



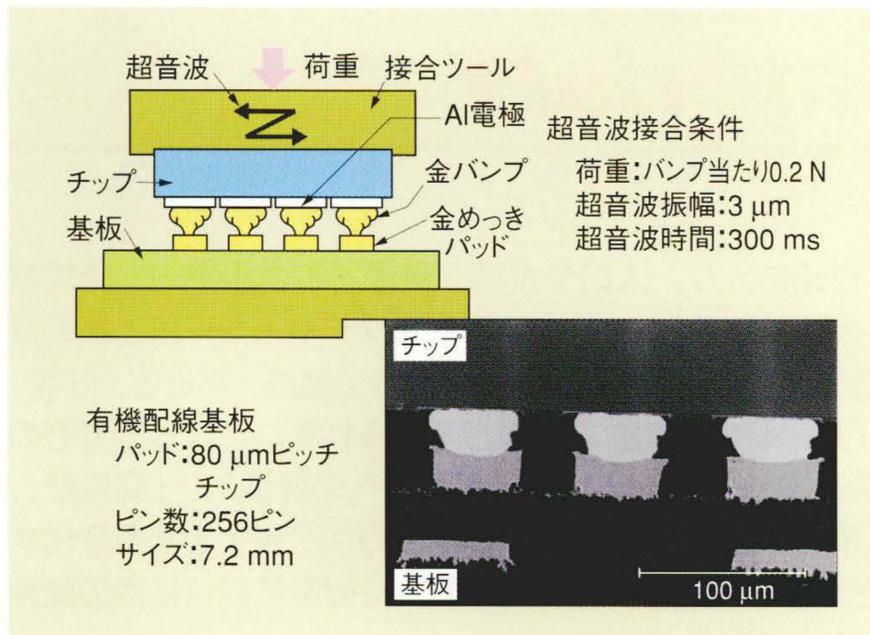
材 料

Materials

21世紀に入り、人口や食糧、資源、エネルギー、環境などの問題に対応したインフラストラクチャーが一段と整備され、情報・通信やマルチメディア機器の高速、高機能、小型、モバイル化が急速に進むものと考えられる。これらの分野の関連製品を構成するデバイスや材料への要請も、「高性能」、「高信頼」、「低コスト」、「環境に配慮」などますます多様化するとともに厳しくなっていく中で、特徴ある材料技術の開発を積極的に推進している。

次世代高速LSIに向けた銅めっき配線シミュレーション技術、その銅配線の無砥粒CMP(Chemical-Mechanical Polishing)技術、金/金フリップチップ接合、半導体のヒートシンク材としての新銅合金、モバイル機器に用いられるブルトウス用チップアンテナ、環境対応では鉛フリーはんだ用高耐熱ハロゲンフリー基板材料、半導体や磁気ヘッドなどのエレクトロニクスデバイスの信頼性確保に欠かせない極微小部の元素分布や極薄膜の膜厚評価技術の開発のほか、今後ますます重要になるたんぱく質の基本構造解明用1 GHz級高周波NMR(核磁気共鳴)分析計のための超電導コイルなどを開発中である。

● 金/金フリップチップ接合技術



超音波フリップチップ接合の仕組み(上)と接合部断面構造例(下)

次世代高速マルチチップモジュールの実装法として、金バンプ(金の凹凸)を形成した多ピンLSIの金/金フリップチップ接合技術を開発した。表面清浄化処理を加えた超音波接合法により、プロセスの低温化(常温~150℃)と低荷重化(バンプ当たり0.1~0.3 N)を実現し、チップや基板の熱的・機械的損傷を低減した。

この技術は、1,000ピン・数十マイクロメートルのパッドピッチレベルのチップまで適用でき、0.1 μm以下の無電解金めっき有機配線基板にも搭載できる見通しを得た。アンダーフィル樹脂を充てんすることにより、-55~150℃×1,000回の温度サイクル試験に耐えることができる。

(発表時期:2000年9月)

