

## ワイドバンドギャップ半導体 ZnInON を i 層に用いた pin 太陽電池の作製

### Fabrication of pin solar cells utilizing ZnInON with a wide bandgap as the intrinsic layer

九州大学<sup>1</sup>, JST さきがけ<sup>2</sup> ○松島宏一<sup>1</sup>, 清水僚太<sup>1</sup>, 井手智章<sup>1</sup>, 山下大輔<sup>1</sup>,

徐鉉雄<sup>1</sup>, 古閑一憲<sup>1</sup>, 白谷正治<sup>1</sup>, 板垣奈穂<sup>1,2</sup>

Kyushu Univ.<sup>1</sup>, JST-PRESTO<sup>2</sup>, ○Koichi Matsushima<sup>1</sup>, Ryota Shimizu<sup>1</sup>, Tomoaki Ide<sup>1</sup>,

Daisuke Yamashita<sup>1</sup>, Hyunwoong Seo<sup>1</sup>, Kazunori Koga<sup>1</sup>,

Masaharu Shiratani<sup>1</sup>, Naho Itagaki<sup>1,2</sup>

E-mail: k.matsushima@plasma.ed.kyushu-u.ac.jp

透明太陽電池は可視光を透過し、紫外光のみ吸収するため、窓ガラス等に用いられる建材一体型太陽電池として期待されている。この透明太陽電池の実用化のためには、大面積かつ低コストで作製可能なワイドバンドギャップ材料が不可欠である。最近我々は、ZnO と InN の擬 2 元系混晶である新材料 ZnInON を開発し、該材料が i) 1.7-3.3 eV の範囲で変調可能なバンドギャップ、ii) 高い光吸収係数 ( $10^5 \text{ cm}^{-1}$ ) を有することを見出した [1-3]。また、室温スパッタリング成膜により原子レベルで平坦な単結晶 ZnInON 膜を形成することに成功している。本講演では、3.1 eV のバンドギャップを有する ZnInON を i 層に用いた pin 型透明太陽電池を作製したので報告する。

p 型 GaN テンプレート基板に、ZnInON 層と n 型 ZnO:Al (AZO) 層を順に積層した。ZnInON 層、AZO 層ともに、RF マグネトロンスパッタ法により室温にて形成している。ZnInON 層および AZO 層の膜厚はそれぞれ 300 nm, 70 nm とした。ZnInON 層の化学組成比は  $(\text{ZnO})_{0.97}(\text{InN})_{0.03}$  とした。比較のため、i 層として ZnO を 300 nm 形成した太陽電池 (ZnO 太陽電池) を作製した。

図 1(a) に、疑似太陽光 ( $100 \text{ mW/cm}^2$ ) を照射したときの  $J$ - $V$  特性を示す。ZnInON を i 層に用いた太陽電池 (ZnInON 太陽電池) は、開放電圧、短絡電流ともに ZnO 太陽電池に比べ高い値を示していた。また、入射光強度を  $3.2 \text{ mW/cm}^2$  まで下げたところ、ZnInON 太陽電池では開放電圧が 1.68 V まで増加した一方、ZnO 太陽電池では発電が確認されなかった (図 1(b))。以上の結果は、ZnInON が透明太陽電池の発電層として有望な材料であることを示している。一方、X 線回折解析により ZnInON 層の転位密度は約  $7 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$  と比較的高いことが分かっており、入射光強度の増加により開放電圧が減少したのは、転位等の結晶欠陥に起因するリーク電流が増大したためと考えられる。ZnInON の結晶性を改善することで、今後、大きな開放電圧を有する太陽電池が実現するものと期待される。

本研究の一部は科研費 25630127, JST さきがけ, 特別研究員奨励費の助成を受けた。

- [1] N. Itagaki, *et al.*, "Metal oxynitride semiconductor containing zinc", U.S. Patent No. 8274078 (2008).
- [2] K. Matsushima, *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **52**, 11NM06 (2013)
- [3] N. Itagaki, *et al.*, *Mater. Res. Express* **1**, 036405 (2014).

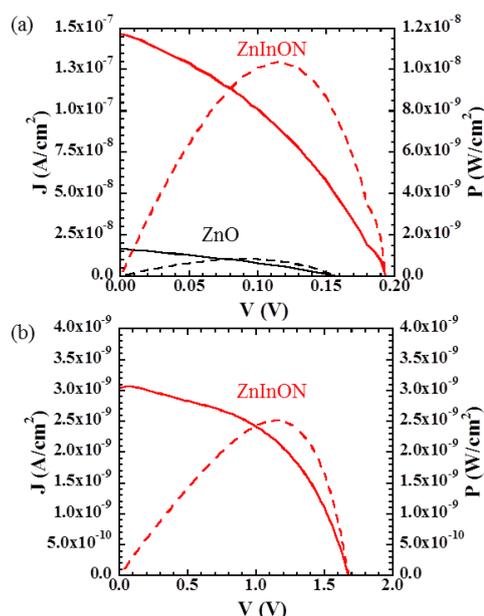


Fig.1 J-V characteristics and power density of solar cells (a) under  $100 \text{ mW/cm}^2$  and (b) under  $3.2 \text{ mW/cm}^2$  irradiation.