

Title	超電導線材を用いた磁気遮蔽の研究
Author(s)	西嶋, 茂宏; 岡田, 東一
Citation	大阪大学低温センターだより. 1987, 58, p. 11-14
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/11605
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

超電導線材を用いた磁気遮蔽の研究

産業科学研究所

西嶋茂宏、岡田東一（吹田 3 4 9 1）

1. はじめに

超電導マグネットの使用により強磁場が比較的容易に利用できるようになり、その漏れ磁場の周辺機器や人体に対する影響が議論されるようになってきた。例えば、心臓にペースメーカーをつけた患者なら、数ガウス以上の磁場領域に近づいてはならないと考えられている。今後さらにこのような漏洩磁場による公害等の問題も起こってくるのではないかと考えられる。

我々は、超電導線材を用いた磁気遮蔽の研究を行ってきた。これは基本的には、永久電流スイッチで両端を結合された超電導マグネットによる磁気遮蔽と同じ考え方であるが、このマグネットによる遮蔽の場合は、マグネットの軸と同じ垂直方向の成分を持つ磁場は殆ど遮蔽することが出来ないことや、また勾配を持った磁場を遮蔽するときは、周辺磁場が小さい領域で遮蔽体自身が逆向きの磁場を作ってしまうので工夫を要する。

さらに、もしもこの方法が成功したならば、現在、磁場中を通して電気信号を送っているような方面に利用すれば、（超電導同軸ケーブルの様な考えかたで）周辺磁場の急速な変動の誘導を拾うことなく、信号を取り出せることが期待できる。この様に磁気遮蔽の研究は、超電導マグネット技術のみならずその他の方面への応用がいろいろ考えられる。

本研究の目的は、現在利用できる技術を用いて、安定な超電導磁気遮蔽体を開発することである。

2. 実験

初期の頃は図1に示すような各種の超電導磁気遮蔽を考案し、どの遮蔽体がか最も遮蔽効果が高いものであるかについて調べた。何れの遮蔽体についてもかなりの遮蔽効果を示し、この方法で充分遮蔽を行うことが出来ることを実験的に確認することができた。（詳細については、低温工学Vol 21参照されたい。）

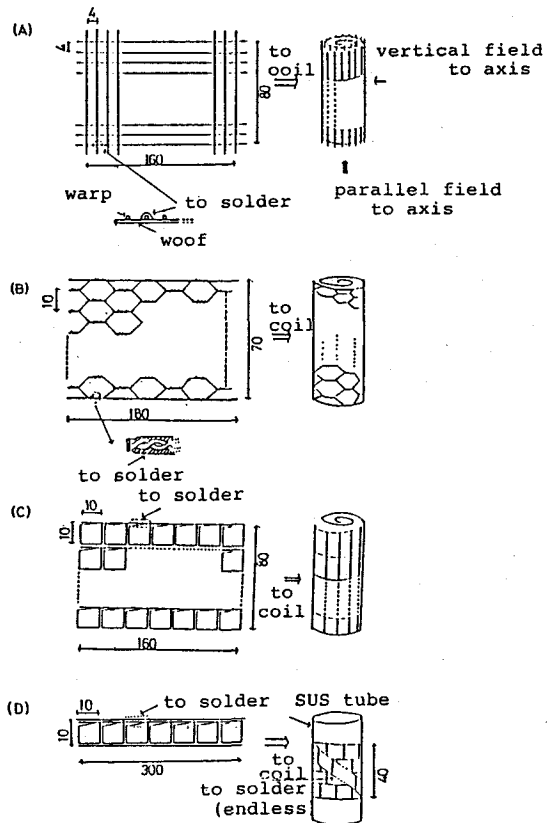


図1 試験した編目状遮蔽体

現在は、図2、3に示されているような遮蔽体についての実験を行っている。図2については、高磁場についての遮蔽を考えており、3については、広範囲の空間の遮蔽について考案したものである。図4に遮蔽体の実験を行うときの超電導マグネットと遮蔽体の配置について示した。円筒型の遮蔽体については、その軸上の磁束密度を、また板状遮蔽体については、マグネット中心軸上及び軸から50mm離れた線上の磁束密度を測定した。

