ISSN 1881-3356

Research Report No. 5

Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics
Research Institute of Electrical Communication
Tohoku University

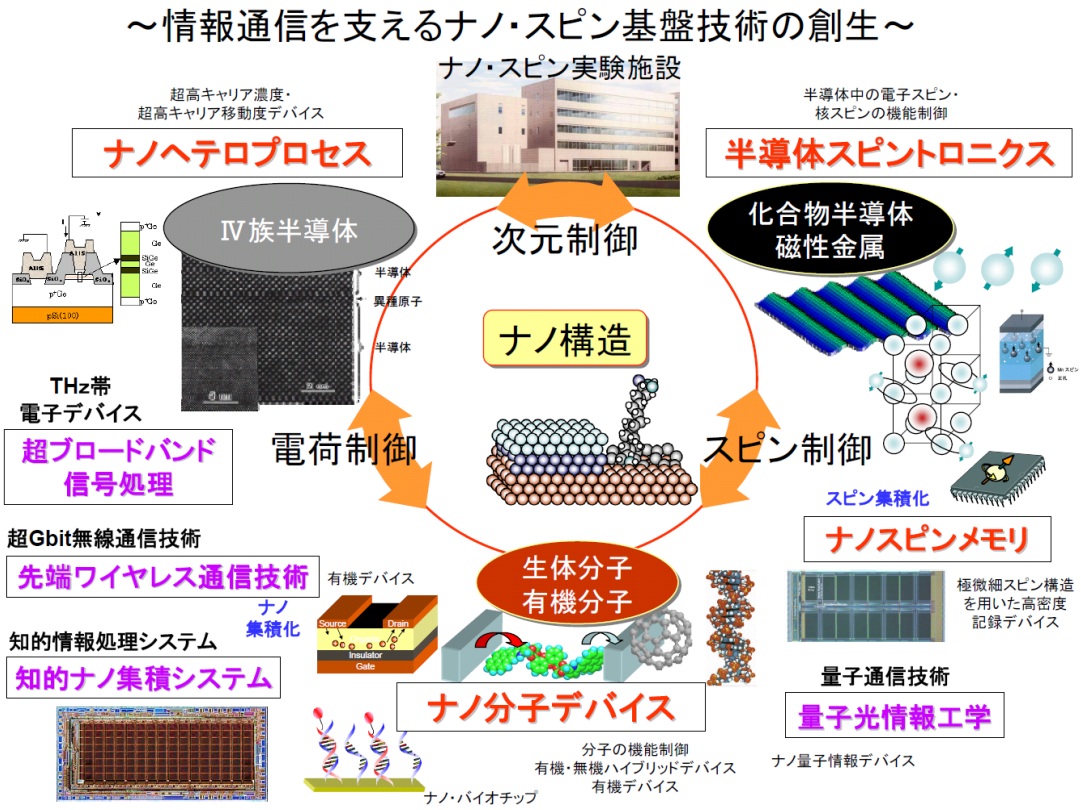
東北大学電気通信研究所附属
ナノ・スピン実験施設
研究報告書　第５号

2010

施設研究報告書 2010
目次

Annual Research Report 2010
Table of Contents

1. 施設の概要
Outline



「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る。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・世界の電気通信分野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する。

現在、ナノ・スピン総合研究棟では、「ナノ・スピン実験施設」が推進するナノヘテロプロセス、半導体スピントロニクス、ナノ分子デバイスの各基盤技術を担当する施設研究室と施設共通部、及び知的ナノ集積システム研究室、量子光情報工学研究室、超ブロードバンド信号処理研究室が入居し連携して研究を進めている。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となることを目標としている。

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　　室田　淳一

2. 施設の組織

Organization

電気通信研究所
教授会

施設長（併任）
教授　室田　淳一

●運営委員会

委員長・施設長：教授　室田　淳一
委　員：教授　大野　英男
教授　庭野　道夫
教授　中島　康治
教授　尾辻　泰一
教授　村岡　裕明
教授　長　康雄
教授　畠山　力三
教授　佐橋　政司

●利用委員会

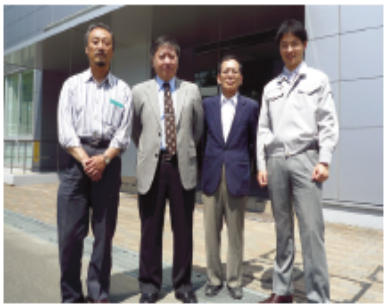
（平成22年度）

共通部
技術職員　佐々木龍太郎
技術職員　土田　貞夫
非常勤研究員　目黒　敏靖

●拡大実行委員会

●実行委員会
施設教授　室田　淳一
施設教授　大野　英男
施設教授　庭野　道夫

教授　中島　康治
教授　枝松　圭一
教授　尾辻　泰一



土田貞夫　室田淳一　目黒敏靖　佐々木龍太郎

3. 平成 21 年度の研究成果のハイライト

Highlights of Research in FY2009

施設研究部と利用研究室の平成 21 年度の研究成果のハイライトを記します。

ナノヘテロプロセス基盤技術関連

Atomically Controlled Processing and nano integration

● ナノヘテロプロセス（室田淳一・櫻庭政夫）
Atomically Controlled Processing (J. Murota and M. Sakuraba)

IV 族半導体ヘテロ構造の歪制御と高キャリア濃度化のための基盤技術構築を目標として研究を進め、以下の成果を得た。（１）歪 $Si_{0.3}Ge_{0.7}$ 上に形成した P 原子層表面への Si キャップ層エピタキシャル成長において、反応性の高い Si_2H_6 を用いた低温・高速 Si 堆積により、P 原子層ドーピングを超高濃度化することに成功した。（２）歪 $Si_{0.55}Ge_{0.45}$／Si ヘテロ界面への C 原子層ドーピングにより、熱処理時の Si と Ge の相互拡散や歪緩和を効果的に抑制できることを見いだした。（３）基板非加熱 ECR プラズマ CVD プロセスによる高濃度 B 原子層ドープ Si エピタキシャル薄膜形成において、Si キャップ層形成におけるプラズマの低エネルギー化の推進は、Si 結晶へのプラズマ損傷や B 還元脱離の問題を抑制し、Si 単結晶ナノ薄膜への B 原子層ドーピングの超高濃度化のために極めて重要であることを明らかにした。

