

## 材 料

---

セラミックスの分野では、セラミックスの焼結過程の原子レベルでのその場観察に成功し、実製品では世界に先駆けてセラミックスロールを製品化した。一方、高周波プリント配線板用基板では、セラミックスに代わって量産性などに優れる高誘電率銅張積層板を開発した。

極限状態の環境で使用する材料開発も進めており、宇宙ステーションの実験モジュールに使用される二層構造の耐燃電線、または核融合装置用として傾斜機能を持つ炭化ホウ素-炭素複合材料を開発している。

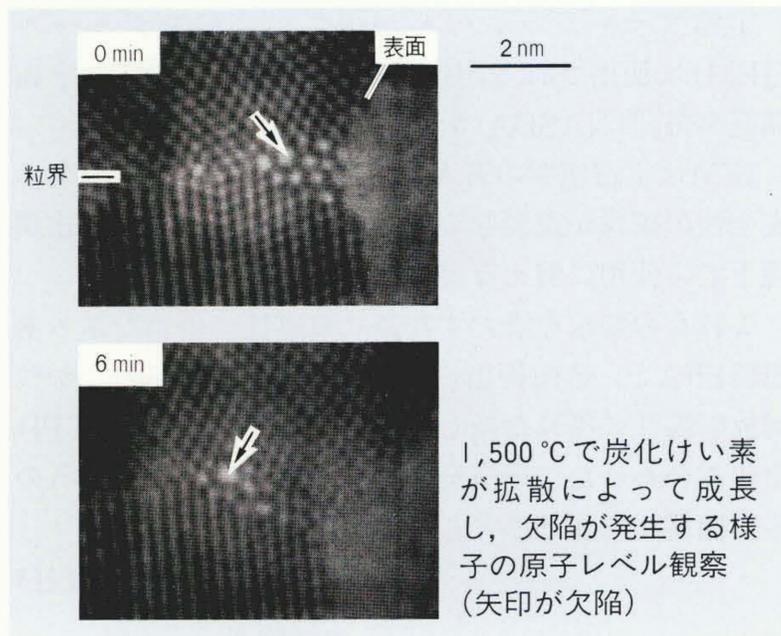
超電導に関連する材料としては、電力機器用超極細多心Nb-Ti超電導体、またはタリウム系高温超電導体の三軸配向線材などを開発している。

