„Kristalle für Laser und Nichtlineare Optik“

Nächstes Treffen am 28. u. 29. September in Hamburg.
 (siehe Ankündigung weiter vorne im Heft)

Kontakt über:
 Prof. Dr. Manfred Mühlberg
 Universität zu Köln – Institut für Kristallographie
 Zulpicher Str. 49b; 50674 Köln
 Tel. 0221/470-4420;
 Fax: 0221/470-4963
 E-Mail: manfred.muehlberg@uni-koeln.de

Arbeitskreis

„II-VI – Halbleiter“

Dieser Arbeitskreis ist im AK „Massive Verbindungshalbleiter“ aufgegangen. (Bericht in MB81)

Arbeitskreis

„Epitaxie von III-V-Halbleitern“

Nächstes Treffen am 7. u. 8. Dezember in Ulm.

Kontakt über:
 Prof. Dr. Ferdinand Scholz
 Universität Ulm - Abteilung Optoelektronik
 Albert-Einstein-Allee 45; 89081 Ulm
 Tel. 0731/50-26052, -26050
 Fax: 0731/50-26049
 E-Mail: dgkk-ws06@uni-ulm.d
 Info zum Treffen unter
www-opto.e-technik.uni-ulm.de/DGKK-Workshop/index.html

Arbeitskreis

„Kinetik“

Nächstes Treffen Anfang 2007 in Bochum,
 Organisation dort durch Prof. U. Köhler.

Kontakt über:
 Prof. Dr. Peter Rudolph
 Institut für Kristallzüchtung
 Max Born - Straße 2
 12489 Berlin
 Tel.: 030/6392 -3034
 Fax.: -3003
 E-Mail: rudolph@ikz-berlin.de

Arbeitskreis

"Angewandte Simulation in der Kristallzüchtung"

Am 10 – 13 September 2006 internationaler Workshop zu
 AK-naher Thematik in Bamberg.
 Nächster Workshop des DGKK-Arbeitskreises
 im Frühjahr 2007

Kontakt über:
 Dr. Albrecht Seidl
 RWE Schott Solar GmbH
 Industriestr. 13
 63755 Alzenau, Germany
 Tel: 49 (0)6023 91-1406
 Fax: 49 (0)6023 91-1700
 E-mail: albrecht.seidl@rweschottsolar.com

Zum Internat. Workshop Information über
www.cgl-erlangen.com/IWMCG-5/

TAGUNGSKALENDER**2006****03 - 08 September 2006**

17-th European Conf. on Diamond, Diamond-like
 Materials, Carbon Nanotubes and Nitrides
 in Estoril, Portugal
www.diamond-conference.elsevier.com

04 – 08 September 2006

21-st European Photovoltaic Solar Energy
 Conference & Exhibition
 in Dresden, Germany
www.photovoltaic-conference.com

10 – 12 September 2006

Brit. Ass. of Crystal Growth in Ass. with
 Dutch Crystal Growth Assoc.
 Annual Meeting 2006
 at Heriot-Watt University
 in Edinburgh, UK
www.bacg.org.uk

10 - 13 September 2006

5th Int. Workshop on Modelling in Crystal Growth
 (IWMCG-5)
 in Bamberg, Germany
<http://www.kristalllabor.de>

11 – 14 September 2006

Romanian Conf. on Advanced Materials
under auspices of E-MRS
Nat. Centre of Physics
in Bucharest-Magurele, Romania
<http://rocam.unibuc.ro>

17 – 20 September 2006

Int. Conf. on Extended Defects in Semiconductors
in Halle/Saale, Germany
<http://eds2006.cmat.uni-halle.de>

23 - 26 September 2006

Fifth Int. Conf. on Inorganic Materials
in Ljubljana, Slovenia
www.im-conference.elsevier.com

24 - 28 September 2006

Int. Symp. On Crystallization in Glasses and
Liquids
in: Jackson Hole, WY, USA
www.ceramics.org/meetings

