

無機材研ニュース

第91号

昭和60年4月

昭和60年度研究題目

当研究所では耐熱材料、電子材料、超硬材料等の極めて優れた特性を有する新材料として期待されるセラミックスなど非金属無機材質についての研究を推進している。すなわち、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、触媒能等において優れた特性を持った種々の非金属無機材質を創製するための研究を行っている。

昭和60年度においては、新たに2研究グループの再

編成及び超高温ステーションの設置を行い、これを含め15研究グループと2つのステーションにより、これらの研究を効率的、組織的に遂行する。

更にこれまでに得られた成果の応用化を促進するため、1テーマの変更を行い、これを含め3テーマの特別研究を行っていく。

□内は、再編成研究グループ及び新たに設置された組織

グループ研究（経常研究）

第1研究グループ（酸化亜鉛：ZnO）

- (1) 焼結に関する研究
- (2) 拡散、点欠陥に関する研究
- (3) 粒界に関する研究
- (4) 電磁氣的性質に関する研究

第2研究グループ（複合モリブデン硫化物： M_xMoyS_8 ）

- (1) 合成に関する研究
- (2) 構造及び物性に関する研究

第3研究グループ（炭化けい素：SiC）

- (1) 合成に関する研究
- (2) 焼結に関する研究
- (3) 焼結体の物理化学的特性に関する研究

第4研究グループ（酸化ビスマス： Bi_2O_3 ）

- (1) 相平衡及び合成に関する研究
- (2) 結晶構造及び物性に関する研究

第5研究グループ（アモルファス・ペロプスカイト： $\alpha-ABO_3$ ）

- (1) 合成に関する研究
- (2) 特性付けに関する研究
- (3) 物性に関する研究
- (4) 相転移に関する研究

第6研究グループ（窒化リチウム： Li_3N ）

- (1) 単結晶育成に関する研究
- (2) 薄膜に関する研究
- (3) 立方晶BNの合成に関する研究
- (4) イオン導電機構及び光物性・光化学に関する研究

第7研究グループ（オクトチタン酸塩： $A(B, Ti)_8O_{16}$ ）

- (1) 合成に関する研究
- (2) 熱化学特性に関する研究
- (3) 物理的機能特性に関する研究
- (4) 化学的機能特性に関する研究

第8研究グループ（ダイヤモンド：C）

- (1) 膜状ダイヤモンドの合成に関する研究
- (2) ダイヤモンド単結晶の育成に関する研究
- (3) 焼結に関する研究
- (4) 動的超高圧力による合成に関する研究
- (5) 物性に関する研究

第9研究グループ（希土類アルミノけい酸塩ガラス： $Ln_2O_3-Al_2O_3-SiO_2$ Glass）

- (1) ガラスの合成に関する研究
- (2) ガラス状態及び物性に関する研究
- (3) ガラス構造に関する研究

第10研究グループ (タンタル酸リチウム: LiTaO_3)

- (1) 単結晶育成に関する研究
- (2) 構造欠陥に関する研究
- (3) 物性に関する研究

第11研究グループ (バナジウム酸アルカリ金属: $\text{M}_x\text{V}_y\text{O}$)

- (1) 相平衡及び合成に関する研究
- (2) 構造に関する研究
- (3) 物性に関する研究

第12研究グループ (炭化タンタル: TaC)

- (1) 単結晶育成に関する研究
- (2) 固体内電子状態と物性に関する研究
- (3) 表面状態に関する研究

第13研究グループ (アルミン酸希土類: $\text{Ln}_2\text{O}_3 \cdot n\text{Al}_2\text{O}_3$)

- (1) 単結晶育成に関する研究
- (2) 相平衡と結晶化学に関する研究
- (3) 物性に関する研究

第14研究グループ (酸化ニッケル: NiO)

- (1) 合成, 相平衡及び結晶化学に関する研究

- (2) 化学結合に関する研究
- (3) 物性に関する研究

第15研究グループ (モンモリロナイト: $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)

