

市販 REBa₂Cu₃O_y 線材における非対称臨界電流Asymmetric Critical Current in Commercial REBa₂Cu₃O_y Tapes名大工¹, 産総研², 関学大工³, [○]土屋 雄司¹, 鶴田 彰宏², 尾崎 壽紀³Nagoya Univ.¹, AIST², Kwansei Gakuin Univ.³, [○]Yuji Tsuchiya¹, Akihiro Tsuruta², Toshinori Ozaki³

E-mail: tsuchiya@nuee.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

超伝導体において電流の方向によって臨界電流 I_c が異なる性質を利用した素子は、超伝導ダイオードと呼ばれる[1]。この特性はこれまで、非対称な表面バリア[1]や、微細加工による非対称ポテンシャル[2]に起因する発現や、高温超伝導 REBa₂Cu₃O_y (REBCO) 薄膜における表面平坦化による増強[3]に関して報告されている。我々は、この整流特性を用いて、マイクロ波を用いた長距離ワイヤレス送電や、超伝導マグネットへの近距離ワイヤレス給電への応用を提案している。今後、超伝導ダイオードの実用化に向けて、量産可能な作製方法、大容量化が求められている。

そこで本研究では、液体窒素温度での電力機器応用が期待されている市販 REBCO 線材に着目し、その I_c の非対称性について広い温度磁場範囲にて詳細に検討した。

2. 実験方法

幅 4 mm の市販 REBCO 線材を購入し、レーザーを用いて幅 100 μ m、長さ 1 mm のブリッジ形状に加工した。両方向の電流について、直流四端子法により電界基準 1 μ V/cm に対する I_c を測定した。JASTEC および鈴木商館製の無冷媒トップロードクライオスタットおよび無冷媒超伝導マグネットを用いて、-5 から 5 T、65-90 K での I_c の非対称性を測定した。このとき、磁場は線材の面内方向に印加した。ここで、図 1 内挿図に示すように、ローレンツ力が薄膜上方にはたらく場合の I_c を I_c^{up} 、逆方向を I_c^{down} とし、非対称性 $Asym.$ を $\Delta I_c / \text{avg}(I_c^{\text{up}}, I_c^{\text{down}})$ と定義した。

3. 実験結果

図 1 に、市販 REBCO 線材の 77 K、0.08 T における電流-電圧特性を示す。 I_c^{up} および I_c^{down} はそれぞれ、8.7 A および 9.4 A であった。この結果は、内挿図に示すように、薄膜-基板界面における表面バリア U_{up} が薄膜表面の表面バリア U_{down} と比較して小さいことを示している。その原因として、エピタキシャル成長した REBCO 薄膜と基板との格子不整合によるひずみによる T_c 低下が考えられる。 U_{down} は、表面平坦性により決まるため、表面を平坦にすることで非対称性の向上が期待される。以上の結果から、市販 REBCO 線材に対して面内の磁場を印加する簡易な手法で、超伝導ダイオード特性が現れることが明らかになった。

図 2 に、市販 REBCO 線材の 65-84 K における非対称性 $Asym.$ の磁場依存性を示す。以前の報告[3]と同様

に、 $Asym.$ は 0.06-0.12 T の磁場でピークを示し、高磁場で減少した。この磁場は、永久磁石によって印加可能な磁場強度であり、応用に適している。

当日は、超伝導ダイオードの応用、人工ピンニングセンターの効果についても報告する予定である。

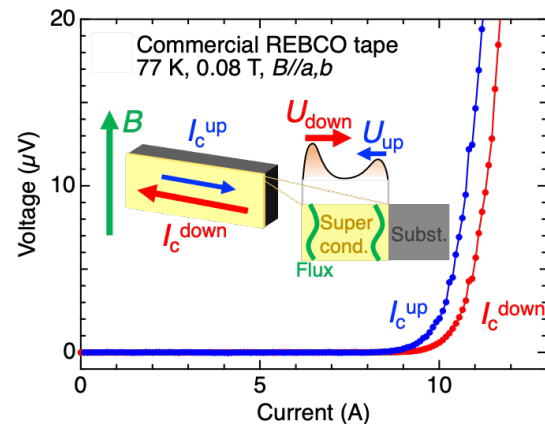


Fig. 1 (a) Voltage-current curves in the commercial REBCO tape at 77 K and 0.08 T for different current directions. Inset shows the schematic drawing of the sample configuration.

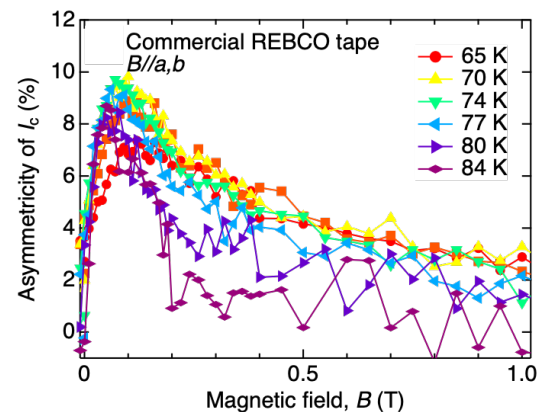


Fig. 2 Field dependences of the asymmetry in the commercial REBCO tape at various temperatures.

謝辞

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の助成事業の結果得られたものです。

参考文献

- [1] X. G. Jiang *et al.*, Phys. Rev. B **49**, 9244 (1994).
- [2] A. Palau *et al.*, Phys. Rev. B **85**, 012502 (2012).
- [3] 土屋雄司 他, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 19p-C206-5.