

ISSN 1881-3356

東北大学電気通信研究所
附属ナノ・スピン実験施設
研究報告書 第2号

Research Report No. 2
Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics
Research Institute of Electrical Communication
Tohoku University

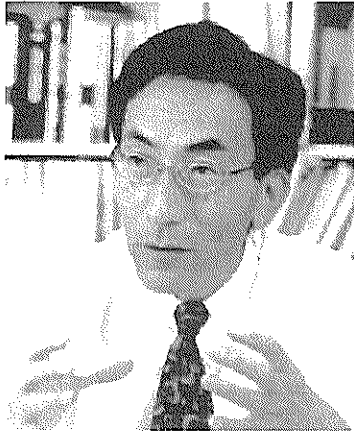
November 2007

施設研究報告書 2006

目次

1.	施設の概要	1
2.	施設の組織	3
3.	平成 18 年度の研究成果のハイライト	4
4.	施設の活動	10
4-1	国際研究拠点形成	10
4-2	国際シンポジウム	11
5.	研究成果 (平成 18 年度)	15
●	大野・大野・松倉研究室 (半導体スピントロニクス研究部)	17
●	室田・櫻庭研究室 (ナノヘテロプロセス研究部)	31
●	庭野研究室 (ナノ分子デバイス研究部)	59
●	中島・佐藤研究室 (知的ナノ集積システム研究部)	75
●	枝松・小坂研究室 (量子光情報工学研究分野)	90
●	池田准教授研究室 (ナノスピンメモリ研究部)	102
●	宮崎研究室 (応用物理学専攻スピントロニクス分野)	114
●	川崎研究室 (金属材料研究所超構造薄膜化学研究部門)	126
●	新田研究室 (知能デバイス材料学専攻量子材料物性学分野)	131
●	尾辻・末光研究室 (超ブロードバンド信号処理研究分野)	144
●	水野研究室 (ブロードバンド通信基盤技術研究分野)	154
●	坪内・中瀬研究室 (先端ワイヤレス通信技術研究分野)	161
●	伊藤 (弘)・四方研究室 (応用量子光学研究分野)	166
●	舛岡研究室 (固体電子工学研究分野)	176
●	青井・島津技術開発室 (21 世紀情報通信研究開発センターストレージ分野)	177
●	大見研究室 (未来科学技術共同研究センター)	179
●	高橋・角田研究室 (電子工学専攻電子物理工学分野)	198
●	山口研究室 (電気・通信工学専攻電磁理論分野)	202
●	佐橋・土井研究室 (電子工学専攻超微細電子工学講座)	213
●	遠藤准教授研究室 (プラズマ電子工学研究分野)	214
●	石山准教授研究室 (生体電磁情報研究分野)	226
●	伊藤 (隆)・小谷研究室 (電子工学専攻固体電子工学分野)	242
●	畠山・金子研究室 (電子工学専攻プラズマ基礎工学分野)	259
●	板谷研究室 (応用化学専攻電気化学分野)	280
6.	参考資料	281
6-1	施設のクリーンルームと装置の概要	283
6-2	ナノ・スピン実験施設の利用について	292
6-3	施設の利用状況 (平成 18 年度)	293
6-4	ナノ・スピン工学研究会	298
	国際シンポジウムプログラム	299

1. 施設の概要



東北大学電気通信研究所附属
ナノ・スピン実験施設長
教授 大野 英男

「ナノ・スピン実験施設」は、本研究所附属研究施設として平成16年4月1日に設置されました。その目的は、情報通信を支えるナノエレクトロニクス・スピントロニクス基盤技術を創生することにあります。これを実現するため、「ITプログラムにおける研究開発推進のための環境整備」によって整備されましたナノ・スピン総合研究棟とその主要設備を用いて、本研究所および本所と密接な関係にある本学電気・情報系の各研究分野と共にナノテクノロジーに基づいた電子の電荷・スピンを駆使する基盤的材料デバイス技術の研究開発を進め、さらに全国そして世界の研究者の英知を結集した共同プロジェクト研究を推進します。

現在、ナノ・スピン総合研究棟では、「ナノ・スピン実験施設」の4研究部、すなわちナノヘテロプロセス研究部、半導体スピントロニクス研究部、ナノ分子デバイス研究部、ナノスピンメモリ研究部と、施設共通部、さらに知的ナノ集積システム研究部、量子光情報工学研究分野が入居し連携して研究を進めています。

ナノヘテロプロセス研究部では、Siの物性限界・微細化限界を超えて電荷を究極制御するために、表面・界面が原子精度で制御されたナノヘテロIV族半導体製作技術とナノ立体加工技術の確立と同時に、原子精度ナノヘテロデバイス製作プロセスの構築を目指しています。

半導体スピントロニクス研究部では、スピンを用いた演算・記憶・伝送機能のデバイス化、スピンを用いた量子情報処理機能の探索、量子構造における赤外・テラヘルツレーザ光発生、を中心に電荷・スピンの自由度を用いた情報通信機能の実現を目指しています。

ナノ分子デバイス研究部では、超分子、有機半導体やDNAなどの生体分子など、電子や光に多様に応答する分子を活用した新たな分子デバイスの開発や、分子認識をベースとした生体情報を物理信号に変換する生体分子情報処理デバイスの開発を行っています。

ナノスピンメモリ研究部では、大容量不揮発スピンメモリを実現するために必要な、スピン材料技術、ナノプロセス技術、スピンドバイス技術、ナノスピンメモリ回路構成技術の研究開発を行っています。

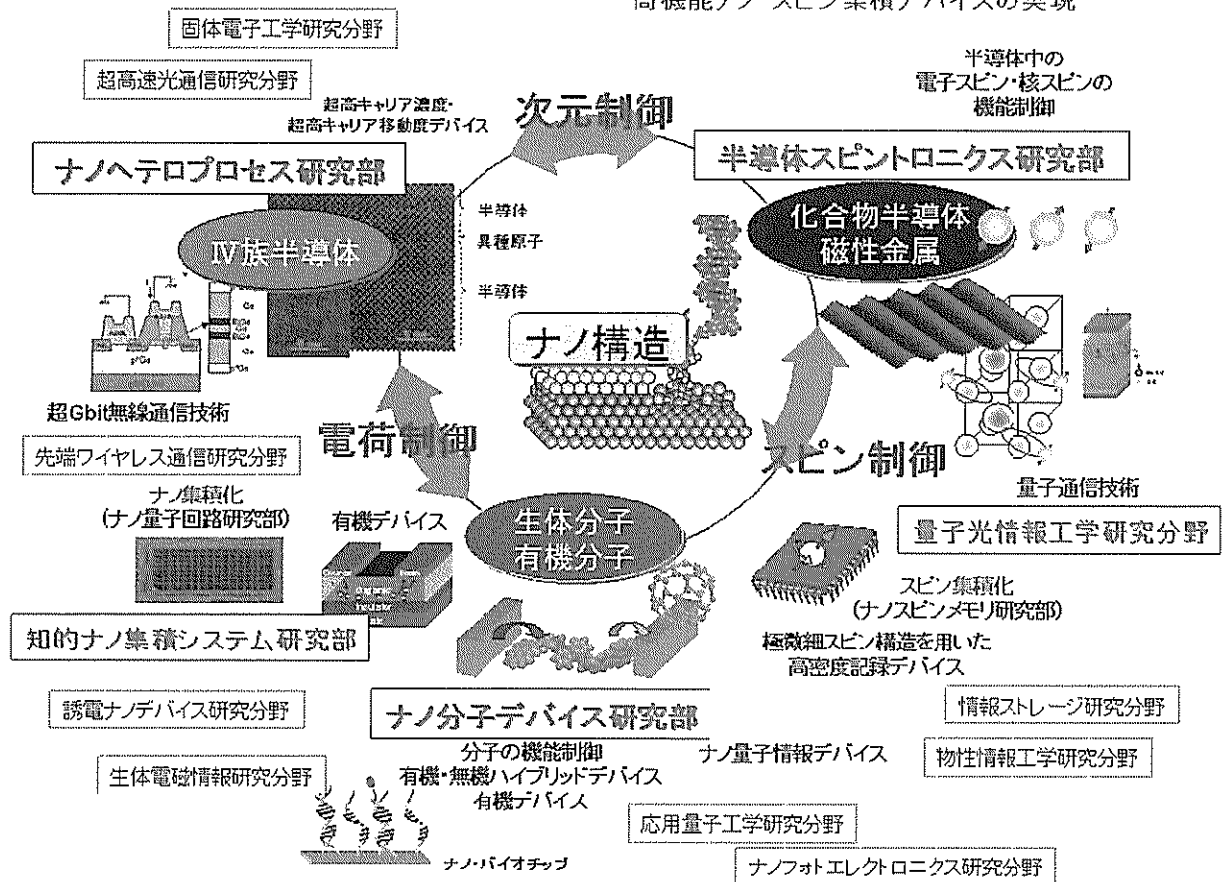
今後、ナノ量子回路研究部を整備する予定です。

これらの陣容で、上記基盤技術を創生し、ナノエレクトロニクス・スピントロニクスにおける世界のCOEとなることを目標に活動しています。全国の関連研究者の方々の更なるご支援・ご協力を心からお願い申し上げます。

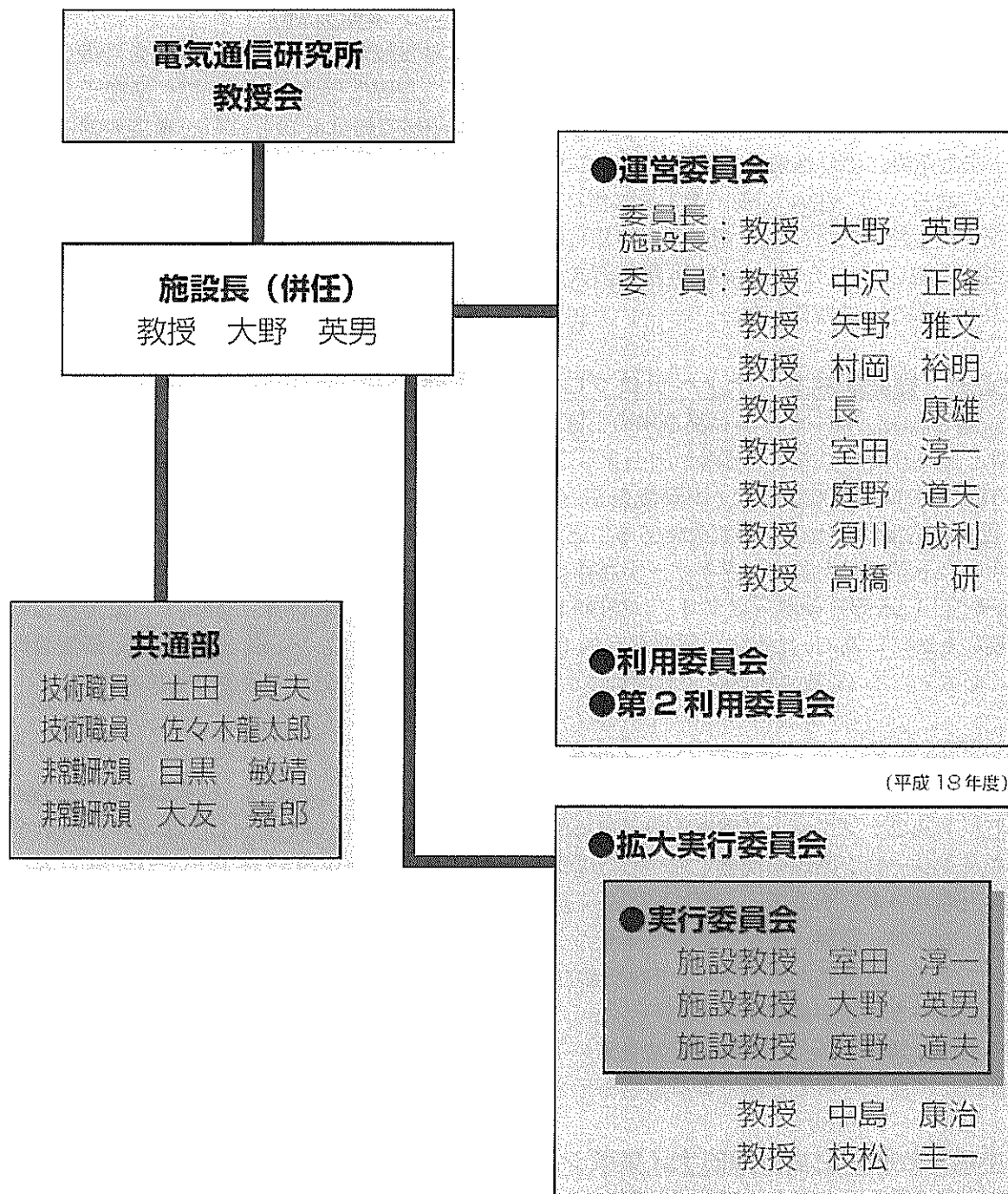
ナノ・スピンの実験施設

～情報通信を支えるナノ・スピン基盤技術の創生

電荷・スピンと次元の究極制御による
高機能ナノ・スピン集積デバイスの実現



2. 施設の組織



3. 平成 18 年度の研究成果のハイライト

施設研究部と利用研究室の平成 18 年度の研究成果のハイライトを記します。

●大野・大野・松倉研究室（半導体スピントロニクス研究部）

電子の電荷とスピンを使う半導体スピントロニクス基盤技術の確立とその展開を目指して研究を進め、以下の成果を得た。(1) 垂直磁化容易軸を持つ強磁性半導体 (Ga, Mn) As 薄膜チャネルの電界効果トランジスタを作製し、 ± 5 MV のゲート電界印加で約 5 K のキュリー温度変調に成功した。また電界により保磁力も制御できることを見出した。(2) (Ga, Mn) As と n^+ -GaAs トンネル接合からなるスピン注入 3 端子素子を試作し、バイアス最適化により 85% 超の高スピン偏極電流注入を実証した。また、GaAs 量子井戸構造において核スピンドイナミクス（ラビ振動）の実時間光検出を実証した。(3) InAs/AlSb 量子カスケードレーザ（波長 6 μm ）の動作温度を +100°C 以上まで向上させることに成功した。

●室田・櫻庭研究室（ナノヘテロプロセス研究部）

Si/歪 $\text{Si}_{0.6}\text{Ge}_{0.4}$ /Si(100)ヘテロ構造中の上部 Si 層において、ヘテロ構造の細線状微細加工により、n 型と p 型の両方で電気伝導度が向上することを明らかにした。また、基板非加熱 ECR プラズマ CVD により実現したナノオーダ高度歪 Si エピタキシャル薄膜において、歪緩和抑制のために 500 °C 以下の低温プロセスが不可欠であることを明らかにした。さらに、歪 $\text{Si}_{0.9}\text{Ge}_{0.2}$ /Si ヘテロ構造を用いた p 型共鳴トンネルダイオード試作において、量子井戸とスペーサの一部への高 Ge 比率層 ($x=0.3$, 3 nm 厚) の導入により、170-190 K の高温域でも負性抵抗特性が発現し、室温負性抵抗実現のためには高 Ge 比率化の推進が有効であることを明らかにした。以上のように、新規物性発現に必要な IV 族半導体原子層制御ヘテロ積層構造の実現に関して重要な成果を得た。

●庭野研究室（ナノ分子デバイス研究部）

① Al の陽極酸化過程と半導体微細加工技術を組み合わせることにより、位置制御された Al ナノドット及びナノギャップ電極を自己組織的に作製し、室温においてクーロンエネルギーが 2 eV にも及ぶクーロン階段の観測に成功した②赤外反射吸収分光法(IR-RAS)を用いて Co ナノドット触媒上のカーボンナノチューブ(CNT)成長過程のその場観察を行なった。その結果、CNT が成長するためには、金属/酸化物界面が重要な役割を果たしていることがわかった。③赤外分光法を用いてマイクロ流路内の DNA 分子の挙動を解析した。その結果、電気浸透流では DNA 分子と共に不純物や水和物が泳動するがわかった。この結果は、生体材料分離技術の再現性を向上させる上で重要な知見であり、赤外分光法を用いることによってはじめて明らかになった。また、電気泳動法によりそれらを分離できることも示された。

●中島・佐藤研究室（知的ナノ集積システム研究部）

逆関数遅延モデルにおいて最適値問題の正解状態へ至る過程を明らかにした。系列連想動作をシナプス結合様式及び逆関数遅延と従来型のニューロンモデルの対を用いて可能にした。STDP 型シナプス学習効果を有する学習方式を KL 情報量の観点から提案した。次に大規模集積化を目指して逆関数遅延モデルをパルス方式で実装した。バースト発火現象まで再現できるモデルへの拡張を行いマイクロチップ化により動作を確認した。高温超伝導体固有ジョセフソン接合において、マルチフォトン励起による共鳴トンネル現象を確認した。ニューロ的手法の量子計算アルゴリズムを使った学習則についてその性能を検証した。磁束量子高速フーリエ変換 2 点 4 ビットのバタフライユニットにおいて 1.35GHz の 6 段パイプライン動作を数値解析により検証した。ストカス

ティックロジックによるニューロシステムでは、アップダウンカウンタの高速化により 18GHz でのシステム動作が見込めることになった。

●枝松・小坂研究室（量子光情報工学研究分野）

1. 半導体を用いた量子もつれ光子対の発生 量子相関をもった光子対の発生とその利用技術は、量子情報通信技術の根幹をなす重要な要素の一つである。本研究分野では、半導体結晶中の励起子分子における二励起子間のスピンの量子もつれ状態を利用し、短波長の量子もつれ光子対を発生する技術を開発した。本年度は、さらに高い量子もつれをもつ光子対の生成にも成功しその成果を Physical Review Letters 誌に発表した。 2. 量子中継のための量子メディア変換デバイスの開発 科学技術振興事業団戦略的創造研究推進事業の支援を受け、量子情報通信における通信距離を飛躍的に増大するための量子中継器の実現を目指し、単一光子がもつ偏光の量子情報を電子スピンへと転写する量子メディア変換素子の開発を進めている。本年度は、 g 因子を制御した半導体量子井戸を用い、光の偏光状態のコヒーレンスを電子のスピン状態へと転写することに世界で初めて成功した。

●池田准教授研究室（ナノスピンメモリ研究部）

MgO 障壁磁気トンネル接合 (MTJ) の高出力化、スピン注入磁化反転書き込み技術・メモリの開発を進めている。本年度は、高温熱処理による異種原子の拡散を抑制させた CoFeB (001) / MgO (001) / CoFeB (001) 高結晶配向 MTJ を作製することで、室温 500% (低温 1010%) の世界最高の磁気抵抗比が得られ、高出力 MTJ の開発指針を得た。この高出力 MTJ 技術を応用した積層フェリ自由層 MTJ においては、単層自由層 MTJ よりも低い電流密度でスピン注入磁化反転が観測され、かつ高い熱安定性を示した。さらに、スピン注入磁化反転書き込み RAM では世界最大規模の 2Mbit チップのメモリセルに本開発 MTJ 技術を適用し、動作実証を行った。

●宮崎研究室（応用物理学専攻スピンエレクトロニクス分野）

スピンエレクトロニクス分野において、ハーフメタル材料として非常に大きな期待が持たれている Co_2MnSi 薄膜およびそれを電極として用いた強磁性トンネル接合の開発を行った。その結果、非常に高配向、高規則度かつ非常に平滑な表面を有する Co_2MnSi (001) エピタキシャルフルホイスラー合金電極の作製に成功した。さらに、それを電極とした強磁性トンネル接合において、Al-oxide 障壁のトンネル接合では世界最大の TMR 比 (570%) を観測することに成功し、ホイスラー合金の理想的なハーフメタル性を世界で初めて実験的に示した。また、種々の組成および結晶面方位のフルホイスラー合金薄膜の構造、磁気特性の詳細を明らかにした。特に、 Co_2MnSi エピタキシャル薄膜において、磁気緩和定数が他の強磁性金属薄膜に比べて小さいことを見出し、スピン注入磁化反転デバイス材料として非常に有望であることを明らかにした。

●川崎研究室（金属材料研究所超構造薄膜化学研究部門）

「透明エレクトロニクス」の実現に向けて各研究機関で透明な酸化物半導体を用いた電子回路技術の開発が進められているが、従来の半導体に比べて完全な薄膜結晶を得ることが困難なことから、薄膜トランジスタの高性能化に必要な移動度の向上が阻まれてきた。今回高品質な薄膜界面に分極効果を利用して高移動度の 2 次元電子ガスを形成する技術を開発し、酸化物における量子ホール効果の観測に世界で初めて成功した。今回の成功は、透明薄膜トランジスタの高性能化を可能にし、「透明エレクトロニクス」の実現に道を開くだけでなく、高温超伝導酸化物をはじめとする多様な物性・材料群と量子ホール効果を組み合わせることで全く新しい物理現象発見への

可能性を拡げるものである。

●新田研究室（知能デバイス材料学専攻量子材料物性学分野）

化合物半導体におけるスピン軌道相互作用と微小強磁性体の磁氣的相互作用に関して以下の成果を得た。(1)異なる量子井戸幅の InP / 5 nm or 10 nm In_{0.8}Ga_{0.2}As / In_{0.52}Al_{0.48}As 逆 HEMT 構造を用いたスピン軌道相互作用のゲート電圧制御を試み、井戸幅が 5nm 変化するだけで、スピン軌道相互作用のゲート電圧依存性が逆転することを実験的に初めて見出した。さらに、等しいゲート電圧制御範囲において、井戸幅が 10nm では 5nm と比較し 1.5 倍も広範囲にスピン軌道相互作用を制御可能であることを明らかにした。(2)サブミクロンサイズの 1 次元強磁性体 Fe リング配列において隣接リング間に働く磁氣的相互作用を磁気光学 Kerr 測定法により評価し、リング端からの漏洩磁場とともにリング端に生成する局所磁区構造の交換エネルギーが重要であることを明らかにした。

●尾辻・末光研究室（超ブロードバンド信号処理研究分野）

テラヘルツ帯コヒーレント CW 電磁波の発生・制御機能を有する集積化が可能なデバイス技術の開拓を目的として、半導体 2 次元電子システムのプラズモン共鳴励振と電磁波結合モード輻射を動作原理とする新規な室温動作高効率テラヘルツ帯フォトミキサの開発を進めた。2 重回折格子型ゲート電極構造と縦モード共振器構造を特徴とするオリジナルな素子構造を導入し、GaAs 系ヘテロ接合材料・プロセスを用いて第 1 次試作を行った。素子の試作・設計はナノ・スピン実験施設の CAD システムを利用し、製造プロセスは外部委託した。試作チップを評価した結果、プラズモン共鳴によるテラヘルツ電磁波放射の室温動作に世界で初めて成功した。

●水野研究室（ブロードバンド通信基盤技術研究分野）

本研究分野では、ミリ波を計測の手段として用い生体計測あるいはセキュリティ分野への応用を目的に各種技術の研究開発を行っている。当該年度に、ミリ波帯パッシブ・イメージング用 1 X 1 0 アレイ素子を開発し、そのシステム化を目指した研究、またミリ波パッシブ受信装置の医学応用に関する研究を進めた。

●坪内・中瀬研究室（先端ワイヤレス通信技術研究分野）

5GHz 帯広帯域無線通信移動端末用 RF (Radio Frequency) フィルタの実現を目指し、BAW (bulk acoustic wave) デバイスの研究開発を行った。MO-CVD (metalorganic chemical vapor deposition) 法で成膜した良好な半値幅を持つ AlN 膜を用いて、FBAR (film bulk acoustic resonator) の試作・評価を行った。また、バンドパスフィルタの実現に向け、FBAR 単体の共振器特性解析をシミュレーションにより行った。

●伊藤(弘)・四方研究室（応用量子光学研究分野）

擬似位相整合表面放射型テラヘルツ (THz) 波発生法と超高速光通信デバイスとの融合技術により、超高繰り返しのパルス動作から連続 (CW) THz 波発生まで可能な小型・高機能な周波数可変 THz 波発生デバイスを検討した。まず、2 波長の光通信波長帯光半導体レーザ、外部光変調器および光増幅器を用いて、高ピーク出力・狭スペクトル特性を有する波長可変 2 波長光パルス発生を実現した。この 2 波長を周期分極反転 LiNbO₃ 結晶に基づく THz 波発生デバイス中で差周波混合することにより、周波数可変性 (1-3THz 領域) と狭スペクトル特性を有する、高繰り返し (繰返し>1MHz) の THz 波パルス発生に成功した。

●舩岡研究室（固体電子工学研究分野）

従来の集積回路の高性能化の限界を打ち破ることを目標として、3次元デバイスであるSGT (Surrounding Gate Transistor) およびSGTを用いた集積回路の研究を進めた。具体的には、高集積且つ低消費電力動作を同時に実現する NAND-type DRAM-on-SGT を提案し、その構造を試作可能であることを実証した。また、シリコン柱試作プロセスの提案を行い、ナノスケールのシリコン柱を試作可能であることを実証した。

●青井・島津技術開発室（21世紀情報通信研究開発センターストレージ分野）

本分野では、文部科学省科学技術試験研究 (IT プログラム) 「超小型大容量ハードディスクの開発」を受託し、1 テラビット毎平方インチ (Tbits/inch²) 以上の超高密度記録の要素技術開発等を目標に研究を進めている。将来の超高分解能ディスクの基礎研究として、これまでに、レーザ干渉リソグラフィ法を用いて作製した CoPt/Ru ドットの磁化機構に関する基礎研究を行ってきており、CoPt/Ru 微細ドットが安定な単磁区構造と高い熱安定性を有し、保磁力も制御できることを明らかにしている。平成18年度は、ナノ・スピン棟における高分解能 EB 露光装置を用い、磁性ドットの微細化と狭ピッチ化に必要なマスク作製の基礎実験を継続して行った。

●大見研究室（未来科学技術共同研究センター）

3次元構造蓄積型動作のMOSFETの動作機構を明らかにし、従来の反転型動作に比べて2倍以上の高速動作が可能であることを示した。3次元構造蓄積型動作 (Accumulation-Mode) においては、ON動作時とOFF動作時のゲート絶縁膜電界が逆極性となるため、同極性の電界が印加される従来の反転型に比べ、同じON時の絶縁膜電界において誘起可能なキャリア密度が増大する。さらに、チャンネル厚さ全体が伝導に寄与することと共に、チャンネル領域の垂直方向電界が緩和されることによる移動度の向上などにより、電流駆動能力が向上し、動作速度が2倍以上向上することを明らかにした。

●高橋・角田研究室（電子工学専攻電子物理工学分野）

電子線アシストによって CVD (Chemical Vapor Deposition) 成長させたカーボンピラーを Ar イオンリングにおけるハードマスクとして用いることにより、世界最小素子径 30nm を有する垂直通電型巨大磁気抵抗素子 (CPP-GMR 素子) の形成を可能とした。今回はこれを用いてスピン注入磁化反転、ならびに磁気抵抗効果測定の実験を行った結果、素子径 66 nm を有する CPP-GMR 素子においてスピン注入磁化反転の観測に成功した。そして現行試作素子径 100 nm 程度に対し、更なる大容量化 SpinRAM の実現可能性を示した。

●山口研究室（電気・通信工学専攻電磁理論分野）

GHz 帯用として開発してきたマイクロパターン化磁性膜ならびに Fe 系微粒子膜を用いて以下のデバイス応用を展開できた。まず、2GHz 帯で動作するオンチップ集積化磁性薄膜インダクタを5種類試作し、磁性膜上のスリットとコイル辺とが対向するシフト型において $Q=20.7$ を得た。これは GHz 帯用の磁性薄膜インダクタとしては過去に例をみない高い値である。次に、市販 LSI チップのパッケージ上部を化学的に溶解してチップ直上を開空間にさらし、アモルファス CoZrNb、FeCo-AlNO グラニューラ薄膜、および複合型微粒子材料を成膜した。チップ上で高周波磁界強度を計測し、800MHz 帯で最大 6.7dB の抑制効果が得られていることが明らかとなった。更に、再配線層基板 (10 mm 角、動作周波数 40 MHz、ワンチップマイコン) 上に 1.0 μm 厚の軟磁性アモルファス薄膜あるいは Fe 系微粒子膜を集積化し、チップ動作時の近傍磁界計測から Fe 系複合磁性微粒

子は 10 MHz ~ 2.0 GHz の周波数帯域で 3.0 ~ 6.7 dB の抑制効果が認められ、磁性膜の良さを実証することが出来た。以上は EMC 協調統合設計におけるパッケージ・チップレベル集積化ノイズ抑制技術に新しい解を与えうるものとして注目されている。

●佐橋・土井研究室（電子工学専攻超微細電子工学講座）

単一のナノ磁性体ピラーにおいてスピントランスファートルク (STT) に起因する直流電流駆動によるマイクロ波域の発振が得られることが報告され、二つのピラーを用いたコヒーレント位相によるマイクロ波出力の増大が報告されている。本研究ではトップダウンプロセスによる複数のピラーからのマイクロ波発振の位相同期を調べるために、複数のコンタクトを作製することを目的として 100nm 径で間隔 500nm のマルチコンタクトの作製方法について検討した。EB 露光装置を用いて作製した SiO_x 上のレジストのパターンを SEM および AFM によって評価した結果、約 150nm 径の 4000×72 個の良好なパターン形成が確認できた。このレジストパターンを基に SiO_x のミリング方法を確立し、STT マイクロ波発振の位相同期について検討を行う。

