

無機材研ニュース

第107号

昭和62年12月

帯域溶融法を応用した不定比組成制御単結晶育成

—化合物単結晶材料育成における不定比組成の問題—

第13研究グループ主任研究官 北村健二

【はじめに】

光学用あるいは電気光学用に利用されるバルク単結晶材料には2成分系（酸素を考慮に入れば3成分系）複合酸化物が多く、それらは組成幅の差こそあれ、ほとんどが不定比による固溶体領域を持っている。代表的な例が希土類ガーネット（RG）、ニオブ酸リチウム（LN）、タンタル酸リチウム（LT）、ゲルマン酸ビスマス（BGO）等で、これらは酸化物単結晶材料の中でも、水晶、アルミナを除いてもっとも大きな市場規模をもっている素材である。これら単結晶の高品質化を目的として、原料の高純度化を進めると、結晶中の不純物よりも不定比組成が、結晶の特性を著しく低下させる原因として浮彫りにされてくる。例えば、不定比が欠陥を伴うような場合には、それによって結晶の光透過率低下や光損傷をもたらすし、不定比組成の変動は屈折率変動や結晶内格子歪の主要原因となる。しかも通常の不純物制御に比べ、この不定比組成を制御するのは一般に大

変難しい。そこで本研究所では、これらの複合酸化物の不定比組成の特徴から、どのような原理で育成すれば不定比組成を制御でき、しかも成長速度変動やファセットによる結晶中の不定比組成不均一を減少させる事ができるかという研究を進めている。

【不定比中間化合物の特徴】

化合物結晶では様々な要因から不定比性を示すが、上に掲げた結晶種の不定比組成には共通した性格がある。一般的な熱力学の教科書には、2成分系不定比中間化合物の相平衡状態図を図1のように表している。実際にはそれぞれの固相における固溶範囲は非常に狭い。しかも図1のように、中間化合物相で、不定比による固溶領域が両成分側に伸びている例は酸化物では少ない。もともと中間化合物相が出現する事自体、両端成分の性質がかなり異なる事を意味している。例えば陽イオン半径の差が大きく、酸素イオンによる配位数が異なったり、イオン価数の異なるのが一般的である。したがって両端成分の性質の差異を反映して、中間化合物の不定比固溶領域も非対称的に一方の成分側にだけ伸びている事が多い。前述した結晶も、一方の成分側にだけ固溶領域がひろがっている。その原因は、結晶構造の中で、一方の陽イオン成分（A成分とする）が本来占めるべきサイトを、もう一方の陽イオン成分（B成分）が、わずかながら占めてしまうのに対し、B成分が占めるサイトは、A成分によって占められる事がほとんどないという、席選択性の偏りのためである。

