

23. 酸化物超伝導体における界面抵抗及び非磁性不純物置換効果

藤田浩史

1. 酸化物超伝導体の界面抵抗

セラミック酸化物超伝導体は多結晶のため界面の効果が無視できない。この界面の効果は J_c 、 H_c などに大きな影響を及ぼし、応用上も極めて重要である。そこで Y 系、La 系、Bi 系の電気抵抗における界面の寄与を調べるため、各系についてパウダーを押し固めただけのサンプルの電気抵抗を測定した。A.C. 帯磁率測定からこれらのサンプルは焼結体と同じ温度で超伝導になっているにもかかわらず、抵抗はそれぞれの系で T_c 以下においても半導体的な温度依存性を示した。このような温度依存性が純粹に界面からの寄与によることを確認するために、焼結体を空气中、酸素中、窒素中でそれぞれ粉碎したものを押し固めて比較を行った所、Y 系、La 系については処理方法による変化はなかった。しかし、Bi 系の酸素および窒素中粉碎サンプルは高温部で金属的な抵抗の温度依存が現れ、空气中粉碎サンプルの表面には絶縁膜のようなものが出来ることがわかった。

次に電気抵抗の温度依存性の解析を行った。可変領域ホッピング伝導、アンダーソン弱局在、熱励起によるものなど低温で抵抗の上昇する伝導機構について、Y 系、La 系で幾つかフィッティングを試みたが当てはまるものが無かった。しかし、Y 系では界面からの寄与と思われる温度依存性が、 $\rho = A \exp(-BT)$ なる式で表せることがわかった。このような特徴を持つ界面の効果は、焼結体の常伝導から $T=0$ へ外挿した時に通常見られる大きな残留抵抗などに現れている。

2. 酸化物超伝導体の非磁性不純物置換効果

Y 系酸化物超伝導体の Cu サイトを非磁性不純物 Al、Zn で置換を行い、電気抵抗と A.C. 帯磁率の測定及び X 線回折による格子定数の決定を行った。また、通常の空気焼鈍に加えてさらに 6 気圧の高圧酸素焼鈍を行ったサンプルについても同様の実験を行い、その変化を見た。

Zn 置換では他の 3d 元素置換に比べて非常に大きく直線的な T_c の降下が見られ、また酸素焼鈍の効果はなかった。一方、Al 置換でもある程度の T_c の降下は見られるものの、酸素焼鈍によって T_c は空気焼鈍のものより上昇し、特に 3% までの置換では不純物置換による T_c の降下が全くみられなかった。このような現象は、斜方晶-正方晶転移をする Fe、Co 等 3 価以上の価数を持つ元素の置換で共通に見られる事がわかった。以上より示唆されるのは、置換元素の価数の重要性である。