

YBCO 薄膜の表面抵抗の磁場依存性

Magnetic field dependence of the surface resistance of YBCO thin films

¹山形大工 [○]佐藤 敬介¹, 佐藤 秀哉¹, 渡辺 真伸¹, 市川 光¹, 齊藤 敦¹, 大嶋 重利¹

¹Yamagata Univ, [○]K. Sato¹, S. Sato¹, M. Watanabe¹, K. Ichikawa¹, A. Saito¹, S. Ohshima¹

E-mail: txh11900@st.yamagata-u.ac.jp

1. はじめに

高温超伝導(HTS)薄膜は銅などの常伝導体と比べ低いマイクロ波損失(表面抵抗 R_s)を持ち、次世代 NMR 用検出コイル材料として有望視されている^[1]。検出コイル材に超伝導材料を用いることで、測定感度の向上が期待される。ただし、基板面に平行に高磁場を印加した際の R_s 値が小さいことが条件となる。これまで、基板面に磁場を垂直に印加したときの R_s に関する報告は数多く成されている^[2]が、NMR 動作環境である基板面に平行に磁場を印加した場合の R_s の報告例は少ない。

そこで、本研究では誘電体共振器法^[3]を用いて YBCO 薄膜の基板面に垂直及び平行に磁場を印加した際の R_s を測定し、NMR 検出コイル材として有用かどうか議論する。

2. 実験方法

2.1. R_s 測定方法

図 1 に磁場中 R_s 測定系を示す。図 2 に基板面に平行に磁場を印加するときのキャビティの概略図を示す。測定周波数は 21.8 GHz である。誘電体共振器による R_s はベクトルネットワークアナライザで測定した共振波形から評価した無負荷 Q 値より算出した。

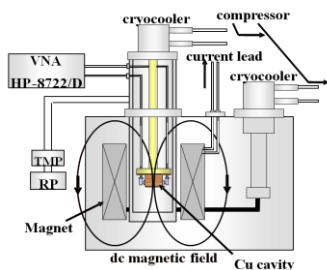


Fig. 1 Schematic of R_s measurement system under dc magnetic field.

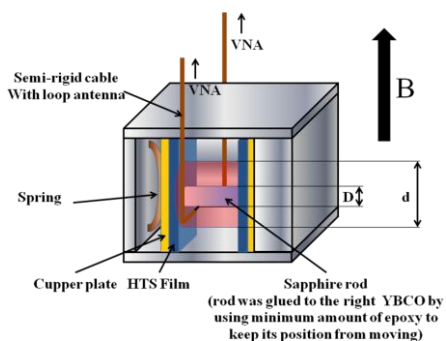


Fig. 2 Schematic drawing of a cavity.

2.2. 測定サンプル

測定に用いた HTS 薄膜は THEVA 社の YBCO 薄膜である。YBCO 薄膜の膜厚は 500 nm である。また、薄膜の結晶性は X 線解析(XRD)法により測定を行い、 $\delta\omega$ が 1.1 degree 以下、 $\delta\phi$ が 1.7 degree 以下であり、高品質かつ同程度の結晶性であることがわかった。

3. 実験結果及び考察

図 3 に外部磁場(0, 1, 2 T)を基板面に垂直、平行に印加した際の R_s の温度依存性を示す。この結果より、無磁場中では垂直、平行においてほぼ同等の結果であり、測定系の信頼性が確認できた。基板面に平行に磁場を印加したときの R_s 値は垂直に磁場を印加したときよりも小さい R_s 値となった。この原因は、量子化磁束の動きの違いであると考えられる。

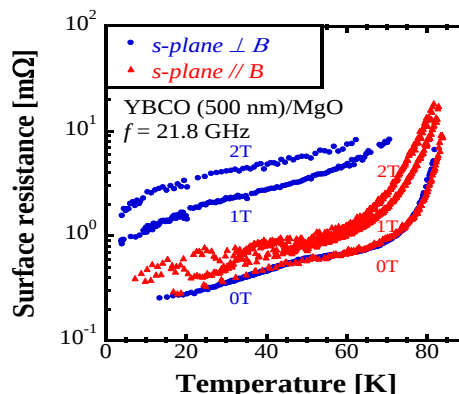


Fig. 3 Temperature dependence of R_s of YBCO thin films under dc magnetic field applied parallel and perpendicular to substrate-plane.

4. まとめ

NMR 検出コイルの超伝導化に向け、YBCO 薄膜の基板面に平行に磁場を印加したときの R_s 測定を行った。基板面に対して平行に磁場を印加した際の R_s 値が垂直に磁場を印加した際に比べ小さい値となった。これは磁束量子の動きやすさの違いによるものと考えられる。

参考文献

- [1] W. W. Brey, et al, Magnetic Resonance 179, 290 (2006).
- [2] T. Honma, et al, Physica C (2012) (to be published)
- [3] M. Katoh IEEE Trans. MTT vol. MTT-33, 586 (1985).