ここで希土類ガーネットの例を具体的に取り上げてみると、以下のようなになる。希土類ガーネットの

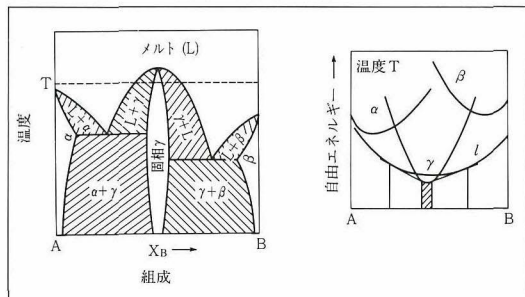


図1 不定比中間化合物の概念的な相平衡状態図

結晶構造は、3種類の陽イオンサイト、すなわち酸素イオン8個で配位されているc-サイト、6個で配位されているa-サイト、4個で配位されているd-サイトから成りたっている。化学量論比組成の希土類ガリウムガーネットでは、希土類元素イオンとGaイオンの半径が大きく異なるため、前者はc-サイトを、後者はa及びd-サイトを占めている。その構造化学式は $\{R^{3+}\}_3 [Ga^{3+}]_2 (Ga^{3+})_3 O_{12}$ (Rは希土類元素イオン、{ }はc-サイト、[]はa-サイト、()はd-サイトを表す。)と書くことができる。ところが、融液から結晶を育成するような条件では、微量の R^{3+} イオンがa-サイトの Ga^{3+} イオンを置換する。これがガーネットの不定比で、不定比組成変動は、このa-サイトを占める希土類成分濃度の変動に由来している。これに対しGaイオンは小さ過ぎて、希土類イオンの占めているc-サイトを占めることはほとんどない。したがって、ガリウムガーネットの不定比固溶領域は、化学量論比組成から希土類成分側にだけ伸び、Ga成分側にはほとんど伸びていない。そこでガリウムガーネットの不定比組成は、同じ価数の陽イオンによる置換という形で、 $\{R\}_3 [R_x, Ga_{1-x}]_2 (Ga)_3 O_{12}$ という式で表わせる。同様に、LN ($LiNbO_3$)、LT ($LiTaO_3$) では、それぞれNb成分、Ta成分側にだけ固溶領域は広がっており、それらの様子を表1にまとめてある。またBGO ($Bi_{12}GeO_{20}$)、BSO ($Bi_{12}SiO_{20}$) でも、まだ精確に固溶領域は調べられていないが、不定比

表1 代表的な2成分系酸化物の不定比組成

不定比化合物	最大固溶領域 x	コングルエント組成
$Gd_{3+x}Ga_{5-x}O_{12}$	+0.30 ~ -0.002	+0.05
$Li_{1-5x}Nb_{1+x}O_5$	+0.031 ~ 0	+0.0092
$Li_{1-5x}Ta_{1+x}O_5$	+0.025 ~ 0	+0.0066

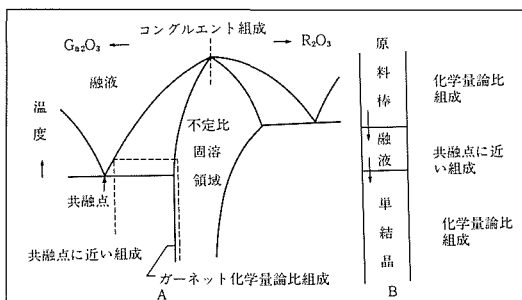


図2 希土類ガーネット近傍の相関係(A)と不定比組成制御FZ法の原理(B)

はBiがGeサイト、Siサイトを占めるためと考えられている。後者のLN, LT, BGO, BSOの不定比では、ガーネットと異なり、置換する陽イオンのイオン価数が異なるために、酸素欠損等の欠陥を伴っているのが特徴である。(現在のところ、それが特定波長光の吸収原因になっていると考えられている。)

これらの不定比化合物が、融液とどのような相平衡状態にあるかを、ガーネットの例をあげ図2に示してある。ここでコングルエント組成とは、融液と結晶が同一組成で平衡共存する点の組成を表す。今まで述べてきたような、一方の成分側にだけ固溶領域が広がっている不定比化合物では、コングルエント組成は化学量論比組成よりも不定比成分側にずれているのが相平衡での特徴である。このような不定比化合物を融液から育成すると、いくつかの原因から育成結晶中に不定比による組成変動が現れる。上述したような不定比成分は、不純物成分と同様に結晶の特性に好ましくない影響を及ぼすが、単結晶育成の際に結晶中に取りこまれる様子も、不純物と非常に似ている。通常の不純物(偏析係数が1より小さい不純物)は、結晶の成長速度が大きくなると、より多く結晶中に取りこまれるが、不定比成分濃度も成長速度が大きくなると高くなる。したがって、成長速度が時間的に変動すると、結晶中の不定比成分も不均一に分布する事になる。成長縞と呼ばれる組織に伴って不定比組成変動が現れるのはそのためである。またファセットの出現に伴っても不定比組成不均一は現われる。酸化物などを融液から育成すると、結晶構造を反映して固液界面にファセットと呼ばれる平坦な特定低指数面が現れる。ファセット領域とそれ以外の領域では結晶の成長機構が異なり、取り込む不純物濃度に差があるために、両領域間で組成不均一が生じる。通常、ファセット領域の方が不純物濃度は高くなり、不定比成分濃度も同様に高くなっている。