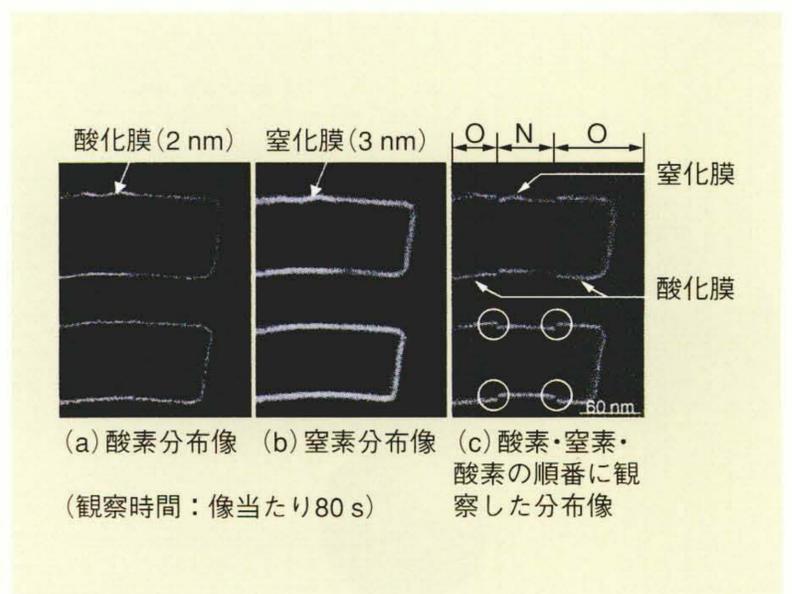
● リアルタイム軽元素分布像の観察装置

この装置は、電子線を試料面上で走査しながら、試料を透過した電子をエネルギー分光することで、元素分布像をリアルタイムで観察するもので、半導体素子などのプロセス開発への応用を主な目的としたものである。

特徴は、(1)空間分解能約1 nm、(2)観察中随時元素を選択でき、異種元素の境界を高精度で決定できる、(3)元素分布像を観察しながら視野を探し、倍率を選択できることである。

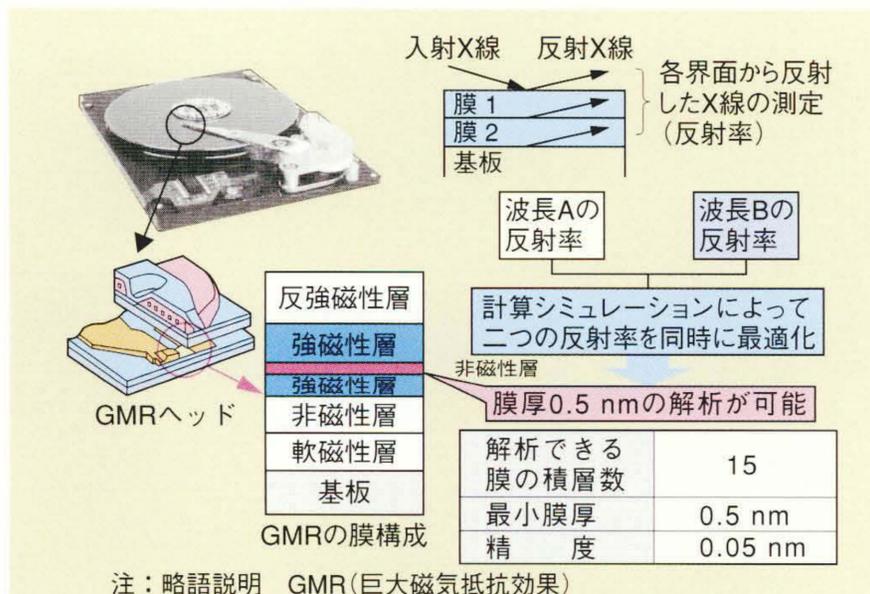
右図(c)では、元素を「酸素→窒素→酸素」と切り替えた分布像で、酸化膜が窒化膜の外側にあることが判別できる(同図円周部)。

(発売時期:2000年7月)



半導体メモリのキャパシタ部分の元素分布像

● 2波長X線反射率法によるサブナノメートル膜厚評価技術



磁気ディスクと膜厚評価技術の概要

磁気ディスク装置の大容量化に向けて、高感度なGMRヘッドの開発が進行している。ヘッドの高感度化には、数ナノメートル~サブナノメートルの磁性および非磁性層の多層化が必要であり、かつ、これを高精度に評価する技術が不可欠である。

従来のX線反射率法では、このような積層膜の膜厚評価は困難であった。そこで、特別なX線波長を利用し、しかも複数の波長で測定した反射率を同時に最適化するなどのくふうにより、最小膜厚0.5 nm(原子4層分)まで解析できる技術を開発した。この技術は、半導体材料や有機材料などの積層膜にも適用できる。

