

MgB₂の強磁場 NMR

低温物性物理研究室 A9874044 住川 英光

【はじめに】MgB₂は $T_c=39\text{K}$ という従来の BCS 超伝導体にくらべて非常に高い T_c を持つことが確認されている。この系における発現機構が従来の超伝導体と異なるのか確かめるためにエネルギーギャップ Δ_k の対称性を知ることが必要である。そのためには Δ_k の対称性を反映した温度依存性が現れる NMR の T_1 を測ればよい。しかし T_1 の T 依存性の理論式は常伝導と超伝導の比になっている為に両状態の T_1 を測定しなければならない。本実験の目的はこれまであまり行われていない MgB₂ の常伝導状態の性質を確かめることである。超伝導を破壊して常伝導状態にするために強磁場において NMR を行った。

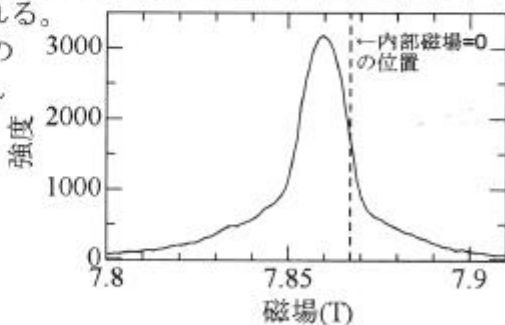
【実験】粉末の試料の MgB₂ を使用し、共鳴周波数 107.33MHz、3.9K で ¹¹B 核のスペクトルを図 1 に示す。次に外部磁場 7.385T において、3.8K から 80K までの T_1 (スピン緩和時間) の測定を行った。図 2 に示すように、この測定においてまずコムパルスを入れて核スピン系を均一に飽和させる。次に τ 秒後に 90° 励起パルスを入れた後、180° パルスを入れて磁気モーメントの向きを反転させてそろえればエコー信号が得られ、位相反転パルスによるエコー信号との差をとって積分する。 $\tau \rightarrow \infty$ 秒後のエコーの強度を I_∞ として $(I_\infty - I(\tau)) / I_\infty$ を対数プロットした (図 3)。四重極分裂によって核スピンの準位が四つに分かれていて (図 4) 緩和は 3 つの指数関数の和で表される。そこで $(ae^{-\tau/T_1} + be^{-3\tau/T_1} + ce^{-6\tau/T_1})$ でフィット ($a=0.1, b=0, c=0.9$ は初期条件から決まっている値である) して、緩和時間 T_1 を求めた。

【結果と考察】図 1 のスペクトルは四重極分裂によるサテライトピークが確認できなかったがこれは励起パルスのスペクトル幅が大きすぎたためにスペクトル構造がぼやけてしまったのか、あるいは第二種超伝導体のために渦糸状態で一部だけが超伝導状態になってしまったのか、粉末にしたために電場勾配が不均一になってしまったなどの理由が考えられる。今後、高温で励起スペクトルの幅を小さくして測定を行い、原因を特定する必要がある。

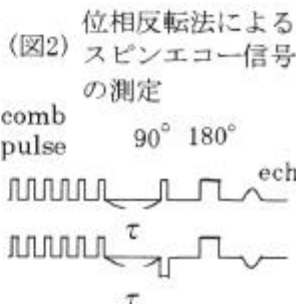
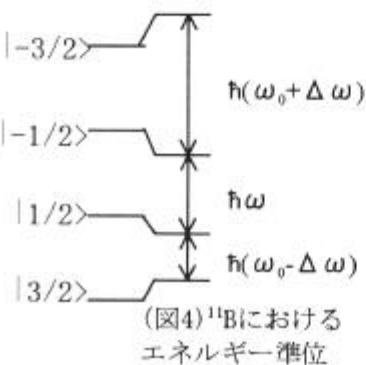
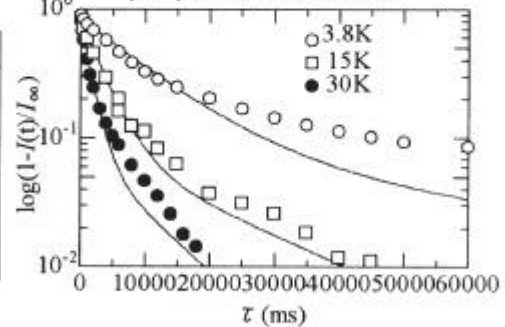
図 5 に示すように $T > 20\text{K}$ では $T_1 T = \text{一定}$ のコリンハ則が得られた。これは常伝導状態における伝導電子がフェルミ液体的であることを示している。文献よりも小さく $(T_1 T)^{-1}$ がでていているということはフェルミ面の状態密度が小さいということである。この原因としては使用した試料 MgB₂ の B が過剰になってしまっている可能性がある。 $T < 10\text{K}$ で $(T_1 T)^{-1}$ が減少しているのは測定磁場 7.385T では超伝導状態を完全につぶしきれなかった為である。より強

磁場で測定すれば下がることはないと考えられる。この 20K 付近以下の増加は試料に含まれるわずかな常磁性不純物のためと考えられる。

(図1) B-NMRスペクトル



(図3)典型的な緩和曲線



(図5) $(T_1 T)^{-1}$ の温度依存性

