

需要地系統用次世代機器

背景・目的

低炭素社会に向けたPV大量導入などを見据え、将来の電力流通技術もフレキシブルに対応できるよう準備する必要がある。また、電力流通インフラの高経年化が進んでおり、至近年に大量のリプレース時期を迎える。このため、リプレース時に導入する新しい電力機器として、革新的な機能を有する次世代機器の開発が望まれる。

本課題では、社会受容性の高い次世代電力機器として、超電導限流器、ならびに環境調和型変電所機器を開発し、リプレース時の技術メニューとして提案する。

主な成果

1. 限流器に適用する超電導体の性能向上

大型化に適している磁気しゃへい型超電導限流器に用いるBi2223超電導体の作製条件の最適化を図った。超電導厚膜を作製する基板の表面を粗くすることで、超電導性能を維持しつつ、基板から剥離しにくいBi2223超電導体を作製できることを明らかにした(図1)。また、作製過程における焼成温度と焼成回数を最適化することにより、焼結体である超電導体を構成する個々の結晶の臨界電流密度として、目標とする $8,000\text{A}/\text{cm}^2$ (必要最小値に対して $2,000\text{A}/\text{cm}^2$ の裕度を有する)を達成した(図2) [H09019]。今後さらに、結晶間の電気抵抗を低減することなどにより、超電導体全体の性能を向上させる。

2. 全固体変圧器要素技術の開発

全固体変圧器は絶縁油を用いないため防災性に優れ、コンパクトで環境負荷の低減も期待される(図3)。全固体変圧器を実現するためには、絶縁性能と熱伝導性能に優れ、モールド成型が可能な絶縁材料を創製することと、コイルとなる金属導体と接地層となる金属板を精密な位置精度でモールドする手法の開発が課題であった。そこで、コイルを保持するスペーサと接地金属板の材料・形状等の工夫により、絶縁耐力を損なうことなく、モールド成型できる手法を開発した。これにより、モールド絶縁材料への充填材料(窒化アルミニウム粒子など)と充填量を適切に選定すれば、絶縁性能と熱伝導性能が両立し、油入変圧器と同程度の寸法で60kV級20MVAの全固体変圧器を設計できる見通しを得た(図4)。

3. ハイブリッドガス絶縁技術の開発

当研究所が提案する N_2 などの自然ガスと固体絶縁物被覆を用いるハイブリッドガス絶縁方式は、地球温暖化係数が高い SF_6 を用いず、従来のガス絶縁方式と同程度の寸法でガス絶縁機器の絶縁性能を確保できることが期待される。ハイブリッドガス絶縁では導体接続部が電気絶縁上の弱点となる可能性がある。このため、導体接続部の詳細な電界解析を行うとともに、実機器を想定したモデル電極を設計・試作し、その評価実験を行った。今後、この結果を基に、275kV級ハイブリッドガス絶縁母線のプロトタイプモデルの概念設計を行う。