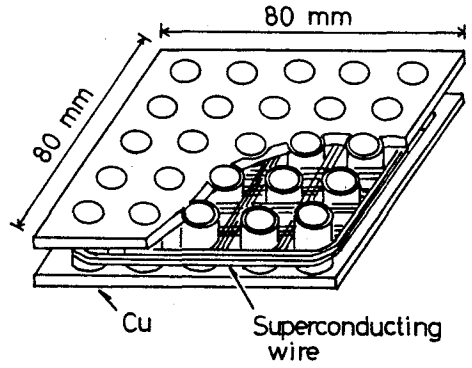


図3 板状遮蔽体

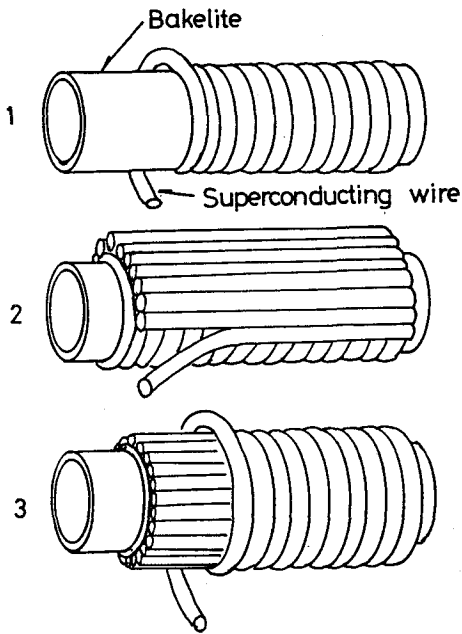


図2 改良した円筒遮蔽体

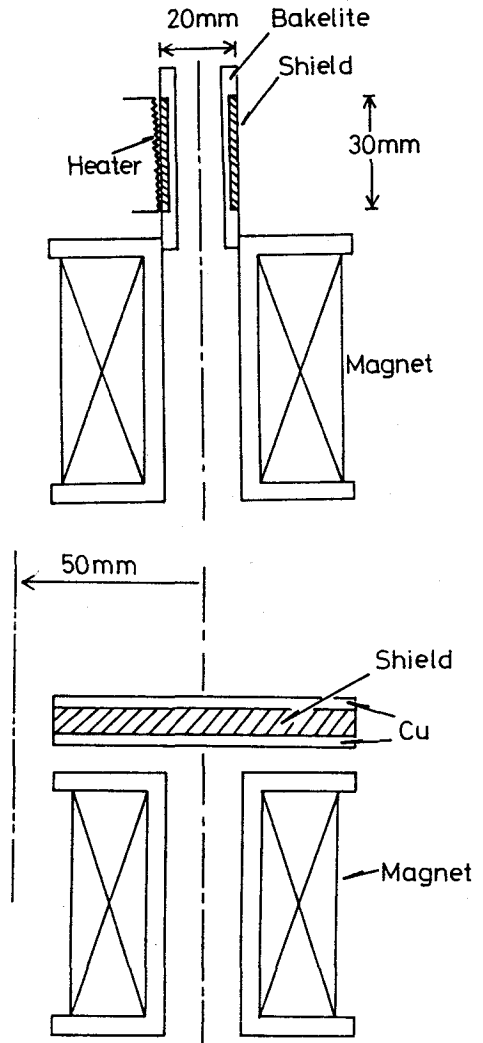


図4 実験時の遮蔽体と超電導マグネットの配置

図5に円筒型遮蔽体の遮蔽効果について示した。破線で示したのが遮蔽体のない場合の磁場分布である。それゆえ遮蔽体には最高約2.8Tの磁場が印可されていることになる。図からも分かるようにこの遮蔽体は、効果的に磁場を遮蔽しており、特に遮蔽体中央部では、約2Tの磁場を殆ど完全に遮蔽していることが理解できる。これは遮蔽体の軸方向の遮蔽効果であるが、この軸と垂直方向の遮蔽効果についてもかなりの効果が期待できる。この遮蔽体の特徴は、軸と垂直方向でも遮蔽効果が期待できること、更に遮蔽体の安定性に優れていることがあげられる。通常バルクな超電導体は、磁場中では、不安定であり、一時に磁束跳躍を起こし、超電導体内部まで磁束が進入してしまう現象が起こるが、この遮蔽体についてはその様な現象はみられず、さらに高い変動磁場速度内でも安定であった。