鋳造品の分野では、クリーンエンジン用にオーステナイト系耐熱鋳鋼製の排気系部品、または鉄骨鉄筋コンクリート造に適用できる露出型固定柱脚を製品化した。

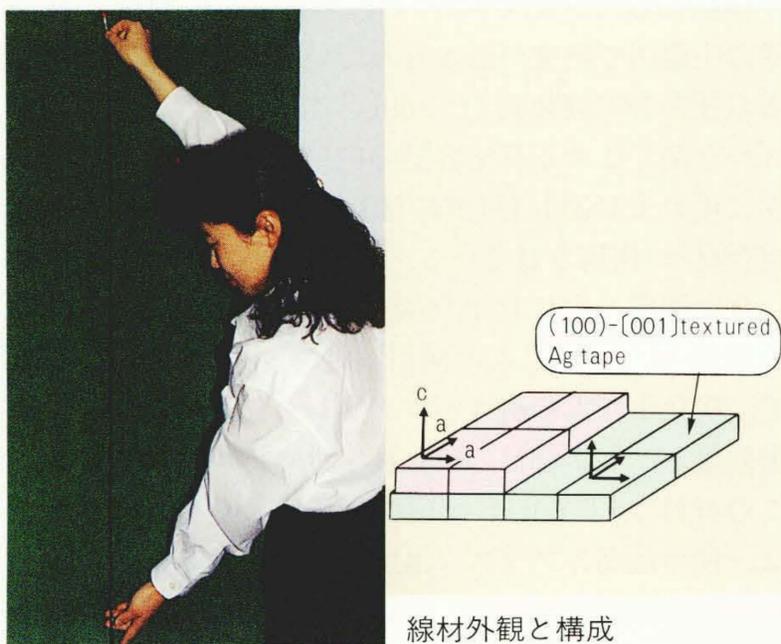
## セラミックスの焼結過程を原子レベルで初めて観察

汎用透過電子顕微鏡(TEM)を用い、セラミックスの焼結過程の原子レベルでのその場観察に成功した。

従来は、得られた焼結体の分析結果からそのプロセスを推測するだけで、原子レベルで同時解析はできなかった。今回、特殊な高温加熱試料ホルダを設けた汎用“H-9000”NARTEM装置を用い、1,500℃の高温でシリコン粉末と黒鉛粉末を反応させて炭化けい素を合成し、原子レベルでのその場観察に成功した。炭化けい素結晶が一層(0.25 nm)ずつ先端成長する様子、結晶構造が変化する様子などを世界で初めて撮影・確認した。今後、焼結過程の制御により、耐熱性や強度を高めたセラミックス材料開発の促進に貢献できる。



## タリウム系高温超電導体の三軸配向線材



液体窒素(77 K)で使える超電導マグネットを実現するには、高温超電導体の結晶が三次元的に規則正しく配列した線材が必要である。この高度な結晶配向を得るため、現在種々の真空成膜技術が適用されている。

今回、量産性の観点から真空を用いずに配向線材を作製する新技術を開発した。この方法は、原料溶液を超音波で霧化し、加熱した銀テープ上に吹きつける極めて簡単なものである。結晶を配向させるために、銀原子が超電導結晶と同じ規則性を持って配列する特殊な銀テープを開発した。この新しい方法で作製したタリウム系線材は、77 K零磁場で90,000 A/cm<sup>2</sup>、1 Tの磁場中でも7,000 A/cm<sup>2</sup>と高い臨界電流密度を示す。

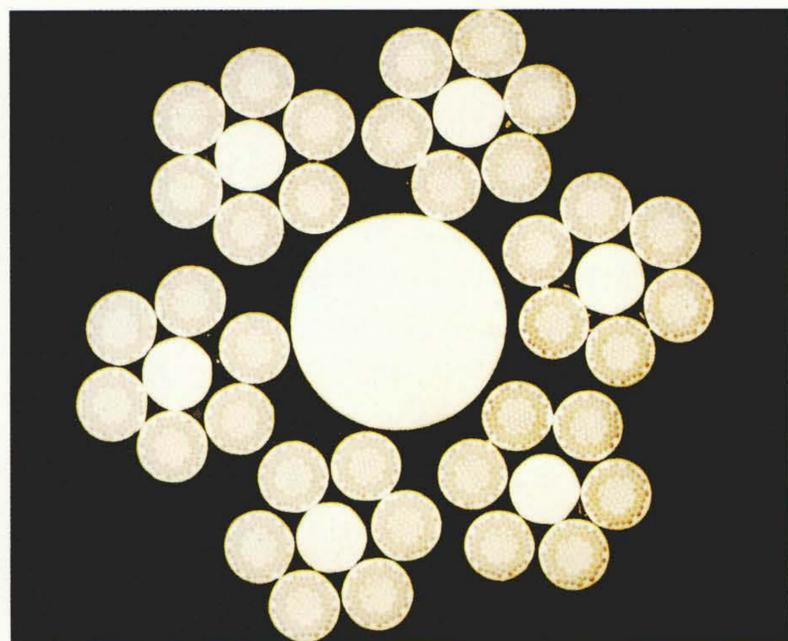
## 電力機器用超極細多心Nb-Ti超電導導体

電力機器の超電導化は機器の高効率化、小型化、電力システムの安定度向上などに効果がある。電力機器に適用するための交流用Nb-Ti導体(二次より線)を開発した。

交流用超電導線には、交流損失の低減と臨界電流密度の向上が要求される。今回、交流損失を低減するために線に埋め込まれた約四十万本のNb-Tiフィラメント径を0.1 μmまで極細化し、フィラメント回りにCu-Ni-Mn合金を採用した交流用Nb-Ti導体を開発した。

