

**YBCO ナノコンポジット薄膜において
ナノロッド密度とサイズが磁束ピンニングに及ぼす影響
Influence of nanorod density and diameter on vortex pinning
in YBCO nanocomposite films**

九工大工¹, 静岡大², 東北大金研³ ○堀出 朋哉¹, 松木田 直樹¹, 石丸 学¹, 松本 要¹,
喜多 隆介², 淡路 智³

Kyushu Inst. Technol.¹, Shizuoka Univ.², Tohoku Univ.³,[○]Tomoya Horide¹, Naoki Mastukida¹,
Manabu Ishimaru¹, Kaname Mastumoto¹, Ryusuke Kita², Satoshi Awaji³

E-mail: horide@post.matsc.kyutech.ac.jp

YBa₂Cu₃O₇(YBCO)ナノコンポジット超伝導薄膜において高い臨界電流密度(J_c)が報告されている。ナノロッドはもっとも有効な磁束ピンニングセンターの一つとして知られており、特性向上に用いられてきた。BaZrO₃(BZO)、BaHfO₃(BHO)、BaSnO₃(BSO)などさまざまな材料によるナノロッド形成が報告されている。これらのナノロッドは成膜条件や材料選択により広い範囲の密度や直径を有している。そのため密度やナノロッドサイズが磁束ピンニングにおよぼす影響は不明であり、磁束ピンニング特性向上に向けたナノロッド設計が十分になされていない。このようにナノロッドの密度やサイズが磁束ピンニング特性に及ぼす影響を明らかにする必要がある。本研究ではナノロッドの密度やサイズを制御した YBCO+BMO 薄膜を作製し、特性測定結果をもとにナノロッドの密度とサイズの観点から磁束ピンニング機構を議論した。

パルスレーザー蒸着により YBCO+BMO(M=Sn, Hf, Zr)薄膜を作製した。BZO、BHO、BSO の添加量を 0–8.2vol%とし、ナノロッド密度の制御を行った。作製した薄膜の微細組織を透過型電子顕微鏡(TEM)により観察した。作製した薄膜の特性を Physical Property Measurement System により評価した。また東北大学金属材料研究所附属強磁場超伝導材料研究センターにおいて 20 K での J_c 特性評価を行った。

TEM 観察により BSO ナノロッドおよび BHO ナノロッドの直径が 11 nm と 7 nm であることが分かった。また BZO、BHO、BSO の添加量を変化させたとき間隔が 20 –35 nm と変化することが観察された。不可逆温度の磁場依存性では 1–5 T において振る舞いの変化が見られた。これはマッチング磁界効果によるものである。さらにナノロッドサイズ効果を明らかにするために抵抗の温度依存性から磁束フローの活性化エネルギーを求めた。その結果、マッチング磁場が同程度の BSO ナノロッドと BHO ナノロッドでは、ナノロッドサイズが大きい BSO ナノロッドにおいて 1.5 倍の活性化エネルギーが得られた。さらに低温での J_c 特性や J_c や抵抗の角度依存性を議論することにより、ナノロッドの密度やサイズが磁束ピンニングにおよぼす影響を明らかにする。