

平成11年 9月 2日

機能材料工学専攻	
申請者氏名	濱田次男

紹介教官氏名	角田範義
--------	------

論文要旨(博士)

論文題目	フッ素を用いたイットリウム系高温超伝導体の調製と特性に関する研究
------	----------------------------------

(要旨 1200字程度)

高温超伝導体の発見で高価な液体ヘリウムから、より安価な液体窒素が冷媒として利用可能になり、液体窒素温度での実用化への期待が高まっている。はじめて液体窒素温度以上の臨界温度を示したイットリウム系超伝導体は、その後発見され臨界温度が100Kを越えるビスマス系高温超伝導体に比べて化学的に安定しており単一相が得られ易い。これに対してビスマス系高温超伝導体は、調製過程における微妙な温度制御の違いから臨界温度の異なる相が混在するため組成の均一化が問題となっている。また、これらを応用に適する材料に調製する際の合成温度はビスマス系超伝導体に関しては900℃以下であるが、イットリウム系高温超伝導体に関しては優に1000℃を越え、QMG法(Quench and Melt Growth Method)に至っては1200℃以上の高温熱処理プロセスが必要とされる。

近年ビスマス系高温超伝導体のテープ線材が工業的に生産されているがイットリウム系高温超伝導体に関しては生産されていない。その主な理由は、この高温超伝導体の結晶構造中にある酸素濃度の変化が超伝導体の構造あるいは電気的特性に大きく影響を及ぼすかある。そこで高温超伝導体を安定化させるためには、工業的に生産されているように銀シーを施した材料合成法の開発が急務となっている。

高温超伝導体の試料は非常に局所的な範囲で超伝導特性が優れているものの、広範囲になると極端にその特性は劣るとの報告が発見当初多かった。例えば、固相法で調製された試料の臨界電流は、非常に大きなクラックやポイド等により電流路が阻害されていることが電子顕微鏡を使った結晶組織観察で指摘されており、これが大きな臨界電流が得られない理由のひとつとされた。ところが、ポイドは試料が熔融することにより細かく、数的にも少なくなることが容易に理解される。このような観点から、本研究においては結晶化ガラスの製造等において結晶核形成や熔融促進剤として広く使用されているフッ素に注目し、これをイットリウム系高温超伝導体に添加することで、より低温での超伝導体の調製を行いその有効性を検証した。このフッ素を超伝導体の調製に応用した例はこれまでになく、また非常に簡便なことから線材や薄膜への応用も期待される。特に本論ではフッ素添加および無添加の超伝導体を合成し、フッ素の挙動が材料合成にいかなる影響を及ぼすかを検討した。その結果、フッ素を添加した試料は従来の方法で調製した試料よりもはるかに低温での合成が可能で優れた超伝導特性を持つことが明らかとなった。

以上の結果から、イットリウム系高温超伝導体の調製にフッ素を用いた調製法はこれまで全く報告が無く、フッ素添加により合成温度は銀の融点よりも低くなりイットリウム系高温超伝導体の線材化の工程のひとつである熱処理がQMG法で作られた材料より低くできることがわかった。また、液体窒素温度で得られた臨界電流密度もQMG法で調製された材料とほとんど同じオーダーであることもわかった。よって本法がイットリウム系高温超伝導体の実用化への有効な調製法のひとつであり、今後の超伝導応用の発展に大きく貢献する基礎的な研究であるという結論を得た。