

低温成長ハーフホイスラーLaPtBi 薄膜の電気伝導特性

Electrical properties of half-Heusler LaPtBi thin films grown at low temperature

名大院工¹, 名大エコトピア研², °新美 陽平¹, 杉本 望実¹, 宮脇 哲也¹,深谷 直人¹, 吉原 健彦¹, 伊藤 孝寛¹, 田中 信夫², 浅野 秀文¹Nagoya Univ.¹, EcoTopia Institute², °Youhei Niimi¹, Nozomi Sugimoto¹, Tetsuya Miyawaki¹,Naoto Fukatani¹, Takehiko Yoshihara¹, Takahiro Ito¹, Nobuo Tanaka², and Hidefumi Asano¹

E-mail: niimi.youhei@c.mbox.nagoya-u.ac.jp

はじめに トポロジカル絶縁体(TI)は、非磁性不純物等による散乱から保護された表面状態におけるスピン偏極電子により、新たな高速・低損失のスピンデバイスへの応用が期待される。TIの候補物質であるハーフホイスラー合金 LaPtBi[1]において 500 °C 以上の高温で成長した薄膜では、Bi 欠損によるホイスラー相の組成ずれや第二相の生成が電気伝導特性に大きな影響を与えていた[2]。最近、成長条件の探索により 300 °C 程度の低温にすることでエピタキシャル成長が可能になったことから、本研究では低温成長した LaPtBi 薄膜の電気伝導特性を明らかにすることを目的とする。

実験方法 La, Pt, および Bi ターゲットを用いた三元スパッタリング法により C 面サファイア基板上に LaPtBi 薄膜を作製した。基板温度 T_s は 300 °C ~ 400 °C まで変化させた。van der Pauw 法を用いて室温から 40 K の範囲でキャリア濃度および移動度を測定した。

実験結果 Fig.1 は $T_s = 300$ °C で作製した LaPtBi 薄膜の XRD パターンである。LaPtBi (111) [211] // sapphire (001) [100] の結晶方位関係でエピタキシャル成長していることが分かる。Fig. 2 は $T_s = 300$ °C で作製した LaPtBi 薄膜の電気抵抗率 ρ の温度依存性である。LaPtBi はゼロギャップ半導体と予測されているが、従来、500 °C 以上の高温で成長した場合は ρ の温度依存性は金属的であり、40 K におけるキャリア濃度 n が 10^{21} cm⁻³ 以上であった[2]。一方、本研究において $T_s = 300$ °C では ρ の温度依存性は半導体的であり、 $n = 2.7 \times 10^{20}$ cm⁻³ とキャリア濃度が大幅に減少した。これは低温成長により Bi 欠損に起因するキャリアドーピングが抑制されたためと考えられる。また、組成ずれが抑制された $T_s = 300 \sim 400$ °C の範囲では、 n および μ の T_s 依存性(Fig. 2 挿入図)は $C1_b$ 規則度と相関があることがわかった。講演では規則度が電気的特性に及ぼす影響について議論する。[1] S. Chadov *et al.*, Nature Mater. **9**, 541 (2010). [2] T. Miyawaki *et al.*, J. Appl. Phys. **111**, 07E327 (2012).

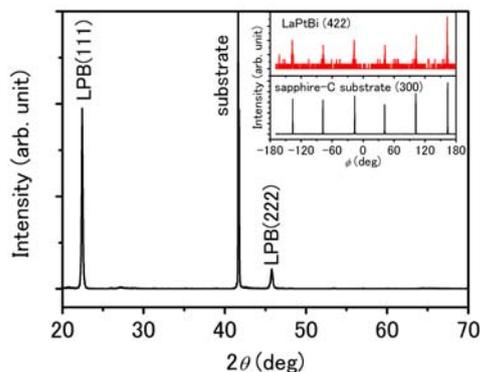


Fig. 1. XRD pattern for a LaPtBi thin film grown at 300 °C. Inset shows in-plane ϕ scans for the (422) plane of the LaPtBi thin film and the (300) plane of the sapphire substrate.

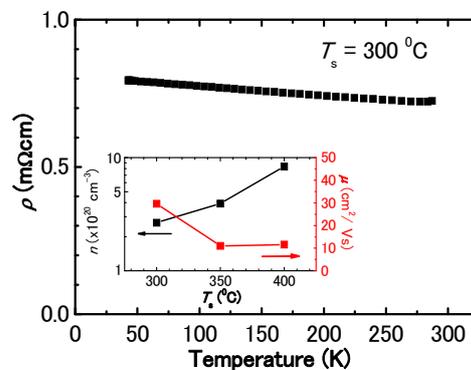


Fig. 2. The temperature dependence of electrical resistivity, ρ , for the LaPtBi thin film grown at 300 °C. Inset shows T_s dependences of carrier density, n , and mobility, μ .