

材 料

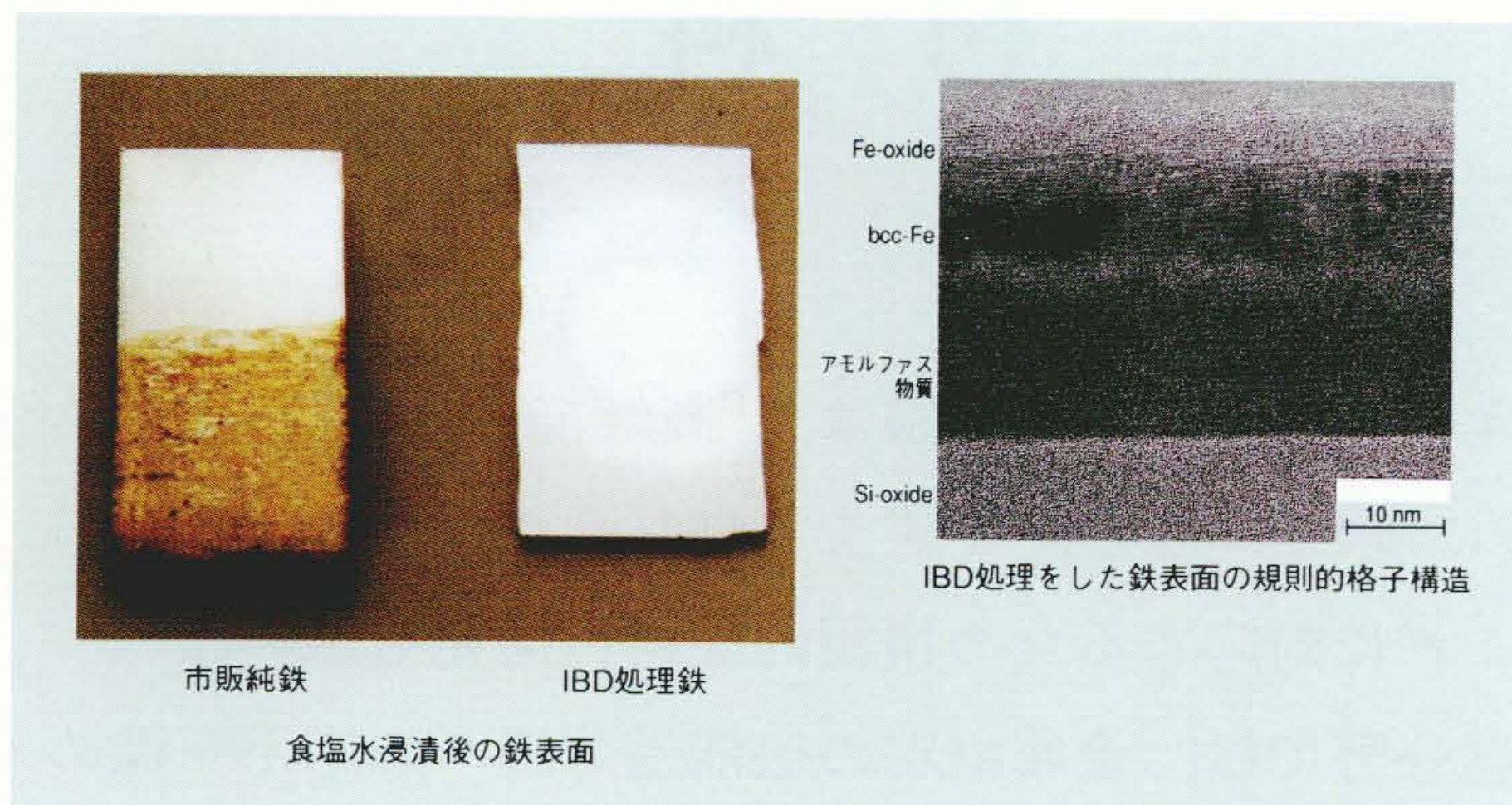
近年、材料に対する要求は、「高性能」、「低コスト」、「環境に優しく」など、ますます厳しくかつ多様化しており、これに対応するため積極的な材料開発を進めた。

金属分野では、金属材料の機能性薄膜への応用を進めているIBD(Ion Beam Deposition)法による高耐食性金属膜、単一部材中に強磁性部と弱磁性部を持つ鋼、環境に優しい自己融着性エナメル線などである。

非金属の分野では、光では水性が変化する超はっ水性塗料、光学機器の小型化・低コスト化に寄与する非複屈折性光学樹脂、環境保全性に優れたアルカリ現像ポジ型感光性ポリイミドを開発している。

セラミック分野では、デジタル携帯電話電力増幅用ダブルヘテロ構造HEMT(High Electron Mobility Transistor)用エピタキシャルウェーハ、セラミック系巻線とコイル含浸剤による400℃クラスの超耐熱絶縁システム、および個々のセラミックス粒界の電気特性を解析する技術を開発した。