In order to create atomically controlled processing for nanometer-order artificial heterostructures of group IV semiconductors, following experimental results have been obtained: (1) In the research on P atomic-layer doping, low-temperature Si epitaxial growth by reaction of Si_2H_6 as a higher reactivity gas enables higher P concentration. (2) By heavy C atomic-layer doping at heterointerface between a Si cap layer and a $Si_{0.55}Ge_{0.45}$ layer in Si/$Si_{0.55}Ge_{0.45}$/Si(100) heterostructure, the intermixing between Si and Ge at heterointerface is effectively suppressed. (3) In the research on B atomic-layer doping in Si by using a plasma CVD without substrate heating, it is clarified that lowering of the plasma energy effectively suppresses a plasma induced lattice damage and a surface B reduction, and it becomes quite important to achieve heavy B atomic-layer doping in a nanometer-order ultrathin Si film.

● 知的ナノ集積システム（中島康治・佐藤茂雄）
Intelligent Nano-Integration System (K.Nakajima and S.Sato)

(1) 高次シナプス結合を持つ逆関数遅延ニューロンモデルの離散モデルを提案し、正解状態の安定性を解析することで、その利用可能性を示すことができた。更に、我々が提案した新概念の非線形ダイナミクス解析手法を結合系へと拡張を行い、バースト発火ダイナミクスを結合させたBVPモデルで設計・実現することができた。(2) 高温超伝導体Bi2212固有ジョセフソン接合において、共鳴励起特性におけるQ値低下の要因について解析し、Q値改善のため、バイアスラインの高周波ノイズ低減用フィルタ回路とマイクロ波導入用マイクロストリップ線路の設計を行った。(3) 磁束量子高速フーリエ変換用の4ビット並列乗算器の高速動作を目的として、桁上げ先見加算器をNb集積回路により集積化し、同回路の30GHzまでの高速動作の実証に成功した。また、超伝導量子干渉デバイスによるニューロ素子を利用した、組み合わせ最適化問題を解くネットワークを提案し、数値解析による動作を確認した。

(1) We proposed a discrete-type inverse function delayed neural network with high-order synapse connections and demonstrated its usability for combinatorial optimization problems by stability analysis on solution states. Moreover, we expanded our new analysis on nonlinear dynamics to a coupled nonlinear system, and burst firing dynamics was successfully generated by using a coupled BVP model. (2) We analyzed the resonant activation property of a Bi-2212 intrinsic Josephson junction and found possible reasons for degradation of the quality factor Q. In order to gain a better Q factor, we designed a filter circuit for suppressing high frequency noise in bias lines and a line for feeding microwave. (3) To improve the performance of high-speed operation for the single flux-quantum fast Fourier transform, a carry look-ahead adder was fabricated using Nb integrated circuits. The high-speed operation of the adder circuit was successfully demonstrated up to 30GHz. A neural network using superconducting quantum interference

devices for solving a combinatorial optimization problem was proposed and numerically demonstrated.

半導体スピントロニクス基盤技術関連

Semiconductor Spintronics and information technology

● 半導体スピントロニクス・ナノスピンメモリ（大野英男・大野裕三・松倉文礼・池田正二）
Semiconductor Spintronics and Nano-Spin Memory
(H. Ohno, Y. Ohno, F. Matsukura, and S. Ikeda)

電子の電荷とスピンの自由度を利用するスピントロニクスの基盤技術の確立とその工学的応用を目指して研究を行い、以下の成果を得た。(1) 外部電界印加による正孔濃度変化に伴う強磁性半導体(Ga,Mn)As の自発磁化とキュリー温度の両方の変調を直接の磁化測定により見出した。(2) n 型 GaAs において、実験的にスピンホール導電率を決定し、その理論的な解釈を明らかにした。(3) Au 導波路構造 GaAs テラヘルツ量子カスケードレーザにおいて、閾値電流密度 0.8 kA/cm^2、最高動作温度 146 K で発振に成功した。(4) 垂直磁化 CoFe/Pd 多層膜電極と MgO 障壁からなる磁気トンネル接合(MTJ)において、室温で 78%のトンネル磁気抵抗(TMR)比を実現した。(5) MTJ をメモリセルに用いた世界最大容量の 32 メガビット SPRAM チップを試作し、動作を確認した。(6) MTJ を用いた Lookup-Table を試作した。(7) 60 × 180nm^2 MTJ を集積化した 140 nm CMOS・MTJ Hybrid 集積回路を試作し、CMOS 回路による MTJ 動作を実証した。

・連携研究
文部科学省「次世代 IT 基盤構築のための研究開発」の委託研究である「高機能・超低消費電力スピンデバイス・ストレージ基盤技術の開発」プロジェクトにおいて、参画研究室と連携して以下の成果を得た。(1)Co_2MnSi ホイスラー合金電極と MgO 障壁からなる MTJ において、室温で 350%、低温で 1275%の巨大な TMR 効果を観測した。(2) 縦型 MOS キャパシタにおいて 25%寄生容量を削減し、リーク電流を 1/1000 に低減した。(3) スタティックテスタによる高 K_u 垂直ナノパターン媒体(ドット径 60 nm)の記録再生特性から、記録マージンは、ビット長に対して約 70%となった。

Our research activities focus on the establishment of fundamental technologies for future spintronics devices. The outcomes in the last fiscal year are following. (1) Direct magnetometry of electric-field control of magnetism in a (Ga,Mn)As thin film. (2) Determination of spin Hall conductivity in n-type GaAs and its theoretical description. (3) Demonstration of GaAs THz quantum cascade laser emission with threshold current density of 0.8 kA/cm^2 up to 146 K. (4) Tunnel magnetoresistance (TMR) ratio of 78% was demonstrated in perpendicular magnetic tunnel junctions (MTJs) with CoFe/Pd multilayer electrodes and MgO barrier. (5) Operation of a prototype of the world's first 32Mbit non-volatile random access memory (SPRAM) employing the spin-transfer torque MTJs was verified. (6) Lookup-Table circuit employing MTJs were fabricated. (7) We integrated 60×180nm^2 MTJs on a 140nm CMOS circuit and demonstrated the operation of MTJ by CMOS circuit.

