

## 材 料

技術革新は、新材料の開発から生まれるといっても過言ではない。日立グループの材料部門は、基礎研究から製品開発までの幅広い分野を担当して、各方面の期待にこたえている。

光関係では、広帯域、極低損失の $1.5\mu\text{m}$ 帯シングルモード光ファイバを開発した。これは、今後の大容量、長距離光通信伝送路への利用が期待されるものである。また、高速光プリンタ用高出力LED(発光ダイオード)アレーを開発した。優れた特性を持ち、用途の拡大が期待される。

金属材料関係では、高純度アルミニウムを蒸着したFe-Ni系合金リードフレームを開発した。基板との密着性がよく、信頼性の高いICパッケージング材料である。また、めっきレス化のニーズに対応して、レジンとの密着性、はんだ付け性の優れた銅合金のリードフレーム材も開発した。更に、銅又は銅合金ベース材にはんだを圧接した新開発のクラッド材は、電子部品の多量生産工程の簡素化、自動化に寄与するものと期待されている。そのほか、加熱による放出ガス量の少ない無酸素銅も開発した。超高真空機器用材料として有効なものである。

電線、ケーブル関係では、大容量送電のニーズを満たす500kVのCVケーブルを開発した。世界で初めて実線路に採用されたCVケーブルである。架空送電線の分野では、環境への悪影響の出ない低騒音電線を開発した。更に、超電導線材では、MRIイメージング装置用の高銅比Nb-Ti線材の開発などがある。

無機、セラミックス関係では、日立製作所の代表的な構造用セラミックスであるサイアロンを多方面に適用し、多くの効果を挙げている。例えば、金属冷間圧延用ロールやAl合金ダイキャスト用ラドルなどがそれである。また、TiNを添加した導電性サイアロンは放電加工が可能になった。GaAs単結晶の製造などに使用される熱分解形窒化ホウ素るつぼは、高純

度、長寿命という特徴がある。そのほか、スリップキャスト法の効果を挙げるために水や熱で崩壊する特殊な鋳型を開発した。加工性が悪いというセラミックスの欠点を補うもので、複雑形状品の一体成型を可能にした画期的な新技術である。

電機用カーボンブラシでは、ブラシ接触面の現象を通じて限界電流を究明し、ブラシの特性評価を行う技術を確立した。

磁性材料では、Nd-Fe-B磁石の高温特性を改良した新しい耐熱形磁石を開発した。資源的にはあまり問題のない希土類磁石であるが、高温での特性劣化に問題があり、その利用が遅れていたものである。今回の改良で、多方面への利用が期待できる。そのほか、磁極部の磁束が最大となるように異方性を付与したステッピングモータ用多極フェライト磁石も開発した。また、加工技術の改善でパーメンダの精度を一段と高度化し、ユーザーの生産性向上に寄与している。

エポキシ樹脂も、重要な電気、電子材料の一つである。応用分野の拡大とともに、ますます特性の向上が求められている。この分野では、半導体用として、未反応残留モノマを除去し、作業性と耐熱性を著しく改善したビスフェノールAノボラック樹脂系硬化剤PZ-6000、 $250^{\circ}\text{C}$ で硬化する低温硬化形ポリイミドコート剤、VLSI用エポキシ封止剤などを開発した。半導体素子の高集積・大容量化のニーズにこたえたものである。更に、配線板についても、材料、配線技術両面からの追究で大きな成果を収めた。具体的には、 $0.1\text{mm}$ ワイヤの採用で高密度、高集積化に成功したこと、配線の特性インピーダンス及びクロストークノイズの制御を可能にしたことなどによるもので、電気特性の高速化を実現している。

そのほか、地味な研究が結実した例としては、本文で紹介しているアルミニウム冷間鍛造用潤滑油の開発がある。



## アルミニウム材冷間鍛造用潤滑剤

アルミニウム材(合金材も含む。)の冷間加工に広く適用できる高性能潤滑剤を開発し、潤滑前処理のいらぬ冷間鍛造プロセスを実現した。

アルミニウム材は軽量で優れた光沢を持ち、かつ機械的強度、耐食性にも優れていることから、OA機器、家電品、車両機器、レジャー用品などのはん(汎)用部品としての用途のほか、人工衛星、航空機、軍用機など特殊な用途がある。金型を用いて同一形状の部品を効率良く生産できる冷間鍛造は加工くずの発生がほとんどなく、高価なアルミニウム材加工では大きなメリットとなる。しかし、アルミニウムの表面は硬い酸化膜で覆われているが、加工の際酸化膜は破壊され活性な新生面が現われるため潤滑が難しく、このことが冷間鍛造を困難にしている。従来は加工前に素材を処理し、あらかじめ表面に潤滑性のある膜を形成させる方法によって冷間鍛造が実施されてきた。本研究では前処理工程を省くため、加工の過程で有効に作用する潤滑剤組成について検討した結果、素材表面に摩擦熱及び変形熱を利用して、潤滑性に優れた被膜を形成できる潤滑剤を開発した。これにより、潤