26 - 28 September 2006

Europe Symp. Optics/Photonics in
Security and Defence
i.e. Opt. Materials Technologies
Congress Centre SEC Bruges
in Bruges, Belgium
spie.org/events/eud

15 – 19 October 2006

5-th Int. Conf. on Low Energy Electron Microscopy
and Photo Emission Electron Microscopy LEEM/PEEM
in Egret Mimeji, Hyogo, Japan
<http://leem-peem-v.spring8.or.jp/>

06 - 10 November 2006

13-th Int. Conf. on Solid Films and Surfaces
ICSFS-13
In San Carlos de Bariloche Patagonia
Argentina
www.nod32.com

13 – 17 November 2006

Int. Workshop on Polymorphism in Condensed
Matter
In: Max-Planck-Inst. f. Physik Komplexer Systeme,
Dresden, Germany
www.mpipks-dresden.mpg.de

20 - 23 November 2006

Int. Conf. on Solidification Science and Processing
Dpt. Metallurg. And Mat. Sci, IIT Kharagpur
MNIT Jaipur, India
E-mail: icssp3@yahoo.com

2007**14 - 18 May 2007**

19th International Conference on Indium Phosphide
and Related Materials (IPRM 2007)
in Matsue, Japan
E-mail: tenoki@aecl.ntt.co.jp

20 - 24 May 2007

Fifth International Conference on Solid State Crystals and
Eight Polish Conference on Crystal Growth,
ICSSC-5 & PCCG-8
<http://www.ptwk.org.pl/ICSSC-5-PCCG-8.html>
Secretary: zakopane@unipress.waw.pl

06 - 11 August 2007

13th Int. Summer School on Crystal Growth (ISSCG-13)
Park City, Utah, USA
Contact: D. Bliss, Ch. Wang
E-mail: David.Bliss@hanscom.af.mil

12 - 17 August 2007

15th Int. Conference on Crystal Growth (ICCG-15)
in conjunction with the 13th Conference on Vapor Growth
and Epitaxy
in: Salt Lake City, USA
<http://www.crystalgrowth.org/conferences.php>

DIE INSERENTEN DIESES HEFTS

Heraeus	2
Edelmetalle für Labor und Industrie	
MaTeck	9
Die Material-Technologie und Kristalle GmbH Kompetenz in Kristallherstellung und –Präparation	
TBL-Kelpin	14
Der Nachfolger des Kristallhandel-Kelpin, mehr als 25 Jahre Erfahrung in Kristall-Handel und Technologie	
ChemPur	19
Hüttinger-Elektronik GmbH	35
Der Spezialist für Induktionserwärmung und Plasmatechnologie	
Linn High Therm GmbH	4. Umschlagseite 36

Liebe Inserenten:

Bitte schicken Sie neben Ihrer Annonce auch einen kleinen Ein- bis
Zweizeiler an die Redaktion, mit dem wir Ihre Anzeige hier in diesem
Verzeichnis ankündigen können.

Adresse hierfür: Dr. F. Ritter,

Max von Laue Str. 1

60438 Frankfurt am Main

E-Mail: F.Ritter@physik.uni-frankfurt.de

Bisherige Jahrestagungen der DGKK

zusammengetragen von L. Bohatý und M. Mühlberg (Universität zu Köln)

