

学生番号	12232011	氏名	伊原 大輔
論文題目	BaHfO <sub>3</sub> を添加したSmBa <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>7-δ</sub> 超伝導薄膜の縦磁界下での 臨界電流密度特性に関する研究		

### 1. はじめに

超伝導体の最大の特徴は損失のない電流輸送が可能で、抵抗ゼロで流せる最大の電流密度を臨界電流密度 $J_c$ という。この性質は、超伝導体の作製を最適化することで向上させることができ、近年、ナノ技術により応用機器で利用できる希土類系の超伝導線材が開発されている。また、 $J_c$ は利用環境を変えることで、大きく増加できる。特に電流と磁界が平行の縦磁界下では、 $J_c$ は磁界の増加と共に増加する[1]しかし、電流と磁界の平行度がこの特性に大きく依存する[3]。またナノ技術を用い、超伝導体内にピンと呼ばれる微細な不純物を導入することで、 $J_c$ が増加する [2]。したがって、ピンを適切な量導入することで高い $J_c$ が得られる可能性がある。本研究の目的は比較的容易にピンの導入が可能なSmBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub>薄膜に注目し、単結晶基板及び金属基板上にピンの添加濃度を変化させたSmBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub>薄膜を準備し、基板の違いとピンの添加濃度が縦磁界下での $J_c$ 特性にどのように影響を与えるのかを調べた。

されなかった。単結晶基板と比較すると結晶粒の配向が悪いために電流経路の直線性が低下したものと考えられる。

Table 1 : Specification of Superconductor

試料	BHO[vol.%]	膜厚 [nm]	層数
Smxo-bho-ml-45① (no1)	4.0	400	32
Smxo-bho-ml-45② (no2)	4.0	400	32
Smxo-bho-ml-48(no3)	7.0	400	32
Multi-15(no4)	4.4	300	48

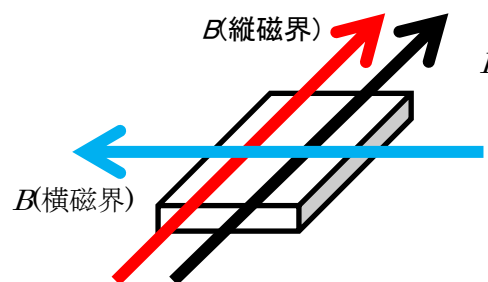


Fig.1:Arrangement of current  $I$  and magnetic field  $B$  for the measurement of  $J_c$

### 2. 実験方法

本研究では超伝導薄膜の基板としてLaAlO<sub>3</sub>単結晶基板とIBAD (Ion Beam Assisted Deposition)法を用いて作製された金属基板上に中間層としてMgO層を成膜した金属基板を用いた。その基板上にPLD(Pulse Laser Deposition)法を用い、多層膜のSmBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub>超伝導を製膜した。人工ピンはBaHfO<sub>3</sub>でターゲット交換法を用いて導入した。本試料は名古屋大学大学院エネルギーデバイス工学研究グループの吉田隆教授らによって作製され、提供して頂いた。それぞれの試料の諸元をTable 1に示す。試料は幅が100 μm長さが1 mmのマイクロブリッジ加工し電流端子部でのジュール発熱を抑えた。 $J_c$ は直流四端子法を用い電流-電圧特性から求めた。

### 3. 結果と考察

縦磁界と横磁界を加えた場合の $J_c - B$ 特性をFig.2に示す。人工ピン添加量の異なる no1 と no3 に注目すると、縦磁界下では磁界の増加と共に自己磁界よりも大きな $J_c$ が観測された。BHOピンの添加量に注目すると、ピン添加量が多い no3 の増加率は 5.5%だが、no1 では 7.5%とその増加率は大きくなった。したがって、今回の測定試料ではピン添加量が 4.0 の人工ピンが縦磁界下でも有効に作用していることがわかる。これは、ピンの量が増えすぎたために電流経路の直線性が低下したためだと考えられる。金属基板の no4 では自己磁界を超える $J_c$ は観測

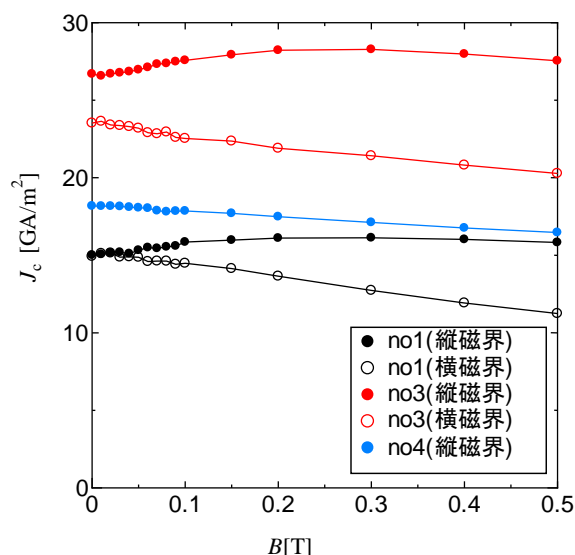


Fig.2:  $J_c$ - $B$  properties at 77.3 K

#### 参考文献

[1] A.Tsuruta, *et al* Jpn. J. April. Phys. 53, 078003(2014)  
 [2] K.Sugihara, *et al* Superconductor Science and Technology 28 (2015) 104004  
 [3] M.Kiuchi, *et al* Critical current density properties of RE-coated conductor in a longitudinal magnetic field