

材 料

エネルギー、エレクトロニクスをはじめ、新材料に寄せる各方面の期待と要請は極めて強い。これは技術革新の大きな基盤となっているからで、先端技術の成否は一にかかって新材料の開発にあるといっても過言ではない。こうした認識の下に、日立グループは、常に新しい機能材料及びその加工・評価技術の研究開発に取り組み、各分野の多様なニーズにこたえてきた。以下に、最近の成果の一端について紹介する。

エネルギー・電力などの分野では、設備機器の高機能化はもとより、運用管理の効率化と信頼性の向上が強く要請されている。高強度、高延性の新耐熱合金と溶接材の開発は、こうしたニーズにこたえたもので、火力・原子力機器などの高温機器の製作に適用されている。

電線・ケーブルについては、耐熱性、安全性を高めたノンハロゲン難燃電線・ケーブルや照射架橋ふっ素樹脂電線を開発・製造し、更に光ファイバの技術を活用したシングルモード光ファイバ複合架空地線を製品化して、電力会社の新しい情報システムのニーズにこたえている。このほか、超電導線材では、高純度アルミニウムを安定化材の一部とする「AMYマグネット」用線材、高磁界用(Nb Ti)₃Sn線材などの開発がある。また、電力用変圧器など中性点接地抵抗器の小形化に成功し、電力会社の評価を高めているが、これを可能にしたのが、ZnO系セラミックによる大容量かつコンパクトな抵抗器の開発である。

新材料の開発・製品化と並行して、加工プロセス、工具材の研究開発も活発に行なっている。その一例が、超耐熱合金の空气中恒温鍛造金型用に開発したNimowal合金、高性能の焼結ハイス、冷間加工を大幅に効率化したアルミニウム加工用潤滑油などである。更に、真空アークとりべ精錬炉“VALR”，鑄造時の湯流水や凝固過程をシミュレートするCADの実用化に成功している。

一方、高耐食性の自動車ラジエータ用フィン材、温水暖房用の空気断熱と放射断熱とを併用した高

断熱二重被覆銅管、ヒータ自体が正の温度特性を備えた自己制御性のあるプラスチックヒータの製品化など、日常生活に直結した機器の性能、安全性の向上にも大きく寄与している。

高度情報社会への移行をひかえて、いっそうの進展が期待される情報・エレクトロニクス関連の分野では、レーザダイオード用の高熱伝導SiC製サブマウソンドの実用化、半導体レーザに適した感光特性をもつ長寿命のレーザプリンタ用有機感光ドラム、セラミック抵抗体による熱定着ロール、優れた画質が得られるフライトキャリア現像剤などを開発し、機器の高速・高性能化、高信頼化の要請にこたえた。更に、電子回路の高密度化、高速化に対応するものとしては、超高密度マルチワイヤ配線板、メタルアディティブセラミック配線板の開発があり、また、耐熱性、寸法安定性に優れたマレイミド素多層プリント板を完成し、HITAC M-680シリーズに適用したほか、各種システムの高速化に対応するものとしては、高発泡ふっ素樹脂を使った高速伝送用同軸ケーブルの製品がある。

なお、半導体に関するものとしては、強度と導電性の要求を共に満たした半導体リードフレーム用のCu-Zr合金の開発、パワートランジスタなどに使われるリードフレーム用異形断面銅条の製造法の確立、液相法によるGaAs, GaAlAs 3 inエピタキシャルウェーハの開発なども見逃すことのできない成果の一つである。

また、金属材料の面でも、電子機器の小形・高性能化に有効な希土類磁石「ハイコレックス」の開発、これまで長尺の圧延が困難とされていた磁性材、パーメツダの帯鋼の製造に成功したことなどの成果が見られた。