(発表時期:2000年4月)

● 低熱膨張・高熱伝導の銅複合材料

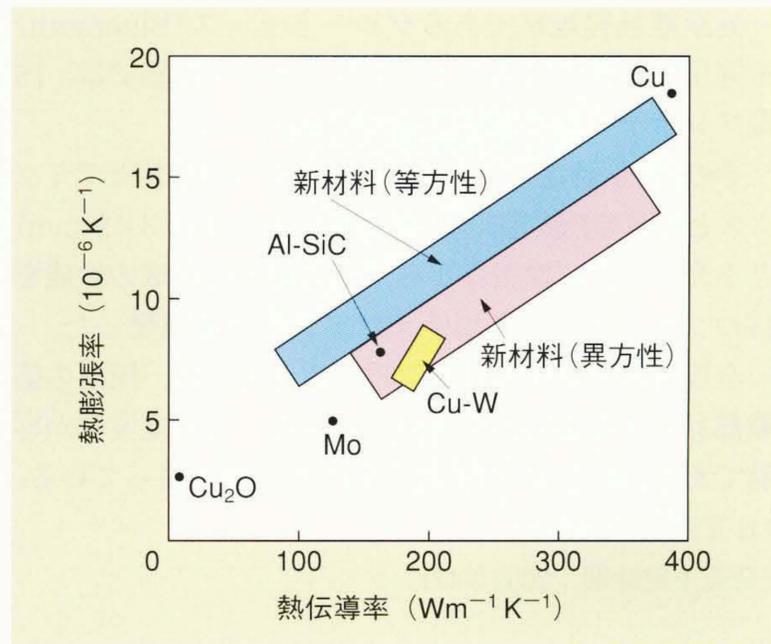
低コストで加工性に優れた、半導体分野向けの新しい銅系ヒートシンク材料を開発した。高熱伝導の銅の中に低熱膨張の第一酸化銅(Cu₂O)を微細に分散させることで低熱膨張と高熱伝導を両立させ、かつ広範囲の調節を可能とした。

銅と酸化銅だけで構成し、製造方法も一般的な溶解鋳造法や粉末冶金法であることから、(1) 従来材に比べて低コスト、(2) 銅に比べて切削性が優れる、(3) 組織制御により、熱特性の異方性を付与できる、(4) リサイクル性に優れるなどの特徴を持つ。

(日立電線株式会社)

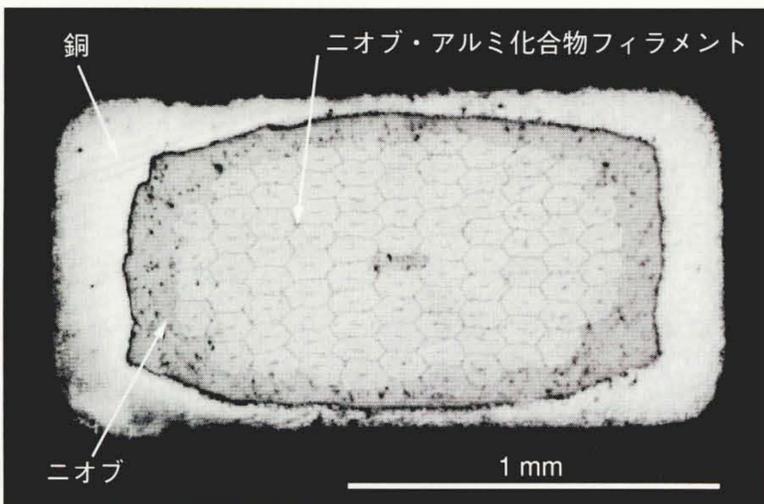
(発売時期：2000年4月)

(発表誌：日経メカニカル 2000年6月号 No.549)



銅複合材料の熱特性

● 超高磁場発生用ニオブ・アルミ化合物系先進超電導線材



ニオブ・アルミ化合物系先進超電導線材の断面

高分子タンパク質の基本構造解明に求められている1 GHz級の高周波NMR(核磁気共鳴)分析計では、23.5 Tの超強磁場発生用超電導コイルが必要である。そのため、日立製作所と日立電線株式会社は、科学技術庁金属材料技術研究所と共同で、ニオブ・アルミ化合物系先進超電導線材とコイル化の開発を進めている。

