

学生番号	13674026	氏名	秀島 匡彦
論文題目	TFA-MOD 法 Y 系超伝導薄膜の 縦磁界下での臨界電流特性		

1. はじめに

超伝導線材の電流通電方向と平行に外部磁界を印加する縦磁界下においては、一般的な電流と外部磁界が垂直である横磁界下と比較して臨界電流密度 $J_c$ が増加することが報告されている[1]。この縦磁界効果による臨界電流密度 $J_c$ の増加は電流と磁界の平行度に大きく依存することから、超伝導体内の結晶配向や異相などによる電流経路の乱れの影響を顕著に受けることが考えられる。また、人工ピンが縦磁界下での $J_c$ 決定に寄与していることは金属系超伝導体にて確認されている[1]。

本研究では、真空プロセスを必要としないことから低コスト作製プロセスとして期待される TFA-MOD 法 (Tri Fluoroacetic Acid-Metal Organic Decomposition)を用いて単結晶基板上に超伝導層を成膜し、結晶の乱れが縦磁界下での臨界電流密度 $J_c$ にどのように影響を及ぼすかを調査した。さらに人工ピンの影響も調べた。

2. 実験方法

今回の実験に用いた試料はSrTiO<sub>3</sub>単結晶基板上に TFA-MOD 法を用いてY<sub>0.77</sub>Gd<sub>0.23</sub>B<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub>超伝導層を成膜した試料である。人工ピンの影響を調べるために pure の試料と粒状の BZO ピンを導入した試料の 2 種類を準備した。また、単結晶試料に比べて結晶配向の乱れが大きい金属基板線材として PLD 法 (Pulsed Laser Deposition)でピンなし、MOCVD 法(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)で BZO の粒状ピン入りの二つを用いた。試料の基板、成膜方法と自己磁場における $J_c$ 、人工ピンの有無を Table 1 に示す。試料はマイクロブリッジ加工し、実験は直流四端子法を用いて電流-電圧特性を測定し、電界基準 $E = 1.0 \times 10^{-4} \text{ V/m}$  として $J_c$ を求めた。測定は液体窒素中で行った。試料に対する電流 $I$ の方向と外部磁界 $B$ の方向を Fig.1 に示す。

3. 結果および考察

Fig.2 に各試料の縦磁界下および横磁界下における $J_c$ - $B$  特性を示す。金属基板に比べ単結晶基板の試料は自己磁界での $J_c$ が 50 GA/m<sup>2</sup>を超える高い値が得られた。金属基板に比べ超伝導の配向が良いと考えられる。よって、金属基板に比べ単結晶基板の試料では電流と磁界の平行度は高いと考えられる。しかし、横磁界下の $J_c$ に比べて、縦磁界下の $J_c$ は増加するが、自己磁界よりも $J_c$ が増加するような特性は観測されなかった。また、縦磁界時の磁界依存性は単結晶基板よりも金属基板の方が良かった。単結晶基板を用いて結晶の乱れを抑え、電流と磁界の平行度を上げても、自己磁界の $J_c$ が増加するだけで、縦磁界下における $J_c$ の増加は得られなかった。金属基板の方が縦磁界の磁界依存性が良かった要因として、

配向の不均一さによる適当な自然ピンが縦磁界に効果があったと考えられるが、縦磁界下での $J_c$ を向上させるためにはこれでは不十分であることがわかった。よって、縦磁界下での $J_c$ 特性向上にはピン導入は有効であると考えられるが、電流路を確保した上でピンの導入が必要であると考えられる。

Table 1 : Specification of Superconductor

	Ssubstrate	Method	$J_c$ (s.f)@77.3K [GA/m <sup>2</sup> ]	Pin
#1	single crystal	TFA-MOD	55.7	pure
#2	single crystal	TFA-MOD	54.7	BZO
#3	metal	PLD	36.2	pure
#4	metal	MOCVD	33.3	BZO

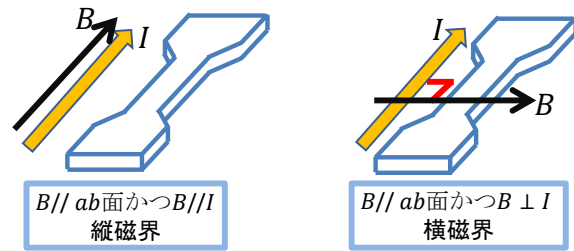


Fig.1: Arrangement of current  $I$  and magnetic field  $B$  for the measurement of  $J_c$

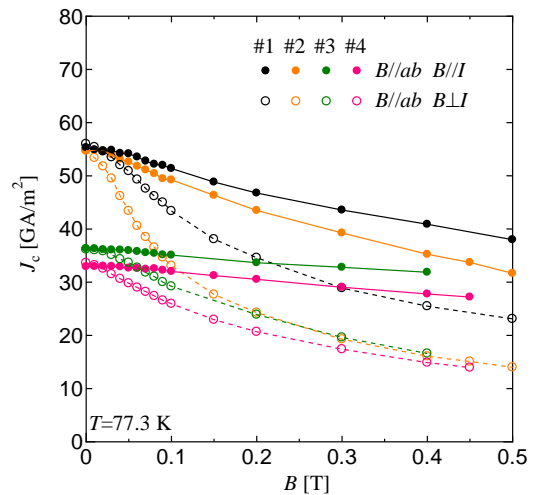


Fig.2 :  $J_c$ - $B$  properties at 77.3 K

参考文献

[1] A.Tsuruta, S.Watanabe, Y.Ichino, and Y.Yoshida, Jpn. J. April. Phys. 53, 078003(2014)

研究業績

秀島ほか：平成 26 年度応用物理学会九州支部学術講演会 他 1 件