滑前処理が不要となり加工工程が大幅に簡略化されるため、生産コスト低減が期待できる。現在、VTRシリンダの生産に全面的に採用されており、更に広くアルミニウム材の部品加工への展開が期待できる。



各種アルミニウム材の加工例

## 複雑形状セラミックスの成形技術

熱やセラミックスのスラリー中に含まれる水分により、容易に崩壊する鋳型を開発し、形状の複雑なセラミックス品の一体成形を可能とした。

機械部品のセラミックス化は、昭和60年代半ばに急速に進行すると予想されており、そのための技術開発が内外で活発に行われている。セラミックスは優れた特性を持つ材料であるが、硬くてもろいため、機械加工が難しいという欠点がある。そこで、できるだけ最終形状に近い形で成形できる方法が要求されている。セラミックスの成形法の一つであるスリップキャスト法は、複雑形状品の成形に適した方法であるが、中子を必要とするような内部に空洞部を持つ部品(例えばタービンケース)の成形は難しいのが現状である。

日立製作所ではスリップキャスト用鋳型として用いられる石こう鋳型に代わる2種類の特殊な鋳型を開発し、複雑形状品の一体成形を可能とした。

この成形法の特徴はセラミックスのスラリー中に含まれる水分を吸収することにより自己崩壊する鋳型(水崩壊性鋳型)、及び300~500℃で加熱することにより自己崩壊す

る鋳型(熱崩壊性鋳型)を用いることであり、成形時の収縮割れの防止や鋳型の除去が極めて容易となるため、中子を必要とする複雑形状品や、鋳型の分割が難しい形状の部品を一体で成形することができる。



自己崩壊性鋳型を使って成形したセラミックス機械部品



# 1.5 $\mu$ m帯SM光ファイバ

伝送損失が最小となる1.5 $\mu$ m帯を適用波長とした低損失・零分散のシングルモード光ファイバを開発した。

現在、長距離伝送用線路としては1.3 $\mu$ m帯SM(シングルモード)光ファイバが使用されているが、石英固有の特性から伝送損失が最小となる1.5 $\mu$ m帯を適用波長とし、いっそうの中継間隔の長距離化を目指した1.5 $\mu$ m帯SM光ファイバの開発が行われている。

従来、1.3 $\mu$ m帯SM光ファイバはその波長帯で波長分散が零となるように設計されており、使用波長が長くなるに従い分散値が大きくなるので、長距離、高速伝送のためには1.5 $\mu$ m帯で零分散となるように新たに設計した分散シフト形SM光ファイバが必要である。日立電線株式会社では、この分散シフト形の低損失1.5 $\mu$ m帯SM光ファイバを開発した。1.5 $\mu$ m帯SM光ファイバは、1.55 $\mu$ m付近で零分散、光損失も約0.2dB/kmの特性が得られている。このような1.5 $\mu$ m帯SM光ファイバは、DFB(Distributed Feed Back)レーザなどの単一モード半導体レーザとの組み合わせにより、1.6Gビット/秒の高速伝送で従来の1.3

