

材 料

新時代の技術は、新材料の開発から生まれる。光波長の制御が可能な自由電子レーザおよびシンクロトン放射光は、物質の構造解析をはじめ原子力、半導体、バイオテクノロジー、医療などへの適用が期待されている。これを可能にしたのが、高性能希土類磁石の開発である。

高磁場中で高い臨界電流密度を持つタリウム系超電導体を開発した。高温超電導体の実用化に向けて大きな前進である。

作業・安全性に優れた高耐熱性の含浸レジンが車両用主電動機に、高熱放射性に優れた表面拡散処理銅条が自動車用ラジエータフィンにそれぞれ採用され、産業廃棄物の低減、作業環境の改善を可能にした。

サブミクロン超微粒子を、ガラス基盤に塗布する技術を開発した。目にやさしいブラウン管はその成果である。

情報機器関連では、大形計算機の高性能化を可能にした超高密度多層プリント配線板、多ピンTABの高信頼性を実現した電解粗化圧延銅はく、LSIの多層配線段差平坦化に有効な塗布形無機絶縁膜材料を開発した。

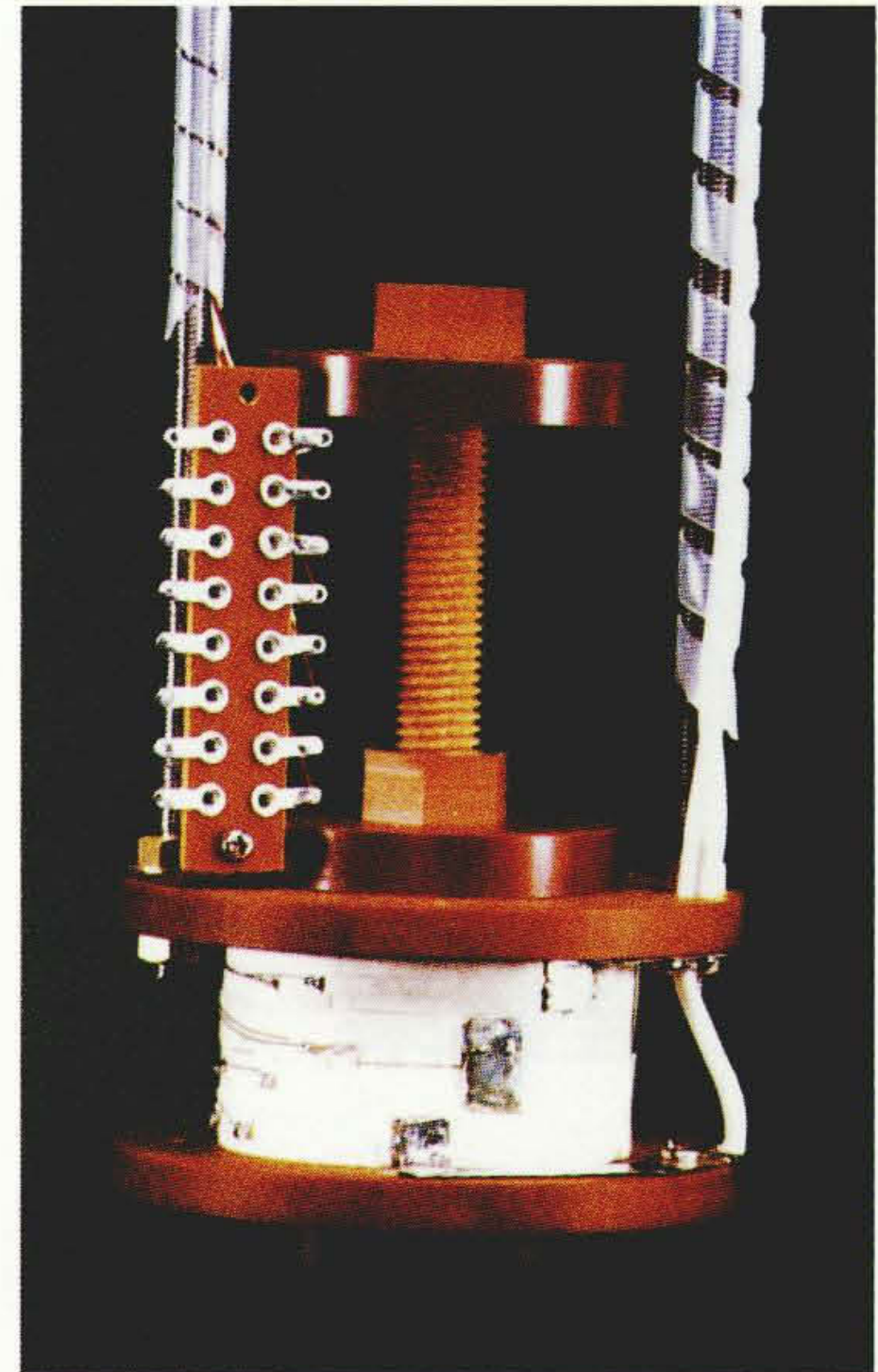
また、TiNを分散した超硬質合金は、加工成形技術を向上させた。

高温超電導線材の高電流密度化とマグネット試作

タリウム系高温超電導体の高電流密度化を図り、液体窒素温度、1 Tの磁場中で結晶粒内の臨界電流密度 4×10^4 A/cm²を達成した。これを用いたパンケーキコイルは510ガウスを発生した。

高温超電導体の最も期待される応用分野は、液体窒素 ($-196^\circ\text{C} = 77\text{ K}$) で作動するマグネットである。高温超電導体のうち、タリウム系超電導体は臨界温度が120 Kであり、液体窒素温度との温度マージンが大きくとれることから、有望な材料である。マグネット製作には、磁場中で高電流密度のとれる超電導線材が必須(す)であるが、そのためには超電導体の内部に侵入した磁束線を固定するピンングセンターを導入しなければならない。ビスマス系、タリウム系ともにピンングセンターの導入は困難とされてきたが、タリウム系のうちでもストロンチウムを含有するTl-(1223)系超電導相へのピンングセンターの導入に初めて成功した。部分溶融プロセスを施したTl-(1223)相は、結晶粒内の臨界電流密度が77 K、1 Tの磁場中で 4×10^4 A/cm²、40 Kでは 5×10^5 A/cm²を記録した。

