

スピネル基板上に格子整合して成長した γ -($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}$) $_2\text{O}_3$ 混晶薄膜の 界面の結晶構造解析

Microstructure of a lattice-matched γ -($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}$) $_2\text{O}_3$ alloy thin film
on a spinel substrate grown by mist chemical vapor deposition

京工繊大¹, °堀江 竜斗¹, 田原 大祐¹, 西中 浩之¹, 吉本 昌広¹,

Kyoto Inst. Tech.¹, °Ryuto Horie¹, Daisuke Tahara¹, Hiroyuki Nishinaka¹,

and Masahiro Yoshimoto¹

E-mail: m0621041@edu.kit.ac.jp

酸化ガリウム(Ga_2O_3)の5つの結晶多型(α , β , γ , δ , $\kappa(\epsilon)$)の中で、準安定相の立方晶欠損スピネル構造の γ - Ga_2O_3 は、スピネル(MgAl_2O_4)基板上への薄膜成長が可能である[1]。また、 γ - Ga_2O_3 と同じ結晶構造をもつ酸化アルミニウム(γ - Al_2O_3)と混晶化することにより、 γ -($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}$) $_2\text{O}_3$ のバンドギャップが 4.96-6.97 eV の範囲で変調することが報告されている[2]。ベガード則によると、Al 組成が $x=0.48$ のときに混晶薄膜の格子定数はスピネル基板の格子定数($a = 8.08 \text{ \AA}$)と一致する。さらに、先行研究で算出されたバンドギャップボーイングの値から、このときの直接遷移型のバンドギャップは 5.88 eV となる。デバイス応用の研究が先行している α - Ga_2O_3 , および β - Ga_2O_3 と比較すると、 γ - Ga_2O_3 は α - Ga_2O_3 よりも大きいバンドギャップを持ちながら、 β - Ga_2O_3 のホモエピタキシャル成長のように格子ミスマッチのない薄膜成長を行うことができる。このように、格子整合する γ -($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}$) $_2\text{O}_3$ は、より高耐圧かつ低損失なパワーデバイス応用に適した半導体材料である。本研究では、真空装置を必要とせずコストの低いプロセスであるミスト化学気相成長(CVD)法を用いてスピネル基板上に格子整合した γ -($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}$) $_2\text{O}_3$ 混晶薄膜を成長させた。

Fig. 1 は透過電子顕微鏡(TEM)により得られた γ -($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}$) $_2\text{O}_3$ 薄膜の断面像である。明確な欠陥やミスフィット転位は観測されなかった。次に、制限視野電子回折(SAED)により詳細な結晶構造解析を行った。Fig.2 (a)および(c)では、 γ -($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}$) $_2\text{O}_3$ およびスピネルの立方晶構造に起因する回折パターンが得られた。薄膜と基板の界面(Fig. 2(b))では、これらの回折スポットが一致し、 γ -($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}$) $_2\text{O}_3$ 薄膜がスピネル基板上に格子整合して成長する様子が観察された。

[1] H. Hayashi *et al.*, J. Mater. Res. **26**, 578 (2011).

[2] T. Oshima *et al.*, Appl. Phys. Express. **10**, 051104 (2017).

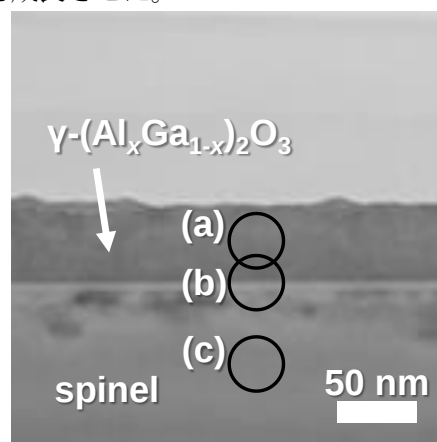


Fig.1 TEM image of the γ -($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}$) $_2\text{O}_3$ thin film on the spinel substrate.

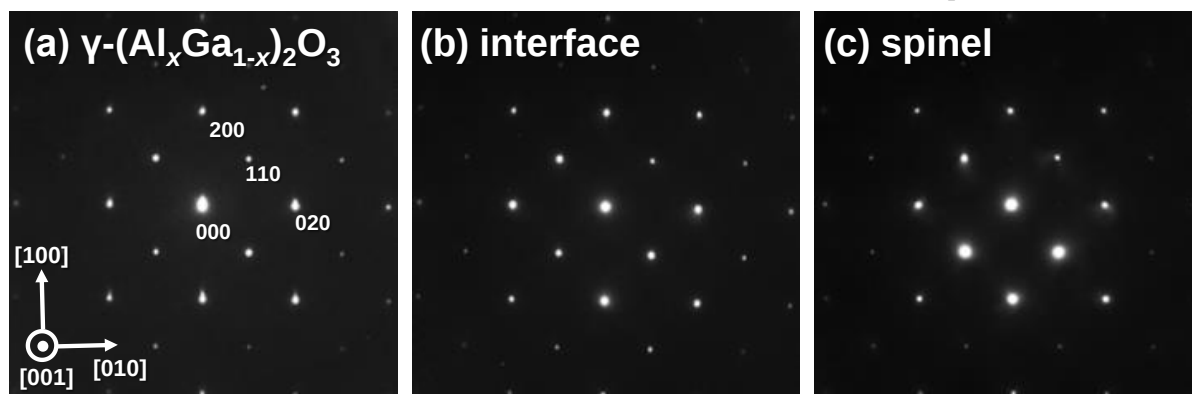


Fig.2 SAED images of γ -($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}$) $_2\text{O}_3$ in (a), interface in (b), and spinel in (c).