Research activities in “High-Performance Low-Power Consumption Spin Devices and Storage Systems” program under Research and Development for Next-Generation Information Technology of MEXT. (1) Very large TMR ratio of 350% at RT and 753% at 2K was observed in MTJs with Co_2MnSi Heusler alloy electrode and MgO barrier. (2) Reduction of parasitic capacitance and leak current by a factor of 1/4 and 1/1000, respectively, in vertical type MOS capacitance. (3) A study of read/write properties for bit-patterned media (60 nm in dot diameter) consisted of high-K_u perpendicular films using a static tester revealed that the writing margin was about 70% to the bit length.

● 超ブロードバンド信号処理（尾辻泰一･末光哲也）
Ultra-Broadband Signal Processing (T.Otsuji and T.Suemitsu)

未踏テラヘルツ電磁波領域の技術を開拓するために、新材料・新構造・新原理を駆使した新しいテラヘルツ帯電子デバイス・回路システムの創出と、それらの情報通信・計測システムへの応用に関する研究を推進している。今年度は、第一に、質量消失効果等の特異なキャリア輸送特性を有する新材料グラフェンを研究対象とし、シリコン基板にエピタキシャル成長したグラフェン（末光眞希教授提供）をチャネルとする FET をナノ・スピン実験施設で試作し、相補型論理動

作の室温観測に初めて成功した。第二に、光学励起したグラフェンにおけるテラヘルツ帯反転分布・誘導放出に関する理論予測の観測・実証に成功した。

The goal of our research is to explore the terahertz frequency range by means of novel electron devices and systems. Graphene has massless carriers and their peculiar characteristics are expected to be useful as a candidate to realize such systems. Using an epitaxial graphene formed on silicon substrates provided by Prof. Suemitsu's group, we have fabricated graphene-channel FET's to integrate a complimentary logic inverter gate and confirmed its normal operation at room temperature. We have also succeeded in observation of stimulated emission of terahertz radiation from optically pumped graphene, which proved our theoretical discovery of the possibility of the negative dynamic conductivity and population inversion in optically pumped graphene.

● 量子光情報工学（枝松圭一・小坂英男）
Quantum-Optical Information Technology (K.Edamatsu and H.Kosaka)

1．光ファイバ，導波路媒質における単一光子レベルでの光学非線形性の測定
光子間の量子状態制御は，量子情報通信において本質的に重要な要素である．本研究分野では，フォトニック結晶ファイバ，Si 細線導波路を用いて，単一光子レベルの光によって誘起される光カー効果の測定に世界で初めて成功した（Applied Physics Letters 誌等に発表）.
2．量子中継のための量子メディア変換デバイスの開発
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,光子がもつ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ドット素子を作製し、単一光子の偏光状態を単一電子のスピンに転写し、また単一電子スピンをゲート操作によってコヒーレントに操作することに成功した。さらに、g 因子を制御した二重量子ドットのゲート操作により、２電子のコヒーレンスを読み出し、完全ベル測定が可能であることを理論的に示した（Physical Review Letters 誌に発表）.

1．Investigation of optical nonlinearities at a single-photon level is essential in realizing quantum info-communication technology. We have succeeded in measuring the optical Kerr nonlinearity at the single-photon level in photonic crystal fibers and Si wire waveguides.
2．We are developing a quantum media converter from a photon to an electron spin to realize a quantum repeater, which is expected to extend the transmission distance of quantum info-communication. We have demonstrated polarization transfer from a photon to an electron spin and manipulation of an electron spin in a gate-defined quantum dot. We have also theoretically shown that we can read out two-spin coherence and perform the complete Bell state measurement of two electrons in a g-factor engineered double quantum dot.

ナノ分子デバイス基盤技術関連

Nano-Molecular Devices

● ナノ分子デバイス（庭野道夫・木村康男）
Nano-Molecular Devices (M. Niwano and Y.Kimura)

①イオン液体を用いた P3HT 有機トランジスタの作製とその評価
　イオン液体を用いた P3HT 有機トランジスタを作製し、低電圧で高出力電流が得られることを示した。また、動作中における P3HT 膜の赤外その場観察を行い、電気化学ドーピングによりってトランジスタ動作していることを解明した。
②陽極酸化による酸化チタンナノチューブ膜のガラス基板上への直接形成
　DC マグネトロンを用いて基板上に金属チタンを堆積し、フッ化アンモニウム有機電解液中でその金属チタン膜を陽極酸化することにより、酸化チタンナノチューブ膜を基板上に直接形成することに成功した。また、そのチューブ径は、陽極酸化電圧によって制御できることを示した。
③シリコン基板上への人工脂質 2 分子膜の作製
　シリコン基板上に作製した微細孔を用いることにより、機械的かつ電気的耐久性に優れた人工細胞膜を作製することに成功した。また、シリコン基板に絶縁層をコーティングすることにより

ノイズを抑制できることを示した。
④ポーラスアルミナのナノ孔中への人工脂質 2 分子膜形成
　ポーラスアルミナのナノ孔中にチャネルタンパク質を包埋した人工脂質 2 分子膜の作製に成功し、これまでのテフロン膜を支持膜とした場合と比べて、機械的かつ電気的耐久性に優れていることを確認した。

①Fabrication of a P3HT organic transistor using ionic liquid and its characterization

We fabricated a P3HT organic transistor using ionic liquid and demonstrated that it drived high output current at low voltage. Infrared spectra of the P3HT layer were in-situ observed during operation. The infrared spectra of the P3HT indicated that the P3HT organic transistor using ionic liquid was dominantly controlled by the electrochemical doping to the P3HT active layer.