- (1) 高純度合成及び単結晶化に関する研究
- (2) 粘土/有機物複合体の合成及び諸性質に関する研究
- (3) 構造, 物性に関する研究

超高压カステーション

- (1) 大容量超高压力発生システムの開発に関する研究
- (2) 超高压力発生及びその場観察技術の開発に関する研究

超高温ステーション

- (1) 超高温発生システムの開発に関する研究
- (2) 超高温の計測・制御技術に関する研究
- (3) 超高温の利用技術に関する研究

無機材質特別研究

電子放射材料に関する研究

- (1) 単結晶育成に関する研究
- (2) 表面状態に関する研究
- (3) 電子放射特性に関する研究

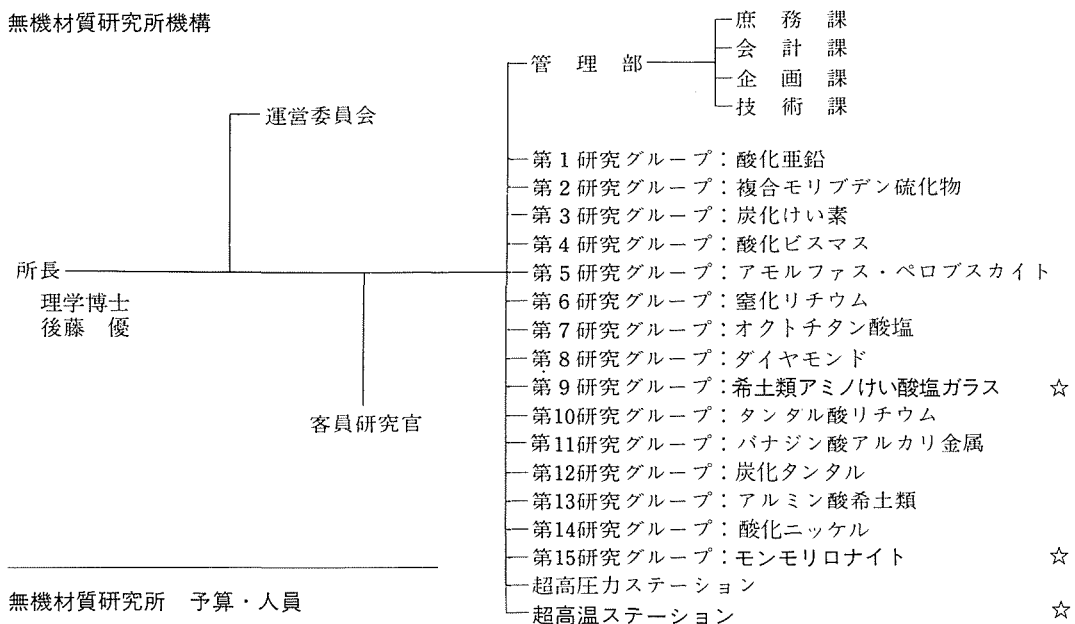
オプトエレクトロニクス焼結材料に関する研究

- (1) 粉末特性制御に関する研究
- (2) 焼結に関する研究
- (3) 欠陥構造制御及び特性評価に関する研究

生体機能性セラミックスに関する研究

- (1) 多孔体に関する研究
- (2) 緻密体, 複合体に関する研究

無機材質研究所機構



無機材質研究所 予算・人員

予算 17億6,634万円
人員 166名 (うち研究者117名)

大容量超高压力発生装置の開発

昭和55年度から5ヶ年計画で、科学技術振興調整費により「大型超高压力発生システムに関する研究」が推進された。当研究所は、その主要部分である「大型超高压装置の開発および試作に関する研究」を担当した。これは、3万トンプレスの試作とそれに装着される加圧空間1ℓ、発生圧力10万気圧の能力を持つ大型超高压発生装置の試作開発を中心に、加熱電源装置、ガスケット成形装置等周辺機器の試作を含むプロジェクトである。予定どおり59年度末に開発期間が終了し、図1に示すように大容量超高压力発生装置が完成した。本装置は今後、ダイヤモンドや立方晶窒化ホウ素(cBN)等実用材料の合成研究に利用されることとなる。以下、開発の経緯と装置の特徴について述べる。

