

Title	超伝導磁気シールドの加速器等への応用に関する基礎的研究
Author(s)	高畑, 一也
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/2964168
DOI	10.11501/2964168
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	たか 高	はた 畑	かず 一	や 也
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	9 4 1 0	号	
学位授与の日付	平成 2 年 11 月 28 日			
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当			
学位論文題目	超伝導磁気シールドの加速器等への応用に関する基礎的研究			
論文審査委員	(主査) 教授 岡田 東一	教授 青木 亮三	教授 三宅 正宣	
	教授 村上 吉繁	教授 住田 健二	教授 宮崎 慶次	

論文内容の要旨

本論文は、加速器において用いられる超伝導磁石の周辺で問題となる漏洩磁場の制御に超伝導体を応用する場合の研究をまとめたもので6章より成っている。

第1章では本研究の背景、対象範囲、必要性、目的を明らかにし、研究の全体像を述べている。

第2章では超伝導線材素材をはじめ、超伝導シールドの構成材料の選択について述べている。また超伝導線材を機械的、電気的に接合するための超伝導低融点金属として、PbBiSn系の合金が有望であることを明らかにしている。

第3章では、NbTi複合多芯線材をソレノイド巻きし、低融点金属で含浸した円筒状磁気シールドを製作し、縦磁場に対する遮蔽効果について研究している。実験では2テスラの磁場を5時間、0.002テスラ以下に保持することに成功し、この型の磁気シールドが高磁場で使用できることを確認している。また、大型化の可能性もあることを計算によって明らかにしている。

第4章では、超伝導線材を斜めに巻回すことにより、横磁場を遮蔽できる円筒状磁気シールドの製作が可能であることを明らかにしている。小型の実験装置では、1テスラの磁場を97%の効率で遮蔽することに成功している。またこのシールドの遮蔽性能が磁場方向に対して異方性を持つことを利用し、磁気シールド回転することにより磁場を変化させる装置を開発している。

第5章では、広領域の漏洩磁場を減衰させる目的から板状の磁気シールドを多数重ねることにより、高い安定性を持つシールドの製作が可能であることを示している。また近年発見された酸化物超伝導体を磁気シールドに使用するためには、臨界電流密度を高める必要があることを確認している。さらに超伝導体が高磁場において本質的に持つ磁氣的不安定性を回避した超伝導複合多芯線材を使用することにより、高磁場においても

安定に動作する磁気シールドを開発している。またこれは磁場を遮蔽する目的だけでなく、磁場を変動させることができ、磁場制御にも応用できることを提案している。

第6章では、本研究で得られた重要な知見を総括し、超伝導磁気シールド法の将来性について述べている。

論文審査の結果の要旨

超伝導の応用を基礎とした高磁界の工学的応用は、多くの分野で活発になっている。高磁界を伴う工学的機器においては人体或は周辺機器に対する磁気の影響を防ぐための効果的磁気遮蔽が工学的重要研究課題となっている。本論文は主として加速器周辺において用いられる超伝導磁石の磁気遮蔽に超伝導材を用いる場合の工学的課題を検討したもので、その主要な成果を要約すると次の通りである。

- (1) 超伝導磁気シールドの性能は磁氣的不安定性によって決定されるので、実用超伝導材料を用いる場合には、動的安定化法に基づく評価をすべき事を見出している。
- (2) 動的安定化法を確保するには実用化が進んでいる複合多芯線を用いることが経済性、加工性、大型化可能性の点で有利であることを指摘している。
- (3) 線材を磁気シールドに加工するためには、低い電気抵抗の接合が望ましい。このため液体ヘリウム温度で超伝導性を示す低融点金属を検討し、25Pb-50Bi-12.5Cd合金が有望であることを見出している。
- (4) 実用複合多芯線をソレノイド巻きし、上記合金で含浸した磁気シールドでは、2テスラの縦磁場を0.002テスラ以下に5時間保持、即ち遮蔽効率にして99.9%以上を達成している。
- (5) 加速器のビームラインなどでは、横磁場を受ける機会が多いので、横磁場遮蔽用円筒状磁気シールドを開発し、1.1Tの横磁場を33mT即ち遮蔽効率にして97%を得ている。
- (6) 板状磁気シールドとして2種類の安定化法、即ち超伝導のリングを多数集合させたマルチリング型磁気シールドによる方法、及び臨界温度の高い酸化物超伝導体による断熱安定化法を提案し、将来有望であることを示している。

以上のように本論文は超伝導を用いた磁気シールドの工学的基礎研究を行ったものであり、その成果は放射線機器工学並びに超伝導工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。