

InGaN/GaN MQW 太陽電池特性のペア数依存性

Influence of well number in InGaN/GaN MQW solar cells on photovoltaic behavior

日本電信電話 (株) NTTフォトニクス研究所¹, 大阪市立大学大学院工学研究科²○渡邊 則之¹, 満原 学¹, 横山 春喜¹, 梁 劍波², 重川 直輝²NTT Photonics Labs., NTT Corporation¹, Grad. School of Eng., Osaka City Univ.²°N. Watanabe¹, M. Mitsuhashi¹, H. Yokoyama¹, J. Liang², N. Shigekawa²

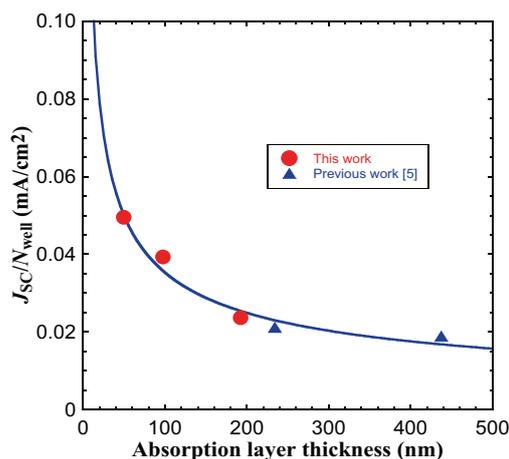
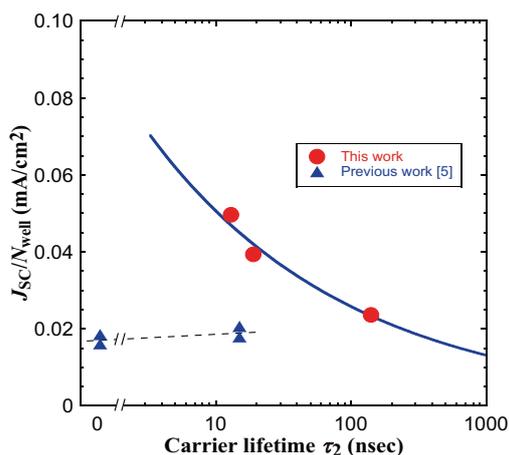
E-mail: watanabe.noriyuki@lab.ntt.co.jp

1. はじめに III-V 窒化物半導体は 0.65eV から 6.2eV までの範囲でバンドギャップを制御でき太陽光スペクトルのほぼすべてをカバーすることから、超高効率太陽電池用材料として広く研究されている [1,2]。これまでに、太陽電池特性に影響を与えると思われるキャリア寿命と MQW 構造との相関を報告してきた [3,4]。今回 MQW のペア数と太陽電池特性の相関を調べたので報告する。

2. 実験手法 MOCVD 法を用いて $\text{In}_{0.13}\text{Ga}_{0.87}\text{N}/\text{GaN}$ MQW を吸収層とする太陽電池構造を GaN 基板上に成長した。ペア数は 5、10、および 20 ペアとし、InGaN 井戸層厚・GaN バリア層厚をそれぞれ 3nm および 6nm とした。太陽電池セルサイズは 2mm 角とし、AM1.5G (100mW/cm²) の光照射下で太陽電池特性を評価した。

3. 結果 室温での PL および時間分解 PL 測定の結果、ペア数が増えるにつれ発光ピークは 2.9 → 2.7eV にシフトするとともにキャリア寿命 τ_2 は 10ns → 100ns へ増大した。この傾向は既報 [3] と同傾向であった。太陽電池特性について、開放電圧 V_{oc} はペア数にはほとんど依存しない (およそ 1.2V) のに対し、短絡電流 J_{sc} はペア数に対し増加する依存性を示した。定性的には井戸数の増加が吸収できるフォトン数の増加につながり、短絡電流が増加したものと考えられる。井戸一つ当たりの短絡電流 (J_{sc}/N_{well}) のキャリア寿命 τ_2 に対する依存性を図 1 に、吸収層である MQW 層の総膜厚 d_{abs} に対する依存性を図 2 にそれぞれ示す。既報 [5] の結果も合わせてプロットした。今回の検討では τ_2 が長くなると J_{sc}/N_{well} の値は減少する傾向を示した。また、既報の傾向と異なる振る舞いを示した。これらはキャリア寿命が必ずしもキャリア収集効率を律速するパラメータではないことを示唆している。一方、既報のデータも含め J_{sc}/N_{well} の値は d_{abs} に対してほぼ -1/2 乗の依存性を示した。 d_{abs} に依存していることから、キャリア収集効率は吸収層内のキャリア輸送特性に強く影響されているものと推測される。

謝辞 本研究の実施に当たり、JST-CREST「太陽光を利用した独創的クリーンエネルギー生成技術の創出」の支援を受けた。

図 1 井戸一つ当たりの J_{sc} 値のキャリア寿命依存性図 2 井戸一つ当たりの J_{sc} 値の吸収層厚依存性[1] L. Hsu *et al.*, Journal of Applied Physics **104** (2008) 024507.[2] R. E. Jones *et al.*, in proc. 33rd IEEE Photovoltaic Specialist Conference, San Diego, 2008.

[3] 渡邊 他, 2012 年春季第 59 回応用物理学関係連合講演会 (東京).

[4] 渡邊 他, 2012 年秋季第 73 回応用物理学会学術講演会 (松山).

[5] N. Watanabe *et al.*, Japanese Journal of Applied Physics **51** (2012) 10ND10.