29p-G3-10

YBCO 薄膜の抵抗率の磁場角度依存性に対する柱状欠陥の方向分散の影響

Influence of Dispersion in Direction of Columnar Defects on Angular Dependences of Resistivity in YBCO Thin Films

熊大工　°末吉 哲郎，古木 裕一，藤吉 孝則，光木 文秋，池上 知顯

Kumamoto Univ.,　°Tetsuro Sueyoshi, Yuuichi Furuki, Takanori Fujiyoshi, Fumiaki Mitsugi, Tomoaki Ikegami

E-mail: tetsu@cs.kumamoto-u.ac.jp

1. はじめに

PLD 法 REBCO 薄膜において有効なピンニングセンターとして作用する $BaMO_3$(M = Zr, Sn, Hf)ナノロッドは，その種類により成長方向に分散が生じ，これがピンニング特性にも大きく寄与すると報告されている[1]．ただし，ピンニング特性の磁場方向依存性などに対する 1 次元ピンの方向分散の影響を系統的に調べた報告は少なく，ナノロッドの径や長さなど他の因子による寄与と明確に分離することを難しくする可能性がある．これまで我々は，YBCO 薄膜に複数方向の柱状欠陥を導入し，1 次元ピンの方向分散が J_c の磁場方向依存性へ与える影響について調べてきた[2, 3]．

本研究では，YBCO 薄膜の c 軸に対して方向分散した柱状欠陥を重イオン照射により導入し，抵抗率の磁場方向依存性を調べることにより，磁束液体状態での 1 次元ピンの方向分散の影響について議論する．

2. 実験および結果

照射試料は，$SrTiO_3$ 基板上に作製した PLD 法 YBCO 薄膜を用いた．重イオン照射は，200MeV の Xe イオンにより行った．薄膜内へ柱状欠陥を方向分散して導入するために，c 軸に対して $\theta_i = \pm30°, \pm45°, \pm60°$ でそれぞれビームを傾けて照射を行った．このとき，照射方向は印加電流方向に対して常に垂直になるようにし，また柱状欠陥の面密度は全ての試料でマッチング磁場 B_ϕ = 3 T になるように照射を行った．抵抗率の温度依存性の測定は，通電法により印加電流密度は約 30A/cm^2 にて，電流と常に直交するように磁場を印加し，磁場と c 軸のなす角度 θ として測定を行った．

Fig.1 に，印加磁場 1.5 T における電気抵抗率の磁場角度依存性を示す．$\theta_i = \pm30°$ の試料では，c 軸方向を中心に幅広いディップが生じており，この幅はほぼ照射方向と一致している．これは，磁束液体状態においても，±30°に交差した柱状欠陥に磁束線が絡みついていることに起因しているものと考えられる．このディップは 87.2 K では消失し，代わって $\theta = 90°$ 付近を除いてフラットな抵抗率の磁場角度依存性を示す．一方，$\theta_i = \pm45°$ の試料では，照射方向と一致する $\theta = \pm45°$ において二つのディップが生じている．これより，$\theta_i = \pm30°$ と $\theta_i = \pm45°$ の間に磁束線と交差柱状欠陥のピンニング相互作用に関するしきい値角度が存在しているものと考えられる．$\theta_i = \pm60°$ の試料においては，ab 面方向に対して ±30°で柱状欠陥が交差している試料でもあるにかかわらず，ab 面方向付近では，3 つのディップが生じており，$\theta_i = \pm30°$ の試料での c 軸方向での振る舞いと異なっている．

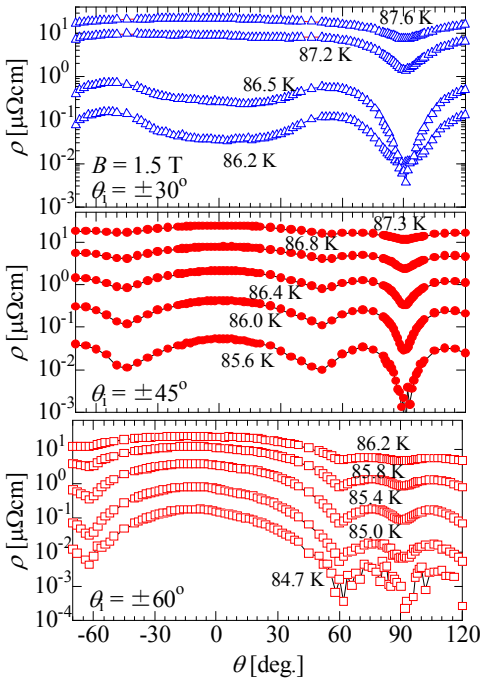

Fig.1 Angular dependences of resistivity in irradiated YBCO films.

1) P. Mele *et al.*, Supercond. Sci. Technol. 21 (2008) 032002.
2) T. Sueyoshi *et al.*, Phys. Procedia 36 (2012) 1570.
3) T. Sueyoshi *et al.*, IEEE Trans. Appl. Supercond. (2013) *in press*

© 2013 年　応用物理学会