

2 波長パルスレーザアニール (DPLA) による GaN 基板の低転位密度化の検討

Reduction of the dislocation density of GaN substrates by double pulse laser annealing (DPLA)

筑波大¹, 物材機構² ○藤枝 真理子¹, 石井 崇正¹, 櫻井 岳暁¹, 関口 隆史², 秋本 克洋¹Univ. of Tsukuba¹, NIMS²○M. Fujieda¹, T. Ishii¹, T. Sakurai¹, T. Sekiguchi², and K. Akimoto¹

E-mail: bk200811107@s.bk.tsukuba.ac.jp

【はじめに】

GaN 基板は、3.39 eV というワイドギャップを生かし LED・LD といった光デバイス等に応用されている。しかし、サファイア基板上的 GaN 膜には $10^8 \sim 10^{10} \text{ cm}^{-2}$ 程度の貫通転位が形成され、これらの転位はデバイスの発光効率を下げる原因となっている。Epitaxial lateral overgrowth 法等により転位密度の低減化が実現しているが、転位密度の分布にムラがあり、さらなる転位密度低減化技術の開発が必要である。我々は、GaN 基板表面の転位密度低減を目的とした新規手法として『2 波長パルスレーザアニール(DPLA)による固相成長』を提案している。これは、GaN 基板表面に 2 つの波長(266 nm/532 nm)のレーザ(以下 L266, L532)を照射し、表面と界面を同時に加熱することで、横方向の固相成長を促すことを狙ったものである。本研究では、レーザ条件を検討し、DPLA が転位密度低減に有用な技術となる可能性を示す結果が得られたので報告する。

【実験方法】

MOCVD 法で成長した(0001)GaN/Sapphire 基板表面に、Nd:YAG レーザの第 2 次高調波(532 nm)と第 4 次高調波(266 nm)を窒素雰囲気(3 MPa)で照射した(スポット径: $\phi 0.2 \text{ mm}$)。検討したレーザ照射条件は、①L266, L532 の強度: $100 \sim 500 \text{ mJ/cm}^2$, $1000 \sim 5000 \text{ mJ/cm}^2$ 、②ショット数: 10~30 shot、③2 種のレーザのショットタイミングの間隔: 0 ns, 7 ns, 10 ns である。試料を混酸 (硫酸: リン酸=1:1, 150 °C)中で 60 min エッチング処理した。これにより、形成される etch pit を走査型プローブ顕微鏡の Dynamic Force Mode (DFM)により観察し、Etch pit density (EPD)を算出した。更に、PLA 前後での結晶欠陥の変化を評価するため、断面 TEM 観察、面内 CL マッピングによる評価を行った。

【結果】

As received の試料の転位密度は $2 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}$ 程度であった。レーザの照射条件に依存するが、PLA 後の転位密度は処理前に比べ 1~2 桁低減していた。今回は、PLA がもたらす GaN・転位への影響に着目し、レーザ照射による転位密度低減の効果を考察した。図 1 の DFM 像に示すように、PLA 後の試料の表面に波状構造が観察された。波の幅は 465 nm であり、L532 が GaN 表面で吸収された可能性が示唆される。その理由として、加熱による吸収係数の増加、価電子帯内吸収、自由キャリア吸収の可能性が考えられる。転位密度が減少した試料の断面 TEM 観察写真を図 2 に示す。斜め方向に走る欠陥や貫通転位が止まっている様子が観察され、PLA による転位密度低減化技術の可能性を示唆している。

発表では CL マッピングにより評価した発光特性についても述べる。

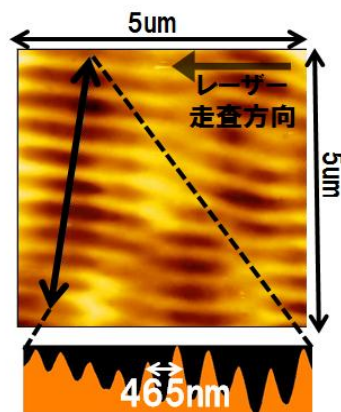


図 1 PLA 後 GaN 表面 (上)と矢印部の断面プロファイル(下)(DFM) (レーザ条件: L266=300, L532=3000 mJ/cm², 30 shot, 同時照射)

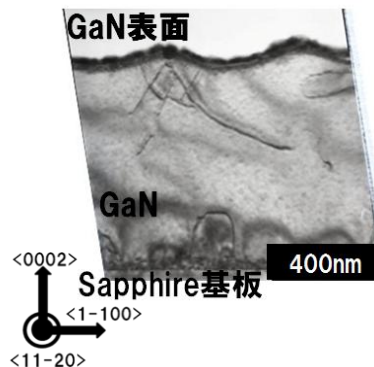


図 2 PLA 後断面 TEM 像 (レーザ条件: L266=100, L532= 2000 mJ/cm², 30 shot, 同時照射)