

3P039

有機半導体薄膜内におけるキャリア分布の空間的可視化

(兵庫県立大院・理¹,高輝度光科学研究センター²)

○宮尾 文啓¹,佐藤 井一¹,田島 裕之¹,池本 夕佳²,森脇 太郎²,木下 豊彦²

Spatial visualization of carriers in organic semiconductor thin films
(University of Hyogo¹, Japan Synchrotron Radiation Research
Institute²)

○Fumitaka Miyao¹, Seiichi Sato¹, Hiroyuki Tajima¹, Yuka
Ikemoto², Taro Moriwaki², Toyohiko Kinoshita²

【序】有機電子デバイスは、多様な有機物質を利用して望みの機能を人工的に作り出すことができる次世代デバイスとして期待され、有機化学、物性科学、電子工学、プロセス工学などの幅広い分野で学際的に研究が進められている。有機物でデバイス作製が可能になった理由の1つとして、一般に絶縁体と考えられていた。有機材料を薄膜化して高電界をかけることで電極からのキャリア注入を可能にし、あたかも無機半導体のように電流を流すことが可能になったことが挙げられる。ところが、シリコンなどの無機半導体におけるキャリア注入やトラップの様子はよく理解されているのに対し、有機半導体デバイスにおけるキャリア注入は実験と理論の体系化がうまくできておらず、有機物質の潜在的特性を十分に引き出したデバイスができていない。

本研究では、有機薄膜に有機薄膜に注入したキャリアおよびトラップの空間分布を明らかにするため、赤外反射スペクトルの測定を行った。この実験を行うことで、キャリアのプラズマ振動を直接観察し、輸送特性測定では得られない有機物内のキャリア分布を明らかにすることを目的とする。

【実験】実験試料として、有機半導体 poly (3,4-ethylenedioxythiophene)polystyrene sulfonate (PEDOT:PSS)の薄膜を用いた field effect transistor(FET)を Fig.1 のようにして作製した。ゲート電圧を 0V→+40V→+80V→+40V→0V→-40V→-80V→-40V→0V の順にスイープし、計 9 点での赤外反射スペクトルを測定した。測定範囲は 0-1000cm⁻¹ の遠赤外領域で行ったが、SPring-8 で測定を行い、高分解顕微鏡 (Bruker Hyperion2000)と、光源として放射光を用いることにより遠赤外領域であっても高い分解能を得ることができている。Fig.1 に遠赤外光の照射スポットを示す。図

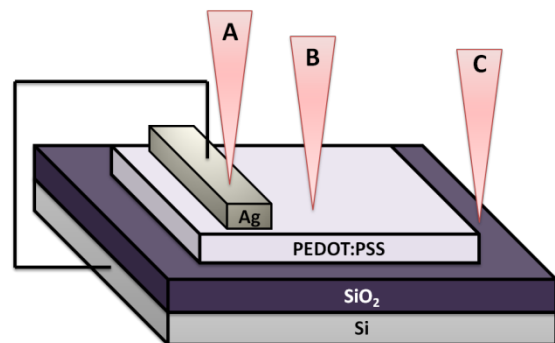


Fig.1 PEDOT:PSSを用いたFETの構造

中の3つの三角形 A、B、C が、それぞれ Ag 電極上、PEDOT:PSS 薄膜上、SiO₂ 絶縁膜上となっており、上述の電圧ごとに測定した。ただし、スポット A(Ag 電極上)については 0V、+80V、-80V でしか測定していないため、電圧とスポットの組み合わせは 23 通りとなる。測定の順序としては、電圧を変化させてから 3 か所の測定を行い、また電圧変化を繰り返し、Fig.2 に示す順に行った。各々の電圧、測定位置から 0V の時の赤外反射スペクトルとの変化を比較した。スペクトルの比は Fig.3 のようにして計算した。この計算方法は、光源強度の時間変動を打ち消す目的がある。

【結果と考察】 Fig.4 に 0V と +40V、-40V の PEDOT:PSS の反射強度の比を表したグラフを示す。グラフをみると、+40V ではわずかに反射強度が大きくなり、-40V では逆に小さくなっている。我々は、この変化を PEDOT:PSS 内部のキャリアの移動や密度変化によるプラズマ振動数の変化に起因するものではないかと考えている。今後、マッピング測定や、FET による電気的特性の測定を同時に行うことによりその真偽を確かめるとともに、デバイス作動中のキャリア分布観測を試みる予定である。

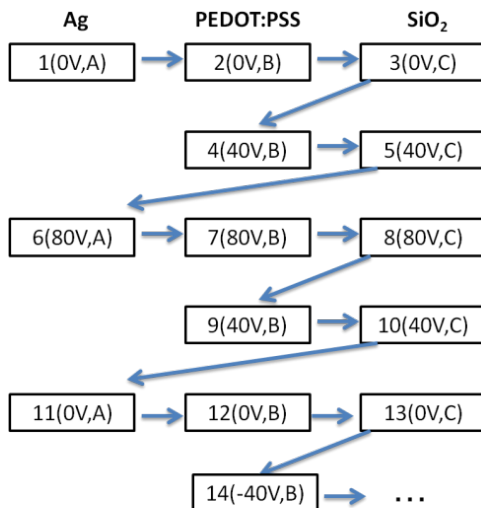


Fig.2 測定スキーム

$$I_7 = \frac{\frac{7(80V,B)}{8(80V,C)}}{\frac{2(0V,B)}{3(0V,C)}}$$

Fig.3 PEDOT:PSS 80Vの0Vとの強度比計算

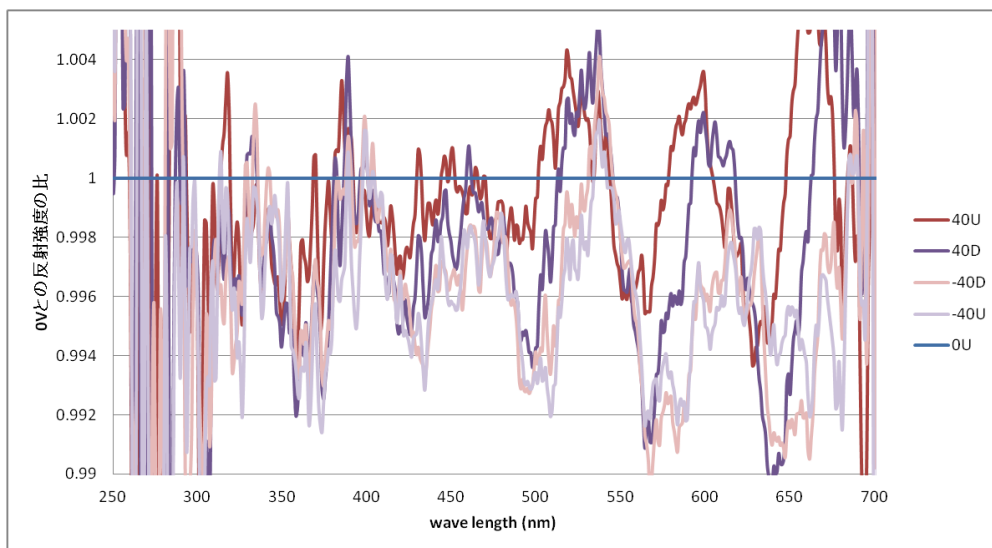


Fig.4 0Vとの反射強度の比(+40V、-40V)