

低温作製したクラックフリーGdBa₂Cu₄O₈膜への 相変態熱処理による高 T_c -GdBa₂Cu₃O_{7- δ} 膜の作製

Fabrication of high- T_c GdBa₂Cu₃O_{7- δ} films by crack free GdBa₂Cu₄O₈ films
via phase transformation process

○添田 圭佑、宮地 優悟、船木 修平、山田 容士 (島根大 総理工)

○Keisuke Soeda, Yugo Miyachi, Shuhei Funaki, Yasuji Yamada (Shimane Univ.)

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

【背景】これまで我々は、大気中 700°C以下で高品質な REBa₂Cu₄O₈ (RE124)が作製できる KOH フラックス法^[1]に着目してきた。この低温作製プロセスにより Coated Conductor (C.C.) 線材の拡散防止層が削減でき、低コスト C.C. 線材が作製できると考えられる。しかし、NdGaO₃ 基板上に成膜した RE124 膜には、基板と超伝導層間の熱膨張係数差に起因するクラックが確認された。そのため、熱膨張係数差の小さい LaAlO₃ 基板上への成膜が試みられたが、KOH 溶液との間の高い界面エネルギーによって REBCO 膜が成長しなかった。そこで、LaAlO₃ 基板上に気相法を用いてペロブスカイト型種膜を成膜し、界面エネルギーを低下させることで、過去の報告値(73 K^[3])よりも高い T_c = 77.8 K を有するクラックフリーGd124膜の低温作製に成功した^[3]。

近年、KOH フラックス法で作製した Eu124 膜に、低酸素分圧下 650°Cで熱処理を施すことで、 T_c = 93 K と高い T_c を有する Eu123 への相変態が確認され、低温下・非真空プロセスによって高 T_c - RE123 膜が作製可能であることが報告された^[4]。また、相変態熱処理した RE123 膜には微細な Cu の析出がみられ、新たなピン導入手法として高 J_c 化が望まれる。

本研究では、種膜/LaAlO₃ 基板上へ成膜したクラックフリーGd124 膜の更なる高特性化を目指して、低温・低酸素分圧下で熱処理を施すことで、Gd124 膜から高 T_c - Gd123 膜への相変態を試みた。

【実験方法】はじめに、RF マグネトロンスパッタリング法を用いて LaAlO₃ 基板上へ NdFeO₃ 種膜を作製した。そして 550°Cで溶融させた KOH 中に、Gd₂O₃, BaO₂, CuO を Gd : Ba : Cu = 1 : 2 : 4 となるように混合した原料粉と NdFeO₃/LaAlO₃ を投入し、12 h 保持することで

Gd124 を成膜した。次に、酸素分圧 100 ppm の N₂-O₂ 気流中にて 650°Cで 12 h 熱処理を施し、Gd123 へ相変態させた。

相の同定には XRD 2 θ - θ 測定、超伝導特性の評価には直流四端子法を用いた。

【実験結果】 XRD 2 θ - θ 測定より、NdFeO₃ 種膜上に KOH フラックス法で成膜した as-grown 膜は、Gd124 単相であることが確認された。また、相変態熱処理によって as-grown 膜は Gd123 単相膜へ相変態していることが分かった。Fig. 1 に、相変態熱処理前後の膜の $R-T$ 測定結果を示す。as-grown 膜は、 T_c^{zero} = 77.8 K であった。この膜に相変態熱処理を施すことで、 T_c^{zero} を 77.8 K から 90.0 K と 12.2 K 上昇させることに成功した。以上の結果から、相変態熱処理によって NdFeO₃ 種膜上に高 T_c を有する Gd123 膜が作製できたといえる。

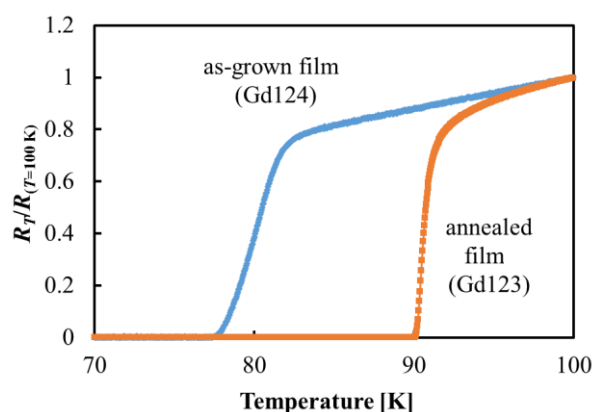


Fig. 1 $R-T$ characteristics of as-grown Gd124 film and annealed film (Gd123)

【参考文献】

- [1] S. Funaki et al., Physics Procedia, **27** (2012) 278
- [2] D. E. Morris et al., Phys. Rev. B, **39** (1989) 7347
- [3] 添田 他, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 (2016) 14p-D63-5
- [4] 宮地 他, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 (2016) 14p-D63-3