0.	München	14.-16.10.1970	DFG-Kolloquium über Kristallzüchtung
1.	Bonn	04.-05.10.1971	
2.	Freiburg/Br.	21.-23.09.1972	gemeinsam mit SKW (Sektion Kristallwachstum der Schweizerischen Gesellschaft für Kristallographie)
3.	Hamburg	19.-21.09.1973	
4.	Noordwijkerhout/NL	25.-27.09.1974	Drei-Länder-Jahrestagung DGKK gemeinsam mit SKW (Sektion für Kristallwachstum der Schweizerischen Gesellschaft für Kristallographie) und KKN (Kontaktgroep Kristalgroei Nederland)
5.	Jülich	17.-19.09.1975	Drei-Länder-Jahrestagung DGKK gemeinsam mit SKW und KKN
6.	Zürich	12.-18.09.1976	im Rahmen der 1st European Conference on Crystal Growth (ECCG-1)
7.	Stuttgart	28.-30.09.1977	
8.	Freudenstadt	07.-09.03.1978	im Rahmen der Frühjahrstagung des Fachausschusses Halbleiterphysik der DPG zusammen mit AGKr
9.	Lancaster/GB	10.-15.09.1979	im Rahmen der ECCG-2
10.	Karlsruhe	19.-21.03.1980	
11.	Noordwijkerhout/NL	06.-08.05.1981	Drei-Länder-Jahrestagung DGKK gemeinsame mit KKN und British Association for Crystal Growth (BACG)
12.	Basel	17.-19.03.1982	Gemeinsam mit VDI-Gesellschaft für Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (GVC), Sektion für Kristallwachstum der Schweizerischen Gesellschaft für Kristallographie (SKW)
13.	Stuttgart	12.-16.09.1983	im Rahmen der ECCG-VII
14.	Aachen	21.-23.03.1984	
15.	Köln	19.-22.03.1985	gemeinsam mit AGKr und KKN
16.	Erlangen	19.-20.03.1986	
17.	Osnabrück	19.-20.03.1987	
18.	Karlsruhe	23.-25.03.1988	
19.	Parma/I	02.-05.04.1989	gemeinsam mit Associazione Italiana per la Crescita dei Cristalli (AICC)
20.	Frankfurt	07.-09.03.1990	
21.	Gießen	06.-08.03.1991	
22.	Dresden	11.-13.03.1992	
23.	Gosen	24.-26.03.1993	
24.	Stuttgart	02.-04.03.1994	
25.	Den Haag/NL	18.-23.06.1995	im Rahmen der ECCG-XI
26.	Köln	06.-08.03.1996	
27.	Freiburg/Br.	05.-07.03.1997	gemeinsam mit AICC
28.	Karlsruhe	04.-06.03.1998	gemeinsam mit DGK
29.	Zeist/NL	14.-17.03.1999	BriDGe-1999 „British-Dutch-German“-Meeting
30.	Erlangen	20.-22.03.2000	
31.	Seeheim-Jugenheim	05.-08.03.2001	1st French-German Crystal Growth Meeting (GFCC)
32.	Idar-Oberstein	20.-22.03.2002	
33.	Nancy/F	10.-13.03.2003	2nd French-German Crystal Growth Meeting (GFCC)
34.	Jena	15.-19.03.2004	gemeinsam mit DGK
35.	Köln	28.02.-04.03.05	gemeinsam mit DGK
36.	Berlin	06.03.-08.03.06	DGKK-PTWK Meeting (gemeinsam mit Polen)

Register bereits erschienener Artikel

Beschreibung von Kristallzuchtungsstandorten	MB-Nr.
Berlin, Kristallzuchtung am Hahn-Meitner-Institut	55
Berlin, Institut für Kristallzuchtung (IKZ)	56
Braunschweig, Forschung zum Kristallwachstum seitens der ansässigen Institute	42
Dresden, Kristallzuchtung und Kristallwachstum am ZFW (bis 1990)	54
Dresden Einkristallzuchtung am IFW (Situation im Jahr 1999)	71
Erlangen-Nürnberg, Kristalllabor am Lehrstuhl f. Werkstoffe der Elektrotechnik der Univ.	60
Frankfurt am Main, Kristall- und Mat.-Labor am Physikalischen Institut der Universität	50
Freiburg, Forschungsschwerp. "Kristallz. unter Red. Schwerkraftbedingungen" (KURS)	53
Freiburg, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme	47
Freiburger Materialforschungszentrum (FMF)	61
Gießen, Kristallzuchtung am I. Physikalischen Institut der Universität	52
Idar-Oberstein, Firmenportrait des FEE	68
Karlsruhe, Kristall- und Materiallabor der Fakultät für Physik an der Universität	46
Kiel, Korth Kristalle GmbH - 50 Jahre Kristalle und Kristallographie	69
Kristallzuchtung in Polen (engl.)	64
Kristallzuchtung in Süd-Korea	66
Czechoslovak Association for Crystal Growth	79
Schulen, Projekt zur Kristallzuchtung in Berlin	51
Schulen, Projekt zur Kristallzuchtung in Bochum	47
Schulen, Projekt zur Kristallzuchtung in Hannover	46
Schulen, Projekt zur Kristallzuchtung in Buxtehude	81