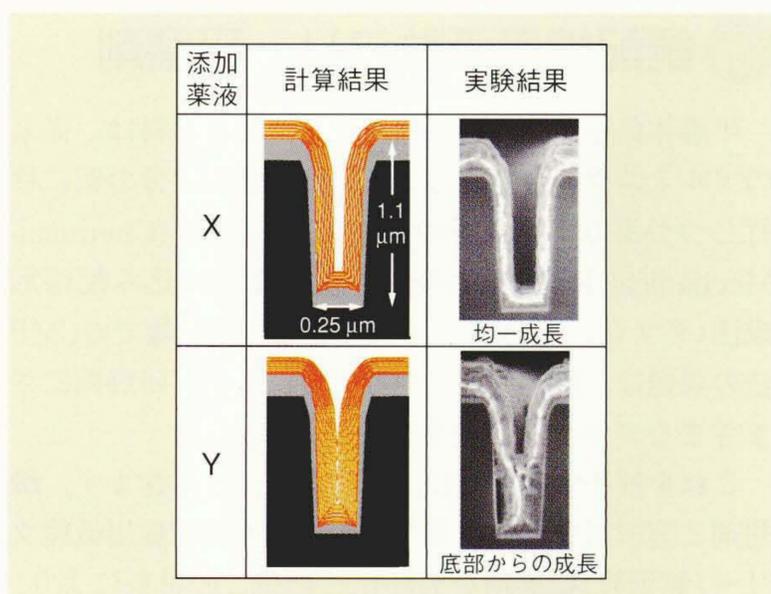
この線材では2,000℃まで約1秒間で急熱・急冷する特殊な熱処理技術の導入によって強磁場性能を大幅に向上でき、この線材をコイル化した金属系超電導マグネットでは、世界最高の22.5 Tの強磁場の発生に成功した。1 GHz NMRの2003年度実現を目指し、さらに高性能化を進めている。

● 半導体銅めっきシミュレーション技術

次期高速LSI用銅めっきプロセスの開発では、0.1 μmオーダーの微細配線溝や孔にボイドなしで銅を埋め込むことが課題となっている。従来、さまざまなめっき条件(電流・電圧条件、薬液組成、濃度など)の最適化に要していた試行錯誤を軽減するために、試作作業を大幅に削減できる「埋め込み形状シミュレーション技術」を開発した。

この技術では、従来困難であった添加薬液の物性値や濃度に応じた形状予測を可能とした。現在、0.1 μmオーダーの埋め込み条件の最適化のほか、マクロなウェーハ内の膜厚分布を均一化するための、めっき装置形状の設計にも適用中である。

(発表時期：2000年12月)



埋め込み形状シミュレーションによる予測例

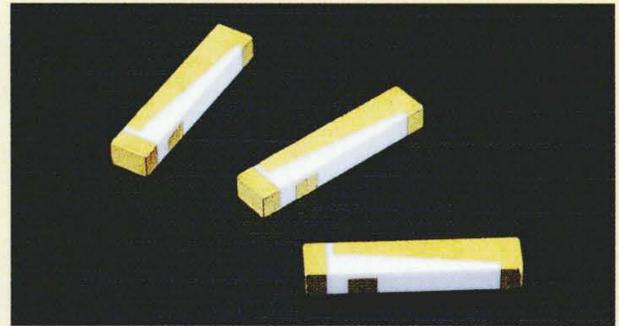
● ブルートゥース用チップアンテナ

近距離無線規格であるブルートゥース (Bluetooth) を適用する携帯電話などの小型モバイル機器では、内蔵アンテナの小型・軽量化が必須である。

そのため、誘電率が高くかつ低損失の誘電体セラミックスと独自のE形電極構造の採用により、15×3×2(mm)と小型で小占有面積ながら、高利得・広帯域の性能を持つブルートゥース用チップアンテナを開発した。

全周方向で無指向性を実現するとともに、周囲の搭載部品による影響が小さいことから、高密度実装が容易であり、組みやすさでも優れた特徴を持っている。(日立金属株式会社)