●遠藤准教授研究室（プラズマ電子工学研究分野）

ハローインプランテーション技術を用いた 30nm ボディ厚さ 30nm ゲート長のダブルゲート (DG-) MOSFET の特性を解析し、ハロー濃度が、ボディポテンシャルに与える影響を明らかにした。この結果より、DG-MOSFET のしきい地の設計、低消費電力化と駆動力の向上を実現する上で、当該ハロー構造のデザイン技術は重要であることを示した。さらに、MOS Current Mode Logic (MCML) におけるしきい値電圧ばらつきの許容値のガイドラインを提案した。この許容しきい値電圧ばらつきのガイドラインより、MCML の安定性を改善するためには NMOS のしきい値電圧ばらつきを抑制することが有効であることを明らかにした。

●石山准教授研究室（生体電磁情報研究分野）

高周波キャリア型超高感度薄膜磁界センサの感度向上のためには、用いる磁性体の異方性を厳密に制御する必要がある。そのための手法の一つとして寸法を正確に制御した薄膜磁性体を用いる手法について検討を行った。その結果、反磁界強度を指標としてセンサ素子寸法設計が可能であること、また、その設計に基づいて試作したセンサ素子が良好な特性を有することを明らかにした。

●伊藤(隆)・小谷研究室（電子工学専攻固体電子工学分野）

低温ポリシリコン薄膜トランジスタ (LTPS-TFT) の高性能化のために、DPSS-CW レーザを用いたシリコン薄膜結晶化を行い、このレーザ結晶化シリコン薄膜を用いた薄膜トランジスタ (TFT) の研究を進めた。レーザ結晶化において、レーザビーム・スポットをスキャン方向に引き伸ばし結晶化時間を保つことで、結晶グレインが大きく (~1.6 μm) かつ(100)配向性の高いシリコン薄膜が得られた。また結晶化のレーザスキャン方向依存性の検討を行い、再結晶化面が膜厚方向で傾くことにより、スキャン方法により結晶性が変化することを示した。この結晶化シリコン薄膜を用い、TFT 試作を行い、電子移動度 400 cm²/V・s を超える、高性能薄膜トランジスタを作製することができた。

●江刺・小野・田中(秀)研究室（ナノメカニクス専攻）

パッドが狭ピッチ化し、ウエハが大口径化している LSI のウエハレベルバーンイン検査に対応するプローブカードを、MEMS 技術を用いて試作した。先端にピラミッド形のコンタクトを有す

る幅 100 μm の Ni カンチレバーを、貫通配線を有する低熱膨張率の LTCC (low temperature cofired ceramic) 基板の上に多数、アレイ上に配置した。

●梶山・金子研究室 (プラズマ基礎工学分野)

プラズマ CVD による単層カーボンナノチューブ (SWNTs) 形成に関する研究を行い、顕微ラマンシステムによってその評価を行った。その結果、SWNTs 成長基板に流入するイオンエネルギー、及びプラズマ中の原子状水素濃度が、形成される SWNTs の結晶性に大きな影響を与えていることが明らかとなった。また、水中アーク放電プラズマを用いた新機能性カーボンナノチューブ形成に関する研究では、溶媒の種類が形成物質の形状に大きな変化をもたらすことがラマンスペクトル形状から確認された。一方、アルカリ金属、磁性微粒子、生体分子等を用いた SWNTs の機能化に関する研究においては、異種物質の内包を示すラマンスペクトルの変化が観測され、プラズマ中イオン照射法による機能性物質内包 SWNTs の形成、及びそれらにおいて発現する新たな電子輸送現象の観測に成功している。これら機能性物質内包 SWNTs 形成において、プラズマ中に印加する電界によってイオンの運動を制御することが重要であることも明らかになっている。

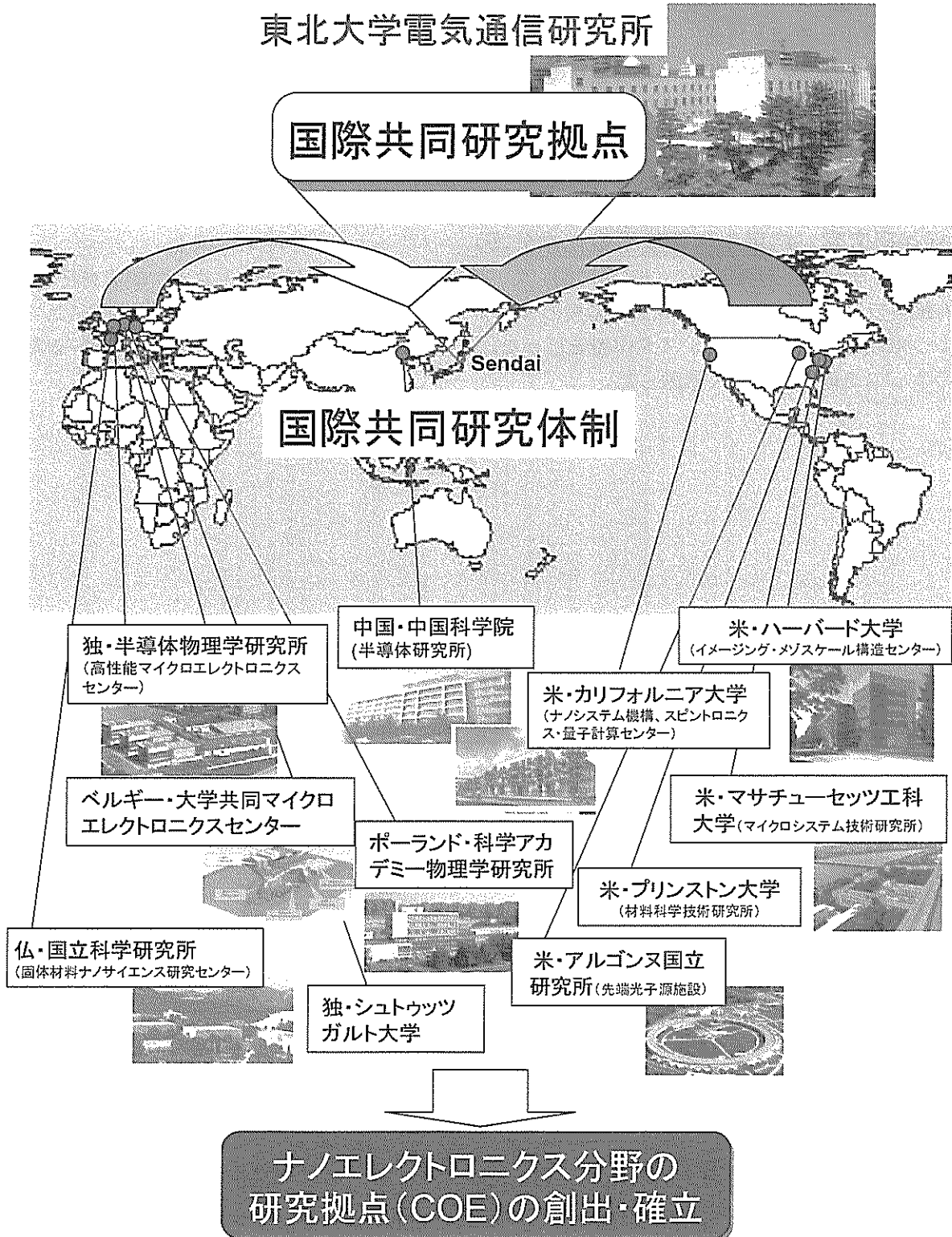
●板谷研究室 (応用化学専攻電気化学分野)

平成 18 年度は、有機トランジスタに関して、下記の三点、庭野研究室と共同で研究を行った。1)有機トランジスタ用の $\text{SiO}_2/\text{Si}(100)$ 基板の SiO_2 の静電容量の変位電流法による測定、及び 2) フラウレンを用いた有機トランジスタ作製を行った。これらの研究結果、本研究室で行っている有機トランジスタ研究に大きく貢献した。

4. 施設の活動

4-1 ナノエレクトロニクス国際共同研究拠点の創出

ナノエレクトロニクス国際共同研究拠点創出事業は、平成17年度特別教育研究経費として採択されたものであり、21世紀に求められる高度な情報通信を実現するため、「半導体立体ナノ構造の実現と応用」、「半導体中のスピン制御技術の確立と応用」、「分子ナノ構造による情報処理の実現と応用」の3本を柱に据え、ナノエレクトロニクス情報デバイスと、これを用いた情報システムの構築を推進するとともに、これを実現するための国際共同研究体制を構築して、ナノエレクトロニクス分野の世界におけるセンターオブエクセレンスを創出・確立することを目的としている。



4-2 国際シンポジウム開催

平成 18 年度特別教育研究経費「ナノエレクトロニクス国際共同研究拠点創出事業」の活動の一環として、以下の 2 件の国際シンポジウムを主催した。(プログラムは「6. 参考資料」に収録)

4-2-1 第 19 回電気通信研究所国際シンポジウム

第 2 回新 IV 族半導体ナノエレクトロニクス国際ワークショップ 2nd International Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics

室田 淳一
Junichi MUROTA

開催日：2006 年 10 月 2 日（月）～3 日（火）（2 日間）
開催場所：東北大学電気通信研究所 ナノ・スピン実験施設

本国際ワークショップは、SiGeC 系 IV 族半導体材料とその極限ヘテロナノ構造のプロセス技術やデバイス高性能化技術に関する包括的な議論を目的に、本研究所の共同プロジェクト研究 H-17/A06「IV 族半導体極限ヘテロ構造形成とデバイス高性能化に関する研究」が中心となって企画した国際会議であり、今回は第 2 回目となる。実験施設のナノエレクトロニクス国際共同研究拠点創出事業活動の一環として開催されたものでもあり、本研究所ナノ・スピン実験施設からは、プログラム委員長兼組織委員長として室田淳一教授が、組織委員として庭野道夫教授、櫻庭政夫助教授、竹廣忍助手が参加した。米国、ドイツ、フランス、ベルギーの各国拠点代表者を招待講演者として招くなど、ナノエレクトロニクス研究の最新研究動向を中心とする招待講演 12 件、一般講演 10 件、ショート&ポスター講演 29 件の総数 51 件の講演が行われ、6ヶ国から総数 64 名の参加者を迎えて活発な討論が行われた。世界の半導体産業の活性化のためにも、本国際ワークショップの開催は重要であり、継続開催（2007 年 11 月 8-9 日）も決定された。今後、世界規模での研究連携のきっかけとなることにより、本学間分野が大きく展開するであろう。本会議の詳細は <http://www.murota.riec.tohoku.ac.jp/SiGeC2007/> において公開されている。

招待講演タイトルと講演者のリスト：

1. “SiGe:C BiCMOS Technologies for High Frequency Applications”, B. Tillack (IHP)
2. “MMICs using SiGe BiCMOS”, K. Washio (Hitachi, Ltd.)
3. “Mobility-Enhanced Device Technologies Using SiGe/Ge MOS Channels”, S. Takagi (MIRAI-AIST, Univ. Tokyo)
4. “Strained Heterostructure p-MOSFETs”, C. N. Chláirigh (MIT)
5. “Ge MOSFETs and high k gate dielectrics: a happy marriage thanks to thin epitaxial Si layers”, M. Caymax (IMEC)
6. “Interface Properties of Ge with High-k Dielectrics and Metals”, A. Toriumi (Univ. Tokyo)
7. “Growth and application of Ge dots in DotFETs”, O. Kirfel (Univ. Stuttgart)
8. “Si Photonics -On chip optical interconnection and beyond-”, K. Wada (Univ. Tokyo)
9. “Si(Ge)- based structures and materials for spintronic applications: from MRAM to ferromagnetic semiconductors”, V. Le Thanh (CRMCN-CNRS, Univ. Méditerranée)
10. “Control of Electronic Charged States of Si-based Quantum Dots for Floating Gate Application”, S. Miyazaki (Hiroshima Univ.)
11. “Formation of high quality SiGe buffers on Si and transport properties of structures grown on them”, Y. Shiraki (Musashi Inst. Technology)
12. “Buffer layer technology with misfit dislocation engineering”, A. Sakai (Nagoya Univ.)

第2回スピントロニクス国際ワークショップ

The 2nd RIEC International Workshop on Spintronics

-MgO-based Magnetic Tunnel Junctions-

大野 英男

Hideo OHNO

開催日：平成19年2月15日（木）～16日（金）（2日間）

開催場所：東北大学電気通信研究所 ナノ・スピン実験施設

電気通信研究所国際シンポジウム、The 2nd RIEC International Workshop on Spintronics -MgO-based Magnetic Tunnel Junctions- (第2回スピントロニクス国際ワークショップ：MgO障壁磁気トンネル接合)が、平成18年2月15、16日の2日間にわたり、東北大学電気通信研究所ナノ・スピン実験施設で開催された。大野英男教授が主催責任者として会議運営を行った。本ワークショップは、スピントロニクスにおけるキーテクノロジーの一つである巨大トンネル磁気抵抗効果とスピン注入磁化反転を示すMgO障壁磁気トンネル接合における最近の進展、デバイス応用への課題、ならびに関連する物理現象などを取り上げ、包括的に議論すべく企画されたものである。日本をはじめとして、アメリカ、イギリス、アイルランド、韓国からの18名の専門研究者が招待講演者として実験、理論、その応用への発展について最新の研究成果を紹介した。7ヶ国、100名を超える参加者によって極めて活発な討論と情報交換が行われた。

本会議の詳細は <http://www.ohno.riec.tohoku.ac.jp/japanese/Workshop/spintronics2-english.htm> において公開されている。

招待講演タイトルと講演者のリスト：

1. “Large power microwave excitations induced by spin-transfer in MgO-based magnetic tunnel junctions” A. Deac (Osaka University, Japan)
2. “Current-induced magnetization switching and thermal stability in nano-scale MgO based magnetic tunnel junctions” J. Hayakawa (Hitachi Ltd., Japan)
3. “Spin Transfer Switching in MTJ with Nano-Second Pulse Widths” Y. Huai (Grandis Inc., U.S.A.)
4. “Giant tunnel magnetoresistance for exchange biased- and pseudo-spin valve CoFeB/MgO/CoFeB magnetic tunnel junctions” Y. M. Lee (Tohoku University, Japan)
5. “Thermal stability of exchange-couple trilayers for high density magnetic random access memory” S. H. Lim (Korea University, Korea)
6. “Theory of spin-dependent tunneling in MgO-based junctions” J. Mathon (City University London, UK)
7. “Tunnel magnetoresistance in MTJs with Co₂MnSi electrode and MgO barrier” M. Oogane (Tohoku University, Japan)
8. “Spin polarized tunneling in MgO based magnetic tunnel junctions” S. Parkin (Almaden Research Center, IBM, U.S.A.)
9. “XPS, STS and STEM studies on MgO tunnel barrier layers in MTJ” J. Read (Cornell University, USA)

10. "How to play with the fastidious MgO applicable to STT-MRAM" K. H. Shin (Korea Institute of Science and Technology, Korea)
11. "Theoretical study on coherent tunneling in half-metallic Heusler alloys/MgO junctions" M. Shirai (Tohoku University, Japan)
12. "Spin-torque-switchable nano-structured MgO magnetic tunnel junctions" J. Sun (Thomas J. Watson Research Center, IBM, U.S.A.)
13. "Characterizations on the polycrystalline CoFeB/MgO/CoFeB-based magnetic tunnel junctions" Y. S. Choi (Canon Anelva, Co., Japan)
14. "Crystallographic structure and giant TMR of CoFeB/MgO/CoFeB-MTJs" M. Tsunoda (Tohoku University, Japan)
15. "Recent progress in fully epitaxial Mg-O based MTJs" S. Yuasa (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Japan)
16. "MgO double tunnel junctions" M. Coey (University of Dublin, Ireland)
17. "Giant TMR at room temperature using Co-based Heusler alloy electrodes and a MgO barrier" K. Inomata (National Institute for Materials Science, Japan)
18. "Spin-dependent tunneling in fully epitaxial magnetic tunnel junctions with a Heusler alloy thin film and a MgO tunnel barrier" M. Yamamoto (Hokkaido University, Japan)

5. 研究成果（平成 18 年度）

●大野・大野・松倉研究室（半導体スピントロニクス研究部）
Semiconductor Spintronics

1. 半導体スピントロニクスに関する研究
Semiconductor Spintronics

半導体において電子の持つ電荷のみならず、スピンの自由度を利用する新しいエレクトロニクス、半導体スピントロニクス、に関する研究を行っている。

A new form of semiconductor electronics, semiconductor spintronics, where both charge and spin degrees of freedom are used, is being studied.

1) 強磁性半導体およびその量子構造の物性と応用

Properties and Application of III-V Based Ferromagnetic Semiconductors

新しい III-V 族ベースの希薄磁性半導体の分子線エピタキシ(MBE)による結晶成長と、物質中の電子スピンに関連した新たな自由度を加えることによる半導体量子構造の研究を行っている。

Study of a new class of semiconductor, III-V based diluted magnetic semiconductors (DMS), is being carried out to expand the horizon of application of quantum structures by the addition of a new degree of freedom associated with electron spin in the materials.

2) 半導体スピndeバイスの研究

Semiconductor Spin Devices

強磁性体と半導体を組み合わせた新しい半導体デバイスの基礎的研究を行っている。

Exploration of novel spintronic semiconductor devices based on ferromagnet/semiconductor structures is being carried out.

3) 半導体量子構造中のスピンコヒーレンスの研究と量子情報技術への応用

Properties and Application to Quantum Information Technology of Spin Coherence in III-V Semiconductor Nanostructures

III-V 族化合物半導体超構造中におけるキャリアや原子核のスピンに注目し、フェムト秒オーダの磁化分解測定を行ってそのコヒーレンスを理解するとともに、量子情報処理等への応用を研究している。

Study of ultrafast processes, especially spin dynamics of carriers in III-V semiconductor nanostructures is being carried out by femto-second time resolved measurements to the application for such as ultrafast optical switches and quantum information processing.

2. 量子構造による THz~遠赤外光発生の研究

Population Inversion of Subbands Using Resonant Tunneling Structures and Its Application to THz Optical Devices

ブロークンギャップヘテロ構造(InAs/(Ga,Al)Sb)超格子や共鳴トンネル構造(GaAs/(Ga,Al)As)におけるサブバンド間光学遷移を用いた新しい光デバイスの設計・試作を行っている。

We design and develop novel optical devices for THz~far-infrared operation based on the optical intersubband transition in InAs/(Ga,Al)Sb broken-gap systems and in the GaAs/(Ga,Al)As resonant tunneling structures.

3. 半導体量子構造に関する研究

Growth and Characterization of Semiconductor Quantum Nano Structures

MBE による半導体量子細線(1次元)・量子箱(0次元)構造の作製とそれらの構造特有の電子物性とその応用について研究している。

Formation and properties of one-dimensional (1D) and zero-dimensional (0D) systems and their application to novel electronic devices are being studied. Development of fabrication techniques for achieving 1D quantum wire or 0D quantum dot structures using molecular-beam epitaxy and e-beam lithography is also being investigated.

【査読付論文】

1. H. Ohno, "Ferromagnetic semiconductors for spintronics," *Physica B*, vol. 376-377, pp. 19-21, 1 April, 2006.
2. D. Chiba, T. Kita, F. Matsukura, and H. Ohno, "Pulse-width and magnetic-field dependences of current-induced magnetization switching in a (Ga, Mn)As magnetic tunnel junction," *Journal of Applied Physics*, vol. 99, pp. 08G514-1-3, 21 April, 2006.
3. M. Yamanouchi, D. Chiba, F. Matsukura, and H. Ohno, "Current-assisted domain wall motion in ferromagnetic semiconductors," *Japanese Journal of Applied Physics*, vol. 45, 5A, pp. 3854-3859, 9 May, 2006.
4. J. Muller, S. von Molnar, Y. Ohno, and H. Ohno, "Decomposition of 1/f noise in $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{GaAs}$ Hall devices," *Physical Review Letters*, vol. 96, pp. 186601-1-4, 12 May, 2006.
5. M. Kohda, Y. Ohno, F. Matsukura, and H. Ohno, "Effect of n^+ GaAs thickness and doping density on spin injection of GaMnAs/ n^+ GaAs Esaki tunnel junction," *Physica E*, vol. 32, pp. 438-441, May 2006.
6. D. Chiba, F. Matsukura, and H. Ohno, "Electrical magnetization reversal in ferromagnetic III-V semiconductors," *Journal of Physics D: Applied Physics*, vol. 39, pp. R215-225, 16 June, 2006.
7. M. Kohda, T. Kita, Y. Ohno, F. Matsukura, and H. Ohno, "Bias voltage dependence of the electron spin injection studied in a three-terminal device based on a (Ga, Mn)As/ n^+ GaAs Esaki diode," *Applied Physics Letters*, vol. 89, pp. 012103-1-3, 6 July, 2006.
8. H. Xu, K. Ohtani, M. Yamao, and H. Ohno, "Surface morphologies of homoepitaxial ZnO on Zn- and O-polar substrates by plasma assisted molecular beam epitaxy," *Applied Physics Letters*, vol. 89, pp. 071918-1-3, 18 August, 2006.
9. J. Muller, Y. Li, S. von Molner, Y. Ohno, and H. Ohno, "Single-electron switching in $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{GaAs}$ Hall devices," *Physical Review B*, vol. 74, 125310-1-7, 15 September, 2006.
10. D. Chiba, F. Matsukura, and H. Ohno, "Electric-field control of ferromagnetism in (Ga, Mn)As," *Applied Physics Letters*, vol. 89, pp. 162505-1-3, 17, October, 2006.
11. T. Dietl and H. Ohno, "Engineering magnetism in semiconductors," *Materials Today*, vol. 9, No. 11, pp. 18-26, November 2006.
12. H. Ohno, "Physics and materials of spintronics in semiconductors," *physica status solidi (c)*, vol. 3, No. 12, pp. 4057-4061, 23 January 2007.
13. T. Yamada, D. Chiba, F. Matsukura, S. Yakata, and H. Ohno, "Magnetic anisotropy in (Ga, Mn)As probed by magnetotransport measurements," *physica status solidi (c)*, vol. 3, No. 12, pp. 4086-4089, 23 January 2007.
14. T. Kita, M. Kohda, Y. Ohno, F. Matsukura, and H. Ohno, "Spin injection with three terminal device based on (Ga, Mn)As/ n^+ GaAs tunnel junction," *physica status solidi (c)*, vol. 3, No. 12, pp. 4164-4167, 23 January 2007.
15. T. Kita, D. Chiba, Y. Ohno, and H. Ohno, "(In, Ga)As gated-vertical quantum dot with an Al_2O_3 insulator," *Applied Physics Letters*, vol. 90, pp. 062102-1-3, 5 February 2007.
16. D. Chiba, M. Yamanouchi, F. Matsukura, T. Dietl, and H. Ohno, "Domain wall resistance in perpendicularly magnetized (Ga, Mn)As," *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, vol. 310 pp. 2078-2083, March 2007.
17. A. Tsukazaki, A. Ohtomo, T. Kita, Y. Ohno, H. Ohno, and M. Kawasaki, "Quantum Hall effect in polar oxide Heterostructures," *Science*, vol. 315, pp. 1388-1391, 9 March 2007.
18. D. Chiba, Y. Nishitani, F. Matsukura, and H. Ohno, "Properties of $\text{Ga}_{1-x}\text{Mn}_x\text{As}$ with high Mn composition ($x > 0.1$)," *Applied Physics Letters*, vol. 90, pp. 122503-1-3, 20 March 2007.

【国際会議発表】

1. H. Ohno, "Magnetization Manipulation in Ferromagnetic Semiconductors," Bio Nano Robo Seminar Series (Tokyo, Japan, April 27, 2006) (*invited*).
2. H. Ohno, "Electrical Manipulation of Magnetization in Ferromagnetic III-V Semiconductors," Spintronics Workshop in Singapore (Singapore, May 8-12, 2006) (*invited*).
3. H. Ohno, "Ferromagnetic III-V Semiconductors," 11th International Conference on Modern Materials & Technologies (CIMTEC 2006) (Sicily, Italy, June 4-9, 2006) (*invited*).
4. D. Chiba, T. Kita, M. Yamanouchi, F. Matsukura, T. Dietl, and H. Ohno, "Electrical Magnetization Switching in Ferromagnetic Semiconductors," CIMTEC 2006, (Sicily, Italy, June 4-9, 2006) (*invited*).
5. H. Ohno, "Spintronics –From Materials through Devices to Circuits–," Device Research Conference (DRC) (University Park, USA, June 26-28, 2006) (*invited*).
6. H. Ohno, "Ferromagnetic III-V semiconductors: Progress and prospects," 3rd Joint European Magnetic Symposia (JEMS 06) (San Sebastian, Spain, June 26-30, 2006) (*invited*).
7. S. Matsuzaka, H. Sanada, Y. Kondo, K. Morita, Y. Ohno, and H. Ohno, "Optical pump-probe detection of coherent nuclear spin dynamics in n-GaAs quantum wells," 28th International Conference on the Physics of Semiconductors (ICPS-28), (Vienna, Austria, July 24-28, 2006).
8. D. Chiba, M. Yamanouchi, F. Matsukura, T. Dietl, and H. Ohno, "Current induced domain wall motion and domain wall resistance in ferromagnetic (Ga,Mn)As," International Symposium on Compound Semiconductors, (Vancouver, Canada, August 13-17, 2006) (*invited*).
9. H. Ohno, "Physics and Materials of Spintronics with Semiconductors," 4th International Conference on Physics and Applications of Spin-related Phenomena in Semiconductors (PASPS-IV) (Sendai, Japan, August 15-18, 2006) (*invited*).
10. T. Kita, M. Kohda, Y. Ohno, F. Matsukura, and H. Ohno, "Spin injection with three terminal device based on (Ga,Mn)As/n+-GaAs tunnel junction," 4th International Conference on Physics and Applications of Spin-related Phenomena in Semiconductors, (Sendai, Japan, August 15-18, 2006).
11. M. Yamanouchi, D. Chiba, F. Matsukura, T. Dietl, and H. Ohno, "Current-induced motion of magnetic domain wall in a (Ga,Mn)As structure," 4th International Conference on Physics and Applications of Spin-related Phenomena in Semiconductors, (Sendai, Japan, August 15-18, 2006).
12. T. Yamada, D. Chiba, F. Matsukura, S. Yakata, and H. Ohno, "Magnetic anisotropy in (Ga,Mn)As probed by magnetotransport measurements," 4th International Conference on Physics and Applications of Spin-related Phenomena in Semiconductors, (Sendai, Japan, August 15-18, 2006).
13. S. Matsuzaka, H. Sanada, Y. Kondo, K. Morita, Y. Ohno and H. Ohno, "Local nuclear spin coherence in semiconductor quantum wells detected by a time-resolved Kerr rotation technique", 4th International Conference on Physics and Applications of Spin-related Phenomena in Semiconductors, (Sendai, Japan, August 15-18, 2006).
14. Y. Ohno, M. Sasaki, H. Ohno, "Spin-dependent photocurrent induced by interband excitation with circular polarized light in (001) and (113)A GaAs/n-AlGaAs single heterojunctions," 4th International Conference on Physics and Applications of Spin-related Phenomena in Semiconductors, (Sendai, Japan, August 15-18, 2006).
15. D. Chiba, M. Yamanouchi, F. Matsukura, T. Dietl, and H. Ohno, "Domain wall resistance in perpendicularly magnetized (Ga,Mn)As," ICM 2006, (Kyoto, Japan, August 20-25, 2006) (*invited*).
16. M. Yamanouchi, D. Chiba, F. Matsukura, T. Dietl, and H. Ohno, "Mechanism of current driven domain wall motion in a (Ga,Mn)As structure," ICM 2006, (Kyoto, Japan, August 20-25, 2006).
17. H. -J. Lee, D. Chiba, F. Matsukura, and H. Ohno, "Magnetic properties of GaAs:Mn grown at high temperatures," KINKEN-WAKTE 2006, (Sendai, Japan, August 26-28, 2006).
18. H. -J. Lee, D. Chiba, F. Matsukura, and H. Ohno, "Effect of substrate temperature on the properties of heavily Mn doped GaAs," 14th International Conference on Molecular Beam Epitaxy, (Tokyo, Japan, September 3-8, 2006).

