

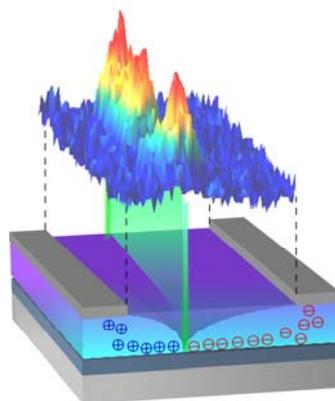
FET 構造を用いた有機/有機、有機/無機ヘテロ界面機能の探索

東北大学金属材料研究所 竹延大志、下谷秀和、○岩佐義宏

有機トランジスタの構造の基本はコンデンサ構造にあり、この片側の電極にキャリアを蓄積することによって、トランジスタは電流をオン・オフするスイッチとして動作する。この原理を応用することによって、トランジスタ構造内部の有機/有機界面や、有機/無機ヘテロ界面に、新たな機能を付与する試みについて紹介したい。

【光るトランジスタ】

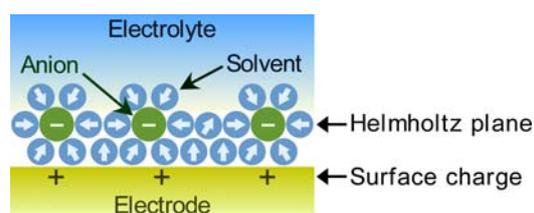
有機トランジスタは、多くの場合、意図的なドーピングを行わず、有機半導体を真性半導体として用いる。このため、デバイス構造に簡単な工夫をした上で、適切なバイアス印加を行うと、電子と正孔を同時にトランジスタチャンネルに蓄積することが可能になる。このとき、右図に示したように、左側電極から正孔が、右側電極から電子が注入されるため、チャンネル中央部で両キャリアは出会い、再結合することによって発光が生ずる。図の



上部は、テトラセン単結晶 FET の発光強度分布である。この発光 FET を実現するためには、電極から有機半導体へのキャリアの注入と、有機半導体/絶縁体界面の最適化により、両キャリアのキャリアの注入と蓄積を制御する必要がある。また、FET の特徴からわかるとおり、両キャリアともにゲート電界によって半導体/絶縁体界面近傍に厚さ数 nm 程度に押し付けられて流れいる。このため、電子正孔再結合確立は非常に高いことが明らかになった。これらの結果は、有機トランジスタの機能性向上にとって、有機半導体/絶縁体界面の制御が本質的に重要な役割を果たすことを示唆している。

【電気2重層トランジスタ】

トランジスタとは、半導体に静電的なドーピングを行うデバイスであるが、蓄積されるキャリア数は必ずしも多くない。そこで、最近大容量コンデンサとして注目されている、電気2重層キャ



パシタを応用した電気2重層トランジスタが注目されている。電気2重層とは、電解質溶液に半導体を浸漬させポテンシャルを印加することによって形成される、1nm程度の厚みをもつ電荷の2重層である。上図に、金属表面上に形成されるヘルムホルツ面と表面電荷層の模式図が示されているが、これが最も単純化された電気2重層である。このように薄い絶縁層には30MV/cm程度の電圧は簡単に印加することができ、従来型 FET を数倍以上のキャリア数蓄積が可能になる。その結果、有機単結晶ルブレンを用いた電気2重層ゲート法では、従来型の FET を上回るシート伝導率が達成された。また、酸化物半導体 ZnO に対してこの方法を適用することにより、初めてのゲート誘起金属化が達成された。