

» 会社紹介

SuperPower Inc. と高温超電導線材のご紹介

Introduction of SuperPower Inc. and High Temperature Superconducting Wire

Drew Hazelton*

Yifei Zhang*

Allan Knoll*

Gene Carota*

Aarthi Sundaram*

Paul Brownsey*

倉世古浩志*
Hiroshi Kuraseko

中崎竜介*
Ryusuke Nakasaki

笠原正靖*
Masayasu Kasahara

永田裕嗣*
Hirotsugu Nagata

福島徹*
Toru Fukushima

1. はじめに

SuperPower Inc. (以下 SP社) は、アメリカ合衆国のニューヨーク州スケネクタディ (Schenectady) 市に拠点を構え、第二世代高温超電導線材の開発と製造を行っております。前身は Intermagnetics General Corporation (IGC社) の高温超電導体部門で、2000年に分離独立、2012年に古河電気工業の一員(100%出資現地法人)となりました。



図1 SuperPower 社工場建屋
Manufacturing and corporate facility of SuperPower Inc.

設立当初より、SP社はそのユニークな技術力と設備開発ノウハウから、高温超電導分野のリーディングカンパニーと目され、今後 One Furukawa のメンバーとして古河電気グループの超電導技術と、将来事業の創出により一層の貢献を果たす考えです。

現在 SP社の活動は、高温超電導線材の性能向上と量産技術開発に主眼を置く傍ら、成果として得られた線材を各種の国立研究機関・国内外の大学・各企業の研究開発部門へ販売しております。これらユーザー様の実証試験・試作結果に基づき、性

能品質の継続的な向上を図っています。

SP社が開発する第二世代高温超電導線材は、REBCO (Rare Earth-Barium-Copper-Oxide: 希土類金属・バリウム・銅酸化物) 化合物から構成されます。その優れた磁場中の高電流特性から、高磁場を発生する電磁石コイルの巻線に適しているため、エネルギー機器・運輸・医療機器・先端科学分析機器などへの応用が検討され、各種国家プロジェクトのもと、さまざまな実証実験に用いられてきました。古河電工の将来事業に必須な線材と期待されます。また、古河電工グループの祖業である電力ケーブルへの適用実験も進み、電気抵抗ゼロ・夢のロスレス電送・ゆくゆくは低炭素社会の実現、に貢献するものと期待されます。

2. SP社の高温超電導線材の特長

SP社の高温超電導線材は、可撓性をもつ薄いテープ状の金属基材上へ多層の薄膜を形成することにより製造しています。高温超電導体である $REBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ (RE: Rare Earth・希土類金属とバリウム・銅の酸化) 薄膜は、その電気伝導特性が結晶方位に依存するため、優れた特性を引き出すには、結晶成長時に精密な配向制御を行うことが重要です。SP社では、電解研磨によって平滑化した金属基材上へ、スパッタ法と IBAD (Ion Beam Assisted Deposition) 法により、基板面内方向の結晶配向をも揃えたバッファ層を形成します。さらにそのバッファ層上に MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition: 有機金属気相成長) 法により超電導体薄膜を成長させることで、超電導体薄膜の結晶配向をも精密制御することに成功しました。超電導層の成長後は、Ag (銀) の安定化層を線材外周に形成し、必要に応じて Cu (銅) 安定化層を形成します。その後、臨界電流値 (I_c) 測定や外観検査など評価を経て線材を出荷します。

* SuperPower Inc.

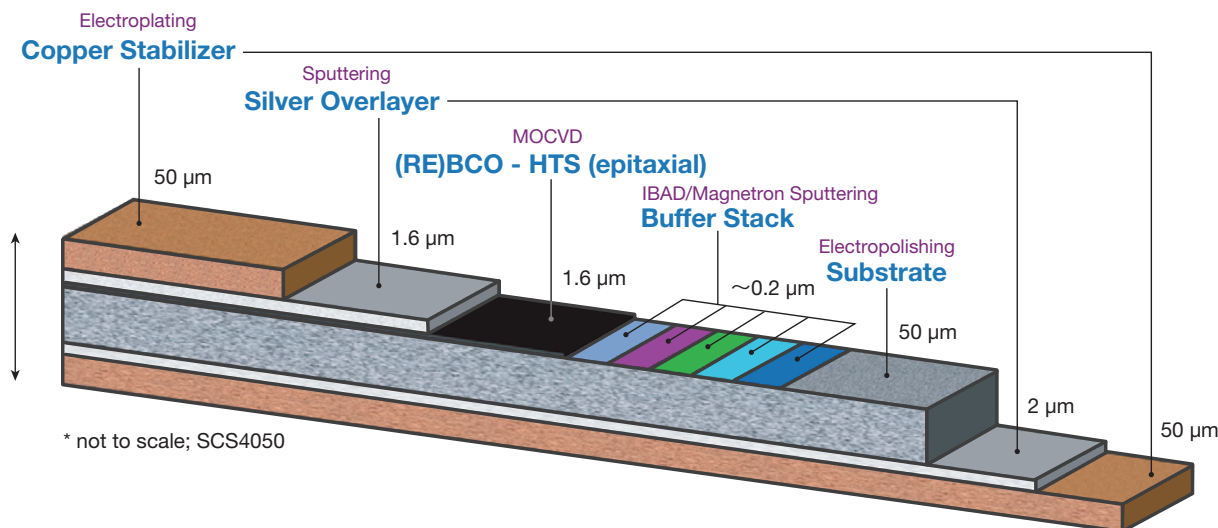


図2 SP社製高温超電導線材の構造
Structure of high-temperature superconductor produced by SPI.