19. H. Ohno, "Physics of Current-induced Domain Wall Motion in a Ferromagnetic Semiconductor (Ga,Mn)As," Workshop on Current Trends in Nanoscopic and Mesoscopic Magnetism, (Santorini, Greece, September 6-9, 2006) (*invited*).
20. H. Ohno, "Current Induced Domain Wall Motion in (Ga, Mn)As," International Workshop on Spin Transfer 2006 (IWST) (Nancy, France, October 2-4, 2006) (*invited*).
21. A. Tsukazaki, A. Ohtomo, T. Kita, Y. Ohno, H. Ohno, and M. Kawasaki, "The observation of quantum Hall effect in ZnO/MgxZn1-xO heterointerfaces," 13th International Workshop on Oxide Electronics, (Ischia, Italy, October 8-11, 2006).
22. H. Ohno, M. Yamanouchi, D. Chiba, T. Dietl, and F. Matsukura, "Spin Current in Ferromagnetic Semiconductor Structures, -current induced domain wall motion-" The Semiconductor Spintronics Workshop (Beijing, China, October 12, 2006) (*invited*).
23. H. Ohno, "MgO-based Magnetic Tunnel Junctions for Spin-Injection Magnetic Random Access Memories," International Workshop on New Non-Volatile Memory (Hsinchu, Taiwan, November 20-21, 2006) (*invited*).
24. H. Ohno, "Giant Tunnel-magnetoresistance in rf-Sputter Deposited CoFeB/MgO/CoFeB Magnetic Tunnel Junctions," International Symposium, the Winter Conference of Korean Magnetic Society (Jeju, Korea, November 23-25, 2006) (*invited*).
25. D. Chiba, F. Matsukura, and H. Ohno, "Control of magnetism in (Ga,Mn)As by electric-field," 10th Joint MMM/Intermag Conference, (Baltimore, Maryland, USA, January 7-11, 2007).
26. T. Tanikawa, F. Matsukura, and H. Ohno, "Properties of (Ga,Mn)As codoped with Si," 10th Joint MMM/Intermag Conference, (Baltimore, Maryland, USA, January 7-11, 2007).
27. P. Manandhar, G. Mihajlovic, S. von Molnar, P. Xiong, K. Ohtani, H. Ohno, M. Field, and G. J. Sullivan, "Assembly of Superparamagnetic Nanobeads Via Biological Binding and Their Magnetic Detection with an InAs Hall Sensor," 10th Joint Magnetism and Magnetic Materials and Intermag Conference, (Baltimore, Maryland, USA, January 7-11, 2007).
28. G. Mihajlovic, P. Xiong, V. Stephan, K. Ohtani, H. Ohno, M. Field, and G. J. Sullivan, "InAs Quantum Well Mesoscopic Hall Sensors for Biomolecular Applications," 10th Joint Magnetism and Magnetic Materials and Intermag Conference, (Baltimore, Maryland, USA, January 7-11, 2007).
29. H. Ohno, "Spintronics – From Materials to Circuits-," The 1st JUNBA Symposium on Nanomaterial Science (San Francisco, USA, January 11-12, 2007) (*invited*).
30. Y. Ohno, "Coherent nuclear spin dynamics in n-GaAs quantum wells probed by an optical pump-probe technique," SPIE Photonics West 2007 (San Jose, California, USA, January 20-25, 2007)
31. H. Ohno, D. Chiba, M. Yamanouchi, S. Matsuzaka, Y. Kondo, F. Matsukura, and Y. Ohno, "Spintronics in Ferromagnetic and nonmagnetic semiconductors," The Joint International Conference of 4th International Symposium on System Construction of Global-Network-Oriented Information Electronics and Student-Organizing International Mini-Conference on Information Electronics System, (Sendai, Japan, January 23-25, 2007).
32. M. Yamanouchi, D. Chiba, F. Matsukura, T. Dietl, and H. Ohno, "Current- and Magnetic Field-induced Domain Wall Motion in a Ferromagnetic Semiconductor (Ga,Mn)As Structure," The Joint International Conference of 4th International Symposium on System Construction of Global-Network-Oriented Information Electronics and Student-Organizing International Mini-Conference on Information Electronics System, (Sendai, Japan, January 23-25, 2007).
33. S. Matsuzaka, H. Sanada, Y. Kondo, K. Morita, Y. Ohno, and H. Ohno, "Optical detection of local nuclear spin coherence in semiconductor quantum wells," The Joint International Conference of 4th International Symposium on System Construction of Global-Network-Oriented Information Electronics and Student-Organizing International Mini-Conference on Information Electronics System, (Sendai, Japan, January 23-25, 2007).
34. Mohamed Belmoubarik, Ohtani Keita and Ohno Hideo, "Plasma-assisted molecular beam epitaxy growth of ZnMgO layers on O-polar Zn substrate," The Joint International Conference of 4th International Symposium on System Construction of Global-Network-Oriented Information

Electronics and Student-Organizing International Mini-Conference on Information Electronics System, (Sendai, Japan, January 23-25, 2007).

35. H. Ohno, "Recent Development in Magnetic Tunnel Junctions for Magnetic Random Access Memories and Beyond," SEMICON Korea 2007 (Seoul, Korea, January 31-February 2, 2007) (*invited*).
36. H. Ohno, "Spin-current effects observed by current-induced domain wall motion in (Ga,Mn)As," ATI and IFCAM International Workshop on Spin Current (Sendai, Japan, February 19-20, 2007) (*invited*).
37. H. Ohno, "Spin current induced dynamics in ferromagnetic semiconductors," UK-Japan Workshop on Advance Materials (Tokyo, Japan, February 27-28, 2007) (*invited*).
38. Y. Pu, J. Shi, D. Chiba, F. Matsukura, and H. Ohno, "Anomalous Hall effect and Anomalous Nernst Effect in $\text{Ga}_{1-x}\text{Mn}_x\text{As}$," APS Meeting, (Denver, Colorado, USA, March 9, 2007).
39. H. Ohno, "Control of magnetization in ferromagnetic semiconductors by spin-current," Frontiers in Nanoscale Science and Technology Workshop (FNST2007) (Tokyo, Japan, March 29-31, 2007) (*invited*).
40. T. Kita, D. Chiba, Y. Ohno, and H. Ohno, "Magneto-transport properties of vertical quantum dot with an Al_2O_3 gate insulator," 2007 Frontiers in Nanoscale Science and Technology Workshop (FNST2007), (Tokyo, Japan, March 29-31, 2007).

● 室田・櫻庭研究室（ナノヘテロプロセス研究部）
Atomically Controlled Processing

1. 原子精度の薄膜成長、エッチング、表面処理に関する研究
Atomically-Controlled Growth, Etching and Surface Treatment
高品質な原子制御 IV 族半導体ナノヘテロ構造を形成するために、原子精度の薄膜成長、エッチング、表面処理を研究している。
In order to form high-quality atomically-controlled nanometer-order heterostructures of group-IV semiconductors, atomically-controlled growth, etching and surface treatment are being developed.
2. プロセスにおける表面吸着と反応の機構とその制御に関する研究
Mechanism of Surface Adsorption/Reaction at Surface and Its Control in Semiconductor Processing
半導体材料プロセスの制御性を向上させるために、表面吸着と反応の機構とその制御について研究している。
In order to enhance controllability of semiconductor material processing, mechanism of surface adsorption/reaction and its control are being studied.
3. 極微細パターンの形成と高精度不純物制御に関する研究
Ultrafine Pattern Formation and High-Precision Doping Control
ナノメートルオーダー領域における半導体物性を明らかにするために、極微細パターンの形成と高精度不純物制御について研究している。
In order to clarify properties of nanometer-order patterned semiconductors, control of ultrafine pattern formation and high-precision doping control are being investigated.
4. ヘテロ構造の製作と極微半導体デバイスに関する研究
Heterostructure Formation and Its Application to Ultrasmall Semiconductor Devices
極微半導体デバイスの高性能化のために、ヘテロ構造の製作と極微半導体デバイスについて研究している。
In order to enhance performance of ultrasmall semiconductor devices, heterostructure formation and its application to ultrasmall semiconductor devices are being investigated.
5. ヘテロ界面の物理と化学
Physics and Chemistry of Heterointerface
ナノメートルオーダーのヘテロ構造を実現するために、ヘテロ界面の物理と化学について研究している。
In order to realize nanometer-order heterostructures, physics and chemistry of heterointerfaces are being studied.

【査読付論文】

1. “Atomically Controlled Processing for Group IV Semiconductors by Chemical Vapor Deposition” (Invited Review Paper), J. Murota, M. Sakuraba and B. Tillack, Jpn. J. Appl. Phys., Vol.45, No.9A, pp.6767-6785, 2006.
2. “Bドーピング SiGe 選択 CVD 成長により形成された極浅ソース・ドレインと高 Ge 比率歪 SiGe ヘテロチャネルを有する高性能 pMOSFET”, 竹廣忍, 櫻庭政夫, 室田淳一, 土屋敏章, 電気学会論文誌 C, 電気学会, Vol.126, No.9, pp.1079-1082, 2006.
3. “SiGe/Si ヘテロ MOSFET におけるホットキャリアによるヘテロ界面準位の発生”, 土屋敏章, 櫻庭政夫, 室田淳一, 電気学会論文誌 C, 電気学会, Vol.126, No.9, pp. 1101-1106, 2006.
4. “Carbon doping effect on strain relaxation during $\text{Si}_{1-x-y}\text{Ge}_x\text{C}_y$ epitaxial growth on Si(100) at 500 °C”, H. Nitta, M. Sakuraba and J. Murota, Semicond. Sci. Technol., Vol.22, pp.S5-S8, 2007.

5. "Strain control and electrical properties of stripe patterned Si/Si_{1-x}Ge_x/Si(100) heterostructures", J. Uhm, M. Sakuraba and J. Murota, *Semicond. Sci. Technol.*, Vol.22, pp.S33-S37, 2007.
6. "Hole tunneling properties in resonant tunneling diodes with Si/Strained Si_{0.8}Ge_{0.2} heterostructures grown on Si(100) by low-temperature ultraclean LPCVD", R. Ito, M. Sakuraba and J. Murota, *Semicond. Sci. Technol.*, Vol.22, pp.S38-S41, 2007.
7. "Epitaxial growth of highly strained Si on relaxed Ge/Si(100) using ECR plasma CVD without substrate heating", K. Sugawara, M. Sakuraba and J. Murota, *Semicond. Sci. Technol.*, Vol.22, pp.S42-S45, 2007.
8. "Epitaxial growth of P atomic layer doped Si film by alternate surface reaction of PH₃ and Si₂H₆ on strained Si_{1-x}Ge_x/Si(100) in ultraclean low pressure CVD", Y. Chiba, M. Sakuraba and J. Murota, *Semicond. Sci. Technol.*, Vol.22, pp.S118-S122, 2007.

【国際会議発表】

1. "Silicon Self-Diffusion in Heavily B-Doped Si Using Highly Pure ³⁰Si Epitaxial Layer", S. Matsumoto, S. R. Aid, S. Seto, K. Toyonaga, Y. Nakabayashi, M. Sakuraba, Y. Shimamune, Y. Hashiba, J. Murota, K. Wada and T. Abe, *ECS Trans.*, Vol.2, No.2, *Silicon Materials Science and Technology X* (Edited by H. Huff, L. Fabry, D. Gilles, U. Goesele, T. Hattori, W. Huber, S. Ikeda, H. Iwai, P. Packan, H. Richter, M. Rodder, E. Weber and R. Wise, The Electrochem. Soc., Pennington, NJ, 2006), pp.287-297 2006.
2. "Carbon Doping Effect on Strain Relaxation during Si_{1-x-y}Ge_xC_y Epitaxial Growth on Si(100) at 500 °C", H. Nitta, M. Sakuraba and J. Murota, 3rd Int. SiGe Technol. and Device Meeting (ISTDM 2006), Princeton, USA, May 15-17, 2006, Paper No.5P.24.
3. "Hole Tunneling Properties in Resonant Tunneling Diodes with Si/Strained Si_{0.8}Ge_{0.2} Heterostructures Grown on Si(100) by Low-Temperature Ultraclean LPCVD", R. Ito, M. Sakuraba and J. Murota, 3rd Int. SiGe Technol. and Device Meeting (ISTDM 2006), Princeton, USA, May 15-17, 2006, Paper No.5P.25.
4. "Epitaxial Growth of Highly Strained Si on Relaxed Ge/Si(100) Using ECR Plasma CVD without Substrate Heating", K. Sugawara, M. Sakuraba and J. Murota, 3rd Int. SiGe Technol. and Device Meeting (ISTDM 2006), Princeton, USA, May 15-17, 2006, Paper No.5P.26.
5. "Epitaxial Growth of P Atomic Layer Doped Si Film by Alternate Surface Reaction of PH₃ and Si₂H₆ on Strained Si_{1-x}Ge_x/Si(100) in Ultraclean Low Pressure CVD", Y. Chiba, M. Sakuraba and J. Murota, 3rd Int. SiGe Technol. and Device Meeting (ISTDM 2006), Princeton, USA, May 15-17, 2006, Paper No.5P.27.
6. "Strain Control and Electrical Properties of Stripe Patterned Si/Si_{1-x}Ge_x/Si(100) Heterostructures", J. Uhm, M. Sakuraba and J. Murota, 3rd Int. SiGe Technol. and Device Meeting (ISTDM 2006), Princeton, USA, May 15-17, 2006, Paper No.13B.4.
7. "Atomic-Order Si Nitride Formation on Ge(100) by Low-Pressure Chemical Vapor Deposition", N. Kanai, N. Akiyama, M. Sakuraba and J. Murota, *Symp. L: Characterization of High-K Dielectric Materials, E-MRS 2006 Spring Meeting (IUMRS-ICEM 06)*, Nice, France, May 29-Jun. 2, 2006, Paper No.L-8b.
8. "Atomically Controlled Processing for Future Si-Based Devices", J. Murota, M. Sakuraba and B. Tillack, 2006 Advanced Research Workshop on Future Trends in Microelectronics (FTM-5): Up the Nano Creek, Crete, Greece, Jun. 26-30, 2006.
9. "Quantitative Evaluation of Interface Traps in a Nanometer-Thick SiGe/Si Heterostructure in Hetero MOS Devices" (**Invited Paper**), T. Tsuchiya, M. Sakuraba and J. Murota, 2006 Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices, Sendai, Japan, Jul. 3-5, 2006, (IEICE Technical Report, The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers), ED2006-61, SDM2006-69 (2006-7), pp.21-24.
10. "Hot-Carrier-Degradation of Hetero-Interface in SiGe/Si-Hetero-MOSFETs", T. Tsuchiya, M. Sakuraba and J. Murota, 2nd Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Oct. 2-3, 2006, No. O-01.

11. "Epitaxial Growth of Group IV Semiconductor in ECR Plasma Enhanced CVD", M. Sakuraba, D. Muto, M. Mori, K. Sugawara, J. Murota, 2nd Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Oct. 2-3, 2006, No. O-09.
12. "Strain and Conductivity Behavior of Stripe Patterned Si/Si_{1-x}Ge_x/Si(100) Heterostructures", J. Uhm, M. Sakuraba and J. Murota, 2nd Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Oct. 2-3, 2006, No.P-01.
13. "Fabrication of Sub-100-nm Gate-Length SiGe-Heterochannel MOSFETs with In-Situ Doped Selectively Epitaxial SiGe Source/Drain", S. Takehiro, M. Sakuraba, T. Tsuchiya J. Murota, 2nd Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Oct. 2-3, 2006, No.P-02.
14. "B Atomic Layer Formation on Si_{1-x}Ge_x(100) by Ultraclean LPCVD System", K. Ishibashi, M. Sakuraba, J. Murota, Y. Inokuchi, Y. Kunii, H. Kurokawa, 2nd Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Oct. 2-3, 2006, No.P-16.
15. "Highly Strained-Si/Relaxed-Ge Epitaxial Growth on Si(100) by ECR Plasma CVD and Evaluation of Thermal Stability", K. Sugawara, M. Sakuraba and J. Murota, 2nd Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Oct. 2-3, 2006, No.P-17.
16. "P atomic Layer Doping at Heterointerface of Epitaxial Si Layer and Si_{1-x}Ge_x(100) Substrate by Alternate Surface Reaction of PH₃ and Si₂H₆ in Ultraclean LPCVD", Y. Chiba, M. Sakuraba and J. Murota, 2nd Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Oct. 2-3, 2006, No.P-27.
17. "Thermal Stability of Nitrided Si Atomic Layer on Ge(100) Using Low Pressure CVD", N. Akiyama, M. Sakuraba and J. Murota, 2nd Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Oct. 2-3, 2006, No.P-28.
18. "Electrical Characteristics of Hole Resonant Tunneling Diodes with High Ge Fraction Si/Strained Si_{1-x}Ge_x Heterostructures on Si(100) Grown by Low-Temperature Ultraclean LPCVD", T. Seo, M. Sakuraba and J. Murota, 2nd Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Oct. 2-3, 2006, No.P-29.
19. "Atomically Controlled CVD Technology for Group IV Semiconductors" (**Invited Paper**), J. Murota, M. Sakuraba and B. Tillack, 8th Int. Conf. on Solid-State and Integrated-Circuit Technol. (ICSICT 2006), Shanghai, China, Oct. 23-26, 2006.
20. "Strain Control of Stripe Patterned Si/Si_{1-x}Ge_x/Si Heterostructures", J. Uhm, M. Sakuraba and J. Murota, ECS Trans., Vol.3, No.7, SiGe and Ge: Materials, Processing, and Devices (Edited by D. Harame, J. Boquet, M. Caymax, J. Cressler, H. Iwai, S. Koester, G. Masini, J. Murota, A. Reznicek, K. Rim, B. Tillack, S. Zaima, The Electrochem. Soc., Pennington, NJ, 2006), pp.421-427, 2006: 2nd Int. SiGe & Ge: Materials, Processing, and Device Symp. (210th Electrochem. Soc. Meeting), Cancun, Mexico, Oct. 29-Nov. 3, 2006, Paper No.6.3.
21. "Development of High-Throughput Batch-Type Epitaxial Reactor" (**Invited Paper**), Y. Kunii, Y. Inokuchi, J. Wang, K. Yamamoto, A. Moriya, Y. Hashiba, H. Kurokawa and J. Murota, ECS Trans., Vol.3, No.7, SiGe and Ge: Materials, Processing, and Devices (Edited by D. Harame, J. Boquet, M. Caymax, J. Cressler, H. Iwai, S. Koester, G. Masini, J. Murota, A. Reznicek, K. Rim, B. Tillack, S. Zaima, The Electrochem. Soc., Pennington, NJ, 2006), pp.841-847, 2006: 2nd Int. SiGe & Ge: Materials, Processing, and Device Symp. (210th Electrochem. Soc. Meeting), Cancun, Mexico, Oct. 29-Nov. 3, 2006, Paper No.13.2.
22. "A Study on B Atomic Layer Formation for B-Doped Si_{1-x}Ge_x(100) Epitaxial Growth Using Ultraclean LPCVD System", K. Ishibashi, M. Sakuraba, J. Murota, Y. Inokuchi, Y. Kunii and H. Kurokawa, ECS Trans., Vol.3, No.7, SiGe and Ge: Materials, Processing, and Devices (Edited by D. Harame, J. Boquet, M. Caymax, J. Cressler, H. Iwai, S. Koester, G. Masini, J. Murota, A. Reznicek, K. Rim, B. Tillack, S. Zaima, The Electrochem. Soc., Pennington, NJ, 2006), pp.861-866, 2006: 2nd Int. SiGe & Ge: Materials, Processing, and Device Symp. (210th Electrochem. Soc. Meeting), Cancun, Mexico, Oct. 29-Nov. 3, 2006, Paper No.14.4.
23. "Atomic-Order Thermal Nitridation of Si_{1-x}Ge_x(100) at Low Temperatures by NH₃", N. Akiyama, M. Sakuraba and J. Murota, ECS Trans., Vol.3, No.7, SiGe and Ge: Materials, Processing, and Devices

(Edited by D. Harame, J. Boquet, M. Caymax, J. Cressler, H. Iwai, S. Koester, G. Masini, J. Murota, A. Reznicek, K. Rim, B. Tillack, S. Zaima, The Electrochem. Soc., Pennington, NJ, 2006), pp.1205-1210, 2006: 2nd Int. SiGe & Ge: Materials, Processing, and Device Symp. (210th Electrochem. Soc. Meeting), Cancun, Mexico, Oct. 29-Nov. 3, 2006, Paper No.20.4.

24. "The Instability of the SiGe/Si-Hetero-Interface in Hetero-MOSFETs due to Bias Stress", T. Tsuchiya, S. Mishima, M. Sakuraba and J. Murota, 37th IEEE Semiconductor Interface Specialists Conf. (IEEE SISC 2006), San Diego, CA, Dec. 7-9, 2006.

● 庭野研究室 (ナノ分子デバイス研究部)

Nano-Molecular Devices

1. 有機分子デバイスの表面・界面のナノスケール解析・制御
Nanometer-scale analysis and control of surfaces and interfaces of organic molecular devices
有機デバイスの表面・界面での現象をナノスケールで解析し、その動作原理を解明することにより、それらを制御し、有機デバイスの特性を向上させるための研究を行っている。
We have analyzed phenomena on surface and interface of organic devices and have elucidated the principle of their operation on a nanometer scale to improve their performance.
2. 半導体表面用いた生体機能解析
Biodynamic analysis on a semiconductor surface
Si や GaAs 半導体表面上において、細胞やたんぱく質、DNA などの生体物質を赤外吸収法を用いて高感度に検出し、生体機能の解析を行っている。
We have sensitively detected biological materials such as cells, proteins, and DNA molecules on a semiconductor surface such as Si or GaAs and we have analyzed biodynamics
3. 高感度バイオセンシング・システムの研究開発
Research and development of a high-sensitive bio-sensing system
赤外分光法を用いて溶液中で標識を用いずに生体物質を高感度に観測するためのバイオセンシング・システムの開発を行っている。
We have investigated development of a label-free bio-sensing system for high-sensitive detection of biological materials in a solution using infrared absorption spectroscopy.
4. 陽極酸化過程を用いたナノデバイスの開発研究
Research and development of fabricating nanodevices using anodization processes
トップダウンプロセスと陽極酸化過程を組み合わせることによるナノデバイスの作製に関する研究を行っている。
We have investigated fabrication of nanodevices by using both top-down processes and anodization processes.
5. 色素増感太陽電池の開発研究
Research and development of dye-sensitized solar cells
陽極酸化等の電気化学的手法による作製したナノ構造の作製およびその応用を行っている。特に、陽極酸化により作製した TiO_2 ナノチューブの色素増感太陽電池(DSSC)へ応用について研究している。
We have investigated fabrication and application of nanostructures using electrochemical processes such as anodization. Especially, we have applied TiO_2 nanotubes fabricated by anodization to dye-sensitized solar cells (DSSC).
6. 電気化学透過型電子顕微鏡観察 (EC-TEM) 技術の開発研究
Research and development of in-situ transmission electron microscopy for observation of electrochemical processes (EC-TEM)

【査読付論文】

1. Ko-ichiro Miyamoto, Kota Onodera, Ryo-taro Yamaguchi, Ken-ichi Ishibashi, Yasuo Kimura and Michio Niwano, "Hydration of single-stranded DNA in water studied by infrared spectroscopy", *Chemical Physics Letters* **436**(1-3), (2007) 233-238.
2. Yasuo Kimura, Kazumasa Itoh, Ryo-taro Yamaguchi, Ken-ichi Ishibashi, Kingo Itaya, and Michio Niwano, "Room-temperature observation of a Coulomb blockade phenomenon in aluminum nanodots fabricated by an electrochemical process", *Applied Physics Letters* **90**(9), (2007) 93119.

3. Yasuo Kimura, Takeru Numasawa, Mizuhisa Nihei, and Michio Niwano, "Infrared reflection absorption spectroscopy investigation of carbon nanotube growth on cobalt catalyst surfaces, *Applied Physics Letters* **90**(7), (2007) 73109.
4. Satoshi Ogawa, Yasuo Kimura Michio Niwano, and Hisao Ishii, "Trap elimination and injection switching at organic field effect transistor by inserting an alkane (C₄₄H₉₀) layer", *Applied Physics Letters* **90**(3), (2007), 33504.
5. F. Hirose, M. Shinohara, Y. Kimura, and M. Niwano, "SiH₄ adsorption on SiGe(001)", *Surface Science* **601**(4) (2007) 1123.
6. Hirose F, Kurita M, Kimura Y, and Niwano M, "Photocatalytic oxidation of natural organic adsorbates on anatase TiO₂ films observed by infrared adsorption spectroscopy with a multiple internal reflection geometry", *Applied Surface Science* **253**(4) (2006) 1912.
7. F. Hirose, Y. Kimura, M. Shinohara and M. Niwano, "Hydrogen desorption from SiH₄ adsorbed SiGe(001) surfaces", *Thin Solid Films*, **508**(1-2) (2006) 152.
8. Ko-ichiro Miyamoto, Ken-ichi Ishibashi, Ryo-Taro Yamaguchi, Yasuo Kimura, Hisao Ishii, and Michio Niwano, "In situ observation of DNA hybridization and denaturation by surface infrared spectroscopy", *Journal of Applied Physics* **99**(9), (2006) 94702.
9. Yasuo Kimura, Hirokazu Shiraki, Ken-ichi Ishibashi, Hisao Ishii, Kingo Itaya, and Michio Niwano, "In-situ, real-time infrared spectroscopy study of formation of porous anodic alumina on Si", *Journal of the Electrochemical Society* **153**(5), (2006) C296-C300.

【国際会議発表】

1. Kota Onodera, K. Miyamoto, A. Hirano, Y. Kimura, M. Kataoka, Y. Shinohara, M. Niwano, "Surface infrared spectroscopic study for immobilization of a peptide antigen on GaAs surfaces", Fourth International Conference on Molecular Electronics and Bioelectronics, Mar. 14 (2007) 1P_15.
2. T. Katsumata, S. Ogawa, Y. Kimura, H. Ishii, M. Niwano, "The characterization of charge injection of an ambipolar organic FET using displacement current measurement", Fourth International Conference on Molecular Electronics and Bioelectronics, Mar. 14 (2007) 1P_37.
3. T. Miyoshi, R. Yamaguchi, K. Miyamoto, Y. Kimura, A. Hirano, M. Niwano, "Detection of DNA Molecules in Micro Fluidic Channels Using Infrared Absorption Spectroscopy", 20th IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS2007), Kobe, Jan. 21-25 (2007) TP-22.
4. R. Yamaguchi, K. Ishibashi, K. Miyamoto, Y. Kimura, M. Niwano, "Transport of DNA in Porous Silicon-Based Microarrays by an External Potential Gradient", American Vacuum Society 52nd International Symposium & Exhibition, San Francisco, Nov. 12-17 (2006) DN-MoA2
5. K. Ishibashi, H. Sato, R. Yamaguchi, Y. Kimura, M. Niwano, "Fabrication of Titanium Oxide Nanotubes by Anodization", American Vacuum Society 53rd International Symposium & Exhibition, San Francisco, Nov. 12-17 (2006) NM-TuP4.
6. Ko-ichiro MIYAMOTO, Takami MUTO, Parida YAMADA, Michio NIWANO and Hiroko ISODA, "IN-SITU OBSERVATION OF A CELL GROWTH USING SURFACE INFRARED SPECTROSCOPY", The 19th Annual and International Meeting of the Japanese Association for Animal Cell Technology, Sep. 27 (2006) P-7.
7. R. Yamaguchi, K. Ishibashi, K. Miyamoto, Y. Kimura, and M. Niwano, "Manipulation of DNA Molecules in Nanopores by Electric Field for Porous Silicon Based DNA Microarray Applications", 2006 International Conference on Solid State Devices and Materials, Sept. 15 (2006) C-7-5.
8. Ko-ichiro Miyamoto, Ryo-taro Yamaguchi, Ken-ichi Ishibashi, Yasuo Kimura and Michio Niwano, "In-situ monitoring of DNA hybridization using surface infrared spectroscopy", 2006 International Conference on Solid State Devices and Materials, Sept. 15 (2006) C-8-4.
9. Yasuo Kimura, Takeru Numasawa, Mizuhisa Nihei, and Michio Niwano, "Investigation of Growth Process of Carbon Nanotubes on Cobalt Catalysts using Infrared Absorption Spectroscopy",

Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Application of Advanced Semiconductor Devices (AWAD2006), Jul. 3-5 (2006) 8B-5.

10. Satoshi Ogawa, Yasuo Kimura, Hisao Ishii, and Michio Niwano, "Origin of Carriers in Organic Thin Film Field Effect Transistors studied by Displacement Current Measurement", International Conference on Synthetic Metals(ICSMS2006), Jul. 2-7 (2006) 2-W.
11. Satoshi Ogawa, Gakuji Yamamoto, Yasuo Kimura, Hisao Ishii, and Michio Niwano, "Photo-induced doping effect of organic semiconductors", Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Application of Advanced Semiconductor Devices (AWAD2006), Jul. 3-5 (2006), 9B-4.
12. Yasuo Kimura, Hirokazu Shiraki, Ryotaro Yamaguchi, Ken-ichi Ishibashi, Hisao Ishii, Kingo Itaya, and Michio Niwano, "Formation of Ordered Nanohole Arrays on a Silicon Surface using Electrochemical Etching Processes", 209th Electrochemical Society (ECS) Meeting, Denver, Colorado, USA, May 7-11 (2006) A2-84.

● 中島・佐藤研究室 (知的ナノ集積システム研究部)
Intelligent Nano-Integration System

1. 集積化ニューラルネットワークの基本構成と学習性能に関する研究
Research for basic architectures of LSI neural networks and their learning efficiency
集積化ニューラルネットワークを用いた知的情報処理システムの構成法を追究し、その学習性能を評価・解析して性能向上を図る。
This research is concerned with the design of intelligent information processing systems constructed of LSI neural networks. The fabricated LSI neural networks are analyzed and evaluated to improve the learning efficiency.
2. 逆関数遅延ネットワークモデルに関する研究
Research for inverse function delayed network models
アクティブニューロンモデルである ID モデルを用いて、知的情報処理システムを目指す。
This research is concerned with the development of the intelligent processing system by using ID models which are active neuron models.
3. ニューロ的手法を利用した量子計算機に関する研究
Research for neuromorphic quantum computer
ニューロ的手法を利用した量子計算アルゴリズムの開発と、その固体素子への実装を図る。
This research is concerned both with the development of a new neuromorphic quantum computation algorithm and its implementation with solid state devices.
4. 超伝導位相モード集積回路に関する研究
Research for superconducting phase-mode LSI
磁束量子を情報担体とする超伝導集積回路で構成した新しい計算機システムを開発する。
This research is concerned with the development of new computer systems constructed of superconducting LSI circuits where single flux quanta are used as information bit carriers.