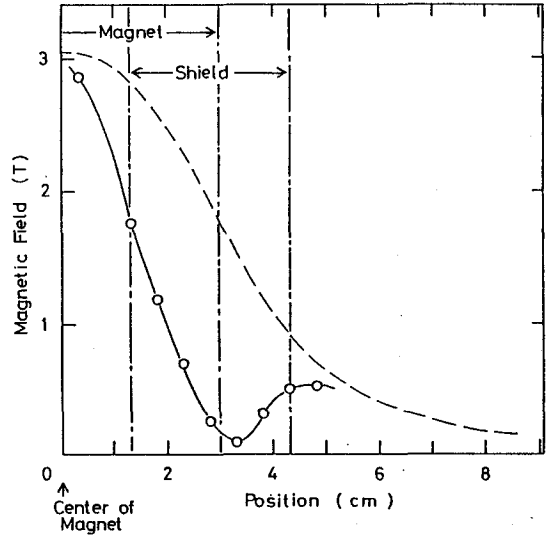


図5 円筒型遮蔽体の遮蔽効果

図6、7に板状遮蔽体の遮蔽効果について示した。図6はマグネット軸上(板状遮蔽中央の軸上)の磁場分布を遮蔽体がある場合とない場合について示してあり、遮蔽効果が存在していることが理解できる。図7は、マグネット軸から50mm離れている線上の磁場分布を示している。予想したとおり、丁度遮蔽体の位置辺では(遮蔽体のちょうど端部にあたる)遮蔽体が存在しないときよりも、存在しているときの方が磁場は大きくなっている。これは、超電導遮蔽体を用いる限り起こる現象であり、遮蔽体と遮蔽すべき物及び磁場分布を考慮して遮蔽体を設計する必要があることを意味している。

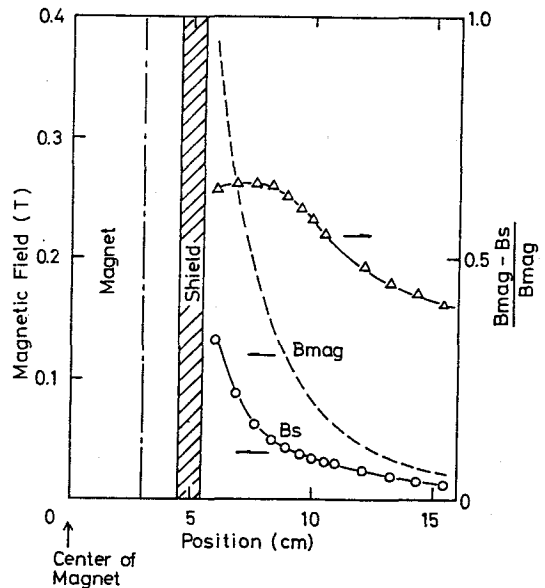


図6 板状遮蔽体の軸上の遮蔽効果

ここで紹介した遮蔽体は何れも合金系の超電導線材を用いて製作したものであるが、化合物系線材を使用したり、さらにはその線材の大容量化を行うことにより比較的容易に遮蔽能力を向上させることが出来るものと考えている。特に時間的に変動するような磁場に対しては、ほとんど完全に遮蔽することが出来ることが実験的に確かめられた。現在残っている問題としては、長時間の静的磁場の遮蔽の問題である。線材を半田で接合しているため、その接合部分の電気抵抗が高く、遮蔽電流が減衰していく。このために現在のところ長時間の静的遮蔽には問題が残っている。しかしながら、現在それを解決することが出来る方法について検討しており、かなりの目安がついたところである。近い将来その方法についても報告することが出来ると思われる。

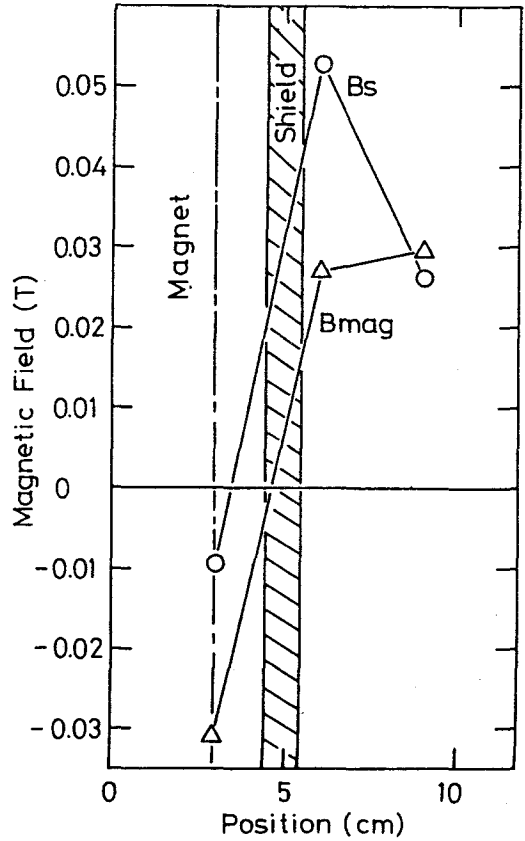


図7 板上遮蔽体の中央部から50mm離れた線上の遮蔽効果