

DERI 法を用いた InN 成長プロセスの詳細検討

Detailed study of growth process of InN by DERI method

○臼田知志、小村一樹、荒浪誠生、荒木努、名西憶之（立命館大）

○S. Usuda, K. Komura, M. Aranami, T. Araki, Y. Nanishi (Ritsumeikan University)

E-mail: ro0019kf@ed.ritsumei.ac.jp

InN は電子移動度と飽和ドリフト速度が窒化物半導体の中で最も大きい物性値を有しており、高速・高周波デバイス材料としての応用が期待されている。近年、MBE による InN 成長の発展により結晶性や電気的特性の良い InN 厚膜(5 μm)が成長できるようになった[1]。しかしながら、InN 薄膜の電気的特性は厚膜と比べて極めて悪い。InN を電子デバイスの高速なチャネル層として利用するためには非常に薄い InN 膜を成長することが重要であり、報告された InN-FET の移動度は 100 cm^2/Vs に満たない[2]。我々は DERI 法[3]を用いて高品質な InN 薄膜の成長を目指して研究を進めている。DERI 法は①メタルリッチ成長プロセス(MRGP) および②ドロップレット除去プロセス(DEP) の2つのプロセスから成る。MRGP では、In リッチ条件下での InN 成長を行い、DEP では、窒素ラジカルビーム照射を行う。本プロセスでは、MRGP 中に形成されたドロップレットが InN 二次元平坦膜に変換され、ドロップレットが除去される点に特徴がある。このプロセスを繰り返すことにより、V/III 比の精密制御を必要とせず、再現性よく平坦で高品質な InN 結晶成長が可能となる。今回は、薄膜の厚さ制御性と結晶品質の向上をはかることを目的として、各 DERI サイクルの成長厚さ、DERI サイクル内の成長プログラムについて詳細に検討を行った。特に DEP 終了時点で In を残し MRGP に戻すか否かについて重点を置き検討した。

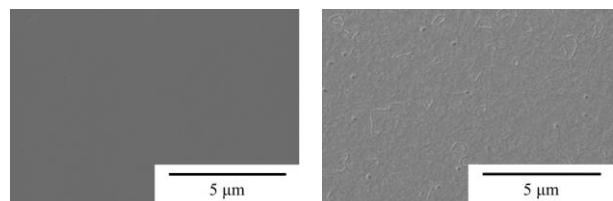
InN 成長には、Sapphire (0001)基板上に MOCVD 法で成長した GaN テンプレートを基板として用いている。成長温度は 425 $^{\circ}\text{C}$ 、窒素プラズマパワーは 200W、成長時間は 90 分で一定とし、DEP の時間を変えた 2 つの実験を行った。実験 A では、DEP 約 3 分で、In ドロップレットを残した状態で MRGP に戻し成長を行い、実験 B では、DEP 約 6 分で、In ドロップレットを完全に取り除いた状態で成長を行った。結晶表面の SEM 像を図、XRC による結晶性の評価およびホール効果測定による電気的特性の評価結果を表にそれぞれ示す。図より実験 A に比べ実験 B の基板では表面が粗いことがわかる。また、表から結晶性および電気的特性の両方で実験 A の方が実験 B よりも良い特性が得られていることがわかる。以上の結果から、DEP を In が完全になくなるまで行うと表面、結晶性、電気的特性の全てが悪くなると考えられる。プラズマ照射による InN への点欠陥の導入、表面マイグレーション効果などがその原因ではないかと考えている。

[1] X. Wang, et al., Appl. Phys. Express 5, 015502 (2012).

[2] H. Fujioka et al., Scientific Reports 4, 3951 (2014).

[3] Y. Nanishi et al., Appl. Phys. Express, vol.2,no.5, pp.051001 (2009).

謝辞 本研究は 科研費 #26600090 および #15H03559 の助成を受けて行われたものである。



実験 A

実験 B

図.表面 SEM 像

表 XRC およびホール効果測定結果

	XRC(arcsec)		ホール	
	002	302	キャリア濃度($1/\text{cm}^2$)	移動度(cm^2/Vs)
A	700	2500	5.8×10^{18}	660
B	750	3500	7.3×10^{18}	570