【査読付論文】

1. Yasuyuki Yamada, Koji Nakajima, and Kensuke Nakajima, RF Responses and In-Phase Josephson Vortex Motion in an Intrinsic Josephson Junction System with a Periodic Pinning Potential, Journal of the Korean Physical Society, vol. 48, no. 5, pp.1053-1056, May 2006
2. Hogge Li, Yoshihiro Hayakawa, Shigeo Sato and Koji Nakajima, Hardware Implementation of an Inverse Function Delayed Neural Network Using Stochastic Logic, IEICE Trans. Information and Systems, vol. E89-D, no. 9, pp.2572-2578, Sep. 2006
3. Johan Sveholm, Yoshihiro Hayakawa and Koji Nakajima, Temporal Sequences of Patterns with an Inverse Function Delayed Neural Network, IEICE Trans. Fundamentals, vol. E89-A, no. 10, pp.2818-2824, Oct. 2006
4. Shinya Suenaga, Yoshihiro Hayakawa and Koji Nakajima, Dynamical Behavior of Neural Networks with Anti-Symmetrical Cyclic Connections, IEICE Trans. Fundamentals, vol. E89-A, no. 10, pp.2775-2786, Oct. 2006
5. Y. Nakamiya, M. Kinjo, O. Takahashi, S. Sato, K. Nakajima, Quantum Neural Network Composed of Kane's Qubits, Jpn. Journal of Applied Physics, vol. 45, No. 10A, pp. 8030-8034, Oct. 2006
6. 佐藤朱里, 早川吉弘, 中島康治, Inverse Function Delayed モデルによる組み合わせ最適化問題正解率のパラメータ依存性, 電子情報通信学会論文誌基礎・境界, vol. J89-A, no. 11, pp. 960-972, Nov. 2006
7. K. Inomata, S. Sato, M. Kinjo, N. Kitabatake, H. B. Wang, T. Hatano and K. Nakajima, Study of macroscopic quantum tunnelling in $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ intrinsic Josephson junctions, Superconductor Science and Technology, vol. 20, no.1, pp. S105-S109, Jan. 2007

8. S. Sato, K. Inomata, M. Kinjo, N. Kitabatake, K. Nakajima, H. B. Wang, and T. Hatano, Macroscopic Quantum Tunnelling and Resonant Activation of Current Biased Intrinsic Josephson Junctions in Bi-2212, IEICE Trans. Electronics, vol. E90-C, no. 3, pp. 599-604, March 2007
9. M. Kinjo, S. Sato, K. Nakajima, A Study on Learning with a Quantum Neural Network, 2006 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN '06), Vancouver, July 2006
10. S. Suenaga, Y. Hayakawa and K. Nakajima, Dynamic Behavior and Characteristics of the Modified ID model with Burst Firing, Proceedings of 2006 International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications, pp. 503-506, Bologna, Italy, Sep. 2006

【会議議事録、アブストラクト】

1. K. Inomata, S. Sato, M. Kinjo, Y. Nakamiya, N. Kitabatake, H. Wang, T. Hatano, K. Nakajima, Study of Macroscopic Quantum Tunneling in $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ Intrinsic Josephson Junctions, 5th Int. Symp. Intrinsic Josephson Effect in High Tc Superconductors (Plasma 2006), London, July 2006
2. K. Inomata, S. Sato, M. Kinjo, Y. Nakamiya, N. Kitabatake, H. Wang, T. Hatano, K. Nakajima, Observation of Macroscopic Quantum Tunneling in $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ Intrinsic Josephson Junctions, The 8th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity and High Temperature Superconductors (M2S-HTSC-VIII), Dresden, July 2006
3. M. Kinjo, S. Sato, K. Nakajima, A Study on Learning with a Quantum Neural Network, 2006 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN '06), Vancouver, July 2006
4. S. Sato, Y. Hayakawa and K. Nakajima, The effect of the parameter of the Inverse Function Delayed model on the success rate of the N-Queen problem, Proceedings of 2006 International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications, pp. 867-870, Bologna, Italy, Sep. 2006
5. S. Suenaga, Y. Hayakawa and K. Nakajima, Dynamic Behavior and Characteristics of the Modified ID model with Burst Firing, Proceedings of 2006 International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications, pp. 503-506, Bologna, Italy, Sep. 2006
6. S. Sato, K. Ma, K. Nakajima, An STDP-type Learning by Minimizing K-L Divergence for a Spiking Neural Network, Proceedings of 2006 International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications, pp. 507-510, Bologna, Italy, Sep. 2006

● 枝松・小坂研究室（量子光情報工学研究分野）
Quantum-optical Information Technology

1. 半導体を用いた量子もつれ光子対の生成

Generation of entangled photon pairs from semiconductor

半導体結晶およびナノ構造を用いた量子もつれ光子対の発生技術を開発している。CuCl 単結晶からの高純度の量子もつれ光子対の生成に成功した。これは半導体からの量子もつれ光子発生の世界初の成功例である。

We investigate the generation technique of entangled photon pairs from semiconductor nanostructure materials. We succeeded to generate entangled photons from CuCl crystal. This is the first demonstration of the entangled photon generation from semiconductors.

2. 量子中継のための量子メディア変換

Quantum state transfer for quantum repeaters

量子情報通信における通信距離を飛躍的に増大するための量子中継器の実現を目指した光子・電子スピン間の量子メディア変換を行う基礎デバイスの開発を行っている。

We investigate quantum media conversion from a photon to an electron spin for quantum repeaters to extend the transmission distance of quantum info-communication.

3. 半導体量子ドットを用いた量子情報通信

Semiconductor quantum dots for quantum info-communication

量子情報通信への応用を目指した、半導体量子ドットの光物性および量子光学的な性質を研究している。

We investigate the spectroscopic and quantum optical properties of semiconductor quantum dots in view of quantum info-communication technology.

【査読付論文】

1. Quantum diffraction and interference of spatially correlated photon pairs and its Fourier-optical analysis. [R. Shimizu, K. Edamatsu, and T. Itoh: Phys. Rev. A **74**, 013801/1-10 (2006)]
2. Generation of entangled photons in a semiconductor and violation of Bell's inequality. [G. Oohata, R. Shimizu, and K. Edamatsu: Proc. 8th Int. Symp. on Foundations of Quantum Mechanics in the Light of New Technology, World Scientific, 50-53 (2006)]
3. 光子と電子スピンを用いた量子リピーター・量子メモリーへ向けた 取り組み [小坂英男: 応用物理 **75**, 1335-1339 (2006)]
4. Effect of the electron-hole exchange interaction on the photon-spin quantum state transfer. [Y. Rikitake, H. Imamura, and H. Kosaka: Phys. Stat. Sol. (c) **3**, pp. 4350-4353 (2006)]
5. Single photon response in GaAs quantum transport devices for photon-spin quantum state transfer. [T. Kutsuwa, K. Arai, H. Shigyo, H. Kinjo, K. Ono, Y. Mitsumori, H. Kosaka and K. Edamatsu: Phys. Stat. Sol. (c) **3**, pp. 4326-4329 (2006)]
6. Evaluation of g-factor by quantum transport measurement for photon-spin quantum state transfer. [K. Arai, T. Kutsuwa, H. Kinjo, K. Ono, H. Kosaka, and K. Edamatsu: Phys. Stat. Sol. (c) **3**, pp. 4334-4337 (2006)]
7. Observation of biexciton-resonant hyper-parametric scattering in SiO₂/CuCl layered structures [M. Nakayama, T. Nishioka, S. Wakaiki, G. Oohata, K. Mizoguchi, D. Kim, and K. Edamatsu: Jpn. J. Appl. Phys. **46**, L234-L236 (2007)]
8. Photon polarization entanglement induced by biexciton: experimental evidence for violation of Bell's inequality [G. Oohata, R. Shimizu, and K. Edamatsu: Phys. Rev. Lett. **98**, 140503/1-4 (2007)]
9. Polarization Transfer from Photon to Electron Spin in g-factor Engineered Quantum Wells. [H. Kosaka, Y. Mitsumori, Y. Rikitake, and H. Imamura: Appl. Phys. Lett. **90**, 113511 (2007)]

10. Quantum state transfer from a photon to an electron spin for building a quantum repeater. [H. Kosaka, T. Kutsuwa, K. Arai, Y. Rikitake, K. Ono, H. Imamura, T. Takagahara, Y. Mitsumori, K. Edamatsu: Proc. 8th International Conference on Quantum Communication, Measurement and Computing (QCMC-8), (in press)]
11. A quantum device interfacing photons and spins for quantum repeaters. [H. Kosaka, T. Kutsuwa, K. Arai, Y. Rikitake, K. Ono, H. Imamura, T. Takagahara, Y. Mitsumori, and K. Edamatsu: Proc. 28th International Conference on the Physics of Semiconductors (ICPS 2006), (in press)]

【国際会議発表】

(招待講演)

1. Entangled photons from semiconductor and violation of Bell's inequality. [K. Edamatsu: The 1st International Workshop on Linear Optical Quantum Information Processing, Baton Rouge, U.S.A. (2006.4.9-12)]
2. UV photon entanglement through biexcitonic states. [K. Edamatsu, G. Oohata, and R. Shimizu: The 7th International Conference on Excitonic Processes in Condensed Matter, Winston-Salem, NC, U.S.A. (2006.6.26-30)]
3. Generation of polarization entanglement from spatially correlated photon pairs. [R. Shimizu, T. Yamaguchi, Y. Mitsumori, H. Kosaka, and K. Edamatsu: The 15th International Laser Physics Workshop (LPHYS'06), Lausanne, Switzerland (2006.7.24-28)]
4. Entangled photons from a semiconductor and violation of Bell's inequality. [K. Edamatsu, G. Oohata, and R. Shimizu: The 13th International Conference on Superlattices Nanostructures and Nanodevices (ICSNN-2006), Istanbul, Turkey (2006.7.30-8.4)]
5. Polarization entanglement of photons from a biexciton. [K. Edamatsu, G. Oohata, and R. Shimizu: The 8th International Conference on Quantum Communication, Measurement and Computing (QCMC2006), Tsukuba, Japan (2006.11.28-12.3)]
6. Quantum state transfer from a photon to an electron spin for building a quantum repeater. [Hideo Kosaka: Nara Advanced Interdisciplinary Workshop on Quantum Information Science, Nara, Japan (2007.1.25-26)]

(一般講演)

7. Quantum photonics and quantum transport approach for realizing photon-spin quantum state transfer device. [H. Kosaka, T. Kutsuwa, K. Arai, K. Rikitake, K. Ono, H. Imamura, T. Takagahara, Y. Mitsumori, and K. Edamatsu: Quantum Electronics and Laser Science Conference 2006, Long Beach, U.S.A. (2006.5.21-26)]
8. A quantum device interfacing photons and spins for quantum repeaters. [H. Kosaka, T. Kutsuwa, K. Arai, Y. Rikitake, K. Ono, H. Imamura, T. Takagahara, Y. Mitsumori, and K. Edamatsu: 28th International Conference on the Physics of Semiconductors, Vienna, Austria (2006.7.24-28)]
9. Effect of the electron-hole exchange interaction on the photon-spin quantum state transfer. [Yoshiaki Rikitake, Hiroshi Imamura, and Hideo Kosaka: 28th International Conference on the Physics of Semiconductors (ICPS 2006), Vienna, Austria, (2006.7.24-28)]
10. Single photon response in GaAs quantum transport devices for photon-spin quantum state transfer. [T. Kutsuwa, K. Arai, H. Shigyo, H. Kinjo, K. Ono, Y. Mitsumori, H. Kosaka, and K. Edamatsu: 4th International Conference on Physics and Applications of Spin Related Phenomena in Semiconductors (PASPS-IV), Sendai, Japan (2006.8.15-18)]
11. Evaluation of g-factor by quantum transport measurement for photon-spin quantum state transfer. [K. Arai, T. Kutsuwa, H. Kinjo, K. Ono, H. Kosaka, and K. Edamatsu: 4th International Conference on Physics and Applications of Spin Related Phenomena in Semiconductors (PASPS-IV), Sendai, Japan (2006.8.15-18)]
12. Fidelity analysis of the photon-spin quantum state transfer. [Yoshiaki Rikitake, Hiroshi Imamura, Hideo Kosaka, 4th International Conference on Physics and Applications of Spin Related Phenomena in Semiconductors (PASPS-IV), Sendai, Japan (2006.8.15-18)]

13. Generation of polarization entanglement converted from a spatial correlation in spontaneous parametric down-conversion. [R. Shimizu, T. Yamaguchi, Y. Mitsumori, H. Kosaka, and K. Edamatsu: European Conference on Optical Communication (ECOC2006), Cannes, France (2006.9.24-28)]
14. Measurement of nonlinear phase shifts of a photonic crystal fiber using a polarization-division Sagnac interferometer. [N. Matsuda, R. Shimizu, Y. Mitsumori, H. Kosaka, and K. Edamatsu: European Conference on Optical Communication (ECOC2006), Cannes, France (2006.9.24-28)]
15. Generation of polarization entangled photons using a spatial correlation in spontaneous parametric down-conversion. [R. Shimizu, T. Yamaguchi, Y. Mitsumori, H. Kosaka, and K. Edamatsu: 8th International Conference on Quantum Communication, Measurement and Computing (QCMC2006), Tsukuba, Japan (2006.11.28-12.3)]
16. Quantum state transfer from a photon to an electron spin for building a quantum repeater. [H. Kosaka, T. Kutsuwa, K. Arai, Y. Rikitake, K. Ono, H. Imamura, T. Takagahara, Y. Mitsumori, and K. Edamatsu: 8th International Conference on Quantum Communication, Measurement and Computing (QCMC2006), Tsukuba, Japan (2006.11.28-12.3)]
17. Fidelity of the photon-spin quantum state transfer. [Yoshiaki Rikitake, Hiroshi Imamura and Hideo Kosaka, 8th International Conference on Quantum Communication, Measurement and Computing (QCMC2006), Tsukuba, Japan (2006.11.28-12.3)]
18. Measurement of weak optical nonlinearity induced by a few photons. [N. Matsuda, R. Shimizu, Y. Mitsumori, H. Kosaka, K. Edamatsu: The 2nd International Symposium on Bio- and Nano-Electronics in Sendai, Sendai, Japan (2006.12.9-10)]
19. Measurement of few-photon optical nonlinearity. [N. Matsuda, R. Shimizu, Y. Mitsumori, H. Kosaka, K. Edamatsu: The Joint international Conference of 4th International Symposium on System Construction of Global-Network-Oriented Information Electronics and Student-Organizing International Mini-Conference on Information Electronics System, Sendai, Japan (2007.1.23-25)]
20. Electrically detected indirect exciton photo-absorption in semiconductor double quantum dot. [K. Ono, N. Ko, K. Takahashi, K. Kono, S. Tarucha, and H. Kosaka: Internal Conference on Nanoelectronics, Nanostructures and Carrier Interactions 2007 (NNCI2007) Atsugi, Kanagawa, Japan (2007.2.20-23)]
21. Theoretical Analysis of the Fidelity and Yield of a Spin-Coherent Photo-Detector. [Y. Rikitake, H. Imamura, H. Kosaka: Internal Conference on Nanoelectronics, Nanostructures and Carrier Interactions 2007 (NNCI2007) Atsugi, Kanagawa, Japan (2007.2.20-23)]

●池田准教授研究室 (ナノスピメモリ研究部)
Nano-Spin Memory

1. 金属磁性体素子とそのメモリ・演算素子への応用に関する研究

Magnetic Metal Devices and Their Application to Nonvolatile Spin Memories and Logics

強磁性金属電極と障壁層から成る磁気トンネル接合を適用した高性能スピメモリ素子の開発を行っている。

Development of advanced spin memory devices and logic devices using magnetic tunnel junctions consisting of ferromagnetic metal electrodes and insulating barriers.

【査読付論文】

1. T. Sakaguchi, H. Choi, A. Sung-Jin, T. Sugimura, M. Park, M. Oogane, H. Oh, J. Hayakawa, S. Ikeda, Y. M. Lee, T. Fukushima, T. Miyazaki, H. Ohno, and M. Koyanagi, "Fabrication and evaluation of magnetic tunnel junction with MgO tunneling barrier," Japanese Journal of Applied Physics, vol. 45, 4B, pp. 3228-3232, 25 April, 2006.
2. S. Ikeda, J. Hayakawa, Y. M. Lee, T. Tanikawa, F. Matsukura, and H. Ohno, "Tunnel magnetoresistance in MgO-barrier magnetic tunnel junctions with bcc-CoFe(B) and fcc-CoFe free layers," Journal of Applied Physics, vol. 99, pp. 08A907-1-3, 3, May, 2006.
3. Y. M. Lee, J. Hayakawa, S. Ikeda, F. Matsukura, and H. Ohno, "Giant tunnel magnetoresistance and high annealing stability in CoFeB/MgO/CoFeB magnetic tunnel junctions with synthetic pinned layer," Applied Physics Letters, vol. 89, pp. 042506-1-3, 27, July, 2006.
4. J. Hayakawa, S. Ikeda, Y. M. Lee, R. Sasaki, T. Meguro, F. Matsukura, H. Takahashi, and H. Ohno, "Current-induced magnetization switching in MgO barrier based magnetic tunnel junctions with CoFeB/Ru/CoFeB synthetic ferromagnetic free layer," Japanese Journal of Applied Physics, vol. 45, no. 40, pp. L1057-L1060, 6, October, 2006.
5. S. Ikeda, J. Hayakawa, Y. M. Lee, F. Matsukura, and H. Ohno, "Dependence of tunnel magnetoresistance on ferromagnetic electrode materials in MgO-barrier magnetic tunnel junctions," Journal of Magnetism and Magnetic Materials, vol. 310, pp. 1937-1939, 16 November 2006.
6. J. Hayakawa, S. Ikeda, Y. M. Lee, F. Matsukura, and H. Ohno, "Effect of high annealing temperature on giant tunnel magnetoresistance ratio of CoFeB/MgO/CoFeB magnetic tunnel junctions," Applied Physics Letters, vol. 89, pp.232510-1-3, 6 December 2006.
7. S. Ikeda, J. Hayakawa, Y. M. Lee, F. Matsukura, and H. Ohno, "Dependence of tunnel magnetoresistance on ferromagnetic electrode materials in MgO-barrier magnetic tunnel junctions," Journal of Magnetism and Magnetic Materials, vol. 310 pp. 1937-1939, March 2007.

【国際会議発表】

1. J. Hayakawa, S. Ikeda, Y. M. Lee, R. Sasaki, F. Matsukura, T. Meguro, H. Takahashi, and H. Ohno, "Current driven magnetization switching in CoFeB/MgO/CoFeB magnetic tunnel junctions," Intermag 2006, (San Diego, California, USA, May 8-12, 2006) (*invited*).
2. Y. M. Lee, J. Hayakawa, S. Ikeda, F. Matsukura, T. Meguro, and H. Ohno "Giant tunneling magnetoresistance in CoFeB/MgO/CoFeB magnetic tunnel junction with a synthetic ferromagnetic pin layer annealed at and above 400°C," Intermag, (San Diego, California, USA, May 8-12, 2006).
3. J. Hayakawa, S. Ikeda, Y. M. Lee, R. Sasaki, F. Matsukura, T. Meguro, H. Takahashi, and H. Ohno, "Current-induced magnetization switching in MTJs using an MgO barrier and various ferromagnetic electrodes," ICMFS26, (Sendai, Japan, August. 15-18, 2006) (*invited*).
4. J. Hayakawa, S. Ikeda, Y. M. Lee, R. Sasaki, F. Matsukura, T. Meguro, H. Takahashi, and H. Ohno, "Annealing dependence of current-driven magnetization switching in MgO-based MTJs with various free layer structure," ICM 2006, (Kyoto, Japan, August 20-25, 2006).

5. S. Ikeda, J. Hayakawa, Y. M. Lee, F. Matsukura, and H. Ohno, "Dependence of tunnel magnetoresistance on ferromagnetic electrode materials in MgO-barrier magnetic tunnel junctions," ICM 2006, (Kyoto, Japan, August 20-25, 2006).
6. S. Ikeda, J. Hayakawa, Y. M. Lee, R. Sasaki, F. Matsukura, T. Meguro, H. Takahashi, and H. Ohno, "Current-induced magnetization switching in MgO based magnetic tunnel junctions with synthetic ferromagnetic free layers," 10th Joint MMM/Intermag Conference, (Baltimore, Maryland, USA, January 7-11, 2007).
7. Y. M. Lee, J. Hayakawa, S. Ikeda, F. Matsukura, H. Takahashi, and H. Ohno, "Giant tunnel magnetoresistance ratio of 472% at room temperature and 804% at low temperature in sputtered pseudo spin-valve CoFeB/MgO/CoFeB magnetic tunnel junctions," 10th Joint MMM/Intermag Conference, (Baltimore, Maryland, USA, January 7-11, 2007).
8. T. Kawahara, R. Takemura, K. Miura, J. Hayakawa, S. Ikeda, Y. Lee, R. Sasaki, Y. Goto, K. Itoh, F. Matsukura, H. Takahashi, H. Matsuoka, and H. Ohno, "2Mb Spin-Transfer Torque RAM (SPRAM) with Bit-by-bit Bidirectional Current Write and Parallelizing-Direction Current Read," IEEE International Solid-state Circuits Conference, 26.5, (San Francisco, USA, February 11-15, 2007).
9. Y. M. Lee, S. Ikeda, J. Hayakawa, F. Matsukura, and H. Ohno, "Giant tunnel magnetoresistance for exchange biased- and pseudo-spin valve CoFeB/MgO/CoFeB magnetic tunnel junctions," The 2nd RIEC International Workshop on Spintronics – MgO-based Magnetic Tunnel Junctions -, (Sendai, Japan, February 15-16, 2007) (*invited*).
10. J. Hayakawa, S. Ikeda, Y. M. Lee, R. Sasaki, F. Matsukura, T. Meguro, H. Takahashi, and H. Ohno, "Current-induced magnetization switching and thermal stability of nano-scale MgO based magnetic tunnel junctions," The 2nd RIEC International Workshop on Spintronics – MgO-based Magnetic Tunnel Junctions -, (Sendai, Japan, February 15-16, 2007) (*invited*).

● 宮崎研究室（応用物理学専攻スピントロニクス分野）

Spin Electronics, Department of Applied Physics

1. ハーフメタルホイスラー合金トンネル接合の磁気抵抗効果に関する研究
Tunnel Magneto-resistance Effect in Magnetic Tunnel Junctions with Heusler Alloy Electrodes
ハーフメタル(スピン分極率が 100%)であると期待されているフルホイスラー合金薄膜の磁気特性およびそれを用いたトンネル接合の磁気抵抗効果について研究している。
Magnetic properties of Heusler alloys, which are expected to be a half-metal, are being studied. Tunnel magneto-resistance effect in magnetic tunnel junctions with Heusler alloys are also being investigated.

【査読付論文】

1. M. Oogane, T. Wakitani, S. Yakata, R. Yilgin, Y. Ando, A. Sakuma, T. Miyazaki, "Magnetic Damping in Ferromagnetic Thin Films", *Jpn. J. Appl. Phys.* **45**, 3889, (2006).
2. Y. Sakuraba, M. Hattori, M. Oogane, Y. Ando, H. Kato, A. Sakuma, T. Miyazaki, H. Kubota, "Giant tunneling magnetoresistance in $\text{Co}_2\text{MnSi}/\text{Al-O}/\text{Co}_2\text{MnSi}$ magnetic tunnel junctions", *Appl. Phys. Lett.* **88**, 192508, (2006).
3. Y. Sakuraba, T. Miyakoshi, M. Oogane, Y. Ando, A. Sakuma, T. Miyazaki, H. Kubota, "Direct observation of half-metallic energy gap in Co_2MnSi by tunneling conductance spectroscopy", *Appl. Phys. Lett.* **89**, 052508, (2006).
4. Y. Sakuraba, T. Miyakoshi, M. Oogane, Y. Ando, A. Sakuma, T. Miyazaki, "Half metallic band gap structure observed in Co_2MnSi based magnetic tunnel junction", *J. Phys. D*, **40**, 1221-1227 (2006).
5. R. Yilgin, M. Oogane, Y. Sakuraba, Y. Ando, T. Miyazaki, "Gilbert Damping Constant in Polycrystalline Co_2MnSi Heusler Alloy Films", *J. Magn. Magn. Mater.*, **310**, 2322-2323, (2006).
6. R. Yilgin, Y. Sakuraba, M. Oogane, S. Mizukami, Y. Ando, T. Miyazaki, "Anisotropic Intrinsic Damping Constant in Epitaxial Co_2MnSi Heusler Alloy Films", *Jpn. J. Appl. Phys.*, **46**, L205-207, (2006).
7. M. Oogane, R. Yilgin, S. Shinano, S. Yakata, H. Kubota, Y. Ando, T. Miyazaki, "Gilbert Damping Constants of Co_2FeSi Heusler Alloy Film", *J. Appl. Phys.*, **101**, 09J501-503, (2006).
8. 服部正志, 桜庭 裕弥, 大兼 幹彦, 安藤 康夫, 宮崎 照宣, "Co₂MnSi (110) ホイスラー合金を用いたトンネル接合における磁気抵抗効果", *日本応用磁気学会誌*, **31**, 89-93, (2006).

【国際会議発表】

1. Y. Sakuraba, M. Hattori, M. Oogane, Y. Ando, A. Sakuma, T. Miyazaki, H. Kubota, "Giant tunnel magnetoresistance in $\text{Co}_2\text{MnSi}/\text{Al-O}/\text{Co}_2\text{MnSi}$ magnetic tunnel junctions", International Magnetism Conference 2006, San Diego, USA, May 8-12, 2006.
2. Y. Sakuraba, M. Hattori, M. Oogane, Y. Ando, A. Sakuma, T. Miyazaki, H. Kubota, "Giant tunneling magnetoresistance in magnetic tunnel junctions with half-metallic Co_2MnSi electrode", ICM2006, Kyoto, Japan, August 20-25, 2006.
3. Y. Ando, Y. Sakuraba, M. Oogane, A. Sakuma, T. Miyazaki, "High spin-polarized state observed in magnetic tunnel junctions with Co_2MnSi electrodes", Japan-Germany Joint Workshop 2006, "Nano-Electronics", Tokyo, November 30, 2006.
4. T. Daibou, M. Shinano, M. Hattori, Y. Sakuraba, M. Oogane, Y. Ando, T. Miyazaki, "Dynamic resistance in $\text{CoFeB}/\text{MgO}/\text{CoFeB}$, Co_2FeSi and Co_2MnSi Tunnel Junctions", 19th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS2006), Sendai, Japan, August 15-18, 2006.
5. M. Hattori, Y. Sakuraba, M. Oogane, Y. Ando, T. Miyazaki, "Tunnel magnetoresistance in $\text{Co}_2\text{MnSi}(110)/\text{Al-oxide}/\text{CoFe}$ junction", 19th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS2006), Sendai, Japan, August 15-18, 2006.

6. R. Yilgin, M. Oogane, Y. Ando, T. Miyazaki, "Magnetic Properties and Gilbert Damping Constant Study of Co_2MnSi Heusler Alloy Thin Films", 19th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS2006), Sendai, Japan, August 15-18, 2006.
7. Y. Sakuraba, M. Hattori, M. Oogane, Y. Ando, A. Sakuma, T. Miyazaki, "Half-metallic properties of Co_2MnSi observed in magnetic tunnel junctions", 19th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS2006), Sendai, Japan, August 15-18, 2006.
8. T. Daibou, M. Shinano, Y. Sakuraba, M. Hattori, M. Oogane, Y. Ando, T. Miyazaki, "Bias Voltage Dependence of Tunnel Magnetoresistance Effect in $\text{CoFeB}/\text{MgO}/\text{Co}_2\text{X}(\text{X}=\text{Fe},\text{Mn})\text{Si}$ Magnetic Tunnel Junctions", International Conference on Magnetism (ICM2006), Kyoto, Japan, August 20-25, 2006.
9. M. Oogane, M. Shinano, R. Yilgin, Y. Sakuraba, H. Kubota, Y. Ando, A. Sakuma, T. Miyazaki, "Tunnel Magnetoresistance Effect in $\text{Co}_2\text{XSi}(\text{X}=\text{Cr},\text{Mn},\text{Fe})/\text{Al-O}/\text{CoFe}$ Junctions", International Conference on Magnetism (ICM2006), Kyoto, Japan, August 20-25, 2006.
10. R. Yilgin, M. Oogane, Y. Sakuraba, S. Mizukami, Y. Ando, T. Miyazaki, "Gilbert Damping Constant in Co_2MnSi Heusler Alloy Thin Films", International Conference on Magnetism (ICM2006), Kyoto, Japan, August 20-25, 2006.
11. M. Oogane, Y. Sakuraba, M. Hattori, Y. Ando and T. Miyazaki, "Tunnel magnetoresistance in MTJs with Co_2MnSi electrode and MgO barrier," The 2nd RIEC International Workshop on Spintronics, Sendai, February 15-16, 2007.
12. M. Oogane, "Tunnel magnetoresistance effect in MTJs with Heusler alloy electrodes," Workshop on Spin Current, Sendai, Japan, February 19-20, 2007.

● 川崎研究室 (金属材料研究所超構造薄膜化学研究部門)
Superstructured Thin Film Chemistry, Institute of Materials Research

1. 酸化亜鉛へテロ構造の量子ホール効果に関する研究
Quantum Hall effect in zinc oxide heterostructures

透明半導体である酸化亜鉛の薄膜結晶品質を向上することで紫外発光ダイオードや透明薄膜トランジスタの開発を行ってきた。今回高品質な酸化亜鉛薄膜界面に分極効果を利用して高移動度の2次元電子ガスを形成する技術を開発し、酸化物における量子ホール効果の観測に世界で初めて成功した。この成果は、透明薄膜トランジスタの高性能化を可能にし、「透明エレクトロニクス」の実現に道を拓くものである。

ZnO, a transparent oxide semiconductor, is of growing importance in advanced electronics. Epitaxial growth of ZnO has been the subject of intense focus leading to our recent demonstration of ultraviolet light-emitting diodes and transparent field-effect transistors. Here we have observed the quantum Hall-effect (QHE) in a high-mobility two-dimensional electron gas in ZnO based heterostructures. Demonstration of the QHE in an oxide heterostructure presents broad possibilities not only to realize transparent electronics but also to combine QHE with the versatile functionality of oxides in complex heterostructures.

