

InGaN 太陽電池の接合リーク電流と深い準位の相関に関する考察

Study on Junction Leakage Currents and Deep Levels in InGaN Solar Cells

°今井 大地^{1,2}, 草部 一秀^{1,2}, 王 科^{1,2}, 吉川 明彦¹⁻³ (1千葉大 SMART, 2JST-ALCA, 3工学院大)

°D. Imai¹, K. Kusakabe², K. Wang^{1,2} and A. Yoshikawa¹⁻³

(¹SMART, Chiba-U, ²JST-ALCA, ³Kogakuin-U)

E-mail: d.imai@chiba-u.jp

InGaN は紫外から近赤外に渡り吸収端波長域が制御可能なため、太陽光スペクトルのほぼ全域をカバーする超高効率太陽電池への応用が原理的に期待される。InGaN 太陽電池の動作点について注意しなければならないのは、青-緑色発光素子と同程度の In 組成の場合、AM-1.5/1-sun 照射下での電流密度が数 mA/cm² と発光素子のそれより 3 桁以上低く、リーク電流の影響が極めて深刻になる点である。実際に、InGaN 太陽電池の接合リーク電流密度は極めて大きく、そのメカニズムについての理解も未だに不明である。本研究では、InGaN 太陽電池の接合リーク電流の要因に迫るべく、空乏層近傍に形成される深い準位の影響について、光容量法による検証を行った。

測定試料は MOCVD 法によりバルク GaN 上に積層された p-GaN/i-GaN/InGaN /i-GaN/n-GaN 太陽電池構造である。同一ウェハーから切り出したリーク抵抗値の異なる二つのダイオード (図 1) について光容量法により深い準位の検出を行った。光応答測定より見積もった InGaN 層の実効 In 組成は 10% であった。C-V 測定は測定周波数 1 MHz、バイアス電圧-5 V とした。C-V 測定より見積もった電荷分布の深さ依存性より、このバイアス印加条件での空乏層深さは、p-GaN 層から i-GaN 層と InGaN 層の界面付近まで広がっていることがわかった。

図 2 に単色光照射による空乏層容量変化 ΔC の照射光波長依存性を示す。単色光照射により、 ΔC の負方向への変化が観測された。これは p-GaN 層中の電子捕獲準位、または i-GaN/InGaN 層中の正孔捕獲準位からのキャリアの光放出に対応すると考えられる。しかし、リーク抵抗が二桁程度異なるのに対し、検出された欠陥準位密度の差は数倍程度であり、欠陥準位密度は 10¹⁵cm⁻³ オーダと見積もられた。よってこれらの準位は再結合電流には寄与する可能性はあるものの、電流リークを引き起こす主要因ではないと考えられる。

[謝辞] 本研究の一部は JST-ALCA、科研費若手研究 B(No.15K18036)の支援を受けた。

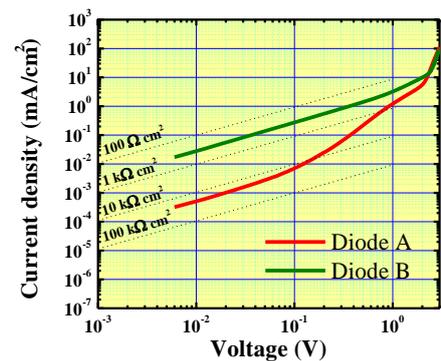


図 1 InGaN pn 接合の I-V 特性

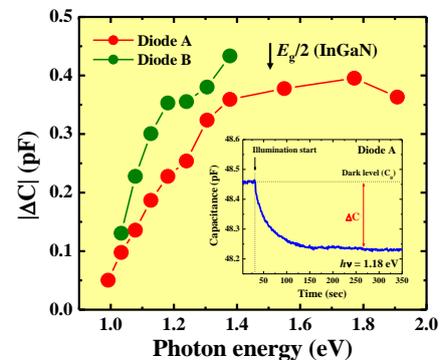


図 2 ΔC の照射光波長依存性