前述のバルク単結晶を育成するには、一般にチョクラスキー法(回転上げ法とも呼ばれる)が応用されている。これは、ルツボ中で原料を溶融し、種結晶を使用して、その融液から単結晶を引き上げる方法である。原理的には一方向凝固システムであるから、融液と結晶の組成が異なると、固化が進むに従いますます両組成の差は大きくなる。もし偏析係数が1より小さい不純物(すなわち結晶よりも融液側に不純物が濃集するような場合)が融液中にあらかじめ含まれていると、固化率が大きくなるに従い結晶中の不純物濃度も高くなる。そこでチョクラスキー法で不定比化合物単結晶を育成する場合には、コングルエント組成を利用して育成する事が必

要である。それは、融液がコングルエント組成からずれていると、良質単結晶の育成自体が困難になると同時に、固化率によって結晶中の不定比組成が変動するためである。また、コングルエント組成から育成すれば成長縞等に伴う不定比組成変動も制御できるとも言われてきたが、その点については再考する必要があるし、コングルエント組成からの育成によって、ファセット・オフ・ファセット間の組成不均一が減少したという報告はない。いずれにせよ、コングルエント組成の結晶自体、不定比成分を相当含んだものであるから（例えば、コングルエント組成のガドリニウムガリウムガーネットでは、a-サイトを占めるGdイオンは、なんと8000重量ppm以上にも及ぶ。）、それによる結晶特性に対する悪影響は避け難く、また多量に含んだ不定比成分の変動を制御する事も非常に難しいと予想される。

【不定比組成制御育成法の原理】

そこで、コングルエント組成を利用した育成に替る単結晶育成法の原理が必要となる。ガドリウムガリウムガーネット（通称：GGG）における Gd_2O_3 - Ga_2O_3 系の相図や、すでに報告されている融液組成と析出したガーネットの不定比組成の関係から次のような事がわかる。ガーネットの不定比固溶領域はGa過剰側には広がっていないので、Ga側の共融点に近い組成のメルトは化学量論比に近い組成のガーネットと平衡共存する（図2参照）。また融液中の希土類成分濃度を大きくするとa-サイトのGaを置換する希土類成分濃度（不定比成分濃度）も大きくなる。この事実から、共融点に近い組成の融液から結晶を育成すれば、化学量論比に近い組成の結晶が得られるし、a-サイト中の希土類成分濃度が低いから、成長条件の変動による濃度変動も小さく出来ると予想される。これはコングルエント組成から育成すれば組成変動を制御できるという従来の考えとは全く異なる。

共融点に近い組成の融液からの単結晶育成は、チョクラルスキー法では不可能であるが、フローティング・ゾーン法（略称：FZ法）を応用すれば可能である。FZ法をもとにした不定比組成を制御する単結晶育成法の原理を図2の右側に示してある。原料棒を化学量論比組成にし、融液は共融点に近い組成にする。このFZシステムを下方に移動させると、上方の固液界面では化学量論比組成の原料が融液に溶け、下方の固液界面では融液から化学量論比に近い組成の結晶が析出する事になる。このように、原料棒や析出する結晶と異なる組成の融液（solventと呼ぶ事もある）を利用するFZ法（TSFZ法：Travelling Solvent Floating Zone）

は、すでに分解溶融化合物であるイットリウム鉄ガーネットの育成技術として、本研究所で開発され、工業レベルで応用されている。しかし、このTSFZ法が不定比組成を制御する目的のために応用されるのは、これが初めてである。

