

H. Muto T. Hattori Y. Takahashi A. Okamoto I. Sugai*

Research Laboratory for Nuclear Reactors, Tokyo Institute of Technology

*Institute for Nuclear Study, University of Tokyo

ABSTRACT

Now a days many people are studying oxide superconducting materials. We want to make cavities with superconducting oxide, so we are now trying to make thin foils of superconducting oxide, and to do the experiment for radiational damage of Y-Ba-Cu-O samples to understand their electric characteristics.

セラミック超伝導空洞の基礎研究 (I)

1. 序

この研究は、現在開発がさかんに行われている超伝導酸化物を加速空洞に応用するための、基礎研究として、超伝導膜の作製と、超伝導酸化物が、放射線により受ける影響を電気特性を測定することにより、理解するものである。

2. 超伝導膜の作製

超伝導膜の作製方法には、スパッタ法、真空蒸着法、有機溶媒による、スクリーン印刷法、スプレーパイロリシス法、アーク放電法などがあり、今回は、これらの方法のうちスパッタ法、真空蒸着法、アーク放電法による膜の製作を行い、このうちのスパッタ法、真空蒸着法、アーク放電法で作製したY-Ba-Cu-O系薄膜の成分比をラザフォード後方散乱実験により測定した。カーボンバックングにスパッタ法で薄膜試料を作製した場合のRBSスペクトルを図1に、アルミフイルバックングに電子ビーム蒸着法で薄膜試料を作製したときのスペクトルを図2に示す。

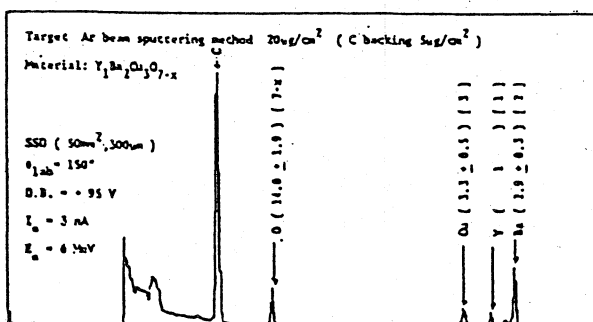


図 1

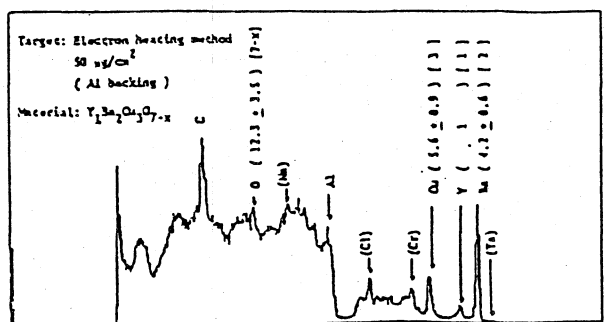


図 2

スパッタ法

スパッタ法が、 $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$ の成分比に近い状態で膜を形成することと、RF空洞の場合表面のなめらかさが問題となりスパッタ法は表面がなめらかに膜を形成することも理解できたのでスパッタ法による超伝導膜の研究を行っている。しかしスパッタ法では膜の製作には時間がかかり、厚い膜を作りにくく下の基板の影響も大きく受け安い。現在では完全な超伝導膜は、まだできていない。

スクリーン法

次に、 $Y-Ba-Cu-O$ 系酸化物をプロピレングリコールに溶かして、アルミナ基盤に印刷するスクリーン印刷について述べる。現在では $17\mu m$ の厚さの超伝導膜の作製に成功しているが、普通のスクリーン印刷は、空洞のような形状をしているものには印刷しにくいので、刷毛で塗り、真空中で加熱しながら完成させる法をとり、その後、炉中で加熱して作製する。しかし、スクリーン法では、表面に凹凸がありきれいにできないので、スクリーン法でできた膜の上にスパッタ法による膜を重ねた超伝導複合膜の開発も行っている。

