

# MIS ダイオード構造を用いた P3HT 及び PCBM 膜のキャリア輸送と蓄積現象の検討

## Investigation of charge transport and accumulation properties of P3HT and PCBM layers using MIS diode structures

信州大学 ○(M1)長生 直哉 , 伊東 栄次

Shinshu Univ., °Naoya Chosei, Eiji Itoh

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

【まえがき】有機 EL、有機太陽電池、有機トランジスタやセンサなどの可溶性有機半導体を用いた有機薄膜デバイスでは低コストで柔軟な電子デバイスとして実現が期待されている。有機薄膜の多くは、とりわけ膜厚方向に対して、ホッピング伝導を示すためにキャリア移動度が低く、電荷輸送およびキャリア寿命の改善が有機半導体の応用に重要である。Time of Flight (ToF)や charge extraction by linearly increasing voltage (CELIV)、Impedance spectroscopy (IS)などは有機デバイスの移動度測定にしばしば利用されるが、実サンプルよりも厚い膜が必要であることや、電子と正孔の独立した移動度測定が容易ではないという問題がある。Juska らによって提案された、MIS ダイオード構造を用いた MIS-CELIV 測定<sup>[1]</sup>は、移動度の電界依存性が小さい有機半導体膜の電子および正孔移動度を独立に決定するのに適している。半導体層と比較して絶縁層の実効膜厚が十分に薄いことが重要であり、本研究では絶縁層に High-k 材料である  $\text{HfO}_2$  又は  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  の上にリークや界面準位等の影響を低減するために薄い高分子絶縁体を積層した MIS ダイオード構造を用いて電気特性を調べた。また、Sandberg<sup>[2]</sup>らによる拡散の影響を考慮した補正項を導入した場合についても検討を行った。

【実験方法】ガラス基板にハフニウムをスパッタ法で堆積し、ホウ酸アンモニウムを用いて陽極酸化法でその表面を酸化させた。その上に薄い絶縁ポリマーをスピコートで成膜し、半導体層を積層させた後、上部電極を堆積した。MIS-CELIV 測定は真空中で一定時間オフセット電圧を印加した後、三角波パルスを加えた際の変位電流をオシロスコープで観測して行った。また、容量-電圧特性、容量-周波数測定は LCR メータを用いて、0.1V の交流電圧を加えながら測定した。

【結果と考察】Fig.1 に、 $\text{Hf}/\text{HfO}_2/\text{Polymer-Insulator}/\text{P3HT}/\text{MWCNT}$  の構造の典型的な MIS-CELIV 波形( $A=100 \text{ kV/s}$ )を示す。Fig.2 に、様々な掃引速度における MIS-CELIV 波形から、Juska らによる式と、Sandberg らによる補正項を導入した式を用いた P3HT の正孔移動度を示す。補正項無しでは低い掃引速度で移動度が数倍高く見積もられているのに対し、補正項を用いることで約  $2 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  の掃引速度に依存しない移動度を見積もった。この値は、他の文献による P3HT の正孔移動度の値に近いことが確認された。n 型半導体である  $\text{PC}_{61}\text{BM}$  においても同様に測定を行い、 $10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  オーダーの電子移動度を得た。詳細は当日報告する。

【謝辞】本研究の一部は JSAP 科研費 (No. 15K13972) の助成を受けたものです。

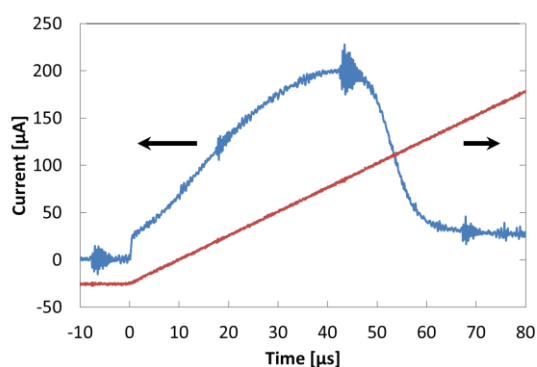


Fig.1 MIS-CELIV current

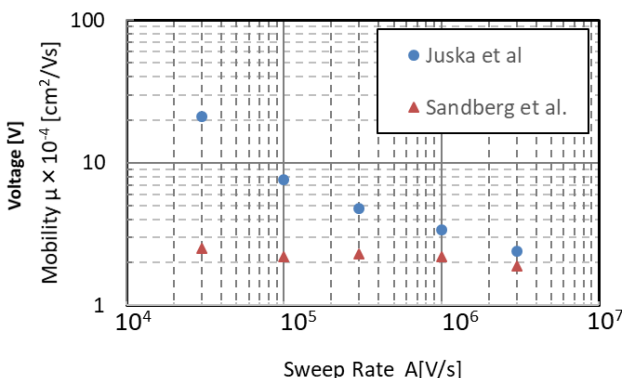


Fig.2 estimated MIS-CELIV mobility

参考文献 [1]G.Juska et al. J. Non-Crystalline Solids **158**, 748 (2012), [2] Sandberg et al. Appl. Phys. Lett. **110**, 153504 (2017), [3]A.Kokil et al., J. Polym. Sci. B: Polym. Phys. **50**, 1130 (2012), [4] N. Chosei and E. Itoh, Jpn. J. Appl. Phys. **57**, 02CA05 (2018).