②Direct formation of titanium oxide nanotube film on a substrate by anodization

The metallic titanium film was deposited on a glass substrate by the DC magnetron method. The titanium oxide nanotube film was directly formed on a glass substrate by anodizing the metallic titanium film in an ammonium fluoride based organic electrolyte. The diameter of the titanium oxide nanotubes was controlled by the applied anodic potential.

③Reconstitution of free-standing bilayer lipid membranes in Si substrates

Free-standing bilayer lipid membranes (BLMs) were reconstituted in micro apertures fabricated in Si substrates. The mechanical and electrical stability of the BLMs was remarkably improved compared with BLMs prepared by a conventional method. Background current noise was reduced by coating the Si substrate with insulating layers.

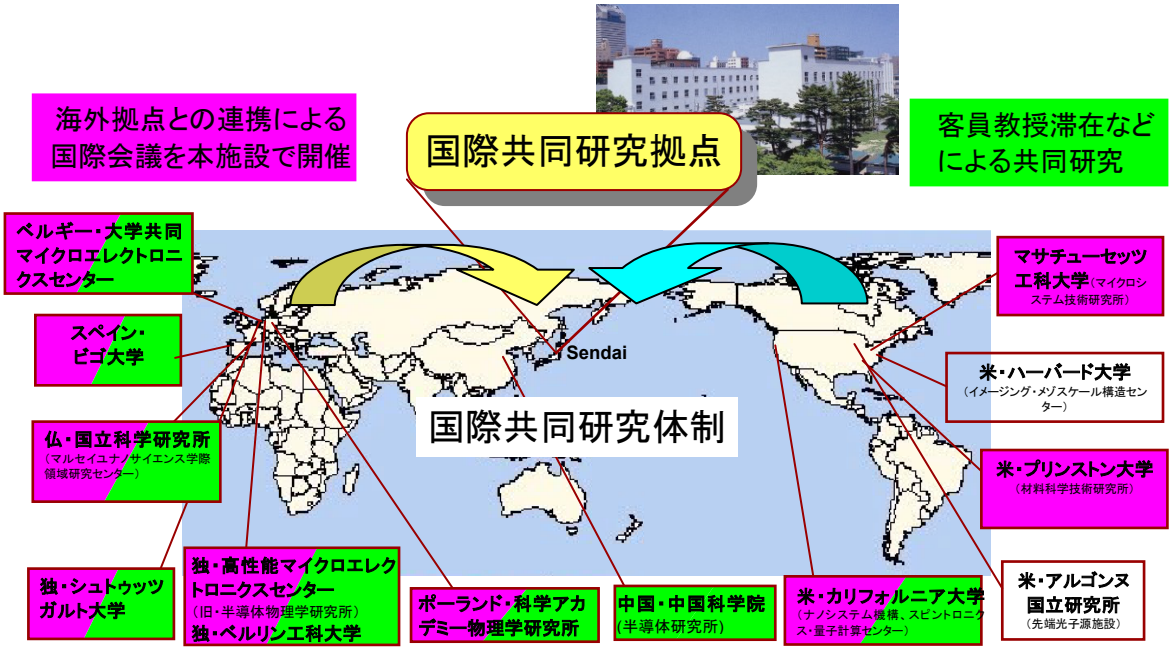
④Reconstitution of free-standing bilayer lipid membranes in nanoporous anodic alumina films

Free-standing BLMs were formed in nanoporous anodic alumina films. The use of porous anodic alumina reduced individual membrane size to improve the BLM stability compared with conventional BLMs. On the other hand, total BLM area is still large to facilitate protein incorporation. This approach is useful for designing highly sensitive biosensors.

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

平成 17 年度特別教育研究経費として採択されたナノエレクトロニクス国際共同研究拠点創出事業は、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、これら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。



大学間協定　独・ベルリン工科大学
米・ハーバード大学

部局間協定　独・高性能マイクロエレクトロニクスセンター
仏・国立科学研究所固体材料ナノサイエンス研究センター
中国・中国科学院半導体研究所
ポーランド・科学アカデミー

大学間覚書　米・カリフォルニア大学　サンタ・バーバラ校

ナノ・スピン実験施設で開催した国際シンポジウム

International Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics (RIEC Symp.)
(第1回: 2005年5月27-28日，第2回: 2006年10月2-3日，
第3回：2007年11月8-9日，第4回：2008年9月25-27日
第5回：2010年1月29-30日)

RIEC International Workshop on Spintronics
(第1回: 2005年2月8- 9日，第2回：2006年2月15-16日，
第3回：2007年10月31日-11月1日，第4回：2008年10月9-10日
第5回：2009年10月22-23日，第6回2010年2月5-6日)

International Workshop on Nanostructures & Nanoelectronics
(第1回: 2007年11月21- 22日,第2回：2010年3月11-12日)

RIEC-CNSI Workshop on Nanoelectronics, Spintronics and Photonics
(第1回: 2008年10月9-10日，第2回2009年10月22- 23日)

5th Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics

2nd RIEC Symposium on Spintronics-MgO-based Magnetic Tunnel Junction-Left: Albert Fert (received 2007 Nobel Prize in Physics); Right: Russel Cowburn

４－２ 国際シンポジウム開催

平成 21 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 4 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 34 回電気通信研究所国際シンポジウム

第 2 回 CNSI-RIEC ナノエレクトロニクス・スピントロニクス・フォトニクスに関する国際ワークショップ（第 5 回スピントロニクス国際ワークショップ）

2nd RIEC-CNSI Workshop on Nanoelectronics, Spintronics and Photonics (5th RIEC International Workshop on Spintronics)

大野　英男

Hideo OHNO

開 催 日：平成 21 年 10 月 22 日～23 日（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