【実験・結果】

現在、上記の原理をもとに集光加熱式FZ法を利用して前記の単結晶種を育成し、結晶の特性を調べつつある。Nd-Ga-ガーネット（NdGG）を例に掲げると、まず粉末酸化物原料の Nd_2O_3 （純度99.99+％）と Ga_2O_3 （純度99.9999％）を3：5の割合で混合し、焼結して原料棒を作る。融液組成を共融点組成に近づけるため、 Ga_2O_3 を70モル％含む焼結ペレット0.8gを種結晶上におき、融解し原料棒と接合させた後、FZ育成を行う。NdGGではコングルエント組成の格子定数は12.509Åで、化学量論比組成では12.504Åである。この方法で育成した単結晶の格子定数を単結晶X線回折法で測定したところ12.5049(3)Åで、かなり化学量論比組成に近い。図3ではコングルエント組成で育成した結晶と、上記の方法で育成した結晶の成長縞に伴う応力複屈折像を、偏光顕微鏡下で比較している（両者とも育成速度2mm/h、原料棒・種結晶回転速度45rpmと同じ条件で育成）。コングルエント組成から育成したものは、オープンニコルで観察した限りは良質単結晶に見えるが、クロスニコルの下では成長縞に伴う複屈折が顕著に現れている。これは成長条件の変動を反映して、不定比成分（a-サイトのNd³⁺成分）が結晶中で不均一に分布している事を示している。これに対し、共融点に近い組成の融液から育成した結晶では、オープンニコルで観察すると、気泡あるいは異相と思われる微粒子状包有物が観察される。しかもそれらは縞状に分布して、成長速度変動を反映して結晶中に取りこまれている（但し、育成速度を1.2mm/h以下にすると、これらの包有物は結晶中に観察されない）。それにもかかわらず、クロスニコルにすると成長縞に伴う応力複屈折が非常に小さい事がわかる。またファセットに伴う応力複屈折も、この方法で育成した結晶では極めて小さい。それらに伴う複屈折（ Δn ）を測定した結果が表2にまとめてある。得られた結果は、或る種の不定比化合物単結晶育成に、TSFZ法を応用して共融点に近い組成の融液から結晶を育成すると、化学量論比に近い組成を持ち、しかも不定比組成変動の抑えられた単結晶が得られる事を示している。このような特性の向上はBGO等でも確認され、現在は他の結晶種への応用が試みられている。

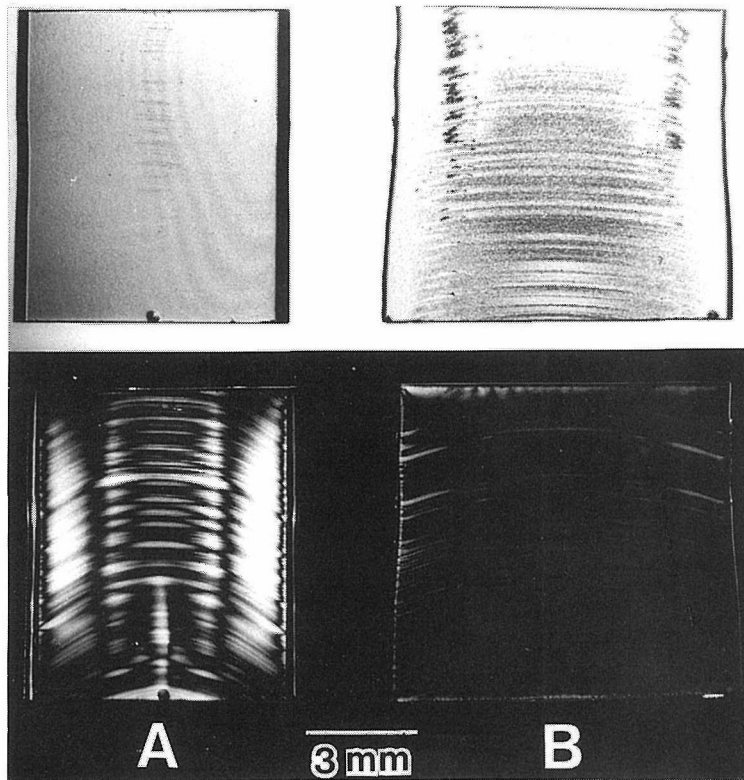


図3 コングルエント組成から育成した結晶と(A)共融点近傍の組成から育成した結晶(B)の偏光観察法による比較・(上段はオープンニコル, 下段はクロスニコルによる観察)

表2 異なる融液組成から育成されたNdGG結晶中の応力複屈折比較

	コングルエント組成	共融点近傍
格子定数 (Å)	12.509	12.505
成長縞に伴う最大 Δn	$1.0 \sim 1.2 \times 10^{-5}$	2×10^{-6}
ファセットに伴う最大 Δn	$0.8 \sim 1.4 \times 10^{-5}$	$< 10^{-6}$

☆応力複屈折 (Δn) = $C \times$ 格子不整 ($\Delta a/a_0$)

