

# 228 超伝導YBCOセラミックスの接合性 に及ぼすSnO<sub>2</sub>添加材の影響

東京工業大学工学部 鈴木 暁男 ○戴 志剛  
名城大学理工学部 小川 宏隆

Bondability and Superconductivity of YBCO Ceramics  
with Tin Oxide Additions

by Akio Suzumura, Dai Zhigang, and Hirotaka Ogawa

## 1. 緒言

YBCO酸化物は超伝導セラミックスの中で最も実用化に近い材料と思われる。実用化に向けて、各種加工法の研究が進められてきた。しかし接合技術に関する報告についてはこれまでのところほとんど見あたらない。接合技術は実用化のための重要な技術の一つであると考えられる。そこで本研究では、バルク状酸化物超伝導体の接合方法を確立することを目的に、超伝導特性に及ぼすSnO<sub>2</sub>添加材の影響について検討を行った。

## 2. 試料ならびに実験方法

本実験では、代表的な酸化物超伝導材料であるYBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub>に対し、主としてSnO<sub>2</sub>を母材中に添加した場合の接合性と超伝導特性を調べ、添加材の挙動と効果について検討した。接合に用いた超伝導試料は、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BaCO<sub>3</sub>及びCuOの各粉末をYBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub>の組成になるよう混合し、仮焼結した後、X線回折で成分を確認してから、SnO<sub>2</sub>を0～10mass%添加し、加圧成形後、本焼結して作製した。試料の形状は直径10mmと12mm、厚さ2mmの二種類のペレットである。接合は空气中1223K、1hour、2.4kPa加圧の条件で、インサート材は使用せずに行った。液体窒素温度でこの試料のマイスナー効果を確認した上で、インストロン型引張試験機で接合強度を測定した。また、焼結体の超伝導特性の評価は、断面が2×2mmで長さが10～12mmの試料を切り出し、臨界電流密度J<sub>c</sub>と臨界温度T<sub>c</sub>を、一般的な直流4端子法を用いて測定した<sup>(1)</sup>。

## 3. 実験結果および考察

Fig.1に試料の緻密度とSnO<sub>2</sub>添加量の関係を示す。添加量の増加にしたがって緻密度は上昇している。Fig.2に、接合までの各段階におけるYBCOのX線回折結果を示す。aは仮焼結後のYBCOのX線回折パターンである。bは5mass%SnO<sub>2</sub>を添加したYBCO本焼結後のX線回折パターンで、cはbのものを接合した後のパターンである。dとeはb,cと同じ状態で、10mass%SnO<sub>2</sub>を添加したYBCOのパターンである。この図を見ると、本焼結段階においてYBCOと添加したSnO<sub>2</sub>が反応してBaSnO<sub>3</sub>が生成されたことがわかる。また、接合段階に与える熱サイクルはYBCOの結晶構造を変えていないものと考えられる。

Fig.3に、SnO<sub>2</sub>添加量に対する超伝導材料の接合強度試験結果を示す。SnO<sub>2</sub>の添加量が増すにつれて接合強度は上昇することがわかる。