2009 年 10 月 22、23 の両日に、本学電気通信研究所とカリフォルニアナノシステムインスチテュート（CNSI）が主催する標記国際ワークショップが附属ナノ・スピン実験施設において開催された（組織委員長：通研・大野英男、カリフォルニア大サンタバーバラ校（UCSB）・David D. Awschalom 教授、本学電気情報系 GCOE プログラム「情報エレクトロニクスシステム教育拠点」との共催)。第 1 回目のワークショップが昨年 10 月に UCSB で開催され、本学から教員・研究員 16 名、学生 3 名の合計 19 名が派遣されたのを受け、第 2 回目となった今回は、UCSB から教員 6 名、学生 5 名の 11 名が参加し、本学の電気通信研究所、金属材料研究所、多元物質科学研究所、工学研究科、及び理学研究科から教員 20 名、研究員 11 名、学生 29 名の 60 名（合計 71 名）が参加した。ワークショップでは口頭講演 13 件（東北大 7 件、UCSB 6 件)、ポスター講演 28 件（UCSB 5 件、東北大 23 件）のナノエレクトロニクス、スピントロニクス、及びフォトニクスに関する最先端の研究成果が発表され、活発な討論が行われた。本学と UCSB は電気通信研究所が世話部局として国際学術交流協定を結んでいるが、今回のワークショップを通してさらに交流が深まった。また、来年度も開催を予定している。本ワークショップ開催にあたり財団法人電気通信工学振興会より支援をいただいた。ご支援を賜りました各位に心より御礼申し上げます。

４－２－２ 第 36 回電気通信研究所国際シンポジウム

第 5 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
5th International Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics

室田　淳一

Junichi MUROTA

開催日：2010 年 1 月 29 日（金）～30 日（土）(2 日間)
開催場所・主催：東北大学電気通信研究所　ナノ・スピン実験施設
共催：文部科学省グローバル COE プログラム：「情報エレクトロニクスシステム教育研究拠点」(東北大学電気・情報系)

本国際ワークショップは，本学電気通信研究所（以下，通研）のナノ・スピン実験施設（以下，実験施設）において，2010 年 1 月 29～30 日に開催された（主催：実験施設，共催：本学電気情報系グローバル COE プログラム「情報エレクトロニクスシステム教育研究拠点」，日本学術振興会半導体界面制御技術第 154 委員会，電気学会電子材料技術委員会）．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あり，ドイツ，米国，フランス，ベルギー，スペインの各国拠点代表者や国内主要機関の代表者による招待講演 18 件，一般ショート＆ポスター講演 22 件の総数 40 件の講演（内，海外からの発表 9 件，東北大学の関係する発表 14 件）が行われ，総数 60 名（内，海外 7 名）の参加者を迎えて，新IV族半導体材料のプロセス技術及びナノデバイスへの応用までの幅広い領域について活発な議論が交わされた．世界規模での研究連携のきっかけとなるものと期待されることから，次年度の本ワークショップ開催に換えて，2011 年 5 月 22～27 日に第 7 回 Si エピタキシー＆ヘテロ構造国際会議と第 5 回半導体界面制御国際会議を実験施設において合同開催することを決定している．本会議の詳細は
http://www.murota.riec.tohoku.ac.jp/SiGeC2010/ において公開されている．

４－２－３ 第 37 回電気通信研究所国際シンポジウム

第 6 回 RIEC スピントロニクス国際ワークショップ
6th RIEC International Workshop on Spintronics

大野　英男

Hideo OHNO

開 催 日：平成 22 年 2 月 5 日～6 日 (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

2010 年 2 月 5, 6 日に、本学電気通信研究所主催の標記国際ワークショップが附属ナノ・スピン実験施設において開催された[組織委員長: 大野英男教授、本学電気情報系 GCOE プログラムとの共催、本学金属材料研究所での 4th Intl. WS on Spin Currents & 2nd Intl. WS on Spin Caloritronics (2 月 8-10 日)とのジョイント開催]。参加者は 133 名(国外から 54 名)を数えた。2007 年度にノーベル物理学賞を受賞した A. Fert 先生と P. Grünberg 先生も参加された。アメリカ、フランス、ドイツ、ポーランド、チェコ、韓国、日本から 20 件の招待講演と 26 件の一般講演があった。(非)磁性半導体、金属磁性体の材料物性から、それらを利用した素子、集積回路まで、基礎物理から最新の工学応用を含む話題をカバーした。最新の研究開発動向と将来の方向性が明確となる有意義な集会となった。学生の参加も多数あり、学生の国際性を育むという観点からも成果を得た。本ワークショップ開催にあたり財団法人電気通信工学振興会、本学金属材料研究所、文科省特定領域研究「スピン流の創出と制御」よりご支援を頂いた。ご支援を賜りました各位に心より御礼申し上げます。

４－２－４　第 38 回電気通信研究所国際シンポジウム

第 2 回ナノ構造とナノエレクトロニクスに関する国際ワークショップ

2nd International Workshop on Nanostructures & Nanoelectronics

庭野　道夫

Michio NIWANO

開 催 日：平成 22 年 3 月 11 日～12 日（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

本ワークショップは、ナノ構造作製技術やそのナノ構造体の特性評価、ならびに、そのナノ構造を用いたデバイス応用へのアプローチ・課題に関する最近の進展・動向についての議論・討論を目的として企画され、平成 22 年 3 月 11、12 日の 2 日間にわたり、東北大学電気通信研究所ナノ・スピン実験施設にて開催された。海外(ドイツ、韓国、台湾、シンガポール)から 4 名、日本から 10 名の招待講演者によって、実験方法の詳細や結果など、ナノ構造体やその応用についての最新の研究成果が紹介され、活発な討論がなされた。特に、海外からの招待講演者については、60 分もの長時間の講演時間が割かれ、通常では得られない詳細な研究成果についての発表がなされた。また、その内容は、酸化チタンナノチューブや、カーボンナノチューブ、グラフェンというように多岐にわたり、様々なナノ構造体の作製方法やそれらの電子デバイスまたはバイオセンサへの応用の可能性について議論された。参加人数は、44 名を数え、活発で有意義な討論及び情報交換が行われた。