$\mu$ m帯のシステムに比較し、2倍以上の中継距離を実現することが可能であるため、いっそうの大容量化及び長距離化を担う伝送路として、実用化への期待が大きい。



1.5 $\mu$ m帯SM光ファイバ 大容量・長距離通信線路として光ファイバ複合架空地線(OPGW)への適用が期待されている。

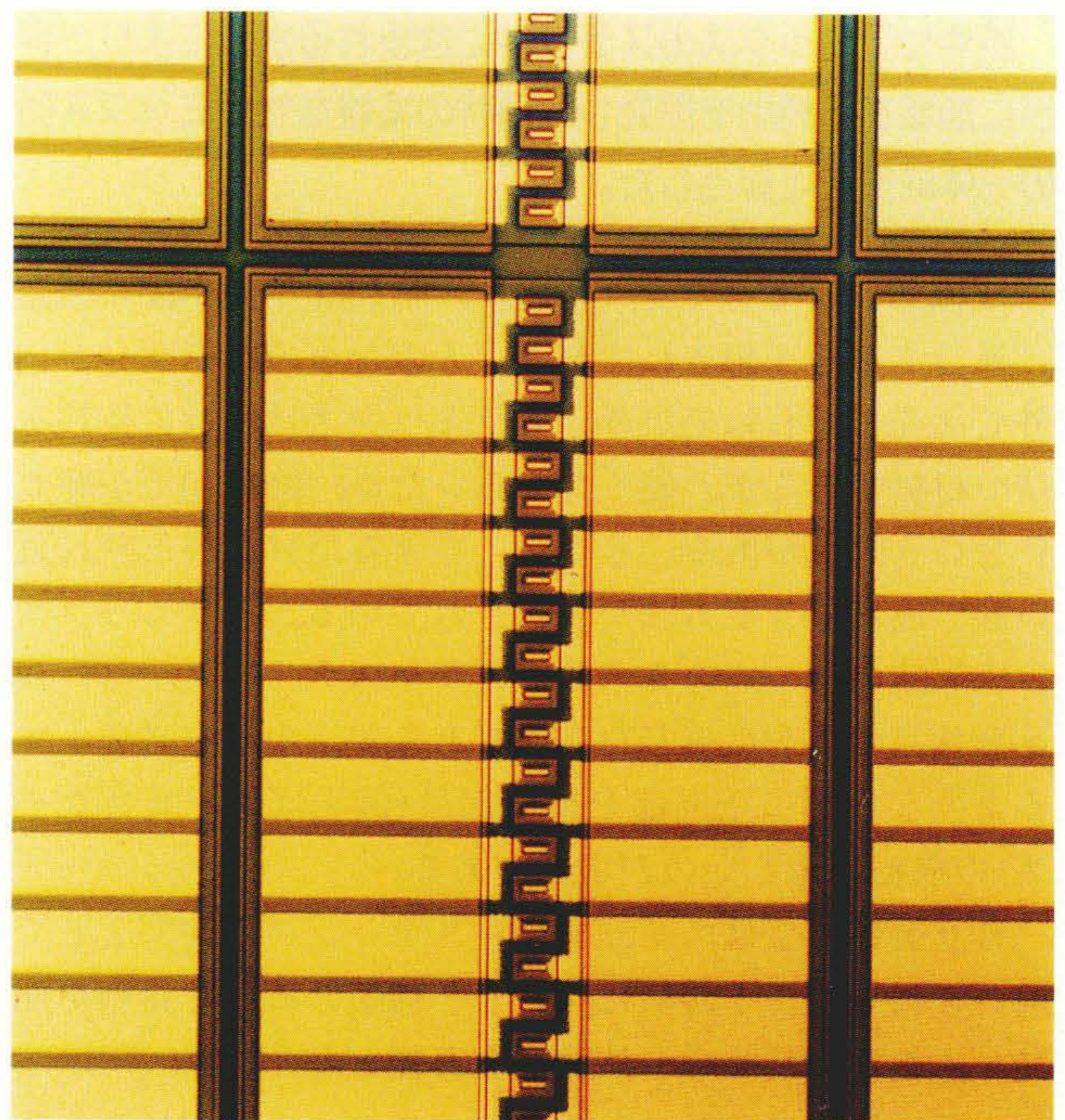
# 高速光プリンタ用高出力高精細LEDアレー

本素子はヘテロ接合構造による高出力化と逆メサ形光分離構造による高分解能化を達成しているため、ガスレーザに代わる高速光プリンタ用光源としての性能を持つ。

LLA(リニアLEDアレー)は、幅約1mm、長さ約8mmと化合物半導体のチップサイズとしては大形と言える。

LLAの発光点密度は400 DPI(1mm当たり16発光点)と高密度化してある。ここで発光点間の分離は逆メサ構造にしてある。本素子は上記微細パターンでもGaAlAsのヘテロ接合構造を採用したことによって高い発光効率を得ており、一発光点当たりの前方向光出力は、駆動電流5mAで20 $\mu$ W以上に達している。また、本素子は結晶性が良いp-GaAsウェーハを基板としたGaAlAsの成長接合形であるため、オープンコレクタ形のICで直接駆動できるアノードコモン形のアレーにしてある。

