

多田博一(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と動作機構の解明
- b) ナノギャップ電極の作製と有機デバイスへの応用
- c) シリコン-炭素ナノインターフェースの構築
- d) スピン偏極STMの開発

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 仕事関数の異なるソース、ドレイン電極を用いることにより、有機トランジスターにおけるキャリアの注入を検討した。アルミニウムと金を電極として用いることにより、アルミニウムからは電子が、金からは正孔が注入され、ポリマー材料で正孔と電子の再結合による発光を確認した。
- b) リソグラフィ法により作製したマイクロギャップ電極を、電気メッキにより太らせ、ナノメートルサイズのギャップを有する電極を作製した。片側を金、反対側を銀というように仕事関数の異なる金属でメッキすることにより、キャリアの注入障壁に関する知見を得た。
- c) 水素終端シリコン(111)面に1-アルケンなど末端に2重結合を有する分子を反応させることにより、均一な単一分子薄膜の作製を行ない、その構造を原子間力顕微鏡(AFM)接触角測定、分子シミュレーションにより調べた。原子間力顕微鏡のシリコン製カンチレバー表面に分子を固定化することに成功し、表面の摩擦力顕微鏡像および非接触原子間力顕微鏡像の観察を行った。
- d) 液体ヘリウム温度で、高分解能のフタロシアン分子像を観察し、分子像のコントラストのバイアス依存性を確認した。 dI/dV 測定に成功し、状態密度の詳細な解析が可能となった。

B-1) 学術論文

M. ARA and H. TADA, "Friction Force Microscopy Using Silicon Cantilevers Covered with Organic Monolayers via Silicon-Carbon Covalent Bonds," *Appl. Phys. Lett.* **83**, 578–580 (2003).

T. ISHIBASHI, M. ARA, H. TADA and H. ONISHI, "Molecular Conformation of *n*-Alkyl Monolayers Covalently Bonded to Si(111) Probed by Infrared-Visible Sum-Frequency Spectroscopy," *Chem. Phys. Lett.* **367**, 376–381 (2003).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

H. TADA, M. ARA and S. TANAKA, "Wet Process Molecular Planting in A Specific Site in Silicon with Si-C Covalent Bonds," *MRS Proc.* 739, H7.37 (2003).

B-3) 総説、著書

H. TADA, 「有機半導体膜のキャリア移動度測定技術」, 「有機トランジスタの動作性向上技術」, 技術情報協会 (2003).

H. TADA, 「有機トランジスタ」, ナノテクノロジーハンドブック編集委員会編, 「ナノテクノロジーハンドブック」, オーム社 (2003).

H. TADA, 「有機薄膜におけるキャリア移動度の評価」, 月刊マテリアルステージ, 技術情報協会 (2003).

B-5) 特許

多田博一、荒 正人(関西ティール・エル・オー) 「シリコン製被加工物への微細パターン形成方法」, 特開2003-168682 (2003.6.13).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員、委員

応用物理学会講演プログラム委員 (2003-).

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 (1995-1997, 1999-2001).

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 (2000-2001).

化学技術戦略推進機構 コンビナトリアル材料化学産官学技術調査委員会委員 (2000-2001).

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 (1997-1999).

学会の組織委員

国際固体素子・材料コンファレンス(SSDM)論文委員 (2003-).

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組織委員 (2000-2003).

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

「応用物理」編集委員 (2003-).

「表面科学」編集委員 (1994-1996).

B-8) 他大学での講義、客員

名古屋大学工学研究科物質制御工学専攻, 「物質制御工学特論 VI」, 2003年.

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」, 2000-2003年.

東京工業大学応用セラミックス研究所, 非常勤講師, 2001年2月.

C) 研究活動の課題と展望

有機電界効果トランジスタ(OFET)は, 1990年代後半になりペンタセン蒸着膜が, アモルファスシリコンに匹敵する $1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 程度の正孔移動度を示したことや, 大気中でも安定なN型半導体特性を示す材料が見出されたこと, インクジェットプリントやスクリーン印刷のような簡便な手法で作製できることが示されたことにより, 有機ELデバイスの市場化の動きとも相俟って, 米国、ドイツ、オランダなどでフレキシブル化, 低コスト化を意図した全有機デバイスの開発研究が活発化している。一方, 無機半導体デバイスにおける微細化の物理的・技術的限界が見え始め, 新しいパラダイムに基づくデバイス設計の必要性が指摘されている。そのひとつとして, 有機分子を高度に組織化した分子スケール素子が検討されている。走査プローブ顕微鏡をはじめとするナノ計測・加工ツールの急速な進歩により, 構成要素となる単一分子あるいは小数分子系の電気特性を計測することも可能となり, 分子スケールエレクトロニクスとよばれる研究領域が着実に広がっている。基礎特性を調べる方法のひとつとして, 電界効果トランジスタ構造が用いられ, 1本のカーボンナノチューブや単一分子を用いた研究が行われて

いる。有機デバイスおよび分子デバイスの実現のために避けて通れない主な課題は下記の3点である：不純物の問題、吸着ガスの問題、信号(キャリア)の入出力インターフェースの問題、グレイン境界でのキャリア輸送の問題。我々は、前述のアプローチでこれらの問題解決の糸口を掴みたいと考えている。