この研究は、通商産業省工業技術院ニューサンシャイン計画「超電導電力応用技術開発」の一環としてNEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)からの受託によって実施したものである。

(日立電線株式会社)



二次より線(超電導線36本)の断面

## 難燃性に優れたPFAと耐放射線性に優れたポリイミドを組み合わせた電線

宇宙ステーションのわが国での実験モジュール(JEM)に使用される耐燃電線の開発委託業務を宇宙開発事業団(NASDA)から受けた。

JEMは宇宙空間の有人居住設備であるため、人命の安全性の確保が重要な要求であり、また厳しい宇宙環境下での使用に耐えなければならない。

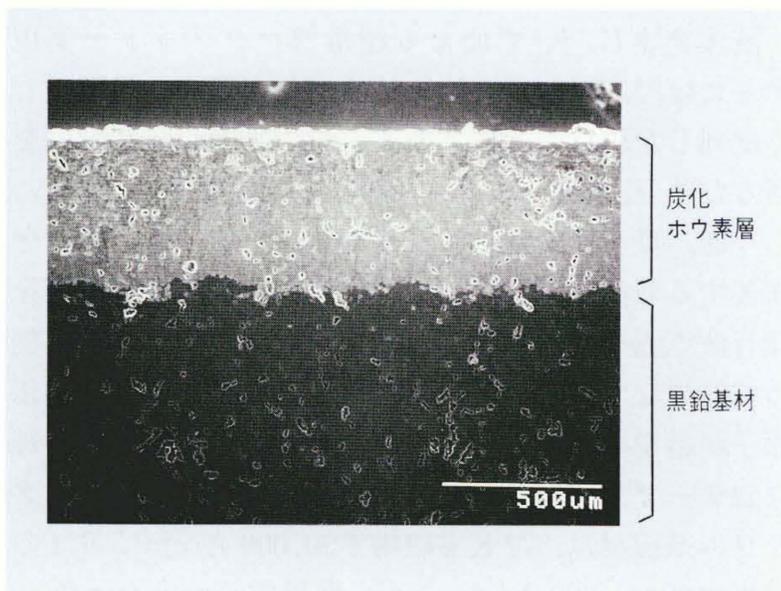
これらの要求を満たすため、難燃性に優れたフッ素樹脂PFAと、薄肉押出によって軽量化が図られ、かつ耐放射線性に優れた新しい熱可塑性ポリイミド(TPI)を組み合わせた二層構造の電線を開発し、NASDAの宇宙開発用共通部品として認定を取得した。

(日立電線株式会社)



耐燃電線

## 核融合装置用炭化ホウ素-炭素複合材



炭化ホウ素-炭素複合材の断面組織写真

核融合は21世紀のエネルギー源として期待され世界の主要国で研究が進められている。日本原子力研究所の核融合実験装置“JT-60U”では、高温の水素プラズマを閉じこめる真空容器の内壁保護材として、耐熱性に優れた炭素材料(黒鉛材および炭素繊維強化炭素複合材)が使用されている。

今回開発した炭化ホウ素-炭素複合材は、炭素材料の表面に炭化ホウ素の傾斜機能層を形成させたもので、炭化ホウ素の耐スパッタリング性、酸素不純物除去効果と、炭素材料の耐熱性を併せ持つ材料である。この材料はJT-60Uに採用され、日本原子力研究所では、世界最高のプラズマ温度を記録した。

(日立化成工業株式会社)

## 高周波プリント配線板用の高誘電率銅張積層板

高周波プリント配線板用基板材料は、小型化、コンデンサ内蔵化などのために高誘電率が、また伝送損失低減のために低誘電正接が要求される。従来の高誘電率配線板は、セラミック基板が使用されていたが、機種が多様化に伴う多層化、スルーホール化などの設計自由度、量産性が必要になり、有機材料が望まれていた。

開発した高誘電率銅張積層板は、プリント配線板の製造方法および一般特性がFR-4と同等であり、また誘電率の温度ドリフト特性も安定していることなどから、ナビゲーションシステム、電源用基板などの用途に期待できる。

