

Si 基板上 GaN 系 LED の素子構造作製に伴う応力の変化

Stress Variation in GaN layers grown on Si substrate by manufacturing process of LEDs

株式会社 東芝 研究開発センター

○岡田 葵、上杉 謙次郎、木村 重哉、坂野 竜則、吉田 学史、布上 真也

Corporate Research and Development Center, Toshiba Corporation

○Aoi Okada, Kenjiro Uesugi, Shigeya Kimura, Tatsunori Sakano, Hisashi Yoshida, Shinya Nunoue

E-mail: aoi.okada@toshiba.co.jp

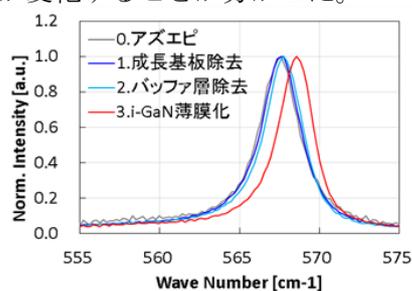
GaN 系青色 LED の作製には主にサファイア基板が用いられてきたが、サファイア基板は大口径化が難しいという課題がある。そこで我々は大口徑化により低コスト化が期待される Si 基板上への LED の作製に取り組んできた[1]。

Si 基板上の GaN の結晶成長では転位密度の低減と Si と GaN の熱膨張差に起因するクラックの抑制が重要である。クラック抑制のためには結晶成長中に蓄積される応力の制御が重要であり、室温で圧縮応力が蓄積されるように制御する必要がある[2]。図1に示すように LED 素子は、結晶成長した LED 構造の上に高反射 p 電極を形成後、Si 支持基板を接合し、結晶成長用 Si 基板等をエッチングにより除去し光射出面を形成する。本報告では、これらの素子作製工程に伴う結晶中の応力変化と応力変化が発光特性に及ぼす影響について調べた。

試料は Si(111)成長基板上に MOCVD 法を用いて、バッファ層、i-GaN 層、n-GaN 層、InGaN/GaN 量子井戸活性層、p 層の順に積層した。LED 素子作製の各工程が各層の歪に及ぼす影響を調べるために、1.支持基板を接合して Si 成長基板を除去した試料(図 1)、2. バッファ層を除去した試料、3.i-GaN を薄膜化した試料を作製し、ラマン分光、時間分解 PL 測定を行った。図 2 に各試料のラマンスペクトルを示す。i-GaN を薄膜化する過程で GaN のラマンスペクトルが高波数側にシフトする様子が見られる。この段階では n-GaN は i-GaN に対して十分厚いため、このスペクトルは主に n-GaN に起因すると考えられる。そのため、これは i-GaN を薄膜化したことにより n-GaN に蓄積される引張応力が解放されたことを示唆する挙動と考えられる。つづいて i-GaN、n-GaN の応力の変化が活性層に及ぼす影響を調べるため、選択励起の時間分解 PL を室温、4K にて測定した。その結果、成長基板剥離前後の試料で、再結合寿命、時間に対する波長シフトの様子に変化が見られ、成長基板の剥離により活性層に蓄積される応力が変化することが分かった。



図 1 成長基板除去後の試料の模式図

図 2 GaN の E_2^H モードのラマンスペクトル[1] S.Nunoue *et al.*, IEDM. 2013, 6724622, p.13.2.1 [2] S. Raghavan *et al.*, *J. Appl. Phys.* **98**, 023514 (2005).