

n-GaN を用いた色素増感太陽電池の研究**Dye-sensitized n-type GaN solar cells**電通大,¹ JST さきがけ,² 野口誠,¹ 〇沈 青,^{1,2,3} 小林直樹,¹ 豊田太郎^{1,3}University of Electro-Communications,¹ PRESTO JST,² CREST JST³M. Noguchi,¹ 〇 Q. Shen,^{1,2,3} N. Kobayashi,¹ T. Toyoda^{1,3}

E-mail: shen@pc.uec.ac.jp

背景と目的

現在, 色素増感太陽電池(Dye-Sensitized Solar Cells : DSSC)の研究が盛んに行われているが, その半導体電極には TiO₂ 等の酸化物半導体が使用されている. DSSC の効率低下の要因の一つに, TiO₂ と電解質との間でのキャリアの再結合があげられる. そこで新たな DSSC の電極として, 半導体中での電子移動が速く, 従来の TiO₂ に比べ強いバンドベンディングにより逆移動電子を防げることが可能である Si をドーピングした n-GaN に注目した. n-GaN は Photoelectrochemical(PEC)エッチングにより表面積を増大させることが可能であり, 今回 PEC エッチングした基板を用いて DSSC を作製し, 光電変換特性の PEC エッチング時間依存性について検討した.

実験

n-GaN を 0.02 M の KOH 溶液中で 0 から 60 分間 PEC エッチングした後, 0.2 mM の N3 色素を吸着させた. 対極に Pt, 電解液に 0.05 M I₂/0.5 M LiI を用いセルを作製した. 粒径 15 nm, 膜厚約 7 μ m の TiO₂ ナノ粒子基板を作製し, 対極, 色素, 電解液, も同様のものを使用した. IPCE と光電変換特性の測定を行った. さらに, 光電流量子効率(Incident Photon to Current Efficiency : IPCE)の値が一番大きくなった条件である 30 分間エッチングした GaN 基板を電極として DSSC を作製し, TiO₂ ナノ粒子基板を電極として作製した DSSC との光電変換特性, 色素の吸着量, を比較し検討した.

結果と考察

表 1 に 30 分間エッチングした GaN と TiO₂ ナノ粒子基板を用いて作製した DSSC の短絡電流密度(J_{sc}), 開放電圧(V_{oc}), Fill Factor(FF), 変換効率, 単位面積当たりの色素吸着量, 直列抵抗成分, 並列抵抗成分を示した. 2 種類のセルでは, J_{sc} の差が大きく効率に影響していることがわかる. 色素の吸着量が 10 倍以上違うことから GaN 基板を用いた DSSC では電流があまり流れていないと考えられる. 一方で, GaN 基板を用いた DSSC は V_{oc} , FF, 並列抵抗は太陽電池の作用極としてより良い値を示した. これらの結果により, GaN の比表面積の増加による色素の吸着量の増大さえ実現できれば, GaN 基板を用いた DSSC の効率向上が十分可能であることが示唆される.

表 1. GaN 基板を用いた DSSC と TiO₂ ナノ粒子基板を用いた DSSC の比較

	J_{sc} (mA/cm ²)	V_{oc} (V)	FF	Eff (%)	吸着量 (mol/cm ²)	直列抵抗 (k Ω ·cm ²)	並列抵抗 (k Ω ·cm ²)
GaN	0.91	0.73	0.68	0.45	6.9×10^{-9}	0.73	91
TiO ₂	11.3	0.56	0.60	3.8	8.6×10^{-8}	0.12	5.1