Züchtungsverfahren, Züchtungsprojekte

Flüssigphasenelektroepitaxie	55
Liquid Encapsulated Cz.-Grown Semi-Insulating GaAs, Quality Status	54
Vertical Bridgman and Gradient Freeze Growth of III-V-Compound Semiconductors	53
Ga-Segregation in VGF-Germanium	77
Gasphasenzüchtung von SiC, industrieller Maßstab	78
Lithium-Niobat, Herstellung großer Einkristalle	42
Die tetragonale Bronze Calcium-Barium-Niobat	77
Die tetragonale Bronze Kalium-Lithium-Niobat	78
Optical Heating for Zone Methods	65
Kristallzuchtung für die Photovoltaik	59
Gedanken zu Gegenwart und Zukunft der Photovoltaik	68
Siliziumgranulat für das EFG-Verfahren	72
Kristallzuchtung unter reduzierten Schwerkraftbedingungen	49
Kristallzuchtung mit der Skull-Schmelz-Technik	67
Kristallzuchtung von SrPrGaO ₄	70
Kristallwachstum Biologischer Makromoleküle	73
Zn-Mg-RE-Quasikristalle - Ergebnisbericht	76

Modellierung, Softwareentwicklung

Implementierung von Magnetfeldmodellen in CrysVUn	80
---	----

Charakterisierung, mikroskopische Untersuchungen, Grundlagen

Characterization of Crystal Defects	56
ESRF (European Synchrotron Radiation Facility), X-Ray Diffraction Topography	60
ESRF (Kurzinformation)	62
Kristalldefekte und ihre Rolle in elektronischen Bauelementen	46
Lichtmikroskopie für die Kristallzüchtung -Kontrastverfahren und Spannungsoptik-	63
Marangoni-Effekte	37
Rasterkraftmikroskopische in-situ Kristallisationsuntersuchungen an der TU-Braunsch.	65
Spektroskopische in-situ-Methoden	72
Sparc source mass spectroscopy	75
Versetzungsstrukturen in InP-Einkristallen	80

Technisches

Edelmetalle als Tiegelmaterial	49
Thyristorsteller zum Betreiben von Kristallzüchtungsöfen, Probleme bei induktiver Last	52

Historisches

Einkristallzüchtung vor 35 Jahren: Herstellung von GaAs mit dem Gremmelmeier-Verf.	57
Kristallzüchtung in der DDR	51
Kristallzüchtung unter Obhut der Arbeitsgruppe "Kristallisation" der VfK (DDR)	63
Iwan N. Stranski	66
The Various Institutions of Crystal Growth (How did they all start?)	44
Walter Schottky, Anmerkungen zum 100. Geburtstag	44
50 Jahre III/V – Blick in die Originalliteratur	75
Geschichte der III/V - Halbleiter – Ergänzungen	76
Watsons Doppelhelix -Pflichtlektüre	77
50 Jahre Silizium-Solarzelle	79

Forschungsorganisation, Politik

DFG-Schwerpunktprogramm "Kristallkeimbildung und -wachstum ..." (1988-93)	62
Fächerübergreifende Arbeitsgemeinschaft Halbleiterforschung Leipzig	64
Tätigkeit der "IUCr Commission on Crystal Growth and Characterization of Materials"	70

