

MOCVD 法によって成長した InGaN/GaN MQW 太陽電池 における成長基板の影響

Influence of underlying substrates on device performance
InGaN/GaN MQW solar cells grown by MOCVD

°太田 美希、森 拓磨、三好 実人、江川 孝志 (名工大)

°Miki Ota, Takuma Mori, Makoto Miyoshi and Takashi Egawa

Nagoya Institute of Technology

E-mail: 25114034@stn.nitech.ac.jp, miyoshi.makoto@nitech.ac.jp

はじめに 発光デバイスとして実用化した InGaN 混晶半導体は、太陽光の大半のスペクトルを吸収することが可能なこと、ヒ素等の有害元素を含まないことから化合物太陽電池への適用にも期待が持たれている。現在、InGaN 系太陽電池としては、薄い InGaN 層を積層した多重量子井戸(MQW)構造の研究が活発になされているが、MQW 構造太陽電池では、格子歪みによるピエゾ電界や非発光再結合中心の生成がキャリア取出し効率に影響を及ぼすことが複数の研究機関から報告されている^[1]。本研究では、MOCVD 法による InGaN/GaN エピ構造の格子歪みや結晶品質が成長用下地基板に依存することを利用して、これらのキャリア取り出し効率を含めた MQW 太陽電池特性への影響を調べたので報告する。

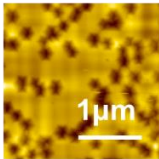
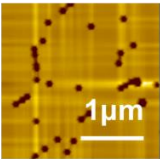
実験方法 成長基板として c 面サファイア基板またはサファイア基板上にエピタキシャル AlN (膜厚 1 μ m) を堆積した AlN テンプレートを使用した。太陽電池エピ構造は、MOCVD 法を用いて厚さ 3 μ m の n-GaN 層、In_{0.1}Ga_{0.9}N well/GaN barrier からなる MQW 構造、目標膜厚 200nm の p-GaN 層を、この順に成長した。エピ構造の実験因子として well 層厚さを 1nm、3nm、6nm の 3 水準とし、barrier 層厚さを 5.5nm、MQW 総厚をおよそ 160~180nm になるように設計した。材料評価では AFM、XRD、PL、ラマン散乱、光吸収率の測定を行い、デバイス評価では I-V 測定と分光感度測定を行った。

結果と考察 Table.I に、サファイア基板上および AlN テンプレート上に成長したエピ構造の典型的な表面形態、結晶性、内部応力の測定結果を示した。これより、サファイア上エピ膜に比べ AlN テンプレート上エピ膜がより優れた結晶性を有する一方で大きな面内圧縮歪みも持つことが示された。Fig.1 には、分光感度測定によって得られた結果から、InGaN MQW が活性な波長域 (360nm~460nm) における外部量子効率 EQE (積分値) を示した。これより、今回試作した MQW 構造ほぼ全般にわたって、サファイア基板上のエピ構造の方が高い EQE を示すことが分かった。両者の光吸収率には差が無いことを確認していることから、EQE に対しては結晶性よりもむしろ格子歪みの影響が強くあらわれたものと考えられた。発表では、PL 測定結果を用いて、非発光再結合中心と格子歪みとの関係について調べた結果についても報告する予定である。

謝辞 本研究の一部は、JST 愛知地域スーパークラスターの支援を受け実施された。

参考文献 [1] Watanabe *et al*, Appl.Phys.Lett.53,112301(2014). Miyoshi *et al*, Solid-State Electronics 129, 29(2017)など

Table.I Material properties of MOCVD-grown InGaN/GaN MQW solar cell structures.

substrate	sapphire	AlN template
surface morphology	RMS:28.6nm 	RMS:8.4nm 
XRC of n-GaN	$\approx 300s$ (002) $\approx 360s$ (102)	$< 200s$ (002) $< 240s$ (102)
in-plane stress In n-GaN	-0.44GPa(Raman) -0.73GPa(XRD)	-1.00GPa(Raman) -1.11GPa(XRD)

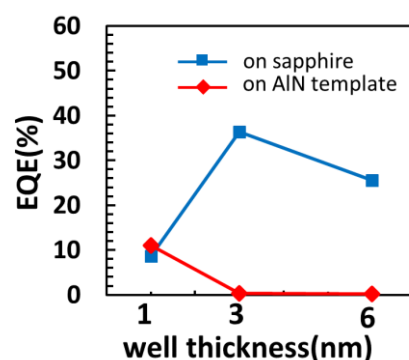


Fig.1 Integrated EQEs of InGaN/GaN MQW solar cells with different well layer thicknesses grown on sapphire and AlN template.