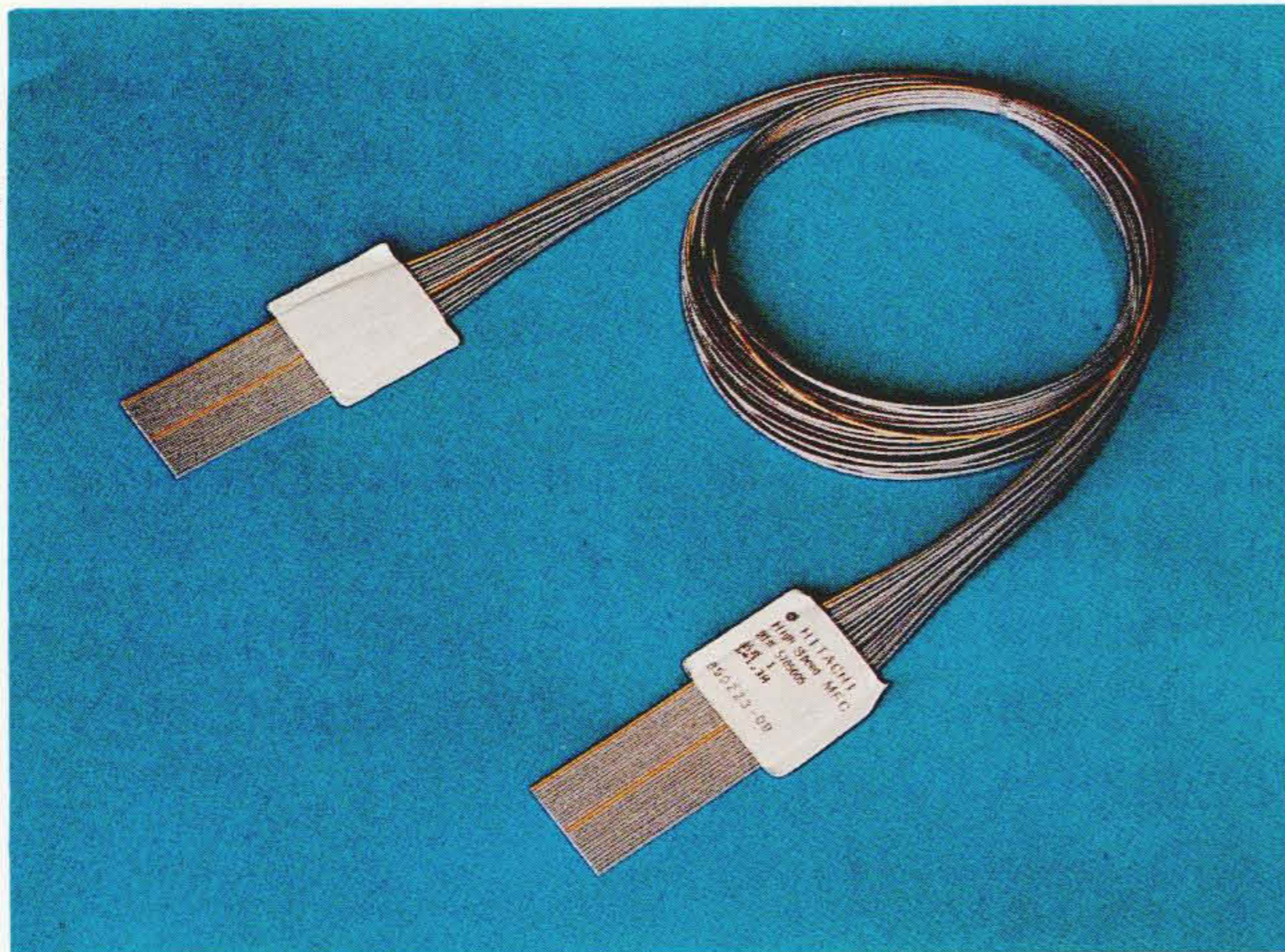
このほか、医療用機器に関しても蛍光時間特性の優れた高速シンチレータ材料GSOを開発し、医療用ポジトロンCT装置用のγ線検出器として製品化している。なおいっそう研究開発の体制を強めて、先端技術製品の創出に寄与していきたい。

高速伝送用高発泡ふっ素樹脂同軸ケーブル

PFA, FEPなどの熱可塑性ふっ素樹脂を独自の高発泡押し出し技術により、薄肉、細径絶縁を可能にし、これを高速データ伝送用同軸ケーブルに応用実用化を図った。

日立電線株式会社は、最近のコンピュータ演算速度の高速化に対応し、現用ふっ素樹脂絶縁ケーブルよりも更に伝送速度が速い同軸ケーブルの量産技術を確立した。

これは、PFA(四ふっ化エチレン-パーフルオロアルキ



高発泡ふっ素樹脂マルチフラットケーブル

ルビニルエーテル共重合体)、FEP(四ふっ化エチレン-六ふっ化プロピレン共重合体)などの熱可塑性ふっ素樹脂を、独自の高発泡押し出し技術によって、薄肉、細径絶縁を可能にすることによりなされたもので、高速データ伝送用同軸ケーブルへ応用実用化が可能になった。

押し出し方式の採用によって、絶縁体厚さの制御が容易で、絶縁体はく離作業性も良く、更にふっ素樹脂本来の特性である耐熱性、耐燃性、耐薬品性なども変わらない。

現在、絶縁体厚さ0.15mm、発泡率60%と絶縁体厚さ0.5mm、発泡率70%のケーブルを実用化しているが、近い将来発泡率80%以上、伝搬遅延時間3.6ns/m以下のケーブルを実現させ、応用分野の拡大を図る予定である。更に、コンピュータ用などで多心同軸ケーブルが必要な場合に備えて、細心同軸をフラット状に配列し、両端末部分を高寸法精度を保ちながら熱融着し、一括で端末処理を行ない、コネクタへ精度良く取り付けられるようにしたマルチフラットケーブル化技術も合わせて開発している。これは端末処理、配線などの合理化には極めて有効である。

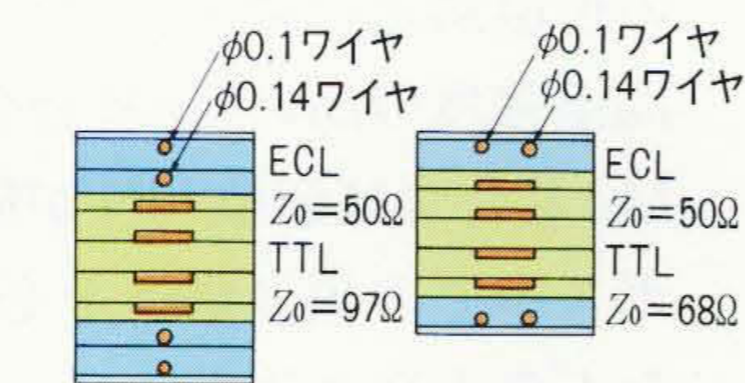
高発泡ふっ素樹脂同軸ケーブルは、コンピュータ、計測装置の高速伝送用ケーブルに多く使用されているが、通信機器その他の高速データ伝送用にも応用が可能である。