本計画は世界の最先端に行く国家的プロジェクトなので、これを始めるにあたり大学・民間企業の高圧研究者の意見も聞き、機種選定を行った。そこで1ℓ-10万気圧という目標が定められた。これに必要な3万トンプレスは、信頼性、経済性あるいは使い勝手等を考慮し、軽量化が図れる線捲式フレームを採用した。また、大型超高压装置は当研究所で開発したフラットベルト(FB)型高压装置を選んだ。FB型装置で加圧空間1ℓを確保するには、シリンダー口径が120mmとなるので、これを「FB120」装置と呼ぶことにした。

これらは共に世界でも初めての超大型装置なので、開発に先立ち技術上解決しておかねばならない問題も数多くあった。この為、本計画は前後2期に分けられ前期55-56年度は特に開発を要する要素技術の研究が行われ、後期57-59年度に本研究が遂行された。

線捲式プレスとは、トラック形状をしたフレーム外周部にピアノ線を捲きつけた形式のプレスで、ピアノ

線が高張力に耐えること、フレーム形状が単純で応力集中部がないこと等の理由で、大荷重に耐えることができる。

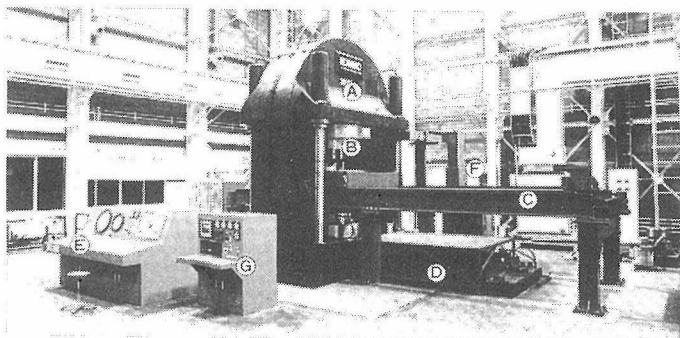
我々は、過去15年にわたりスウェーデンASEA社製の線捲式14,000トンプレスを愛用してきたので、この形式のプレスの優秀さや特長を肌で知っていたが、線捲技術そのものの経験はなかった。その為、開発すべき要素技術の一つに線捲技術を取りあげた。まず小型の線捲機を東工大・吉川研究室と共同で試作し、実際に3万トンプレスの1/5モデルフレームの線捲を行った。そして線捲に伴う変位や歪等できるだけ多くのデータを採取するとともに、線捲機の改良も行った。採取されたデータは、有限要素法による計算値と極めて良く一致することが確かめられ、3万トンプレスの設計・製作に自信を持つことができた。

加圧空間1ℓの超高压装置は、世界に類を見ない超大型装置である。ただ55年当時、当研究所では加圧空間330cm³、シリンダー口径75mmの大型装置FB75を設計・試作し、14,000トンプレスのもとで稼動状態に入ろうとしていたので、この研究結果をFB120装置に適用することにした。ただFB75の発生圧力は6万気圧なので、10万気圧の圧力発生を要素技術の一つにとりあげ、加圧空間10cm³の小型高压装置FB25でモデル実験を行った。この結果、試料長mとシリンダー口径Dの比m/Dが小さいほど圧力発生効率は大増大し、かつ発生可能圧力も高くなることがわかった。m/D = 0.45の試料構成では、SiO₂の高压相であるステイショバイトが合成でき、ほぼ10万気圧の発生が確かめられた。

