

60kV 級超電導限流器の要素技術の開発

- 超電導体の大型化技術とエネルギー処理の向上 -

背景

当研究所では、電力系統における短絡電流を抑制するために、厚膜超電導円筒体を適用した磁気遮へい型超電導限流器の開発を進めている。

60kV 級の磁気遮へい型超電導限流器を開発するために、限流要素である Bi-2223 厚膜超電導円筒体の大型化および、エネルギー処理性能の向上が重要である。しかし、大型化については円筒体焼成時の Bi-2223 厚膜の剥離防止対策、エネルギー処理性能の向上については円筒体のクラック^[1]防止対策が課題となっている。

目的

Bi-2223 厚膜超電導円筒体の剥離防止対策およびエネルギー処理向上方策に関する要素技術を確立する。

主な成果

1. 大型の厚膜超電導円筒体における剥離防止対策の検討

Bi-2212 中間層^[2]表面に格子状のスクラッチ処理を施し、界面での Bi-2223 の結晶成長の核となる部分を導入した^[3]。その結果、スクラッチ処理を施さない場合、Bi-2212 中間層への Bi-2223 の結晶成長の進展はほとんど見られなかったが、スクラッチ処理を施した場合、Bi-2212 中間層への Bi-2223 の結晶成長が進展し、中間層全域が Bi-2223 となった(図 1)。これにより、Bi-2212 中間層表面のスクラッチ処理が円筒体焼成時の Bi-2223 厚膜の剥離防止に有効であることが分かった。

2. 磁気遮へい型超電導限流器におけるエネルギー処理向上方策の検討

限流動作時に Bi-2223 厚膜超電導円筒体の抵抗上昇を促進するために、厚膜表面に断熱を目的として樹脂コーティングを施した。限流動作試験の結果、樹脂コーティングを施した場合、施さなかった場合よりも超電導円筒体でのエネルギー消費^[4]が減少した(図 3)。

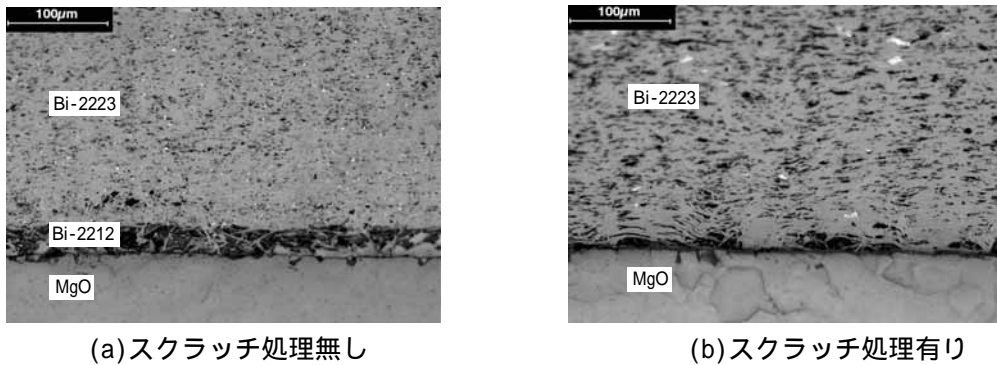
さらに、超電導円筒体の性能の限界まで限流動作試験を実施した結果^[5]、樹脂コーティングを施した場合、直径約 1.5cm の円形状の剥離が見られたが、クラックは発生せず、熱歪みによる厚膜超電導円筒体の損傷についても樹脂コーティングが有効であることが示された(図 4)。

今後の展開

今回の検討結果をふまえ、Bi-2223 厚膜超電導円筒体の大型化およびエネルギー処理性能向上を進める。

- [1] 厚膜円筒体での局部発熱による熱歪みが、円筒体軸方向に進展するクラックを発生させ、厚膜の破損に至る。電中研報告(W00044), 2001.4
- [2] Bi-2223 厚膜の焼成時の MgO 円筒基体からの剥離防止対策として、MgO 円筒基体と Bi-2223 厚膜の界面に中間層として Bi-2212 を適用。電中研報告(W02027), 2003.4
- [3] 特許出願中:「超電導酸化物厚膜およびその製造方法」