タリウム系超電導体を線引き-圧延法でテープ線材を製作し、パンケーキコイルを12段重ねたマグネットを試作した。このマグネットは、液体窒素中で510ガウスの磁場を発生した。



タリウム系超電導体によるパンケーキコイル

材料

高エネルギー応用高性能希土類磁石

高エネルギー分野でのウイグラ、アンジュレータに特に要求される仕様を満足する高性能大形希土類磁石を開発し、ウイグラなどへの適用を開始した。

FEL(自由電子レーザー)およびSOR(シンクロトロン放射光)はきわめて高輝度の光であり、高速電子と磁界との相互作用によって光波長の制御が可能である。このため、FEL、SORは、同位元素の分離をはじめとする原子力、半導体、バイオテクノロジー、医療、物質の構造解析など多くの分野に適応されつつある。

高エネルギーの電子ビームからFEL、SORを取り出す装置として、ウイグラおよびアンジュレータがある。これらは、加速器またはストレージリングからの高エネルギー電子を周期磁界内に導入することにより、放射光またはコヒーレントなレーザー光を取り出す装置である。周期磁界には希土類永久磁石が用いられる。

ウイグラおよびアンジュレータ用希土類磁石は、高磁

気特性を要求されるのはもちろんであるが、着磁方向の機械軸に対する全磁化ベクトルの方向のずれが2度以下、最近では1度以下の厳しい仕様が要求される。また、残留磁束密度のばらつきも $\pm 1\%$ 以内が求められ、1個当たりの磁石質量も従来用途の数グラム~数十グラムに比べて、0.1~2 kg程度の大形一体形状が必要となってきた。

これらの仕様に対処するために、NdFeB系、SmCo₅系およびSm₂Co₁₇系の各磁石について、組成、成形、熱処理の検討を行い、単位質量2.5 kg程度までの大形希土類磁石を開発した。

NdFeB系大形磁石を用いてウイグラを組み立て、日本原子力研究所に納入した。産学協同研究開発にも参加し、他社と共同してFEL短波長化の新形ウイグラ用磁石も作製した。他の高エネルギー分野としては、イオンポンプ用およびプラズマを閉じ込めるカusp磁界形成用磁気回路にも使用され好評を得ている。

