

## 冨田博一(助教授)\*)

A-1) 専門領域：有機エレクトロニクス、分子スケールエレクトロニクス

A-2) 研究課題：

- a) 有機薄膜電界効果トランジスターの作製
- b) 超高真空環境下における有機半導体の intrinsic 物性の解明
- c) 泳動電着法による有機半導体薄膜の電極上選択的成長法の確立
- d) 有機ナノグレインの局所的電気特性の解明
- e) 有機分子/無機半導体ナノインターフェースの構築

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 有機電界効果トランジスター(OFEET)の作製および特性評価システムの構築をほぼ終えた。電極の作製のために必要なフォトリソグラフ装置の整備を急いでいる。有機半導体材料としては、蒸着により薄膜作製可能で、秩序構造を持ちやすく、高キャリア移動度が期待できる分子を候補として選び、昇華精製を行っている。
- b) 有機半導体の電気的特性は吸着ガスの影響を受けやすい。一般に多くの有機物は酸素の吸着により p 型半導体特性を示し、ドーピングにより p/n の特性制御は困難であることが知られている。超高真空中で高純度の試料を用いて薄膜を作製することにより、p/n の両方の特性を有する擬似真性状態を実現できることを見いだした。
- c) 有機素子および分子スケール素子を構築する上で、特定の場所に有機物を固定化する選択的成長の手法を確立することは重要である。電気泳動を利用することにより、フタロシアニンを金電極など電子の授受を行える部分にのみ堆積できることを示した。
- d) 金属コートしたカンチレバーを有する原子間力顕微鏡を用いて、有機グレインの局所電流 - 電圧特性を測定した。基板と有機物の組み合わせにより、電流 - 電圧特性に違いが生じる。さらにケルビンプローブ法などを用いて、表面ポテンシャルを測定し、有機物/基板の電荷移動に関する知見を得た。
- e) 分子スケール素子の構築において、機能を有する分子を基板の特定の場所に結合させる手法の確立は最重要課題のひとつである。これまでは、金表面 - チオール結合を有する自己組織化膜を中心にその技術が模索されていたが、適切な手法は確立していない。我々は、シリコン表面のダングリングボンドの反応性を制御して特定の場所に有機分子を結合させる手法を確立するべくその準備を進めている。シリコン基板は不純物の種類や濃度の制御により、フェルミ準位を制御することが可能である。各種のシリコン基板と有機分子の組み合わせによる Si-C 結合を起点とするシリコン/有機分子界面の電気的特性を明らかにする。

B-1) 学術論文

H. TADA, H. TOUDA, M. TAKADA and K. MATSUSHIGE, "Quasi-intrinsic Semiconducting State of Titanyl-phtahlocyanine Films Obtained under Ultrahigh Vacuum Conditions," *Appl. Phys. Lett.* **76**, 873 (2000).

**D. SCHLETTWEIN, K. HESSE, H. TADA, S. MASHIKO, U. STORM and J. BINDER**, "Ordered Growth of Substituted Phthalocyanine Thin Films Hexadecafluoro-phthalocyaninatozinc on Alkali Halide (110) and Microstructured Si Surfaces," *Chem. Mater.* **12**, 989 (2000).

**D. SCHLETTWEIN, H. TADA and S. MASHIKO**, "Substrate-induced Order and Multilayer Epitaxial Growth of Substituted Phthalocyanine Thin Films," *Langmuir* **16**, 2872 (2000).

**H. TADA, T. TOJO, M. KAKO, Y. NAKADAIRA and K. MATSUSHIGE**, "Energy Transfer in Highly Oriented Permethyldodecylsilane and -octadecylsilane Films," *J. Organomet. Chem.* **611**, 85 (2000).

#### B-4) 招待講演

**H. TADA**, "Quasi-intrinsic Semiconducting Properties of Phthalocyanine Films Observed in Ultrahigh Vacuum," 1st International Conference on Porphyrins and Phthalocyanines, Dijon (France), June 2000.

**H. TADA**, "Semiconducting Behavior of Phthalocyanine Films in Ultrahigh Vacuum," Workshop on Organic Materials with Novel Electrical and Optical Properties, Bremen (Germany), June 2000.

#### B-6) 学会および社会的活動

##### 学協会役員、委員

応用物理学会有機分子バイオエレクトロニクス分科会常任幹事(1995-97, 99-2001).

電気学会ハイブリッドナノ構造電子材料調査専門委員会委員(1997-99).

化学技術戦略推進機構 インターエレメント化学ワーキンググループ委員(2000-01).

化学技術戦略推進機構 コンピナトリアル材料化学産官学技術調査委員会委員(2000-01).

##### 学会の組織委員

光電子機能有機材料に関する日韓ジョイントフォーラム2000 組織委員(2000).

環太平洋国際化学会議におけるシンポジウム「Ordered Molecular Films for Nano-electronics and Photonics」, 組織委員(2000).

##### 学会誌編集委員

「表面科学」編集委員(1994-96).

#### B-7) 他大学での講義、客員

京都大学工学研究科電子物性工学専攻, 「分子エレクトロニクス」, 2000年後期.

京都大学工学研究科電子物性工学専攻, 非常勤講師, 2000年4月 - 2001年3月.

通商産業省工業技術院物質工学工業技術研究所高分子物理部, 技官, 2000年12月.

C) 研究活動の課題と展望

21世紀にはオプトエレクトロニクス分野において、有機材料がますます重要な役割を果たすと思われる。ひとつは薄膜デバイスであり、もうひとつは分子スケールデバイスである。前者では、すでに有機発光ダイオードは実用化され、電界効果トランジスターも実用化に向けて開発競争が行われている。高機能化のためには、分子の設計に加え、分子組織体としての設計が不可欠であり、配向・配列制御技術の確立とキャリア輸送機構の解明を通じて高機能化の指針を与えることを目標とする。後者では、すでにナノギャップ金属電極や走査プローブ顕微鏡を用いた2端子系の構築は技術的には終え、トランジスター動作を行わせるための3端子系の構築にその勢力が注がれている。無機半導体のダンダリングボンドの反応性を制御することにより、3端子系の構築を急ぐとともに、分子スケール素子における電荷・物質・エネルギー・情報の伝達機構を解明する糸口を与えることを目指す。

\* 2000年4月1日着任