【査読付論文】

1. A. Tsukazaki, A. Ohtomo, T. Kita, Y. Ohno, H. Ohno, and M. Kawasaki, "Quantum hall effect in polar oxide heterostructures", *Science*, vol. 315, pp. 1388-1391, 2007.

【国際会議発表】

1. A. Tsukazaki, A. Ohtomo, T. Kita, Y. Ohno, H. Ohno, and M. Kawasaki, "The examination of magnetotransport in ZnO/Mg_xZn_{1-x}O heterointerfaces", KINKEN-WAKATE 2006 3rd Materials Science School for Young Scientists, Sendai, 26-28, Aug., 2006.
2. A. Tsukazaki, A. Ohtomo, T. Kita, Y. Ohno, H. Ohno, and M. Kawasaki, "The observation of quantum Hall effect in ZnO/ Mg_xZn_{1-x}O heterointerfaces", The 13th International Workshop on Oxide Electronics, Ischia, Italy, 8-11, Oct., 2006.
3. M. Kawasaki, "Atomically controlled heteroepitaxy realizing ZnO LED and 2DEG (invited)", 2006 MRS Fall Meeting, Boston, 27, Nov.-1, Dec., 2006.

● 新田研究室 (知能デバイス材料学専攻量子材料物性学分野)
Materials Quantum Science, Department of Materials Science

1. 半導体量子構造におけるスピン軌道相互作用の物性と応用

Properties and application of spin orbit interaction in III-V semiconductor heterostructure

III-V族化合物半導体では、構造反転対称性の破れや結晶の反転対称性の破れに起因したスピン軌道相互作用が内部有効磁場として働くため、電子スピンの電氣的制御が可能となる。我々は、III-V族化合物半導体ヘテロ接合におけるスピン軌道相互作用の電氣的制御と微細加工による次元制御を駆使した電子スピンの電氣的回転制御に関する研究を進め、スピン制御機能デバイスの開発を行っている。

Since spin orbit interactions caused by the structural inversion asymmetry and the bulk inversion asymmetry induce an effective magnetic field in III-V semiconductor heterostructures, it is possible to realize the new functional devices based on the electrical control of the spin precession. We study the gate bias control of the spin orbit interaction by analyzing the weak antilocalization and the electrical control of the spin precession by the spin interference effect in the mesoscopic ring structure.

2. 強磁性体ナノ構造に関する研究

Study of submicron-sized ferromagnetic element

微小強磁性体リング構造は還流磁区構造を形成し漏洩磁場を抑制できることから高密度記録への応用が期待されている。我々は、サブミクロンサイズ1次元Feリング配列やFe/Au/Fe3層リング構造において、隣接リング間に作用する磁氣的相互作用と磁化過程を理解するとともに高密度記録媒体への応用を目指している。

Submicron-sized ferromagnetic ring structures have attracted much attention for the high density memory since the minimal stray field is induced in the Vortex states, which magnetization is circularly oriented around the ring. We study the lateral and the vertical magnetic interactions of one dimensional Fe ring array and Fe/Au/Fe trilayer ring structures for the future data-storage application.

【査読付論文】

1. T. Miyawaki, T. Toyoda, M. Kohda, A. Fujita, and J. Nitta "Magnetic interaction of submicron-sized ferromagnetic rings in one-dimensional array" *Appl. Phys. Lett.* **89**, 122508 (1) - 122508 (3) (2006).
2. T. Nihei, Y. Suzuki, M. Kohda, and J. Nitta "Gate controlled crossover from weak localization to weak antilocalization in a narrow gap InGaAs/InP heterostructure" *Phys. Stat. Sol. (C)* **3**, 4239 - 4242 (2006)..
3. M. Abe, M. Kohda, and J. Nitta "Magnetoresistance oscillations induced by spin orbit interaction and intersubband scattering in a gated InP/InGaAs heterostructure" *Phys. Stat. Sol. (C)* **3**, 4243 - 4246 (2006).

【国際会議発表】

1. T. Miyawaki, K. Toyoda M. Kohda, A. Fujita, J. Nitta "Effect of the array distance for the magnetization reversal of submicron-sized ferromagnetic rings" *International Symposium on Mesoscopic Superconductivity and Spintronics*. Atsugi, Japan, February 27th - March 2nd, 2006.
2. J. Nitta "Spin Related Transport in Rashba 2DEG Systems" *Institute of Advanced Studies Workshop on Spintronics*. Singapore, May 8th-12th, 2006. Invited
3. J. Nitta "Experimental Demonstration of Gate Controlled Spin Precession in the Rashba 2DEG Systems" *Advanced Research Workshop on Mesoscopic and Strongly Correlated Electron Systems - Nanoscale Superconductivity and Magnetism*. Chernogolovka, Russia, June 14th - 19th, 2006. Invited
4. J. Nitta "Spin Interference in InGaAs 2DEG rings" *6th Rencontres Du Vietnam, Nanophysics From Fundamentals to Applications* Hanoi, Vietnam, Aug. 6th -12th, 2006. Invited
5. M. Kohda, K. Takagi, A. Fujita, J. Nitta "Magnetization reversal process and interlayer coupling of a

submicron-sized Fe/Au/Fe trilayer ring array" 19th International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces Sendai, Japan, August 15th – 18th, 2006.

6. M. Abe, M. Kohda, J. Nitta "Spin orbit interaction controlled by the gate voltage in an inverted $\text{In}_{0.8}\text{Ga}_{0.2}\text{As}$ / InP / $\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$ heterostructure " 4th International Conference on Physics and Application of Spin-related Phenomena in Semiconductors Sendai, Japan, August 15th – 18th, 2006.
7. T. Nihei, Y. Suzuki, M. Kohda, J. Nitta "Gate controlled crossover from weak anti localization to weak localization in a narrow gap $\text{In}_{0.8}\text{Ga}_{0.2}\text{As}$ / InP heterostructure " 4th International Conference on Physics and Application of Spin-related Phenomena in Semiconductors. Sendai, Japan, August 15th – 18th, 2006.
8. J. Nitta "Spin-orbit interaction and its applications for spintronic devices" 3rd Materials Science School for Young Scientists Sendai, Japan, Aug. 26th -28th 2006. Invited.
9. M. Kohda, K. Takagi, T Miyawaki, K Toyoda, A. Fujita, J. Nitta "Lateral and vertical magnetic interaction in submicron-sized Fe monolayer and Fe/Au/Fe trilayer ring arrays" International Conference on Solid State Devices and Materials. Yokohama, Japan, September 12th -15th, 2006.

● 尾辻・末光研究室 (超ブロードバンド信号処理研究分野)
Ultra-Broadband Signal Processing

1. 新原理ミリ波・テラヘルツ波帯集積電子デバイスの研究

Novel millimeter-wave and terahertz-wave integrated microelectronic devices

半導体ヘテロ接合構造に発現する2次元プラズモンの共鳴効果という新しい動作原理に立脚した、周波数可変で光波との同期が可能な集積型のコヒーレント電磁波発生・信号処理電子デバイスの研究開発を理論実験両面から推進している。高出力かつ周波数信号処理能力を有する新しいデバイス構造を提案し、その実現に向けて研究開発を推進している。

We are developing a novel frequency-tunable plasmon-resonant microelectronic device operating in the millimeter-wave and terahertz regions with functionalities of coherent, tunable signal generation and ultra-broadband signal processing. Based on both experimental and theoretical investigation on plasmon resonance for heterostructure devices, we have devised a novel device structure that can drastically improve the radiation power and frequency tunability, which is now under development.

【査読付論文】

1. T. Otsuji, Y. M. Meziani, M. Hanabe, T. Ishibashi, T. Uno and E. Sano, "A grating-bicoupled plasmon-resonant terahertz emitter fabricated with GaAs-based heterostructure metamaterial systems," *Applied Physics Letters*, vol.89, issue 26, pp.263502-1-263502-3, Dec 2006.
2. Y. M. Meziani, Y. Otsuji, M. Hanabe, T. Ishibashi, T. Uno and E. Sano, "Room temperature generation of terahertz radiation from a grating-bicoupled device: size effect," *Applied Physics Letters*, vol.90, issue 06, pp.061105-1-061105-3, Feb 2007.

【国際会議発表】

1. T. Otsuji, Y. M. Meziani, M. Hanabe, T. Ishibashi, T. Uno and E. Sano, "A grating-bicoupled plasmon-resonant terahertz emitter fabricated with GaAs-based heterostructure metamaterial systems," in *Tech. Dig. OSA International Topical Meeting on Photonic Metamaterials*, No. WD-29, Grand Bahama Islands, The Bahamas, June 2006.
2. T. Otsuji, M. Hanabe, Y. M. Meziani and E. Sano, "Terahertz emission of radiation from InGaP/InGaAs/GaAs grating bi-coupled plasmon-resonant photomixer," in *Conf. Dig. the 64th Device Research Conference*, pp. 193-194, Pennsylvania PA, June 2006.
3. Y. M. Meziani, T. Otsuji, M. Hanabe, T. Ishibashi, T. Uno and E. Sano, "Emission of terahertz radiation from new grating-bicoupled HEMT device," in *Dig. the 14th International Symposium on Nanostructures*, pp. 336-337, St. Petersburg, Russia, June 2006.
4. M. Hanabe, T. Otsuji, Y. M. Meziani, E. Sano and T. Asano, "Terahertz emission of radiation produced by photoexcited instability of two-dimensional plasmons in an InGaP/InGaAs/GaAs heterostructure transistor," in *Dig. the 2006 Asia-Pacific Workshop on Fundamental and Application of Advanced Semiconductor Devices*, pp. 291-295, Sendai, Japan, July 2006.
5. Y. M. Meziani, M. Hanabe, T. Otsuji and E. Sano, "Threshold behavior of photoresponse of plasma waves by new photomixer devices," in *Extended Abstracts of the 2006 International Conference on Solid State Devices and Materials*, No. B-9-5, pp. 894-895, Yokohama, Japan, Sept. 2006.
6. M. Hanabe, T. Otsuji, Y. M. Meziani and E. Sano, "Possibility of injection-locked emission of terahertz radiation from InGaP/InGaAs/GaAs grating-bicoupled plasmon-resonant photomixer," in *Conf. Dig. of the Joint 31th International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 14th International Conference on Terahertz Electronics*, No. MonP-58, pp. 114-114, Shanghai, China, Sept. 2006.
7. E. Sano and T. Otsuji, "HEMT-based nanometer devices toward tera-hertz era," in the *Workbook of the International Topical Workshop "Tera- and Nano-Devices: Physics and Modeling"*, pp. 48-49, Aizu-Wakamatsu, Japan, Oct. 2006.
8. Y. M. Meziani, M. Hanabe, A. Koizumi, T. Otsuji and E. Sano, "Room temperature emission of terahertz radiation from a new plasmon resonant emitter," in the *Technical Digest of the 10th International Symposium on Contemporary Photonics Technology*, pp. 147-148, Tokyo, Japan, Jan. 2007.
9. M. Hanabe, Y. M. Meziani, T. Otsuji and E. Sano, "Room-temperature emission of terahertz radiation from InGaP/InGaAs/GaAs grating-bicoupled two-dimensional plasmon-resonant photomixers," in

● 水野研究室 (ブロードバンド通信基盤技術研究分野)
Basic Technology for Broadband Communication

1. 1 X 1 0 素子イメージング・アレイに関し、相互結合の低減化を図った。
Reducing mutual coupling between imaging elements of 1 X 10 arrays.
2. 1 X 1 0 素子向けの信号処理用ソフトを開発した。
Development of signal processing programs for the 1 X 10 imaging arrays
3. 開発したミリ波帯イメージング装置により、種々の物体のイメージを撮り、ミリ波パッシブ・イメージングのデータベース取得をはじめた。
Passive imaging data for several objects have been obtained using the imaging array developed.
4. 10, 35, 及び 60 GHz 帯の高感度かつ小型パッシブ・ラジオメータを組み上げた。これらの装置を用いて、本学病院皮膚科にて実際に人の皮膚の観測を行っている。
Compact radiometers for the 10, 35, and 60 GHz bands have been developed to use as test equipment for observing skin conditions at Tohoku University hospital.

【国際会議発表】

1. 水野 皓司、“ミリ波を用いたイメージング”、電波高度利用シンポジウム2006(主催:総務省、(社)電波産業界)、東京、2006年12月8日。
2. K. Mizuno, “Comparison of the Capabilities of the Millimeter Wave Region and the THz Region,” APMC 2006 (Asia-Pacific Microwave Conference), 横浜、2006年12月15日
3. 水野 皓司、“ミリ波帯イメージング装置の開発”、エレクトロニクス実装学会、東京、2007年3月14日

● 坪内・中瀬研究室（先端ワイヤレス通信技術研究分野）

Wireless Info Tech

1. 無線通信用 FBAR フィルタの研究

Development of FBAR filter for wireless communication

5GHz 帯高速無線 LAN における端末 RF フィルタを、FBAR フィルタで実現することを目指している。MOCVD 法による AlN 成膜技術の 確立を行っている。

We have investigated implementation of RF frontend FBAR filter for broadband mobile terminal. AlN film has been developed using MOCVD equipment.

【国際学会発表】

1. Y. Aota, Y. Sakyu, S. Tanifuji, H. Oguma, S. Kameda, H. Nakase, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "Fabrication of FBAR for GHz band pass filter with AlN film grown using MOCVD," IEEE Ultrason. Symp. Proc. 4D-4, Oct. 2006.
2. Y. Aota, S. Tanifuji, Y. Sakyu, H. Oguma, S. Kameda, H. Nakase, T. Takagi and K. Tsubouchi, "Fabrication of FBAR filter for wireless communication," the Joint Int. Conf. of the 4th IGNOIE-COE06 & SOIM COE06, 11-1, Jan. 2007.

● 伊藤(弘)・四方研究室(応用量子光学研究分野)
Applied Quantum Optics

1. ドメイン制御非線形光学に関する研究

Nonlinear Optical Effects of Domain-Controlled Ferroelectric Material

誘電体のドメイン制御構造に人工的な周期性を付与することによって高効率な非線形光波長変換が可能であり、近赤外からテラヘルツ波帯にわたる広範囲な波長域で動作可能なコヒーレント光源の実現を目標として研究を行っている。

Optical frequency conversion by nonlinear optical effects is studied. By use of ferroelectric materials with an artificial and periodical domain inversion, an efficient and widely tunable coherent light source is possible in the wavelength ranging from near infrared to terahertz region.

【論文】

1. K. Suizu, Y. Suzuki, Y. Sasaki, H. Ito, and Y. Avetisyan, "Surface-emitted terahertz-wave generation by ridged periodically poled lithium niobate and enhancement by mixing of two terahertz waves," *Opt. Lett.*, Vol. 31, No. 7, pp. 957-959, 2006.
2. K. Ishihara, K. Ohashi, T. Ikari, H. Minamide, H. Yokoyama, J. Shikata, H. Ito, "Terahertz-wave near-field imaging with subwavelength resolution using surface-wave-assisted bow-tie aperture," *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 89 No. 20, p. 201120, 2006.
3. K. Miyamoto and H. Ito, "Wavelength-agile mid-infrared (5-10 μ m) generation using a galvano-controlled KTiOPO₄ optical parametric oscillator," *Opt. Lett.*, Vol. 32, No. 3, pp. 274-276, 2007.
4. S. Kakio, S. Uotani, Y. Nakagawa, T. Hara, H. Ito, T. Kobayashi, and M. Watanabe, "Improvement of Diffraction Properties in Waveguide-Type Acoustooptic Modulator Driven by Surface Acoustic Wave," *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 46, No. 2, pp. 669-674, 2007.

【国際会議】

1. C. Ndiaye, T. Hara, F. V. Kowalski, and H. Ito, "Frequency-shifted feedback laser with an SOA", Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO 2006), CMD4 (May 2006).
2. K. Miyamoto, K. Suizu, J. Shikata, and H. Ito, "Wavelength-agile 5-10 μ m generation by Galvano-controlled double crystal KTP-OPO", CLEO 2006, CTuZ2 (May 2006).
3. K. Suizu, Y. Suzuki, Y. Sasaki, H. Ito, and Y. Avetisyan, "Surface emitted THz-wave generation/amplification using ridge type PPLN", CLEO 2006, JTuD27 (May 2006).
4. J. Shikata, Y. Suzuki, H. Minamide, and H. Ito, "Widely tunable, confocal coherent anti-Stokes Raman spectrometer for THz-frequency modes in biomolecules", CLEO 2006, JTuD55 (May 2006).
5. K. Miyamoto, T. Yamashita, A. Nawahara, and Hiromasa Ito, "Frequency-agile coherent tunable THz-wave generation from 1.5 to 60 THz using Galvano controlled KTP-OPO", Joint 31st International Conference on Infrared and Millimeter Waves and 14th International Conference on Terahertz Electronics (IRMMW-THz2006), MonP-42, Shanghai, China (Sept. 2006).
6. K. M. Abedin, K. Miyamoto, J. Shikata, H. Ito, "Study of solidification process by tunable mid-infrared Laser Spectroscopy and Raman Spectroscopy", Australian Institute of Physics (AIP) 17th National Congress 2006, 650 (Dec. 2006)

● 舩岡研究室（固体電子工学研究分野）
Solid State Electronics

1. Surrounding Gate Transistor(SGT)に関する研究
Study of the Surrounding Gate Transistor (SGT)

SGT は、ソース、ゲート、ドレイン電極を垂直に配置し、さらにゲート電極がシリコン柱を取り囲む構造をしたトランジスタである。現在平面である MOS トランジスタが、ソース、ゲート、ドレインが平面に位置しているために、大きな占有面積を必要とするのに比較して、SGT はシリコン柱の周囲をゲートで囲み、シリコン柱の上下にソースとドレインを構成し、立体型にすることで、シリコン表面に専有する面積を画期的に極小化できる。その SGT の試作と、その構造特有の電気特性について研究している。

The SGT arranges source, gate, and drain vertically. The gate electrode surrounds the silicon pillar. The conventional planar MOSFET has large occupied area, since the conventional planar MOSFET arranges source, gate, and drain horizontally. On the other hand, the SGT has much smaller occupied area than the conventional planar MOSFET, since the SGT has 3-dimensinal structure that top of the silicon pillar is drain, and the bottom of the silicon pillar is source. We are studying the fabrication and the electrical characteristics of the SGT.

【国際会議発表】

1. T. Hidaka, H. Amikawa, H. Nakamura, and F. Masuoka, "Silicon Pillar Fabricated for SGT with varying the content of O₂ in Cl₂/O₂ gases by Using ECR plasma etching", 210th Meeting of The Electrochemical Society Meeting Abstracts, Abstract.987, Cancun, October 29 -November 3, 2006.

● 青井・島津技術開発室 (21 世紀情報通信研究開発センターストレージ分野)
Storage Technology Group, Research Center for 21st-Century Information Technology

IT21 センター・ストレージ分野では、平成 14 年度から、本研究所(中村寄付講座、村岡研究室)ならびに学内の研究室と、国内ハードディスクドライブメーカー等を結集した産学連携研究プロジェクトである「超小型大容量ハードディスクの開発」(文部科学省科学技術試験研究、IT プログラム)を強力に推進している。本プロジェクトでは、垂直磁気記録技術を用いた 1 Tbits/inch² の超高密度記録を実現するストレージ技術の要素技術開発と、500 Gbits/inch² の実証を目標としている。得られた成果は次世代事業を担う新技術基盤として活用する他、大きな市場規模を有するストレージ産業における我が国の優位性を確保し国際競争力を高めることも目的においている。

In May 2002, the IT21 cooperative research project between industry, academia and government was started. It comprises collaborators from major Japanese HDD manufacturers, RIEC and other laboratories researching related technologies within Tohoku University. (“Development of small-size perpendicular recording hard disk drives with ultra-high recording capacity”, IT program by MEXT.) The goals of the IT21 storage technology group are to develop the perpendicular recording technologies required for 1 Tbit/inch², based on these technologies, to realize personal mobile storage devices and large capacities, high data-rate devices for network storage systems.

1. 1Tbits/inch² 記録密度実現のための、超高感度再生ヘッド、高記録分解能単磁極ヘッド、テラビット分解能メディアの要素技術開発
Development of fundamental technologies for 1Tb/inch² recording; high sensitivity sensors, high recording resolution SPT writers and terabit high-density media.
2. 記録密度 500 Gbits/inch² の実証
Demonstration of the recording density of 500 Gbits/inch².
3. 超小型 HDD の応用システムの開発(インターフェースと超小型 HDD を実装した可搬型ユビキタス・パーソナル・サーバの試作)
Development of a small, hand-sized wireless server using the new HDD.

【査読付論文】

1. T. Shimatsu, T. Kondo, K. Mitsuzuka, S. Watanabe, H. Aoi, H. Muraoka, and Y. Nakamura, “Effect of thermal agitation on the switching field distributions of CoPtCr-SiO₂ perpendicular recording media”, *Journal of Applied Physics*, vol. 99, pp. 08F905(1-3), 2006.
2. T. Shimatsu, H. Sato, Y. Okazaki, H. Aoi, H. Muraoka, Y. Nakamura, S. Okamoto and O. Kitakami, “Large uniaxial magnetic anisotropy by lattice deformation in CoPt/Ru perpendicular films”, *Journal of Applied Physics*, vol. 99, pp. 08G908(1-3), 2006.
3. 三塚 要, 島津武仁, 村岡裕明, N. Kikuchi, and J. C. Lodder, “CoPt/Ru パターン膜の磁化反転機構とスイッチング磁界“, *日本応用磁気学会誌*, vol. 30, pp. 100-107, 2006.
4. H. Sato, T. Shimatsu, T. Kondo, S. Watanabe, H. Aoi, H. Muraoka, Y. Nakamura, S. Okamoto and O. Kitakami, “CoPtCr-SiO₂ media with K_{u2} magnetic anisotropy term fabricated with Pd seed layers”, *Journal of Applied Physics*, vol. 99, pp. 08G907(1-3), 2006.
5. Y. Inaba, T. Shimatsu, H. Aoi, H. Muraoka, Y. Nakamura, and O. Kitakami, “Thermal stability and recording writability of hard/soft stacked perpendicular media”, *Journal of Applied Physics*, vol. 99, pp. 08G913(1-3), 2006.
6. K. Mitsuzuka, N. Kikuchi, T. Shimatsu, O. Kitakami, H. Aoi, H. Muraoka, and J. C. Lodder, “Pt Content Dependence of Magnetic Properties of CoPt/Ru Patterned Films”, *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 42, pp. 3883-3885, 2006.
7. T. Shimatsu, T. Kondo, K. Mitsuzuka, S. Watanabe, H. Aoi, H. Muraoka, and Y. Nakamura, “Switching Field Distribution of CoPtCr-SiO₂ Perpendicular Recording Media Obtained by Subtracting Thermal Agitation of Magnetization”, *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 42, pp. 2384-2386, 2006.

8. H. Sato, T. Shimatsu, T. Kondo, S. Watanabe, O. Kitakami, S. Okamoto, H. Aoi, H. Muraoka, and Y. Nakamura, "Magnetic Properties to Optimize the K_{u2} Effect in Perpendicular Recording Media", IEEE Transactions on Magnetics, vol. 42, pp. 2387-2389, 2006.
9. 稲葉祐樹, 島津武仁, 渡辺貞幸, 北上 修, 岡本 聡, 村岡裕明, 青井 基, 中村慶久, "高飽和磁化の薄いソフト層を有する Hard/Soft スタック垂直媒体の磁気特性と記録再生特性", 日本応用磁気学会誌, vol. 31, pp. 178-183, 2007.

● 大見研究室（未来科学技術共同研究センター）
New Industry Creation Hatchery Center

1. マイクロ波励起高密度プラズマを用いた酸窒化膜、窒化膜ゲート絶縁膜
The oxynitride or nitride film formed by the microwave excited high density plasma
絶縁膜形成技術として、 $EOT \leq 1.0\text{nm}$ 、かつ熱酸化膜に比べてリーク電流 1 桁以上低減するラジカル酸窒化膜や窒化膜を研究している。
The oxynitride or nitride film with equivalent oxide thickness (EOT) of 1.0 nm was researched with reducing gate leakage current by more than one order of magnitude compared with conventional high temperature pure oxide.
2. マイクロ波励起高密度プラズマを用いたフラッシュメモリ用トンネル絶縁膜
The tunnel gate dielectric film for FLASH memory devices formed by the microwave excited high density plasma.
フラッシュメモリ用のトンネル膜として、リーク電流の低いラジカル酸窒化膜の研究を行っている。信頼性を評価する上で、非常に小さいゲートリーク電流(10^{-16}A)以下を短時間で測定可能な新しい評価方法についても研究を行っている。
The oxynitride film was researched by high density plasma oxi-nitridation process as a tunnel gate dielectric for FLASH memory devices. We develop new measurement of gate leakage current ($<10^{-16}\text{A}$) and very short measurement time.
3. 3次元構造蓄積型動作の MOSFET
Accumulation-mode 3D transistor
3次元構造蓄積型動作の MOSFET の動作機構を明らかにし、従来の反転型動作に比べて 2 倍以上の高速動作が実現することを研究している。
We investigate the accumulation-mode 3D transistor has the high current drivability comparison with the inversion transistor.

【査読付論文】

1. Philippe Gaubert, Akinobu Teramoto, Tatsufumi Hamada, Masashi Yamamoto, Koji Kotani and Tadahiro Ohmi, "1/f Noise Suppression of pMOSFETs Fabricated on Si(100) and Si(110) Using an Alkali-Free Cleaning Process," IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, VOL.53, NO.4, pp.851-856, April 2006.
2. Weitao CHENG, Akinobu TERAMOTO, Masaki HIRAYAMA, Shigetoshi SUGAWA and Tadahiro OHMI, "Impact of Improved High-Performance Si(110)-Oriented Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistors Using Accumulation-Mode Fully Depleted Silicon-on-Insulator Devices," Japanese Journal of Applied Physics Vol. 45, No. 4B, pp. 3110-3116, April 2006.
3. Hitoshi Morinaga, Kenji Shimaoka, and Tadahiro Ohmi, "Impact of Light on the Surface Nanostructure of Silicon", Journal of The Electrochemical Society Volume153, Number 7, pp.G626-631, May 2006.
4. Kazumasa Kawase, Tomoyuki Suwa, Masaaki Higuchi, Hiroshi Umeda, Masao Inoue, Shimpei Tsujikawa, Akinobu Teramoto, Takeo Hattori, Shigetoshi Sugawa and Tadahiro Ohmi, "Control of Nitrogen Depth Profile near Silicon Oxynitride/Si(100) Interface Formed by Radical Nitridation", Japanese Journal of Applied Physics Vol. 45, No. 8A, pp. 6203-6209, August 2006.
5. Kazuo Ohtsubo, Yuji Saito, Masaki Hirayama, Shigetoshi Sugawa, Herzl Aharoni, Tadahiro Ohmi, "Thin SiON Film Grown at Low-Temperature (400°C) by Microwave-Excited High-Density Kr/O₂/N₂ Plasma", IEEE Transactions on Plasma Science Vol.34 No.5, pp. 2443-2449, October 2006.
6. Kazufumi Watanabe, Akinobu Teramoto, Rihito Kuroda, Shigetoshi Sugawa, Tadahiro Ohmi, "Examination of degradation mechanism due to negative bias temperature stress from a perspective of hole energy for accurate lifetime prediction" Microelectronics Reliability 47 (2007)

【国際会議発表】

1. Rihito Kuroda, Kazufumi Watanabe, Akinobu Teramoto, Michihiko Mifuji, Takahisa Yamaba, Shigetoshi Sugawa and Tadahiro Ohmi, "Accurate Circuit Performance Prediction Model and Lifetime Prediction Method of NBT Stressed Devices for Highly Reliable ULSI Circuits", 2006 International Conference on Integrated Circuit Design and Technology, Invited Paper, pp.199-202, May 2006.
2. Koutarou Tanaka, Hiroaki Tanaka, Akinobu Teramoto, Shigetoshi Sugawa, and Tadahiro Ohmi, "High Quality Gate Insulator Film Formation on SiC using by Microwave-Excited High-Density Plasma", 14th Workshop on Dielectrics in Microelectronics (WoDiM2006), pp.111-112, June 2006.
3. Koutarou Tanaka, Hiroaki Tanaka, Akinobu Teramoto, Shigetoshi Sugawa, and Tadahiro Ohmi, "The Dependence of Remaining Carbon in the Electrical Property of the Gate Insulator Film on SiC at Low Temperature Insulator Formation", 2006 Asia-Pacific Workshop on Fundamental and Application of Advanced Semiconductor Devices, pp.155, July 2006.
4. Koutarou Tanaka, Hiroaki Tanaka, Akinobu Teramoto, Shigetoshi Sugawa, and Tadahiro Ohmi, "The Dependence of Remaining Carbon in the Electrical Property of the Gate Insulator Film on SiC at Low Temperature Insulator Formation", IEICE Technical Report on Trans. Electron Devices, Vol. 106, No.137, ED2006-96, pp. 155-159, July 2006.
5. Masaaki Higuchi, Seiji Shinagawa, Akinobu Teramoto, Hiroshi Nohira, Takeo Hattori, Eiji Ikenaga, Shigetoshi Sugawa, Tadahiro Ohmi, "The dependence of the intermediate nitridation states density at Si₃N₄/Si interface on surface Si atoms density", 2006 Asia-Pacific Workshop on Fundamental and Application of Advanced Semiconductor Devices, pp.265, July 2006.
6. Masaaki Higuchi, Seiji Shinagawa, Akinobu Teramoto, Hiroshi Nohira, Takeo Hattori, Eiji Ikenaga, Shigetoshi Sugawa, Tadahiro Ohmi, "The dependence of the intermediate nitridation states density at Si₃N₄/Si interface on surface Si atoms density", IEICE Technical Report on Trans. Electron Devices, Vol. 106, No.137, ED2006-118, pp. 265-270, July 2006.
7. PHILIPPE GAUBERT, AKINOBU TERAMOTO, TATSUFUMI HAMADA, TOMOYUKI SUWA and TADAHIRO OHMI, "Accurate Extraction of Conduction Parameters in MOSFETs on Si(110) surface", 28th International Conference on the Physics of Semiconductores, pp.243, July 2006.
8. Tomoyuki Suwa, Hiroto Takahashi, Yuki Kumagai, Genya Fujita, Akinobu Teramoto, Shigetoshi Sugawa, and Tadahiro Ohmi, "Very Low Bit Error Rate in Flash Memory using Tunnel Dielectrics formed by Kr/O₂/NO Plasma Oxynitridation", Extended Abstracts of the 2006 International Conference on SOLID STATE DEVICES and MATERIALS, pp.296-297, September 2006.
9. Masaaki Higuchi, Takashi Aratani, Tatsufumi Hamada, Akinobu Teramoto, Takeo Hattori, Shigetoshi Sugawa, Tadahiro Ohmi, Seiji Shinagawa, Hiroshi Nohira, Eiji Ikenaga, Keisuke Kobayashi, "Electric characteristics of Si₃N₄ films formed by directly radical nitridation on Si (110) and Si (100) surfaces", Extended Abstracts of the 2006 International Conference on SOLID STATE DEVICES and MATERIALS , pp.386-387, September 2006.
10. Hiroshi Imai, Akinobu Teramoto, Shigetoshi Sugawa and Tadahiro Ohmi, "Low Leakage Current and Low Resistivity p+n Diodes on Si(110) Fabricated by Ga+/B+ Combination I/I and Low Temperature Annealing", Extended Abstracts of the 2006 International Conference on SOLID STATE DEVICES and MATERIALS, pp.454-455, September 2006.
11. Syunichi Watabe, Shigetoshi Sugawa, Akinobu Teramoto, and Tadahiro Ohmi, "A New Statistical Evaluation Method for the Variation of MOSFETs", Extended Abstracts of the 2006 International Conference on SOLID STATE DEVICES and MATERIALS, pp.532-533, September 2006.
12. W. Cheng, A. Teramoto, R. Kuroda, P. Gaubert, C. Tye, M. Hirayama, S. Sugawa and T. Ohmi, "High Performance and Highly Reliable Novel CMOS Devices Using Accumulation Mode Fully Depleted SOI MOSFETs", Technical Report of IECE, Vol.106 No.277, SDM2006-188, pp.57-61, October 2006.