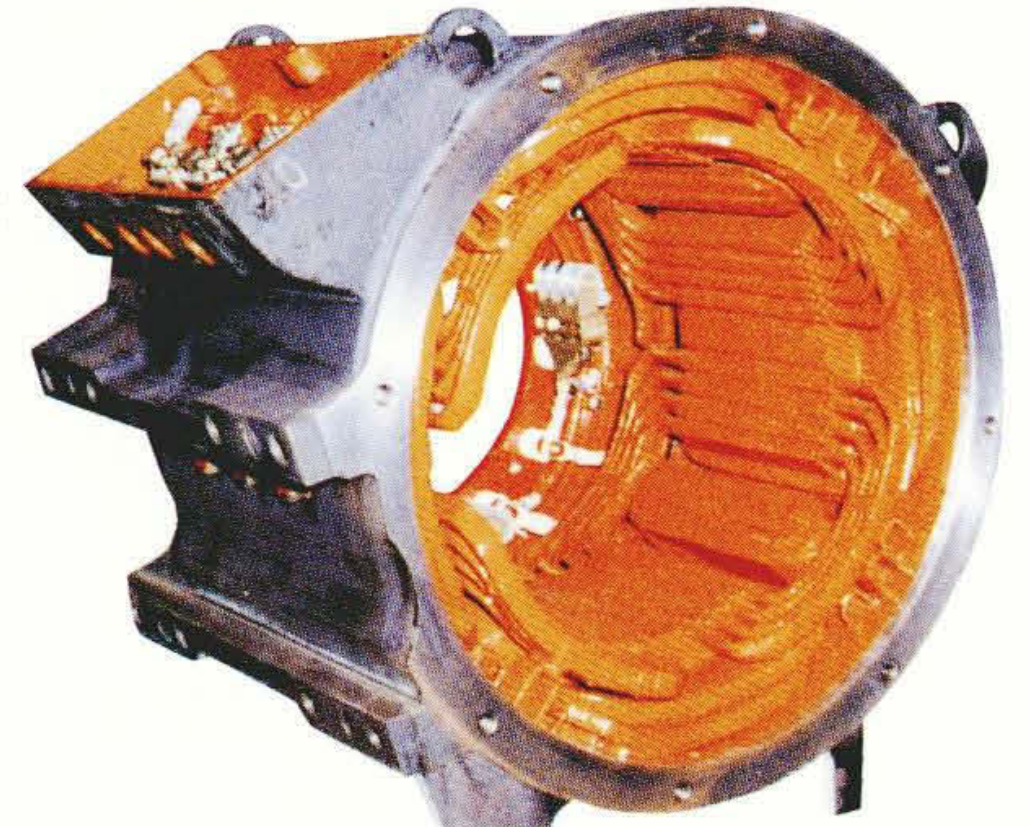
(日立金属株式会社)

新耐熱性含浸レジンおよび絶縁システム

高い耐熱性があり、かつ作業性の良好な新エポキシ系含浸レジンを開発し、絶縁材料の統合を進めた。この新レジン耐熱温度220℃の車両用主電動機に適用した。

回転機の絶縁には、耐熱グレードに応じて多品種の含浸レジンを使用しているため、その統合化が強く望まれている。その場合、最も耐熱性の高いレジンに統一する必要があるが、作業上問題があった。そこで、三次元反応性を改良した作業性、労働安全性に優れた高耐熱性のエポキシ系新含浸レジンと、これと同系統の接着性に優れたエポキシ樹脂をバインダとした絶縁基材を開発し

た。この両者を組み合わせることにより、耐熱温度180℃のH種並みの生産技術で耐熱温度220℃のC種絶縁車両用主電動機を製造した。この新含浸レジンを用い、絶縁材料を統合化中である。これにより、大幅に廃棄レジンが減らすことができ、産業廃棄物の低減にも貢献できた。



