

# 無機材研ニュース

第100号

昭和61年10月

## 無機材研ニュース第100号の発行を迎えて

所長 工博 瀬 高 信 雄

無機材研ニュースは、研究所が昭和41年4月に設立して2年後の昭和43年7月に第1号が発行され、今回第100号の発行を迎えることとなりました。

当時の研究所は、6研究グループに総務課、企画課からなる体制で定員75名、予算273百万円という極く小さな研究所でございました。

また、無機材質に対する期待あるいは、関心も今程のものではなく、言ってみればささやかに無機材質創製のための基礎研究を積み重ねていたと申せます。

したがって、無機材研ニュースの内容も研究所の紹介の記事が中心でありました。しかし、無機材研ニュース第16号が発行された昭和47年に、研究所が東京都文京区から、筑波研究学園都市へ移転し、これを契機に研究施設・設備が整備され、これに伴い研究活動も活発化し、研究のレベルも飛躍的に向上し、世界に比肩した先端的基礎研究が行い得るようになりました。これによって無機材研ニュースの内容も次第に充実し、研究成果も多く掲載されるようになり、材料科学技術の急速な発展、特に、ニューセラミックスの分野の向上に少なからずお役に立ってきたものと確信できるようになりました。

さて、新材料、特にニューセラミックスの創製に対する経済・社会からの要請は、極めて大きく、科学技術会議第11号答申（昭和59年11月）あるいは、航空・電子等技術審議会第7号答申（昭和59年9月）等における指摘はもとより、エネルギー、エレクトロニクス、航空・宇宙、ライフサイエンス等先端科学技術の進歩の鍵としてその研究開発が重要な課題となっております。

このような状況の中で当研究所は、耐熱性、耐食性、高硬度性、電磁気特性（半導性、誘電性等）、光学特性、触媒能等あるいは未知の優れた特性を有する非金属無機材質の創製に係わる基礎的・基盤的研究を通じ、材料科学技術の発展に寄与するため努力を重ねております。

た、科学技術立国を目指す我が国としましては、国際的にも先導的立場を維持することが肝要であり、このため国立研究機関である当研究所の果たす役割は、益々重要かつ、大きなものになると認識しております。研究を実施するに当たっては、これまで当研究所が培ってきた研究のための高度な技術・知識を十分活用することは言うまでもなく、今後は、科学技術振興調整費、官民特定共同研究にあるように産学官の有機連携の強化を図りつつ、材料研究開発を総合的に進める必要があります。また、このようにして得られた研究成果は、新技術開発事業団等を通じ、委託開発、あっせん等により企業化を進める等、積極的に国民経済への還元を図ることが重要であります。

本年は、無機材研ニュース第100号発行とともに当研究所が創立されて、丁度20年を迎えた記念すべき年であります。当研究所は、科学技術庁をはじめとする関係機関及び諸先輩の方々の深いご理解と暖かいご協力によりまして、現在の研究所の体制は、15研究グループと超高圧・超高温の2つのステーションに管理部からなり、総定員166名、予算規模2,272百万円にまで整備されてきました。これに伴って無機材研ニュースは、研究所の活動状況、研究内容、最新の研究成果及び特許等の工業所有権の取得状況等、なお一層内容の改善を図って、研究所の活動に関する総合的な情報源としてご利用が頂けるよう努力したいと存じます。

最後に、当研究所は、無機材質に関する唯一の国立の専門研究機関であることを自覚し、材料研究を通して科学技術の発展のため、未来を指向した創造性豊かな研究を行って参る所存でございます。関係各位におかれましては、研究所の発展のため今後共無機材研ニュースに対してご理解とご支援をお願い申し上げる次第でございます。

## 無機材研ニュースのあしどり(4)

無機材研ニュースは、昭和43年2月に第1号が刊行され、今回で第100号の発行の運びとなりました。これまでの無機材研ニュースのあしどりは、第1号から第72号までは第73号で、第73号から第78号までは第79号で、第79号から第84号までは第85号で、それぞれ各号の重要課題を紹介しております。今回は、第85号から第99号までについて以下のとおり掲載いたします。

- 第85号 リン酸カルシウム-ジカルボン酸系複合化合物  
59. 2 ・層状構造をもつ $\text{YbFe}_2\text{O}_4$ 型化合物について  
(その3)
- 第86号 昭和59年度研究題目・無機材質研究所での一年  
59. 4 間を顧みて・エネルギー変換材料シンポジウムに参加して
- 第87号  $\text{YB}_6$ 単結晶の育成・ヒューストン大学滞在報  
59. 6 告
- 第88号 アルコキンドからの非酸化物粉末の合成・第12  
59. 8 回無機材質研究所研究発表会のお知らせ
- 第89号 微視的光学表面フォノンの実験的検証  
59. 10
- 第90号 炭化チタンの良質単結晶育成  
59. 12

- 第91号 昭和60年度研究題目・大容量超高压力発生装置  
60. 4 の開発
- 第92号 スクリーン印刷法によるゲルマン酸鉛焦電型赤  
60. 8 外線センサーの開発
- 第93号 ゼルーゲル法による有機分子含非晶質シリカの  
60. 8 合成・第13回無機材質研究所研究発表会のお知らせ
- 第94号 鉄を添加したニオブ酸リチウム結晶の光誘起複  
60. 10 屈折変化・ $\text{NiO}$ の光電子スペクトルと電子構造
- 第95号 400kV高分解能分析電子顕微鏡・マックスプラ  
60. 12 ンク粉末冶金研究所に滞在して
- 第96号 鉄シェブレル相の合成と不定比について・希ガ  
61. 2 スイオンと固体表面との電子交換・フランス工業セラミック工科大学に滞在して
- 第97号 昭和61年度研究題目・高周波プラズマ炉  
61. 4
- 第98号 モリブデン酸ビスマス ( $\text{Bi}_2\text{MoO}_6$ ) の多形の  
61. 6 安定関係と結晶構造・英国ケンブリッジ大学に滞在して・日豪セラミックスワークショップの開催について
- 第99号 一次元トンネル構造新物質の合成と特性・米国  
61. 8 アリゾナ州立大学に滞在して

## 無機材研ニュース

昭和43年7月 第1号



### 発行するにあたり

無機材質研究所ができてから、早くも3年目を迎えることになりました。この間、関係者の方々から暖かいご協力をいただきまして、非常に感謝いたしております。

本研究所の設立の目的につきましては、今までにいろいろなところで申し述べてまいりましたが、この研究所における研究がどのように行われ、どのような成果をあげ、また、今後どのように発展していくのかなどについては、今のところお知らせする方面がありません。そこでこのたび所内の業務一般についてできるだけ早く皆様方のお手紙にのぞき、無機材質研究所の活動全般をご理解願ひ、所務の目的達成のために、一層のご支援を願ひたいと思ひ、新しく「無機材研ニュース」を発行することになりました。

この「無機材研ニュース」では、主として研究内外における研究の進み具合とか研究所の将来の構想などを載せ研究のオリジナルな発表はなるべく避けて、皆様方に長しきをもつてご覧いただけるように努力していきたい所存であります。

本研究所は創立以来目下、少ない人数でいろいろの仕事を行なっておりますので、この「無機材研ニュース」もなにかと手際が起るかも知れませんが、ご叱正をいただきながら立派な本研究所の発展に育てあげたいと思ひたいしております。