高耐食性金属膜



高耐食性金属膜の形成例

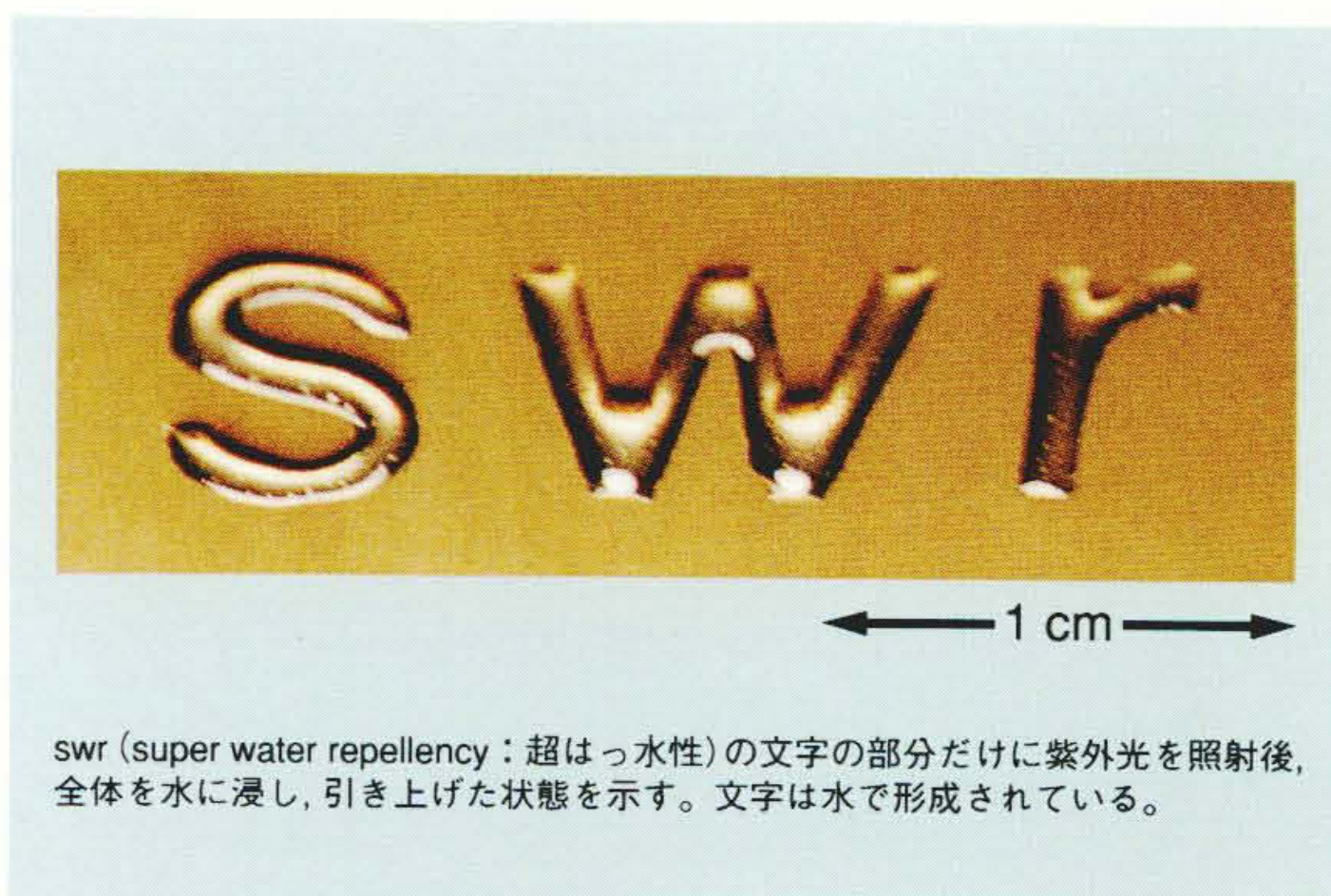
金属を高純度化、微細結晶化および結晶構造制御することにより、従来にない耐食性を持つ薄膜を形成することに成功した。成膜方法は、高真空中に金属イオンを引き出して、質量分離後に低エネルギーイオンを堆積させるIBD(Ion Beam Deposition)法である。

この方法でシリコン基板上に形成した鉄薄膜は、大気中に放置したり、食塩水中に浸漬してもまったくさびない。これは、結晶性で欠陥の少ない数ナノメートルの自然酸化皮膜が表面を覆うためである。現在、表面処理法として、また、新機能性材料としての応用展開を進めている。

