

原料に Ga 蒸気を用いる GaN 膜の常圧 CVD プロセスの検討

The study on the atmospheric-pressure CVD process of GaN films using Ga Vapor as a Ga source

(M2) 国枝 航¹, (B) 田中 祐樹¹, 小南 裕子¹, 原 和彦^{2,3}

静岡大学・大学院総合科学技術研究科¹, 創造科学技術大学院², 電子工学研究所³

Shizuoka Univ.¹, ²W. Kunieda¹, Y. Tanaka¹, H. Kominami¹, K. Hara^{2,3}

E-mail: kunieda.wataru.14@shizuoka.ac.jp

【はじめに】GaN 系デバイスの高性能化のため、薄膜作製における GaN の自立基板の使用が求められている。GaN 基板の製造には、現在主に前駆体として GaCl を用いる化学気相法(CVD)による GaN の高速成長が利用されているが、固体副生成物として生じる NH₄Cl が持続的な成長を妨げるというデメリットがある。それに対し、Ga 蒸気と NH₃ を原料に用いる CVD では、そのような固体副生成物が生じないため、メンテナンスの低減という観点で有利である。既に、この原料系を用いて減圧下で成長を行うことで、数百 $\mu\text{m/h}$ の高速成長の達成が報告されている¹⁾。一方で、常圧下で成長を行えば、単位時間あたりに供給できる Ga 原料は減少するが、装置の簡素化によるコストダウンが見込まれる他、原料ガスの分圧を広範囲で変化させることによる結晶性の制御も期待される。そこで本研究では、自立基板作製の応用に向けたプロセス開発に向け、常圧下で Ga 蒸気と NH₃ を原料に用いる CVD により、高品質な GaN の成長とその高速化を試みた。

【試料作製】試料作製には、原料領域と温度領域の 2 つの温度領域をもつアルミナ製の横型管状炉を用いた。Ga 蒸気は、ガス供給管内に置かれた Ga 金属を $T_{\text{Ga}} = 1200 \sim 1350^\circ\text{C}$ で加熱することにより発生させ、N₂ キャリアガス(1000 sccm)により基板まで輸送される。一方で、NH₃ ガス(流量 F_{NH_3})は基板の直前から供給される。成長用基板としては、c 面サファイアを用いた。基板温度を 1100°C とし、水素雰囲気での 30 分間のサーマルクリーニング、10 分間の Ga 蒸気を含む雰囲気でのアニール、2 時間の GaN の高温成長という手順で試料作製を行った。ここで Ga 蒸気中でのアニールは、低温緩衝層を導入することなく、膜状成長を促進するためのものである²⁾。

【実験結果】Fig. 1(a)に、 $T_{\text{Ga}} = 1200^\circ\text{C}$ 、NH₃ 流量 $F_{\text{NH}_3} = 100 \text{ sccm}$ で 2 時間の成長を行って作製した試料の断面を示す。この試料の成長速度は $4.4 \mu\text{m/h}$ であり、凹凸の少ない平坦な膜となった。また GaN (002)回折の X 線ロッキングカーブの半値幅は 726 arcsec であった。Fig. 1(b)に示す試料は、(a)の条件で 1 時間の成長を行った後、 T_{Ga} を 1350°C まで上昇させ、 $F_{\text{NH}_3} = 500 \text{ sccm}$ で作製した試料を示す。この試料では、凹凸が観測され、X 線ロッキングカーブの半値幅が 2087 arcsec

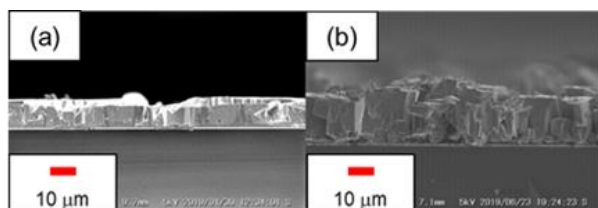


Fig.1 SEM images of the cross section for the sample grown at T_{Ga} of 1200°C and F_{NH_3} of 100 sccm for 2h (a), and the sample grown at T_{Ga} of 1350°C and F_{NH_3} of 500 sccm for 1h on the GaN grown under the same conditions as (a) for 1h (b).

と(a)の試料と比べて特性の劣るものの、上部の成長速度が $22 \mu\text{m/h}$ と見積もられ、成長速度の増加が見込まれた。

参考文献

- (1) D. Nakamura and T. Kimura, Appl. Phys. Express 10, 0955031 (2017), (2) 増田他, 映像情報メディア学会技術報告 42/2, 5 (2018).