新含浸レジンを用いた
C種絶縁車両用主電動機

表面拡散処理銅条

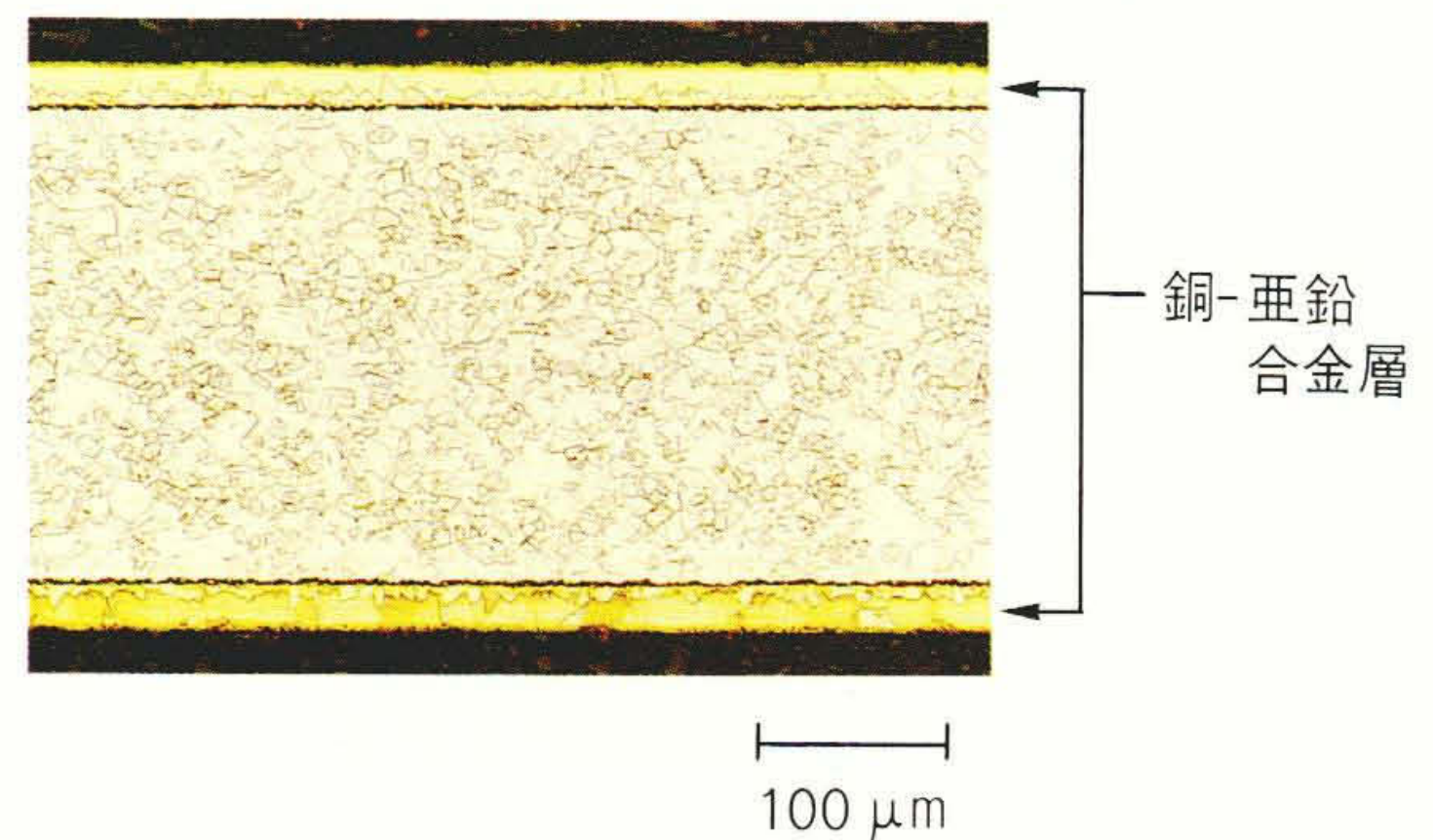
塗料法による表面拡散処理銅条の製法を確立した。本法により、銅条の表面に銅-亜鉛合金層を形成させた拡散処理条を製造し、自動車用ラジエータフィン材に適用した。

微細な金属粉と、特殊な樹脂液を配合した塗材を開発することにより、新たに塗料法による表面改質法を確立した。この塗材を被処理材にコーティングし、加熱拡散処理することによって簡便に表面に合金層を設けた複合材の製造が可能となる。銅条の表面に銅-亜鉛の合金層を形成させた断面写真の一例を図に示す。

銅-亜鉛系表面拡散処理条は、基材銅条の高熱放散性と合金層の塩害に対する優れた耐食性の両機能をともに

満足することが明らかとなり、現在最新形の自動車用ラジエータのフィン材として使用されている。

(日立電線株式会社)