光による超はっ水性制御

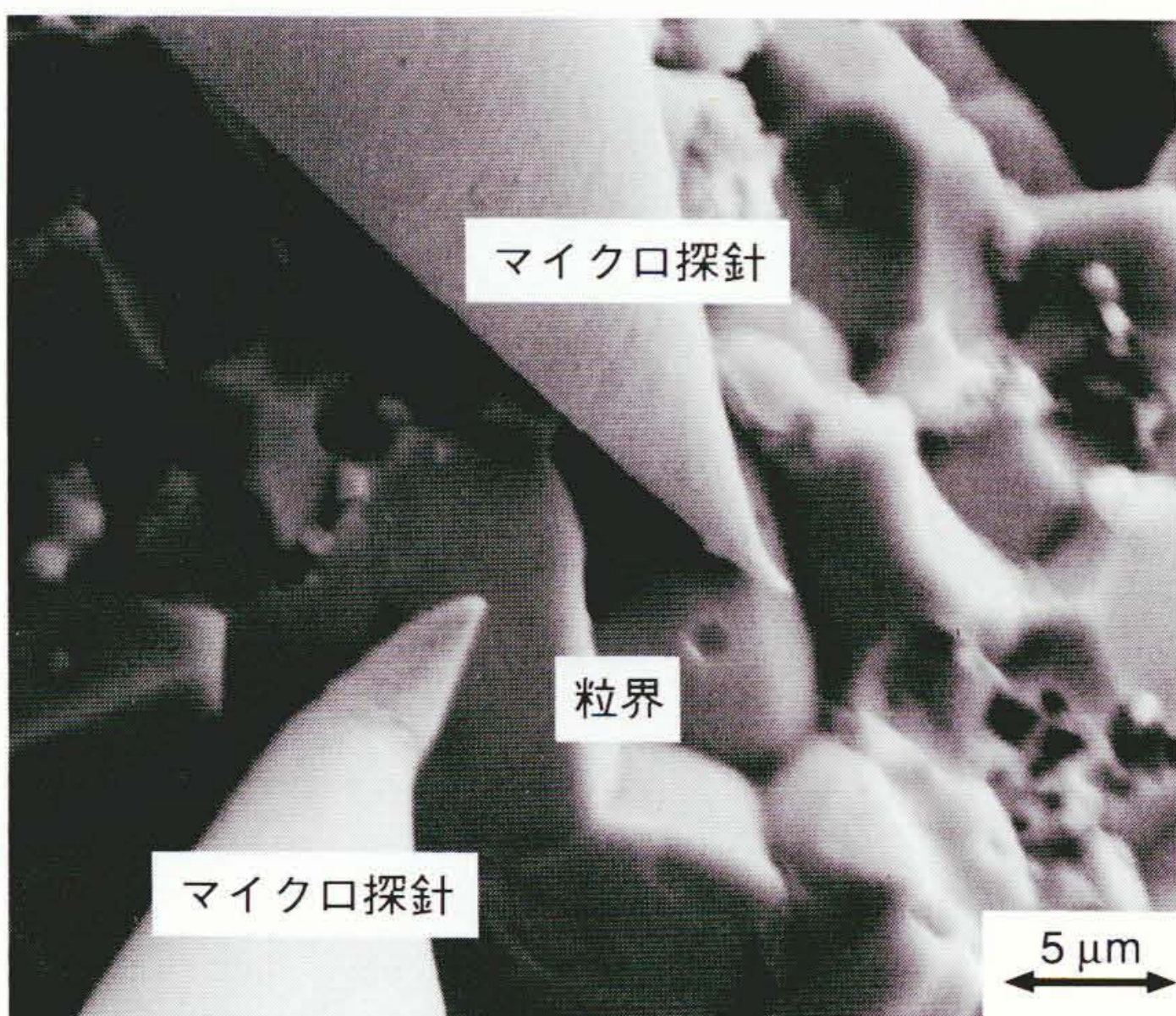
はっ水材料とフォトクロミック材料の併用で紫外光を照射すると、照射部分のはっ水性が低下する超はっ水塗膜を開発した。紫外光照射前は、この塗膜表面は水との接触角が150度以上であるが、紫外光照射によってその接触角が約80度まで低下する。この現象を利用すると、超はっ水表面に水で文字を表示することができる。

この塗膜は2種類の塗料の塗布・乾燥という簡便な方法で作製でき、塗料に溶解しない金属やガラスなどの固体表面に形成できる。現在、新しい印写技術、微細凹凸形成などの加工技術への適用を検討中である。〔発表誌：日本化学学会秋季年会(平成9年)講演予稿集〕