本研究所の研究は、人員そして資金ともに不満足な状態でありまうから、こんなところも「無機材研ニュース」でよくご了解いただき、いままです以上のご協力、ご支援をいただきたいと思ひます。今後とも何卒よろしくお願ひ申し上げます。



### 昭和53年度研究題目

当研究所ではグループ研究体制により、関係ある特性を持った材料及び材料に必要新しい材料の創製を目的に推進するため、昭和53年度においては、既存研究グループの一部編成変更を行い、数研究グループ及び42の主要研究テーマは下記の研究を行うこととなった。

#### 第1研究グループ (複合マゼンタム酸化物: $\text{MgO}-\text{SiO}_2$ )

- (1) 焼結に関する研究
- (2) 融点に関する研究
- (3) 光伝導性に関する研究
- (4) 非平衡状態に関する研究
- (5) 機械的強度に関する研究

#### 第2研究グループ (複合マゼンタム酸化物: $\text{MgO}-\text{SiO}_2$ )

- (1) 相平衡に関する研究
- (2) 結晶成長に関する研究
- (3) 複合酸化物に関する研究
- (4) 複合酸化物の特性に関する研究

#### 第3研究グループ (複合酸化物: $\text{MgO}-\text{SiO}_2$ )

- (1)  $\text{Si}-\text{Al}-\text{O}-\text{N}$ 系に関する研究
- (2)  $\text{Si}-\text{Y}-\text{Al}-\text{O}-\text{N}$ 系及び $\text{Si}-\text{La}-\text{O}-\text{N}$ 系に関する研究
- (3) 焼結に関する研究
- (4) 気相反応に関する研究
- (5) 高温X線照射に関する研究

#### 第4研究グループ (複合酸化物: $\text{MgO}-\text{SiO}_2$ )

- (1) 合成に関する研究
- (2)  $\text{SiO}_2$ - $\text{MgO}$ - $\text{Na}_2\text{O}$ 系変成領域に関する研究
- (3) 気相反応に関する研究
- (4) 結晶成長に関する研究
- (5) ガラスの特性に関する研究

#### 第5研究グループ (ニオブ酸リチウム: $\text{LiNbO}_3$ )

- (1) 合成に関する研究
- (2) 応力下に関する研究
- (3) 応力下に関する研究
- (4) 応力下に関する研究

#### 第6研究グループ (複合酸化物: $\text{TiO}_2$ )

- (1) 合成及び結晶成長に関する研究
- (2) 相平衡に関する研究
- (3) 光伝導性に関する研究
- (4) 物理的性質に関する研究

#### 第7研究グループ (複合酸化物: $\text{TiO}_2$ )

- (1) 応力下における $\text{TiO}_2$ の合成に関する研究
- (2) 表面反応に関する研究
- (3) 複合酸化物に関する研究

#### 第8研究グループ (アルミナ-シリカ系ガラス: $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ Glass)

- (1) ガラス形成過程に関する研究
- (2) 低減粘度に関する研究
- (3) ガラス形成過程に関する研究
- (4) ガラスの特性に関する研究

#### 第9研究グループ (複合酸化物: $\text{Bi}_2\text{MoO}_6$ )

- (1)  $\text{Bi}_2\text{MoO}_6$ の合成に関する研究
- (2) 複合酸化物に関する研究
- (3) 結晶成長に関する研究
- (4) 高温特性の特性に関する研究
- (5) 平衡特性の特性に関する研究

# 第14回無機材質研究所研究発表会のお知らせ


当研究所では、創設以来「グループ研究」という独自の研究システムにより、新しい無機材質を求めて幅広い材料研究を展開しております。


昭和61年度において、初期の目的を達成した研究グループの2つの課題及び特別研究の2つの課題研究成果を右記により、発表したいと存じます。参加に係る費用（含研究報告書）は、一切無料となっております。

皆様方多数参加下さいますよう、ここにご案内申し上げます。

## 研究発表会会場のご案内

研究発表会会場（研究交流センター）への交通

国鉄 常磐線 上野から  荒川沖駅 土浦駅  
(各駅60分)


水戸から  土浦駅 荒川沖駅  
(各駅60分)


バス 関東鉄道バス 荒川沖駅から〰〰〰千現一丁目  
(筑波大中央行き, 20分)

(筑波大中央行き、20分)

土浦駅から~~~~学園竹園

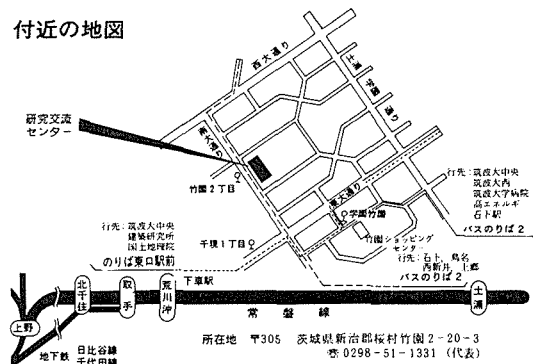
(筑波大中央行き, 25分)

徒歩 千現一丁目から  会場  
(徒歩、5分)

学園竹園から  会場  
(徒歩10分)

なお、マイクロバスは、9時30分頃「荒川沖駅」西口より「研究交流センター」へご案内します。

付近の地図



## 記

1. 日時 昭和61年11月28日(金) 10:00～15:30
2. 場所 科学技術庁研究交流センター 国際会議場  
茨城県新治郡桜村竹園2丁目20-3
3. プログラム

- 1) 10:00～10:10 あいさつ  
所 長 瀬高 信雄
- 2) 10:10～11:10 窒化リチウムに関する研究  
主任研究官 石井 敏彦
- 3) 11:10～12:10 タンタル酸リチウムに関する  
研究  
総合研究官 嶋津 正司

休 鰐

- 4) 13:30～14:30 電子放射材料に関する研究  
総合研究官 石沢 芳夫
- 5) 14:30～15:30 オプトエレクトロニクス焼結  
材料に関する研究  
総合研究官 白崙 信一
- 6) 15:30 閉 会

国鉄常磐線及び連絡バス

## 時刻表

《下り》			千 現		
上 野	行先	荒川沖 (土 浦) 荒川沖	1丁目	会 場	
⑨ 7:03	平	8:03 (8:08) 8:20	8:40	8:45	
⑩ 7:36	高萩	8:36 (8:42) 8:50	9:10	9:15	
⑩ 7:54	勝田	8:59 (9:05) 9:10	9:28	9:33	
⑬ 8:11	土浦	9:12 (9:18)			
⑩ 8:18	勝田	9:27 (9:33) 9:40	9:58	10:03	
当研究所の直通バス (無料)			9:30	9:50	

なお、土浦駅でお降りの方は随時路線バスがございます。

〈上り〉

〈上り〉				千 現	
始発	水 戸 (土 浦)	荒川沖	荒川沖	1丁目	会 場
高萩	7 : 08 ( 8 : 00)	8 : 18	8 : 20	8 : 40	8 : 45
平	7 : 30 ( 8 : 07)	—	8 : 50	9 : 10	9 : 15
平	7 : 37 ( 8 : 30)	8 : 51	9 : 10	9 : 28	9 : 33
水戸	8 : 11 ( 9 : 02)	9 : 16			
当研究所の直通バス			9 : 30	9 : 50	

