

CaF₂ buffer 層を用いた MgB₂ 超薄膜の成長

Growth of ultrathin MgB₂ film using a CaF₂ buffer layer

農工大¹, ○ (M1) 菊地 素之¹, 迫田 将仁¹, (B) 中島 捷¹, 内藤 方夫¹

Tokyo University of Agriculture and Technology¹

○ M. Kikuchi¹, M. Sakoda¹, S. Nakajima¹, M. Naito¹

E-mail: s163172s@st.go.tuat.ac.jp

研究背景 水素温度で稼働可能な超伝導エレクトロニクス of 基盤技術の創製を目的に、金属系超伝導で最も高い転移温度 ($T_c \sim 40$ K) を示す MgB₂ に着目し、MgB₂ 超薄膜の作製及び純良化を目指している。超伝導ナノ細線単一光子検出器 (SNSPDs) やホットエレクトロニクスボロメータミキサ (HEBs) への応用は現在 NbN ($T_c \sim 16$ K) が主流である。一方、MgB₂ は NbN と比較して高い T_c を有する点やカイネティックインダクタンスが小さい、また、電子-光子相互作用時間が短いため、より高温かつ高速動作を可能にすると期待されている [1]。これらの応用には高品質な超薄膜 (5 nm) 作製が不可欠であるが、Al₂O₃-c 基板上に高い T_c を示す MgB₂ 超薄膜 (~ 10 nm) を作製することは MBE 法では困難である。前回までに、我々は接合の研究から CaF₂ 界面と MgB₂ との相性が良いとの結果を得ていることから、CaF₂ を buffer 層とすることによって、10 nm 膜厚で $T_c \sim 20$ K を超える MgB₂ 超薄膜の成長に成功したので報告する。

実験方法 MBE 法により、原料 CaF₂, Mg, B をそれぞれ電子ビーム加熱により分子線として供給し、MgB₂/CaF₂ buffer 積層膜を Al₂O₃-c 基板上に作製した。CaF₂ buffer 層の膜厚は 50 nm、また、成膜温度は CaF₂, MgB₂ 共に 250°C である。その後、MBE 装置のチャンバー内でアニール (@500°C, 1 h) を施した。

実験結果 Figure 1 は CaF₂ (50 nm) を buffer 層として用いた場合の MgB₂ 超薄膜 (10 nm) の RHEED パターンである。Al₂O₃-c 基板上に作製した場合 RHEED は観測されず、Mg を過剰に供給しないと超伝導転移も見られないが、CaF₂ buffer 層上に作製した場合は、MgB₂ の組成比が Mg : B = (1.2 ~ 1.8) mol : 2.0 mol という広い範囲で RHEED スポットが顕著に表れ、 T_c に関しては高いもので $T_c^{end} \sim 17$ K が観測された。また、Figure 2 は CaF₂ (50 nm) buffer 層上に MgB₂ (10 nm) を成膜後、アニール処理を施したものとそうでないものを比較した結果である。Figure 2 から分かる通り、成膜後のアニールにより、 ~ 6 K の T_c 向上に成功し、 $T_c^{end} \sim 23$ K を観測した。当日は、MgB₂ 超薄膜作製における CaF₂ buffer 層の有用性及び詳しい作製条件、結果について報告する。



Figure 1 RHEED pattern of the ultrathin MgB₂ film (10 nm) on a CaF₂ buffer layer.

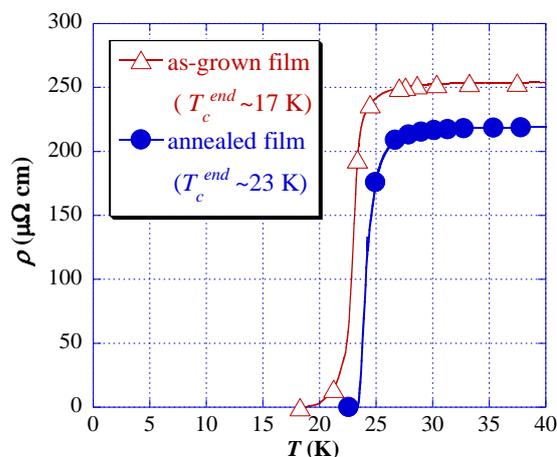


Figure 2 Resistivity-versus-temperature curves for the as-grown (open triangles) and annealed (solid circles) films with thickness of 10 nm on a CaF₂ buffer layer.

[1] H. Shibata, T. Akazaki and Y. Tokura Supercond. Sci. Technol. **26** (2013) 035005.