超高密度マルチワイヤ配線板

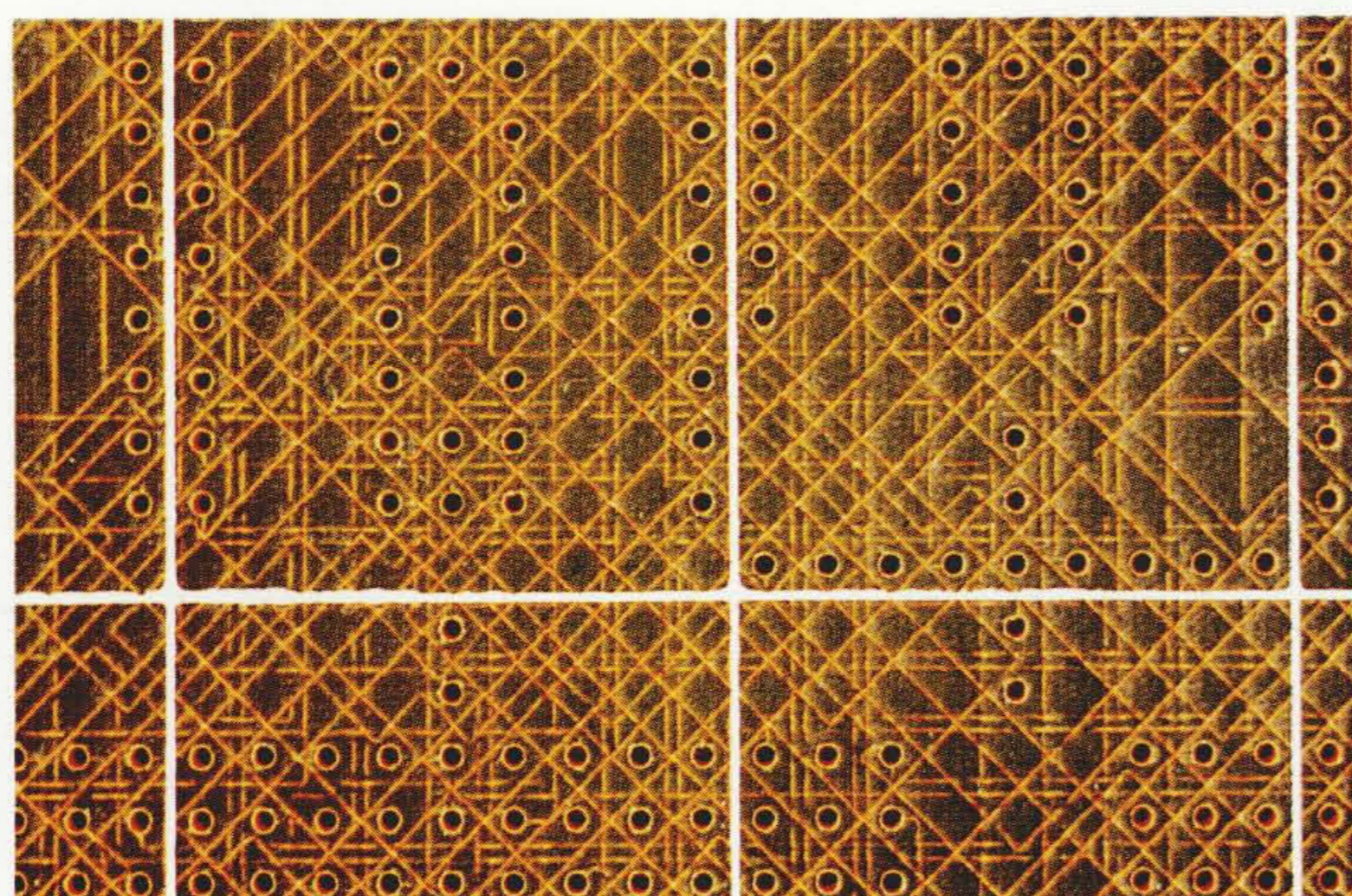
電子装置の小形・高機能化に伴う高密度実装へのニーズに対応するために、0.1mm径ワイヤを使用した超高密度マルチワイヤ配線板を開発し、製品化した。

MLB	MWB		
1	2	2.3	2.7

MLBを1とした場合の各パターンの配線収容比



ECL/TTL混載の場合のMWB



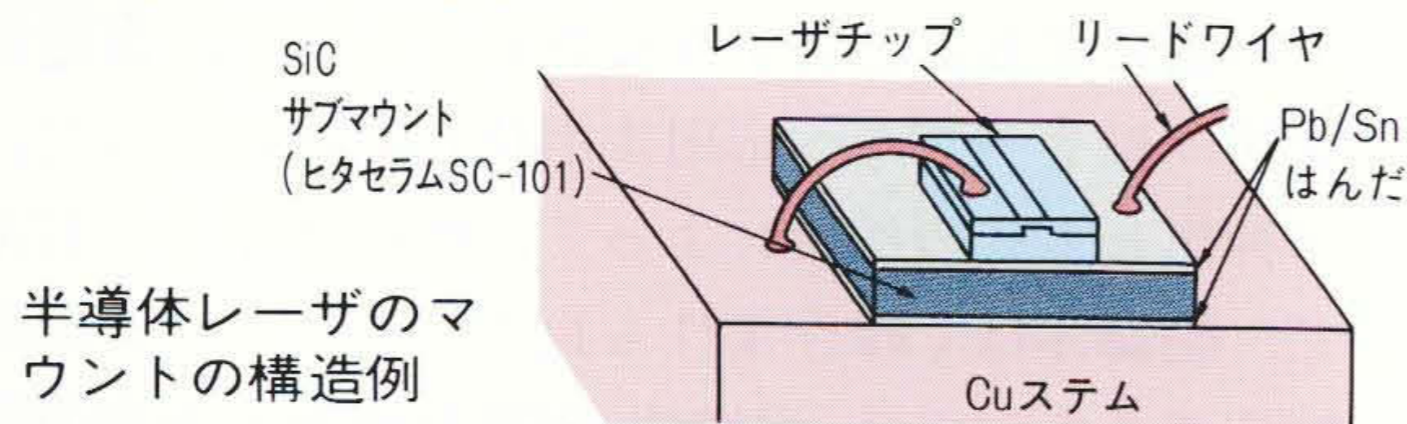
斜め布線MWB(超高密度マルチワイヤ配線板)

