

酸化グラフェン超薄膜上に作製した逆構造ペロブスカイト太陽電池の作製と AZO/ZnO 電子バッファ層の電気特性への影響の検討

Fabrication of inverted perovskite solar cell on graphene oxide ultra-thin films and the effect of AZO/ ZnO electron buffer layers on the electrical properties of the cells

信州大¹, 日本触媒² ○佐藤 光騎, 尾川 卓¹, 伊東 栄次¹, 小野 博信², 郷田 隼²

Shinshu Univ.¹, Nippon Shokubai Co.Ltd², ○Koki Sato¹, Suguru Ogawa¹, Eiji Itoh¹, Hironobu Ono²,
Shun Goda²

E-mail : eitoh@shinshu-uac.jp

1. はじめに: ペロブスカイト太陽電池は優れた光学的・電気的特性、塗布プロセスによる製膜が可能といった点が注目されており、現在 20%を超える PCE が報告されている。耐久性や性能向上に向けて発電材料の開発に加えて様々なバッファ層と組み合わせてデバイス構造の観点からペロブスカイト太陽電池の検討が行われている。逆構造型においては正孔バッファ層としてよく用いられる PEDOT:PSS は酸性であることから直接接触するとペロブスカイト層に影響を及ぼすことが考えられる。本研究では低温プロセスでの塗布成膜が可能である酸化グラフェン(GO)を正孔バッファ層としてその上に逆構造ペロブスカイト太陽電池を作製した。また、組成やサイズの違いにより仕事関数が異なる酸化亜鉛ナノ粒子(ZnO-NP)または Al ドープ酸化亜鉛ナノ粒子(AZO-NP)を電子バッファ層として、素子性能の検討を行った。

2. 実験方法: 素子構造を図 1 に示す。ITO 付きガラス基板上に酸化グラフェン GO : Graphene Oxide 水分散液(日本触媒)を希釈して PDDA : Poly(diallyldimethylammonium chloride)溶液と交互に浸漬させる交互吸着(LBL)法により数分子層製膜した。その後 100℃で 30 分大気中で加熱し、正孔バッファ層とした。比較のため ITO 上に Ni 膜を 5nm 真空蒸着して 300℃で熱酸化した NiO_x膜も用意した。次にペロブスカイト前駆体 (PbI₂:MAI=1:1, 溶媒 DMSO:GBL=3:7)をスピスコートした後、クロロベンゼンをドリッピングし、100℃で 10 分加熱(N₂中)することでペロブスカイト層を製膜した。その後、PC₆₁BM(溶媒:クロロベンゼン)を製膜し、続けて ZnO または AZO ナノ粒子の分散液をスピスコート製膜して電子バッファ層とし最後に真空蒸着法により Al を蒸着した。素子面積は 2×2mm²であり、光応答特性はグローブボックス(Ar)中で AM1.5, 100mW/cm²のソーラーシミュレータの光を照射して測定した。

3. 結果と考察: 図 2 に作製した素子の J-V 特性を示す。電子バッファ層に AZO(3.9eV)を用いた素子は短絡電流(J_{sc})16.0 mA/cm²、開放電圧(V_{oc})0.949 V、フィルファクター(FF)0.61、変換効率(PCE)9.27%であった。AZO は組成やサイズにより仕事関数が変化するため電子注入/取り出しや起電力制御に有利と期待される。また Al をドープすることにより化学的安定性改善の報告もあり、仕事関数の異なる AZO を用いた素子の検討を進めている。ZnO を用いた素子との比較を含めて詳細は当日報告する。

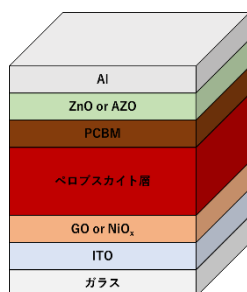


fig1. Device structure

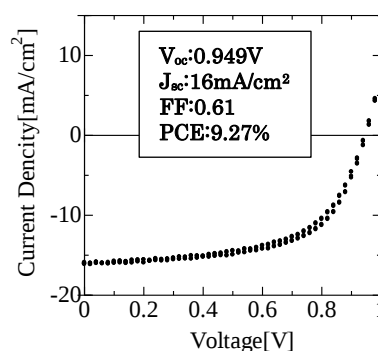


fig2. J-V characteristics

【参考文献】

- [1]Jae Choul Yu, Ji A Hong et al, SCIENTIFIC REPORTS (2018) 8:1070
- [2]Hang Dong, Shangzheng Pang et al, nanomaterials (2018) 8, 720
- [3]Dan Li, Jin Cui et al, Solar Energy 131 (2016) 176-182