予定どおり57年度から、3万トンプレスとFB120

図1 3万トンプレス全景

- ① 3万トンプレス本体
- ② FB120高压装置
- ③ シリンダー移動装置
- ④ スペース及び移動装置
- ⑤ 圧力制御盤
- ⑥ 加熱電源
- ⑦ 温度制御盤



高圧装置の試作開発研究が開始された。まず前期2ヶ年の要素技術研究で得られた成果をもとに、国内の大学・研究所の高圧研究者と主要関連企業の技術者で構成された設計委員会が開催され、装置の設計が議論された。

これに基づき、57年度には大型線捲機と3万トンプレスフレーム部品が設計・試作された。58年度で、線捲作業が行われて3万トンプレスフレームが完成するとともに、油圧駆動部品もフレームに組付けられた。またFB120装置の応力計算を行ない、その構成部品を試作した。最終年度である59年度では、完成したばかりの3万トンプレスを用いて構成部品を圧入組立し、FB120装置を完成させた。また周辺機器の整備を行った。

3ヶ年にわたる試作開発研究は幸い大きなトラブルもなく予定通り進行し、図1に示す高圧力発生装置を完成させることができた。以下、本開発研究で得られた装置の概要を述べる。

図2は、3万トンプレスおよびFB120高圧装置の模型である。これから、本装置主要部の構成を知ることができる。プレスフレームは、径3.8m、厚み1mの半円形ヨークと、長さ3.8m、幅70cm、奥行1mのコラムより成立っている。線捲作業は、フレームを横に寝かせ、その外周に設けられた深さ20cm、幅90cmの溝に、幅6mm、厚み1.5mmの平形ピアノ線を約1トンの力をかけて行った。捲きつけられたピアノ線の総延長は約390kmに達し、線捲によりフレームに与えられた圧縮荷重は、3万トンの要求性能に対し、3万9千トン相当分になった。図3に線捲終了時の3万トンプレスフレームを示す。

FB120型高圧装置は、図2に示すように、シリンダーと上下アンビルおよびアンビル支持板より構成されるが、中心耐圧部は鍛造焼入れされた工具鋼を用いた。シリンダー中心部の径120mmの開口部に試料が充填され、上下アンビルでこれを圧縮し圧力を発生させる。シリンダーは、圧力発生に伴って生じる横方向の力に耐えるよう6重のリングで構成され、その厚みは

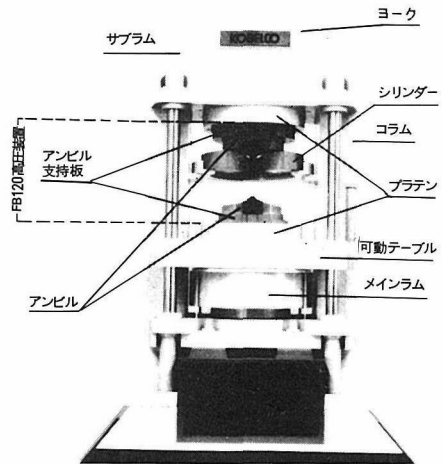
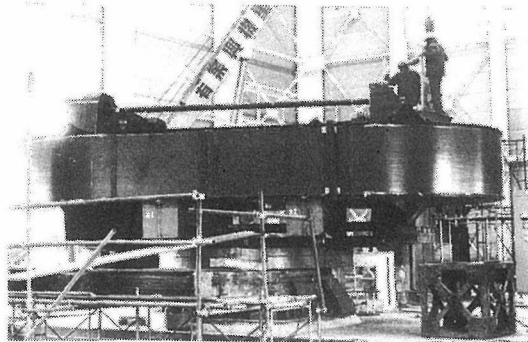


図2 大容量超高圧力発生装置の構造

32cm、外径は2mに達する。アンビルは、先端部の径が10cmで外径40cm、厚み35cmのコアと、その側面を締付ける2重のリングより構成されている。発生圧力は、ダイヤモンドや立方晶窒化ホウ素合成に必要な6万気圧程度を常用とするが、最高10万気圧まで可能である。また、FB120装置には、定常加熱2,000℃、瞬間加熱4,000℃の能力をもつ50kVA (10V × 5,000A)の加熱電源装置が設けられている。

