

酸化モリブデンとマグネシウムの化学反応により生成した酸化マグネシウムを陰極バッファとして用いる有機薄膜太陽電池の作製と評価

工学科電子情報通信コース・准教授 景山 弘

1. 研究背景

有機薄膜太陽電池 (OPV) は、次世代の太陽電池として注目され、活発な研究が行われています。OPV は有機薄膜が二つの電極で挟まれた構造を有しており (図 1)、性能向上のためには、優れた有機半導体の開発のみならず、有機層 / 電極界面を制御するバッファ材料の開発が重要な課題です。これまでに報告された陰極バッファ材料はいくつかありますが、それらのなかで、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化マグネシウム (MgO) などの金属酸化物は、バンドギャップが大きいこと透明性に優れること、仕事関数が大きく正孔ブロック性に優れること、電子移動度が高いことなどから広く用いられています。

金属酸化物薄膜は、有機薄膜上に可溶性前駆体溶液を塗布して加熱する方法 (ゾルゲル法) やスパッタ法などで製膜されています。しかしながら、有機薄膜は一般に脆弱であるため、溶液からの塗布やスパッタなどの過程で、既に製膜されている有機薄膜が変質する可能性があるなどの問題がありました。

2. 新しい MgO 薄膜作製法の提示

酸化モリブデン (MoO₃) と仕事関数の小さい金属 [アルミニウム、マグネシウム (Mg) など] との反応はテルミット反応として古くから知られています。われわれは、真空蒸着法で製膜した MoO₃ 膜上に Mg を真空蒸着することでもそれらの界面でテルミット反応が起こり、MgO が生成することを明らかにしました。真空蒸着法は有機薄膜へのダメージが少なく、また、MoO₃ および Mg はいずれも安価で容易に入手できる物質であることから、MoO₃ 上に Mg を真空蒸着することによる MgO 薄膜作製法は、OPV の陰極バッファ層を形成するための新しい手法の一つとなることが期待されます。

3. MoO₃ と Mg の反応を利用する MgO 薄膜を陰極バッファとして用いる OPV の作製と評価

(1) 図 2 に結果の一例を示します。陰極として Al のみを用いる素子、および、Mg / Al を用いる素子に比べて、MoO₃ / Mg / Al 陰極を用いる素子では曲線因子 (FF) が向上し、結果として電力変換効率が向上することがわかりました [1]。

(2) OPV は半透明化することも可能であり、適度な採光をしながら発電もできる窓材やビニールハウスなどへの応用が期待されています。MgO 陰極バッファは透明性が高いことに加え、半透明陰極として金を用いることを可能にすることから、本手法が、半透明 OPV 用の陰極バッファ層作製法の一つとして有用であることがわかりました (図 3) [2]。

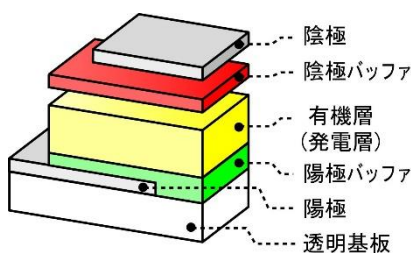


図 1 一般的な OPV の構造。

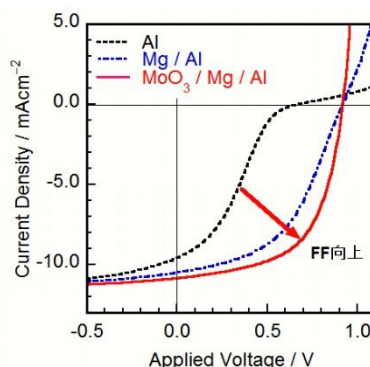


図 2 OPV の特性におよぼす MoO₃ / Mg 陰極バッファの効果。



図 3 MoO₃ / Mg / Au 陰極を用いる半透明 OPV の写真 (発電部分を破線で示しています)。

[1] I. Ishikawa, A. Higa, and H. Kageyama, *Jpn. J. Appl. Phys.* **57**, 102302 (2018).

[2] H. Kageyama, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, in press.