半導体デバイスの高集積化に伴い、実装の一端を担う配線板も高密度化を要求されるようになってきた。これらのニーズにこたえるために、0.1mm径ワイヤを使用したMWB®(超高密度マルチワイヤ配線板)を開発し、製品化した。特長は以下のとおりである。

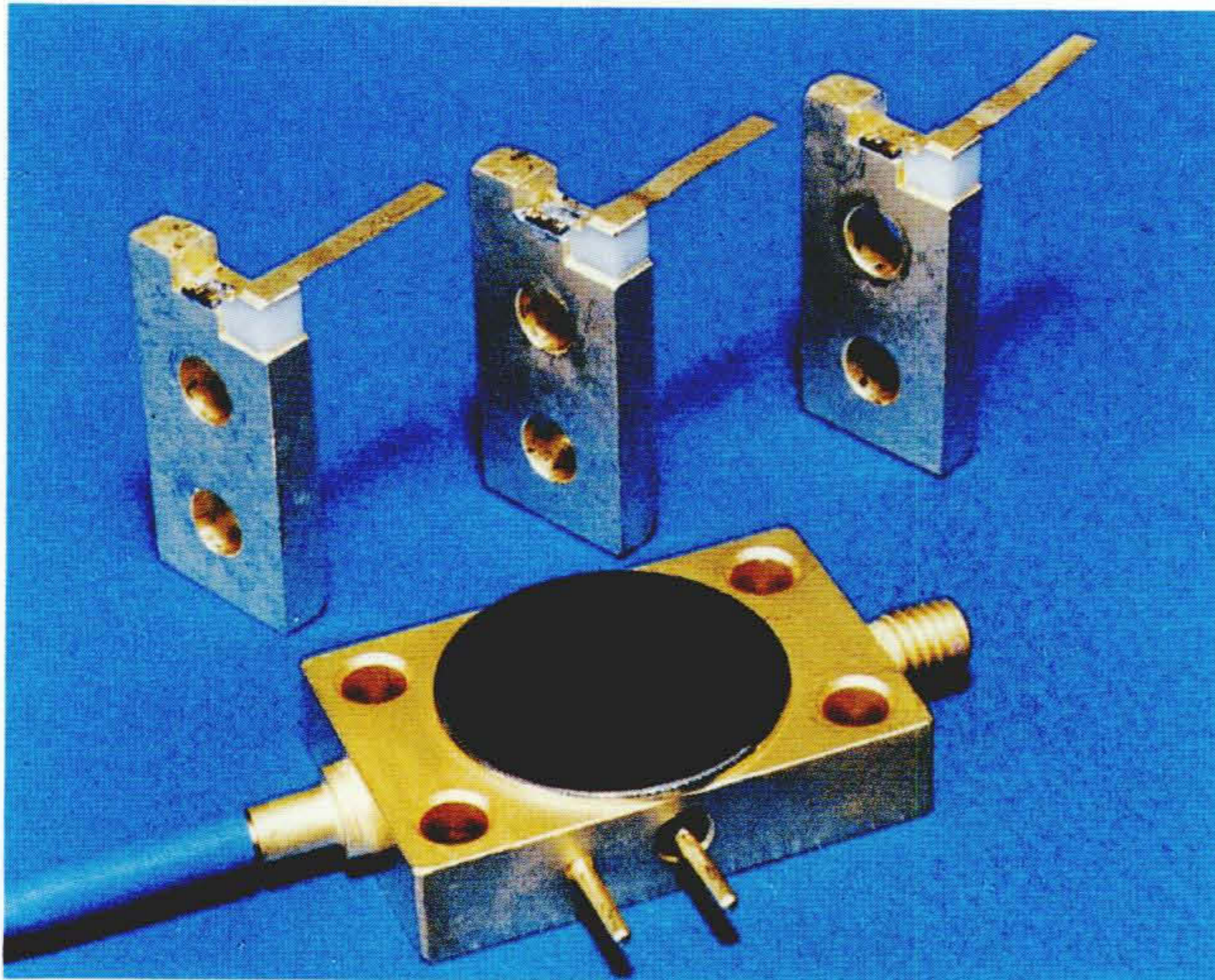
- (1) 高密度交差配線により、MLB(多層板)の2~3倍という高い配線収容能力をもっている。
- (2) 任意の特性インピーダンス Z_0 を高精度に設定することができるばかりでなく、2層構成もしくは異径ワイヤとの組合せによって容易に異なった Z_0 を同一基板内に作り込めるので、異種IC(例えばECLとTTL)の混載が可能である。
- (3) 従来品($\phi 0.14$ MWB)の60%程度にクロストークノイズが低減できる(同一配線ピッチの場合)。また、斜めの配線を行なうことにより隣接間導体距離を広げられるので、いっそうのノイズ低減が可能である(写真参照)。
- (4) 実装密度上昇に伴う単位面積当たりの発熱量増加に対しては、金属コア(銅やアルミニウムなど)を基板中層に設け、熱伝導による放熱を行なうことによって素子部ジャンクション温度の上昇を20%ほど低減できる。

レーザダイオード用SiCサブマウント

SiCサブマウント「ヒタセラムSC101」は、その高熱伝導性、低熱膨脹特性によって、半導体レーザの高出力化、長寿命化を可能としている。



半導体レーザのマウントの構造例



サブマウントに高熱伝導体SiCを応用した長波長半導体レーザ

光通信、OA関連機器の機能や信頼性を左右するキーデバイスとして、光素子の品質、信頼性に対する要求はますます高度なものとなっている。なかでも半導体レーザダイオードについては、これら関連機器の高速化、大出力化に伴い素子自身の高出力、長寿命化を望む声が多い。

