KOH フラックスを用いた 2 液塗布による REBCO 膜の形成

Fabrication of REBCO films with two reagent solutions of KOH flux

島根大総理工 [1]，　°鶴鶏 瑛介 [1]，　堀内 愼之介 [1]，　山田 容士 [1]，　舩木 修平 [1]
Shimane Univ. [1], °Eisuke Sasaki[1], Shin-nosuke Horiuchi[1], Yasuji Yamada[1], Shuhei Funaki[1]
E-mail: s181034@matsu.shimane-u.ac.jp

[研究背景] 希土類(RE)系銅酸化物超伝導体(REBCO)の成膜においては主に PLD 法などの気相成長が採用されているが、この手法では 800ºC 程度の高温での成膜となるため使用する基材が限られる他、真空状態を保つための特殊な装置が必要となり高コスト化してしまうのが課題である。一方、溶融 KOH に RE_2O_3, BaO_2, CuO の原料酸化物を溶かし結晶成長させる KOH フラックス法では、600ºC 程度の低温で $REBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ (RE123), $REBa_2Cu_4O_8$ (RE124)の結晶膜の大気中形成が可能である。しかし、溶液保持中にるつぼ内で原料の反応が進行し、基板上の結晶成長の駆動力が低下することで、成膜の再現性が悪いという課題がある。そこで本研究では、RE, Ba, Cu の三元素を二組に分けて二種類の KOH 溶液を用意し、それらを単結晶基板上へ塗布することによって REBCO の成膜が可能であるか検討した。

[実験方法] 出発原料として RE_2O_3 (RE = Nd, Eu, Gd, Y), BaO_2, CuO を選んだ。アルミナ製のるつぼを二つ用意し、一方には RE_2O_3 を、もう一方には BaO_2, CuO を、それぞれ KOH とともに充填し大気中で加熱した。また、原料酸化物と KOH の重量比は約 1 : 5 とした。溶液の加熱温度は 350ºC から 600ºC の間に設定し、保持時間は 15 分から 120 分程度とした。この二つの溶液を高温に加熱した基板に塗布し，15 分間保持した後に室温に取り出した。基板には単結晶 $SrTiO_3$ (100)を用いた。得られた試料は、H_2O を用いた超音波洗浄によって KOH 及び不必要な付着物の除去を行った。得られた膜の結晶相を XRD 測定により同定し、磁気モーメントの温度変化により超伝導特性を調べた。

[実験結果] 希土類として Nd, Eu, Gd を用いた場合、成膜条件により RE123, RE124 あるいは、それらの混相の膜を得た。Fig. 1 に Gd を用いて溶液塗布後の基板を 600ºC に 15 分保持することで得られた試料の XRD 2θ–θ パターンを示す。図より Gd123 (00*l*), Gd124 (00*l*)の鋭いピークが確認されたことから、混相の *c* 軸配向したエピタキシャル膜であることが分かった。また、磁化測定により 65 K で超伝導転移することが確認された。一方、Y を用いた場合、試した実験条件の範囲では基板上に膜は形成されなかった。以上のことより、2 液塗布により超伝導結晶膜の形成が可能であること、および、希土類の種類により膜形成の条件が異なることが分かった。

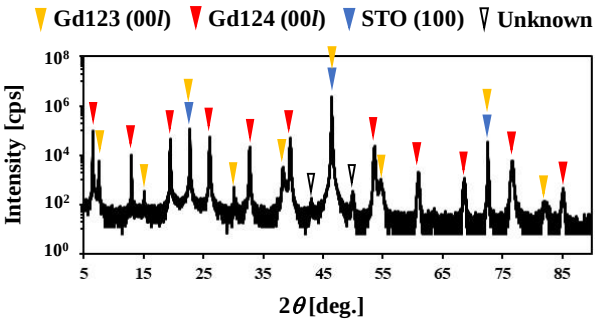

Fig. 1　XRD 2θ–θ pattern of a GdBCO film