- [4] 磁気遮へい型超電導限流器では、等価的に1次コイルのリアクタンスと超電導円筒体の抵抗との並列回路で限流する(図2)。超電導体の抵抗が大きく、電流がリアクトル側に多く分流するとリアクタンス主体の限流となる。
- [5] 超電導円筒体(直径450mm, 高さ120mm)1本あたりに誘起される電流が79kA, 120msを越えた時に、樹脂コーティングを施さない場合は、超電導円筒体にクラックが発生した。



(a)スクラッチ処理無し (b)スクラッチ処理有り
 図1 Bi-2223厚膜の断面写真
 (格子間隔5mm, スクラッチ深さ5µm)

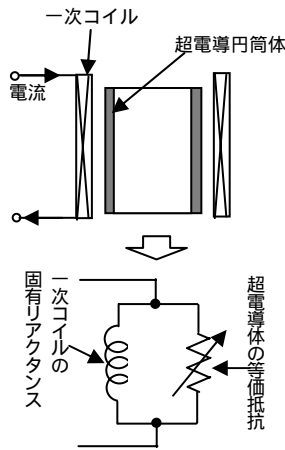


図2 磁気遮へい限流器の基本構成と等価回路

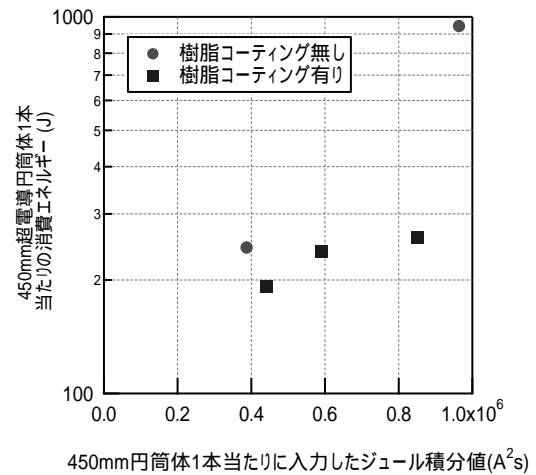
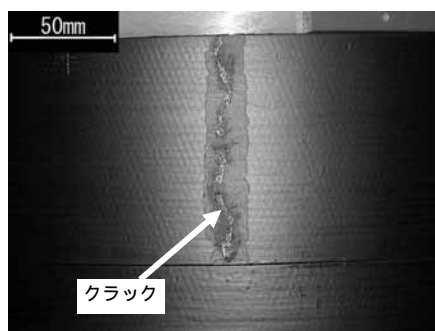
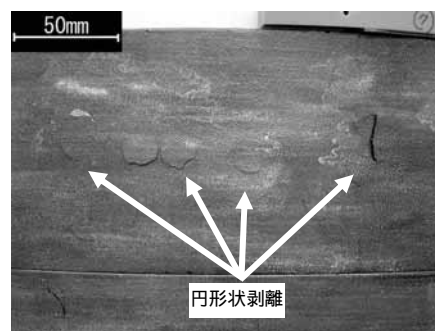


図3 限流動作時の超電導円筒体でのエネルギー消費特性



(a)樹脂コーティング無し



(b)樹脂コーティング有り

図4 Bi-2223厚膜円筒体(直径450mm, 高さ120mm)外表面の損傷状況

研究報告 H05002	キーワード：超電導、限流器、磁気遮へい、短絡電流、酸化物超電導体
担当者	市川 路晴 (電力技術研究所・高エネルギー領域)
連絡先	(財)電力中央研究所 電力技術研究所 Tel. 046-856-2121(代) E-mail: eperl-rr-ml@criepi.denken.or.jp