

“安定な超電導磁界を容易に生成”

超電導マグネットの励磁方法および 超電導マグネット装置

【特許出願】特願 2007-507060 【国際出願】PCT/JP2006/303839

【特許登録】特許第 4201286 号

(共同発明者: 阿久根 忠博、松下 照男、小田部エドモンド庄司、木内 勝)

工学部 電気情報工学科 名誉教授

SAKAMOTO Nobuyoshi,Dr.Eng.

坂本 進洋



研究の概要

超電導体は電気抵抗 0 で大電流を流すことができる所以、大きな起磁力が得られ、磁気抵抗の大きな空気中で 10T(テスラ)を越す高い磁界を広い空間で発生できる。電流通電中でもジュール損失の無いエネルギーセービングである超電導マグネットに永久電流スイッチをつけると、電流は超電導の閉回路を流れ、電源を切り放しても一定の磁界を長時間維持できる(永久電流モード: 図 1)。この永久電流モードでは長時間にわたって高い安定度で、強力なそして均一な磁界を生成できる。しかし、高価な冷媒、液体 He が必要である(図 2)。そのため現用分野は高磁界、高安定性が特に要求される場合に限られている(図 3)。

■酸化物超電導マグネット

1986 年に発見され、その翌年にはノーベル賞の対象になった酸化物超電導体は臨界温度が高く、冷媒として安価な液体 N₂ で超電導になり、装置を稼動できる。その冷却コストは千分の一程度で、酸化物超電導マグネットは広い応用の可能性を秘めている。しかし、液体 He に比べ 20 倍近い高温環境になるため磁束クリープ現象に伴う磁界の緩和が大きい。永久電流モードの酸化物マグネットでは発生磁界が時間と共に減少することになる。

■磁界緩和

磁束線のピン止め効果を強化すれば磁束クリープ現象を低減できるが、酸化物超電導体でのピン止めメカニズムがまだ明確でなく、強化法は手探り状態である。一方、クリープ現象は超電導体の磁化過程に大きく依存し、クリープし難い磁束分布を実現すれば、緩和が大幅に低減できることが判った。その具体的方法を提案する。

アピールポイント

本発明は、磁界緩和を抑制する磁束分布を実現し、磁界の安定化を図る方法である。磁束線格子のアニールであり、動作温度 T_0 より高温($T_0 + \Delta T$)でクリープを促進し、より安定な磁束分布にしてから T_0 に降温する。通常緩和に比べ、高温励磁後は磁界の変化はなく一定値を保っている(図 4)。安定な磁束分布を実現する他の方法、振動電流法、高磁界緩和法も提案している。特別な付加装置なども必要とせず、多くの超電導装置に容易に適用できる手法である。

产学連携のご案内

安定な高磁界: 磁気浮上用マグネット、半導体 Si 単結晶引き上げ装置。
安定で均一な高磁界: NMR 用マグネット、MRI 用マグネットなど。
これらの産業応用に期待できる。

【研究者略歴】

1970 年九州大学大学院工学研究科電子工学専攻博士課程修了。同年から九州産業大学に勤務。1981 年マックスプランク研究所訪問研究員、1988 年応用物理学会九州支部理事、2002 年低温工学九州・西日本支部役員。九州産業大学工学部電気情報工学科 2013 年 3 月 31 日付 退職

図 1 永久電流モードの超電導マグネット

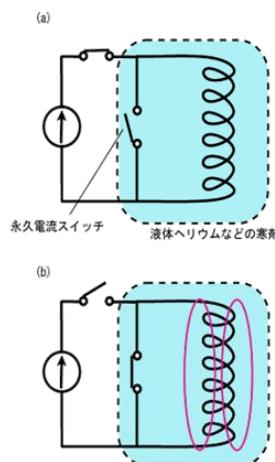


図 2 超電導体と冷媒

液体 N ₂ (77 K)
酸化物超電導体
HgBa ₂ Ca ₂ Cu ₃ O _x
Bi ₂ Sr ₂ Ca ₂ Cu ₃ O _x
YBa ₂ Cu ₃ O _x
液体 H ₂ (20.3 K)
MgB ₂
Nb ₃ Ge
液体 He (4.2 K)
Nb, Pb, Sn

図 3 現用分野の装置



超電導装置(PPMS)



超電導量子干渉装置(SQUID)

図 4 高温励磁の効果

高温励磁法による磁束格子のアニールによって、磁化の緩和が劇的に抑制されている。超電導体内の超電導電流が安定化され、高品質の磁界が生成できる。