Redaktion

Chefredakteur

F. Ritter
Physikalisches Institut der
Uni Frankfurt am Main
Max von Laue Str. 1
60438 Frankfurt/Main
Tel.: 069/798 47259
Fax.: 47270
E-Mail: F.Ritter@Physik.uni-frankfurt.de

Übersichtsartikel, Kristallzüchtung in Deutschland

T. Boeck
IKZ Berlin
Tel.: 030/6392 3051
Fax.: 3003
E-Mail: boeck@ikz-berlin.de

Tagungsberichte

J. Friedrich
Fraunhofer Institut IIS-B, Erlangen
Tel.: 09131/761-269
Fax.: -280
E-Mail: jochen.friedrich@iisb.fraunhofer.de

Mitteilungen der DGKK, Stellenangebote, Stellengesuche

Ch. Frank-Rotsch
Institut für Kristallzüchtung
Tel.: 030/6392 3031
Fax: 030/6392 3003
E-Mail: frank@ikz-berlin.de

Mitteilungen von Schwestergesellschaften

F. Ritter
Anschrift siehe oben

Tagungskalender

P. Rudolph
IKZ-Berlin
Tel.: 030/6392 3034
Fax.: 3003
E-Mail: rudolph@ikz-berlin.de

Schmunzelecke

R. Diehl
IAF Freiburg
Tel.: 0761/5159 416
Fax.: 400

Anzeigenwerbung

M. Mühlberg,
Anschrift siehe rechte Spalte

Internet-Redaktion

Redaktionsleitung

A. Lüdge, U. Rehse
Institut für Kristallzüchtung
Tel.: 030/6392 3076
bzw. 3070
E-Mail: luedge@ikz-berlin.de sowie
ur@ikz-berlin.de

Gestaltung der WEB-site

S. Bergmann
IKZ-Berlin
Tel.: 030/6392 3093
Fax.: 3003
E-Mail: bergma@ikz-berlin.de
WWW: <http://www.ikz-berlin.de>

Hinweise für Beiträge

Redaktionsschluß MB 84:

15. Oktober 2006

Bitte senden Sie Ihre Beiträge per E-Mail als angehängte Dateien oder auf anderem Datenträger. (CD, Diskette)
Willkommen sind jederzeit interessante Bilder für den Titel.

Besten Dank
Die Redaktion

Vorstand der DGKK

Vorsitzender

Prof. Dr. Wolf Aßmus
Physikalisches Institut der Johann Wolfgang
Goethe – Universität
Max von Laue Strasse 1
60438 Frankfurt am Main
Tel.: 069/798 47258
Fax: 069/798 47271
E-Mail: assmus@physik.uni-frankfurt.de

Stellvertretender Vorsitzender

Dr. Stefan Eichler
Freiberger Compound Materials GmbH
Am Junge Löwe Schacht 5
D - 09599 Freiberg
Tel.: 03731/280 384
E-Mail: eichler@fcm-germany.com

Schriftführerin

Dr. Christiane Frank-Rotsch
Institut für Kristallzüchtung
Max Born - Str.2
12489 Berlin
Tel.: 030/6392 3031
Fax: 030/6392 3003
E-Mail: frank@ikz-berlin.de

Schatzmeister

Prof. Dr. Manfred Mühlberg
Institut für Kristallographie der
Universität zu Köln
Zülpicher Strasse 49b
50674 Köln
Tel.: 0221/470 4420
Fax: 0221/470 4963

Beisitzer

Dr. Andreas Danilewski
Kristallographisches Institut
Albert-Ludwigs-Universität
Hermann-Herder-Straße 5
79104 Freiburg
Tel.: 0761/203 6450
Fax: 0761/203 6434
E-Mail: a.danilewsky@krist.uni-freiburg.de

Dr. Jochen Friedrich
Crystal Growth Laboratory
Fraunhofer IISB
Schottkystrasse 10
91058 Erlangen
Tel.: 09131/761-269
Fax: 09131/761-280
E-Mail: jochen.friedrich@iisb.fraunhofer.de

