

エアロゾルデポジションによる酸化物高温超伝導体 Bi-Sr-Ca-Cu-O 薄膜の作製と評価

Fabrication and Evaluation of High Temperature Oxide Superconductors

Bi-Sr-Ca-Cu-O Thin Films by Aerosol Deposition

○奥村 優一, 佐藤 祐喜, 吉門 進三 (同志社大院理工)

○Yuichi Okumura, Yuuki Sato, Shinzo Yoshikado (Doshisha Univ.)

E-mail: syoshika@mail.doshisha.ac.jp

【はじめに】 酸化物高温超伝導体 (OHSC と呼ぶ) には超伝導転移温度 (T_c) が液体窒素の沸点温度 (77 K) を上回るものがある。ヘリウムガスの枯渇傾向や価格が高騰化している昨今の状況を考慮すると冷却に要するコストが大きな課題となるが、OHSC は冷却に液体窒素を使用できる。OHSC は第二種超伝導体であるために臨界磁場が高く大電流が流せるため送電用の線材への応用が期待されている。現在、線材を作製する場合高導電率金属リボン上基体上に超伝導体が堆積したものが提案されているが、製作や補修が困難である。本研究では常温で高密度な膜が堆積可能、かつ原料の結晶構造を維持した膜を作製することが可能なエアロゾルデポジション (AD) に着目し、OHSC 薄膜を直接基体上に成膜し、特性を評価してきた。AD は結晶性微粒子を出発原料とし、ガスと混合してエアロゾル化し、ノズルを通して基板に噴射・衝突させ成膜する技術であり、スパッタリング法のように高真空を必要とせず、成膜速度が大きい利点を有している。そのため成膜時間の短縮が可能であり量産性が高い。今回は、OHSC の 1 つである $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ (Bi2223) を出発原料とするために鉛(Pb)を添加した仮焼成粉末を用い、Ag 基板上に基板温度 200°C で成膜後、種々の温度で熱処理を行ったが Bi2223 単相が得られず、 T_c も最高約 68 K にとどまった。今回 AD の出発原料が Bi2223 となるように粉末の焼成条件や不純物の影響について調べたので報告する。

【実験方法】 TEP 製 Bi2223 超伝導仮焼成粉末と、TEP 製 Bi2223 作製用仮焼成粉末をペレット状に加圧後 MgO 焼成用板の上に乗せ焼成温度を 820~850°C、焼成時間を従来報告されている 240h として焼成を空気中で行った。また不純物の影響を調べるために、Bi2223 に含まれるアルカリ土類元素と同族元素である MgO に着目し、その添加量を 4 mol% まで種々変化させて仮焼成粉末に添加した。粉末をペレット状に圧縮成形し焼成を行った。焼成したペレットに X 線回折 (XRD) を用いて結晶構造解析を行った。

【実験結果・考察】 MgO 未添加のペレットを 840°C で 240 時間焼成したところ Fig.1 に示すように焼成後のペレットの XRD パターンより単相の Bi2223 は得られず Bi2223 と Bi2212 の混合物であることが分かった。さらに MgO 焼成用板に接している面では接していない面と比較して Bi2212 の生成比率が Bi2223 より大きく、また焼成を繰り返すに従い Bi2212 の生成比率が大きくなることが分かった。次に、以上の結果を基に不純物として MgO を 1~4 mol% 混合した Bi2223 仮焼成粉末の焼成後の XRD パターンを Fig.2 に示す。いずれの混合比においても Bi2223 のピークは全く確認されずほぼ単相の Bi2212 が生成されることが分かった。また焼成後ペレットは顕著な膨張や流動性に依るとされる形状の著しい変化がみられた。この結果は焼成時のいずれかの元素 (おそらく Cu) の原子価遷移が生じたことが示唆された。このことから MgO は焼成時の Bi2223 の生成を妨げることが明確となった。従って、仮焼粉末中の MgO の痕跡を調べるとともに MgO を含まない出発原料の調整が必要であることが示唆された。講演当日は出発原料の調整および Bi2223 と Bi2212 の混合物および MgO 添加で得られた単相の Bi2212 を AD 用の原料粉末として AD で Ag 基板上に成膜した薄膜の抵抗-温度関係も発表する予定である。

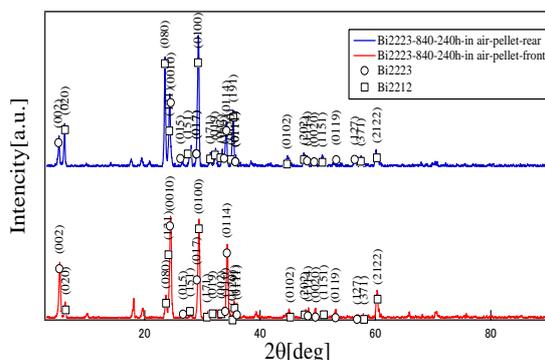


Fig.1. XRD patterns of sintered pellets.

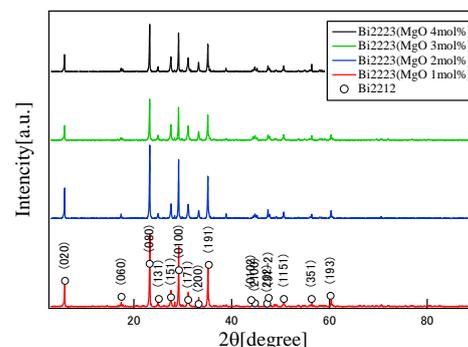


Fig.2. XRD patterns of sintered pellets added MgO.