当研究所の直通バス

# 研究発表会 研究発表要旨

## 窒化リチウムに関する研究

第6研究グループ(窒化リチウム:  $\text{Li}_3\text{N}$ )はI. 固体電解質としての $\text{Li}_3\text{N}$ に関する研究。II. 立方晶窒化ほう素(cBN)の優れた合成触媒としてのアルカリ土類金属、同ほう窒化物に関する研究。III. 菱面体晶窒化ほう素(rBN)の合成及びこれの衝撃加法によるcBNの合成に関する研究を三本の柱として研究を行った。

### I. 固体電解質としての $\text{Li}_3\text{N}$ に関する研究

1.  $\text{Li}_3\text{N}$ の合成, 単結晶, 焼結体の作製
2. Liイオンの伝導度の測定

0.3% Mg トープした焼結体で250°付近に伝導機構に固有欠陥一不純物欠陥の転位の存在を明らかにした。

3.  $\text{Li}_3\text{N}$ の陽電子消滅法による評価

$\text{Li}_3\text{N}$ の単結晶の評価法の一つとして、又、Liイオン伝導機構の解明の手掛りとして陽電子消滅法の測定を行った。

4.  $\text{Li}_3\text{N}$ 単結晶の中性子回折

$\text{Li}_3\text{N}$ の単結晶を室温及び400°Cで中性子回折を行い、Liイオンの挙動を直接に観測した。

5.  $\text{Li}_3\text{N}$ 熱膨張率の測定と結晶化学

$\text{Li}_3\text{N}$ の単結晶の熱膨張率を20°Kから600°Cまでa軸及びc軸方向について測定し、結合の異方性を調べた。

6.  $\text{Li}_3\text{N}$ のNMRの測定

$\text{Li}_3\text{N}$ 単結晶の $L^7$ 核のNMR吸収線の角度依存性、スピナー格子緩和時間 $T_1$ の温度依存性及び角度依存性の測定を行った。

### II. cBNの合成触媒としてアルカリ土類金属に関する研究

hBN焼結体に微量のMgを拡散反応させほう窒化マグネシウム均一に分散させたhBN焼結体を作り、これを高温高圧処理することによってcBN透明焼結体を作製した。

### III. rBNの合成と衝撃加圧によるcBN合成に関する研究

常圧相BNは六方晶BN(hBN)の外に菱面体晶BN(rBN)が知られている。rBNの生成機構を検討した結果、一価の陰イオンがrBNの生成に関与していることを明らかにし、rBNの量産に成功した。これを用いて衝撃加圧法によってcBNの

合成に成功した。

## タンタル酸リチウム等に関する研究

(1)  $\text{LT}(\text{LiTaO}_3)$ ,  $\text{LN}(\text{LiNbO}_3)$ の単結晶に関する研究。

いずれもイルメナイト型結晶構造をもつものである。これらの結晶はテレビの表面波フィルタとして実用化されている。これらは、光損傷のない結晶であれば光変調素子として利用でき、一方、損傷を強調させた不純物添加LNでは光記録材料として期待される。筆者らの研究の結果、不純物を僅少に抑えた高純度良質結晶では光損傷が極めて小さくなることがわかった。一方、不純物( $\text{V}^{23}\sim\text{Ni}^{28}$ )添加LNではFe添加のものが光記録材料として最も有望であることがわかった；その機構についても考察を行った。単結晶育成(Cz法)に当っては、温度分布測定を行い低温度勾配を保ち、雰囲気ガスや融液の対流を制御し、固液界面形状と欠陥との関係を調べるなどして良質結晶(20φ×60mm)育成に努めた。ここでコンピュータ制御育成も試みた。不純物添加結晶では無添加結晶よりも引上・回転速度を遅くする必要があった。光損傷(ここでは光誘起複屈折変化 $\delta n$ を意味する。誘起光は488nmレーザである)測定に当っては、 $\delta n$ の高精度測定機の開発により目的の測定を可能にすることができた。

(2) 酸化物単結晶の耐放射線性及びイオン注入による電気物性に及ぼす効果に関する研究。

育成したLN, LT,  $\text{TiO}_2$ , KTN( $\text{KTaO}_3\text{—KNbO}_3$ 系固溶体),  $\text{SrTiO}_3$ の単結晶に対し $\gamma$ 線、熱中性子、または高速中性子を照射し、カラーセンタ、ESRセンタ、電気抵抗率の観測を行った結果、これらの結晶は総じて耐放射線性の大きい(強い)ことがわかった。

一方、 $\text{TiO}_2$ に対しプロトン、デューترون、または $^3\text{He}^+$ イオンを照射し電気物性を測定した結果、前二者イオン照射によって試料表面に薄い半導体層の生成されるが、 $^3\text{He}^+$ 照射によってはその生成されないことがわかった。KTNに対し1MeVの $\text{O}^{2+}$ イオンを照射した結果、試料の誘電率が2倍に変化した。以上の諸結果は原子力関係材料及びエレクトロニクス材料への発展に寄与する糸口を与えるものと思われる。

(3)  $\text{KTP}(\text{KTiPO}_5)$ 単結晶に関する研究

S H G（光第二高調波発生）用結晶を目的とし独自のフラックスを用いて約1cm大の結晶を育成することができ、レーザによるS H G効果が明らかであることを確めた。更に品質良好な結晶育成を行いつつある。従来のK T Pが水熱合成によっていることに對し、フラックス法の成功は安価な単結晶を得る点で産業界への寄与は大きいと思われる。

#### (4) イルメナイト型（I型）とペロブスカイト型（P型）の酸化物反応生成物の誘電性・イオン伝導性に関する研究

IもPも化学式は同じ $ABO_3$ 形である。IにP添加、またはPにI添加することによって反応生成物は、①固溶体、②独立相、③別構造の第3相、のいずれかになる。（i） $KTaO_3$ （P型）— $LiTaO_3$ （I型）系のイオン伝導性。P（絶縁体）に少量のI（絶縁体）を添加すると誘電率が見掛け上増加した。解析の結果、この現象が第3相③のイオン伝導によるものであることがわかった。（ii） $MgTiO_3$ （P型）— $CaTaO_3$ （P型）系のマイクロ波域誘電率。 $CaTaO_3$ 添加によって誘電率の温度依存性を改善しその効果の機構を解析した。

#### (5) 磁性半導体(La, Ca) $MnO_3$ の電子伝導に関する研究

ペロブスカイト型である物質の伝導は、比較的に拡がった状態の電子によっておこるものと、局在化した状態のホールによっておこるものとに分類される。当該の系は後者に分類されるが、ホールの局在化状態、伝導機構に関し、電気伝導度、熱起電力、比熱、磁化率の測定結果をもとに考察した。

### 電子放射材料に関する研究

本研究は、高安定性を示す電界電子放射材料の開発に関するものである。電界放射型陰極（フィールドエミッター）は、室温で $10^7$  V/cm オーダーの強電界を印加して電子を真空中にとりだすもので、高安定性フィールドエミッターの実現により、電子顕微鏡の高性能・高機能化、超微細加工分野における電子線描画装置の高度化等に著しい進展が期待できる。

表面処理TiC<110> フィールドエミッターが極めて安定な電子放射特性を示すことを見いだした。表面処理に有効なガスは、酸素、エチレン、硫化水素ガス等である。表面処理操作は、導入ガス中の1100℃におけるチップ加熱とそれに続く $10\mu A$ , 30分間の電子放射である。チップの表面処理によりフィールドエミッションパターンが変化するとともに、ステップ状及びスパイク状雑音よりなる炭化物特有の電流雑音が激減し安定化する。電流安定性は、短時間