C: 光弾性係数 通常のガーネットでは
 $C = 0.2 \sim 0.3$

【むすび】

従来、酸化物バルク単結晶を融液から育成する場合、ほとんどチョクラルスキー法を活用してきた。というよりも大口径化、経済効率の面からも、チョクラルスキー法で育成できるかどうか、その結晶が工業レベルで応用されるかどうかを決めてきたと言っても過言ではない。しかしこの方法には結晶の高純度・高品質化の面で二つの本質的な限界がある。それはルツボを使用するために、ルツボからの不純物汚染が避けられない事と、一方向凝固システムの

ために、化合物単結晶を得るにはコングルエント組成で育成しなければならない事である。前述したように、コングルエント組成は、かなりの濃度で格子欠陥を含んでおり、しかもその濃度変動を抑える事も非常に困難である。(GaAsなどの化合物半導体のバルク単結晶育成でも全く同じ問題を抱えている。)ここで紹介した集光加熱式FZ法を応用した不定比組成制御単結晶育成法では、チョクラルスキー法よりも高純度で、不定比成分をコングルエント組成の10分の1以下に制御された単結晶が得られそうである。この方法を工業レベルで応用するには、大口径化という経済効率の課題を解決しなくてはならないが、当面、化合物単結晶のより理想的な特性の実現、不定比組成の物性に関する研究等に活用されると期待される。

カリフォルニア大学バークレー校に滞在して

第7研究グループ研究員 佐々木高義

1986年10月より1年間科学技術庁長期在外研究員としてカリフォルニア大学バークレー校に出張した。カリフォルニア大学は州内に9つのキャンパスを持ちバークレー校はその本校である。バークレーはサンフランシスコ市を中心とするメトロポリタン部の一翼を担う人口10万人の大学町であり、サンフランシスコ市より東に約20km、車では Bay Bridge を渡って30分弱で到達することができる。この町は1960年代初頭学生運動やヒッピーが世界で最初に出現したことで知られている。そのためか大学町にしては騒々しすぎる程活動的な雰囲気を持ち、私も到着直後は少なからず戸惑ったものであった。キャンパスは金門橋、サンフランシスコ市街を望む丘の中腹の風光明媚な場所に位置し、気候は年間を通じて温暖で過ごしやすく研究者にとって理想的な環境といえよう。

バークレー校は1868年に創設され、現在は理学部、工学部、法学部、文学部、芸術学部等からなる総合大学に成長している。また裏手の丘には核物理のメッカである Lawrence Berkeley Laboratory が隣接し、キャンパスの自然科学系学部と密接に連携している。キャンパスの広さは無機材研の300倍以上もあるが、大学職員1.5万、学部学生2.2万、大学院生0.9万と多くの人が入り出すために学期中は非常に混雑する。そのため車社会であるにもかかわらず駐車事情は大変厳しく大学関係者すべての頭痛の種であった。そんな中で NL とマークされたノーベル賞受賞者専用の駐車場が一番便利な場所にいくつも確保されているのは印象的であった。

バークレー校の化学科は55の研究室からなり全米最大規模である。私が Visiting Scholar として籍を置いた Bartlett 研究室は2人のポスドク、4人の大学院生で構成されている比較的小さなグループであった。指導教官の N. Bartlett 教授は世界で初めて希ガス元素でも化合物を作ることを示したことで有名であるが、その後も強力な酸化剤(主に金属フッ化物)に興味を持ち続け、数年前からはその一環としてグラファイト及びその類似化合物の酸化的インターカレーションについても多彩な研究を展開している。

私の滞在中のテーマはホウ素と炭素と窒素からなるグラファイト類似化合物を創製し、キャラクターゼーションを行うとともに、そのインターカレーション化学を明らかにすることであった。合成に関

しては試行錯誤を重ねた末アセトニトリルと三塩化ホウ素を CVD 法で反応させることにより、 BC_2N という組成のグラファイト類似化合物を得ることができた。この材料はグラファイトと六方晶窒化ホウ素のハイブリッド材料として捉えることができるため両者の中間的な物性を示すことが期待されるが、予想通り電氣的には半導体であり、またインターカレーション能力もグラファイトと六方晶窒化ホウ素の中間的なものであることが明らかとなった。