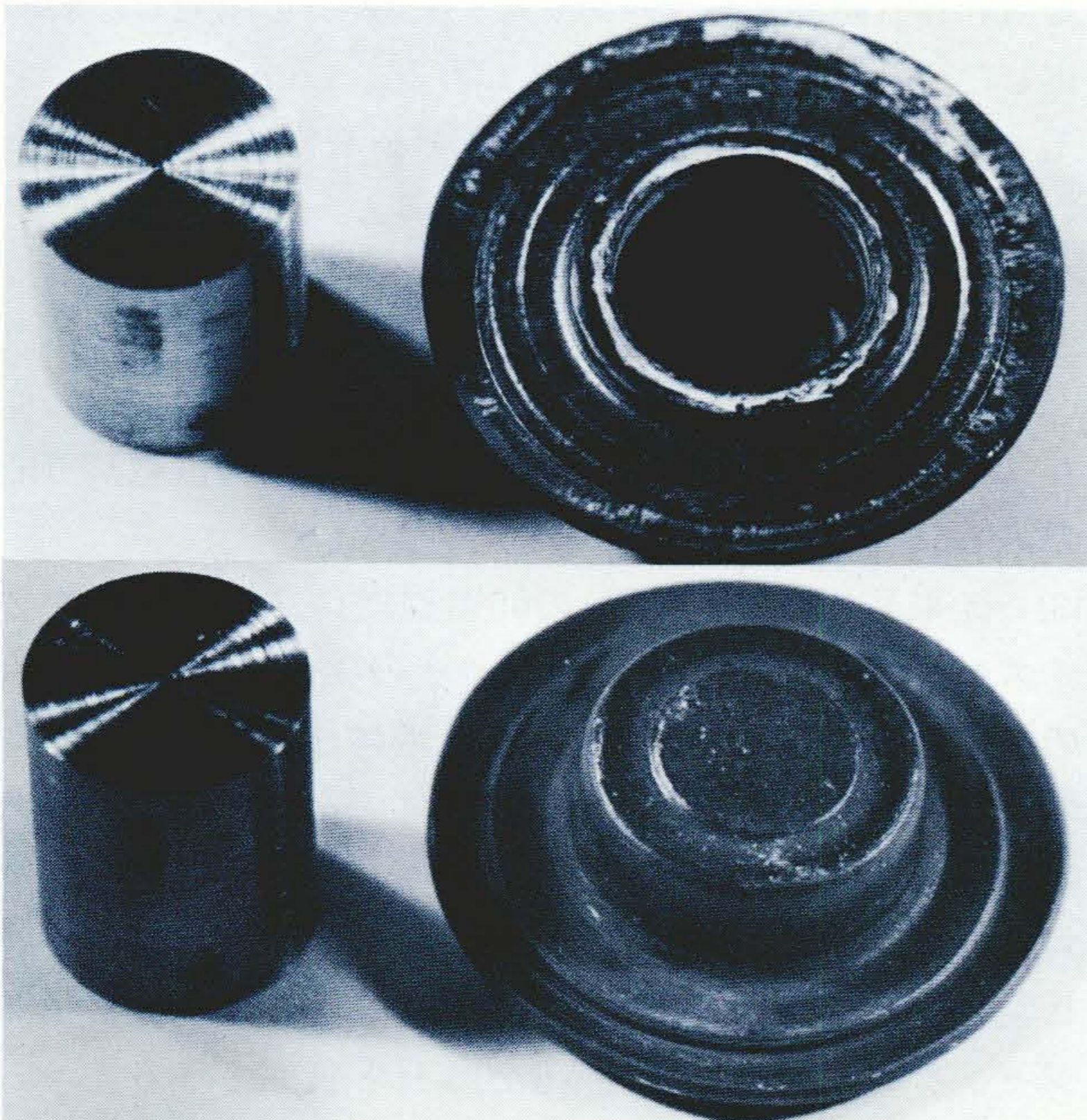
ヒタセラムSC-101(SiCセラミックス)は、高熱伝導性と電気絶縁性を併せもつ材料として開発されたもので、レーザダイオード素子が接合されるサブマウントとして次のような特徴をもっている。

- (1) 熱伝導率が $2.7\text{W}/\text{cm}^2\text{C}$ と高く、発生する熱を効率よく逃がすため、素子の高出力化、長寿命化が可能となる。
- (2) 熱膨脹率が $3.7 \times 10^{-6}/\text{C}$ で、素子材料であるGaAs, InPなどのそれに近く、接合時に素子に発生する熱ひずみを低減できる。
- (3) 電気絶縁性($10^{10} \sim 10^{13}\Omega \cdot \text{cm}$)があるので、基板をアースから浮かせた用途にも適用できる。

これらの特徴を生かし、ヒタセラムSC-101は、ダイヤモンド、アルミナ、シリコンなどの従来材に代わって、その用途を大きく拡大している。

超耐熱合金の大気中恒温鍛造金型用Nimowal合金

従来真空中又は不活性ガス中でしかできなかった超耐熱合金の恒温鍛造を、大気中で可能にする金型材料としてNi基鋳造合金のNimowalを開発した。



Nimowal合金を使って大気中で恒温鍛造したNi基超耐熱合金IN-100の鍛造品(上)と素材(粉末押出機)

