

新しい p 型半導体に関する研究

Study on novel semiconductors with p-type conductivity

°金子 健太郎^{1,2}, 人羅 俊実², 藤田 静雄¹

(1. 京大院工、2. 株式会社 FLOSFIA)

°Kentaro Kaneko^{1,2}, Toshimi Hitora², Shizuo Fujita¹

(1. Graduate School of Engineering, Kyoto University, 2. FLOSFIA INC.)

E-mail: ken-kaneko@kuee.kyoto-u.ac.jp

現在、次世代のパワーデバイス用材料として酸化ガリウム(Ga_2O_3)が注目されており、特に β -gallia 構造をもつ熱的最安定相である β - Ga_2O_3 ($E_g = 4.6\text{-}4.9\text{ eV}$)と、準安定相であるが僅かに大きなバンドギャップを有するコランダム構造 α - Ga_2O_3 ($E_g = 5.3\text{ eV}$)を用いた材料及びデバイス研究がされている[1-3]。しかしながら、それらは全て n 型 Ga_2O_3 を用いたユニポーラデバイスであり、p 型のホモ接合はおろか、良好なヘテロ接合の実証も困難であった。デバイスの高速化や耐圧の向上のためにはバイポーラデバイスの実現が強く望まれているが、 β -gallia 構造という特殊な結晶構造をもつ β - Ga_2O_3 には、同じ結晶構造をもつ p 型半導体は存在しない。一方で、 α - Ga_2O_3 はサファイア(α - Al_2O_3)をはじめとして同じ結晶構造をもつ酸化物が合計 8 種類存在し[2]、その中でも α - Rh_2O_3 は p 型である可能性が示されていた[4]。しかしながら同時に半金属である事も判明しており、 α - Rh_2O_3 単独での p 型半導体としての応用は困難であった。そこで、 α - Rh_2O_3 と α - Ga_2O_3 の混晶を作製し、電子のキャリア密度を減少させる事で p 型特性を得られたので報告する。

図 1 は c 面サファイア基板に作製した α - Rh_2O_3 薄膜の X 線回折プロファイルである。薄膜は c 軸方向に配向成長しており、高品質な α - Rh_2O_3 薄膜が得られた。しかしながら、この薄膜を van der pauw 法にて Hall 効果測定を行ったところ、半金属であるためか電子濃度が $10^{21}/\text{cm}^3$ 台と非常に大きく、n 型伝導しか得られなかった。そこで、バンドギャップを大きくする事で電子密度を低減させる事を図り、 α - Rh_2O_3 と α - Ga_2O_3 の混晶薄膜を c 面サファイア上に作製した。この混晶薄膜の XRD 測定を行うと、c 軸配向した結晶であり、コランダム構造を維持している事を確認した。そして Hall 効果測定を行うと、キャリア密度が $7.6 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 、移動度が $1.01\text{cm}^2/\text{Vs}$ を示す p 型伝導を示す薄膜が得られた。詳細を当日報告する。

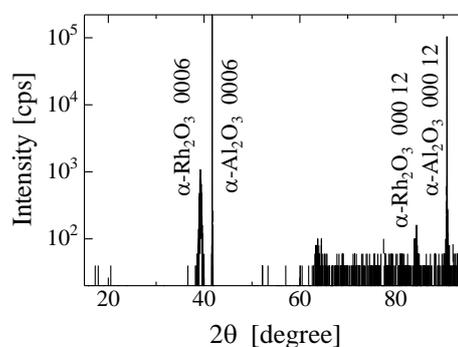


Fig.1 An X-ray diffraction profile of an α - Rh_2O_3 thin film on a c-plane sapphire substrate.

[1] M. Higashiwaki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **100**, (2012) 013504.

[2] K. Kaneko *et al.*, J. Appl. Phys. **113**, (2013) 233901

[3] M. Oda *et al.*, Appl. Phys. Express **9**, (2016) 021101

[4] F. P. Koffyberg. J. Phys. Chem. Solids **53**, (1992) 1285