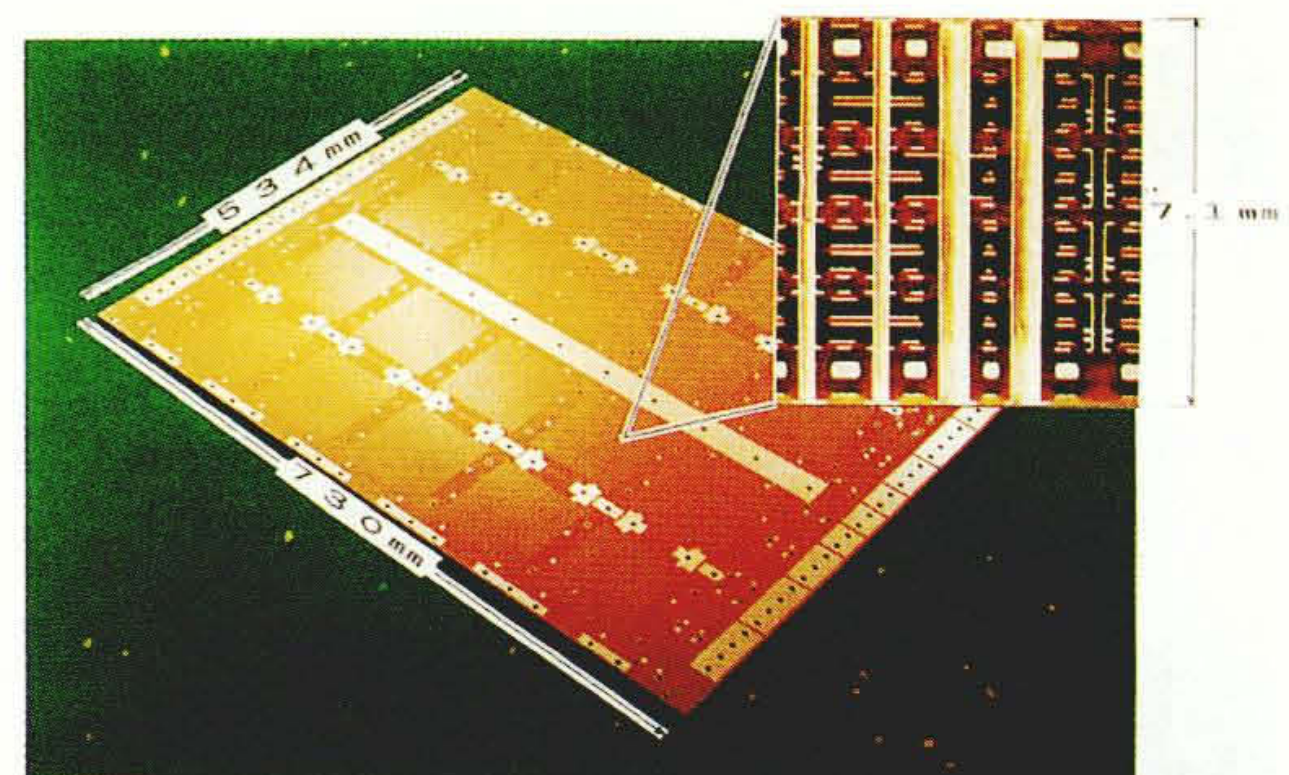
銅-亜鉛系拡散処理銅条の断面

超高密度多層プリント配線板

大形計算機の高性能化のために、信号伝送特性の優れた超高密度多層プリント配線板を開発した。これは新低誘電率積層材料と新微細配線形成技術によって達成された。

大形計算機の演算処理の高速化を達成するため、LSIを高密度に実装でき、かつ信号伝送特性の優れた多層プリント配線板が要求されている。新しく開発した多層プリント板、730 mm×534 mm角で46層の配線を持つ大面積、高密度配線基板であり、従来に比べ20～30%速い信号伝送特性を持つ、この技術は、分子設計、合成技術を駆使して開発した新規化学構造を持つMS(マレイミド-スチリル)レジン系低誘電率材料の適用と、新微細配線形成法

の確立によって達成することができた。低誘電率材料での高密度多層プリント板の開発は世界初であり、HITAC M-880の性能向上に大きく寄与している。今後さらに高密度化が進む実装分野で、幅広い応用が期待される。



超高密度多層プリント配線板および断面

帯電防止低反射ブラウン管

サブミクロンの超微粒子を一層配列塗布する技術を確立した。これによって表面の帯電と反射を防止した目に優しいブラウン管を提供する。

OAやLA化が急速に進む中で、VDT作業による目の疲労が指摘されている。この原因として外来光の反射などによって画像が見えにくいこと、ブラウン管表面の静電帯電に起因して近傍の埃(ほこり)が吸い寄せられて表面

に堆(たい)積することがあげられる。この問題を解決する手段として多層蒸着膜、有機けい素塗布膜、エッチング膜などが実用化されている。

今回開発した技術は、基板表面にSiO₂超微粒子を一層配列させて微小凹凸を形成して反射を防止し、同時に導電性SnO₂超微粒子によって表面帯電も防止する新しい方法である。