完成した装置は、圧力発生実験、温度発生実験等装置の基本性能試験を行った後、当面ダイヤモンド、cBN等工業的に重要な物質の大型単結晶育成・焼結体作製実験を行う予定である。これにより、ヒートシンク材料として、あるいはセラミックスや焼入鋼の精密・高能率加工工具として最先端技術に不可欠な材料の研究が加速される。同時に、その高硬度特性を生かして、高圧容器耐圧部材への利用も考えている。この場合、100万気圧領域の圧力発生が期待でき、新たな材料の基礎的研究が開かれる。

図3 線捲終了時の3万トンプレスフレーム



特 許

炭化ハフニウム結晶体の製造法

発明者 大谷 茂樹, 田中 高穂
公 告 昭和58年012240号
登 録 特許第1184115号

概 要

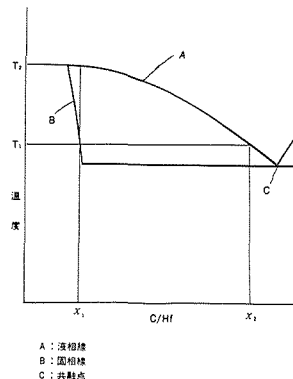
本発明は、結晶体の始端部および終端部においても均一な組成を有する炭化ハフニウム(HfCx)結晶体の製造法に関するものである。

従来、HfCxの結晶は、フラックス法、気相法、ベルヌーイ法などによって製造されているが、高純度で比較的大型結晶が得られることから、フローティングゾーン法(FZ法)によりHfCx結晶体の育成が試みられている。ところが、HfCxには非常に広い不定比領域($0.6 < X < 1$)が存在するため、従来のFZ法によって育成された結晶は、結晶棒の長さ方向の組成が均一である結晶を得ることができなかった。

本発明によれば、融帯を形成させる温度が600度も低く、経済的なばかりでなく、放電時に障害を起こすこともない。また、融体移動の間に組成が変化しないので、加熱電力の調整が小さく、それだけ安定な融体移動が可能となり、良質な結晶体を得られる。しかも、得られるHfCx結晶体の始端部、中央部、終端部における組成の変化がなく、実質的に均

一な組成を有するものが容易に得られ、また希望する組成を有する良質、大型の結晶が得られるといった優れた効果を有する。

炭化ハフニウム結晶体合成の相図



図の説明 (HfC-C系相図の1部)

従来x₁の組成を持つ供給棒を使用して融体を形成させるにはT₂ (3,900℃)の温度まで必要だった。本発明の方法では、共存する液相組成がx₂であるため、T₁ (3,200~3,300℃)の温度で融体を形成させることができる。

シリカ質のトリジマイト状物質の製造法

発明者 広田 和士, 下平 高次郎
公 告 昭和58年018326号
登 録 特許第1186919号

概 要

本発明は、シリカ質のトリジマイト状物質の製造法に関するものである。

従来、シリカ質のトリジマイト状物質の製造法については、準安定なシリカ質のトリジマイト状物質が生成するために、一旦トリジマイ化した後、石英やクリストバライトに転移する場合を生じ、充分に良質のトリジマイト状物質を得ることが困難であるという欠点を有していた。

本発明は、シリカ質原料にアルミニウム化合物を添加物として混合し、該混合物を700℃以上の温度で仮焼せしめ、アルミニウム成分濃度0.1~5 wt %、

ナトリウム又はカリウム成分の含量濃度0.1~5 wt %を含有するシリカ組成物を製造し、少なく共部分溶解し、次いで1,050℃~1,400℃に保持せしめることを特徴とする、安定なシリカ質トリジマイト状物質の提供である。