雑音が $\pm 0.1\%$ 以下、電流減衰率は1時間当たり0.1%以下と極めて安定である。表面処理TiC<110>チップを搭載した極高真空電界放射型電子銃を試作した。アノード材料には、黒鉛或はAuを使用し、アノード構造についても提案した。試作電子銃を用いて、極高真空中で実用電流 $10\mu A$ を5時間安定に放射することに成功した。また、種々の表面処理チップについて安定電流の真空度依存性を測定し、放射電子による残留ガスのイオン化が電流雑音発生に関与し、さらに放射電流の安定性がチップの表面状態に大きく依存することを明らかにした。放射電流の安定化機構についても考察した。

本研究のもう一つの大きな成果は、電子ビームを利用した表面研究手法である電子エネルギー損失分光装置について高分解能装置を新たに開発し、微視的表面フォノンの検出に成功するとともに、表面フォノン分散関係の測定・解析手法を確立したことである。この新手法は、表面の関与する諸現象（相転移、触媒、超伝導等）の究明に威力を発揮するものと期待される。

### オプトエレクトロニクス焼結材料に関する研究

最近オプトエレクトロニクスセラミックスと云った言葉が身近かに使われるようになった。オプトエレクトロニクス（電気光学技術）は光と電子が関与する現象を利用した機能を実現すること、およびその機能を用いて組み立てられた技術体系である。その代表的システムとして光ファイバーとレーザ光を用いた光通信を挙げることができる。一方精選された原料から出発し、構造・組織を精密に制御した高度な機能を有するニューセラミックスが現在から次世代を担う材料として登場している。この様なオプトエレクトロニクス（技術）とニューセラミックス（材料）とが結合したのがオプトエレクトロニクスセラミックスである。このカテゴリに属する機能性セラミックスとしてPLZT, CLN-PZT (C:Ca, L:La, N:Nb, P:Pb, T:Ti, Z:Zr)などの電気光学特性を利用したものと、レーザ発振に係るものが特に重要である。

本研究では、PLZT及びSBN(S: Sr, B: Ba, N: Nb) 焼結体の光スイッチ, 光シャッター, 画像蓄積装置, ディスプレイとして, またYAG焼結体(Y: Y, A: Al)のレーザ発振体としての各用途を目指し, 機能に係る透明度, 組成変動, 点欠陥などの高次構造を制御する技術を確認することを目指している。この目的を達成するために, 多段湿式法, 蔞酸エタノール法などの新しい粉末合成法を確認してこれに対応している。

# Cz法によるGSGG:Cr<sup>3+</sup> 単結晶の育成

第10研究グループ 主任研究官 宮 沢 靖 人

近年、酸化物のバルク結晶として、波長可変固体レーザー用ホスト結晶が注目されてきており、実用に供されているものもある。中でもアレキサンドライト (BeAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Cr<sup>3+</sup>) は有名である。他に、最近ではサファイア (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Ti<sup>3+</sup>) の研究が盛んに行われている。その他の結晶としては、いくつかの希土類ガーネットにCr<sup>3+</sup> を添加したものが候補に上っている。中でもGSGG(Gd<sub>3</sub>Sc<sub>2</sub>Ga<sub>3</sub>O<sub>12</sub>) はポピュラーで、一部で実用化されている。またGSGGにレーザー活性イオンとして、Na<sup>3+</sup>とCr<sup>3+</sup>を同時に添加するとCr<sup>3+</sup>の広い吸収バンドによって吸収されたエネルギーが効率よくNd<sup>3+</sup>に伝達されるため、レーザー効率が改善されて、大出力パルスレーザーとして有望視されている。同様の結晶として、GSAG(Gd<sub>3</sub>Sc<sub>2</sub>Al<sub>3</sub>O<sub>12</sub>)も研究されている。但し、これらの結晶の結晶育成に関する詳しい報告はなされていないので、単結晶の育成条件が、GGGやYAGほど明らかにされていない。波長可変固体レーザー用のGSGG:Cr<sup>3+</sup>単結晶の育成を始めるのに、よく似ていると思われるGGGの育成条件を参考にした。図1、表1に結晶構造を示す。

GSGG単結晶は、他の多くの固体レーザー用結晶と同様にチョクラルスキー法(略称Cz法)で育成するのが一般的である。以下にCz法でこの結晶を育成した例を述べる。

• 原料作成

良質の単結晶を得るには、まずできるだけ高純度

の原料を用いることが肝要である。GSGGの場合にはSc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が資源が乏しく、高価で供給も安定していないので高純度の原料は入手難である。ここでは市販品の中で高純度であると思われる99.99%の試薬を用いた。他のGd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等もすべて99.99%以上のものを使用した。できることなら5N以上にしたいところである。あらかじめ個々の原料の一部を十分加熱して灼熱原料を調べて、るつぽにほぼ一杯になる分量でコングルエント組成になるように秤量して、よく混合した後、静水圧プレスでるつぽにチャージしやすい形に成型する。次に焼成炉中で1350℃で24時間保持して仮焼を行う。Cr<sup>3+</sup>はSc<sup>3+</sup>と置換するものとして添加量を算出した。

• 単結晶育成

仮焼の終わった原料棒をイリジウムるつぽに入れ、加熱溶解を行う。一度に全量をチャージできない場合には、2、3度に分けて行う。用いたるつぽは、外径及び高さ50mm、厚さ1.5mmの標準的なものである。レーザー用結晶を育成するには最低この位の容量のものがことになる。加熱前に引上炉内の空気を真空ポンプで排出して、窒素ガスに酸素ガス2%を混ぜたガスを毎分1〜2リッターの割合で流し続ける。高周波誘導加熱により原料を全て熔融したら十分ソーキングしてから種子付けを行う。ソーキング中に融液温度を上げすぎるとGa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の蒸散が激しくなるので注意が必要である。炉の構造を図2に示す。

表1 ガーネット構造の結晶学的特徴

晶 系	立方晶系	空間群	Ia3d-O <sub>h</sub> <sup>0</sup>	
格子の対称性	222	3	$\bar{4}$	$\bar{1}$
空間群位置	24c	16a	24d	96h
化学式	{A <sub>3</sub> }	[B <sub>2</sub> ]	(C <sub>3</sub> )	O <sub>12</sub>
酸素配置数	8	6	4	—
多面体のタイプ	12面体	8面体	4面体	—