超はっ水表面への文字表示例

セラミックス単一粒界の電気的特性解析技術



粒界を挟んだマイクロ探針の電子顕微鏡写真

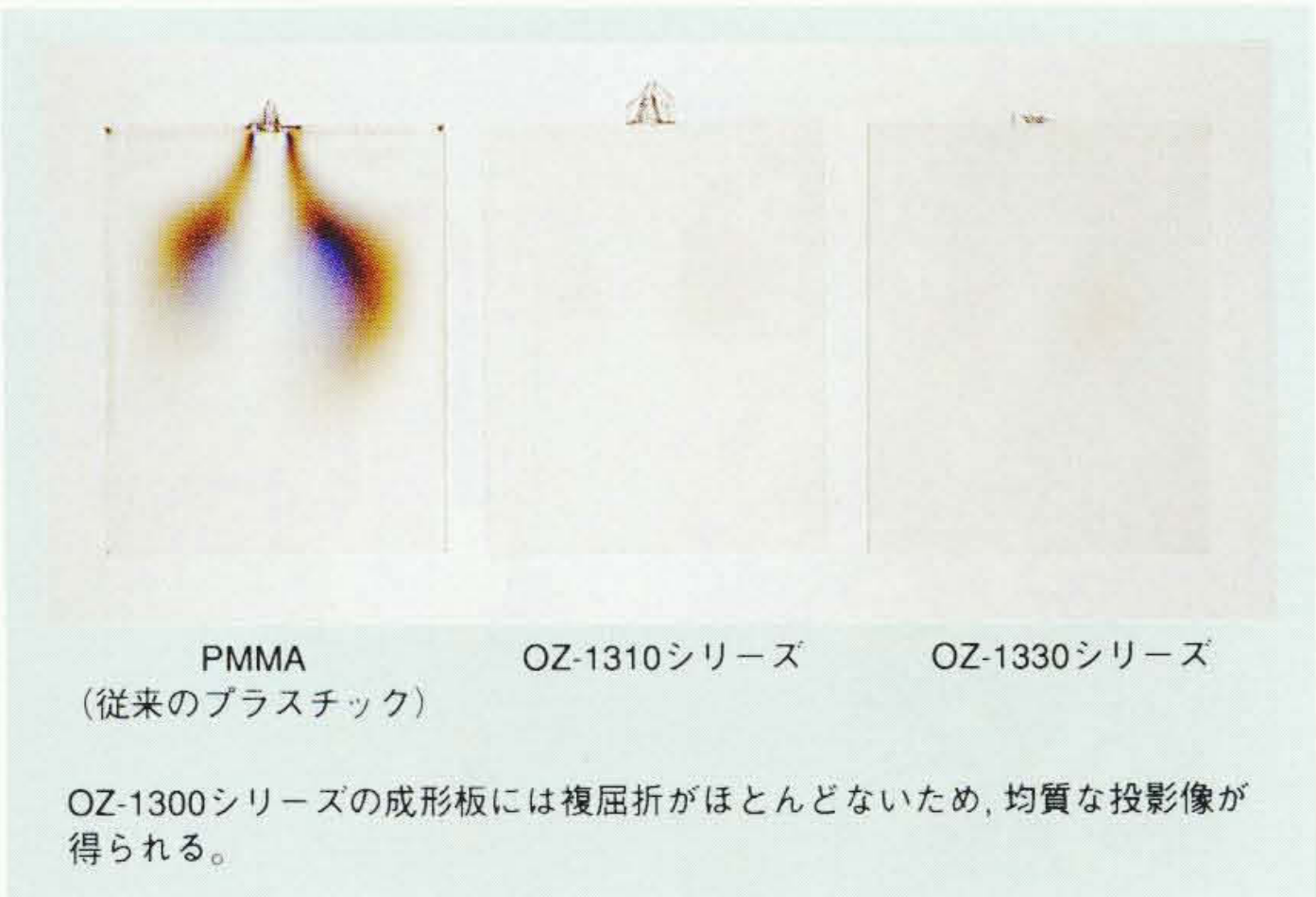
セラミックスの電気的特性には、数マイクロメートル程度の大きさの結晶粒どうして形成される粒界が関係する。個々の粒界の電気的特性を直接計測できる解析装置を開発した。電子顕微鏡内部に設置した2本のマイクロ探針を、試料を観察しながら動かし、特定した微小領域の抵抗値を計測する(左図では、マイクロ探針で一つの粒界を挟んでいる)。これにより、非オーム性材料の粒界ごとの抵抗不均一性を評価できた。この装置では測定領域の元素分析もでき、特性と組成との関係が検討できる。

この研究は、科学技術庁の平成8年度科学技術振興調整費「ナノスペースラボによる新材料創製に関する研究」の一環として行われた。



非複屈折性光学樹脂

プラスチックの非球面レンズは射出成形によって安価に量産できるため、光学系のレンズ枚数とコストを大幅に削減できる。しかし、従来の透明プラスチックでは成形時に生じる光学的なひずみ(複屈折)を完全になくせないため、高精度な製品には適用できなかった。オプトレックスOZ-1300シリーズの成形板は、この問題を克服するために設計された分子構造から成り、成形品の全面で複屈折がほとんど発生しない(右図参照)。このため、MDやDVDなどの光ディスクのレーザ光読取り用レンズや液晶プロジェクタの投影レンズなどに実用化され、光学機器の小型化、低コスト化に貢献している。(日立化成工業株式会社)
(発売時期：1997年1月)