今回アメリカでの研究活動に触れて感じたのは、大学での研究でさえ予想以上に応用指向が高まっていることであった。国策に左右される面も大きいらしく社会的なニーズにあわないと見なされた研究は予算面で非常に厳しい状況にさらされ、その意味で地道で継続的な基礎研究を行いにくくなっているという印象を受けた。例えば1960年代に数多くあったフッ素化学のグループは1970年代後半にかけて続々解散させられ現在は皆無になっているとのことであった。

私生活の面では自由で快適な1年を送ることができた。米国社会を体験することにより、アメリカ人の風俗、習慣、ものの考え方の一端を知ることができ、それを通じて客観的な日本観を少しでも養えたことは大きな収穫であった。

最後に留学に際してお世話になった Bartlett 教授並びに科学技術庁及び無機材質研究所の皆様に深く感謝します。

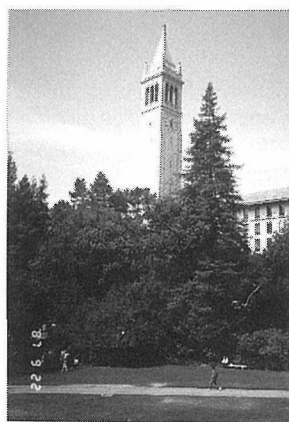


図 カリフォルニア大学バークレー校のキャンパス

外部発表

※ 投 稿

登録番号	題 名	発 表 者	掲 載 誌 等
1799	1MV HRTEM Observation on the Irradiation-Induced Transition from Crystalline to Amorphous State in Ceramic Materials	堀内 繁雄・内田 健治 小玉 博志	Proc.Int.Symp.on "Behavior of Lattice Imperfections in Mat". 11月, 18, 1985
1800	電子放出セラミクス	大島 忠平	電子材料セラミクス Ser. 3, 151, 1986
1801	焼結現象と焼結プロセス	木島 式倫	耐火物 9, 52, 1986
1802	Effect of replacing SiO ₂ by ZnO on the physical properties of aluminosilicate glasses	長谷川 泰	Glastechnische Berichte 59, 7, 189, 1986
1803	Advantages of a HVEM in Electron Energy Loss Spectroscopy	及川 哲夫・板東 義雄 細井 純・小久保 端	In Situ Experiments with High Voltage Electron Microscopes 409, 1985
1804	Formation and Crystallization of Yttrium Aluminosilicate Glasses Containing Calcium Oxide.	牧島 亮男・久保 肇 下平高次郎	J.Amer.Ceram.Soc 69, 6, C-130, 1986
1805	Advantages of a HVEM in Energy Dispersive X-ray Spectroscopy	鈴木 清二・本田 敏和 板東 義雄	In Situ Experiments with High Voltage Election Microscopy 405, 1985
1806	セラミックス製ターボチャージャー	三友 護・服部 善憲	セラミックス 21, 10, 904, 1986
1807	Superstructure of Barium Lead Hexaaluminate Phase II (BaPb B(II)-alumina) Revealed by High-Resolution Electron Microscopy	井伊 伸夫・板東 義雄 竹川 俊二・北見 喜三 木村 茂行	J.Sol.Sta.Chem. 64, 220, 1986
1808	日本の先端技術 —アメリカはわが国をどう見ているか—	守吉 佑介	Gypsum & Lime 205, 353, 1986
1809	リン酸カルシウム系セラミックスの性質	門間 英毅・中島 裕 橋本 弘一	J.Dental Engineering 79, 29, 1986
1810	Synthesis of a New Compound K _x [Ga ₈ Ga _{8+x} Ti _{16-x} O ₅₆]	藤木 良規・渡辺 遵 佐々木高義・三橋 武文 小野田義人・吉門 進三 大鉢 忠	窯業協会誌 94, 9, 1021, 1986
1811	Homologe Strukturen der neuen Vanadiumbronzen Li _x V _{6n} O _{15n-m} (m ≤ n)	加藤 克夫・室町 英治	Naturwissenschaften 73, S499, 1986
1812	Multiple Scattering of Low-Energy Rare-Gas Ions at Solid Surfaces	左右田龍太郎・青町正和 大島 忠平・大谷 茂樹 石沢 芳夫	Surf.Sci. 176, 657, 1986
1813	The Nature of the Luminescence of Compounds with YbFe ₂ O ₄ Structure	G.Blasse・G.J.Dirksen 君塚 昇・毛利 尚彦	Mat.Res.Bull. 21, 1057, 1986
1814	Preparation of 12R-Type Titanium Sulphide in the Presence of Antimony	佐伯昌宣・小野田みつ子	J.Less-Lommon Metals 123, 101, 1986
1815	合成に成功した新セラミックス	藤木 良規	Engineering 33, 10, 1986
1816	IMA (SIMS)	菱田 俊一	耐火物 10, 728, 1986

