

# ブランキングを有したピコ秒レーザ PLD 成長 GaN 成膜の均一性改善 Improved uniformity of GaN grown by pico-second laser PLD with laser blanking

京都工芸繊維大学, °児玉 和樹, 小笠原 直, 上田 大助

Kyoto Institute of Technology

°K. Kodama, N. Ogasawara, D. Ueda

E-mail: kodama@kit.ac.jp

**はじめに** GaN デバイスは低損失・高耐圧な電力変換素子として期待されているが、更なる低損失化のためにはコンタクト抵抗の低減が必須になる。これまでにピコ秒レーザ PLD 法(図 1)を用いて AlGaIn/GaN ヘテロ構造上に n<sup>+</sup>型 GaN 選択再成長層を形成することで低コンタクト抵抗を実現できることを報告した[1]。しかし、シート抵抗の面内均一性が悪いことに課題が残っていた。エピ膜の均一性向上には、マイグレーション・エンハンスト・エピタキシー法[2]やパルスモード MOCVD 法[3]のような材料の交互供給法が有効である。本研究では、レーザ照射にオフ時間(ブランキング)を取り入れることで同様の効果を得ることが可能となり、シート抵抗の均一性の大幅な改善を確認したので報告する。

**実験方法** C 面サファイア基板上に Ge(2%)-Ga 合金をターゲットとして PLD 法にて n<sup>+</sup>型 GaN の再成長を行った。使用したレーザは Panasonic 製ピコ秒レーザであり、パルス幅 15ps、繰り返し周波数が 20~100 kHz、最大出力 5 W の範囲で調整した。窒素源には、名古屋大学で開発された 1 μm/h 以上の成膜速度が可能な HDRS[4]を用いた。設定成長温度は 800°C とした。レーザブランキングの導入には、出力部に 1/2 波長板を軸回転させ透過量を調整することで行った。図 2 に従来のレーザ照射とブランキングを導入したレーザ照射の概念図を示す。従来の周期的なレーザ照射に対して、5~15 秒のレーザブランキングを設け、機械的なシャッターを用いなくて III 族の供給中断を行うことができる。

**結果と考察** 図 3 に成膜 n<sup>+</sup>-GaN のシート抵抗の面内分布をブランキングの有無で比較したものを示す。本図はレーザ照射時間を 15 秒、ブランキング時間を 5 秒としたときの測定結果である。ブランキングを導入したサンプルは、従来法と比べて、シート抵抗の面内ばらつきが小さく、かつ、シート抵抗を低減する効果があることが分かる。これはブランキングによって Ge が効率的に Ga サイトに取り込まれたためであると考えられる。レーザ照射時は Ga 液相が形成されることで GaN 表面の平坦性は維持される。一方、ブランキング時には III 族材料の供給が中断することで V/III 比が高くなるとともに Ga の再蒸発が進む。このため Ga サイトに置換される Ge が有効的に増加したものと推定される。

本研究で提案するブランキング機構は、機械式シャッターを用いず、真空装置外部に置かれた光学システムの変更で行える容易なものであり耐久性の問題もないため、一般的な GaN エピ成長技術においても有望な手法となることが期待される。

**謝辞** 本研究の一部は、「総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」、および、大陽日酸(株)の研究支援を受け実施されたものである。

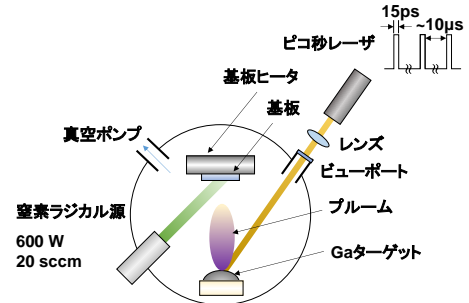


Fig. 1 Schematic diagram of pulsed laser deposition equipment with pico-second laser.

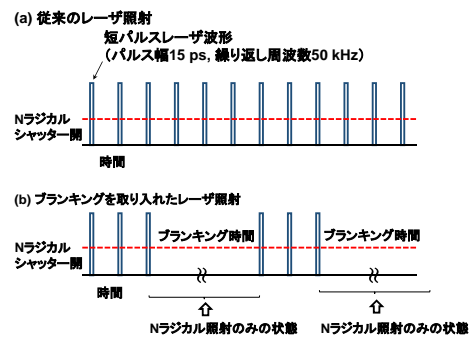


Fig. 2 Schematic diagram of laser irradiation. (a) conventional method and (b) proposed one with laser blanking.

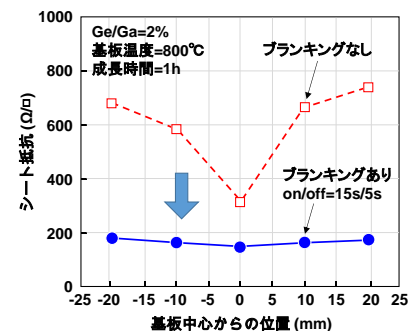


Fig. 3 Sheet resistance distribution for PLD grown GaN with and without laser blanking.

## 参考文献

- [1] 数元公博他、第 64 回春季応用物理学会 15a-315-2 (2017).
- [2] H. Imamoto *et al.*, Appl. Phys. Lett. **55**, 115-116 (1989).
- [3] B. O. Jung *et al.*, Cryst. Eng. Comm. **16**, 2273-2282 (2014).
- [4] Y. Kawai *et al.*, Phys. Status Solidi C **8**, 2089-2091 (2011).