

低速電子顕微鏡による機能性有機薄膜形成過程の動的観察

研究代表者名

東京大学大学院・新領域創成科学研究科・斉木幸一朗

研究分担者名

東京大学大学院・新領域創成科学研究科・霍間勇輝、東京大学大学院・新領域創成科学研究科・池田進
東北大学・金属材料研究所・吉川元起、東北大学・金属材料研究所・藤川安仁

1. はじめに

軽量、フレキシブル、安価など、既存の無機半導体に無い利点を持つ有機デバイスは、材料開発、製造技術が過去数年間に大きく進展し、特に有機ELなどディスプレイデバイスでは実用化も進んでいる。しかしながら、デバイスを動作させる根幹であるトランジスタは現在のところ無機半導体が使われており、上記の特長を完全に活かしたプラスチックエレクトロニクスの実現には至っていない。この有機薄膜トランジスタ (OTFT) の課題として、移動度の向上、デバイスとしての安定性の確認などが考えられる。現在、数多く行われている研究から明らかになっている特性向上の阻害要因は、絶縁膜-有機半導体界面に由来するトラップ、粒界抵抗、金属電極-有機半導体界面での接触抵抗、有機半導体-外界界面での気体分子吸着、など多岐にわたっている。しかしながら、個々の素過程に還元した研究は少ないのが現状といえる。われわれのグループでは表面科学的な手法を駆使して、上記の3種の界面が重要な役割を果たす諸現象に着目し研究を進めているが、その中でも有機薄膜の高度な結晶性および配向の制御は、特性向上の鍵を握っているといっても過言ではない。本研究では、貴研究所・量子表面界面科学研究部門が主として担当している材料科学国際フロンティアセンター設置の低速電子顕微鏡 (LEEM)、光電子顕微鏡 (PEEM) 装置を利用することにより、有機薄膜トランジスタの有力な候補物質であるいくつかの有機分子について、実際にデバイスで用いられる基板上への成長過程の詳細な解明を目的とする。

2. 研究経過

OTFTにおける有機分子の成長過程を考えた場合、ソース・ドレイン電極付近では、有機分子が電極と絶縁膜の2種表面から影響を受けるために、通常の単一基板上における成長機構とは異なると予想される。しかしながら、これまでの研究では異種基板が接合する面内ヘテロ界面(つまり OTFT における電極エッジ近傍に相当)における、有機分子の成長過程は明らかにされてこなかった。そこで、リアルタイムにて薄膜形態を観察できる光電子顕微鏡 (PEEM) を用い、ペンタセン分子の電極近傍における成長機構解明に着手した。

3. 研究成果

OTFTの絶縁基板にSiO₂を、電極にはフォトリソグラフィで作製したAu電極を用いた系を選択し、その電極付近での蒸着ペンタセン分子の様子をPEEMにて観察した。結果、Au電極近傍ではペンタセン分子の成長が抑制されることが明らかとなった。一方、電極を自己組織化単分子膜で修飾した場合、ペンタセンは電極と良好な接合を形成することが明らかとなった。

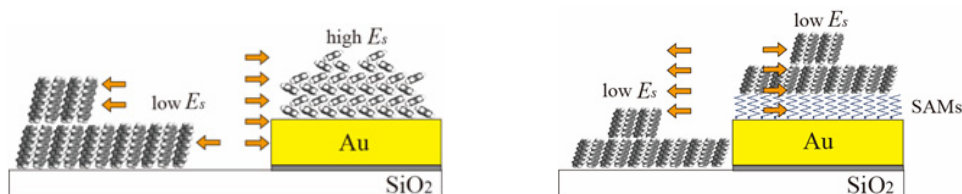


図 面内ヘテロ界面における成長のモデル

4. まとめ

面内ヘテロ界面における、有機分子の成長機構を初めて明らかにした。上図のように基板の違いにより、有機分子の成長時の配向が異なることが原因で、表面エネルギーに差が生まれる。そのために、電極付近では成長が抑制されることが示された。