登録番号	題 名	発 表 者	掲 載 誌 等
1817	セラミックス焼結体のキャラクターゼーション	板東 義雄	インスペック 冬号, 10, 24, 1986
1818	Calorimetric Study of High-Pressure Polymorphs of Li_2WO_4 and Li_2MoO_4	室町英治・A.Navrotsky 山岡 信夫	J.Sol.Sta.Chem. 65, 241, 1986
1819	A Thin-section holder for selected area X-ray diffraction	金沢 康夫・中沢 弘基	Mineralogical Journal 13, 4, 187, 1986
1820	Cubic-Hexagonal Transformation of Yttria-Stabilized δ -Bismuth Sesquioxide, $\text{Bi}_{2-2x}\text{Y}_{2x}\text{O}_3$ ($x=0.215-0.235$)	渡辺 昭輝・菊地 武	Sol.Sta.Ionics 21, 287, 1986
1821	極高真空電界放射型電子銃の試作	石沢 芳夫・青木 進 大島 忠平・大谷 茂樹	真空 29, 11, 544, 1986
1822	The Radial Distribution Function of a $\text{Tb}_{21}\text{Fe}_{79}$ Amorphous Film	福田 和夫・片山 新也 片山 俊和・貫井 昭彦 牧島 亮男	Jpn.J.Appl.Phys. 25, 11, 1640, 1986
1823	Development of New-Ceramics α -sialon (新しいセラミックス- α -サイアロンの開発)	三友 護	Proc.Inter'l Symp.on Fine Ceram.Arita 37, 1986
1824	Raman Spectroscopy and Dielectric Anomaly of $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$	江原 襄・服部 武志 田中 順三・月岡 正至 村松 国孝・嶋津 正司	Jpn.J.Appl.Phys. 25, 11, 1749, 1986
1825	中性ビームを用いたイオン散乱分光法による表面解析	左右田龍太郎	表面科学 7, 5, 36, 1986
1826	Visualizing low symmetry of a grandite garnet on precession photographs	平井 寿子・中沢 弘基	Amer.Miner. 71, 1210, 1986
1827	Microstructure of porous anodic oxide films on aluminium	和田 健二・下平高次郎 山田 翠・馬場 宣良	J.Mat.Sci 21, 3810, 1986
1828	表面処理 $\text{TiC} \langle 110 \rangle$ フィールドエミッターの特性	石沢 芳夫・青木 進 大島 忠平・大谷 茂樹	真空 29, 12, 578, 1986
1829	Relation between Heats of Formation of Alkali and Pseudo-Alkali Halides and Electronegativities of Halogen Ions	大橋 晴夫	Thermochimica Acta 108, 189, 1986
1830	層状構造チタン酸繊維のイオン交換性	藤木 良規・小松 優 佐々木高義	表面 24, 12, 683, 1986
1831	Some Properties of α -Sialon Ceramics	石沢 健喜・鮎沢 信夫 白仁田 昭・高井 政通 内田 範政・三友 護	Ceramic Materials and Components for Engines 511
1832	Sintering Behavior of Si_3N_4 in 10 ATM Nitrogen	三友 護・水野 賢一	Ceramic Materials and Components for Engines 264
1833	Study of Titanium Compounds by Electron Energy Loss Spectroscopy (EELS)	細井 純・及川 哲夫 板東 義雄	J.Electron Microsc. 35, 2, 129, 1986

★ M E M O ★

運営会議

9月28日 第108回運営会議が1)昭和63年度予算概算要求について、2)再編成研究グループの研究課題について3)その他 の議題で開催された。

研究会

9月11日 第5回無機/有機複合体研究会が「化学進化における粘土の役割」の議題で開催された。

10月8日 第44回結晶成長研究会が「融液の構造と結晶成長」の議題で開催された。

海外出張

第3研究グループ主任研究官上村揚一郎は、「固体界面の理論的及び実験的取扱いに関する研究及び調査のため、昭和62年10月1日から昭和62年11月29日まで、フランスへ出張した。