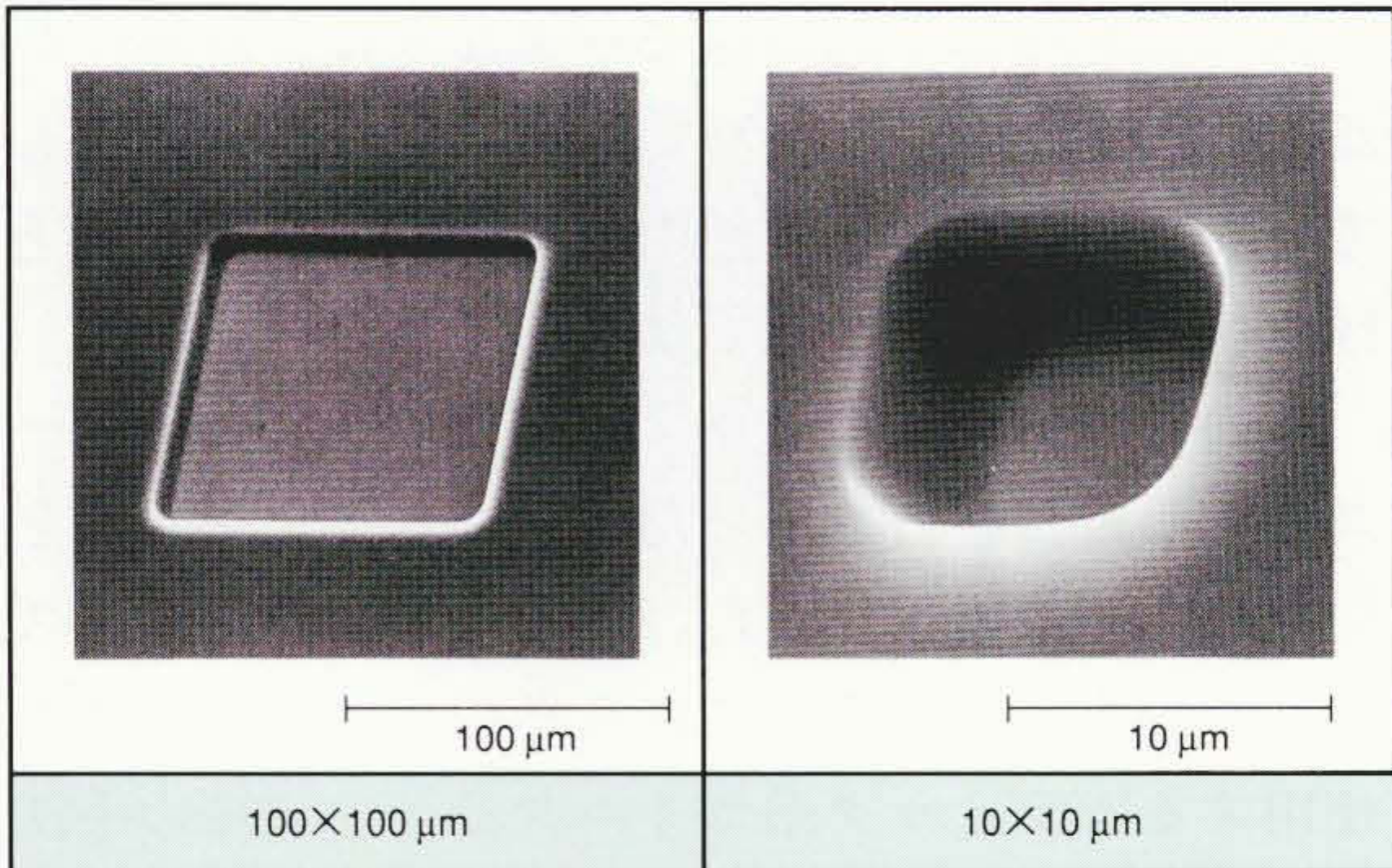


射出成形板に偏光を通した写真



半導体保護用アルカリ現像ポジ型感光性ポリイミド

新たな感光剤を開発し、アルカリ水溶液で現像できるポジ型感光性ポリイミドを開発した。従来用いられてきた有機溶剤現像液に比べ、安全性、環境保全性に優れている。さらに、安価で廃液処理も容易である。
また、ポジ型であるためにパターン精度に優れており、右図に示すように膜厚8 μ m(イミド化後5 μ m)で10 μ m以下のパターン形成が可能である。露光波長としてはg線(436 nm)とi線(365 nm)がともに使用できる。膜の耐熱性も高く、約300 $^{\circ}$ Cでの使用が可能である。半導体の表面保護膜として各種ロジック、メモリデバイスへの適用を検討している。



i線で加工した感光性ポリイミド(現像後、膜厚8 μ m)



