

Title	NMR Study of the Superconducting Proximity Effect in Multilayered Nb-Cu Thin Films
Author(s)	鄭, 国慶
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/37042">https://hdl.handle.net/11094/37042</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名・(本籍)	てい 鄭	こく 国	けい 慶
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	9 2 1 0	号
学位授号の日付	平成 2 年 3 月 24 日		
学位授与の要件	基礎工学研究科物理系専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当		
学位論文題目	NMR Study of the Superconducting Proximity Effect in Multilayered Nb-Cu Thin Films (Nb-Cu多層膜における超伝導近接効果のNMRによる研究)		
論文審査委員	(主査) 教授 朝山 邦輔 (副査) 教授 西田 良男 教授 天谷 喜一 助教授 小田 祺景		

### 論文内容の要旨

超伝導体Sに電氣的に接触する常伝導金属Nは超伝導性を示す。この近接効果は古くから研究され、特にSとN双方の巨視的な性質は良く知られている。これに対し、電子の微視的状态はまだ解明されていない。

この研究の目的は、超伝導多層膜Nb-CuにおけるCuのエネルギー励起スペクトルをNMR法によって調べることである。

Nb層の厚みが200~245 Å, Cu層の厚みが200~600 Åの一連のNb-Cu多層膜において、零磁場における $^{63}\text{Cu}$ の核磁気緩和率の測定から、次のような結果が得られた。

電子がCu層で移動する距離が短い試料では、緩和率がBCS的な振舞いをする。この結果はCu層においてでさえ、エネルギーギャップがあることを意味する。これに対し、Cu層における電子の平均自由行程が長く、またCu-Nb界面が平坦な試料では、緩和率が高温でBCS理論、低温でコリンハ則に従う。緩和率のこのような振舞いを次のように、ギャップの異方性で説明した。界面に平行に移動する電子はNb層に透過される機会がなく、常伝導電子(ギャップがない)のように振舞い、主に低温で緩和率に寄与する。一方、界面にはほぼ垂直に移動する電子は頻りにNb層とCu層を行き来するので、ギャップがあり、高温で緩和率に寄与する。

## 論文の審査結果の要旨

超伝導体に接触した常伝導金属に超伝導がしみ込む現象を近接効果という。これは応用においても重要であるが、微視的な観点からの研究は殆どない。

本論文は超伝導Nb-Cu多層膜において常伝導層Cuにしみ込んだ超伝導のエネルギーギャップをCuのNMRにより調べたものである。厚さがそれぞれ200~245 Å, 200~600 ÅのNbとCuを数10層重ねた多層膜をRFスパッタ法で製作、磁場循環法によりCuの核磁気緩和時間 $T_1$ を0.4~4.2 Kの温度領域で測定した。結果はCuの所にも超伝導エネルギーギャップが存在することを確認した。これは自由行程が膜厚程度でコヒーレンス長より短い場合のMcMillanの理論的予想と一致するが、詳しくみるとこれでは説明できない異常が観測された。まず、ギャップの大きさは $T_c$ から評価されるものよりやや小さく、また、低温で常伝導電子の存在を示唆するKorringa型の緩和が現われこの部分はCuの層が厚くなると増大する。

これを説明するために本論文では、層に垂直に走る電子はNb層にとび込むためにギャップを持つが、層に平行に走る電子は引力ポテンシャルがないのでギャップを持たないというモデルを提案している。この確証を得るためにGeをCuに不純物として加えた試料や、層の表面を波うたせた試料をつくり平行方向の自由行程を減少させて測定した結果、常伝導部分がなくなることを確認した。

このような研究は他に例がなく本論文は近接効果に関して重要な知見を与えたもので、博士論文として価値あるものと認める。