

97S1-002 「量子ナノ構造形成過程・新物性解析の研究」

代表者：尾嶋正治（東京大学大学院工学系研究科）

1. 研究の目的

- 1) 超高分解能の低温光電子分光によって、半導体 / 磁性体 / 超伝導体の表面 / 界面を解析するとともに、ナノテクノロジーを駆使して作製する新しい量子ナノ構造の物性を in situ に解明する。
- 2) 見出した新しい量子効果物性を活用して「メゾスコピック・エレクトロニクス」と「メゾスコピック・スピニクス」用新物質・材料の創製を行うこと。

2. 研究期間：1997年4月～2002年3月

3. 研究グループ

東大工応用化学尾嶋研（尾嶋、藤岡、小野、大淵、組頭） 東大工電子田中（雅）
東大新領域藤森、岡林、東大物性研（Lippmaa、奥田） 東工大応用セラ研（鯉沼、松本）
東北大理物須藤研（近藤） 東北大金研川崎、延世大学物理廉研（Yeom, Chung）
成均館大学物理朴研（Park） 産総研 JRCAT 秋永、宇宙研廣瀬、電総研相浦、筑波大秋本、丸山、
電通大野崎、STARC（半導体理工学研究センター）

4. S1 課題の経過（5年間）

- 1) 高分解能ビームラインの設計、旧 BL-1C 解体、新ビームライン建設。（1998年10月まで）
- 2) 分解能 16000 のビームライン BL-1C 完成（1998年11月）
- 3) 角度分解光電子分光 ARUPS10 装置設計、立ち上げ、測定自動化（1999年夏）
- 4) MBE 装置との UHV 中接続と in situ 角度分解光電子分光の実現（2000年4月）
- 5) 小型レーザー-MBE 装置を開発、BL-1C に搬入（2001年9月）
- 6) Scienta 社製 SES100 装着光電子分光装置を立ち上げ、（2001年6月）

5. 2001 年度の進捗

- 1) ULSI ゲート酸化膜用 Si 表面熱酸化過程の角度分解光電子分光（STARC 共同研究）
 - ・ 高い酸素分圧での Si(100) 表面の酸化過程を解析し、50L 以上では 3 層界面モデルで説明可能で、徐々に急峻界面モデルに近づくことを見出した。
- 2) Si 上金属量子細線構造の角度分解光電子分光（延世大学との共同研究）
 - ・ Pb/Si(100) では 0.5ML で 2x2 になり、Pb5d のピークから非対称ダイマーモデルを、また 1ML で 2x1 になって対称ダイマーになるが、依然半導体的であることを見出した。一方 In/Si(111) では約 1ML で 4x1 が現れ、1次元金属的になる（Bunk のモデルを支持）ことを見出した。
- 3) Sn 吸着 InSb(111)-(2x2) 表面の角度分解光電子分光（東北大との共同研究）
- 4) AlAs/GaAs 多層膜のバンド構造光電子分光（東大新領域との共同研究）
 - ・ AlAs 上 GaAs 薄膜の成長で、約 8 ML GaAs が成長するとバルク電子状態になることを見出した。
- 5) Half-metallic 強磁性 Zinc-blende MnAs ドットの作製と共鳴光電子分光（産総研、新領域と）
 - ・ 硫黄終端 GaAs 表面上に低温 MBE 成長で zb-MnAs の成長に成功し、角度分解共鳴光電子分光によって Mn3d 状態が約 4eV に現れる様子が GaMnAs の DMS 結晶と類似であること、および薄膜の MnAs 結晶とは大きく異なることを見出した。
- 6) 希薄磁性半導体(DMS)GaCrAs の結晶成長と共鳴光電子分光（産総研との共同研究）
 - ・ 低温 MBE 成長で Cr が 14% 入った DMS を作ることに成功し、Tc とバンド構造の関係を解明した。
- 7) レーザー-MBE 成長強相関酸化物薄膜の光電子分光（東工大、東北大、物性研との共同研究）
 - ・ レーザー-MBE 成長 LaSrMnO₃ 薄膜の角度分解光電子分光を実現。コンビナトリアルマスクを用いた High-throughput 作製 => 放射光電子状態解析を可能にした。

6. 今後の課題

2002 年度から S 2 課題において、さらに高感度な SES100 角度分解光電子分光装置をビームラインに設置し、これに新しくレーザー-MBE 装置を結合して磁性あるいは強相関系ナノ構造を作製し、その電子状態を in situ に解析し、スピントロニクス用材料の物性解明と新機能材料開発を行っていく。また、磁性ナノ構造の磁化メカニズムを解明するために、新しく MCD-PEEM 装置を作って解析を行う。