

GaN 両極性同時 MOVPE 法を用いた狭ピッチ QPM 結晶の作製

Fabrication of narrow pitch QPM crystal by GaN double polarity selective area growth using MOVPE

静岡大院工 ○八木裕隆, 大隅紀之, 井上翼, 中野貴之

Shizuoka Univ. ○H. Yagi, N. Osumi, Y. Inoue and T. Nakano

E-mail: yagi@cnt.eng.shizuoka.ac.jp

緒言

GaN 結晶は、c 軸方向に沿って非対称であり Ga 極性と N 極性といった異なる極性が存在し、二次非線形感受率の符号が異なるなどの特徴を持っている。この特徴を利用し、各極性を周期的に配列した QPM(Quasi Phase Matching)結晶の作製による、SHG(Second Harmonic Generation)デバイスの実現が期待されている。これまで、我々はカーボンマスクを用いた選択領域の形成による GaN 周期極性反転構造の作製について成長技術の基礎的な検討を行い、極性間の成長速度の違いや初期層の影響などを明らかにしてきた[1,2]。また、紫外領域 SHG デバイス作製のため、狭ピッチパターン形成プロセスを用いた微細加工の検討を行っており、狭ピッチ化に伴う表面拡散状態の変化により成長様式が変化することを確認している[3]。本研究では、これまで得られた知見をもとに、紫外領域の SHG 取り出しのための両極性 GaN の作製を試みた。

実験方法

GaN-MOVPE 両極性同時成長を行うにあたり、最初に基板処理として Al_2O_3 基板にリフトオフ法にてカーボンマスクをパターンニングした。その後、非マスク形成領域上に Ga 極性 GaN を成長させ初期層を形成した。Ga 極性初期層成長後に NH_3 処理を行うことでカーボンマスク形成領域に対してマスク除去および基板の窒化処理を行った。Ga 極性初期層領域および窒化された Al_2O_3 領域を選択的に形成した基板の上に GaN を成長させることで、両極性同時成長 GaN を作製した。作製した試料の評価には、微分干渉光学顕微鏡、SEM、AFM、KFM を用いた。

結果および考察

狭ピッチパターン形成プロセスに向けて V/III 比などを最適化した成長条件を用いて $20\mu\text{m}$ ピッチ(L/S: $10\mu\text{m}/10\mu\text{m}$)の両極性 GaN の KFM 像を図 1 に示す。KFM 測定より、各極性の表面電位に由来する周期的な表面電位差が確認された。極性間の表面電位差は約 100mV であり各極性面が任意の領域に形成されていることを示している。この結果より、成長条件の最適化により狭ピッチパターン両極性同時成長の実現を確認した。更に、紫外領域の SHG 取り出しのために $4\mu\text{m}$ ピッチ(L/S: $2\mu\text{m}/2\mu\text{m}$)の両極性 GaN の作製を試みた。作製した両極性 GaN の KFM 像を図 2 に示す。図 1 に示す KFM 像と同様に周期的な表面電位差が確認された。しかしながら、N 極性領域と Ga 極性領域の境界における電位差の変化は緩慢であった。また、表面電位差も約 25mV と $20\mu\text{m}$ ピッチのときに比べ小さいことが確認された。これらの結果は、カーボンパターンの乱れと Ga 極性 GaN の横方向成長の割合がパターンサイズに対して大きくなったことを示している。これらの結果から、GaN-MOVPE 両極性同時成長の微細化には、カーボンマスクの均一性およびパターンニング精度と横方向成長の高精度な制御が重要であることが明らかとなった。

【引用文献】 [1] Y. Fujita, *et al.*: JJAP 52 (2013) 08JB26,

[2] K. Kuze, *et al.*: JJAP 55 (2016) 05FA05

[3] 八木他、2017 年春季応用物理学会、17p-P3-21

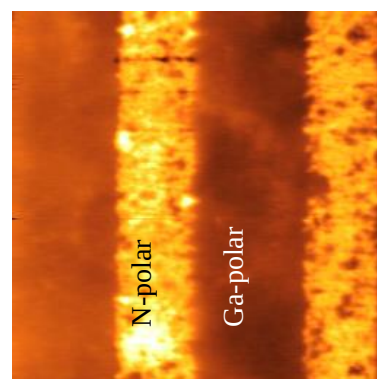


図 1, $20\mu\text{m}$ ピッチの両極性 GaN の KFM 像($40\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$)

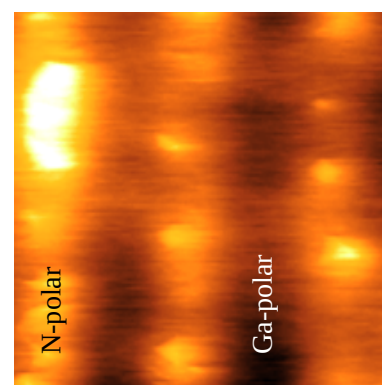


図 2, $4\mu\text{m}$ ピッチの両極性 GaN の KFM 像($10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$)