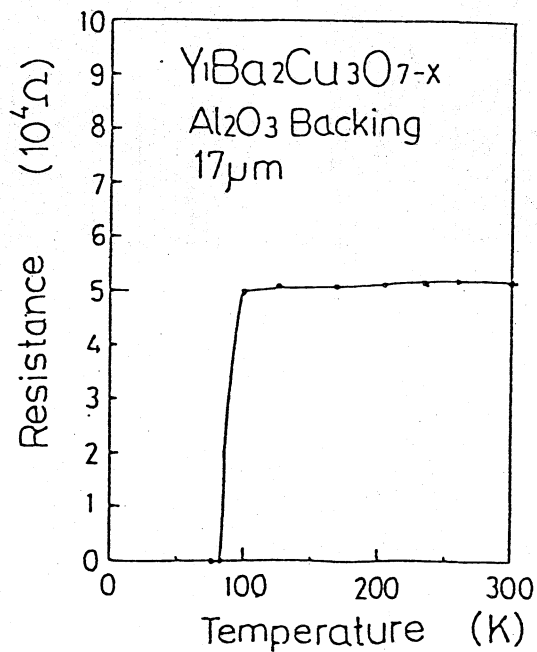


図 3

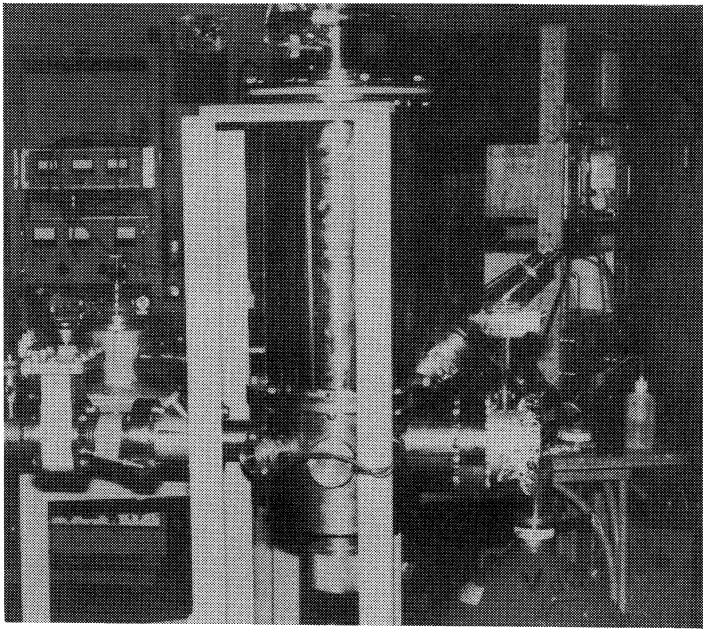
$17\mu m$ の厚さのアルミナバックイングの $Y-Ba-Cu-O$ の抵抗と温度の関係を図3に示す。

3. 超伝導酸化物の照射損傷実験

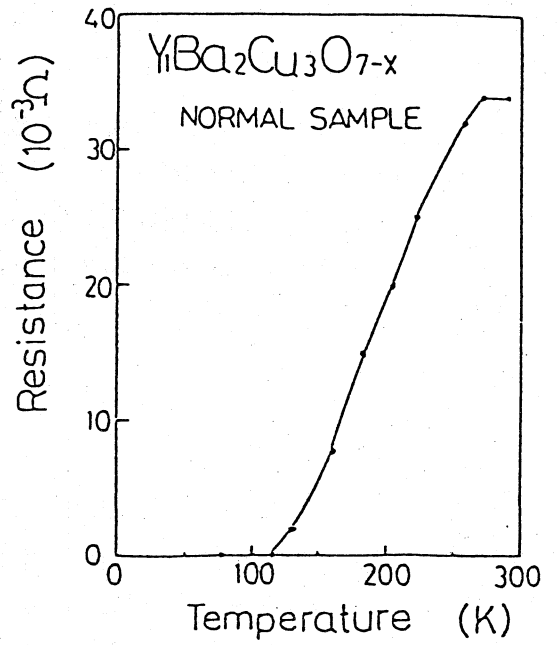
加速器空洞として超伝導酸化物を使用する場合、放射線による損傷が問題になるので、今回は He^+ と N^+ をバルクの $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$ に照射電流の量を変えて照射し、その影響の度合を抵抗と温度の関係で測定した。