本発明の構成によって得られたシリカ質のトリジマイト状物質は、電子顕微鏡の観察によって、その結晶構造が確認され、従来法の欠点を克服した、他の結晶変態に転移することのない、十分に良質で、シリカ質のトリジマイト状特性を半永久的にそこなわず、広範囲の温度変化に耐え、各種の条件下で安定な耐火物材料として有用な物質を提供するものである。

磁性誘電体の製造法

発明者 山口 成人, 長谷川 泰
公 告 昭和58年019121号
登 録 特許第1186947号

概 要

本発明は、磁性誘導体の新規な製法に関するもので、粉末冶金法によることなく、誘電性粉末を処理することにより糊状磁性誘導体を生成せしめる製法に関するものである。

従来、磁性誘導体は、粉末冶金法によって製造されている。例えば、フェライトは、精製された酸化鉄の微粉末と高純度の酸化亜鉛又は酸化マンガンを混合し、仮焼後、 $2\sim 4\mu$ 程度に粉碎し、バインダーを加えて粒状に成形し、さらに、これを所望の形状に成形し、焼結することによって製造している。

本発明の磁性誘電体は、非磁性オーステナイト系ステンレス鋼の表面を整粒された誘電性粉末を、例えば、溶解アルミナ粉末の水懸濁液中で、該誘電性粉末によって研磨することを特徴とするものであり、糊状粉末状の、磁性誘電体を得ることができる。

本発明の製造法に用いる原料である誘電性粉末は、研磨性を有しかつ誘電性を有し、しかも整粒されたものが望ましい。研磨性と誘電性を有する粉末としては、酸化アルミニウムが研磨の見地からすぐれており、酸化チタン、チタン酸バリウム等は高誘電率の糊状磁性誘電体を製造することができる。

本発明の磁性誘電体の製造法により得られる糊状磁性誘電体のスラリーを布製のリボンに樹脂結合剤と共に塗布することによって製造したテープは、磁気録音用に使用した場合、著しく良好な結果を与え、更に、該磁気テープ中の磁性体微粉末粒子は、誘電性粉末によって被覆されているので、磁場中で用いられる場合、過電流の発生が少なく、したがって、磁気テープの温度上昇は小さく、その録音は忠実である。その上本発明で得られる磁性誘電体を用いた磁気録音テープは、その粒子サイズを整えることが容易であり、 S/N 比を大とし得、残留磁気 100 ガウス以下と著しく小さいので、一旦録音されたオーダの部分的消去が著しく容易である。

チタンカーバイドの結晶体の製造法

発明者 田中 高穂, 矢島 文和, 河合 七雄
公 告 昭和58年014399号
登 録 特許第1186975号

概 要

本発明は、均一な組成を有するチタン・カーバイドの結晶体の製造法に関するものである。

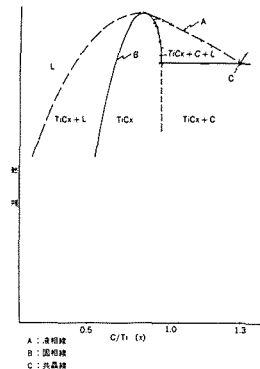
従来、チタン・カーバイドの製造法としては次の方法によっていた。(1)フラックス法、(2)気相法、(3)アークベルヌーイ法、(4)フローティングゾーン法(FZ法)。しかし、(1)は一般に微結晶のものしか得られず、純度の高いものが得られない。(2)は針状または柱状のものしか得られない、(3)は結晶が小さく、かつ遊離炭素の析出が見られる等良質の結晶のものが得られない等の欠点を有していた。(4)は比較的大型の結晶で、かつ遊離炭素の析出も見られず、良い結晶のものが得られる。

本発明は、通常のFZ法におこりがちな組成の変動を避ける方法である。第1図にチタン・カーバイドの固相組成と、これと平衡共存する液相組成を求めて示した。例えば、組成 $X=0.9$ の結晶ロッドを得ようと