本素子は、その性能面から現在He-Neなどのガスレーザを用いたLBPが主体になっている超高速ラインプリンタやLANのサーバ用プリンタに使用できるものと期待されている。なお、量産化によるコストダウンが進めば、OA機器やファクシミリにも使用できる。



LLA完成パターン部分拡大写真  
1チップは64対、128発光点で構成されている。

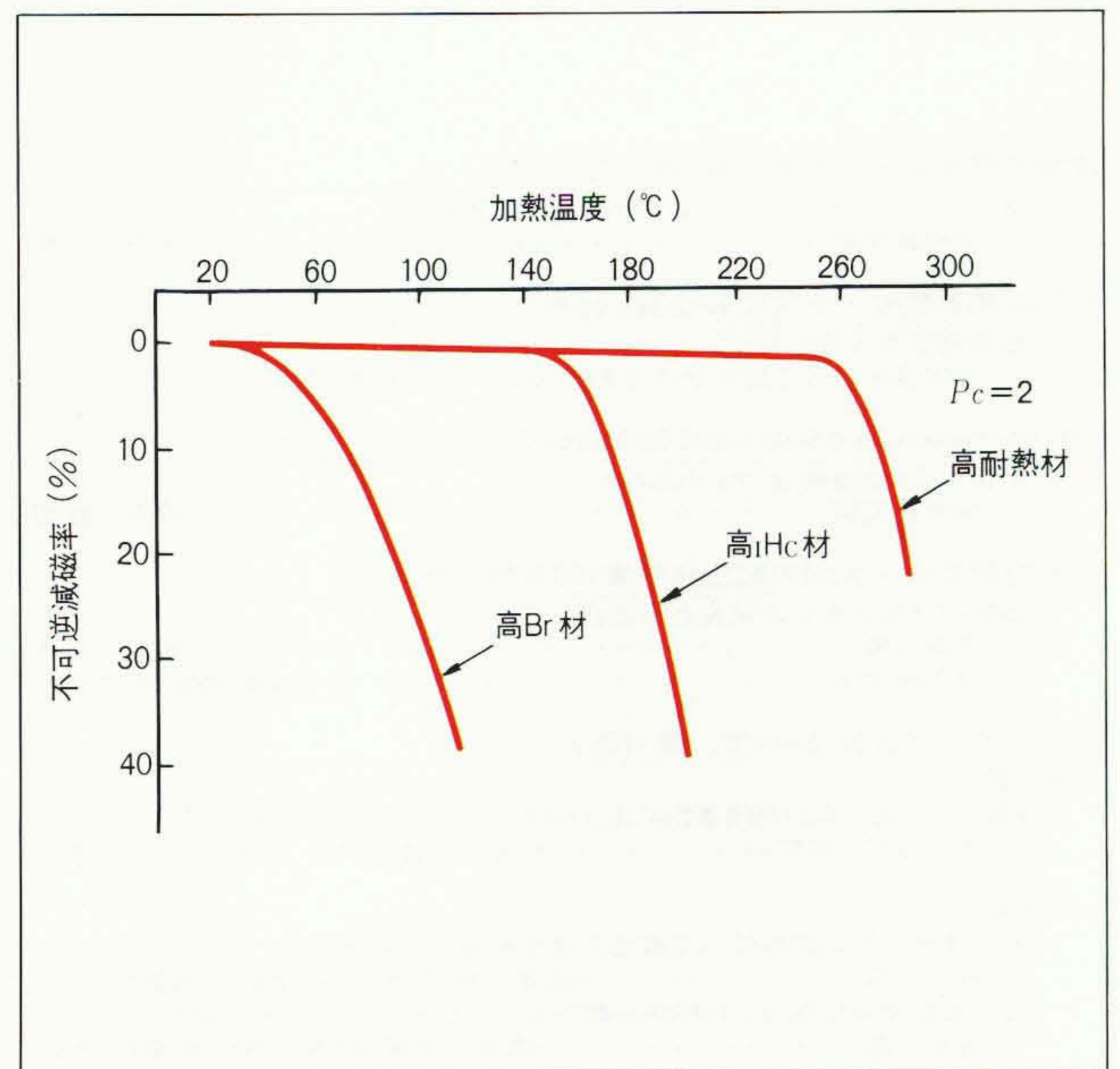


# 高耐熱Nd-Fe-B磁石

Nd-Fe-B磁石は熱安定性が悪く、その応用範囲に限界があった。Dy及びCoの複合置換をベースに高耐熱化が可能となり、電装品などへの応用が期待できる。

新しく開発されたNd-Fe-B系希土類磁石は、既存材料である $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{2}{17}$ Sm-Co系よりも高性能かつ省資源材料である。しかし、本系磁石のキュリー点が $300^{\circ}\text{C}$ と低く、熱安定性が悪いという欠点を持っている。