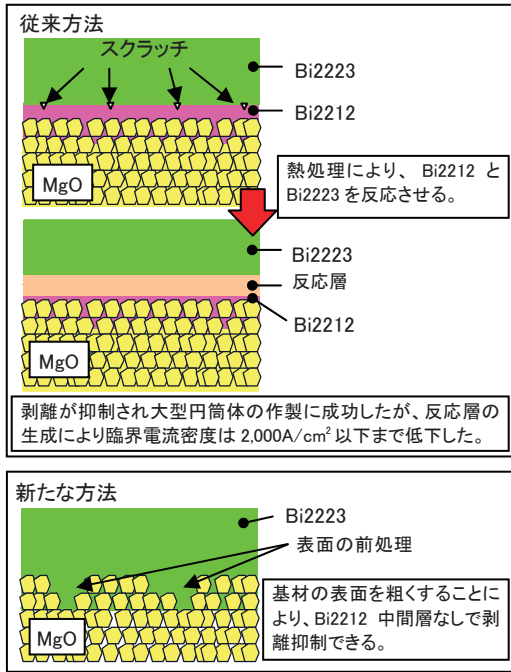


図1 超電導厚膜の剥離抑制法

基材表面を粗くすることにより、超電導体性能を低下させることなく剥離を抑制できるようになった。

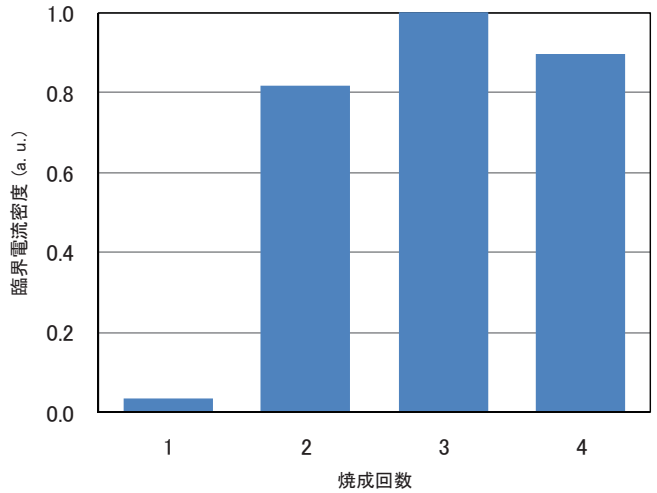


図2 臨界電流密度の焼成回数依存性

3次焼成の試料の臨界電流密度で規格化した。3次焼成の試料で臨界電流密度が最大となる。

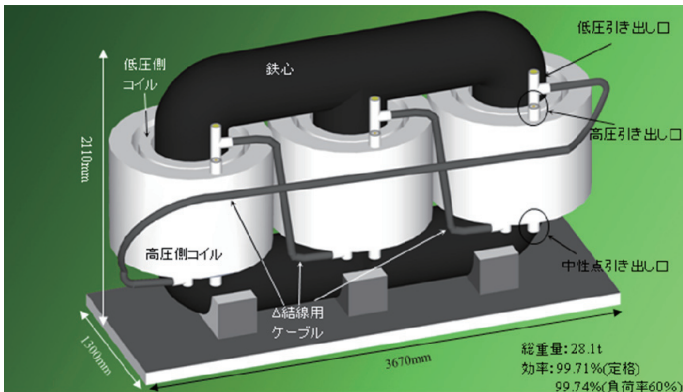


図3 60kV級全固体変圧器の概念図

当研究所で開発した窒化アルミニウム粒子充填エポキシ樹脂の高温電気絶縁特性等をベースに設計した変圧器モデル。

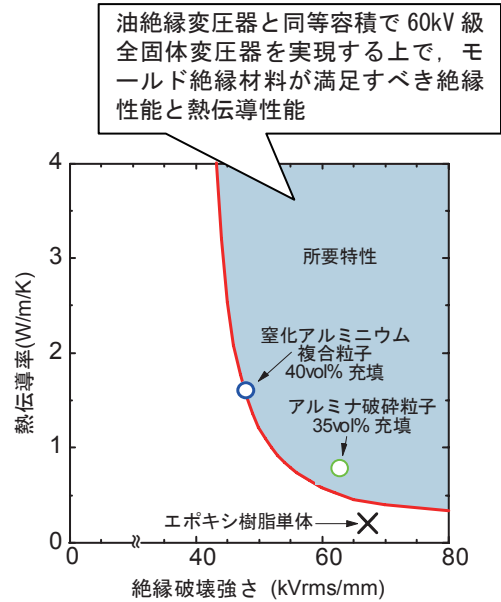


図4 全固体変圧器用モールド絶縁材料の特性

窒化アルミニウム複合粒子やアルミナ破碎粒子を充填したエポキシ樹脂をモールド材として用いることで60kV級20MVA全固体変圧器が可能となる。