すると、焼結体ロッドの組成を $X=0.90$ とし、融帯の組成を $X=0.99$ としてFZ法を行えば $X=0.90$ の均一な組成の結晶ロッドが得られる。また、融帯内部に組成変動を生ずることなく、安定に保つには、通常のFZ法より移動速度を遅くする方がよい。例えば、好ましくは $1\sim 10\text{mm/h}$ が適当である。融帯部の組成を均一に保つためには、上下の試料を固定したシャフトを逆方向に $10\sim 60\text{rpm}$ 程度の回転をさせるといった、ローテーション操作を加えることが効果的である。

本発明の方法によれば、実質的に均一な組成を有する種々の組成の良質、大型の結晶が極めて容易に得られるチタン・カーバイドの製造法を提供するものである。

チタンカーバイドの結晶体合成の相図



外部発表

※ 口 頭

題 目	発 表 者	学 ・ 協 会 等	発 表 日
Fermi Surface Properties and Bonding Nature of TiB ₂ and WC	石沢 芳夫・田中 高穂	第2回硬質材料科学国際会議	9月24日
Ionic Conductivity of Some Alkali-Silicate Glasses	渡辺 遵・B.J.Wuensch	The Electrochemical Society	10月11日
炭化けい素焼結体の拡散クリープ	猪股 吉三・田中 英彦	日本産業技術振興協会	11月16日
Interaction of Low Energy Ions with Solid Surfaces	青野 正和	オークリッジ国立研究所	12月10日
Research and Development of New Ceramics (I)	白峯 信一	韓国科学技術院	12月11日
Research and Development of New Ceramics (II)	白峯 信一	韓国科学技術院	12月12日
Ceramic Capacitor of Disk Type and for Microwave use	白峯 信一	韓国科学技術院	12月13日
BL Condenser and Monolithic	白峯 信一	韓国科学技術院	12月14日
Problems in Basic Studies and Development of Ceramics	白峯 信一	ソウル大学	12月15日
ファインセラミックスと結晶工学	白峯 信一	応用物理学会	12月21日
非酸化物粉末の合成法と粉末特性の関係	三友 護	ファインセラミックス協会	1月17日
SiC超微粒子プラズマ合成	木島 式倫・小西 幹郎	応用プラズマエレクトロニクス研究会	1月31日
Photoemission from Intermediate Valence Compounds	藤森 淳	ミネソタ大学	2月14日
Microscopic Optical Surface Phonon	大島 忠平	ナミュール大学	2月28日
30,000トン大型プレス	山岡信夫	日本高圧力技術協会	3月7日
人工ダイヤモンドのモルホロジー	神田 久生	日本高圧力技術協会	3月8日
新素材に対する最近の電顕観察法—セラミックスへの応用(概論)	堀内 繁雄	日本電子顕微鏡学会	3月8日
BN合成のレビュー	福長 脩	日本高圧力技術協会	3月8日
新素材に対する電顕観察法—セラミックスへの応用	板東 義雄	電顕学会	3月8日
MAX80計画の展望	下村 理	日本高圧力技術協会	3月9日
New EELS Spectrometer	大島 忠平	セールスルーエ原子核研究所	3月13日
TOF中性子回折データのRietveld解析	泉 富士夫	高エネルギー物理学研究所	3月18日
Photoemission from Ce and Ni Compounds	藤森 淳	フォード自動車研究所	3月21日
ハイブリッド性ニューセラミックスの構造制御と開発展望	白峯 信一	窯業協会	3月19日
セラミックスの強度はどこまで上がるか	三友 護	日本学術振興会	3月26日
高強度セラミックス	猪股 吉三	日本化学会	3月26日
硫酸皮膜の硫酸塩溶液中での交流電解析出時におこる多孔質化	和田 健二・下平高次郎 長山 五月	金属表面技術協会	3月27日
非晶質陽極酸化皮膜の超微細構造と直流電解析出	和田 健二・下平高次郎 山田 翠・馬場 宣良	金属表面技術協会	3月27日
Valence Mixing in CeN:4f-ligand Versus 4f-conduction Band Hybridization	藤森 淳・J.H.Weaver	米国物理学会	3月27日