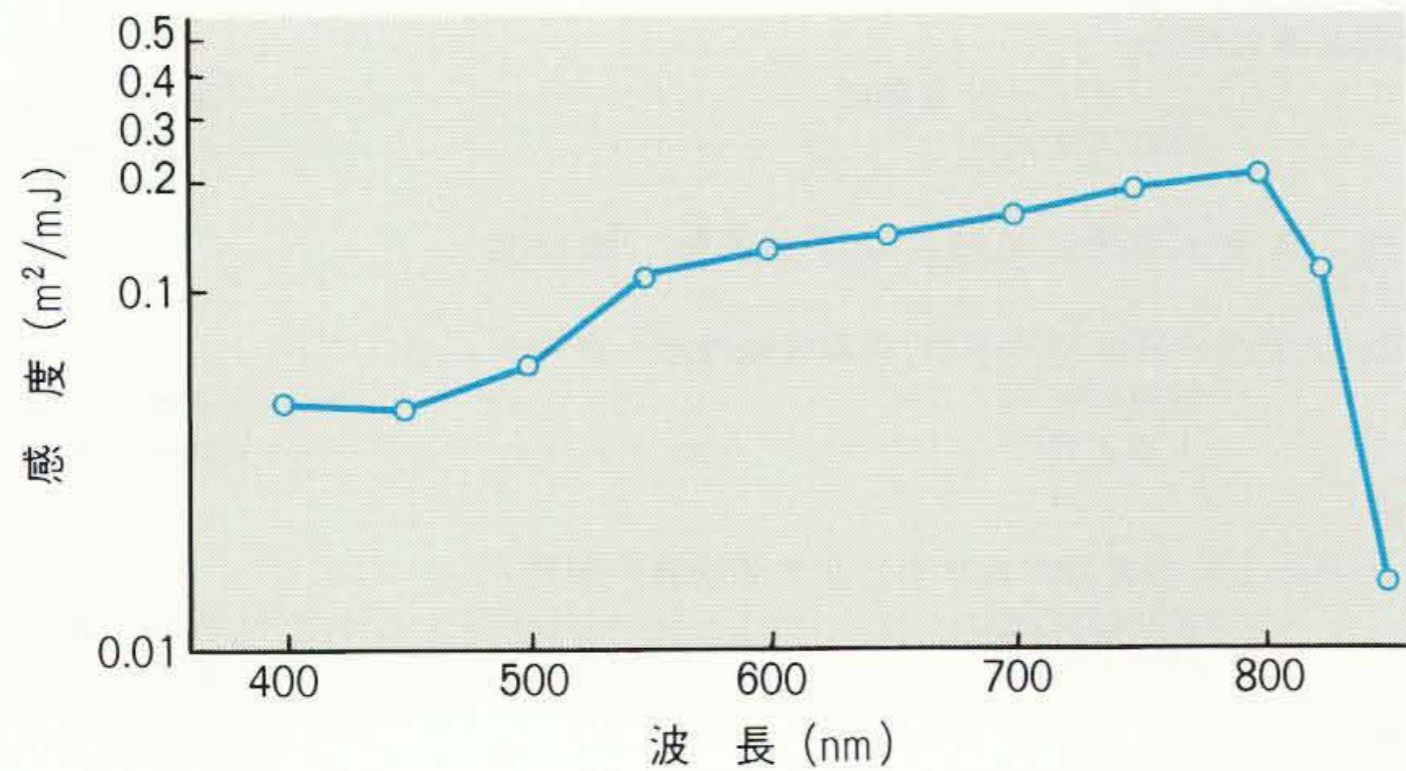
近年超耐熱合金やTi合金の恒温鍛造が注目されている。Ti合金の恒温鍛造は鍛造温度が $1,000\text{C}$ 以下のため、金型材料は従来形Ni基鋳造合金でもよいが、超耐熱合金の恒温鍛造は鍛造温度が $1,000 \sim 1,100\text{C}$ と高温のため、高温強度の高いMo基合金が金型材料に使われる。しかしMo基合金は耐酸化性が極端に悪いので、真空又は不活性ガス中での恒温鍛造を必要とし、装置が複雑で大がかりなものとなり作業能率も悪い。そこで、超耐熱合金の恒温鍛造を大気中で可能とする、耐酸化性と高温強度を兼備した金型材料Nimowal合金を開発した。

Nimowal合金はその名の示すとおりNi-Mo-W-Alを基本成分とするNi基鋳造合金で、Crを含まないのが特徴である。このため従来のCrを含むNi基鋳造合金より $1,000\text{C}$ 以上の高温強度が格段に高く、一方、耐酸化性は同等で大気中で $1,000 \sim 1,100\text{C}$ に長時間さらされても十分耐えられる。また、被削性が従来形Ni基鋳造合金より優れているという特長もある。価格は従来形Ni基鋳造合金と同等で、Mo基合金よりはかなり安い。