デジタル携帯電話電力増幅用ダブルヘテロ構造HEMTエピタキシャルウェーハ

携帯電話電力増幅用には主にFET(Field-Effect Transistor)が使われてきたが、デジタル化や低電圧化などを実現するためには、さらに高効率、低ひずみ出力特性のデバイスが必要である。これを満足するものとしてダブルヘテロ構造HEMT(High Electron Mobility Transistor)が提案された。

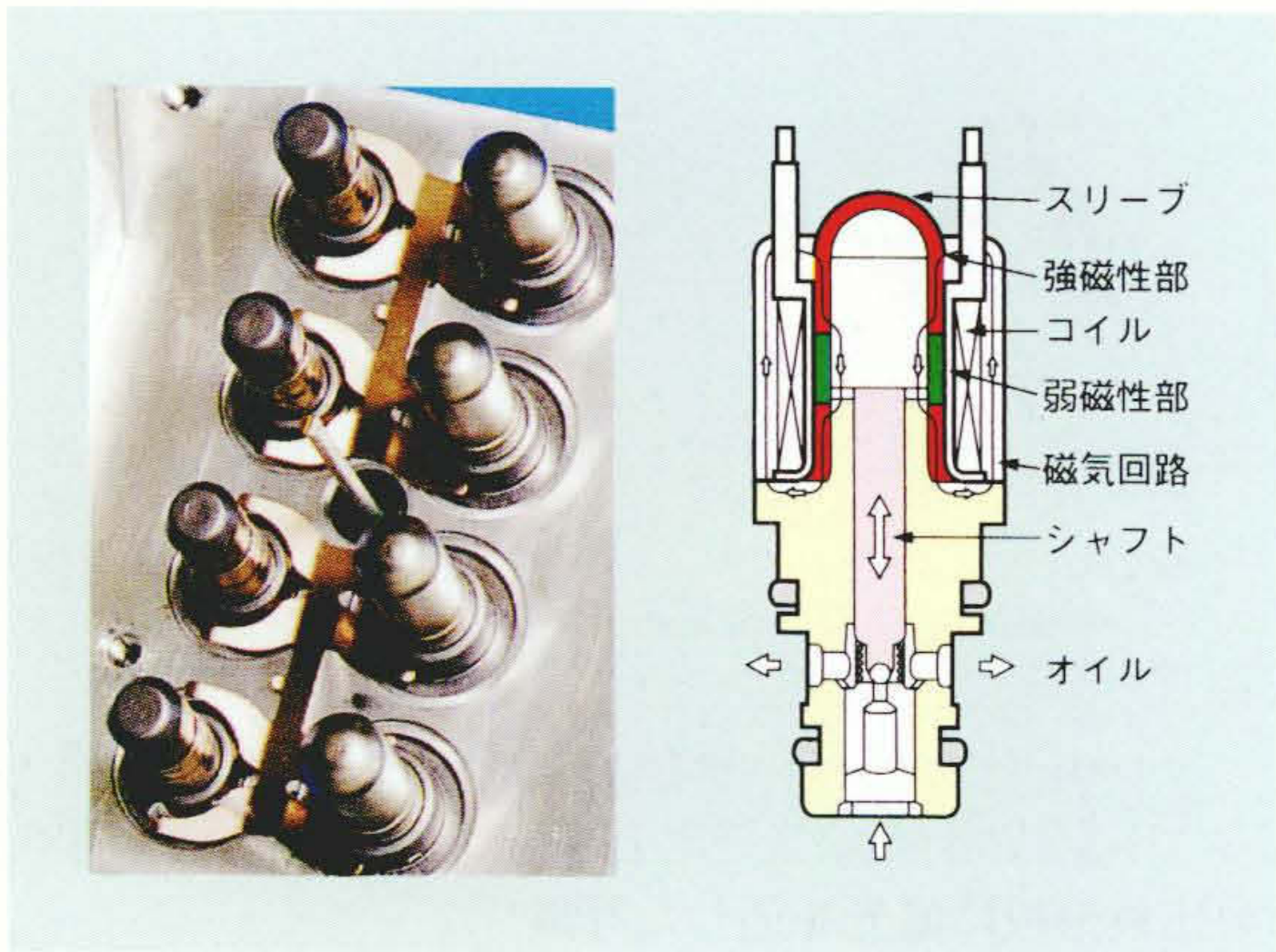
今回、この構造の基本特性を早期に把握し、所望のデバイス特性を得るためのエピタキシャル構造設計技術を確認し、他社に先駆けてこのデバイス用のエピタキシャルウェーハを開発した。成長法は量産性に優れた多数枚チャージMOVPE(Metal Organic Vapor Phase Epitaxial)法で、開発完了と同時に量産・納入を開始した。
(日立電線株式会社)