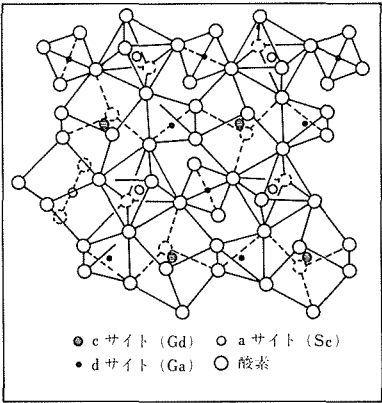


図1 ガーネット結晶の構造



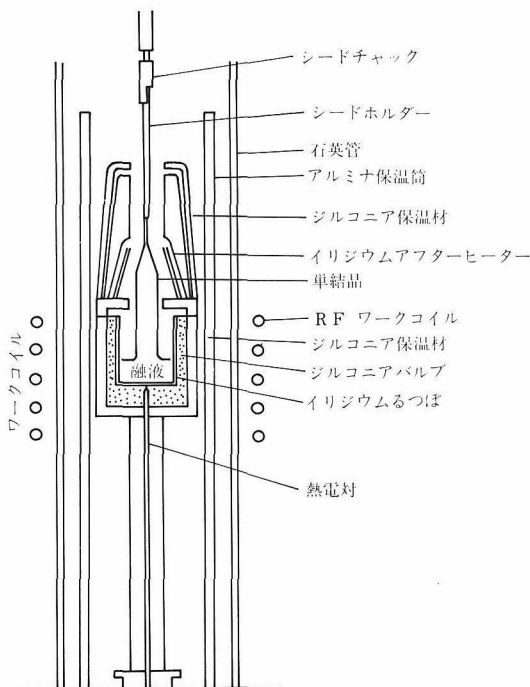


図2 育成炉の概略図

次に所定の引上方位（会の場合は〈111〉）に切り出した種子結晶を、シードチャックの先に付けたセラミックの保持棒に取り付ける。このシードチャックを回転引上軸に取り付け、ゆっくり降下させて、種子結晶を融液に浸して、回転させながら、なじませる。その後、所定の引上速度で回転しながら引き上げていき、細く絞ってから徐々に太らせて行き、肩部を形成し、所定の直径に到達した後は、そのままの直径で引上げて直胴部を作り、必要な長さの育成が終了したら、結晶を融液から切り離して、アニールを兼ねて、ゆっくりと冷却する（約24時間）。このようにして、結晶育成の1サイクルは終了する。次にできた結晶を種々の方法で評価して、育成条件を変えて結晶を育成し、また評価を行う。……これを繰返して、より良い結晶育成条件を求めるのが一般的なアプローチである。

こうして現在までに得られた  $\text{Cr}^{3+}$ :GSGG の最適な育成条件は以下のである。

**\*  $\text{Cr}^{3+}$ :GSGG の育成条件（内径47mmφ のるつぼの場合）**

引上方位 〈111〉

引上速度 2mm/ hr以下

コングルエント組成  $\text{Gd}_3\text{Sc}_{1.9}\text{Ga}_{3.1}\text{O}_{12}$  ( $\text{Cr}^{3+}$  を添加しない場合)

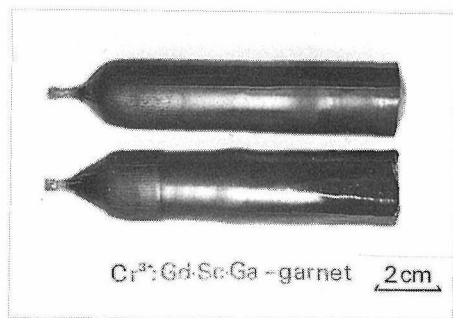


図3 育成した結晶の外形写真

$\text{Cr}^{3+}$  濃度 6φ 位置に3%以下（それ以上添加すると結晶にクラックが入る）

固液界面直上の温度勾配 約30℃/cm（アフターヒーター使用）

雰囲気ガス 窒素中に酸素2%，流量 1.5ℓ/min

結晶回転速度 20rpm～60rpm（後述）

結晶のサイズ 20mm×80mm

以上のような条件で育成した単結晶の外径写真を図③に示す。透明な緑色の欠陥の少い結晶が得られた。

GSGG中の  $\text{Cr}^{3+}$  の実効偏析係数を求めるために、引上げた結晶の直胴部の先端と尾部を厚さ約1mm輪切りにして、それぞれを粉碎して湿式とICP発光分析法により分析した。一方向平衡凝固を仮定して、偏析係数を算出したところ、どちらも

$k_{\text{eff}} \approx 1.0$  となった。

また、 $\text{Cr}^{3+}$  の濃度を0.5at%から4.5at%までの範囲で結晶を育成しても偏析係数の大きな変化は見られなかった。またセル成長もこの濃度範囲では認められなかった。これは実効分配係数がほぼ1に等しいことが効いていると思われる。但し  $\text{Cr}^{3+}$  濃度が3at%を越えると結晶中にクラックが入りやすくなり、4.5at% ではクラックの入らない結晶を育成するの

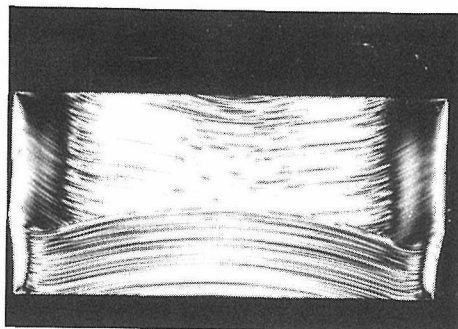


図4 反転前後の固液界面の形状

は困難であった。

結晶の外縁部にたくさんの長方向に平行のしわがみられる場合があるが、これはGGGの場合と同様に、蒸発した $\text{Ga}_2\text{O}_3$ が附着した部分が融点が降下して副射熱で溶けて流れ落ちたものと推定できる。アフター・ヒーターを用いて温度勾配を小さくしたり酸素量を調節して $\text{Ga}_2\text{O}_3$ の蒸散を少くすると、表面が滑らかになることから、この推定の正しさが裏づけられる。

#### ・結晶観察

結晶の回転速度が20rpm以下(50mmφのるつぼの場合)であると、固液界面の形状は常に下に凸になり、必ずファセット部(コア)が生ずる。回転速度を上げて行くと固液界面の形状は平坦に近付いていき、回転速度40rpmの場合には、直胴部の直径20mmφでは、途中で固液界面の形状の急変現象が起り、凸から凹に変化する。図③の下の方の結晶のくびれている部分がそれで、この部分をはさんで固液界面の形状をクロス・ニコルズ法で観察したものが図4である。この場合には、反転した後もセル成長は見られず、結晶の質も低下していない。その反面コア

は消滅しているのに、レーザー結晶として用いるにはこの方が望ましいように思われる。ただし、反転後は対流による融液の温度の周期的変動(最大10℃)が見られるので、問題になる場合には回転速度をさらに大きくする必要がある。

#### ・まとめ

引上げ条件を上手に設定してやることにより、良質の結晶が得られる見通しがたってきた。 $\text{Cr}^{3+}$ の実効偏析係数が1に近いことは大変好都合で、引上げ速度をあまり小さくしなくてもよい。但し、コングルエント組成からずれてくると、セル成長が起ったり、強いストリーションが発生したりする。 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ は極めて蒸散しやすいが、全体の温度勾配を小さくしてやると平均温度が下りかなり蒸散を少なくできる。また雰囲気ガス中の酸素の濃度にも敏感で、2%以上になると蒸散は少なくなってくるが、イリジウムの析出が激しくなってくるので2%の酸素濃度が最適と考える。低温度勾配下では、結晶が途中から曲がりやすくなるので、炉の構造を工夫し、熱の円筒対称性をよくする必要がある。また $\text{Ga}_2\text{O}_3$ の蒸散を低下させるため、圧力下での引上げも検討中である。