第3研究グループ主任研究官井上善三郎は「ファインセラミックスにおける結晶化学の研究」のため、昭和62年10月1日～昭和63年1月16日まで、カナダ国へ出張した。

第1研究グループ総合研究官白岩信一は「ファインセラミックスの研究と開発に関する講演及び研究討論」のため、昭和62年10月12日から昭和62年10月22日まで、大韓民国へ出張した。

第13研究グループ総合研究官木村茂行は、「波長可変固体レーザー討論会」に出席のため、昭和62年10月21日から昭和62年10月30日まで、アメリカ合衆国へ出張した。

第8研究グループ主任研究官加茂睦和は「米国真空学会第34回真空シンポジウム及び第3回硬質材料科学国際会議出席のため」昭和62年11月1日から昭和62年11月16日まで、アメリカ合衆国へ出張した。

第8研究グループ主任研究官赤石實は、「第3回高硬度物質の科学に関する国際会議」出席並びに研究討論のため、昭和62年11月7日から昭和62年11月22日まで、アメリカ合衆国へ出張した。

第8研究グループ主任研究官神田久生は「ダイヤモンドの光学的性質に関する共同研究」のため、昭和62年11月10日から昭和62年12月9日まで、英国へ出張した。

外国人の来所

8月28日 李 時雨 韓国 Pohang Institute of Science & Technology

9月8日 Guo-Liang Zheng 中国化学院化工冶金研究所
 9月16日 車 傳人 中国東北工学院
 9月17日 Dr. A. Jostsons オーストラリア原子力科学技術協会
 9月17日 Ph. D. Lennart Malmquist スウェーデン王立理工学アカデミー
 9月24日 温 樹林 中国上海珪酸塩研究所
 9月24日 Shin Hyung Jun 韓国浦項製鉄㈱
 10月3日 G. Schwiner 西ドイツシュタルク社
 10月5日 王 忠烈 中国山東大学
 10月9日 Mr. Hans Friedman 他2名 オランダダ・フォルクスラント新聞社ほか
 10月12日 Dr. Daltro Garcia Pinatti ブラジル Fundacao de Tecnologia Industrial
 10月13日 Prof. Dr. Markk Mannerkoski フィンランドテクニカルリサーチセンター他3名
 10月15日 J. Koski フィンランドタンパー工科大学
 10月21日 王 松茂 他7名 台湾行政院国家科学委員会
 10月22日 Dr. R. Nowak 米国ダウ・ケミカル社
 10月22日 Alan Lauder 他2名 米国デュポン社
 10月28日 Prof. A. R. Colclough 他5名 英国ナノテクノロジー調査団
 10月30日 Dr. Roger K. Crouch 他1名 米国航空宇宙局
 11月5日 Prof. I. A. Smirnov 他11名 ソ連科学アカデミー
 11月11日 K. Inoue 米国ダウケミカル社
 11月11日 C. Lorprayoon 他2名 タイ国チュラロンコン大学
 11月11日 Dr. ヴァルデマー ヘルメル 他1名 東ドイツ科学アカデミー

学位授与

氏名	論文名	授与年月日	授与大学	学位名
神田久生	Effect of Metal Solvents and Water on Growth and Dissolution Morphologies of Diamond Crystals (ダイヤモンドの成長及び溶解のモルフォロジーに対する金属溶媒及び水の効果)	昭和60年11月27日	東北大学	理学博士
佐藤忠夫	Studies on Hexagonal and Rhombohedral Layered Boron Nitrides: Synthesis, Crystal Growth, and Transformation Under High Pressure (六方晶及び菱面体晶層状窒化ホウ素の研究: 合成, 結晶成長, 及び高圧下の転移)	昭和62年9月30日	東京理科大学	理学博士

発行日 昭和62年12月1日 第107号

編集・発行 科学技術庁 無機材質研究所

NATIONAL INSTITUTE FOR RESEARCH IN INORGANIC MATERIALS

〒305 茨城県つくば市並木1丁目1番

電話 0298-51-3351