

分散電源の大量導入を可能にする新電力素子を開発

短絡電流を瞬時に抑制する低損失超電導薄膜限流素子



山崎 裕文

やまさき ひろふみ

h.yamasaki@aist.go.jp

エネルギー技術研究部門
超電導技術グループ
研究グループ長
(つくばセンター)

1980年に産総研の前身の電子技術総合研究所に入所以来、一貫して、超電導材料・応用の研究に従事してきました。低温超電導から高温超電導の研究に移ってからは、パワー応用最も重要な特性である臨界電流を決める磁束ダイナミクスや磁束ピン止め機構の研究、薄膜限流素子の研究などを行っています。20歳を過ぎた高温超電導体を何とかして実用化させたいと、日々努力しています。

関連情報：

● 共同研究者

新井 和昭、海保 勝之、中川 愛彦、相馬 貢、近藤 和吉、山口 巖、松井 浩明、熊谷 俊弥、名取 尚武、樋口 登 (産総研)

● 参考文献

K. Arai et al.: *IEEE Trans. Appl. Supercond.*, in press.

● プレス発表

2009年5月11日「分散電源の大量導入を可能にする新しい電力素子を開発」

● 特許出願情報

*特許出願中。特願 2006-528496 (外国出願3件)、特願 2007-127740、特願 2007-215528、特願 2009-111809

開発の背景

近年、電力の自由化や環境負荷の軽減の観点から、コジェネレーション・風力発電などの分散電源が既存電力系統に数多く連系されつつあり、それに伴って、電力系統に発生する事故電流(短絡・地絡)も増大しています。限流リアクトルの設置や、変圧器の高インピーダンス化などの対策がなされていますが、平常時の系統電圧の変動が大きくなって系統の安定性を損なうおそれがあるため、平常時は低インピーダンス、系統事故時は高インピーダンスとなって瞬時に事故電流を抑制する限流器の導入が期待されています。

事故電流を瞬時に抑制する超電導薄膜限流素子

超電導を用いた限流器は、通常時はゼロ抵抗で、ある決まった電流(臨界電流)以上の過電流が流れた時には高抵抗となって過電流を瞬時に抑制する機能を持ちます。私たちは、その中でもコンパクトで低損失な超電導薄膜限流器の開発を進めてきました。

超電導薄膜限流素子の技術的な問題点として、最初に超電導状態から常電導状態に移った部分で局所的に温度が急上昇して薄膜が焼損するホットスポット現象があります。私たちは、これまで用いられていた純金よりも1桁近く抵抗率の高い金銀合金を超電導薄膜に蒸着して分流保護層とし、かつ、安価な無誘導巻抵抗を並列接続する構成によってホットスポットを防止する素子を提案しました。超電導薄膜の抵抗を

高く保ったことから、これまでの素子と比較して単位長さ当たりに許容される電圧(許容電界)を4倍以上にできました。必要とされる超電導薄膜の長さが4分の1以下になるため、限流器のコストを大きく低減できます。大容量化の技術開発の一貫として、当所の先進製造プロセス研究部門で開発した塗布熱分解法(MOD法)で作製した20 cm長の高温超電導薄膜を用いて、500 V/200 A級の素子モジュール(図1)を開発しました。図1では省略していますが、ホットスポット対策のため小容量の市販コンデンサーを並列接続しています。液体窒素で冷却された素子は、237 A(実効値)の電流を電気抵抗ゼロで流すことができました。高電圧をかける限流試験を行ったところ、限流素子がなければ2.26 kAになる事故電流を瞬時に1/3以下に抑制し、わずか20 cm長にもかかわらず500 V以上の高電圧で5サイクル通電ができました(図2)。この高電界型(>30 V/cm)モジュールを8つ直列につなげば、実用規模の3相6.6 kV/200 A級限流器の1相分を製作できます。

今後の展開

今回の成果によって、低コスト・コンパクト・低損失で、高速応答する超電導薄膜限流器実現の見通しが得られました。しかし、さらなる大容量化や機器運用上の課題が未解決ですし、直流利用など新たな適用箇所も考えられます。今後、民間企業などとの共同研究を行い、これらの課題を解決していきたいと考えています。

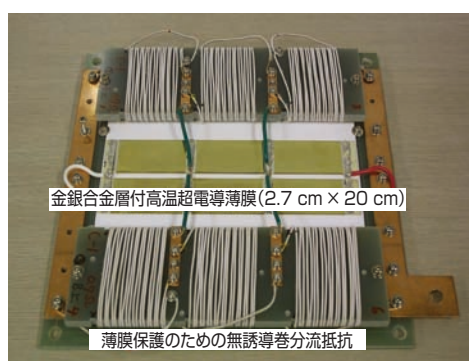


図1 500 V/200 A 級超電導薄膜限流素子モジュール

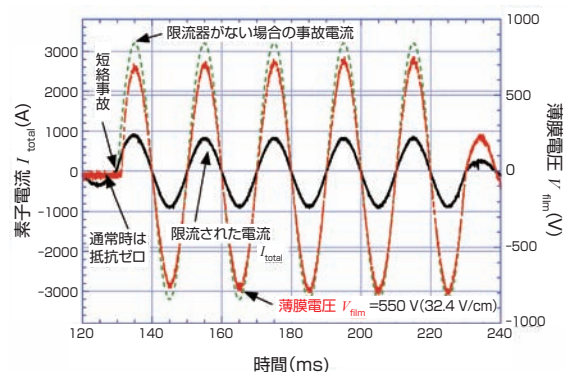


図2 短絡発電機を用いた限流試験結果