★ M E M O ★

研究会

3月22日 第10回炭化けい素研究会が「格子欠陥の高分解能電子顕微鏡観察」の議題で開催された。

海外出張

第13研究グループ総合研究官木村茂行及び第15研究グループ主任研究官大庭茂樹は、「高温セラミックス等に関する研究状況の調査」のため、オーストラリアへ昭和60年3月27日から昭和60年4月8日までの予定で出張した。

外国人の来所

下記の外国人の訪問があった。

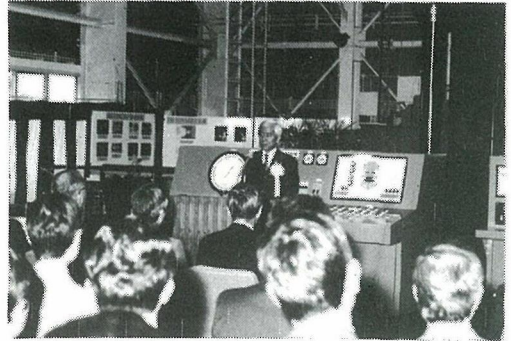
- 1月21日 Mudry Francois Albert 仏国 在日留学生 (東京大学)
- 1月24日 ジョンストン他1名 英国ニューサイエンティスト誌記者
- 1月28日 姜 日求 韓国科学技術院
- 1月30日 朱 琴珊他2名 中国科学技術考察団
- 2月4日 向 龍嚇 韓国国立全南大学校工科大学
- 2月7日 千 他1名 朝鮮耐火化学㈱
- 2月14日 Mr. Jean Pineau他1名 仏国 エアリキッド社
- 3月1日 Mr. Don Tolliver他24名 米国モトローラー社
- 3月12日 W.M. Gibbon他6名 カナダ訪日材料調査団
- 3月19日 Jong Hee Chung 韓国動力資源研究所
- 3月26日 Kim. Yong Kyun他4名 韓国MBC-TV
- 3月27日 党 五喜他3名 中国有色金属研究総院
- 3月28日 Prof. Saada 仏国パリ大学

「ファインセラミックスフェア85」

昭和60年3月7日から3月10日までの4日間名古屋の吸上ホールで行われ、当研究所でも基礎研究所のコーナーに展示しました。

大容量超高圧力発生装置(3万トンプレス)が完成

科学技術振興調整費「大型超高圧力発生システムに関する研究」により開発を進めていた大容量超高圧力発生装置(3万トンプレス)が完成し、昭和60年3月14日当研究所でその被露が行われた。



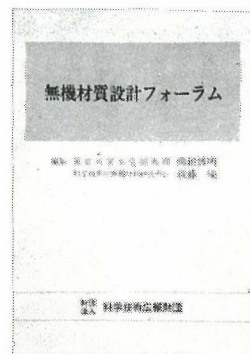
式典で挨拶をする後藤所長

「無機材質設計フォーラム」刊行のお知らせ

無機材研ニュース(第88号、昭和59年8月発行)でお知らせしましたように、昨年7月、標記フォーラムを多数の参加を得て開催致し、皆様のご支援の下で所期の目的を果すことができました。

その後、本フォーラムに参加された方を始め、各方面の関係者の方から本フォーラムの結果を取りまとめ欲しいという要望がありましたが、幸い財団法人科学技術広報財団の協力を得て、ここに刊行することになりましたのでお知らせ致します。

- 1. 編集 東京大学工学部教授 柳田 博明
科学技術庁無機材質研究所長 後藤 優
- 2. 出版 財団法人科学技術広報財団(03-437-9877)
- 3. 価格 2,000円(B5版 131ページ)



発行日
編集・発行

昭和60年4月1日 第91号

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