(日立化成工業株式会社)

高誘電率銅張積層板の一般特性

項目	単位	処理条件	高誘電率銅張積層板	アルミナセラミック基板	FR-4基板
誘電率(1GHz)	—	A	10.2	9.6	4.3
誘電正接(1GHz)	—	A	0.0090	0.0020	0.0250
銅はく引きはがし強さ(18μm)	kN/m	A	1.2	—	1.4
絶縁抵抗	Ω	A	$1.4 \times 10^{15}$	$6.2 \times 10^{13}$	$1.5 \times 10^{15}$
		D-2/100	$3.2 \times 10^{14}$	—	$7.5 \times 10^{14}$
吸水率	%	D-24/23	0.14	0.0	0.58
スルーホール形成性	—	—	容易	困難	容易
多層化	—	—	可能	困難	容易

注：板厚 0.6 t

## 圧延用セラミックスロール

強度、靱性および耐摩耗性に優れるサイアロンセラミックスを用いた冷間圧延用高性能ワークロールを世界に先駆けて製品化した。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) 軽量である(鋼の $\frac{1}{3}$ )。
- (2) 極薄板圧延が可能(10 $\mu$ m以下)
- (3) 耐摩耗性に優れる。
- (4) 傷がつき難い。
- (5) 光沢変化が少ない。

以上により、長寿命(鋼の数十倍以上)、品質・生産性の向上、コストの低減が図れる。



サイアロンロール®  
(サイアロンセラミックス製冷間圧延ロール)

## クリーンエンジン用新鑄造排気系部品



超1,000℃の排気ガス温度に適合する排気系部品  
(排気マニホールド, タービンハウジング, キャタリストケース)

日米欧の自動車産業は、厳しい排気ガス規制といっそうの低燃費化への対応が最重要課題となっている。この両方を同時にクリアするには、エンジンの燃焼温度を高温化することが不可欠である。しかし、排気ガスを処理する排気系部品の耐熱温度は、従来900℃程度が限界であったため、これらの課題に対応するうえでネックとなっていた。

開発した新鑄造排気系部品は、耐熱き裂性を大幅に向上させたオーステナイト系耐熱鑄鋼と、肉厚2~3mmを可能とする砂型鑄造法の開発によって実用化されたものであり、超1,000℃の耐熱性と、低温始動時の触媒活性化時間の短縮に必要な低熱容量性を兼備する。

(日立金属株式会社)

## 鉄骨鉄筋コンクリート造に適用のSRCハイベース

ハイベースは、従来鉄骨造(S造)の露出型固定柱脚として、建築業界で愛用されてきた。

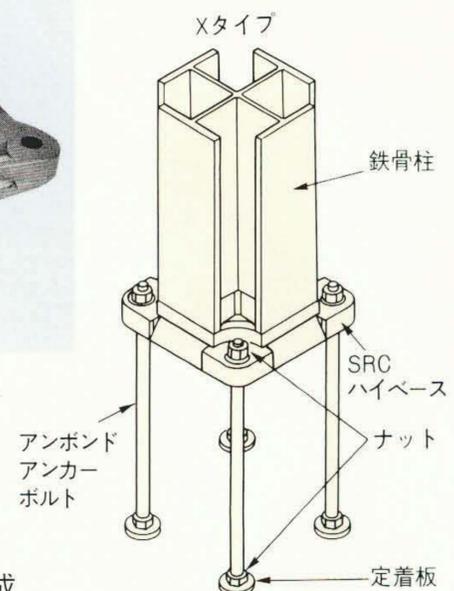
今回、鉄骨鉄筋コンクリート造(SRC造)に適用できる「SRCハイベース」を開発した。建設大臣の認定を取得した、この「SRCハイベース」を採用することにより、従来工法に比較して約10%のコスト低減と工期短縮が可能になる。

「SRCハイベース」は、中柱、側柱、隅柱にも対応できるX・T・Lの品種と、柱の外形で400~900mmまでのサイズを取りそろえた。

(日立金属株式会社)



SRCハイベース



SRCハイベース工法の構成