５．研究成果（平成 21 年度）

5 A　ナノヘテロプロセス基盤技術関連

Atomically Controlled Processing and nano integration

A1　ナノヘテロプロセス（室田淳一・櫻庭政夫）
Atomically Controlled Processing
(J. Murota and M. Sakuraba)

A2　知的ナノ集積システム（中島康治・佐藤茂雄）
Intelligent Nano-Integration System
(K.Nakajima and S.Sato)

A1　ナノヘテロプロセス（室田淳一・櫻庭政夫）
Atomically Controlled Processing (J. Murota and M. Sakuraba)

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

ナノメータオーダ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

ナノメータオーダ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. “Heavy B Atomic-Layer Doping Characteristics in Si Epitaxial Growth on B Adsorbed Si(100) by Ultraclean Low-Pressure CVD System”, H. Tanno, M. Sakuraba, B. Tillack and J. Murota, Solid-State Electron., Vol.53, pp.877-879, (2009).
2. “Improvement in Negative Differential Conductance Characteristics of Hole Resonant-Tunneling Diodes with High Ge Fraction Si/Strained $Si_{1-x}Ge_x$/Si(100) Heterostructure”, T. Seo, K. Takahashi, M. Sakuraba and J. Murota, Solid-State Electron., Vol.53, pp.912-915, (2009).
3. “B atomic layer doping of Ge”, Y. Yamamoto, K. Koepke, R. Kurps, J. Murota and B. Tillack, Thin Solid Films, Vol.518, pp.S44-S47, (2010).

4. “Electrical Characteristics of Thermal CVD B-Doped Si Films on Highly Strained Si Epitaxially Grown on Ge(100) by Plasma CVD without Substrate Heating”, K. Sugawara, M. Sakuraba and J. Murota, Thin Solid Films, Vol.518, pp.S57-S61, (2010).
5. “Heavy Atomic-Layer Doping of Nitrogen in $Si_{1-x}Ge_x$ Film Epitaxially Grown on Si(100) by Ultraclean Low-Pressure CVD”, T. Kawashima, M. Sakuraba, B. Tillack and J. Murota, Thin Solid Films, Vol.518, pp.S62-S64, (2010).
6. “Heavy B Atomic-Layer Doping in Si Epitaxial Growth on Si(100) Using Electron-Cyclotron-Resonance Plasma CVD”, T. Nosaka, M. Sakuraba, B. Tillack and J. Murota, Thin Solid Films, Vol.518, pp.S140-S142, (2010).
7. “Heavy Carbon Atomic-Layer Doping at $Si_{1-x}Ge_x$/Si Heterointerface”, T. Hirano, M. Sakuraba, B. Tillack and J. Murota, Thin Solid Films, Vol.518, pp.S222-S225, (2010).
8. “Impact of Si Cap Layer Growth on Surface Segregation of P Incorporated by Atomic Layer Doping”, Y. Chiba, M. Sakuraba, B. Tillack and J. Murota, Thin Solid Films, Vol.518, pp.S231-S233, (2010).

【国際会議発表】

1. “Atomic Layer Doping of B in Ge”, Y. Yamamoto, K. Köpke, R. Kurps, J. Murota and B. Tillack, 6th Int. Conf. on Silicon Epitaxy and Heterostructures (ICSI-6), Los Angeles, USA, May 17-22, 2009, No.3A.3, pp.74-75.
2. “Electrical Characteristics of B-Doped Highly Strained Si Films Epitaxially Grown on Ge(100) Formed by Plasma CVD”, K. Sugawara, M. Sakuraba and J. Murota, 6th Int. Conf. on Silicon Epitaxy and Heterostructures (ICSI-6), Los Angeles, USA, May 17-22, 2009, No.3B.3, pp.84-85.
3. “Heavy Nitrogen Atomic-Layer Doping of $Si_{1-x}Ge_x$ Epitaxially Grown on Si(100) by Ultraclean Low-Pressure CVD”, T. Kawashima, M. Sakuraba, B. Tillack and J. Murota, 6th Int. Conf. on Silicon Epitaxy and Heterostructures (ICSI-6), Los Angeles, USA, May 17-22, 2009, No.3B.4, pp.86-87.
4. “Heavily B Atomic-Layer Doping Characteristics in Si Epitaxial Growth on Si(100) Using Electron-Cyclotron-Resonance Ar Plasma”, T. Nosaka, M. Sakuraba, B. Tillack and J. Murota, 6th Int. Conf. on Silicon Epitaxy and Heterostructures (ICSI-6), Los Angeles, USA, May 17-22, 2009, No.1P.11, pp.P21-P22.
5. “Heavy Carbon Atomic-Layer Doping at $Si_{1-x}Ge_x$/Si Heterointerface”, T. Hirano, M. Sakuraba, B. Tillack and J. Murota, 6th Int. Conf. on Silicon Epitaxy and Heterostructures (ICSI-6), Los Angeles, USA, May 17-22, 2009, No.3P.3, pp.P90-P91.
6. “Impact of Si Cap Layer Growth on Surface Segregation of P Incorporated by Atomic-Layer Doping of Strained $Si_{1-x}Ge_x$”,Y. Chiba, M. Sakuraba, B. Tillack and J. Murota, 6th Int. Conf. on Silicon Epitaxy and Heterostructures (ICSI-6), Los Angeles, USA, May 17-22, 2009, No.3P.8, pp.88-89.
7. “Atomically Controlled Processing for Group-IV Semiconductors” (***Invited Paper***), J. Murota and M. Sakuraba, 2009 Int. Conf. on Semiconductor Technology for Ultra Large Scale Integrated Circuits and Thin Film Transistors (ULSIC vs. TFT), Xi’an, China, Jul. 5-10, 2009: ECS Trans., Vol.22, No.1 (Edited by Y. Kuo, The Electrochem. Soc., Pennington, NJ, 2009), pp.111-120 (2009).
8. “Control of Group IV Semiconductor Processing on Atomic Scale” (***Keynote Lecture***), B. Tillack, Y. Yamamoto and J. Murota, 1st Int. Workshop on Si Based Nano-Electronics and -Photonics (SiNEP-09), Vigo, Spain, Sep. 20-23, 2009, pp.71-72.
9. “Resonant Tunneling Diodes with Highly Strained Heterostructures of Si/$Si_{1-x}Ge_x$ Epitaxially Grown on Si(100)” (***Invited Paper***), M. Sakuraba and J. Murota, 1st Int. Workshop on Si Based Nano-Electronics and -Photonics (SiNEP-09), Vigo, Spain, Sep. 20-23, 2009, pp.81-82.
10. “Atomically Controlled CVD Processing for Doping of Si-Based Group IV Semiconductors”

