

上部透明電極を適用した有機光電変換膜の低暗電流化

Dark Current Suppression in Organic Photoconductive Films Using Top Transparent Electrodes

NHK 技研¹, 日本化薬(株)², ○今村 弘毅¹, 堺 俊克¹, 薬師寺 秀典², 青竹 達也²,
貞光 雄一², 佐藤 弘人¹

NHK Sci. & Tech. Res. Labs.¹, Nippon Kayaku Co.,Ltd.²,
°Koki Imamura¹, Toshikatsu Sakai¹, Hidenori Yakushiji², Tatsuya Aotake²,
Yuichi Sadamitsu², Hiroto Sato¹

E-mail: imamura.k-cy@nhk.or.jp

有機光電変換膜(有機膜)は、波長選択性や既存の Si フォトダイオードと比べて高い光吸収係数を有する光電変換素子として有用である。これらの優れた特性を最大限利用するためには、有機膜の上部電極に透明電極を適用し、入射光の利用効率を高める必要がある^[1]。しかしながら、スパッタリングなどの製膜手法を用いて透明電極を形成した場合、製膜ダメージにより暗電流が増大することが課題であった。そこで本研究では、反応性イオンプレーティング(Reactive Ion Plating, RIP)法を用いて透明電極のダメージレス製膜を検討した。

RIP 法による製膜は、基板への X 線入射量を低減した低加速電圧電子ビーム(EB)蒸着装置にアーク放電方式のイオン化機構を組み合わせることにより行った。具体的には、透明電極の材料として InSnO (ITO) を用い、EB の照射により材料を加熱するとともに、イオン化機構により蒸発粒子をイオン化し、反応性ガスとして O₂ を導入しながら製膜した。このときの有機膜への主なダメージ源は、①荷電粒子の蓄積による基板のチャージアップ、②イオン化機構のアノードへ堆積した膜の剥離によるパーティクル発生、③チャンバ内での異常放電の 3 つであることが判明した。そこで、それぞれの対策として、①電荷バランスの改善、②アノードに膜が堆積しない装置構成への改良、③生成イオン電荷量の調整を実施した。

ダメージ対策の効果を検証するため、上部電極に ITO を適用した素子を作製した。図 1 に作製した素子の構成を示す。下部 ITO 電極付きのガラス基板上に、電子ブロッキング層として Ir(ppz)₃、光電変換層として青色光に感度を有する DPh-DNTT^[1,2]と Alq₃ の共蒸着膜(混合比 3:1)、正孔ブロッキング層として B4PYMPM および ZnO を順に加熱蒸着した。上部 ITO 電極の可視光透過率は 80%以上であり、スパッタリング膜と遜色のない値が得られた。なお、比較のために、上部電極として ITO の代わりに加熱蒸着でダメージレス製膜した Al^[2]を用いた素子も作製した。

作製した素子の電流電圧特性を図 2 に示す。基板側より青色光(波長 450 nm)を入射した場合の光電流は、ITO 電極(青実線)と Al 電極(青点線)とで同程度の値を示した。また、暗電流は印加電圧 10 V のとき ITO 電極(黒実線)で 35 pA/cm²と Al 電極(黒点線)並みの低い値が得られており、RIP 法による有機膜上への ITO のダメージレス製膜の有効性が示された。

[1] T. Sakai et al., *ACS Appl. Electron. Mater.* **3**, 3085 (2021).

[2] K. Imamura et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* **61**, 075507 (2022).

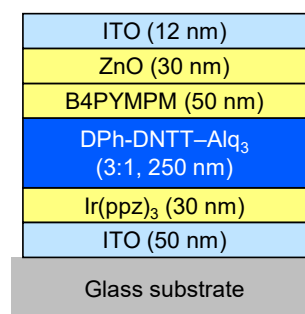


Fig. 1: 作製した素子の構成

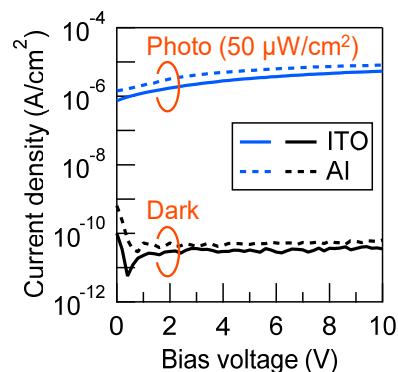


Fig. 2: 素子の電流電圧特性