13. Weitao Cheng, Akinobu Teramoto, Philippe Gaubert, Masaki Hirayama and Tadahiro Ohmi, "Impact of Improved Mobility and Low Flicker Noise MOS Transistors Using Accumulation Mode Fully Depleted Silicon-on-Insulator Devices", 2006 8th International Conference on Solid-State and Integrated Circuit Technology Proceedings, Part 1 of 3, pp.65-67, October 2006.
14. Tadahiro Ohmi, Akinobu Teramoto, Rihito Kuroda, and Naoto Miyamoto, "Revolutional Progress of Silicon Technologies Exhibiting Very High Speed Performance Over 50 Ghz Clock Rate", The 6th Taiwan-Japan Microelectronics International Symposium, November 2006.
15. Kazumasa Kawase, Masaaki Higuchi, Tomoyuki Suwa, Hiroshi Umeda, Masao Inoue, Akinobu Teramoto, Takeo Hattori, Shigetoshi Sugawa, and Tadahiro Ohmi, "Radical Oxidation on Ultra Pure Silicon Surface", 210th Meeting of The Electrochemical Society, pp. 973, November 2006.
16. Masaaki Higuchi, Tomoyuki Suwa, Takashi Aratani, Tatsufumi Hamada, Akinobu Teramoto, Takeo Hattori, Shigetoshi Sugawa, Tadahiro Ohmi, Seiji Shinagawa, Hiroshi Nohira, Eiji Ikenaga, "Electric and interface characteristics of Si₃N₄ films formed by directly radical NH on Si (110) and Si (100) surfaces", 37th IEEE Semiconductor Interface Specialists Conference, pp.13, December 2006.
17. H. Wakamatsu, I. Takahashi, A. Teramoto, T. Ohmi, "Preperation and Electrical Properties of Ultrathin Stacked Si₃N₄/High-k Dielectric Pr₃Si₆N₁₁ Films grown in Radical Reaction Based MOCVD Systems", PROCEEDINGS OF THE JOINT INTERNATIONAL CONFERENCE OF 4TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SYSTEM CONSTRUCTION OF GLOBAL-NETWORK-ORIENTED INFORMATION ELECTRONICS AND STUDENT-ORGANIZING INTERNATIONAL MINI-CONFERENCE ON INFORMATION ELECTRONICS SYSTEM, Tohoku University, 21st Century COE Program, pp.386-387, January 2007.

● 高橋・角田研究室（電子工学専攻電子物理工学分野）

Electronic Physics Engineering, Department of Electronic Engineering

1. 強磁性トンネル接合素子のナノスケール微細加工プロセス構築に関する研究
Nano-size fabrication process of magnetic tunnel junction

素子サイズ 50nm 以下の強磁性トンネル接合素子 (MTJ) を可能とする微細加工プロセスの構築を目的に、電子線アシストによってCVD (Chemical Vapor Deposition) 成長させたカーボンナノピラーをハードマスクとしたイオンミリング手法の検討を行っている。

In order to obtain a magnetic tunnel junction (MTJ) with the size range below 50nm, nano-size fabrication process for MTJ has been developed by an ion milling method using an electron beam assisted chemical vapor deposition (CVD) hard masks.

【査読付論文】

1. S. Isogami, M. Tsunoda, and M. Takahashi, “Current Induced Magnetization Switching and CPP-GMR in 30nm ϕ Scale Spin Valves Using EB Assisted CVD Hard Masks”, *IEEE Trans. Magn.*, vol. 42, pp. 2676-2678, 2006

【国際会議発表】

1. S. Isogami, M. Tsunoda, and M. Takahashi, “Current Induced Magnetization Switching and CPP-GMR in 30nm ϕ Scale Spin Valves Using EB Assisted CVD Hard Masks”, *International Magnetism Conference*, San Diego (USA), May 4-8, 2006.

● 山口研究室 (電気・通信工学専攻電磁理論分野)

Electromagnetic Theory, Department of Electrical and Communication Engineering

1. RF 集積化磁性薄膜インダクタに関する研究
Ferromagnetic RF Integrated Inductor

GHz 帯で高透磁率を有する磁性薄膜材料の開発とその集積化インダクタへの応用について研究している。

Development of soft magnetic thin films having high permeability in GHz frequency range, and their application to ferromagnetic RF integrated inductor are being studied.

2. パッケージ・チップレベル集積化電磁ノイズ抑制技術に関する研究
Package/Chip Level Integrated Electromagnetic Noise Suppression Technology

強磁性共鳴により選択的に GHz 帯で高損失な磁性薄膜材料の開発とその集積化電磁ノイズ抑制体への応用を図り、EMC 協調統合設計技術において対策技術がほとんど見出されていないパッケージ・チップレベルのノイズ対策技術を創生すべく研究を展開している。

Development of selectively lossy magnetic thin films in GHz frequency range, and their application to integrated electromagnetic noise suppressor are being studied. This work leads to creation of package/chip level EMC cooperative general design technology.

【査読付論文】

1. Ki Hyeon Kim, Masahiro Yamaguchi, "Ferromagnetic RF Integrated Devices-RF Integrated Noise Suppressor and Integrated Inductor", Physics of Metals & Metallography Vol. 101 suppl. 1, pp. S74-S79, 2006.
2. Masahiro Yamaguchi, Keiju Yamada, and Ki Hyeon Kim, "Slit design consideration on the ferromagnetic RF integrated inductor," IEEE Trans. Magn. vol. 42, pp. 3341-3343, 2006.
3. T. Fukushima, S. Koya, H. Ono, N. Masuda, and M. Yamaguchi, "Evaluation of RF Magnetic Thin Film Noise Suppressor Integrated onto an Operating LSI Chip," J. Magn. Soc. Jpn., 30, pp.531-534, 2006
4. Y. Shimada, G. W. Qin, M. Yamaguchi, S. Okamoto, O. Kitakami and K. Oikawa, "Permeability of Submicron and Nanometer Ferromagnetic Particle Composites", J. Appl. Phys. 2007, in press.
5. Masahiro Yamaguchi, Shota Koya, Hideki Torizuka, Satoshi Aoyama and Shoji Kawahito, "Shielded-Loop Type On-Chip Magnetic Field Probe to Evaluate Radiated Emission from Thin-Film Noise Suppressor," IEEE Transactions on Magnetics, 2007, in press.

【国際会議発表】

1. M. Yamaguchi, "High frequency and high spatial resolution magnetic field sensing technologies (invited)," Joint European Magnetic Symposia 2006 (JEMS'06), San Sebastian, 25-29 July 2006.
2. M. Yamaguchi, Y. Shimada, K-H Kim, "RF Soft Magnetic Thin Films and Their Application to Mobile IT Devices (Invited)," Asia Forum 2006, 11pG-AF1, 11-14 Sept. 2006.
3. Y. Shimada, M. Yamaguchi, S. Okamoto and O. Kitakami, "Research on fine particles as high permeability material (invited)," IEEE Magnetics Society 5th International Workshop on High Frequency Micromagnetic Devices and Materials (MMDM5), 12p-1, Baltimore, 12 Jan. 2007.
4. T. Fukushima, S. Koya, H. Ono, N. Masuda, and M. Yamaguchi, "Evaluation of RF Magnetic Thin Film Keiju Yamada,, Masahiro Yamaguchi, and Ki Hyeon Kim, "Slit design consideration on the ferromagnetic RF integrated inductor," IEEE International magnetic conference, FV-01, San Diego, 8-12 May 2006.
5. Noise Suppressor Integrated onto an Operating LSI Chip", 4th International Workshop on High Frequency Micromagnetic Devices and Materials, 08p-10, San Diego, 8 May 2006.

6. Keiju Yamada,, Masahiro Yamaguchi, and Ki Hyeon Kim, "Design of ferromagnetic RF integrated inductors using soft magnetic," International YU-TU Symposium, Gyeongju, 16-17 Nov. 2006.
7. Hideki Torizuka, Shota Koya, Masahiro Yamaguchi, Satoshi Aoyama, Shoji Kawahito, "Design and fabrication of an RF integrated high resolution magnetic probe to analyze near-field of LSI", 3rd Workshop of Yeungnam University and Tohoku University 2006, Gyeongju, 16-17 Nov. 2006.
8. K. Maruta, S. Muroga, M. Yamaguchi and K. H. Kim, "Control of ferromagnetic resonance loss of RF noise suppressors using magnetic thin films for transmission lines," 5th International Workshop on High Frequency Micromagnetic Devices and Materials (MMDM5), 12p-7, Baltimore, 12 Jan. 2007.
9. Masahiro Yamaguchi, Shota Koya, Hideki Torizuka, Satoshi Aoyama and Shoji Kawahito, "Shielded-Loop Type On-Chip Magnetic Field Probe to Evaluate Radiated Emission from Thin-Film Noise Suppressor," 10th Joint MMM/Intermag Conference, AR-01, Baltimore, 7-11 Jan. 2007.

●佐橋・土井研究室（電子工学専攻超微細電子工学講座）
Microelectronics, Department of Electronic Engineering

1. スピントランスファートルクによるコヒーレントマイクロ波発振に関する研究
Coherent microwave oscillation induced by spin transfer torque

スピントランスファートルク（STT）による電流駆動スピンドイナミクスでは、単一のナノ磁性体ピラーとダブルコンタクトの位相同期において直流電流駆動により、マイクロ波域の発振が得られることが報告されている。しかしながら、ピラーをホトリソグラフィーで作製しているために、ピラーサイズやコンタクト間隔がリソグラフィーで制約され、より微小径のピラーサイズ、交換結合長（数十nm）に近いコンタクト間隔の実現はかなり困難である。当研究室では、自己組織化によって形成されたナノ狭窄電子系を用いた独自でユニークなナノコンストラクション構造を考案し、コヒーレントマイクロ波発振に関する研究を行っている。既にこのナノ狭窄電子系構造体においてSTTマイクロ波の発振を世界ではじめて確認している（論文投稿準備中）。

The microwave oscillation induced by the spin transfer torque has been already reported on fabricating a mono-pillar or a point contact of magnetic multilayers. The coherent oscillation has been also reported by the double point contact. The size of the pillar and the distance of the contact are limited by the lithographic technique. To realize smaller size or distance ($\sim 10\text{nm}$) than the lithographic limitation, we propose to apply the original nano-confined structure formed by self-assembling nano-oxide layer. We have already started the study on coherent STT microwave oscillation from the view point of self-assembling nano-confined structure. The peculiar STT microwave oscillation was observed by the application of this self-assembling nano-confined structure (to be published).

● 遠藤准教授研究室（プラズマ電子工学研究分野）

Plasma Electronics

1. Robust な情報処理を目指したアーキテクチャ・回路に関する研究
New architecture and circuit technology for robust information processing
ナノスケールまで微細化されることで増大する素子の特性ばらつき、及び、回路の大規模化に伴う諸問題を解決する Robust な情報処理を目指したアーキテクチャ・回路技術を研究している。
Robust architecture and circuit technology that can cope with fluctuations in characteristics of nano devices as well as with increased complexity in highly integrated ULSI systems are being studied.
2. 3次元構造やナノスケール構造及び新しい動作原理に基づくデバイス・回路に関する研究
Devices with post-planar structure and new principles of operation and their circuit technology
従来のプレーナ技術に起因する限界をブレイクスルーする3次元構造など新しい構造・構成に基づく新デバイス・回路技術、及び、ナノスケール構造によって発現する物理現象などを応用した新しい動作原理に基づくナノ構造デバイス・回路技術を研究している。
Post-planar devices based on innovated structures such as 3-dimensional structures and their circuit technologies are being studied. Novel devices and circuits based on new principles of operation that become possible in nano structures are also being investigated.
3. CAD技術など集積回路の高精度・高効率設計手法に関する研究
New CAD technology with high precision and high efficiency for ULSI design
更なる微細化・新動作原理の導入によって要求される高精度なデバイス設計技術、及び、更なる回路の大規模化によって要求される高効率な設計手法・アルゴリズムなど次世代集積回路を高精度・高効率に設計するためのCAD (Computer Aided Design) 技術を研究している。
Next-generation CAD (Computer Aided Design) technologies with high precision and efficiency, which is adapted for designing next-generation ULSI systems with highly integrated new devices are being studied.

【査読付論文】

1. Ge Dot formation using Germane on a Monomethylsilane-Adsorbed Si(001)-2x1 Surface Yuzuru Narita, Takeshi Murata, Atsushi Kato, Tetsuo Endoh, and Maki Suemitsu Thin Solid Films, Volume 508, Issues 1-2, pp. 200-202, 5 June, 2006

【国際会議発表】

1. Study of Effect of Halo Implantation on Nano-Scale Double Gate MOSFET International Symposium on Bio- and Nano- Electronics, Abstracts P-37, pp119-120, 2006 Yuto Momma and Tetsuo Endoh
2. Study of Stability on MCML (MOS Current Mode Logic) Inverter Circuit to Threshold Voltage Fluctuations Caused in Future Nanoscale Si-MOS Process Generation H.-j. Na, M. Suemitsu, and T. Endoh International Symposium on Bio- and Nano-Electronics, Abstracts P-39, pp. 123-124, 2006
3. A 60nm NOR Flash Memory Cell Technology Utilizing Back Bias Assisted Band-to-Band Tunneling Induced Hot-Electron Injection (B4-Flash) S.Shukuri, N.Ajika, M.Mihara, K.Kobayashi, T. Endoh, and M.Nakashima 2006 Symposium on VLSI Technology Digest of Technical Papers, p20-21, May, 2006
4. Study of 30-nm Double-Gate MOSFET with Halo Implantation Technology Yuto Monma and Tetsuo Endoh 2006 Asia-Pacific Workshop on Fundamental and Application of Advanced Semiconductor Devices (AWAD 2006), pp. 229-232, Sendai, July 3 – 5, 2006
5. The Guideline of Tolerable Vth Fluctuation for MCML (MOS Current Mode Logic) Inverter Circuit Hyung-jun NA, Maki SUEMITSU, and Tetsuo EDNDO 2006 Asia-Pacific Workshop on Fundamental and Application of Advanced Semiconductor Devices (AWAD 2006), pp-233-236,

Sendai, July 3 – 5, 2006

6. Physical Origin of Stress-Induced Leakage Currents in Ultra-Thin Silicon Dioxide Films T.Endoh, K.Hirose, and K.Shiroisi 2006 Asia-Pacific Workshop on Fundamental and Application of Advanced Semiconductor Devices (AWAD 2006), pp-271-276, Sendai, July 3 – 5, 2006
7. Low-temperature Heteroepitaxial Growth of 3C-SiC(111) Atsushi Konno, Yuzuru Narita, Takashi Ito, Kanji Yasui, Hideki Nakazawa, Tetsuo Endoh, and Maki Suemitsu ECS Transactions - Cancun "Wide Bandgap Semiconductor Materials and Devices 7", October 31, 2006
8. Study of Self-Heating in Si Nano Structure for FB-SGT with High-k Dielectric Films Tetsuo Endoh and Kousuke Tanaka 2006 International Workshop on Dielectric Thin Films for Future ULSI Devices (IWDTF) pp. 115 – 116, Nov.8-9, 2006

● 石山准教授研究室（生体電磁情報研究分野）
Electromagnetic Bioinformation Engineering

1. 高周波キャリア型超高感度薄膜磁界センサに関する研究
Study on high frequency carrier type thin-film magnetic field sensor

磁性薄膜素片に高周波キャリア電流を通電すると、外部磁界に敏感な磁界センサ素子が得られる。磁区構造制御技術とマイクロ波回路技術によって、室温で動作する磁界センサとしては世界最高の磁界分解能を実現した。一層の高感度化を図り、生体の発する磁界を計測できるセンサの実現を目指して検討を進めている。

A sensitive magnetic field sensor is developed by using a magnetic thin-film segment. This sensor operates with the application of high frequency current at room temperature. A magnetic domain control technique and a microwave circuit technology lead to the world's first class magnetic field resolution. Applications for detecting the magnetic field from human body are being discussed.

【査読付論文】

1. 村山芳隆、小澤哲也、薮上信、石山和志、荒井賢一、「 10^{-13} T 台の磁界検出分解能を有する高周波伝送線路型薄膜磁界センサ」、日本応用磁気学会誌、vol.31, pp17-22, (2007).
2. 中居倫夫、高田賢一、阿部宏之、星則光、鈴木秀夫、石山和志、荒井賢一、「不連続インピーダンス変化特性を有した薄膜 GMI センサと微分回路を組み合わせた磁界検出方法に関する検討」、日本応用磁気学会誌、vol.31, pp216-220, (2007).
3. 加藤智紀、石山和志、荒井賢一、「形状磁気異方性による高周波キャリア型磁界センサの異方性制御」、vol.31, pp227-230, (2007)

● 伊藤 (隆) ・小谷研究室 (電子工学専攻固体電子工学分野)
Solid State Electronics, Department of Electronic Engineering

1. 連続波レーザによるシリコン薄膜結晶化と高性能 TFT に関する研究
CW Laser Recrystallization of Silicon Thin Films for High-Performance Thin Film Transistor (TFT)

DPSS-CW レーザを用いたシリコン薄膜結晶化の研究を行い、結晶グレインの大粒化による薄膜トランジスタの高性能化の研究を行っている。

Recrystallization of silicon thin films is being investigated for application to thin film transistors (TFTs). Currently, low-temperature polycrystalline-silicon (LTPS) TFTs has been used in active-matrix liquid crystal display (AM-LCD) technologies. Well-crystallized silicon thin films that have large grains are needed to make high performance TFTs for new emerging applications. The purpose of this study is to form two dimensional large grains of Si thin films using DPSS CW laser.

【査読付論文】

1. Shuntaro Fujii, Shin-Ichiro Kuroki, Koji Kotani, and Takashi Ito, Jpn. J. Appl. Phys., 46, pp. 2501-2504, 2007.
2. Takashi Ito, Shin-Ichiro Kuroki, and Koji Kotani, ECS Transactions, 2, 10, pp.83-90, 2007.
3. Shin-Ichiro Kuroki, Shuntaro Fujii, Koji Kotani, and Takashi Ito, ECS Transactions, 2, 10, pp.71-76, 2007.
4. Koji Kotani, Kiichiro Tago, Shin-Ichiro Kuroki, and Takashi Ito, IEICE Technical Report, ED2006-112, SDM2006-120, pp.277-280, 2006.
5. Shin-Ichiro Kuroki, Shuntaro Fujii, Koji Kotani, and Takashi Ito, IEICE Technical Report, ED2006-79, SDM2006-87, pp. 119-122, 2006.

【国際会議発表】

1. Shuntaro Fujii, Shin-Ichiro Kuroki, Koji Kotani, and Takashi Ito, Extended Abstracts of the 2006 International Conference on Solid State Devices and Materials, p-8-12, pp. 696-697, 13-15. Sept., 2006.
2. Koji Kotani, Kiichiro Tago, Shin-Ichiro Kuroki, and Takashi Ito, 2006 Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Application of Advanced Semiconductor Devices, 106(137), pp. 277-280, Sendai, 3-5 Jul., 2006.
3. Shin-Ichiro Kuroki, Shuntaro Fujii, Koji Kotani, and Takashi Ito, 2006 Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Application of Advanced Semiconductor Devices, 106(137), pp. 119-122, Sendai, 3-5 Jul., 2006.
4. Takashi Ito, Shin-Ichiro Kuroki, and Koji Kotani, 209th Electrochem. Soc. Meeting, 360, Denver, 7-11 May 2006.
5. Shin-Ichiro Kuroki, Shuntaro Fujii, Koji Kotani, and Takashi Ito, 209th Electrochem. Soc. Meeting, 354, Denver, 7-11 May 2006.

● 畠山・金子研究室（電子工学専攻プラズマ基礎工学分野）
Basic Plasma Engineering, Department of Electronic Engineering

1. プラズマナノプロセスによる単層カーボンナノチューブ形成に関する研究
Formation of single-walled carbon nanotubes with a plasma-nano processing
拡散プラズマ CVD による孤立垂直配向単層カーボンナノチューブの形成とその特性評価、及び成長機構の解明に関する研究を行っている。
Formation of freestanding individual single-walled carbon nanotubes with diffusion-plasma CVD is being studied. Their optical characteristics and growth mechanism are also being investigated.
2. プラズマイオン照射法によるカーボンナノチューブ内部での p-n 接合形成に関する研究
Formation of p-n junctions in double-walled carbon nanotubes using plasma-ion irradiation method
プラズマ理工学及び化学的手法による異種原子（異種分子）を内包したカーボンナノチューブの形成とその特性評価に関する実験を行っている。これらの異種原子内包カーボンナノチューブを用いた p-n 接合ダイオードの開発も行っている。
Formation and characterization of heteroatoms (or heteromolecules) encapsulated double-walled carbon nanotubes using plasma/chemical based methods are being studied. Development of p-n junction diodes using heteroatoms such as Cs-C₆₀ or Cs-I encapsulated double-walled carbon nanotubes is being investigated.
3. 電解質プラズマを用いた DNA 及びイオン液体内包カーボンナノチューブ創製に関する研究
Formation of DNA and ionic liquids encapsulated single-walled carbon nanotubes using electrolyte plasmas
電解質プラズマ中でのイオン照射を利用した DNA 及びイオン液体を内包した単層カーボンナノチューブ形成とその特性評価に関する研究を行っている。
Formation and characterization of DNA and ionic liquids encapsulated single-walled carbon nanotubes using ion irradiation in electrolyte plasmas and its application to novel electronic devices and biosensors are being studied.
4. 溶液中放電プラズマを用いた強磁性体微粒子内包カーボンナノチューブ創製に関する研究
Formation of ferromagnetic materials encapsulated carbon nanotubes using discharge plasma in liquid.
溶液中アーク放電プラズマによる強磁性微粒子を内包したカーボンナノチューブの形成とその特性評価に関する実験を行っている。
Formation and characterization of Fe encapsulated double-walled carbon nanotubes using arc discharge plasma in liquids are being studied.

【査読付論文】

1. Y.F. Li, R. Hatakeyama, T. Kaneko, and T. Okada, "Nano Sized Magnetic Particles with Diameters Less than 1 nm Encapsulated in Single-Walled Carbon Nanotubes", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 45 (15), pp. L428-L431, 2006.
2. T. Kato, R. Hatakeyama, and K. Tohji, "Diffusion Plasma Chemical Vapor Deposition Yielding Freestanding Individual Single-Walled Carbon Nanotubes on a Silicon-Based Flat Substrate", Nanotechnology, Vol. 17 (9), pp. 2223-2226, 2006.
3. T. Kato and R. Hatakeyama, "Formation of Freestanding Single-Walled Carbon Nanotubes by Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition", Chemical Vapor Deposition, Vol. 12 (6), pp. 345-352, 2006.
4. Y.F. Li, R. Hatakeyama, T. Kaneko, T. Izumida, T. Okada, and T. Kato, "Electrical Properties of Ferromagnetic Semiconducting Single-Walled Carbon Nanotubes", Applied Physics Letters, Vol. 89 (8), pp. 083117-1-3, 2006.

5. Y.F. Li, T. Izumida, T. Okada, T. Kato, R. Hatakeyama, and J.S. Qiu, "Modification of Double-Walled Carbon Nanotubes by Cs Plasma Ion Irridiation", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 45 (10B), pp. 8330-8334, 2006.
6. T. Okada, T. Kaneko, and R. Hatakeyama, "Single-Stranded DNA Insertion into Single-Walled Carbon Nanotubes Using Ion Irradiation in an Electrolyte Plasma", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 45 (10B), pp. 8335-8339, 2006.
7. T. Okada, T. Kaneko, and R. Hatakeyama, "DNA Negative Ion Irradiation toward Carbon Nanotubes in Micro Electrolyte Plasmas", Transaction of the Material Research Society of Japan, Vol. 31 (2), pp. 459-462, 2006.
8. T. Kaneko, T. Okada, and R. Hatakeyama, "DNA Encapsulation inside Carbon Nanotubes Using Micro Electrolyte Plasmas", Contributions to Plasma Physics, Vol. 47 (1-2), pp. 57-63, 2007.
9. Y.F. Li, T. Kaneko, T. Ogawa, M. Takahashi, and R. Hatakeyama, "Magnetic Characterization of Fe-Nanoparticles Encapsulated Single-Walled Carbon Nanotubes", Chemical Communications, (3), pp. 254-256, 2007.
10. T. Okada, T. Kaneko, and R. Hatakeyama, "Conversion of Organic Solvents into Carbon Nanomaterials Using Arc Discharge Plasmas in Solution", Thin Solid Films, Vol. 515 (9), pp. 4262-4265, 2007.
11. Y.F. Li, R. Hatakeyama, J. Shishido, T. Kato, and T. Kaneko, "Air-Stable p-n Junction Diodes Based on Single-Walled Carbon Nanotubes Encapsulating Fe Nanoparticles", Applied Physics Letters, Vol. 90 (17), pp. 173127-1-3, 2007.

【国際会議発表】

1. R. Hatakeyama, T. Okada, and T. Kaneko, "DNA Encapsulation inside Carbon Nanotubes by Microplasmas", Proceeding of the 3rd International Workshop on Microplasmas, p. 143, Greifswald/Germany, 9-11 May, 2006.
2. T. Kato, R. Hatakeyama, and K. Tohji, "Three-Dimensional Alignment Control of Individual Single-Walled Carbon Nanotubes by Diffusion-Plasma CVD", Abstracts of 7th International Conference on the Science and Application of Nanotubes, p. 55, Nagano/Japan, 18-23 Jun., 2006.
3. T. Okada, T. Kaneko, R. Hatakeyama, and K. Tohji, "Electric Fields Induced Inside Modification of Carbon Nanotubes Using Negatively Charged Single-Stranded DNA", Abstracts of 7th International Conference on the Science and Application of Nanotubes, p. 173, Nagano/Japan, 18-23 Jun., 2006.
4. Y.F. Li, R. Hatakeyama, T. Kaneko, T. Izumida, T. Okada, and T. Kato, "High performance n-type single-walled carbon nanotubes with magnetic-metal encapsulation", Abstracts of 7th International Conference on the Science and Application of Nanotubes, p. 410, Nagano/Japan, 18-23 Jun., 2006.
5. Y.F. Li, R. Hatakeyama, T. Kaneko, T. Izumida, T. Okada, and T. Kato, "Synthesis and electrical transport properties of Cs-encapsulated double-walled carbon nanotubes", Abstracts of 7th International Conference on the Science and Application of Nanotubes, p. 411, Nagano/Japan, 18-23 Jun., 2006.
6. R. Hatakeyama and T. Kato, "Precise Three-Dimensional Alignment Control of Individual Single-Walled Carbon Nanotubes by a Diffusion-Plasma CVD", Abstracts of the 8th Asia-Pacific Conference on Plasma Science and Technology and 19th Symposium on Plasma Science for Materials, p. 116, Cairns/Australia, 2-5 Jul., 2006
7. T. Okada, T. Kaneko, R. Hatakeyama, "Encapsulation of DNA Negative Ions into Carbon Nanotubes Using Electric Fields in Electrolyte Plasmas", Abstracts of the 8th Asia-Pacific Conference on Plasma Science and Technology and 19th Symposium on Plasma Science for Materials, p.127, Cairns/Australia, 2-5 Jul., 2006.
8. T. Okada, T. Kaneko, and R. Hatakeyama, "Single-Stranded DNA Insertion into Carbon Nanotubes by Electro- and Dielectro-Phoresis", Abstract of the 210th Meeting of the Electrochemical Society, (CD-ROM, 1814), Cancun/Mexico, 29 Oct. - 3 Nov., 2006.