(***Invited Paper***), J. Murota, M. Sakuraba and B. Tillack, Symp. E10: ULSI Process Integration 6 (216th Meeting of the Electrochem. Soc.), Vienna, Austria, Oct. 4-9, 2009, Abs.No.2360: ECS Trans., Vol.25, No.7 (Edited by C. Claeys, H. Iwai, M. Tao, S. Deleonibus, J. Murota, The Electrochem. Soc., Pennington, NJ, 2009), pp.177-184 (2009).

11. "Atomically Controlled Plasma Processing for Epitaxial Growth of Group IV Semiconductor Nanostructures", M. Sakuraba, K. Sugawara and J. Murota, Symp. E10: ULSI Process Integration 6 (216th Meeting of the Electrochem. Soc.), Vienna, Austria, Oct. 4-9, 2009, Abst.No.2367: ECS Trans., Vol.25, No.7 (Edited by C. Claeys, H. Iwai, M. Tao, S. Deleonibus, J. Murota, The Electrochem. Soc., Pennington, NJ, 2009), pp.229-236 (2009).
12. "Atomically Controlled Processing for Future Si-Based Devices" (***Invited Paper***), J. Murota and M. Sakuraba, 2nd French Research Organizations-Tohoku University Joint Workshop on Frontier Materials (FRONTIER 2009), Sendai, Japan, Nov. 29-Dec. 3, 2009, Abs.No.O-4, p.22.
13. "Atomically Controlled Plasma Processing for Epitaxial Growth of Group IV Semiconductor Nanostructures", K. Sugawara, M. Sakuraba and J. Murota, 2nd French Research Organizations-Tohoku University Joint Workshop on Frontier Materials (FRONTIER 2009), Sendai, Japan, Nov. 29-Dec. 3, 2009, Abs.No.P-70, p.131.
14. "Resonant Tunneling Diodes with Highly Strained Heterostructures of $Si/Si_{1-x}Ge_x$ Epitaxially Grown on Si(100)", M. Sakuraba and J. Murota, 2nd French Research Organizations-Tohoku University Joint Workshop on Frontier Materials (FRONTIER 2009), Sendai, Japan, Nov. 29-Dec. 3, 2009, Abs.No.P-71, p.132.
15. "Atomic Level Control for Group IV Semiconductor Processing" (***Invited Paper***), B. Tillack, Y. Yamamoto and J. Murota, 5th Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Jan. 29-30, 2010, Abs.No.I-05, pp.9-10.
16. "Effects of 193 nm Excimer laser radiation on SiO_2/Si/SiGe heterostructures grown on s-SOI substrates" (***Invited Paper***), S. Chiussi, J.C. Conde, A. Benedetti, C. Serra, M. Sakuraba and J. Murota, 5th Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Jan. 29-30, 2010, Abs.No.I-11, pp.65-66.
17. "Epitaxial Growth of Group IV Semiconductor Nanostructures Using Atomically Controlled Plasma Processing" (***Invited Paper***), M. Sakuraba, T. Nosaka, K. Sugawara and J. Murota, 5th Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Jan. 29-30, 2010, Abs.No.I-13, pp.69-70.
18. "Adsorption and Desorption of Hydrogen on Si(100) in H_2 or Ar Heat Treatment", A. Uto, M. Sakuraba, M. Caymax and J. Murota, 5th Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Jan. 29-30, 2010, Abs.No.P-04, pp.25-26.
19. "Mobility Enhancement by Highly Strained Si on Relaxed Ge(100) Buffer Grown by Plasma CVD", K. Sugawara, M. Sakuraba and J. Murota, 5th Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Jan. 29-30, 2010, Abs.No.P-11, pp.39-40.
20. "Atomic Level Control of B doping in Ge", Y. Yamamoto, R. Kurps, J. Murota and B. Tillack, 5th Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Jan. 29-30, 2010, Abs.No.P-17, pp.51-52.
21. "Heavy P Atomic-Layer Doping between Si and $Si_{0.3}Ge_{0.7}$(100) by Ultraclean Low Pressure CVD", Y. Chiba, M. Sakuraba, B. Tillack and J. Murota, 5th Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Jan. 29-30, 2010, Abs.No.P-19, pp.55-56.
22. "Evaluation of Valence Band Offsets for SiO_2/Si/$SiGe_{0.5}$/Si Heterostructures Using by X-ray Photoelectron Spectroscopy", A. Ohta, K. Makihara, S. Miyazaki, M. Sakuraba and J. Murota, 5th Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Jan. 29-30, 2010, Abs.No.P-20, pp.57-58.
23. "Effect of Heavy Carbon Atomic-Layer Doping upon Intermixing and Strain at $Si_{1-x}Ge_x$/Si(100) Heterointerface", T. Hirano, M. Sakuraba, B. Tillack and J. Murota, 5th Int. Workshop on New

Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Jan. 29-30, 2010, Abs.No.P-21, pp.59-60.

24. "N Atomic-Layer Doping in Si/$Si_{1-x}Ge_x$/Si(100) Heterostructure Growth by Low-Pressure CVD", T. Kawashima , M. Sakuraba, B. Tillack and J. Murota, 5th Int. Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Jan. 29-30, 2010, Abs.No.P-22, pp.61-62.

