

電界誘起光第二次高調波発生(EFISHG)測定と C-f 測定を用いた バルクヘテロ接合太陽電池の光照射効果による空乏層形成の評価 Evaluating depletion layer growth in inverted P3HT:PCBM bulkheterojunction solar cells by using EFISHG and C-f measurements

東工大・工 藤生 駿佑、田口 大、間中 孝彰

Tokyo Tech, °Shunsuke Fujio, Dai Taguchi, Takaaki Manaka

E-mail: manaka@ome.pe.titech.ac.jp

はじめに バルクヘテロ型 (BHJ) 太陽電池は、逆型構造とすることで長寿命化できることが知られている。この太陽電池では光照射により作製直後から太陽電池特性が向上する(light soaking effect (LSE) という)。ドナー相とアクセプタ相のどちらが LSE に支配的であるかは、太陽電池を最適化する上で不可欠である。我々は、バルクヘテロ型太陽電池のドナー相とアクセプタ相の電界成分を選択的に測定できる 2 波長電界誘起光第 2 次高調波発生 (EFISHG) 法によって、発電層の電界成分が LSE によって増大することを示した。[1] 本発表では C-f 特性と EFISHG 測定を合わせて評価することで LSE 前後における空乏層幅と、ドナー相・アクセプタ相の空間電荷電界の形成を実験から考察した。

実験 Fig. 1 に測定した逆型バルクヘテロ太陽電池の構造 (ITO/P3HT:PCBM(70)/PEDOT:PSS/Au) と光照射(波長 350~450nm)効果による太陽電池特性の向上を表す。LSE の前後で EFISHG 測定、C-f 測定を行い P3HT,PCBM 内部の電界と空乏層のキャパシタンスを測定した。EFISHG 測定では 2 つの相の電界成分を選択的に測定するために SH 光波長 450nm、550nm の 2 つの波長を用いて測定を行った。

結果 Fig. 2 に C-f 特性を表す。UV 光照射によって低周波領域におけるキャパシタンスが増加($\Delta C=3.5$ nF)していることがわかる。これは LSE により空乏層 30 nm が形成したことを表す(比誘電率は 4 とした)。Fig. 3 に EFISHG 測定の結果を表す。空乏層形成にともなって P3HT($\Delta E=-9.1 \times 10^4$ V/cm)と PCBM($\Delta E=9.6 \times 10^4$ V/cm)の空間電荷電界が作られることを直接実験で示した。

結論 ITO/P3HT:PCBM(70)/PEDOT:PSS/Au 素子への UV 光照射による LSE 発生から、空乏層形成(厚さ 30nm)によるキャパシタンスの増加が確認できた。また 2 波長 EFISHG 測定から特に PCBM 内部の電界が大きくなっているため、本素子における LSE は PCBM 相の空乏層形成の影響であると確認できた。

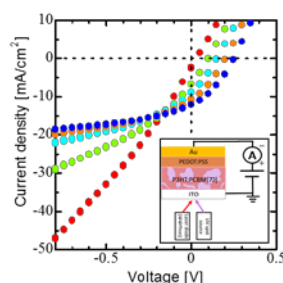


Fig.1: Inverted P3HT:PCBM solar cell and J-V characteristic after UV light soaking by red-laser illumination

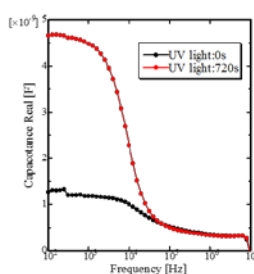


Fig.2: Capacitance-Frequency Characteristic by Impedance spectroscopy measurement

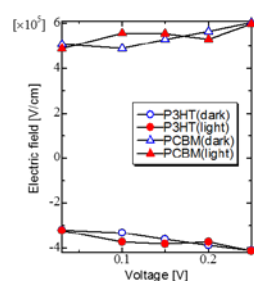


Fig.3: Relationship between Open-circuit voltage and photo induced electric field in donor and acceptor phase

[1]藤生、田口、間中、2017 年応用物理学会秋季学術講演会、5p-PA3-41