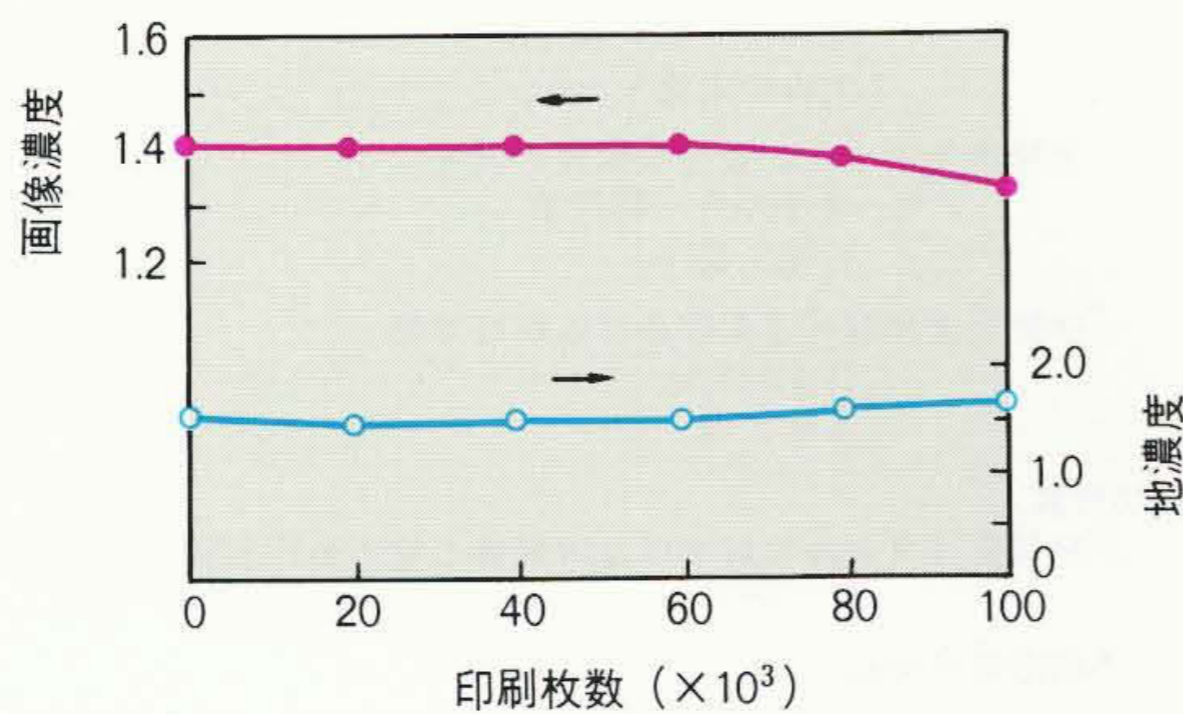
日立金属株式会社では、Nimowal合金を金型材とした超耐熱合金の大気中恒温鍛造技術を開発中である。

電子写真用OPCドラム“L610”

日立OPCドラムL610は、半導体レーザと組み合わせて使用することを目的に開発した有機光導電体で、可視光から近赤外光まで高い感度をもっている。



OPCドラムL610の分光感度



半導体レーザビームプリンタによる連続印字テスト
(画像濃度、かぶりの変化)

OA用の電子写真式プリンタである半導体レーザビームプリンタやLEDプリンタの製品化が急速に進んでいる。これとともに、プリンタの感光体も、従来のセレン系、CdS系の材料からOPC(有機光導電体)に移行している。従来のOPCは数千枚の短寿命で、半導体レーザの赤外領域の光に対する感度がないため、長波長に高感度で、長寿命のOPCドラムが望まれていた。

日立電子写真用OPCドラムL610は上記の長波長高感度と長寿命を実現するもので、日立製作所の漢字プリンタH-8174に搭載実用化している。

L610は、電荷発生層と電荷輸送層から成る機能分離形で、長波長高感度な電荷発生材料の開発と高速応答に効果の大きい電荷輸送材料の開発によって高感度を達成した(図上)。また、約10万枚の寿命をもち(図下)、温度、湿度に対して安定である。有害物質を含まないためCdS系感光体のような廃棄に際しての環境問題もないのが特長である。

L610はパーソナルコンピュータやワードプロセッサなどの小形プリンタをはじめ、PPC、コンピュータ端末、通信、ファクシミリ、文書処理などの中高速プリンタに応用できる。

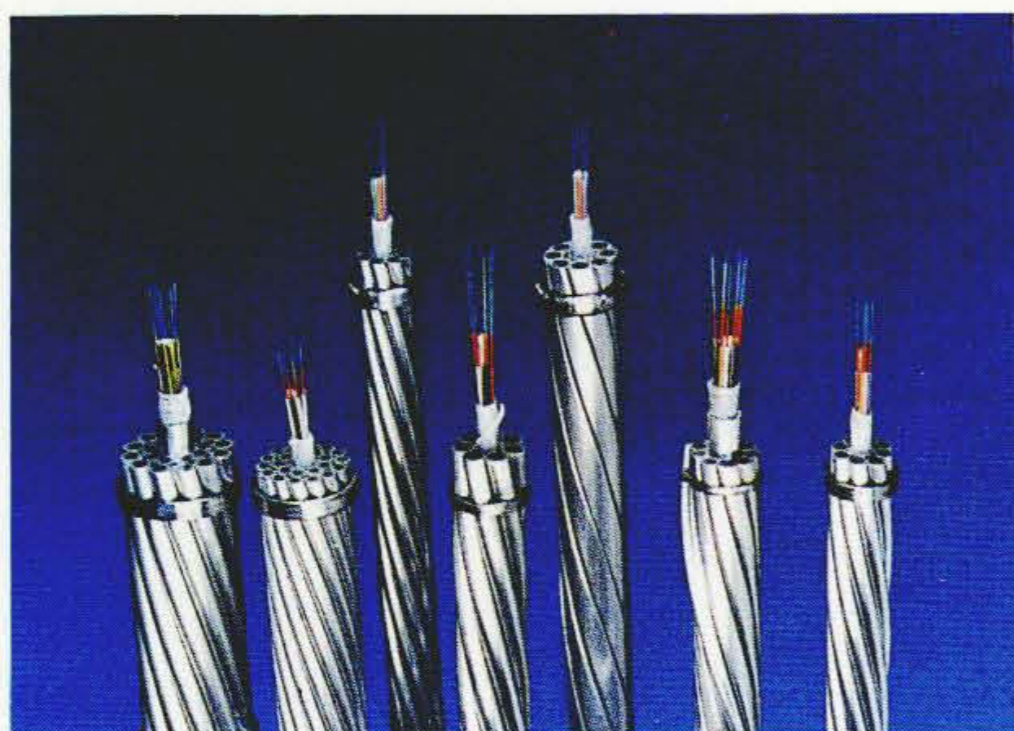
技術抄録

■液相法によるGaAs, GaAlAs 3inエピタキシャルウェーハ

液相エピタキシャル法では難しいとされていたウェーハの大形化に挑戦し、世界初の3in液相エピタキシャルウェーハの開発に成功した。膜厚とキャリア濃度のばらつきは、±5%以下と優れた均一性を実現している。

