

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、内部多重反射赤外分光法により、分子の熱的安定性、耐薬品性、成長素過程を調べた。
- d) 液体ヘリウム温度で、銅および金清浄表面に吸着したフタロシアニン分子像を観察した。 dI/dV 測定により、吸着により誘起された新しい電子状態の生成を確認した。

B-1) 学術論文

M. ARA, A. SASAHARA, H. ONISHI and H. TADA, "Non-Contact Atomic Force Microscopy Using Cantilevers Covered with Organic Monolayers via Silicon-Carbon Covalent Bonds," *Nanotechnology* **15**, S65-S68 (2004).

R. YAMADA, M. ARA and H. TADA, "Temperature Dependence of the Structure of Alkyl Monolayers on Si(111) Surface via Si-C Bond by ATR-FT-IR Spectroscopy," *Chem. Lett.* **33**, 492-493 (2004).

T. SAKANOUE, E. FUJIWARA, R. YAMADA and H. TADA, "Visible Light Emission from Polymer-Based Field-Effect Transistors," *Appl. Phys. Lett.* **84**, 3037-3039 (2004).

M. TAKADA and H. TADA, "Low Temperature Scanning Tunneling Microscopy of Phthalocyanine Multilayers on Au(111) Surfaces," *Chem. Phys. Lett.* **392**, 265-269 (2004).

J. NISHIDA, NARASO, S. MURAI, E. FUJIWARA, H. TADA, M. TOMURA and Y. YAMASHITA, "Preparation, Characterization and FET Properties of Novel Dicyanopyrazinoquinoxaline Derivatives," *Org. Lett.* **6**, 2007-2010 (2004).

S. ANDO, J. NISHIDA, E. FUJIWARA, H. TADA, Y. INOUE, S. TOKITO and Y. YAMASHITA, "Characterization and Field-Effect Transistor Performance of Heterocyclic Oligomers Containing a Thiazolothiazole Unit," *Chem. Lett.* **33**, 1070-1071 (2004).

H. SAKAI, Y. FURUKAWA, E. FUJIWARA and H. TADA, "Low-Voltage Organic Field-Effect Transistors with a Gate Insulator of Ta₂O₅ Formed by Sputtering," *Chem. Lett.* **33**, 1072-1073 (2004).

M. MURATSUBAKI, Y. FURUKAWA, T. NOGUCHI, T. OHNISHI, E. FUJIWARA and H. TADA, "Field-Effect Transistors Based on Poly(p-phenylenvinylene) Derivatives," *Chem. Lett.* **33**, 1480–1481 (2004).

B-3) 総説、著書

H. TADA, 「シリコンと分子との出会い」, 先端化学シリーズ VI, 界面・コロイド / ナノテクノロジー / 分子エレクトロニクス / ナノ分析, 日本化学会編, 丸善 (2004).

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

H. TADA, 「分子線蒸着膜の配向と構造」, 新訂版表面科学の基礎と応用, 日本表面科学会編, エヌティーエス (2004).

B-4) 招待講演

H. TADA and M. TAKADA, "Scanning Tunneling Microscopy and Spectroscopy of Phthalocyanine Molecules on Metal Surfaces," The 12th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy, Atagawa, December 2004.

H. TADA, "Preparation of Light Emitting Field-effect Transistors Based on Organic Materials with Asymmetric Electrodes," International Symposium on Construction of Nanostructured Molecular Assemblies with Novel Electronic Functions, Osaka, December 2004.

B-5) 特許出願

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

特願2004-038951, 「発光型トランジスタ」, 多田博一、坂上 知(JST), 2004年.

特願2004-074647, 「物体表面のぬれ性の可逆的制御方法」, 山田 亮、多田博一(JST), 2004年.

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 コンピ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結晶材料工学専攻,「結晶材料特別講義」,2004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」,2000-2004年.

B-9) 学位授与

荒正人,“ Study on Molecular Assemblies on Silicon via Silicon-Carbon Covalent Bonds, ”2004年3月,博士(理学).

B-10) 外部資金獲得

基盤研究(B)(2),「超高真空環境下で発現する有機半導体の intrinsic 物性の解明」, 多田博一 (2000年-2003年) .

基盤研究(B)(2),「シリコン - 炭素共有結合を起点とする3次元分子組織体の構築」, 多田博一 (2003年-2006年) .

萌芽的研究,「原子スケール表面改質によるシリコン - 炭素結合の創成と局所電子物性の測定」, 多田博一 (2001年-2003年) .

萌芽研究,「スピン偏極STMを用いた分子の磁気特性の観察と制御」, 多田博一 (2004年-2006年) .

第14回東レ科学研究助成,「局所表面改質による Si-C 結合の創成と分子素子のためのナノインターフェースの構築」, 多田博一 (2000年) .

立松財団研究助成,「界面制御による高効率有機トランジスターの作製指針の導出」, 多田博一 (2002年) .

C) 研究活動の課題と展望

有機電界効果トランジスターに関する研究では 移動度の向上とフレキシブル化を目指した研究が活発に行われており,キャリアの注入過程や輸送過程などの基礎的知見の重要性が認識されている。我々は,電極の種類や表面状態に着目し,キャリアの注入を制御することにより新しいデバイスの可能性を探っている。すでに電子と正孔の同時注入による発光型トランジスターの作製に成功したが,今後は,発光効率をより向上させ有機レーザーなどへ展開を図る。

分子スケールデバイスの構築を目指して,メッキによるナノギャップ電極の作製とシリコン上の有機分子の組織化に関する研究を遂行してきた。前者では,10 nm程度のギャップを持つ電極の作製方法を確立した。今後は,より薄い電極の作製を試み,実際に分子を挟み込んで特性を調べる。シリコン上の有機分子では,STMを用いた局所電気伝導度の計測を行い,基板の種別(P型,N型)や伝導度の影響を調べる。

極低温STMでは,安定して分子像および微分コンダクタンス像の観察が可能となっている。磁性探針を用いることにより,局所的なスピンの情報を得ることを目指す。