

## DERI 法による InN 成長膜厚の原子層レベルでの制御に向けた 成長過程の検討

Growth process study for control of InN growth thickness at atomic layer level by DERI method

立命館大理工<sup>1</sup> ○(M1)後藤 直樹<sup>1</sup>, 荒木 努<sup>1</sup>, 毛利 真一郎<sup>1</sup>, 名西 愷之<sup>1</sup>

Ritsumeikan Univ.<sup>1</sup>, ○N. GOTO<sup>1</sup>, T. ARAKI<sup>1</sup>, S. MOURI<sup>1</sup>, Y. NANISHI<sup>1</sup>

E-mail: re0087hk@ed.ritsumeai.ac.jp

InN は高い電子移動度と小さな有効質量をもつ直接遷移型半導体であることから、高速・高周波で動作する電子デバイスや赤外の発光デバイスへの応用が期待されている。我々は RF-MBE 法による高品質な InN 成長の手法として DERI(Droplet Elimination by Radical-beam Irradiation)法[1]の提案をしてきた。DERI 法は MRGP(Metal Rich Growth Process)と DEP(Droplet Elimination Process)の2つのプロセスで構成される成長手法である。MRGP では In と N\*を In-rich 条件下で同時供給する。すると結晶の表面には In ドロプレットが現れるが、続く DEP で N\*のみの追加照射を行うことで結晶表面の In ドロプレットを InN へと変換し表面平坦な InN 結晶を得ることが可能である。各プロセスの切り替えは RHEED によるその場観察により判断される。この MRGP と DEP からなる DERI サイクルを繰り返すことで膜厚を制御することが可能であり、DERI 法による InN 成長膜厚を原子層レベルで制御し layer-by-layer で進行させることで結晶品質の改善も期待できる。そこで MRGP で供給する In を減らし、各 DERI サイクルで成長する InN の膜厚を薄く制御し、InN の結晶成長の初期段階について検討した。

今回の InN 成長には GaN/sapphire テンプレートを使用した。MRGP を 1 分に固定し、DEP を RHEED 強度が初期値に回復するまで続けた。この DERI プロセスを 15~30 回繰り返したサンプルを作成し、結晶成長中は窒素流量、RF パワー、In フラックス、成長温度をそれぞれ 2.0 sccm、100 W、 $7.0 \times 10^{-7}$  Torr、425 °C で一定に保った。それぞれのサンプルについて RHEED 強度が回復するまでの時間をサイクル毎に求めた。図 1 に InN 成長中の RHEED パターンの強度変化を示し、図 2 に各サイクルで RHEED 強度が回復するまでにかかった時間を示す。これらが示す通り InN 成長の初期段階では RHEED 強度が回復するまでにかかる時間が長く、サイクル数の増加と共に時間は収束しほぼ一定の値になることが分かった。これは第 1 サイクルで成長する InN は基板である GaN 上へのヘテロ成長であるのに対し、第 2 サイクル以降では直前のサイクルで成長した InN 上へのホモ成長であることが関係していると考えられる。この原因について界面歪の存在やマストランスポートによる表面平坦性改善等の観点から議論する。

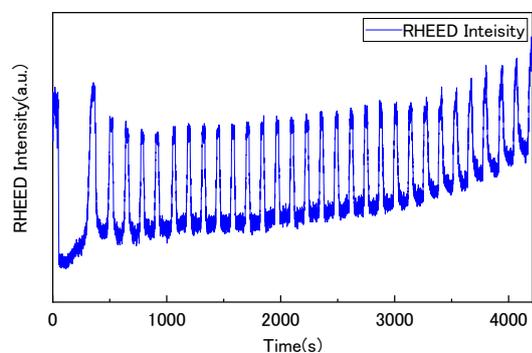


Fig.1 In situ monitored RHEED intensity

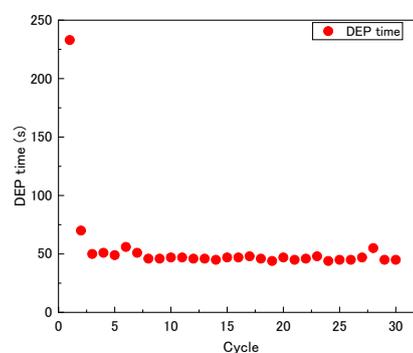


Fig.2 Time of DEP at each DERI cycle

[1] T. Yamaguchi and Y. Nanishi, Appl. Phys. Express **2**, 051001 (2009)

謝辞：本研究の一部は、科研費#16H06415 の助成を受けて行われた。