

電気泳動を用いた酸化物膜の作製と ナノ粒子による膜の緻密化

SATテクノロジー・ショーケース2021

■ はじめに

超電導体は極低温環境下において抵抗ゼロで電気を流す特性を持つため、送電線への応用が期待されている。その中でも他の超電導体比べて高い温度で特性を発現するイットリウム系超電導体(以下:YBCO)を用いた送電線の作製は、将来、世界規模で高効率なエネルギー輸送を実現するために必要不可欠な技術である。

しかし、材料コストに加え導電層にYBCOを使用した場合、複雑な多層構造をとることから作製にも多大なコストを必要とし、このことは社会実装への大きな課題となっている。

本研究では、安価なステンレス鋼(以下:SUS316L)基板上に電気泳動電着法によって中間層およびYBCO層を製膜することで、材料コストと作製コストを抑えた超電導線材の作製をした。また、YBCO層の緻密化を図るため、遊星ボールミルを用いてYBCO粒子の微細化を行った。

■ 活動内容

1. SUS316L基板へのCeO₂およびYBCO層の製膜

アセトン溶媒に純水、ヨウ素、YBCOを加えた後、超音波処理によってYBCO粒子を十分に懸濁させた¹⁾。その浴中でSUS316Lを電極として使用し電気泳動電着を用いてSUS316L上にCeO₂中間層・YBCO層をそれぞれ製膜した。その後、空气中、930℃で焼成を行い、最終的に得られた試料の層間を走査型電子顕微鏡(日本電子製JSM-IT300)で観察した。

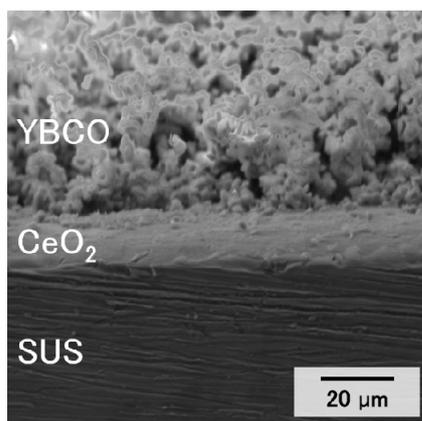


図1 SUS316L上のCeO₂、YBCO層のSEM像

図1に示すように、SUS316L基板上的のCeO₂層は緻密に製膜されていることが確認された。一方、その上のYBCO層では空隙が多く確認され、緻密に製膜されなかった。この原因として、製膜時にCeO₂は粒径がYBCOに比べ小さいため粒子間の空隙が埋まるようにして堆積したが、YBCO粒子では粒径が大きかったために、粒子間の空隙を埋めることができないまま堆積したことが考えられる。この問題を解決するために、YBCO粒子の微細化を検討した。

2. 遊星ボールミルを用いたYBCO粒子の微細化

作製したYBCO粒子を遊星回転型粉砕装置(P-6、フリッチュ社製)で粉砕し、微細化を行った。その後、得られた試料の散乱強度別粒径分布を動的光散乱(DLS)式粒度分布測定装置によって測定した。

図2に示すように、第一ピークでの平均値は15.3 nmであることが分かった。粉砕前のYBCO粒子の粒径は、約10 μmであったことから、粒子の微細化が示唆された。今後、この微細化した粒子を用いて製膜することで、さらなる膜の緻密化を図っていく。

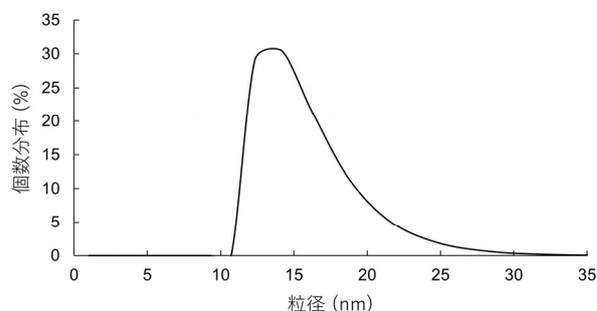


図2 遊星ボールミル粉砕試料の散乱強度別粒径分布

■ 関連情報等(特許関係、施設)

○謝辞

本研究は産業技術総合研究所 省エネルギー研究部門の設備を一部お借りすることで行うことができました。関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

○参考文献

1) 南直孝, 小浦延幸, *表面技術*, **43**, 93 (1992)

■キーワード: (1)超電導
(2)電気泳動電着
(3)ボールミル

■共同研究者: 嘉藤 徹¹⁾
小浦 節子²⁾
1) 産業技術総合研究所
2) 千葉工業大学

代表発表者 佐藤 柁哉(さとう しゅうや)
所属 千葉工業大学大学院 工学研究科
応用化学専攻 電気化学研究室
問合せ先 〒275-0061 千葉県習志野市津田沼 2-17-1
TEL: 047-478-0418
s16a6057pu@s.chibakoudai.jp