

熔融水酸化物法 RE124 膜への相変態熱処理による高 T_c -RE123 膜の作製

Fabrication of high- T_c RE123 films via annealing for RE124 films deposited by molten hydroxide method.

島大総理工¹・(D)宮地 優悟¹, 船木 修平¹, 添田 圭佑¹, 山田 容士¹

Shimane Univ¹, [○]Yugo Miyachi¹, Shuhei Funaki¹, Keisuke Soeda¹, Yasuji Yamada¹.

E-mail: S169826@matsu.shimane-u.ac.jp

【背景】REBCO 線材の薄膜形成手法としては PLD 法や MOD 法が主流であるが、高特性な REBCO 膜を得るには 700~800°C の高温成膜環境を要し、基材からの不純物元素の拡散防止層の成膜が必須となるため、コスト増加の要因となっている。元素拡散を抑えるには成膜温度の低温化が有効であるため、我々は低温液相法である熔融水酸化物法を用いて REBCO 薄膜の形成を行ってきた。450°C の低温において RE124 の成膜に成功し、得られた RE124 膜は他の手法による結晶と比較して高い T_c を示した^[1]。しかし、RE124 の T_c は RE123 と比べて 10 K 以上低く、線材応用には不適である。そこで、RE124 が低酸素分圧下では 700°C 以下の比較的低い温度において RE123 に相変態し^[2]、この RE123 が高い臨界電流密度を有する^[3]ことに着目した。本研究では、低温プロセス下で高い T_c を有する RE123 膜を得ることを目的とし、熔融水酸化物法で得られた RE124 膜に熱処理を施し、RE123 膜が形成される酸素分圧・温度条件を検討するとともに、得られた RE123 膜の T_c の評価を行った。

【実験方法】RE124 膜の成膜は熔融水酸化物法によって行った。RE 元素に Eu を、基材に SrTiO₃(100)単結晶基板を、フラックスに共晶組成の NaOH-KOH 融液を用い、475°C で成膜を行った。得られた Eu124 膜を、一気圧の酸素混合窒素ガス(酸素濃度=100 ppm)中において、550~650°C で熱処理を行った。得られた膜の相ならびに軸長を XRD 測定にて、 T_c を直流四端子法によってそれぞれ評価した。

【実験結果】XRD 測定から、as-grwon の膜が Eu124 単相であることを確認した。575°C 以下

の熱処理では as-grown(Eu124)から相が変化しなかったが、600°C で Eu247 相となり、さらに 625°C 以上で Eu123 相となった。図 1 に as-grown 及び、600°C・625°C の熱処理で得られた Eu247 膜・Eu123 膜の電気抵抗の温度依存性を示す。それぞれ、as-grown (Eu124)膜は 69 K、600°C 熱処理(Eu247) 膜は 85 K、625°C 熱処理(Eu123) 膜は 93 K においてゼロ抵抗を示した。高品位な Eu123 は $T_c = 94$ K であることから、本研究において得られた Eu123 膜は RE/Ba 置換量が少なく、高い T_c を有する結晶膜であることが確認できた。上記のように、熔融水酸化物法によって得られた Eu124 膜に熱処理を行うことで、全てのプロセスを大気圧中で、さらに 625°C 以下の低温において、高い T_c を有する Eu123 膜を得られることが明らかとなった。

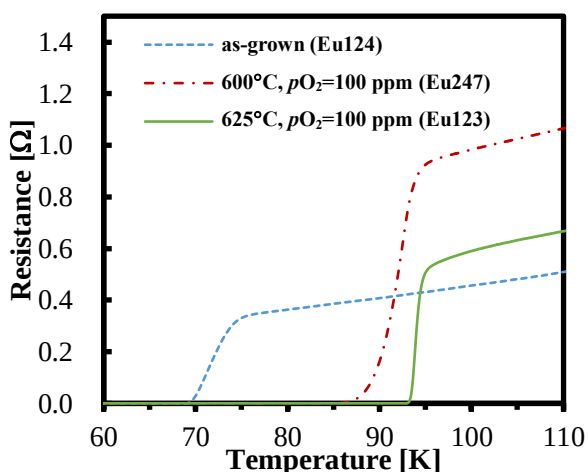


Fig. 1 Temperature dependence of resistance of as-grown film and films annealed at 600°C and 625°C in $pO_2=100$ ppm.

[1] Y. Miyachi et al., *Phys. Proc.* **65** (2015) 129–132

[2] T. Wada et al., *Appl. Phys. Lett.* **57** (1990) 81–83

[3] S. Jin et al., *Appl. Phys. Lett.* **56** (1990) 1287–1289