■シングルモード光ファイバ複合架空地線“SM-OPGW”

日立電線株式会社は、情報伝送量の増大に伴い、従来のGI形ファイバに加え、大容量の情報伝送が可能でしかも低損失なシングルモード光ファイバ内蔵OPGWを開発し、国内外の電力会社に納入している。今後、更に本ケーブルの需要が高まるものと予想される。



各種シングルモード光ファイバ複合架空地線

■直接加熱セラミックヒートロール

日立金属株式会社では、電子写真用定着機に使われる直接加熱方式ヒートロールを開発した。熱源としてセラミック抵抗体を使用し、現状のハロゲンランプ式に比べ、ウォームアップ時間は25秒以下、消費電力も800W以下を実現した。更に20万枚以上のコピー試験で十分な耐久寿命を確認している。

■“AMY”用超電導導体

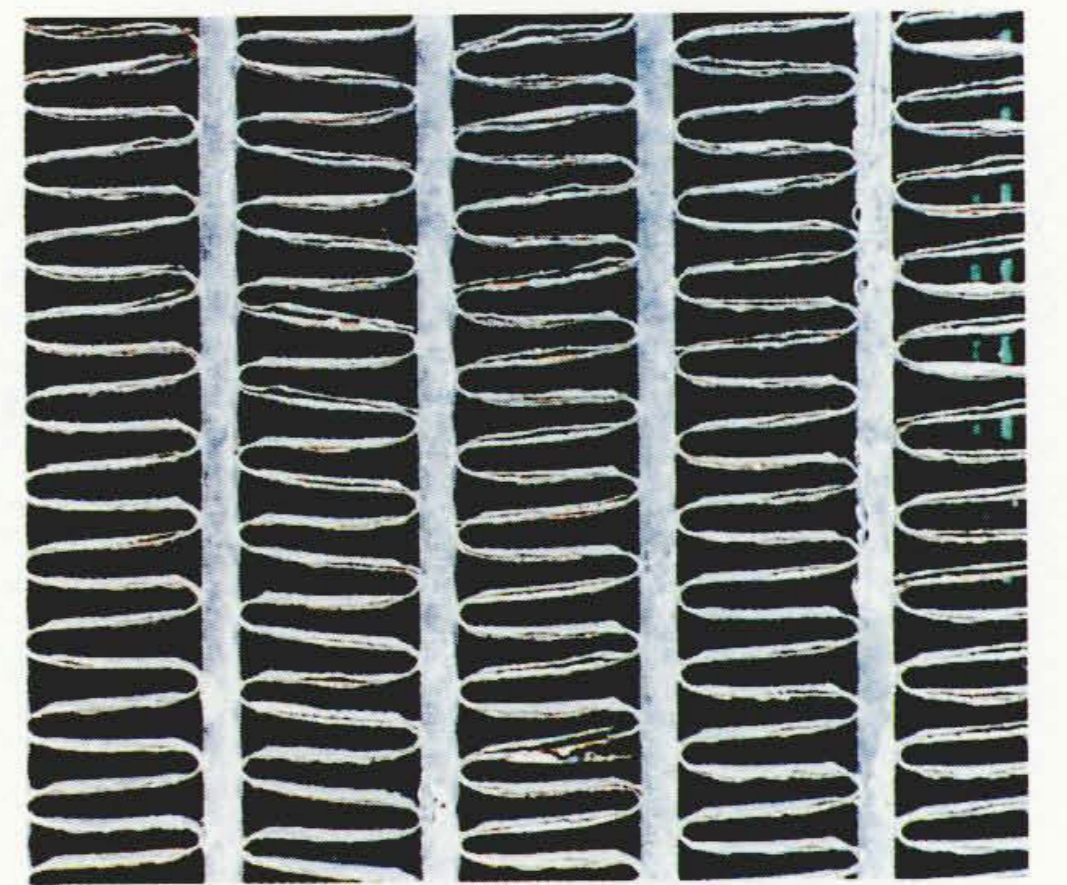
日立電線株式会社は、高エネルギー物理学研究所のトリスタン計画の一環として設置が予定されている衝突粒子検出器用マグネット(愛称“AMY”)に使用される大形超電導導体の開発に成功し、日立製作所に納入した。

■自動車用耐食性ラジエータフィン材

寒冷地での凍結防止剤、海岸地帯での塩害によるラジエータフィン材の腐食に関し、日立電線株式会社では従来材の2倍の耐食性を持つフィン材用Cu-Sn-Pb合金を開発した。これによって、同時にフィン材薄肉化も可能となる。

■高性能焼結ハイス

超硬M40, P40と同等の硬さを持ち、靱性に優れた焼結ハイスを開発した。超硬工具、部品の耐チップング性改善や、軽量化、鋼との複合化、低コスト化などに寄与するもので、エンドミル



自動車用耐食性ラジエータフィン材
(実車走行試験12箇月後のラジエータグリル側外観)

切削では超硬以上の耐久寿命を実証した。

■真空アークとりべ精錬炉“VALR”

日立製作所は、高級な鍛造鋼品の製造に最適な新形の真空アークとりべ精錬炉“VALR”の開発に成功し、商業運転を始めた。本炉の稼働により鍛鋼ロールをはじめ、重電重機、原子力産業向けの高級特殊鋼の品質向上が可能である。

■高性能Z-17系「ハイコレックス」

日立金属株式会社は、電子機器の小形・高性能化に有利な永久磁石として、耐温度、耐減磁特性の優れた高Hc材(H-23CV, H-30CH)と高エネルギー積をもつ高Br材(H-23BV, H-30BH)を開発した。