

はじめに 希土類系銅酸化物高温伝導体 (REBa₂Cu₃O_z ($z \approx 7$); RE123) は、約 90 K と高い超伝導転移温度 (T_c) を持ち、磁場中においても比較的高い臨界電流密度 (J_c) を有するため、これを配向制御した薄膜を用いた超伝導線材は、高効率エネルギー輸送などへの応用の期待が大きい。本研究では、小型で安価な Nd:YAG レーザを用いたパルスレーザー蒸着 (PLD) 法により、液体窒素温度 (77.3 K) において高い J_c を持つ RE123 薄膜の作製条件を決定することを目的とした。

実験方法 Y123 及び Er123 薄膜を Nd:YAG レーザの 4 倍波 (波長 266 nm) を用いて (100) SrTiO₃ 単結晶基板上に作製した。成膜時間を 30 min, 成膜時の酸素分圧を 20 Pa に固定し、膜の 2 軸配向条件として、レーザーパルス周波数 (f), レーザエネルギー (E), 基板温度 (T_s) を最適化した。さらに、高 T_c 化のための膜中への酸素導入を目的として、成膜後の炉冷時酸素分圧 (P_{O_2}) について検討した。得られた薄膜は X 線回折法 (θ - 2θ 法, ϕ -scan 測定) により配向度を評価し、また 4 端子法により電気抵抗の温度依存性と臨界電流 (I_c) の磁場依存性を測定した。

結果 2 軸配向膜が得られる T_s の範囲は Y123 薄膜については 830~850°C, Er123 薄膜では 810~850°C であり、Er123 膜の方がより低温から 2 軸配向した。 f , E については Y123, Er123 薄膜ともに、それぞれ 2 Hz, 500~530 mJ であった。 P_{O_2} については、 6.0×10^4 Pa のときに Y123 薄膜で 90.5 K, Er123 薄膜で 89 K と比較的高い T_c が得られた。この最適成膜条件で作製した Er123 薄膜の J_c は、膜厚を 0.3 μm と仮定すると自己磁場で 2.89 MA/cm², 印加磁場 1 T で 0.153 MA/cm² であった。この結果は、今後の超伝導薄膜線材の低コスト作製プロセスに向けての重要な指針になるものと期待できる。