## リチウムバナジウムブロンズ( $\text{Li}_x\text{V}_6\text{O}_{15-n-m}$ )の合成と構造

第11研究グループ 主任研究官 室 町 英 治

化学式、 $\text{M}_x\text{TO}_n$ で示される、酸化物でアルカリ金属などの原子Mが電移金属Tに電子を与えることにより、高い電気伝導度と特有の金属光沢を示す一連の物質を遷移金属ブロンズと呼んでいる。バナジウムブロンズは典型的な遷移金属ブロンズである。従来より知られているバナジウムブロンズの多くは $\text{M}_x\text{V}_2\text{O}_5$ という一般式で表わせるものであり、Mの種類及びxの大きさにより、多様な結晶構造を取る。ここで取りあげるリチウムバナジウムブロンズについてこの点を少し詳しく述べると、 $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$ の線上に、 $\alpha$  ( $0 < x \leq 0.04$ ),  $\beta$  ( $0.22 \leq x \leq 0.37$ ),  $\beta'$  ( $0.44 \leq x \leq 0.49$ ),  $\gamma$  ( $0.88 \leq x \leq 1$ ) と呼ばれる4個のブロンズ相が存在し、より酸化側の領域に、 $\text{Li}_{1+x}\text{V}_3\text{O}_8$  (K相) が報告されている。 $\alpha$ 相の骨格構造は五酸化バナジウム、 $\text{V}_2\text{O}_5$ のそれと同じでありリチウムイオンは $\text{V}_2\text{O}_5$ の層間にそう入されている。これに対して、 $\beta$ ,  $\beta'$ ,  $\gamma$ 相ではバナジウムと酸素イオンの配列自体が $\text{V}_2\text{O}_5$ のそれとは大きく異ってくる。

上述のように、 $\text{Li}_2\text{O}-\text{V}_2\text{O}_4-\text{V}_2\text{O}_5$ 系において、 $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$ で示される線上については、完全に解明さ

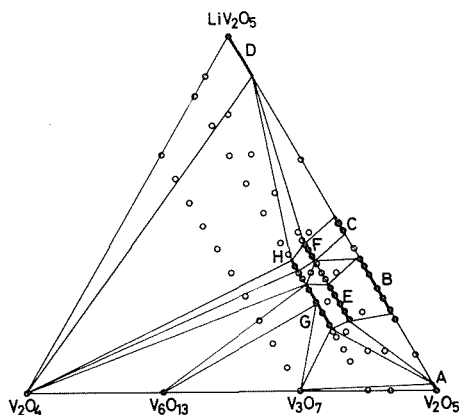


図1  $\text{LiV}_2\text{O}_5-\text{V}_2\text{O}_4-\text{V}_2\text{O}_5$ 系の650°Cにおける相図  
(A:  $\alpha-\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$ , B:  $\beta-\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$ , C:  $\beta'-\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$ ,  
D:  $\gamma-\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$ , E:  $\beta-\text{Li}_x\text{V}_9\text{O}_{22}$ , F:  $\beta'-\text{Li}_x\text{V}_9\text{O}_{22}$ ,  
G:  $\beta-\text{Li}_x\text{V}_{12}\text{O}_{29}$ , H:  $\beta'-\text{Li}_x\text{V}_{12}\text{O}_{29}$ )

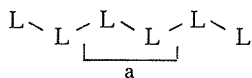
れていると考えて良いが、他の領域、特に還元側の領域については、ほとんど何もわかっていない。わずかに、 $\text{Li}_x\text{V}_{30}\text{O}_{71+y}$  ( $1.5 \leq x \leq 3$ ,  $0 \leq y \leq 1.8$ )



$\text{Li}_2\text{V}_{12}\text{O}_{29}$  の二つの相の存在が報告されているが、その正否は明らかでない。先に述べたように、ブロンズ相は、高い電気（電子）伝導度で特徴づけられるが、リチウムバナジウムブロンズの場合、同時にリチウムイオン導伝体でもある。このように混合伝導を示す物質は二次電池の電極材料として注目を集めており、その意味からも、未解明領域の研究は重要であると思われる。以下に述べるように、 $\text{LiV}_2\text{O}_5$ – $\text{V}_2\text{O}_4$ – $\text{V}_2\text{O}_5$  系の相平衡、構造解析の研究から興味深い結果が得られたので報告する。

図1に、石英管封入法により作成した、 $650^\circ\text{C}$  における  $\text{LiV}_2\text{O}_5$ – $\text{V}_2\text{O}_4$ – $\text{V}_2\text{O}_5$  系の相平衡図を示す。 $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$  線上に存在する4個の既知相 ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\beta'$ ,  $\gamma$  相) の外に、新たに4個のブロンズ相が発見された。単結晶構造解析及び粉末X線法により確定された、これらの新ブロンズ相の組成は、 $\beta$ – $\text{Li}_x\text{V}_9\text{O}_{22}$  ( $0.90 \leq x \leq 1.35$ ),  $\beta'$ – $\text{Li}_x\text{V}_9\text{O}_{22}$  ( $1.65 \leq x \leq 1.85$ ),  $\beta$ – $\text{Li}_x\text{V}_{12}\text{O}_{29}$  ( $1.05 \leq x \leq 1.80$ ),  $\beta'$ – $\text{Li}_x\text{V}_{12}\text{O}_{29}$  ( $2.05 \leq x \leq 2.15$ ) である。ここで、化学式の前に  $\beta$ –,  $\beta'$ – が付けられているのは、これらのブロンズ相が既知相である  $\beta$ –,  $\beta'$ – $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$  と構造上強い関連を持つためである。

図2は、 $\beta$ –,  $\beta'$ – $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$  と上述の新ブロンズ相の骨格構造を示したものである。良く知られているように、 $\beta$ –,  $\beta'$ – $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$  は、Wadsley<sup>1)</sup> により解析された  $\beta$ – $\text{Na}_x\text{V}_2\text{O}_5$  と同型であり（単斜晶系，空間群  $\text{C2/m}$ ），(100) 面に平行な、 $\text{V}_6\text{O}_{15}$  組成の層（単位格子で数えて）から成る。隣合った層は互に  $b$  軸方向に  $b/2$  だけずれていることを考えると、この構造は次のように表わすことができる。



リチウムイオンは二つの層の間のトンネル部に位置する。 $\beta$  と  $\beta'$  相は實際上、同一の骨格構造を持ち、その差は、トンネル内におけるリチウムイオンのサイトの違いに起因しているとされている。 $\text{Li}_x\text{V}_9\text{O}_{22}$  も (100) 面に平行な層から成る層状構造（単斜晶系，空間群  $\text{P2}_1/\text{m}$ ）を取るが、層には2種類ある。一つの層は  $\beta$ –,  $\beta'$ – $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$  のそれと事実上同じであるが、もう一つの層は、単位格子当たり  $\text{V}_6\text{O}_{14.5}$  の組成を持ち、隣り合う層の内、一方の層と2個の酸素イオン（単位格子当たり）を介して連結されている。2個の酸素イオンにより連結される層同志は、 $b$  軸方向にずれていないことを考慮して、この構造は次のように表わすことができる。