東工大バンデグラフにおいて液体窒素温度に冷却可能な照射散乱槽に $3 MeV He^+$ イオンと $2 MeV N^+$ イオンを $0.1 \sim$ 数 μA 照射する実験を行った。(図4)ターゲット試料は $20 mm \phi$ 、厚さ $2 \sim 3 mm$ の $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$ を使用し、照射量を He^+ ビームで $20, 40, 60, 80, 100 mC / 2 cm^2$ また N^+ ビームでは $3, 5 mC / cm^2$ にして、照射の前後に4端子法により、電気抵抗を測定した。実験前のサンプルの電気抵抗と温度の関係のグラフを図5に、 He^+ ビームを $60 mC$ 照射したものを図6に、同じく $100 mC$ 照射したものを図7に示す。

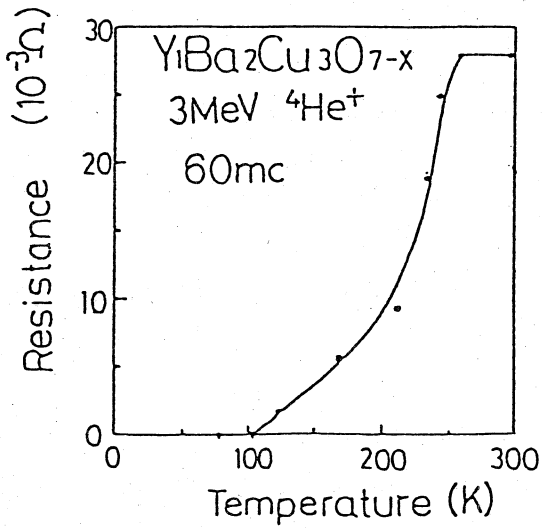
この測定結果より、 He^+ ビームで $60 mC$ 照射した場合 He^+ は 1.9×10^{17} 個/ cm^2 だけバルク中に注入されたことになるが、超伝導状態を示していた。



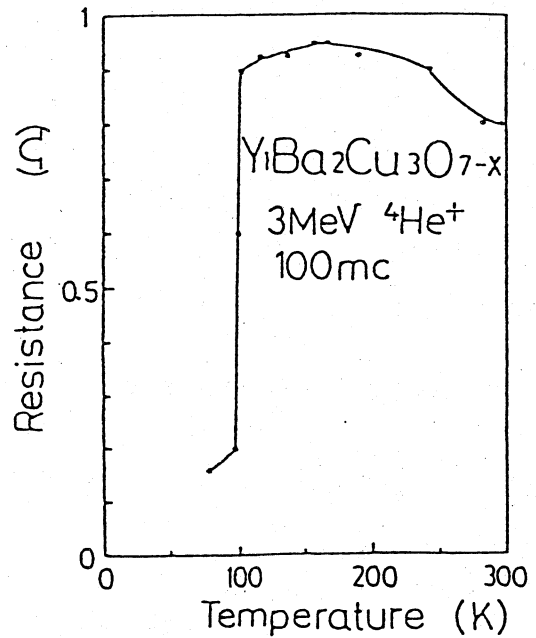
☒ 4



☒ 5



☒ 6



☒ 7

Refereneec

1) J. G. Bednorz and K. A. Müller, Z. Phys., B 64, 189 (1986)