

液体窒素中で動作する Bi-2223 超伝導マグネットの改良 Improvement of Bi-2223 Superconducting Magnet working in Liquid Nitrogen

小田部 荘司, 根本慎司, 木内 勝, 松下照男, (九工大);
林 敏広, 藤野剛三 (住友電工); 倪宝栄 (福工大)

OTABE Edmund Soji, NEMOTO Shinji, KIUCHI Masaru, MATSUSHITA Teruo (Kyushu Inst. of Tech.);

HAYASHI Toshihiro, FUJINO Kousou (Sumitomo Electric Ind.);

NI Baorong (Fukuoka Inst. of Tech.)

E-mail: otabe@cse.kyutech.ac.jp

はじめに これまで、CT-OP(ConTrolled Over Pressure) 法により作製された Bi-2223 銀シーステープを用いて、酸化物超伝導マグネットを設計製作し、その特性を液体窒素中およびサブクール液体窒素中で評価した^{1),2)}。その結果 77 K で 0.40 T、65 K で 0.78 T を発生させることができることを確かめた。Bi-2223 銀シーステープはテープに垂直に磁界が印加すると臨界電流密度特性が急激に劣化する。したがって、テープに垂直な磁界成分が印加しないように工夫すること、および垂直磁界中での臨界電流を向上させることにより、マグネットの中心最大磁界を向上させることができると考えられる。本研究ではこのような手法を用いたマグネットの改良について報告する。

解析および実験結果 マグネットは 10 個のダブルパンケーキコイルを接続した構成である。ソレノイドマグネットに比べて、上下のパンケーキコイルをより高性能なものに替えることにより、マグネット全体の性能を向上させること、また修理が可能なことなどのメリットがある。最初に Fig. 1(a) に示すように、鉄プレートをマグネットの上下に装着することを考える。これにより、磁束線は鉄部に引き寄せられて、マグネット上下部でのテープに垂直な磁界成分を低減できることが期待される。有限要素法 (FEM) による解析結果から、中心最大磁界を予測すると、0.43 T となり、7%の向上がある。実際に鉄プレートを装着して実験したところ 0.43 T の中心最大磁界を得た。したがって、鉄プレートの装着が有効であることが分かった。

次に、マグネットの上下部でテープの重ね巻きをして臨界電流を向上させることについて検討した。Fig. 1(b) に示すように、現在のマグネットの上下部にさらに 2 つずつのパンケーキコイルを増設する。このコイルでは 77K 自己磁界での臨界電流が 165 A のテープを 2 枚重ね巻きをして作製する。このことにより使用するテープの長さは増えるが、垂直磁界下での臨界電流を 2 倍にすることができる。Fig. 2 に垂直磁界中での臨界電流特性とマグネットのロードラインを示す。これによりマグネットの特性が向上して、0.68 T の中心最大磁界を得ることができると予想できる。さらに鉄プレートを Fig. 1(c) のように挿入することにより、垂直磁界成分を小さくし、0.82 T の中心最大磁界を得ることができると予想できた。

まとめ 今回、鉄プレートを装着することと、マグネット上下部の臨界電流を向上させることが、マグネットの中心最大磁界の向上に有効であることを示した。鉄プレートの形状や位置についてはさらに最適化することできると考えられ、このことについては当日発表する。

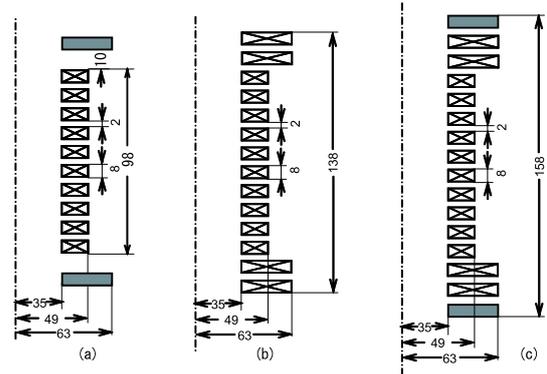


Fig. 1: Cross section of improved coils. (a) iron plates at top and bottom, (b) enhancement of I_c at top and bottom, (c) iron plates at top and bottom.

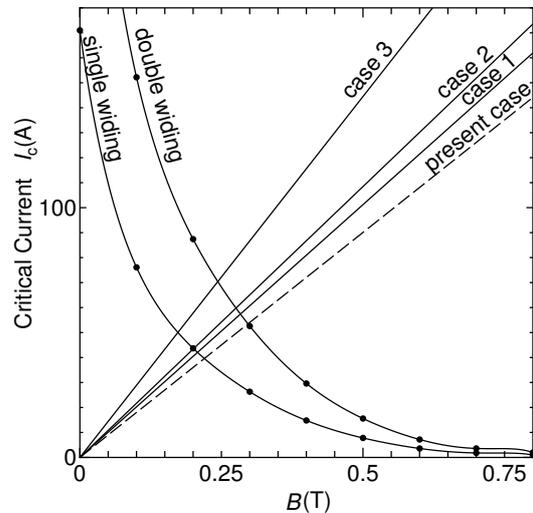


Fig. 2: Load lines of the improved magnets at 77.3 K.

参考文献 1) E.S. Otabe *et al.*, Abstracts of CSJ Conference 77 (2007) 225.

2) E.S. Otabe *et al.*, Abstracts of CSJ Conference 78 (2008) 171.