そこでFeのCo置換による高キュリー点化、NdのDy置換による高保磁力化(高*H<sub>c</sub>*化)を実現し、Nd-Dy-Fe-Co-B5元系をベースに高耐熱材を開発した。図に従来材である高Br材(高残留磁束密度材)及び高*H<sub>c</sub>*材と比較して、高耐熱材の不可逆減磁率と温度の関係を示す(パーミアンス係数: 2)。高*H<sub>c</sub>*材と比較して、約 $80\sim 100^{\circ}\text{C}$ の高耐熱化が実現できた。本材のキュリー点は約 $370^{\circ}\text{C}$ 、エネルギー積は $25\sim 26\text{MGOe}$ である。今後、電装品関連への応用が期待される。



耐熱材の不可逆減磁率と温度の関係

## 技術抄録

### ■冷間圧延用サイアロンセラミックス製ロール

高性能圧延を目的として、サイアロンセラミックス製冷間圧延用ロールを試作し、実機圧延テストに成功した。ステンレス、軟鋼、アルミニウムなどの圧延で、従来の鋼製ロールでは得られなかった高光輝度、高精度薄板が得られた。

### ■サイアロンセラミックス製ダイカスト用ラドル

日立製作所では、サイアロンセラミックス製Alダイカスト用ラドル(とりべ)を開発した。同ラドルは、溶融Alに侵食されにくいいため、メンテナンスフリー(耐火物塗布なし)で鋳鉄ラドルの数倍以上の耐久寿命を実証した。

### ■500kV CVケーブルの実用化

超高压CVケーブルの開発を鋭意進めてきた日立電線株式会社は、このたび東京電力株式会社今市発電所及び電源開発株式会社下郷発電所の引き出し用として世界で初めての500kVアルミ被CVケーブルを相次いで受注した。

### ■アルミ蒸着ICリードフレーム

日立電線株式会社は、高信頼性が要求さ

れるガラス封止形IC用のアルミ蒸着リードフレームを開発した。Fe-Ni系合金リードフレームの機能部に、高純度のアルミを蒸着したもので、密着性に優れ信頼性が高い。

### ■超高真空機器用無酸素銅

日立電線株式会社は、伸銅業界初の真空脱ガス技術を確立した。これにより、高真空下でのガス放出を激減し、加速器用部材などに最適な無酸素銅〔ASTM(American Society for Testing and Materials)規格での最高ランク「クラス1」〕の世界初の量産化に成功した。

### ■超大サイズ可とう同軸ケーブル“HF-203 D-S”

日立電線株式会社は、フッ素樹脂絶縁体を用いた超大電力用高周波同軸ケーブルを開発し、短波300kW放送用給電線として国際電信電話株式会社に $150\text{m}\times 4$ 条を納入した。今後、超大電力テレビジョン放送、高周波加熱用フィーダなどの需要が期待される。

### ■パーメンダー合金の磨帯コイル化

日立金属株式会社では、そのぜい弱性のため不可能とされていたパーメンダー合金磨帯のコイル化に成功した。これにより、

従来の切板使用時に比べて加工能率、歩留まりが大幅に改善され、受話器振動板などの小形電子機器に用途が広がっている。

### ■PM形ステッピングモータ用ロータ磁石

ロータ外周に8~48極の極異方性磁極を付与した焼結及びプラスチックフェライト磁石を用いたシャフト一体形ロータ磁石を、PM形ステッピングモータに適用することにより、モータの高性能化、小形化及び原価低減が実現した。

### ■熱分解形窒化ホウ素(P-BN)るつぼ

P-BNるつぼの欠点である層状はく離の発生原因がCVD法で成長させる際の結晶の配向性に依存していることを明らかにし、結晶の配向性を乱した乱層構造BNを主体とするるつぼを開発し、長寿命化を達成した。

### ■導電サイアロン

構造用セラミックスの最大課題である難加工性を解決するため、サイアロンにTiNを添加して、金属材料や超硬並みの放電加工ができる導電セラミックスを開発した。この材料は構造用だけでなく、セラミックヒータへも応用ができる。