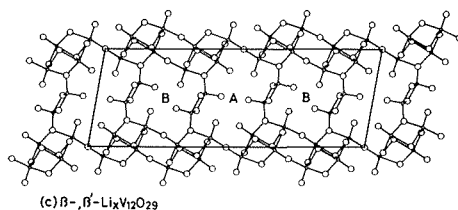
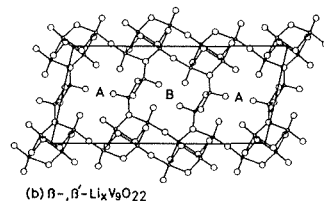
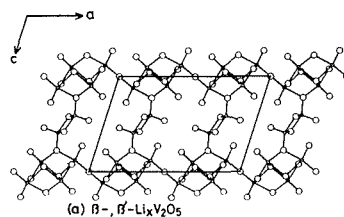
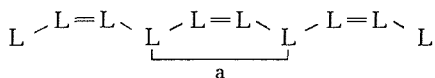
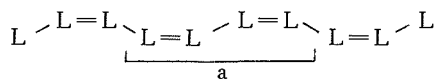


図2  $\beta$ – $\beta'$ – $\text{Li}_x\text{V}_{6n}\text{O}_{15n-m}$  の結晶構造の(010)面への投影図 (○: バナジウム, ○: 酸素)

ここで、二重結合，単結合は，単位格子当りの連結酸素イオンの数を表わしている。 $\text{Li}_x\text{V}_{12}\text{O}_{29}$  では、すべての層は  $\text{V}_6\text{O}_{14.5}$  という組成を持ち、やはり (100) 面に平行な層状構造を取る（単斜晶系，空間群  $\text{C2/m}$ ）。その構造を簡単に表わすと次の通りである。



すなわち、単結合と二重結合が交互に現われる。

$\text{Li}_x\text{V}_9\text{O}_{22}$  と  $\text{Li}_x\text{V}_{12}\text{O}_{29}$  においては、リチウムイオンが占めるトンネルに二種類ある（図2(b), (c)で、A, B と書かれている）。この内、トンネルAは  $\beta$ –,  $\beta'$ – $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$  のそれとほぼ同じであると考えて良い。これらのトンネル内におけるリチウムイオンの位置の詳細については、別の報告<sup>2)</sup> を、参照してもらうこととして、ここでは、 $\text{Li}_x\text{V}_9\text{O}_{22}$ ,  $\text{Li}_x\text{V}_{12}\text{O}_{29}$  共に、 $\beta$  と  $\beta'$  相は、実際上同一の骨格構造を有し、その差は、リチウムイオンのサイトの違いによるものであることを指摘するに留める。この事情は、 $\beta$ –,  $\beta'$ – $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$  と全く同じであるが、この点にもかかわらず、 $\beta$  と  $\beta'$  相は明確に区別すべき異った相であ

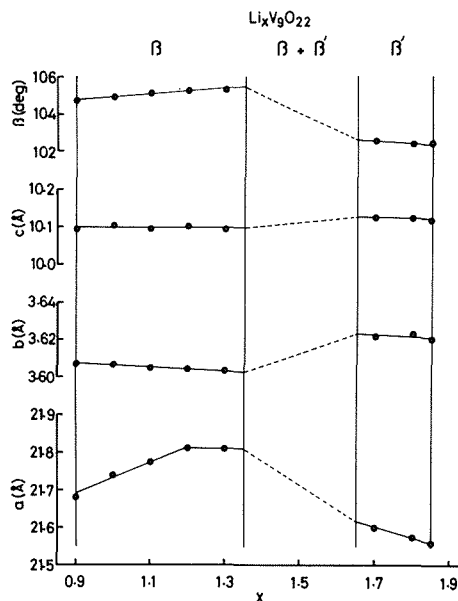
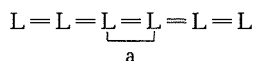


図3  $\text{Li}_x\text{V}_9\text{O}_{22}$ における $x$ と格子定数の関係

る。これを示したのが図3と図4である。そこにはリチウムの量 ( $x$ ) と格子定数の関係を  $\text{Li}_x\text{V}_9\text{O}_{22}$  と  $\text{Li}_x\text{V}_{12}\text{O}_{29}$  についてそれぞれ与えてある。図から明らかなように、 $\beta$  と  $\beta'$  相の間で格子定数が大きく変化し、 $\beta + \beta'$  の二相共存領域が認められるのである。これも、 $\beta$ -,  $\beta'$ - $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$  について良く知られている結果に対応する。

上述した新ブロンズ相と既知の  $\beta$ -,  $\beta'$ - $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$  をいっしょにして、一般式  $\beta$ -,  $\beta'$ - $\text{Li}_x\text{V}_{6n}\text{O}_{15n-m}$  ( $n \geq m$ ) と表わすことが可能である。実際、 $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Li}_x\text{V}_9\text{O}_{22}$ ,  $\text{Li}_x\text{V}_{12}\text{O}_{29}$  に対応して  $n, m$  の組み合わせはそれぞれ  $(1/3, 0)$ ,  $(3/2, 1/2)$ ,  $(2, 1)$  となる。650℃においては、この三種の組み合わせしか実現されていないが、他の温度において別の組み合わせが実現する可能性がある。例えば、 $n = m$  とすると、化学式は  $\text{Li}_x\text{V}_3\text{O}_7$  となりその構造は



で表わすことができる。

最後に以前の研究と我々の結果を比較してみよう。第一に、 $\text{Li}_x\text{V}_{30}\text{O}_{71+y}$  という相は、今回の実験では確認されなかった。恐らく、我々が発見したブロンズ相の一つを誤認したものであろう。第二に、 $\text{Li}_2\text{V}_{12}\text{O}_{29}$  という組成の結晶が電気化学的方法により、合成されたという報告があるが、粉末X線パターンの比較によると、前述した、 $\beta$ -,  $\beta'$ - $\text{Li}_x\text{V}_{12}$

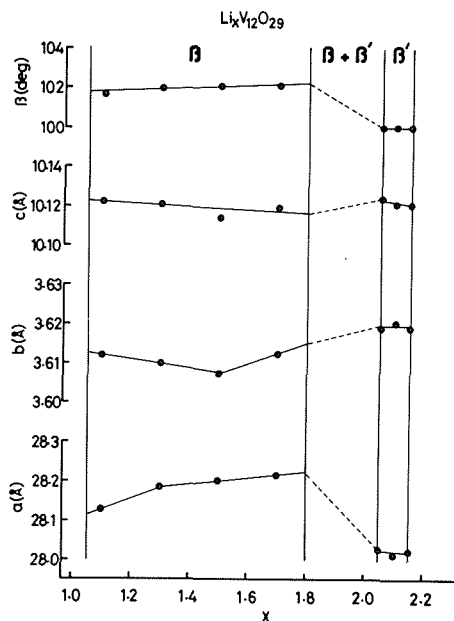


図4  $\text{Li}_x\text{V}_{12}\text{O}_{29}$ における $x$ と格子定数の関係

$\text{O}_{29}$  とは、全く異った化合物であることが明らかになった。少なくとも 650℃においては、この物質 ( $\text{Li}_2\text{V}_{12}\text{O}_{29}$ ) は安定相としては存在しないと考えられる。第三に、何人かの研究者により、“ $\beta$ - $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$ ”は高濃度の酸素欠陥を含むうることが指摘されて来た。すなわち、 $\beta$ - $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_{5-y}$  において  $y$  は  $0 \leq y \leq 0.2$  程度の幅を持つとされて来た。 $\beta$ - $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$  が、電子イオン混合伝導体として代表的な物質であることを考えると、この指摘は、見すごすことができないものである。我々の結果は、明らかにこのような高濃度の酸素欠陥の存在を否定するものである。 $\text{Li}_x\text{V}_{12}\text{O}_{29}$  を  $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_{4.83}$  と変換してみると、上述の化学式の限界組成 ( $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_{5-y}$  で  $y = 0.2$  の時) に極めて近いこと、及び  $\beta$ -,  $\beta'$ - $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$  の粉末X線パターンが、 $\text{Li}_x\text{V}_9\text{O}_{22}$ ,  $\text{Li}_x\text{V}_{12}\text{O}_{29}$  のそれと非常に良く似ている点を考え合わせると、以前の報告は、誤った解釈に基づいたものと考えられる。