● 板谷研究室（応用化学専攻電気化学分野）

Electrochemical Science and Technology, Department of Applied Chemistry

1. SiO₂の静電容量測定
Measurement of Capacitance of SiO₂

有機半導体トランジスタにとって、絶縁膜(SiO₂)は重要であるため、その静電容量値を知ることが重要である。そこで、我々は庭野研究室と共同で、変位電流測定を行い、その値が、トランジスタ物性の測定結果と良く一致した。

Capacitance of SiO₂ is an important factor for organic semiconductor, so that it is important to precisely measure it. Then, we have measured the capacitance of SiO₂/Si(100) by alternating current method with the collaboration of the laboratory of Prof. Niwano, and the measured value agrees with the characteristic of the transistor.

2. フラーレンを用いた有機トランジスタ作製
Fabrication of organic transistor of C₆₀

n-型有機半導体の開発は、有機トランジスタの応用において非常に重要である。そのため、我々は、真空蒸着法によりn型有機半導体であるフルーレンの作製を真空蒸着法により行った。

Development of n-type semiconductor is becoming an important issue for the application of organic transistor, for example, solar cell. For this purpose, we have tried the fabrication of n-type organic semiconductor, fullerene, by vacuum evaporation.

【国際会議発表】

1. K. Itaya, "Surface Structures of Pentacene Thin Films Using NC-AFM", Proceedings of 9th International Conference on Non-Contact Atomic Force Microscopy, p.105, Kobe, 17 July, 2006.

6. 参考資料

- 6-1 施設のクリーンルームと装置の概要
- 6-2 ナノ・スピンの実験施設の利用について
- 6-3 施設の利用状況（平成18年度）
- 6-4 ナノ・スピン工学研究会
国際シンポジウム プログラム

6-1 施設のクリーンルームと装置の概要

本施設は施設の目標を達成するため多くの最先端の装置を有し、実験に供しています。これらの装置は、各担当研究室が保守運営にあたり、利用者に開放されています。

以下、本施設の装置の一覧を示します。

(凡例: □: 共通利用対応装置, ■: 共通利用対応可能なプロジェクト用装置)

a-1) ナノ・スピ電子ビーム・リソグラフィ装置

■ ナノ・スピ電子描画システム

日本電子 JBX-9300SA

●用途 ナノスケールのパターン描画

●性能 加速電圧: 100 kV

最小線幅: 20 nm

ウエハサイズ: 5mm 角~300mmφ

設置場所 ナノ・スピ実験施設 モレキュラークリーンルーム 電子ビーム露光室

担当研究室 ナノ・スピ実験施設 共通部

■ ナノ・スピ縮小投影露光システム

ニコン NSR-2005i10C

●用途 縮小投影露光による微細レジストパターンの形成

●性能 露光光源: i線

投影倍率: 1/5

ウエハサイズ: 33mmφ、2 インチφ

レチクルサイズ: 6インチ角

設置場所 ナノ・スピ実験施設 モレキュラークリーンルーム 電子ビーム露光室

担当研究室 ナノ・スピ実験施設 共通部/中島・佐藤研究室

□ マスク電子ビーム描画装置(マスク EB)

日本電子 JBX-7000MV(A)

●用途 マスク作製及びウエーハ直描用 可変面積型電子ビーム露光装置

●性能 加速電圧: 20 kV

ビーム電流密度: 0.6 A/cm²

ビーム径: Max 4 μm²

図形精度: 0.05 μm

最小寸法: 0.5 μm

マスクサイズ: 2.5、5、6 インチ

ウエハ径: 2、3 インチ

設置場所 旧施設1号棟

担当研究室 ナノ・スピ実験施設 共通部

□ 自動塗布ベーク (調整中)

キャノン CDS-630

●用途 2インチウエハに HMDS 処理→塗布→ベークまたは現像→ベークを連続でかつ自動 (Cassette to Cassette)で施すことができる。

●性能 2系統のポジレジストを2インチウエハ上に 1.0±0.02mm の面内膜厚均一性で塗布することができる (TSMR-8900, 25cp を想定)。

スルーputは塗布; 約40分/25枚、

現像; 約40分/25枚。

設置場所 旧施設1号棟

担当研究室 ナノ・スピ実験施設 共通部

□ 大規模回路検査用顕微鏡

キャノン CDS-630

- 用途 ウェハ表面の観察、写真撮影 マスク検査
 - 性能
 - ・光学顕微鏡部(オリンパス BH3-MJL)
 - キセノン光源
 - 対物レンズ 5×、10×、20×、50×、100×、250×
 - 分解能 0.20mm
 - ・写真撮影装置部(オリンパス PM-10AK)
 - ・テレビカメラシステム(オリンパス U-VPT)
 - ・計測システム(オリンパス UM-40)
 - ・除振台(TC-56)
- 設置場所 ナノ・スピンの実験施設 モレキュラークリーンルーム 電子ビーム露光室
担当研究室 ナノ・スピンの実験施設 共通部

□ 自動洗浄装置 (調整中)

カイジョー RT-869

- 用途 2 インチ, 33mmφ Si ウェハ洗浄用
 - 性能 硫酸過水洗浄槽 2 槽、塩酸過水洗浄槽 1 槽、温水槽 3 槽、水洗槽 1 槽。
キャリアにセットしたウェハを自動洗浄可能。
- 設置場所 旧施設 1 号棟
担当研究室 ナノ・スピンの実験施設 共通部

□ 測長 SEM(電子線顕微鏡)

日本電子 JSM6401F

- 用途 薄膜表面極微細構造解析
 - 性能
 - ・2次電子像分解能
(加速電圧 30kV) : 1.5 nm 保証
(加速電圧 10kV) : 6.0 nm 保証
 - ・反射電子像分解能
(加速電圧 30kV) : 3.0 nm 保証
 - ・倍率
ズーム(MAG) : 10×(WD39mm)~500,000×
プリセット(INST MAG) : 可能
(ズーム倍率→プリセット倍率、瞬時切り換え)
 - ・プローブ電流 $10^{-12} \sim 10^{-10}$ A
- 設置場所 ナノ・スピンの実験施設 4 階 408 室
担当研究室 ナノ・スピンの実験施設 共通部

□ ステッパー

キャノン FPA-1550M II

- 用途 レチクルパターンの縮小投影露光
 - 性能 解像度 0.6 ミクロン(TSMR-8900)
オートアライメント精度 0.15 ミクロン(3s)
NA0.43、縮小率 5:1
- 設置場所 旧施設 1 号棟
担当研究室 ナノ・スピンの実験施設 共通部

□ サブミクロンマスクアライメント

カールズス MJB 3

- 用途 リソグラフィ技術を用いて半導体基板等に微細パターンを高い重ねあわせ精度で加工する。
- 性能
 - ・ウェハーサイズ 最大 3インチ
 - ・露光光源 高圧水銀350Wランプ
 - ・IRアライメント IR透過光を用いた裏面アライメントが可能。
 - ・解像度 0.4μm

設置場所 ナノ・スピンの実験施設 モレキュラークリーンルーム 電子ビーム露光室
担当研究室 大野・大野・松倉研究室

□ マスクアライナ

キャノン PLA-501

●用途 レチクルガラス原板上に描かれた電子回路パターンを1対1の等倍でウエハ上に投影露光する装置です。

●性能 光源に高圧水銀ランプを用いて、数ミクロンサイズのパターン転写が可能です

設置場所 ナノ・スピンの実験施設 モレキュラークリーンルーム 電子ビーム露光室
担当研究室 ナノ・スピンの実験施設 共通部

□ 接触表面段差計

ULVAC Dektak 6m

●用途 半導体微細構造などの表面形状観察

●性能 ・スキャン方式 リニアスキャン
・垂直方向分解能 5Å
・走査距離 50mm～30mm
・触針圧 10～50mgf(調整可)

設置場所 ナノ・スピンの実験施設 モレキュラークリーンルーム 電子ビーム露光室
担当研究室 ナノ・スピンの実験施設 共通部

a-2) 化合物半導体プロセス装置関係

□ 化合物 MBE

VG V80H

●用途 化合物半導体薄膜(GaAs/AlAs, InAs/GaSb)のエピタキシャル成長

●性能 ・ウエハサイズ 2インチ(最大3インチ) 任意形状(In 半田付け)
2インチあるいは2インチウエハの1/4(In Free)
・蒸着源 成膜室1 Ga, In, Al × 2, As × 2, Sb, Si, Be, (Te)
成膜室2 Ga, Al × 2, As, Si

設置場所 ナノ・スピンの実験施設 モレキュラークリーンルーム 化合物半導体プロセス室
担当研究室 大野・大野・松倉研究室

□ SiO₂ 堆積用プラズマCVD装置

日本真空

●用途 SiO₂の成膜

●性能 ・到達真空度:
反応室: 3×10^{-7} Torr 以下。
準備室: 2×10^{-6} Torr 以下
・基板加熱 最高 400°C
・反応ガス種 SiH₄, N₂O
・膜厚分布 2インチウエハ内で±4%以下

設置場所 ナノ・スピンの実験施設 モレキュラークリーンルーム 化合物半導体プロセス室
担当研究室 大野・大野・松倉研究室

□ Si₃N₄ 堆積用プラズマCVD装置

日本真空

●用途 化合物半導体基板への絶縁膜(シリコン窒化膜)の形成

●性能 ・処理能力
φ2インチ基板 1枚/バッチ
φ33 基板 1枚/バッチ
不定形試料には、基板用ホルダを変えることで対応
・基板加熱温度 反応室 最高 400°C
準備室 最高 300°C
・RF電力 発振周波数 13.56MHz

最高 200W

・導入ガス SiH₄、NH₃、Ar、N₂、O₂

設置場所 ナノ・スピニング実験施設 モレキュラークリーンルーム 化合物半導体プロセス室

担当研究室 大野・大野・松倉研究室

□ 多目的電子ビーム蒸着装置

日本真空

●用途 化合物半導体にp型及びn型電極材料を電子ビーム・抵抗加熱で蒸着し、熱処理を行う。

●性能 ・n型金属蒸着用電子ビーム蒸着装置

ウェハサイズ 不定形(最大2インチ)

電子ビーム蒸着源数 1

抵抗加熱蒸着源数 2

・p型金属蒸着装置

ウェハサイズ 不定形(最大2インチ)

蒸着源数 3

・n/p型用赤外線熱処理装置

ウェハサイズ 不定形(最大2インチ)

加熱温度 900°C±5°C以内

雰囲気ガス 窒素、アルゴン、水素

設置場所 ナノ・スピニング実験施設 モレキュラークリーンルーム 化合物半導体プロセス室

担当研究室 大野・大野・松倉研究室

□ イオン発生システム (ECR エッチャ)

日本真空

●用途 Cl₂ガスを用いた化合物半導体等の異方性エッチング

●性能 ・チャンバ構成 エッチング室、ロードロック室

・到達真空度 10⁻⁸Torr 台

・動作圧力 10⁻³~10⁻⁵Torr

・基板サイズ 2インチ、及び不定形

・エッチング速度 ~2000Å/min(GaAs)

・エッチング分布 2インチ基板内±10%以下

・基板冷却 基板ホルダー水冷式

・イオン源 ECRパケット型

・イオンエネルギー 200~1000V

・プロセスガス Cl₂、Ar、O₂

設置場所 ナノ・スピニング実験施設 モレキュラークリーンルーム 化合物半導体プロセス室

担当研究室 大野・大野・松倉研究室

□ 絶縁膜用ドライエッチング装置(RIE)

日本真空

●用途 化合物半導体ウェハー上のシリコン窒化膜、シリコン酸化膜のエッチング

●性能 ・ガス種 CF₄、O₂、H₂

・到達圧力 1.3×10⁻⁵Pa 以下

・プロセス圧力 0.67~13.3Pa 以下

・基板冷却機構 -30°C~25°C

・基板処理枚数 φ2インチ基板×1枚/バッチ

設置場所 ナノ・スピニング実験施設 モレキュラークリーンルーム 化合物半導体プロセス室

担当研究室 大野・大野・松倉研究室

□ 半導体パラメータアナライザ

ソニーテクトロニクス

●用途 半導体電子デバイス等の電気的特性の評価

●性能 ・ソースモニタユニット数 6

・分解能 8mV 4fA

・最大電圧・電流 200V 100 mA
・カーブトレーサモード可
設置場所 ナノ・スピンの実験施設 4 階 408 実験室
担当研究室 大野・大野・松倉研究室

a-3) シリコンプロセス装置関係

■ ナノヘテロ界面処理加工システム

●用途 Si-Ge-C 系半導体ナノヘテロ構造形成及びその界面処理などの加工を行う。
●性能 Si-Ge 系薄膜のエピタキシャル成長や不純物ドーピングが可能。
300-1100°C での各種ガス雰囲気中での熱処理が可能。
設置場所 ナノ・スピンの実験施設 モレキュラークリーンルーム シリコンプロセス室
担当研究室 室田・櫻庭研究室

■ ナノヘテロ分析システム

●用途 Si-Ge-C 系半導体ナノヘテロ構造の高精度分析を行う。
●性能 Si-Ge-C 系半導体ナノヘテロ構造の原子結合・歪状態(レーザラマン分光システム)、薄膜積層構造(分光エリプソメータ)、電気抵抗(4探針法抵抗率測定器)の評価分析が可能。
設置場所 ナノ・スピンの実験施設 モレキュラークリーンルーム シリコンプロセス室
担当研究室 室田・櫻庭研究室

□ X 線光電子分光装置 (ESCA)

SST SSX - 100

●用途 表面元素分析用
●性能 最高エネルギー分解能 0.69eV (Au_{4f7/2})、最小分析領域 270 ミクロン以下、感度 10 万カウント/秒以上。
設置場所 ナノ・スピンの実験施設 モレキュラークリーンルーム シリコンプロセス室
担当研究室 室田・櫻庭研究室

□ 半導体電気磁気複合特性測定システム

HP 他組上システム

●用途 直流ホール効果測定用
●性能 磁場強度 6.9kOe(ギャップ 60mm 時)。クライオスタットにより試料台温度を 10K まで冷却可能。
設置場所 ナノ・スピンの実験施設 A316 室
担当研究室 室田・櫻庭研究室

□ 減圧 CVD 装置

日立国際電気

●用途 Si、Ge、Si₃N₄ 等の成膜用
●性能 拡散炉タイプの減圧 CVD 装置 2 チューブタイプ。
550°C での Si-Ge 系の選択エピタキシャル成長可能。
設置場所 ナノ・スピンの実験施設 モレキュラークリーンルーム シリコンプロセス室
担当研究室 室田・櫻庭研究室

□ 常圧 CVD 装置

●用途 熱 CVD 法により SiO₂、PSG、BSG の薄膜形成を行う。
●性能 200~400°C での熱 CVD 法により、SiO₂、PSG、BSG を形成可能 (2 チャンバー)。
バッチ内膜厚分布 ±5% 以内。
設置場所 ナノ・スピンの実験施設 モレキュラークリーンルーム シリコンプロセス室
担当研究室 室田・櫻庭研究室

□ Si 系 RIE

●用途 シリコン加工用ドライエッチング装置(アネルバ EMR510 特)

Si 基板上の Si 系半導体のエッチングを行う。
SiO₂ 加工用ドライエッチング装置(アネルバ DEM-451 特)
Si 基板上の Si および SiO₂ のエッチングを行う。
メタル加工用ドライエッチング装置(アネルバ L-451DA-L)
Si 基板上の金属のエッチングを行う。

- 性能 シリコン加工用ドライエッチング装置
Si 基板上の Si 系半導体のエッチングが可能(ECR 型)。最大 6 インチウエハ。試料皿にのる不定形ウエハ可能。補助磁場印加、RF バイアス印可可能。
導入ガス: Cl₂、SiCl₄、BCl₃、SF₆、O₂、H₂、N₂、Ar
SiO₂ 加工用ドライエッチング装置
Si および Si 基板上の SiO₂ のエッチングが可能 (RF 励起平行平板型)。
導入ガス: CF₄、SF₆、O₂、H₂、N₂、Ar
メタル加工用ドライエッチング装置
Si 基板上の金属のエッチングが可能 (RF 励起平行平板型)。
エッチング室用ガス: N₂、Ar、H₂、BCl₃、SiCl₄、Cl₂、CF₄、SF₆、O₂
アッシング室用ガス: O₂、N₂

設置場所 ナノ・スピニング実験施設 モレキュラークリーンルーム シリコンプロセス室
担当研究室 室田・櫻庭研究室

□ 原子スケール評価分析システム (AFM/STM) オミクロン

- 用途 半導体プロセスの原子スケール評価分析等用。
- 性能 超高真空 STM、コンタクトモード AFM、ノンコンタクトモード AFM。
LEED、オージェ、XPS 等可能。試料通電加熱可能。
装置接続延長管付

設置場所 ナノ・スピニング実験施設 モレキュラークリーンルーム シリコンプロセス室
担当研究室 室田・櫻庭研究室

□ 高スループットイオン注入装置 (調整中) 日新電機 NH-20SP

- 用途 半導体デバイス作製に不可欠である Si ウエハ等への不純物イオン注入
- 性能 加速電圧: 10~200 kV
ビーム安定性: ±10%/h 以下
注入均一性: $\sigma/x \leq 0.5\%$ (面内)
 $\sigma/x \leq 0.5\%$ (再現性)
ガスボックス: 4 系統
ウエハサイズ: 6"、2" (アダプタ使用)、33mmφ (")
処理能力: 150 枚/h 以上 (10 秒注入時)

設置場所 PCR

a-4) 配線プロセス関係

■ ナノ・スピニングメタルスパッタリングシステム アネルバ EVP-38877

- 用途 半導体集積プロセスにおける配線用 Al/Ti 薄膜の成膜
- 性能 ターゲット材 Al-Si(1%)、Ti
基板ホルダ 33 ミリφ、2 インチφ、4cm 角以下のカットウエハ等
処理枚数 33 ミリφ ウエハ 25 枚/ロット
膜厚分布 φ 200 ミリ内 ±5% 以内
到達真空度 3×10^{-6} Pa (スパッタ室)

設置場所 ナノ・スピニング実験施設ウルトラクリーンルーム
担当研究室 中島・佐藤研究室

■ アナライザー アジレント HP-4156C

- 用途 トランジスタの電圧-電流特性等各種電子デバイスの電気特性の測定
- 性能 高分解能電圧電流ソース・モニタ・ユニット(1fA/2 μ V-100mA/100V) × 4
電圧測定ユニット × 2
電圧源ユニット × 2

設置場所 ナノ・スピンの実験施設 2 階 212 室
担当研究室 中島・佐藤研究室

■ ボンダー ウェストボンド 7476D

- 用途 集積化チップとパッケージ間の信号線配線
- 性能 ワイヤー Al, Au
最大倍率 60 倍の可変ズーム顕微鏡
始点・終点の超音波出力/発生時間の独立設定が可能
パッケージの加熱可能

設置場所 ナノ・スピンの実験施設 4 階 408 室
担当研究室 中島・佐藤研究室

■ マスクアライナー カールズス MJB4

- 用途 集積回路試作用フォトリソパターン形成
- 性能 基板サイズ 5mm 角から最大 4 インチ角
マスクサイズ 2 インチ角から 5 インチ角
紫外線露光照射度 25mW/cm²
露光分解能 0.8 μ m ライン/スペース(バキュームコンタクト時)

設置場所 ナノ・スピンの実験施設ウルトラクリーンルーム
担当研究室 中島・佐藤研究室

□ スパッタ装置 アネルバ

- 用途 高密度金属配線形成、金属電極形成、
シリサイド用高融点金属薄膜形成
- 性能 ϕ 4"カソード × 3 基
最大搬送基板サイズ: ϕ 4"
基板加熱: MAX350°C
到達真空度: 3×10^{-6} Pa 以下

設置場所 ナノ・スピンの実験施設ウルトラクリーンルーム
担当研究室 中島・佐藤研究室

□ 熱処理炉 東京エレクトロン

- 用途 ゲート酸化膜、フィールド酸化膜の形成、
SiO₂、PSG などの熱処理、イオン注入後の熱処理、
シンタリング、アロイング
- 性能 O₂、N₂、Ar、H₂、H₂+O₂ 雰囲気中での熱処理が可能。
ヒータ加熱方式
600°C~1050°C: 4 体
200°C~800°C: 2 体

設置場所 ナノ・スピンの実験施設ウルトラクリーンルーム
担当研究室 中島・佐藤研究室

□ 金属蒸着装置 日本シード研究所 M95-0019

- 用途 金属薄膜(アルミニウム)の蒸着(抵抗加熱型)
- 性能 蒸着源ポート数: 2

対応ウェハサイズ: 33mmφ、2”、6”、8”
膜厚コントローラによる蒸着レートの制御が可能
基板回転機構付き

設置場所
担当研究室 中島・佐藤研究室

□ ダイシングソー

Disco

- 用途 シリコンチップおよび圧電素子等のウェハからの裁断
- 性能 ウェハサイズ: Max 6”
精度
チャックテーブル平面度: 0.005mm/152.4mm
スピンドル割出し精度:
単一ピッチ誤差: 0.003mm/152.4mm
累積ピッチ誤差: 0.005mm/152.4mm
切断スピード: 0.3 - 300mm/sec
ステージ
X: カutting範囲: 20 - 153mm
Y: インデックス範囲: 0.002 - 99.998mm
Z: 切残し範囲: 0.005 - 19.995 mm
θ: 0 - 90° ±1°

設置場所 E棟 E3室
担当研究室 中島・佐藤研究室

□ LSI テスタ

HP9494

- 用途 アナログ及びデジタル LSI チップの動作測定・検証
- 性能 HP9494A ミックスドシグナル LSI テストシステム
30MHz 12Bit 任意波形発生器
1MHz 16Bit デジタイザ

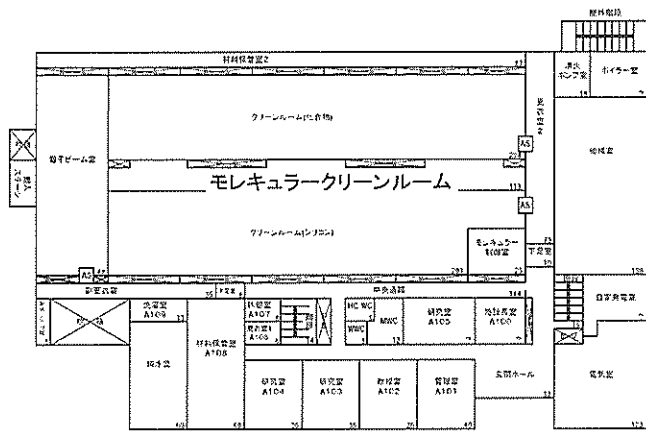
設置場所 ナノ・スピン実験施設 2階 212室
担当研究室 中島・佐藤研究室

□ CAD システム

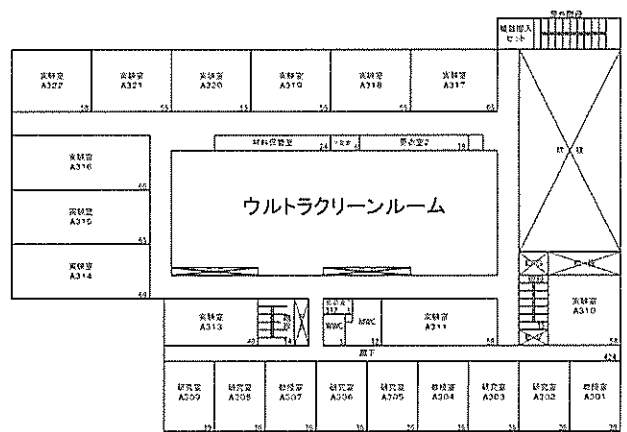
セイコー電子 SX-9000

- 用途 集積回路パターン作製用 CAD
- 性能 ・SX9000 による CAD パターン作製
・JEOL52 フォーマットへの CAD データコンバート機能

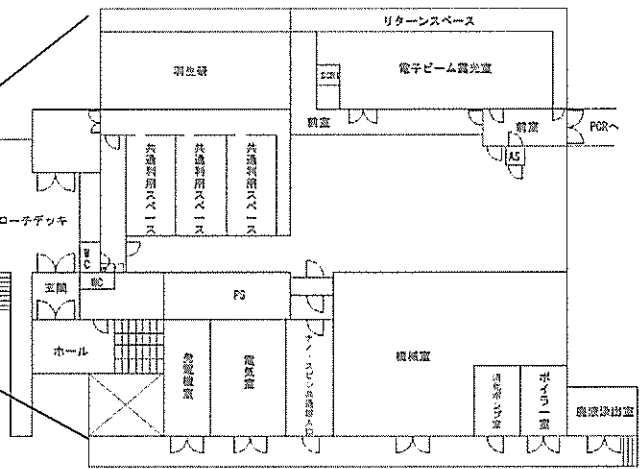
設置場所 ナノ・スピン実験施設 2階 212室
担当研究室 中島・佐藤研究室



1階平面図



3階平面図



6-2 ナノ・スピン実験施設の利用について

ナノ・スピン実験施設では、施設の各部が行う研究のほか、施設の中核研究に関連した研究、電気通信研究所共同プロジェクト研究、それ以外の施設長が認めた研究が行われています。施設では、極めて清浄なクリーンルームで最先端の設備を最高の状態で安全に使うために、利用委員会を中心に教官職員と学生がチームを組み、クリーンルームや装置の維持・保守管理を行っています。電子ビーム露光装置など共通装置の利用希望者には、装置を熟知した担当研究室の職員・学生が使用方法を説明、あるいは代わりに操作して、実験が進められるようにしています。

利用希望の方は、施設受付・案内（電話 022-217-5563）までご連絡ください。

6-3 施設の利用状況(平成18年度)

平成18年度 ナノ・スピンの実験施設 利用登録状況

(平成19年3月31日まで分)

ナノ・スピン実験施設

利用登録	研究室名	利用責任者		人数
A	大野研	大野裕三	大野英男教授 大野裕三助教授 松倉助教授 池田助教授 大谷助手 (研究員)森田 早川 北谷川 千葉 小野一修 Yang 李永珉 森安 李賢準 (D3)山ノ内 (D2)松坂 (D1)全京仁 (M2)山尾 大西 近藤 播磨 福田 (M1)坂本 西谷 MOHAMED (B4)遠藤 小野真証	28
A	室田研	櫻庭政夫	室田教授 櫻庭助教授 竹廣助手 (研究員)石橋 伊関 (D3)巖 (D2)菅原 千葉 (D1)金 (M2)金井 Bantaculo (M1)秋山 瀬尾 丹野 (B4)平野 川島 (研究生)Shobhit	17
A	庭野研	木村康男	庭野教授 木村助手 平野助手 嶋脇八戸工大助教授+B登録 (研究員)Suhana (D3)小川 宮本 (D2)石橋 (D1)山口 (D2)葦+板谷研 (M2)伊藤 沼沢 三好 山本 津波 (M1)大場 勝間田 小野寺 亀井 田中 (B4)佐藤 島倉 武藤	23
A	中島研	佐藤茂雄	佐藤茂雄助教授 早川助手 小野美助手 中島健介弘前大教授+B登録 (研究員)金城 山田 (D3)末永 (M1)北野 北島 前波	10
A	枝松研	小坂英男	枝松教授 三森助手 (研究員)新井 (PD)久津輪 (M2)金城 (D1)上野	6
A	共通部	佐々木龍太郎	目黒特別教育研究教員 佐々木龍太郎技術職員	2
A	宮崎研	大野裕三	大兼助手 (研究員)大坊 (D3)桜庭 (M2)服部 窪田	5
A	川崎研	大野裕三	(研究員)塚崎 上野	2
A	新田研	好田誠	A:好田助手 B:(M1)阿部 (B4)国橋 大津	4
A	尾辻研	末光哲也	A:末光哲也助教授 B:MEZIANI助手 (D3)花邊 (M2)西村 (M1)金子 細野 半田	7
B	水野研	水野皓司	水野客員教授	1
B	坪内研	坪内和夫	(D1)青田 (M2)佐久 (M1)谷藤	3
B	伊藤(弘)研	宮本克彦	宮本助手 (研究員)長能 (M2)杉山	3
B	舩岡研	中村広記	中村助手 (D2)日高 (M2)大場 富澤	4
B	青井研	島津武仁	島津助教授 寒河江技術職員(研究員)上口 大沢 高橋 山田 川戸 (D1)三塚	8
B	NICHe	今泉文伸	諏訪助手 程助手 (研究員)中澤 (D3)濱田* 田中* 若松* 樋口** (D2)磯貝** (D1)今井** (M2)黒田** (M1)荒谷** 藤田** (B4)船山** 熊谷** 鏡** (*高橋研 **須川研)	15
B	高橋研	小川智之	(研究員)芦澤 (D3)長谷川 磯上 (M2)中坂 大山 (M1)半田	6
B	山口研	山口正洋	(M2)福島 石井 小屋 山田 (B4)北村 岡 鳥塚	7
B	佐橋研	土井正晶	三宅助手 (M2)遠藤 (M1)白藤	3
B	遠藤研	遠藤哲郎	(M2)門間 (M1)田中 (B4)鈴木	3
B	末光研	遠藤哲郎	(M2)羅	1
B	石山研	石山和志	(M1)加藤	1
B	伊藤(隆)研	黒木伸一郎	黒木助手 (D1)朱 藤井 野村 (M1)多胡 蔭 (B4)沼田	7
B	江刺研	田中秀治	(D3)チエ	1
B	島山研	金子俊郎	(PD)Li 岡田 (D2)加藤 (D1)平井 (M2)阿部重幸 森尾 (M1)内田 遠藤 穴戸	9
B	板谷研	野田浩之	(研究員)坂田 (M2)石田	2
B	米田研	道祖尾恭之	(D3)古橋	1

