

TLM 法による非線形性を有する電極/p 型 GaN の電流-電圧特性の評価

Characterization of p-GaN contacts with non-linear properties by TLM method

京大工¹, 京大院工², 三菱化学³ °尹 載浩¹, 木本 恒暢², 須田 淳², 栗原 香³, 長尾 哲³

Kyoto Univ.^{1,2}, Mitsubishi Chemical³ °J. Youn¹, T. Kimoto², J. Suda², K. Kurihara³, S. Nagao³

E-mail: suda@semicon.kuee.kyoto-u.ac.jp

はじめに GaN 系 LED/LD の高性能化に向けた課題の一つに p 型 GaN への良好なオーム性接触(電極)の実現がある。最適な電極材料・電極形成条件の探索のためには、電極の特性評価が必要となる。電極接触抵抗の評価には TLM 法が一般に用いられるが、TLM 法はオーム性接触を前提としている。一方、p-GaN の電極は完全なオーム性とならず、非線形性を有する場合が多く、通常の TLM 法では正しく評価できない。p-GaN の基板や厚いエピタキシャル膜があれば、縦方向の電流-電圧(I-V)測定を行うことで、電極/p-GaN 接合の特性を得ることができるが、実現困難である。

Piotrkowski らは非線形性を持つコンタクトに対する TLM 解析方法を提案している[1]。彼らの方法は、抵抗(V/I)と微分抵抗(dV/dI)の両方を用いてコンタクト抵抗を求めるものである。本研究では、この方法を適用して、p-GaN のコンタクトの電流-電圧特性の評価を行い、また、非線形性を持つ電極の場合の TLM 法によるシート抵抗の見積もりについて、その妥当性を同じウエハーに作り込んだクローバーリーフ構造による van der Pauw 法による評価と比較したので報告する。

実験 n 型 GaN 基板上にノンドープ GaN を成長した後、p-GaN を 0.5 μm 成長した。フォトリソグラフィにより TLM 測定用構造、クローバーリーフ構造を形成した。TLM 構造のパッドの寸法は 300 μm × 200 μm であり、パッド間のギャップ長は数 μm から十数 μm と変化させた。今回は評価方法を検討するため、あえて電極は最適化されていないものを用いている。

結果 TLM 構造の I-V 特性を図 1 に示す。大きな非線形性を有しており、電極/p-GaN は完全なオーム性にはなっていないことが分かる。ただし、電極ギャップ長の減少と共に電流は流れやすくなっており、p-GaN のシート抵抗も I-V 特性に寄与していることが分かる。p-GaN のシート抵抗を求めるために、印加電圧 -9 V における微分抵抗を用いて TLM プロットを行った結果を図 2 に示す。ギャップ長に対して微分抵抗値は線形に増加しており、この傾きからシート抵抗は 143 k Ω と求められた。このシート抵抗は、クローバーリーフ構造を用いて求めた van der Pauw 法のシート抵抗測定結果 133 k Ω と良く一致しており、非線形なコンタクトを有する TLM でも、ある程度大きな電圧を印加すればシート抵抗を求めることが可能であることが分かった。

TLM 構造の I-V 特性からシート抵抗による電圧降下を差し引き、Piotrkowski の方法により電圧に依存するコンタクト抵抗を求め、さらに電圧をコンタクト抵抗で割ることでコンタクトの電流-電圧特性を求めた結果を図 3 に示す。電界放出もしくは熱電界放出によるリーキーなショットキーダイオードの逆方向特性に相当する結果が得られた。

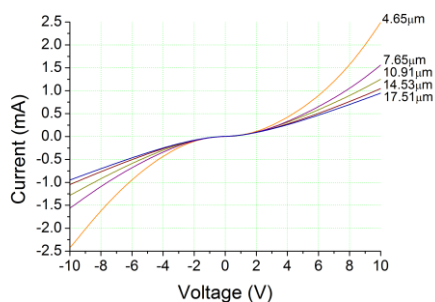


Fig. 1: I-V characteristics of TLM patterns with different gap distances.

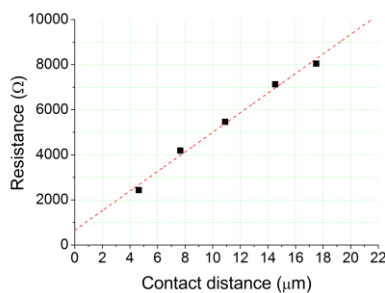


Fig. 2: TLM plot

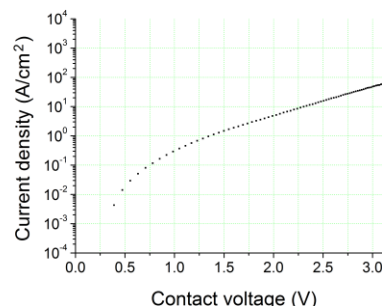


Fig. 3: Extracted I-V characteristics of p-GaN contact

[1] R. Piotrkowski, E. Litwin-Staszewska, and Sz. Grzanka: Appl. Phys. Lett. **99**, 052101 (2011).