帯電防止低反射膜

多ピンTAB用電解粗化圧延銅はく

TAB分野での多ピン化に対応するため、圧延銅はくを電解法によって表面粗化し、強度およびフィルム接着性に優れた無酸素銅はくを開発した。

近年、半導体分野では実装密度の向上に著しいものがあり、TAB(Tape Automated Bonding)分野でも多ピン化が急速に進められている。このため、回路形成部材である銅はくの特性が従来にも増して重要になっている。従来TAB用銅はくとしては主に電解銅はくが用いられて

きており、回路形成工程でのベースフィルムとの接着性を保持するために表面には粗化处理(最大粗さ5～6 μm Rmax)が施されている。また、電解はくであるため回路形成工程で鈍りやすく、リード部の強度が劣る欠点がある。このため、無酸素銅(純度99.99%, 酸素含有量3～5 ppm)を圧延し、独自の電解粗化法によって最大高さ1 μm以下の粗化圧延技術を開発した。

本はくは従来のはくに比較して強度が1.3倍、フィルムとの接着性に優れ、50～80 μmピッチの回路形成が可能である。
(日立電線株式会社)

半導体用塗布形無機絶縁膜材料

多層配線超LSIの配線段差平坦化に有効な塗布形無機絶縁膜材料である“HSG-2200S”は、硬化時の収縮応力が従来材よりも一けた小さく、1.0 μmの厚膜が形成できる。

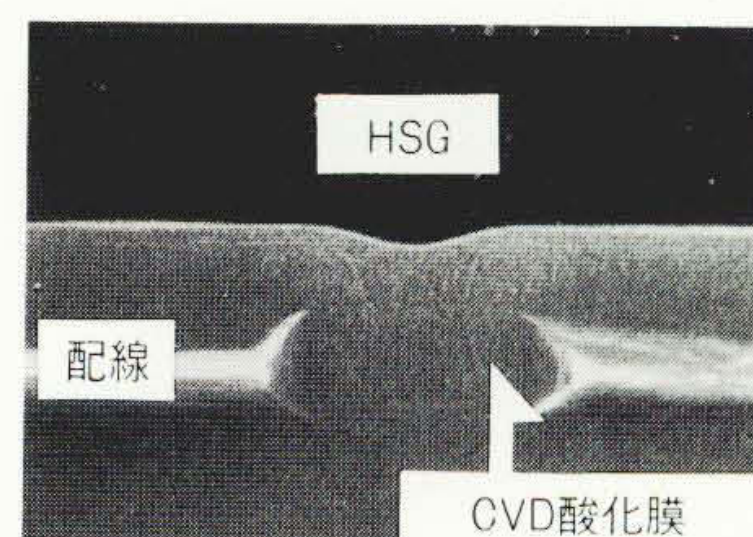
半導体素子の高集積化による配線の微細化、多層化に伴い配線の信頼性を向上させるため、層間絶縁膜の平坦化が重要になってきている。

HSG-2200Sは、多層配線を持つ半導体素子の層間絶縁膜の平坦化を目的に開発した塗布形の無機絶縁膜形成

材料である。(1) 硬化収縮の低減により、1.0 μmの厚膜の形成が可能であること、(2) 段差被覆性が高いこと、(3) 高アスペクト比の溝に対する埋込性に優れているなどが特長である。

開発品は、2～4層配線を持つサブミクロンデバイスの層間絶縁膜に現在適用中である。

(日立化成工業株式会社)



HSGを用いた平坦化の例

TiNを分散した超耐摩合金

粉末高速度鋼にTiN粉末を混合した超耐摩合金“H34A”は、耐摩耗性、靱性に優れ、各種切削工具、耐摩部品、金型に用い、高速度鋼対比整数倍の性能を示す。

近年、金属粉末射出成形法、押出成形法などを用いたニアネットシェイプ焼結製品が発達してきたが、この技術では金属粉末の高合金化および異種粉末の混合が容易にできるため、従来にない高性能・高機能材料を生み出すことができる。

超耐摩合金H34Aは、この技術を用いた超硬質の焼結合金で、高合金マルテンサイトの基地に硬質のTiN、VCおよびM₆C炭化物が分散した組織から成る。焼入れ、焼戻しによってHRC72～73の高い硬さが得られ、M40種超硬合金の約2倍の靱性を持つ。耐チップング性、耐摩耗性ともに優れているため、エンドミル、スローアウェイドリル、樹脂成形金型、農機具用耐摩耗部品などに使用され、従来の高速度工具鋼対比整数倍の高性能を示している。

(日立金属株式会社)