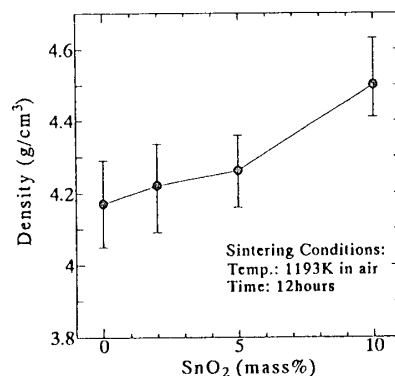


Fig.1 Effects of SnO<sub>2</sub> content on the density of sintered specimens

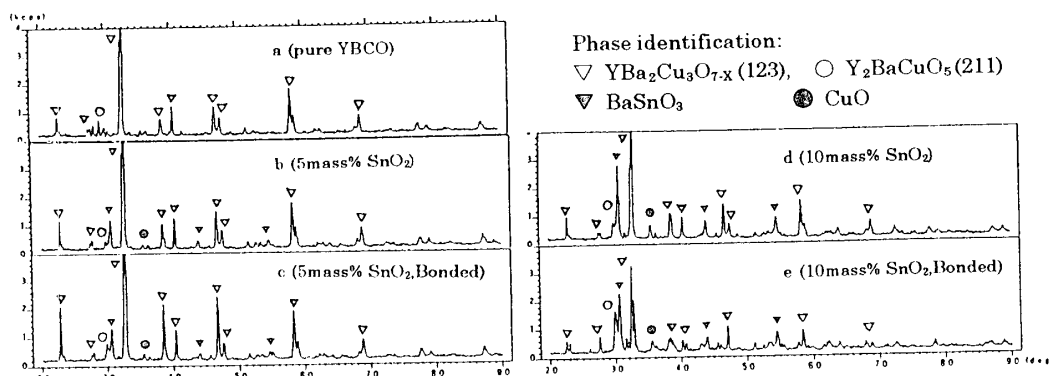


Fig.2 X-ray diffraction patterns under different conditions, (a) pure YBCO after sintered in 1173K (b) YBCO+5mass%  $\text{SnO}_2$  after sintered in 1193K, (c) YBCO+5mass%  $\text{SnO}_2$  after bonded in 1223K (d) YBCO+10mass%  $\text{SnO}_2$  after sintered in 1193K, (e) YBCO+10mass%  $\text{SnO}_2$  after bonded in 1223K

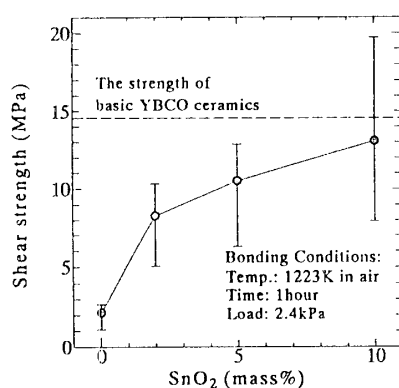


Fig.3 Relation Between  $\text{SnO}_2$  content and shear strengths of joints

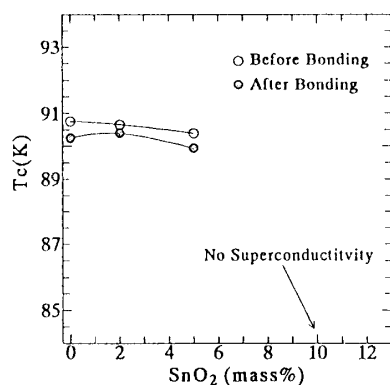


Fig.4 Effects of  $\text{SnO}_2$  content and bonding thermal cycle on the  $T_c$  values

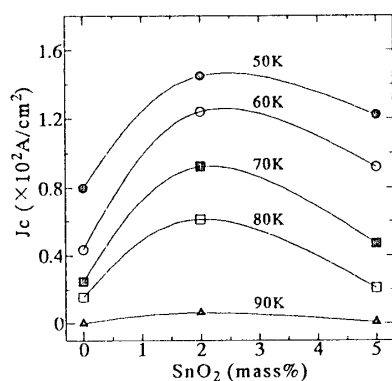


Fig.5 Effects of  $\text{SnO}_2$  content and measuring temperature on the  $J_c$  values

Fig.4に、 $\text{SnO}_2$ の添加量と超伝導材料の臨界温度との関係を示す。 $\text{SnO}_2$ の添加量を増しても、臨界温度はわずかな低下はあるものの殆ど変わっていない。接合した試料の場合にも同様の傾向が見られるが、全体として接合前に比べて少し低下している。

Fig.5に、異なる温度における、 $\text{SnO}_2$ の添加量と超伝導材料の臨界電流密度の関係を示す。添加量の増加に従い、臨界電流密度値は上昇し、添加量をさらに増すと臨界電流密度値は低下している。臨界電流密度値は添加量が2mass%の時に最高値を示している。なお、SEM/EDSによる接合部の分析結果によると、接合部にCuが富化していた。

これらの結果より、添加量の増加に伴って接合性は向上し、臨界電流密度の値は上昇すると考えられる。また、化学反応により生成した $\text{BaSnO}_3$ はYBCOの中に磁束線のピン止め中心となって、臨界電流密度を向上させるものと考えられる<sup>(2)</sup>。しかし、添加量が多すぎると、試料に対する超伝導材料の割合が減少し、臨界電流密度は減少するものと考えられる。

#### 4. 結言

$\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  超伝導材料に $\text{SnO}_2$ を添加することにより接合強度は上昇する。また、適量の $\text{SnO}_2$ を添加することにより、臨界電流密度および臨界温度を上昇させることができる。

参考文献: (1) 鈴木ら: 溶接学会全国大会講演概要, 第57集 1995年 pp.166-177

(2) K.V. Paulose et al, Jpn. J. Appl. Phys. 31 (1992) pp1323