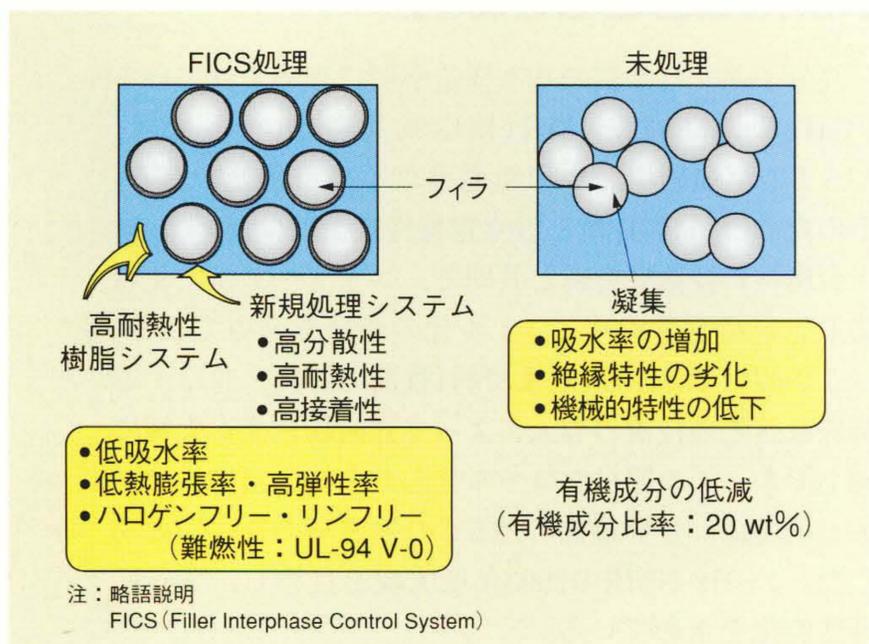
(発売予定時期：2001年4月)



項目	仕様
無線周波数	2.400~2.4835 GHz
平均利得	-3 dBi(標準)
指向性	なし
入力インピーダンス	50 Ω(標準)

ブルートゥース用チップアンテナの外観と主な仕様

● 高耐熱ハロゲンフリー基板材料



E-679F(G)の開発コンセプト

各種電子機器用のプリント配線板にもハロゲンフリー化や鉛フリー化が求められている。このようなニーズに合わせて、プラスチックパッケージに対応できる高耐熱ハロゲンとリンフリー基板材料“MCL-E-679F(G)”を世界に先駆けて開発した。

E-679F(G)では、(1) フィラの高分散性と高耐熱性を両立させる樹脂・フィラ界面の制御システムと、(2) 耐熱骨格を持つ樹脂システムという独自の二つの新規技術により、耐熱性樹脂量を極限まで低減し、ハロゲンや燐を使わずに難燃化することを実現した。これにより、基板の有機成分比率を通常の基板材料の半分以下の約20 wt%とした。Tgは従来のパッケージ用基板材料と同等の160℃以上を発現し、吸水率もFR-4材の約25%と低いため、鉛フリーはんだにも対応が可能な、高温での優れた吸湿耐熱性を持つ。

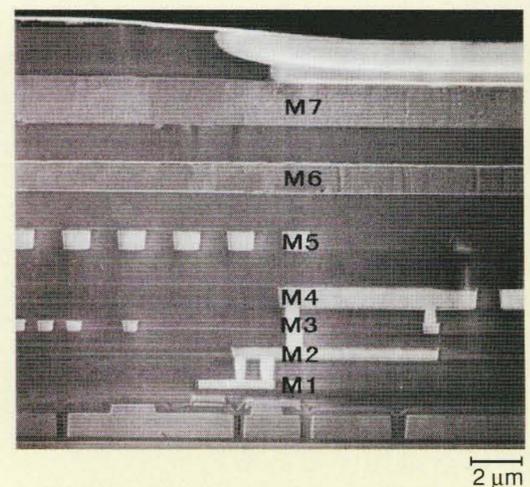
(日立化成工業株式会社) (発売予定時期：2001年6月)

● 銅配線用砥粒フリー研磨剤

半導体集積回路の高速化に伴い、配線材料は、従来のアルミニウム合金から電気抵抗率が約半分の銅に移行しつつあり、銅配線の形成には、CMP (Chemical-Mechanical Polishing) 技術を用いた埋め込み配線形成法(ダマシン法)が採用されている。銅配線でのCMP法の課題は、研磨材に用いる砥粒によって研磨面にさまざまなダメージが発生することにある。

これを解決するために、砥粒をまったく含まず、酸化剤と溶解剤などの薬液だけから成る銅配線用砥粒フリー(無砥粒)研磨剤を製品化した。この材料により、半導体集積回路の歩留り向上が期待できる。

(日立化成工業株式会社)



(M2からM5にCu配線CMPを適用)

大型コンピュータ用集積回路の断面写真