電子供給層 →	n^{+} -GaAs	厚さ (nm)	キャリア濃度 (cm ⁻³)	組成比 (Al, In)
	Un-AlGaAs	50~200	1~5E18	—
	n-AlGaAs	10~100	—	0.15~0.3
チャネル層 →	Un-AlGaAs	1~20	1~5E18	0.15~0.3
	Un-AlGaAs	0~5	—	0.15~0.3
	Un-InGaAs	10~20	—	0~0.2
電子供給層 →	Un-AlGaAs	0~5	—	0.15~0.3
	n-AlGaAs	1~20	1~5E18	0.15~0.3
	Un-AlGaAs	50~200	—	0.15~0.3
	バッファ層	200~1,000	—	—
	半絶縁性 GaAs基板			

従来はチャンネル層の上だけだった電子供給層を下にも追加して、チャンネル層のキャリア濃度を増大させて高出力を現実化した。

ダブルヘテロ構造HEMTエピタキシャルウェーハの構造例

単一部材中に強磁性部と弱磁性部を併せ持つ材料



自動車のABS用電磁弁のスリーブと断面構造

準安定オーステナイトステンレス鋼を基に、一つの材料中に磁化の大きい強磁性部と透磁率が1.2以下の弱磁性部を併せ持つ材料を開発した。

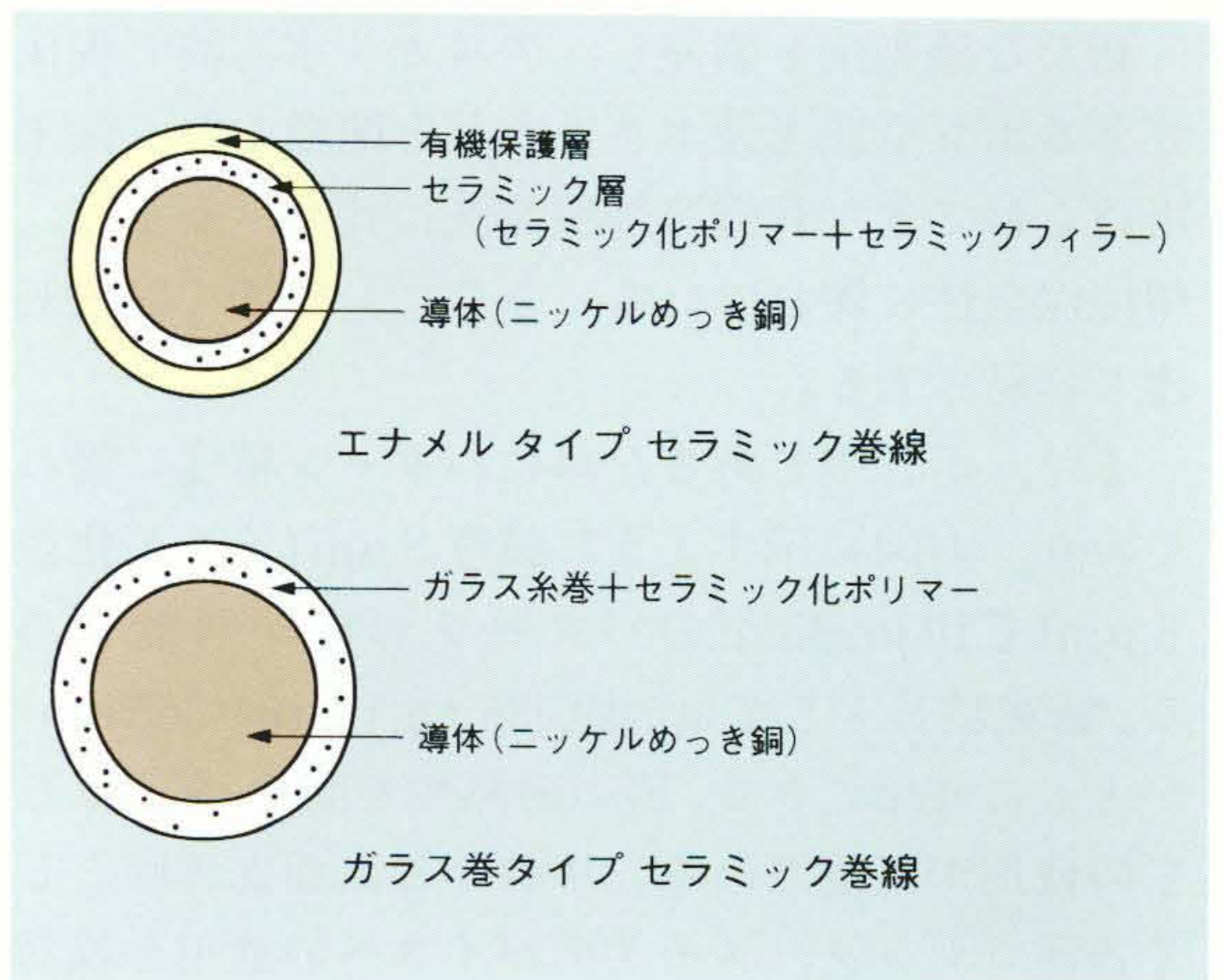
冷間成形時の加工誘起変態によって50%以上の伸びを示すため、深絞り加工が容易であるとともに、大きい磁化が得られるように化学組成を制御している。また、成形体の一部に熱処理を施して結晶粒を微細化させ、低温まで安定な弱磁性部を持たせることができる。単一成形体で磁性的に複合部を持つため、磁束を有効に活用でき、部品の小型化が可能である。現在、自動車のABS用電磁弁のスリーブに適用されている。

