

水酸化フラックス組成の変更による $\text{GdBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ 膜の超伝導特性制御

Controlling of Superconducting properties in $\text{GdBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ films by modified hydroxide flux composition

島根大総理工[○]添田 圭佑、宮地 優悟、山本 諒太郎、松木 修平、山田 容士

Shimane Univ. [○]Keisuke Soeda, Yugo Miyachi, Ryotaro Yamamoto, Shuhei Funaki, Yasuji Yamada

E-mail: s169113@matsu.shimane-u.ac.jp

【背景】 $\text{REBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ (RE124)は $T_c = 80$ K を示し、類似構造を持つ $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (RE123)と比較して酸素欠損及び Ba サイトへの RE 置換 (RE/Ba 置換)による T_c の低下が生じにくい利点を有している。これまで我々は水酸化カリウム (KOH) をフラックスに用いた液相成長法により、 700°C 以下の低温で良質な RE124 膜を作製してきた^[1]。さらに、KOH のみでは成膜温度の下限が 550°C であったが、KOH と水酸化ナトリウム (NaOH) の共晶溶液をフラックスとして用いることで、 475°C まで成膜温度の低温化に成功している^[2]。一方で、KOH を用いて成膜した Gd124 膜の T_c が成膜温度によって変化し、 700°C では $T_c = 65$ K であったのに対し、 550°C では $T_c = 83$ K^[3]まで向上することが分かった。すなわち、低温環境下で成膜することによってさらなる T_c の向上が期待できる。そこで本研究では、高い T_c を有する Gd124 膜を作製するために、KOH-NaOH 共晶溶液をフラックスに用いて 550°C 以下で成膜を試みた。

【実験方法】 はじめに Al_2O_3 りつぽ内へ 5.0 g の KOH-NaOH 共晶組成の混合物を充填し、目的の成膜温度で融解させた。その後、 Gd_2O_3 、 BaO_2 、 CuO を $\text{Gd}:\text{Ba}:\text{Cu} = 1:2:4$ となるように混合した原料粉と、スパッタリング法で LaAlO_3 基板上に NdGaO_3 種膜を成膜した基材を投入し 12 h 保持することによって Gd124 を成膜した。相の同定には XRD 2θ - θ 測定、 T_c の評価には直流四端子法による R - T 特性測定を用いた。

【結果と検討】 KOH-NaOH 共晶溶液を用いることで、過去の報告と同様 475°C まで Gd124 膜の成膜温度を低温化することに成功した (以下共晶-Gd124 膜)。しかしながら、共晶-Gd124 膜は $T_c = 68$ K を示し、 550°C で成膜し

た Gd124 膜 (以下 KOH-Gd124 膜) の $T_c = 83$ K よりも低かった。この T_c 低下の要因を調査するため、KOH-NaOH 共晶溶液を用いて 550°C で Gd124 膜を作製し、KOH をフラックスとして同温度で作製した Gd124 膜と比較した。図にそれぞれのフラックスで作製した Gd124 膜の R - T 特性を示す。KOH-Gd124 膜は $T_{c\text{onset}} = 85.6$ K, $T_{c\text{zero}} = 82.6$ K であるのに対し、共晶-Gd124 膜は $T_{c\text{onset}} = 71.0$ K, $T_{c\text{zero}} = 67.3$ K と 15 K 程度低かった。XRD 2θ - θ 回折パターンから c 軸長を算出したところ、KOH-Gd124 膜は 27.32 Å、共晶-Gd124 膜は 27.40 Å であり、長い c 軸長を持つ膜の T_c が低下していることが分かった。以上の結果より、 c 軸長が長くなるような結晶欠陥が KOH-NaOH 共晶溶液によって引き起こされ、 T_c が低下している可能性が示唆された。発表当日は、フラックスの組成及び成膜温度を変えて作製した Gd124 膜の結果についても述べる予定である。

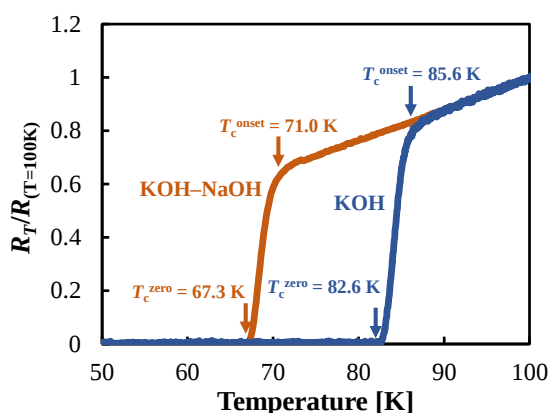


Fig. R - T characteristics of Gd124/ NdGaO_3 / LaAlO_3 films

【参考文献】

- [1] S. Funaki et al., Phys. Proc. **27**, 284 (2012).
- [2] Y. Miyachi et al., Phys. Proc. **65**, 129 (2015).
- [3] 添田 他, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 14p-D63-5 (2016).