

Test of High-Tc Superconductor in a 2.7 GHz RF cavity

Makio OHKUBO, Eisuke MINEHARA, Suehiro TAKEUCHI,
Yuuki KAWARASAKI, Susumu KATANO, Saburo TAKAMURA,
Teruo KATOH, Mitsuo WATANABE, Hiroshi NARAMOTO,
and Yukio KAZUMATA

Department of Physics, Japan Atomic Energy Research Institute

Abstract

In order to clarify the applicability of a new high-Tc superconducting material to an RF accelerating cavity, a preliminary measurement was made on the RF characteristics of the material. A $Y-Ba_2Cu_3O_x$ sample was placed in a 2.7 GHz copper resonant cavity, and the Q-value of the cavity was measured at temperature from 77 K to 300 K. The Q-value of the cavity increased appreciably below 82 K.

高温超伝導材の2.7 GHz空胴でのテスト

1. 序

最近話題の高温超伝導材の高周波加速空胴への応用の可能性を検討するために、高周波特性の一端を測定した。 $YBa_2Cu_3O_x$ の薄片を2.7 GHzの銅の円筒空胴共振器内に入れ、液体窒素温度から室温までの空胴のQ値を測定した。その結果、82 K以下の温度で、空胴のQ値は著しく向上しRF損失が減少することが確認された。

2. 実験

実験装置をFig. 1に示す。2.7 GHz帯の空胴共振器に試料を入れ、温度を変えながらQ値を測るものである。RF源からのRFを空胴共振器に加え、RF出力をオシロスコープで観測する。周波数変調をかけ共鳴曲線をスコープに描くことも、変調を止め手動で共鳴周波数 f 、半値幅 Δf をデジタルに測定することもできる。試料を入れた空胴共振器は、内径 84 mm、高さ 30 mm、肉厚 8 mmの銅リングの上下から銅円板を、ステンレスの棒を介してボルトでしめつけるもので、接合部にはインジウムシールを入れた。RFは上下の円板の中央にある空胴内のピンにより電界結合している。空胴の中に高温超伝導材 $YBa_2Cu_3O_x$ 試料 (14 mm x 4.5 mm 刀削製) を入れ、空胴全体を断熱材で囲み、液体窒素で冷却した。窒素が蒸発し終って空胴が徐々に室温に戻ってくる途中に、 $f, \Delta f$ を測定した。温度は、試料に最も近い空胴の外側に熱電対を付けた。昇温速度は 100 K 付近で 0.7 K/min であった。

3. 測定結果

Fig. 2 は $f, f \pm \Delta f/2$ 時間に対しプロットしたものである。 f が時間と共に一様

に減少するのは空胴の熱膨張の効果である。昇温の途中 84~94 K で Δf が急激に増加し、 $YBa_2Cu_3O_x$ が損失の大きい状態に遷移するのがわかる。Q値 ($=f/\Delta f$) と温度の関係を Fig. 3 に示す。82 K 以下でQ値は著しく上昇するのがみえる。温度コントロールが不完全なため遷移点付近の状況が明確ではない。

比較のため $YBa_2Cu_3O_x$ 試料と同じ形状のアルミニウム片を空胴内に入れ同様な測定をおこなった。空胴壁のロス、外部結合のロスが Δf のバックグラウンドになり 82 K 以下では、試料とアルミニウムの場合ほとんど差が見えない。今回の実験で 3 GHz でも超伝導に遷移することが確認された。しかし RF 損失が金属より小さいかどうかわからない。

4. 検討

$YBa_2Cu_3O_x$ は 84-94 K で DC と同様 3 GHz でも損失が少ない状態に遷移することが確認された。9 GHz でも同様なことが確認されている。製法に問題があるが、空胴壁を $YBa_2Cu_3O_x$ で覆い Q 値を金属の場合と比較する方針を進めている。Wuppertal 大学では $YBa_2Cu_3O_x$ 試料を Nb 超伝導空胴に入れ液体ヘリウム温度まで冷却し 3 GHz で超伝導になることを示した[1]。加速器空胴に実用化するには、成型塗付、高電力 RF、真空、放射線損傷等に関して問題は山積している。

マイクロ波装置につき益子氏の協力を得た。感謝いたします。

[1] H.Hagen et.al. to be published in Jour. Mag.and Mag.Mater.