超耐熱性と高度な巻線性を実現したセラミック巻線とコイル含浸剤

誘導加熱機器や超高温モータなどに、耐熱性が250℃を超え400℃クラスに及ぶニーズが出現している。これらの超耐熱用途では、従来の有機絶縁材料を使用した巻線では対応できない。

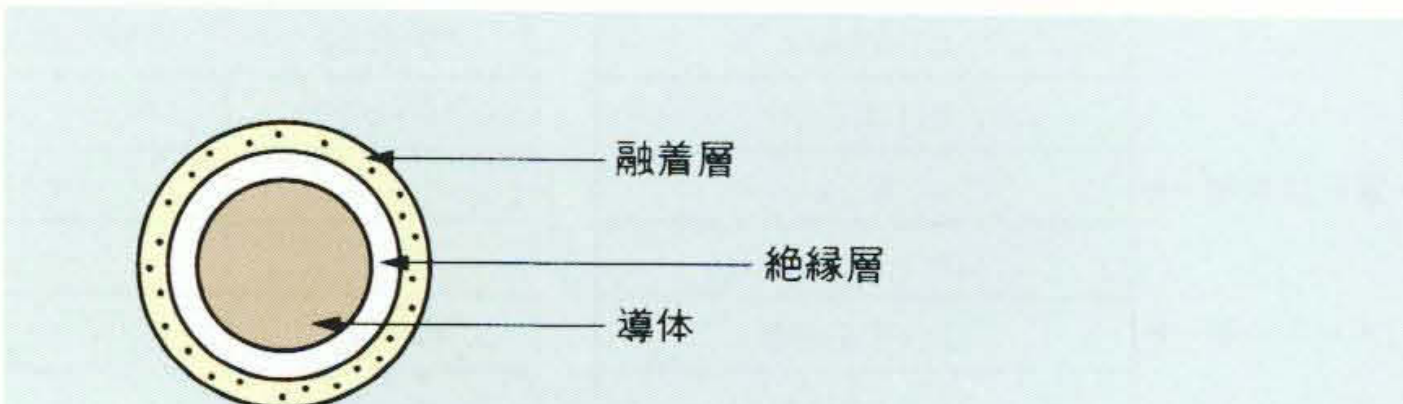
このため新たに、セラミック化ポリマーをベースとする絶縁材料を用いた各種セラミック巻線を開発し、一部実用化した。また、超耐熱絶縁システムを形成するため、これら巻線と組み合わせて使用するセラミック系コイル含浸剤を同様の手法で開発し、この実用性を確認した。これらは、400℃クラスでの使用が可能であり、巻線性が良好であるなど、今後ますますその適用拡大が見込まれる。

(日立電線株式会社)



新しく開発したセラミック巻線の構造

電工作業性に優れ、環境に優しい新自己融着性エナメル線



用途	融着層	絶縁層	主な特徴
偏向ヨークコイル	自己潤滑 特殊ナイロン	H種エステルイミド	• 低温融着 (120~140℃) • 滑り性が良い。
電装品コイル	特殊耐熱 エポキシ	H種エステルイミド、 ポリアミドイミド	• 高温中の接着力が良い。 • 低臭気

新しい自己融着性エナメル線の構造と特徴

電工作業の合理化や機器の信頼性向上、環境問題対応を目的として、加熱するだけでコイルに固着できる自己融着性エナメル線の適用が拡大する傾向にある。中でも、パソコン用ディスプレイの偏向ヨークコイルや、自動車などの電装品コイル用の需要増加は著しい。

偏向ヨークコイル用として、最近の低温融着、滑り性向上のニーズに対応した新しい自己融着性エナメル線をシリーズ化するとともに、電装品コイル用を中心に、高温中の接着力に優れた低臭気の耐熱自己融着線を実用化した。今後、他分野への応用も含め、ますます適用拡大が見込まれる。

(日立電線株式会社)