今回発見されたブロンズ相について、その基本的な物性、電子伝導度やイオン伝導度等を明らかにすることが今後のさしせまった課題であると思われる。

この報告は第11研究グループにおいて最近行われた研究を筆者がまとめたものである。

- 1) A.D.Wadsley, Acta Cryst. 8, 695(1955)
- 2) K.Kato and E. Takayama—Muromachi, Acta Cryst. C 投稿中。

## 外 部 発 表

### ※ 投 稿

登録番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
1613	Fermi surface measurement of YB.	田中 高穂・石沢 芳夫	J.Phys.C:Sol.Sta.Phys. 18, 4933, 1985
1614	Chemical vapour deposition of diamond in RF glow discharge	松本精一郎	J. Mat. Sci.Lett. 4, 600, 1985
1615	固体表面におけるHe <sup>+</sup> イオンの中性化と再イオン化	左右田龍太郎 青野 正和	応用物理 54, 9, 917, 1985
1616	鉄を添加したニオブ酸リチウム結晶の光誘起複屈折変化	嶋津 正司・森 泰道 宮沢 靖人・上江川由晃 小林 謹三	鉱物学雑誌 17, 2, 61, 1985
1617	Preparation of TiC <sub>x</sub> Single Crystals with Noustoichiometric Compositions by a Hoating Zone Technique	大谷 茂樹・田中 高穂 石沢 芳夫	J. Cryst. Growth 71, 615, 1985
1618	層状構造チタン酸繊維のイオン交換特性と応用	藤木 良規・小松 優 佐々木高義	IONiCS 10月, 131, 1985
1619	Raman Scattering in One-Dimensional Ionic Conductors Rb-Priderites	石井 紀彦・藤木 良規 大坂 俊明	Sol. Sta. Commun 55, 12, 1123, 1985
1620	Atomic Chemical Composition and Reactivity of the Tic(111) Surface	財満 鎮明・柴田 幸男 安達 洋・大島 忠平 大谷 茂樹・青野 正和 石沢 芳夫	Surf. Sci. 157, 380, 1985
1621	4f-5d hybridization and the $\alpha-\gamma$ phase transition in cerium.	藤森 淳 J.H.Weaver	Phys.Rev.B 32, 6, 3422, 1985
1622	The Crystal Structure of LaCm.	浅野 肇・海野 雅幸 畑岡 洋二・清水 佳昌 大貫 惇睦・小松原武美 泉 富士夫	J.Phys.Soc.Japan 54, 9, 3358, 1985



### 研 究 会

8月1日 第42回結晶成長研究会が「 $\beta$ -アルミナのキャラクタリゼーションと応用」の議題で開催された。

8月25日 第15回炭化けい素研究会が「変調構造の収束電子回折法」の議題で開催された。

9月2日 第1回非線形光学結晶研究会が「新しい混晶成長法の開発と高品質 Pb<sub>1-x</sub>Sn<sub>x</sub>Te 半導体育成への応用」の議題で開催された。

9月9日 第7回酸化ビスマス研究会が「セラミックスの超微細構造の研究」の議題で開催された。

9月9日 第4回バナジン酸塩研究会が「高分解能電子顕微鏡像の画像処理」の議題で開催された。

9月10日 第2回非線形光学結晶研究会が「LiNbO<sub>3</sub>などの結晶を用いた導波路」の議題で開催された。

9月19日 第16回炭化けい素研究会が「オーストラリアでの最近の電子顕微鏡の研究動向」の議題で

開催された。

### 海 外 出 張

第15研究グループ主任研究官木島剛は、第4回包接現象に関する国際会議に出席し、「無機・有機複合ホストに関する研究—層状無機塩とシクロデキストリンの複合化」について研究発表及び研究討論のため、連合王国へ昭和61年7月17日から昭和61年7月28日まで出張した。

所長瀬高信雄は、「第2回電子材料の化学に関するゴードン研究会」に出席及び研究討論のため昭和61年8月16日から昭和61年8月24日までアメリカ合衆国へ出張した。

第7研究グループ総合研究官藤木良規は、「チタン酸塩鉱物固化」に関する講演及び研究討論のため、昭和61年9月8日から昭和61年9月13日まで大韓民国へ出張した。

## 来 訪

8月30日、国務大臣三ツ林弥太郎科学技術庁長官の訪問があった。



無機材質の説明を聞く三ツ林科学技術庁長官(左側)

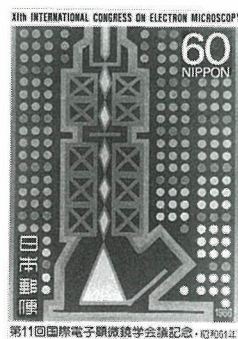
## 外国人の来所

- 8月1日 Dr. Z. Strnad チェコスロバキアガラス工業研究所  
8月4日 E S C A P 科学技術政策セミナーメンバー25名  
8月5日 Daniel Kleptner 米国マサチューセッツ工科大学  
8月22日～26日 Dr. F. J. Lincoln オーストラリア西オーストラリア大学  
9月1日 Prof. G. Fantozzi 他4名フランス I N S A  
9月3日 米国アラバマ州日本研修団12名  
9月4日 J. W. Christian 英国オックスフォード大学  
9月6日～11日 温 樹林 中国上海珪酸塩研究所  
9月8日 Dr. T. Kosmac ユーゴスラビアヨーゼフステファン研究所  
9月9日 Dr. ケリー オーストラリア原子力委員会  
9月12日 Prof. Jing-Kun, Guo 中国科学院上海海珪酸塩研究所

- 9月12日 A. A. Rahaman 英国アバディーン大学  
9月12日 E. A. Sundburg 他4名 米国ノートン社  
9月13日 Meng Guang Yao 他4名 中国科学技术大学  
9月16日 日豪セラミックスワークショップメンバー26名  
9月19日～20日 Robert J. Gottschall 米国エネルギー省  
9月22日 A. Bianconi イタリアローマ大学

## 記念切手が発行される

8月30日に図のような記念切手が発行されました。これは、過日京都で開催された第11回国際電子顕微鏡学会議にあわせて発行されたもので、郵政省の報道用資料によれば、切手の意匠は「電子顕微鏡の構造図と原子のイメージ」です。切手の中央部に電子顕微鏡が据わり、地模様をつくる点が原子を表わしています。地模様の原画は当研究所の超高圧電子顕微鏡で撮影された酸化ニオブ( $\text{Nb}_2\text{O}_{5-x}$ )の高分解能写真です。電子顕微鏡は微細なものを拡大して見るための理科学機器として発達しましたが、高性能化が進み、原子の配列が観察できるようになりました。ハイテク、新素材の時代を迎えて、切手にもようやくこのような図柄が登場するようになりました。



記念切手(実物大)

発行日 昭和61年10月1日 第100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 茨城県新治郡桜村並木1丁目1番  
電話 0298-51-3351