

逆構造型バルクヘテロ接合太陽電池のための塗布型極薄電子取り出し層と電極界面の電位障壁制御に関する検討

Energy alignment control of ultra-thin electron selective layer/electrode interface for the inverted bulk-heterojunction solar cells

○伊東 栄次¹、後藤 慶紀¹、福田 勝利² (信州大¹、京大²)

○Eiji Itoh¹, Yoshinori Goto¹, and Katsutoshi Fukuda² (1.Shinshu Univ., 2.Kyoto Univ.)

E-mail: eitoh@shinshu-u.ac.jp

【はじめに】バルクヘテロ接合型(BHJ)太陽電池において、電子と正孔を選択的に取り出すキャリア選択層の役割は大きい。電子選択層(ESL)はアミン系の高分子や炭酸セシウム、酸化チタン、酸化亜鉛といった薄膜材料の開発が進められているが、酸化チタン等の酸化物の多くは欠陥を形成し易く Light soaking effect 等の原因となるため、結晶化が一つの課題となる。

酸化チタンナノシート(TN)は2次元結晶構造を有しており、水等の極性溶媒に分散可能であるため低温で高品位な極薄膜を形成できる。これまでに TN を ESL 層に用いた BHJ セルを評価したところ^{1,2}、特に逆構造型セルは ITO/TN 間の電位障壁が S 字曲線の原因となった。本研究ではダイポール層や電気泳動法(ESD)を用いて電位障壁を制御して性能への影響を調べた。

【実験】2mm幅にエッチングした ITO 電極上に TN 極薄膜(<5nm)を交互吸着法や電極間距離を 100 μm 程度に小さくして電気泳動法を用いて製膜した。電気泳動法では TN と Tetrabutylammonium (TBA)イオンと TN を 1:1 のモル比で水に分散(1~10mmol/l)させて製膜した。交互吸着法では poly(ethyleneimine) (PEI)や Poly(diallyldimethylammonium chloride) (PDDA) と TN を 1 または 2 分子層ずつ吸着させて製膜した。TN 上に P3HT と PCBM のクロロベンゼン溶液をスピコートした後、窒素中で熱処理を行い、酸化モリブデンと Ag を積層して素子とした。また、ITO と TN 界面の電位障壁を検討するため Au, ITO, Cr, 及び ITO/PEI 膜上に TN 層を製膜した後、Kelvin 法により界面電位を評価した。測定は全て Ar 雰囲気中にて行った。

【結果】Fig. 1 に各種電極上に ESD により製膜した TN(水分散)層の電極に対する電位と電極の仕事関数の関係を示す。水分散液から ESD で堆積した TN 極薄膜の電位は電極の仕事関数は直線関係(傾き 0.9)にあり、TN 極薄膜と電極との間でフェルミ準位が一致するようにバンドベンディングが起こっていると考えられる。ITO と TN 間には本来約 0.7eV の障壁があるが、薄い一種の界面ダイポールにより電子移動がスムーズになると期待される。Fig.2 は ITO 電極上に形成する ESL 用 polymer や TN 層の組み合わせを変えた場合の、電位と太陽電池パラメータの関係を示す。界面で大きな正の電位を形成するほど性能が向上していることがわかる。詳細は当日報告する。

- 1) E. Itoh, Y. Maruyama, and K. Fukuda: Jpn. J. Appl. Phys. **51** (2012) 02BK13.
- 2) E. Itoh, Y. Maruyama, and K. Fukuda: Jpn. J. Appl. Phys. **52** (2013) 04CK05.

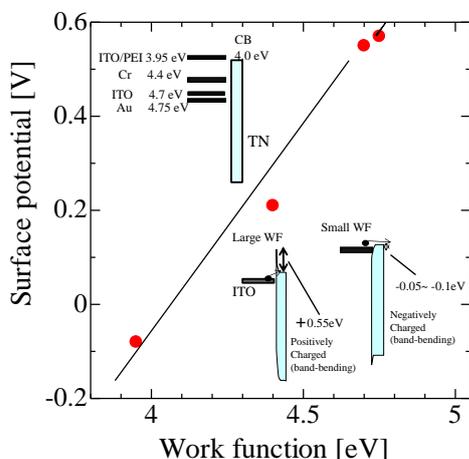


Fig. 1 Relationship between the work-function (WF) of electrodes and the Surface potential of ESD-TN.

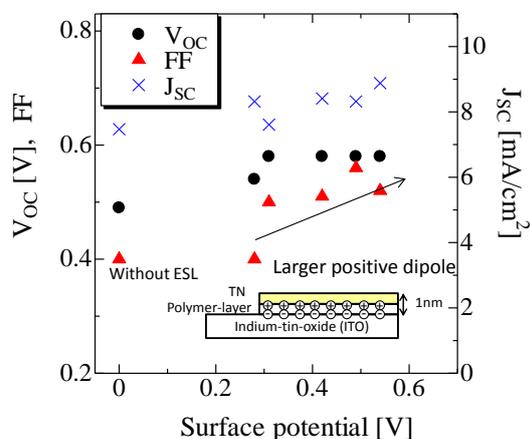


Fig. 2 Relationship between the surface potential of the ESL and the photovoltaic parameters in the inverted devices.