

学生番号	12232060	氏名	永田 望
論文題目	希土類系超伝導コート線材を用いた 縦磁界限流素子のバイパス抵抗の最適化		

1. はじめに

超伝導線材を用いた損失が少ない直流電力輸送ケーブルが検討されている。しかし、落雷などの事故によるケーブル焼損や、末端の電力系統の流入を防ぐ必要がある。この保護装置として限流器があり、ケーブル自体に付加したり、適所に敷設することにより、事故電流を遮断する。

一方で電流通電方向に平行に磁界を加える縦磁界下では、電気抵抗なしで流せる最大の電流である臨界電流が、垂直磁界下に比べて増加する[1]。この現象を用いた高性能な電力ケーブルが提案されている[2]。このケーブルは、線材に流れる電流が作る自己磁界を線材の長手方向に平行に加わるよう巻き方が工夫されている。この状態でもし事故が起こり、この縦磁界が壊れると、急激に臨界電流が減少する効果を、限流器として利用することが検討されている[3]。但し、事故電流が生じた場合の大きな限流効果を得るためには、電流をバイパスへ効率よく流す必要がある。

したがって、本研究では縦磁界の環境が事故電流で壊れた場合に電流バイパスへどのように電流が分流するのかを調べるために、超伝導線材に抵抗値の異なる電流バイパスを設置し、縦磁界からずれることにより、どのように電流バイパスへ電流が分流するのかを調べた。

2. 実験方法

本研究で用いた試料は、SuperPower 社製の $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ (GdBCO) コート線材である。臨界電流は $I_c = 54 \text{ A}$ で、超伝導層の厚さは $1 \mu\text{m}$ 、幅は 2 mm である。なお、 I_c は電圧が $V_c = 1.0 \times 10^{-6} \text{ V}$ 生じた電流で定義した。

超伝導線材から電流バイパスへの分流特性を評価する為に、超伝導線材に平行に直径 0.8 mm の銅線を 1 本、2 本とバイパスとして取り付け、直流四端子法を用いて電圧 V - 電流 I 特性を評価した。測定は液体窒素中で行った。また、線材に縦磁界を加えるために、Bi-2223 超伝導コイルを用いた。

3. 結果及び考察

Fig. 1 にバイパスなし、2 本取り付けした場合の電圧 V - 電流 I 特性を示す。縦磁界が 0.4 T の時の $V - I$ 特性に注目すると、 $V - I$ の傾きと I_c 値が、バイパスあり、なしで一致している。しかし、縦磁界の減少とともに、バイパスありの I_c が増加していることがわかる。これは縦磁界の変化とともに

に銅バイパスに電流が分流しているためである。

Fig. 2 にバイパスの違いによる、電流分流量 ΔI の変化を示す。2 倍のバイパスを取り付けているので、2 倍の電流分流が予想されるが、若干異なる依存性を示す。これは、縦磁界下の $V - I$ 特性が異なるためと考えられる。

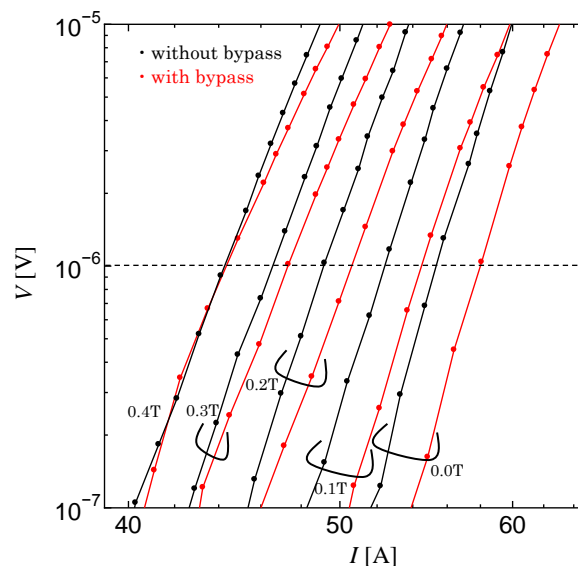


Fig. 1: $V - I$ properties at 77.3 K

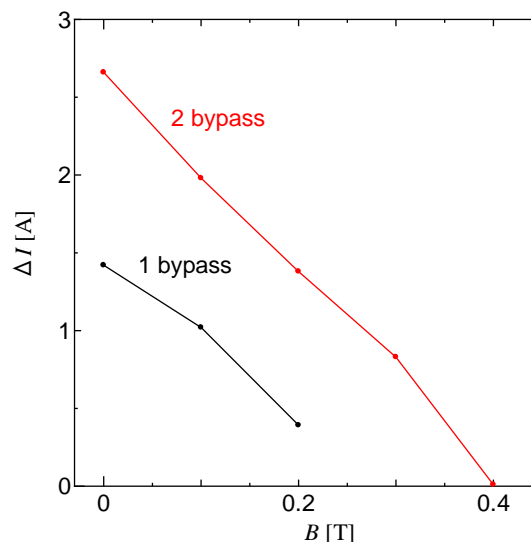


Fig. 2: $\Delta I - B$ properties at 77.3 K

4. 参考文献

- [1] A. Tsuruta *et al.*: Appl. Phys. 53, 078003
- [2] T. Matsushita, Superconductor Science and Technology 25 (2012) 125009
- [3] T. Matsushita, IEEE Transactions on Applied Superconductivity 25 (2015) 5401704