3. SP社高温超電導線材の製品構成と用途

SP社の高温超電導線材は、さまざまな使用条件に合わせ、2種類の製品を販売しています。一つは電力ケーブルなどへの応用に適したCable仕様品で、環境温度65 K (K:ケルビン・絶対温度) 以上および発生磁場1 T (T:テスラ・磁束密度の単位) 未満で最適動作する線材と、もう一つはAP (Advanced Pinningの略称) 仕様品です。こちらは、中温・中磁場ないし低温・高磁場向けに最適設計されています。磁場中での臨界電流値が低下しないよう抑制する効果をもつ柱状人工ピンを導入した、SP社が得意とする線材品種です。

現在の標準仕様は線幅4 mm、金属基材厚み50 μm、安定化銅厚(片側)10ないし20 μmで、全体の厚みが0.1 mm以下の薄いテープ状線材です。ご要望に応じ、各種線幅(2, 3, 4, 6, 12 mm)および基板厚(30, 50, 100 μm)に対応可能です。継続的に製造プロセスの改善と均一化を進めており、数百メートルの線材長も対応可能となりました。

上記の特長を活かし、試用された数々のお客様から、「軽量コンパクトでしかも超高磁場を発生する電磁石コイルを作ることができた」、「外径が極めて細かいコンパクトな高電流ケーブルの開発に成功した」など、好評をいただいております。このように、SP社線材は中・高磁場応用機器(次世代MRI, 高性能NMR, 粒子加速器, プラズマ核融合炉等々)に適し、アメリカ国内のみならず、日本・ヨーロッパ・アジアでも数多くの適用例が提案されています(図3, 4)。

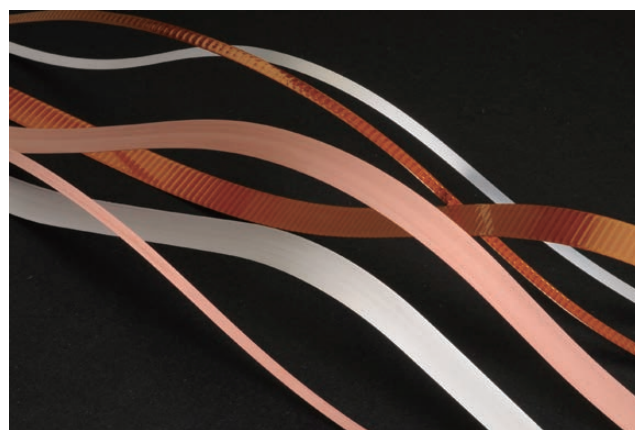


図3 SP社製の高温超電導線材外観
Outlook of superconductors produced by SPI.

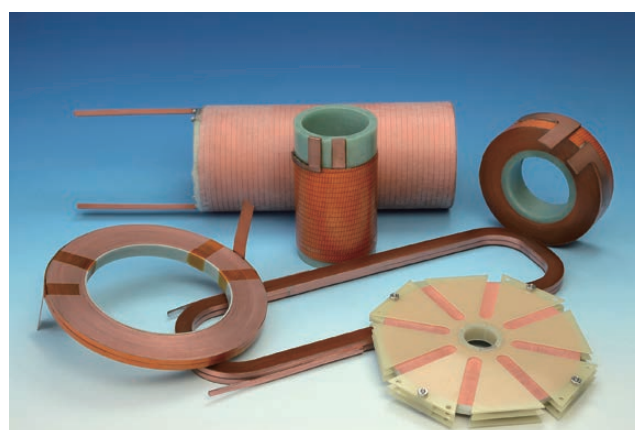


図4 SP社製高温超電導線材を使用したコイル形状の例
Examples of coil-forms using SPI's superconductors.

4. 製造および生産技術開発の現況

SP社の位置するニューヨーク州スケネクタディ市は、かのエジソンが築き上げたゼネラル・エレクトリック社(GE)発祥の地で、電力機器などの工場と、基礎技術開発を行う中央研究所を擁する本拠地でもあります。100年以上にわたって研究開発の街として栄え現在に至ります。また隣町のニューヨーク州都オルバニー (Albany) はナノテク・半導体関連分野を積極的に誘致育成しており、企業や大学などの研究機関が集まる地域です。

このような背景を踏まえ、SP社の現場では研究開発とモノづくりのDNAを持ったエンジニアおよびテクニシャンが集い、高温超電導線材の製造技術確立に向け、特に現在は線材製造工程の歩留り改善に注力して研究開発を行っています。原理原則を追究してプロセスと設備の設計製作・改良を自分達で行うとともに、「Quality & Consistency」の掛け声で全員参加の改善活動を進めています。また「安全最優先」を従業員全員が常に意識し、マネジメント参加の週例パトロールで安全意識の向上と定着を図っています。毎朝夕の「Gemba Meeting」では、「Be Safe! Let's Go Safe!」を全員で唱和し、現場は活気にあふれています。



図5 「Gemba Meeting」風景
A scene from “Tool-box Meeting”.

5. おわりに

今後とも、SP社はお客様のご意見とご要望を大切に、当社製高温超電導線材の特性向上と新商品の開発を続けてまいります。先端機器の進展に貢献し、来るべき未来社会の実現に向けてお役に立てることが、SP社全員の希望と目標です。