Dr. Anke Lüdge
Institut für Kristallzüchtung
Max Born - Str.2
12489 Berlin
Tel.: 030/6392 3076
Fax: 030/6392 3003
E-Mail: luedge@ikz-berlin.de

Bankverbindung:

Sparkasse Karlsruhe
Kto.-Nr.: 104 306 19
BLZ: 660 501 01
IBAN DE84 6605 0101 0100 1043 0619 SWIFT-BIC:KARSDE 66

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 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
 - 232 111-V
 - 233 11-VI
 - 234 Oxide, Ferroelektrika
 - 235 metallische Legierungen
 - 236 Supraleiter
 - 237 Halogenide
 - 238 organische Materialien
 - 239 andere Verbindungen

WACHSTUMSFORMEN

- 311 Massivkristalle
- 312 dünne Schichten, Membranen
- 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 Gammadiff raktometrie
 - 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 Symmetrieaspekte
 - 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)

**Die Schriftführerin bittet darum,
bei Antrag auf Mitgliedschaft nur
diese Code-Nr. zu verwenden.**

HÜTTINGER: Leistung für Kristallzucht



Kristallzucht ist ein komplexer Prozess, bei dem jede Komponente zählt. Als ein führender Hersteller von Induktionsgeneratoren für die Kristallzucht wissen wir genau worauf es ankommt. Deshalb fertigen wir unsere Generatoren mit höchster Sorgfalt. So erfüllen sie stets die hohen Anforderungen, die an sie gestellt werden. Tag für Tag. Jahr für Jahr.

Höchst zuverlässig erzeugen HÜTTINGER Induktionsgeneratoren die zur Kristallzucht benötigte Leistung. Ihre Langzeitstabilität erlaubt es unseren Kunden beste Ergebnisse zu erzielen. Eine breite Palette an Datenschnittstellen macht HÜTTINGER Induktionsgeneratoren äußerst bedienerfreundlich. Das sagen unsere Kunden: Immer wieder. Weltweit.



HÜTTINGER: Leistung für Kristallzucht

TECHNOLOGY LEADERSHIP



Crystal growth system

for production of low defect SiC single crystals for High-Performance, high-temperature electronics and optoelectronics.

It executes precisely defined process-conditions (temperature, atmosphere) to grow up to 3" 4H and 6H SiC single crystals in a gas phase. The system is composed of an induction heated reactor, a high-stability current supply (medium frequency 10 kHz/20 kW), process controller and a PC interface for monitoring and programming. Tmax 2300 °C.



Medium frequency inverter / generators

MF-Output power up to 250 kW.

Operating frequency 2,0 - 100 kHz.

High frequency solid state generators

HF-Output power 1,5 - 50 kW.

Operating frequency up to 200 - 1500 kHz.



Micro-Crystal growth system

for pulling of single crystalline fibers from the melt under inert gas or air. Fiber dimensions: $\varnothing = 0,2 - 2,0$ mm, $l_{max} = 250$ mm. Up to 5000 mg of starting material is melted in a platinum crucible (for high-melting compounds also Ir-, W-, Mo- crucibles) and a fiber crystal is pulled down through a capillary nozzle with a secondary heater around the nozzle. Power supply: Primary heater 80 W (max. 500 W), secondary heater 30 W (max. 200 W).



Tube furnace

for horizontal crystal growing processes. Bridgman-process and zone-melting under protective gas / vacuum. Adjustable 1 - 200 mm/h. Single or multi zone. Tmax 1750 °C.

Special systems
according to customer
specifications!

linn
High Therm



ISO 9001:2000

Linn High Therm GmbH
Heinrich-Hertz-Platz 1
D-92275 Eschenfelden
Tel: +49 (0) 9665 9140-0
Fax: +49 (0) 9665 1720
E-Mail: info@linn.de
Internet: www.linn.de