

Si イオンを照射した YBCO 薄膜の表面抵抗の磁場依存性

Magnetic field dependence of surface resistance of Si ion irradiated YBCO thin films

○高梨 直希¹、近藤 雅也¹、松井 浩明²、齊藤 敦¹、中島 健介¹、大嶋 重利¹

(1. 山形大学大学院理工学研究科、2. 産業技術総合研究所)

○Naoki Takanashi¹, Masaya Kondo¹, Hiroaki Matsui², Atsushi Saito¹, Kensuke Nakajima¹, Shigetoshi Ohshima¹.

(1. Yamagata University, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology.)

E-mail: ohshima@yz.yamagata-u.ac.jp

1. はじめに

高温超伝導体(HTS)のマイクロ波損失(表面抵抗: R_s)は銅などの常伝導体と比較し数桁低い。この低 R_s を利用して NMR 検出コイル材への応用が期待されているが、HTS は外部磁場の増加に伴い R_s が増加するという問題がある^[1]。 R_s は臨界電流密度 J_c に反比例することから^[2]、磁場中での高 J_c 化により R_s の低下が期待される。磁場中で高 J_c を得るには(1)酸化物微粒子の添加、(2)イオン照射、(3)中性子照射などによる人工ピンニングセンターの導入が有効と言われている。しかし、どの手法が最も低 R_s に有効か明らかでない。

我々は、Si イオンを照射した YBCO 薄膜と酸化物微粒子を添加した YBCO 薄膜の磁場中 R_s を測定し、それぞれの R_s の低減効果について検討した。

2. 実験方法

R_s 測定は誘電体共振器法を用いて行った^[3]。印加磁場は 0~5 T に変化させた。

R_s 測定に用いたサンプルは Al_2O_3 基板上に成膜された膜厚 300 nm の THEVA 社製の YBCO 薄膜である。Si イオンは産業用イオン注入装置を用いて照射した。照射は 500 keV、 $4 \times 10^{12}/cm^2$ 、基板面に対して垂直に行った。

3. 実験結果

本稿では、 $R_s^{(0)}$ 、 $R_s^{(5)}$ 、 $R_s^{(90)}$ をそれぞれ基板面に対して磁場を平行、平行から 5° 、垂直に印加したときの表面抵抗と定義した。

Fig. 1 と Fig. 2 に $T=20$ K における未照射と Si イオンを照射した YBCO 薄膜 R_s の磁場依存性を示す。未照射の YBCO 薄膜の磁場依存性は $R_s^{(90)}$ が大きく $R_s^{(0)}$ が小さいことがわかった。また、Si イオンを照射した YBCO 薄膜の磁場依存性は未照射と比較し $R_s^{(90)}$ において極めて低減された。 $R_s^{(0)}$ 及び $R_s^{(5)}$ における磁場依存性はほぼ変化しないことが明らかとなった。これは Si イオンを照射した YBCO 薄膜に人工ピンが形成され、未照射の YBCO 薄膜の $R_s^{(90)}$ と比較し低減されたと考えられる。 $R_s^{(0)}$ 、 $R_s^{(5)}$ の小さい磁場依存性は固有のブロック層に磁束がピン止めされた結果と考えられる。

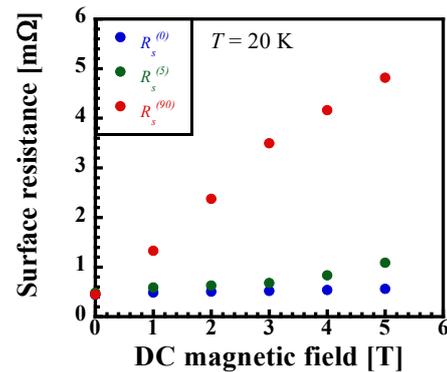


Fig. 1 Magnetic field dependence of R_s of unirradiated YBCO thin films at $T = 20$ K.

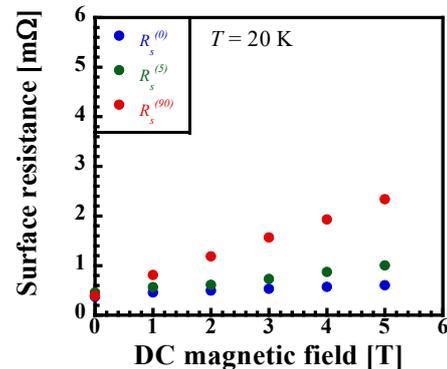


Fig. 2 Magnetic field dependence of R_s of Si ion irradiated YBCO thin films at $T = 20$ K.

4. まとめ

NMR 検出コイルの超伝導化に向けて Si イオンを照射した YBCO 薄膜の R_s の測定を行った。その結果、Si イオンを照射することで YBCO 薄膜の磁場依存性が低減されることがわかった。酸化物微粒子を添加した YBCO 薄膜の R_s の磁場依存性については当日発表する。

5. 参考文献

- [1] T. Honma, et al. *Physica C* 484 (2013) 46–48.
- [2] S. Ohshima et al. *Physica C* 372–376 (2002) 671–674.
- [3] International Electrotechnical Commission (IEC) 61788-7, second ed, Superconductivity - Part 7: Electronic characteristic measurement - Surface resistance of superconductors at microwave frequencies, (2002), 15-19.