計 179

共通利用対応装置 利用時間

装置名 (Aは共通利用対応、Pはプロジェクト対応)	平成16年3月1日から平成19年2月28日まで																				合計																										
	M/P	M/P	M/P	M/P	M/P	M/P	M/P	M/P	M/P	M/P	M/P	M/P	M/P	M/P	M/P	M/P	M/P	M/P	M/P	M/P		小計																									
大野・大野・松倉研	61	119	194	20	14	217	43	11													4543	5933	9881																								
森田・松倉研																																															
森田・小谷研	17		5																																												
森田・小谷研	595					4	29																																								
森田・小谷研	252					327	278																																								
宮崎研 (応用物理学専攻)						73	113																																								
川崎研 (金属材料研究所)																																															
新田研 (知能メカニクス材料専攻)																																															
藤江・米光研	24					22	1																																								
水野・米光研																																															
坪内・中根研																																															
伊藤 (私)・四方研																																															
伊藤研																																															
菅井・島津技術研																																															
大倉研 (東洋科学共同研究センター)	375					286	2																																								
高橋・角田研																																															
山口研																																															
佐藤・井井研																																															
遠藤助教研	30																																														
米光研																																															
石山助教研																																															
江村 (私)・小谷研																																															
江村 (私)・小谷研																																															
高田・高野研																																															
高田・高野研																																															
藤谷研 (応用化学専攻)																																															
計	1316	1231	657	593	14	428	920	35	0	243	0	617	1339	0	76	282	121	76	0	2089	0	119	420	72	43	2610	50	55	294	552	443	183	256	1886	112	30	195	208	20	74	64	664	60	56	17564	2596	43470

※空白・横線等の利用時間に含まれる。
※数字のみの利用時間に含まれる。

共通利用対応装置 保守時間

平成18年3月1日から平成19年2月28日まで

装置名 (Aは共通利用対応、Pはプロジェクト対応)	平成18年3月1日から平成19年2月28日まで													小計	合計	
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			
大野・大野・稲倉研														190	541	241
宮田・稲庭研														63	167	230
稲野研														4	66	70
中島・佐藤研														5	63	101
林松・小坂研														4	0	0
池田助教研														0	0	0
池田共同部														0	0	0
京福研(応用物理学専攻)														252	0	252
川崎研(金属科学研究)														0	138	138
新田研(知能デバイス科学研究)														0	0	0
尾辻・末光研														0	0	0
水野客員研														0	0	0
坪内・中根研														0	0	0
伊藤(私)・四方研														0	0	0
畑田研														0	0	0
梶井・島津長研簡潔室														0	0	0
大見研(金属材料共同研究センター)														0	48	48
山口研														0	0	0
高橋・角田研														0	0	0
佐藤・土井研														0	0	0
栗原助教研														0	0	0
末光研														0	0	0
石山助教研														0	0	0
伊藤(後)・小谷研														0	0	0
江野・小野・田中研(ナノメカニクス専攻)														0	0	0
尾山・金子研														0	0	0
坂田研(応用化学専攻)														133	101	132
計														190	650	1132

6-4 ナノ・スピニング研究会

21世紀に求められる高度な情報通信の実現には、ナノテクノロジーに基づく材料デバイス技術からシステム構築までの総合科学が必要である。「ナノ・スピン実験施設」は、この情報通信を支える総合科学技術の中の、ナノテクノロジーに基づいた電子の電荷・スピンを駆使する基盤的材料デバイス技術の研究を総合的・集中的に推進することを目的に、本研究所附属研究施設として平成16年4月1日に設置された。本研究会は、この施設を中心に展開して得られた成果にもとづき、広くナノエレクトロニクス・スピントロニクスに関連した科学技術に関して十分論議することを目的としている。平成 18 年度は以下の講演会を実施した。

第19回 平成18年7月4日

「Anisotropic thermopower and planar Nernst effect in (Ga, Mn)As」

Professor Jing SHI Department of Physics, University of California-Riverside, USA

東北大学電気通信研究所 客員教授

第20回 平成18年8月7日

「'Nano-earthquakes' in double quantum dots」

Dr. Wilfred G. van der Wiel NanoElectronics Program, MESA+ Institute for

Nanotechnology, University of Twente, The Netherlands

第21回 平成18年10月23日

「全シリコン量子コンピュータの実現」

伊藤公平助教授 慶応義塾大学理工学部

第22回 平成19年2月15日

「高純度同位体 ^{30}Si を用いたシリコン自己拡散の研究—格子間シリコン原子の拡散係数の決定—」

松本智教授 慶應義塾大学理工学部

「Si 太陽電池のあるべき姿」

阿部孝夫 信越半導体(株)半導体磯部研究所・研究主幹

第23回 平成19年3月1日

「Maxwell-Wagner 効果素子としての有機 FET と光第2次高調波による電界分布測定」

岩本光正教授 東京工業大学大学院・理工学研究科

WORKSHOP SCIENTIFIC PROGRAM

Monday, October 2, 2006

Session 0: Opening Session 09:50-10:00

- 09:50-10:00 **Introductory**
Junichi Murota,
Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical
Communication, Tohoku Univ., Japan

Session 1: Invited Session (1) 10:00-12:00 (4F Conference Room)

- 10:00-10:30 I-01: “**SiGe:C BiCMOS Technologies for High Frequency Applications**”,
Bernd Tillack, Bernd Heinemann, Dieter Knoll, Holger Rütcker, Gerhard Fischer,
Wolfgang Winkler, Wolfgang Mehr,
IHP, Germany
- 10:30-11:00 I-02: “**MMICs using SiGe BiCMOS**”,
Katsuyoshi Washio, Nobuhiro Shiramizu, Toru Masuda,
Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd., Japan
- 11:00-11:30 I-03: “**Mobility-Enhanced Device Technologies Using SiGe/Ge MOS Channels**”,
Shinichi Takagi^{1,2}, T. Tezuka³, T. Irisawa³, S. Nakaharai³, N. Hirashita³, Y. Moriyama³, K.
Usuda³, K. Ikeda³, N. Taoka³, Y. Yamashita³, M. Harada³, T. Maeda¹, T. Yamamoto³ and
N. Sugiyama³,
¹MIRAI-AIST, ²Univ. Tokyo, ³MIRAI-ASET, Japan
- 11:30-12:00 I-04: “**Strained Heterostructure p-MOSFETs**”,
Cait Ní Chléirigh, I. Åberg, G. Xia, J. L. Hoyt,
Microsystems Technology Laboratories, Department of Electrical Engineering and
Computer Science, MIT, USA
- 12:00-13:20 **Lunch**

Session 2: Short Presentation (1) 13:20-14:20 (4F Conference Room)

- 13:20-13:24 P-01: “**Strain and Conductivity Behavior of Stripe Patterned Si/Si_{1-x}Ge_x/Si(100) Heterostructures**”
J. Uhm, M. Sakuraba, J. Murota,
Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical
Communication, Tohoku Univ., Japan
- 13:24-13:28 P-02: “**Fabrication of Sub-100-nm Gate-Length SiGe-Heterochannel MOSFETs with In-Situ Doped Selectively Epitaxial SiGe Source/Drain**”,
S. Takehiro¹, M. Sakuraba¹, T. Tsuchiya², J. Murota¹,
¹Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical
Communication, Tohoku Univ., ²Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering,
Shimane Univ., Japan
- 13:28-13:32 P-03: “**Mobility and 1/f Noise Dependence on In-plane Channel Direction of SiGe Channel PMOSFETs**”,
Masato Toita, Tomohiko Chiaki,
Asahi Kasei Microsystems, Japan
- 13:32-13:36 P-04: “**Low Temperature Formation of SiGe/Glass Structures for System-in-Display Application**”,
M. Miyao, H. Kanno, T. Sadoh,
Department of Electronics, Kyushu Univ., Japan

WORKSHOP SCIENTIFIC PROGRAM
Monday, October 2, 2006

- 13:36-13:40 P-05: **"Formation of High Quality SiGe Virtual Substrate for Strained SOI Application"**,
M. Tanaka, T. Sadoh, M. Miyao,
Department of Electronics, Kyushu Univ., Japan
- 13:40-13:44 P-06: **"Gas-source MBE of 3C-SiC(111) on Si(110) substrate using organosilane"**,
A. Konno¹, M. Suemitsu¹, Y. Narita², T. Ito¹, K. Yasui³, H. Nakazawa⁴, T. Endoh⁵,
¹Center for Interdisciplinary Research, Tohoku Univ., ²Kyushu Institute of Technology,
³Dept. Electrical Engineering, Nagaoka Univ. Technology, ⁴Department of Materials
Science and Technology, Hirosaki Univ., ⁵Research Institute of Electrical and
Communication, Tohoku Univ., Japan
- 13:44-13:48 P-07: **"Scanning-tunneling-microscope observation on initial oxidization at Si surfaces"**,
Y. Takahashi¹, H. Togashi¹, A. Kato¹, H. Asaoka², A. Konno¹, M. Suemitsu¹, Y. Teraoka²,
A. Yoshigoe²,
¹Center for Interdisciplinary Research, Tohoku Univ., ²Japan Atomic Energy Agency,
Tokai, Japan
- 13:48-13:52 P-08: **"Oxygen uptake during ultraviolet-ozone oxidation of HF-treated Si(110) surfaces"**,
S. Hasegawa¹, T. Nakano¹, K. Ohmura², H. Matsuzawa², S. Asami³, M. Suemitsu¹,
¹Center for Interdisciplinary Research, Tohoku Univ., ²NEC-TOKIN, ³Sendai National
College of Technology, Japan
- 13:52-13:56 P-09: **"Low-Temperature Growth of Highly Crystallized Poly-Si Thin Films on polyethylene-terephthalate (PET)"**,
M. Matsumoto¹, M. Suemitsu¹, T. Yara², S. Nakajima², T. Uehara², Y. Toyoshima³, S.
Itou⁴,
¹Center for Interdisciplinary Research, Tohoku Univ., ²Sekisui Chemicals Co. Ltd.,
³Energy Technology Research Institute, AIST, ⁴Institute for Materials Research, Tohoku
Univ., Japan
- 13:56-14:00 P-10: **"Strain Relaxation of Strained-Si Layers on (001) Si_{1-x}Ge_x-on-Insulator Substrates due to Misfit Dislocations"**,
N. Hirashita¹, Y. Moriyama¹, E. Toyoda², N. Sugiyama¹, S. Takagi³,
¹MIRAI-ASET, ²Toshiba Ceramics Co., Ltd., ³MIRAI-AIST, Japan
- 14:00-14:04 P-11: **"Reduction of dislocation density in SGOI structures by two step oxidation and condensation method"**,
N. Sugiyama¹, S. Nakaharai¹, N. Hirashita¹, T. Tezuka¹, Y. Moriyama¹, K. Usuda¹, S.
Takagi^{2,3},
¹MIRAI-ASET, ²MIRAI-AIST, ³Univ. Tokyo, Japan
- 14:04-14:08 P-12: **"Oxidation and Reduction of GeO_x/Ge and GeO_x/Si in O₂ and N₂ Annealing"**,
H. Nomura, T. Takahashi, T. Nishimura, K. Kita, A. Toriumi,
Department of Materials Engineering, Univ. Tokyo, Japan
- 14:08-14:12 P-13: **"Ge MIS Characteristics with GeN_x and GeON Layers Nitrided by Atomic Nitrogen Irradiation"**,
T. Takahashi, H. Nomura, T. Nishimura, K. Kita, A. Toriumi,
Department of Materials Engineering, Univ. Tokyo, Japan
- 14:12-14:16 P-14: **"Subtleties in the epitaxial growth of Ge/Si nanstructures revealed by Raman scattering in combination with stable isotopes tracing"**,
O. Moutanabbir, S. Miyamoto, K. M. Itoh,
Department of Applied Physics and Physico-Informatics, Keio Univ., Japan
- 14:16-14:20 P-15: **"Current Voltage Characterization in MIM Capacitor with High-K Dielectric by the Nonlinear RC Decay Method"**,
Jung-Hsiang Lee,
Department of Electronic Engineering, Ching Yun Univ., Taiwan. R.O.C.
- 14:20-14:50 **Break**

WORKSHOP SCIENTIFIC PROGRAM

Monday, October 2, 2006

Session 3: Invited Session (2) 14:50-16:20 (4F Conference Room)

- 14:50-15:20 I-05: **“Ge MOSFETs and high k gate dielectrics: a happy marriage thanks to thin epitaxial Si layers”**,
Matty Caymax¹, F. Leys¹, A. Dimoulas², S. Van Elshocht¹, M. Houssa³, A. Delabie¹, T. Conard¹, B. De Jaeger¹, B. Kaczer¹, R. Bonzom¹, D. Nelis¹, W. Vandervorst¹, R. Loo¹, M. Meuris¹, M. M. Heyns¹,
¹IMEC, Belgium, ²MBE Laboratory, Institute of Materials Science, NCSR DEMOKRITOS, ³Deptm. Electrical Engineering, K.U. Leuven, Belgium
- 15:20-15:50 I-06: **“Interface Properties of Ge with High-k Dielectrics and Metals”**,
Akira Toriumi, Koji Kita, Tomonori Nishimura,
Department of Materials Engineering, Univ. Tokyo, Japan
- 15:50-16:20 I-07: **“Growth and application of Ge dots in DotFETs”**,
Olaf Kirfel, M. Oehme, K. Lyutovich, E. Kasper,
Institut für Halbleitertechnik, Univ. Stuttgart, Germany
- 16:20-16:30 **Break**

Session 4: Invited Session (3) 16:30-18:00 (4F Conference Room)

- 16:30-17:00 I-08: **“Si Photonics -On chip optical interconnection and beyond-”**,
Kazumi Wada,
Department of Materials Engineering, Univ. Tokyo, Japan
- 17:00-17:30 I-09: **“Si(Ge)- based structures and materials for spintronic applications: from MRAM to ferromagnetic semiconductors”**,
Vinh Le Thanh, S. Olive-Mendez, L. Michez, J. Derrien,
CRMCN-CNRS, Univ. Méditerranée, Campus Luminy, France
- 17:30-18:00 I-10: **“Control of Electronic Charged States of Si-based Quantum Dots for Floating Gate Application”**,
Seiichi Miyazaki, K. Makihara, M. Ikeda,
Graduate School of Advanced Sciences of Matter, Hiroshima Univ., Japan

Banquet : 19:00-21:00 (Hotel Bel Air 1F)

WORKSHOP SCIENTIFIC PROGRAM
Tuesday, October 3, 2006

Session 5: Short Presentation (2) 08:45-09:41 (4F Conference Room)

- 08:45-08:49 P-16: **“B Atomic Layer Formation on Si_{1-x}Ge_x(100) by Ultraclean LPCVD System”**
K. Ishibashi, M. Sakuraba, J. Murota, Y. Inokuchi, Y. Kunii, H. Kurokawa,
Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical
Communication, Tohoku Univ., Japan
- 08:49-08:53 P-17: **“Highly Strained-Si/Relaxed-Ge Epitaxial Growth on Si(100) by ECR Plasma
CVD and Evaluation of Thermal Stability”**,
K. Sugawara, M. Sakuraba, J. Murota,
Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical
Communication, Tohoku Univ., Japan
- 08:53-08:57 P-18: **“Super-Critically-Thick Strained Si/SiGe CMOS Technology with
Selective-Epitaxial-Si Shallow-Trench Isolation”**,
M. Miyamoto¹, N. Sugii², Y. Yoshida¹, Y. Hoshino³, Y. Kimura², M. Kondo³, K. Ohnishi³,
¹Micro Device Division, Hitachi, Ltd., ²Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd.,
³Renesas Technology Corp., Japan
- 08:57-09:01 P-19: **“A robust design approach for optimization of SiGe selective epitaxial growth
technique”**,
S. Eguchi¹, I. Miyashita¹, S. Nagashima², R. Takada¹, Y. Kagotoshi¹, H. Toyoda², A.
Kanai¹, N. Machida¹,
¹Renesas Technology Corp., ²Renesas Eastern Japan Semiconductors Inc., Japan
- 09:01-09:05 P-20: **“Band Engineering and Process Technologies in SiGe BiCMOS for
Highly-Sensitive and High-Speed Communication LSIs”**,
Makoto Miura¹, Hiromi Shimamoto³, Reiko Hayami¹, Akihiro Kodama³, Tatsuya
Tominari², Takashi Hashimoto², Katsuyoshi Washio¹,
¹Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd., ²Micro Device Division, Hitachi Ltd.,
³Renesas Northern Japan Semiconductor. Inc., Japan
- 09:05-09:09 P-21: **“Formation of Highly-Crystallized Ge:H Films from VHF Inductively-Coupled
Plasma of GeH₄”**,
T. Sakata, K. Makihara, S. Higashi, S. Miyazaki,
Graduate School of Advanced Sciences of Matter, Hiroshima Univ., Japan
- 09:09-09:13 P-22: **“Characterization of Chemical Bonding Features of Silicon Oxynitride Films
Formed on Ge(100) Surface”**,
H. Nakagawa, A. Ohta, H. Murakami, S. Higashi, S. Miyazaki,
Graduate School of Advanced Sciences of Matter, Hiroshima Univ., Japan
- 09:13-09:17 P-23: **“Semiconductor Diode Laser Annealing of Amorphous Ge Films”**,
K. Sakaike, S. Higashi, H. Kaku, T. Sakata, H. Murakami, S. Miyazaki,
Graduate School of Advanced Sciences of Matter, Hiroshima Univ., Japan
- 09:17-09:21 P-24: **“The hole density dependence of hole mobility in compressively strained Ge
channel modulation-doped structures”**,
K. Sawano¹, Y. Kunishi¹, H. Satoh¹, K. Nakagawa², Y. Shiraki¹,
¹Research Center for Silicon Nano-Science, Advanced Research Laboratories, Musashi
Inst. Technology, ²Center for Crystal Science and Technology, Musashi Inst. Technology,
Japan

WORKSHOP SCIENTIFIC PROGRAM

Tuesday, October 3, 2006

- 09:21-09:25 P-25: “**Dislocation Structure and Strain Relaxation of SiGe and Ge Sub-micron Stripe Lines on Si(001) Substrates**”,
O. Nakatsuka¹, S. Mochizuki², A. Sakai², H. Kondo², K. Yukawa², M. Ogawa³, and S. Zaima²,
¹EcoTopia Science Institute, Nagoya Univ., ²Department of Crystalline Materials Science, Graduate School of Engineering, Nagoya Univ., ³Center for Cooperative Research in Advanced Science and Technology, Nagoya Univ., Japan
- 09:25-09:29 P-26: “**Mosaicity and Dislocations in Strain-Relaxed SiGe Buffer Layers on SOI Substrates**”,
O. Nakatsuka¹, N. Taoka², A. Sakai², S. Mochizuki², M. Ogawa³, S. Zaima²,
¹EcoTopia Science Institute, Nagoya Univ., ²Department of Crystalline Materials Science, Graduate School of Engineering, Nagoya Univ., ³Center for Cooperative Research in Advanced Science and Technology, Nagoya Univ., Japan
- 09:29-09:33 P-27: “**P atomic Layer Doping at Heterointerface of Epitaxial Si Layer and Si_{1-x}Ge_x(100) Substrate by Alternate Surface Reaction of PH₃ and Si₂H₆ in Ultraclean LPCVD**”,
Y. Chiba, M. Sakuraba, J. Murota,
Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku Univ., Japan
- 09:33-09:37 P-28: “**Thermal Stability of Nitrided Si Atomic Layer on Ge(100) Using Low Pressure CVD**”
N. Akiyama, M. Sakuraba, J. Murota,
Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku Univ., Japan
- 09:37-09:41 P-29: “**Electrical Characteristics of Hole Resonant Tunneling Diodes with High Ge Fraction Si/Strained Si_{1-x}Ge_x Heterostructures on Si(100) Grown by Low-Temperature Ultraclean LPCVD**”,
T. Seo, M. Sakuraba, J. Murota,
Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku Univ., Japan

09:41-10:00 **Break**

Session 6: Invited Session (3) 10:00-11:00 (4F Conference Room)

- 10:00-10:30 I-11: “**Formation of high quality SiGe buffers on Si and transport properties of structures grown on them**”,
Yasuhiro Shiraki,
Advanced Research Laboratories, Musashi Inst. Technology, Japan
- 10:30-11:00 I-12: “**Buffer layer technology with misfit dislocation engineering**”,
Akira Sakai¹, Osamu Nakatsuka², Masaki Ogawa³, Shigeaki Zaima¹,
¹Graduate School of Engineering, Nagoya Univ., ²EcoTopia Science Institute, Nagoya Univ., ³Center for Cooperative Research in Advanced Science and Technology, Nagoya Univ., Japan

Session 7: Poster Presentation (P-01~P-29) 11:00-12:20 (5F Hallway)

(Boards for posters are available during Workshop.)

12:20-13:20 **Lunch**

WORKSHOP SCIENTIFIC PROGRAM
Tuesday, October 3, 2006

Session 8: Regular Session (1) 13:20-15:10 (4F Conference Room)

- 13:20-13:30 “Session Introductory”,
J. Murota,
Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical
Communication, Tohoku Univ., Japan
- 13:30-13:50 O-01: “Hot-Carrier-Degradation of Hetero-Interface in SiGe/Si-Hetero-MOSFETs”
T. Tsuchiya¹, M. Sakuraba², J. Murota²,
¹Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering, Shimane Univ., ²Research
Institute of Electrical Communication, Tohoku Univ., Japan
- 13:50-14:10 O-02: “Design of intrinsic and extrinsic base process of SiGeC HBT”,
Yukihiro Kiyota¹, Hideo Yamagata²
¹SONY Corp., ²SONY Semiconductor Kyusyu., Japan
- 14:10-14:30 O-03: “Low-Temperature Formation of Fe₃Si/SiGe Structures for Spintronics
Application”,
T. Sadoh, K. Ueda, M. Kumano, M. Miyao,
Department of Electronics, Kyushu Univ., Japan
- 14:30-14:50 O-04: “SiGe Sputter Epitaxy and Its Application to Quantum Effect Devices”,
Y. Suda, H. Hanabusa, T. Kobayashi, Y. Takahashi, H. Maekawa
Graduate School of Engineering, Tokyo Univ. Agriculture & Technology, Japan
- 14:50-15:10 O-05: “Control of strain and dislocation structures in Ge_{1-x}Sn_x buffer layers on
virtual Ge substrates”,
S. Takeuchi¹, A. Sakai¹, O. Nakatsuka², M. Ogawa³, S. Zaima¹,
¹Graduate School of Engineering, Nagoya Univ., ²EcoTopia Science Institute, Nagoya
Univ., ³Center for Cooperative Research in Advanced Science and Technology, Nagoya
Univ., Japan
- 15:10-15:30 Break

Session 9: Regular Session (2) 15:10-17:20 (4F Conference Room)

- 15:30-15:50 O-06: “Growth of high quality Ge epitaxial layer on Si(100) substrate using ultra thin
Si_{0.5}Ge_{0.5} buffer”,
J. Nakatsuru, H. Date, S. Mashiro, M. Ikemoto,
Canon ANELVA Corp., Japan
- 15:50-16:10 O-07: “A Study on Low-Temperature Pre-Epi Surface Treatment Using Cl-based and
Si-based Gas Mixture”,
J. Wang, K. Yamamoto, A. Moriya, Y. Hashiba, Y. Inokuchi, Y. Kunii,
Hitachi Kokusai Electric Inc., Japan
- 16:10-16:30 O-08: “Initial oxidation of HF acid treated SiGe (100) surfaces”,
F. Hirose, M. Nagato, Y. Kinoshita,
Faculty of Engineering, Yamagata Univ., Japan

WORKSHOP SCIENTIFIC PROGRAM
Tuesday, October 3, 2006

- 16:30-16:50 O-09: “**Epitaxial Growth of Group IV Semiconductor in ECR Plasma Enhanced CVD**”,
M. Sakuraba, D. Muto, M. Mori, K. Sugawara, J. Murota,
Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical
Communication, Tohoku Univ., Japan
- 16:50-17:10 O-10: “**Low-temperature formation of ultrathin SiC films on Si substrates and its application to ubiquitous devices**”,
M. Suemitsu¹, A. Konno¹, Y. Narita², T. Ito¹, K. Yasui³, H. Nakazawa⁴, and T. Endoh⁵,
¹Center for Interdisciplinary Research, Tohoku Univ., ²Kyushu Institute of Technology,
³Department of Electrical Engineering, Nagaoka Univ. of Technology, ⁴Department of
Materials Science and Technology, Hirosaki Univ., ⁵Research Institute of Electrical and
Communication, Tohoku Univ., Japan
- 17:10-17:20 **Closing Remarks**

The 2nd RIEC International Workshop on Spintronics
–MgO-based Magnetic Tunnel Junctions–

Date: February 15th (Thu.) – 16th (Fri.), 2007

Venue: Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, RIEC Tohoku University

Program (tentative)

Feb. 15th (Thu.)

- 9:10 **Opening address**
 H. Ohno (Organizer, Tohoku University, Japan)
- 9:20 **Opening remark**
 T. Miyazaki (Tohoku University, Japan)
- 9:30 **Theory of spin-dependent tunneling in MgO-based junctions**
 J. Mathon (City University London, UK)
- 10:10 **Theoretical study on coherent tunneling in half-metallic Heusler alloys/MgO junctions**
 M. Shirai (Tohoku University, Japan)
- 10:40 *Coffee break*
- 11:10 **Recent progress in fully epitaxial Mg-O based MTJs**
 S. Yuasa (Advanced Industrial Science and Technology, Japan)
- 11:50 **Giant tunnel magnetoresistance for exchange biased- and pseudo-spin valve CoFeB/MgO/CoFeB magnetic tunnel junctions**
 Y. M. Lee (Tohoku University, Japan)
- 12:20 *Lunch*
- 14:00 **Characterizations on the polycrystalline CoFeB/MgO/CoFeB-based magnetic tunnel junctions**
 Y. S. Choi (Canon Anelva, Co., Japan)
- 14:40 **XPS, STS and STEM studies on MgO tunnel barrier layers in MTJ (tentative)**
 J. Read (Cornell University, USA)
- 15:10 **Crystallographic structure and giant TMR of CoFeB/MgO/CoFeB-MTJs**
 M. Tsunoda (Tohoku University, Japan)
- 15:40 *Coffee break*
- 16:10 **MgO double tunnel junctions**
 M. Coey (University of Dublin, Ireland)
- 16:50 **How to play with the fastidious MgO applicable to STT-MRAM**
(-17:20) K. H. Shin (Korea Institute of Science and Technology, Korea)
- 18:00 *Banquet* —Sendai Kokusai Hotel; “Steakery Thirty”—
- 19:30 (SS30 Bldg. 2-6-1 Chuo, Aoba-ku, Sendai phone: 022-267-8830)

Feb. 16th (Fri.)

- 9:30 **Spin-torque-switchable nano-structured MgO magnetic tunnel junctions**
 J. Sun (Thomas J. Watson Research Center, IBM, USA)
- 10:10 **Spin Transfer Switching in MTJ with Nano-Second Pulse Widths**
 Y. Huai (Grandis Inc., USA)
- 10:50 *Coffee break*
- 11:10 **Current-induced magnetization switching and thermal stability in nano-scale MgO based magnetic tunnel junctions**
 J. Hayakawa (Hitachi Ltd., Japan)
- 11:40 **Large power microwave excitations induced by spin-transfer in MgO-based magnetic tunnel junctions**
 A. Deac (Osaka University, Japan)
- 12:10 *Lunch*
- 14:00 **Spin polarized tunneling in MgO based magnetic tunnel junctions**
 S. Parkin (Almaden Research Center, IBM, USA)
- 14:40 **Giant TMR at room temperature using Co-based Heusler alloy electrodes and a MgO barrier**
 K. Inomata (National Institute for Materials Science, Japan)
- 15:10 **Spin-dependent tunneling in fully epitaxial magnetic tunnel junctions with a Heusler alloy thin film and a MgO tunnel barrier**
 M. Yamamoto (Hokkaido University, Japan)
- 15:40 *Coffee break*
- 16:10 **Tunnel magnetoresistance in MTJs with Co₂MnSi electrode and MgO barrier**
 M. Oogane (Tohoku University, Japan)
- 16:40 **Thermal stability of exchange-couple trilayers for high density magnetic random access memory**
 S. H. Lim (Korea University, Korea)
- 17:10 **Closing address**
- 17:20 H. Ohno (Tohoku University, Japan)