A2　知的ナノ集積システム（中島康治・佐藤茂雄）
Intelligent Nano-Integration System (K.Nakajima and S.Sato)

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 theirs 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. S. Sato and K. Nakajima, "Application of Single Electron Devices Utilizing Stochastic Dynamics," Int. Journal of Nanotechnology and Molecular Computation, vol.1, no.2, pp. 29-42, Apr., 2009. ***(Invited)***
2. T. Onomi, T. Kondo, and K. Nakajima, Implementation of High-Speed Single Flux-Quantum Up/Down Counter for the Neural Computation Using Stochastic Logic, IEEE Trans. Applied Superconductivity, vol.19, no.3, pp.626-629, June 2009.
3. Yoshihiro Hayakawa and Koji Nakajima, Parameter Analysis for Removing the Local Minima of Combinatorial Optimization Problems by Using the Inverse Function Delayed Neural Network, , Advances in Neuro-Information Processing, 15th International Conference, ICONIP 2008, Auckland, New Zealand, November 25-28, 2008, Revised Selected Papers, Part I, LNCS 5506, pp. 875-882, 2009.

4. Y. Hayakawa and K. Nakajima, Design of the Inverse Function Delayed Neural Network for Solving Combinatorial Optimization Problems, IEEE Trans. Neural Network, vol.21, no.2, pp.224-237, Feb. 2010.

【会議議事録、アブストラクト】

1. S. Sato, K. Matsushita, K. Inomata, H. Wang, T. Hatano, M. Kinjo, and K. Nakajima, "Collective Dynamics of Intrinsic Josephson Junctions, Extended Abstracts of the 12th International Superconductive Electronics Conference, TD-P35, Fukuoka, June 2009. **(*Invited*)**
2. S. Sakuraba, T. Onomi, and K. Nakajima, 4-bit Parallel Multiplier for a Fast Fourier Transform, Extended Abstracts of the 12th International Superconductive Electronics Conference, SP-P40, Fukuoka, June 2009.
3. S. Sakuraba, T. Onomi, and K. Nakajima, 4-bit Parallel Adder for a Fast Fourier Transform System, Proceedings of Superconducting SFQ VLSI Workshop SSV2009, P12, Fukuoka, June 2009.
4. K. Kurose, Y. Hayakawa, and K. Nakajima, Analyses of the dynamics of interconnected van der pol models based-on a concept of potential with active areas, Proceedings of the 2009 International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications, pp. 423-426, Sapporo, Japan, Oct. 2009.
5. T. Sota, Y. Hayakawa, and K. Nakajima, The Quartic Form Energy Function for General Combinatorial Optimization Problems, Proceedings of the 2009 International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications, pp. 527-530, Sapporo, Japan, Oct. 2009.
6. T. Sota, Y. Hayakawa, and K. Nakajima, Solving Combinatorial Optimization Problems with the Quartic Form Energy Function of the Neural Network, Proceedings of the 2nd Student Organizing International Mini-Conference on Information Electronics Systems, pp. 69-70, Sendai, Japan, Oct. 2009.
7. K. Kurose, T. Sota, Y. Hayakawa, and K. Nakajima, Analyses of Two Dimensional Hindmarsh-Rose Type Model Based-on a Concept of Potential with Active Areas, Proceedings of the 2nd Student Organizing International Mini-Conference on Information Electronics Systems, p. 167, Sendai, Japan, Oct. 2009.
8. S. Sakuraba, A. Martins, T. Onomi, S. Sato, and K. Nakajima, High Throughput Parallel Arithmetic Circuits for Fast Fourier Transform, Proceedings of Superconducting SFQ VLSI Workshop SSV 2010, pp.10-15, Yokohama Japan, Jan. 2010.
9. R. Nakamoto, S. Sakuraba, T. Onomi, S. Sato, and K. Nakajima, Booth encoder for large scale integration SFQ circuits, Proceedings of Superconducting SFQ VLSI Workshop SSV 2010, pp.103-104, Yokohama Japan, Jan. 2010.

5 B　半導体スピントロニクス基盤技術関連

Semiconductor Spintronics and information technology

B1　半導体スピントロニクス、ナノスピンメモリ
（大野英男・大野裕三・松倉文礼・池田正二）
Semiconductor Spintronics and Nano-Spin Memory
(H.Ohno, Y.Ohno, F. Matsukura, and S.Ikeda)

B2　超ブロードバンド信号処理（尾辻泰一･末光哲也）
Ultra-Broadband Signal Processing
(T.Otsuji and T.Suemitsu)

B3　量子光情報工学（枝松圭一・小坂英男）
Quantum-Optical Information Technology
(K.Edamatsu and H.Kosaka)

B1　半導体スピントロニクス、ナノスピンメモリ
（大野英男・大野裕三・松倉文礼･池田正二）
Semiconductor Spintronics and Nano-Spin Memory
(H. Ohno, Y. Ohno, F. Matsukura, and S. Ikeda)

半導体の量子状態を制御し工学的に応用するための研究を進めている。特に、スピンと電荷の自由度を使う半導体スピントロニクス、今後の情報通信に必要な THz コヒーレント光源の研究を行っている。また、スピントロニクスを応用したスピンデバイス・ストレージ基盤技術の研究を行っている。

We are working on the nanoscience and nanotechnology to control the quantum states in semiconductors, especially the spin-states and optical transitions in the mid-infrared to THz. We are also developing technologies to realize advanced spin memory and logic devices using magnetic tunnel junctions (MTJs) consisting of ferromagnetic metal electrodes and insulating barriers.

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) 半導体スピンデバイスの研究
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. 量子構造における量子輸送現象の研究
Quantum Transport Properties of Double Quantum Well Heterostructures

低温・強磁場における 2 次元電子間の量子輸送現象を明らかにするため、MBE による高品質 GaAs/(Ga.Al)As 2 重量子井戸構造の形成と､2 層 2 次元電子間のトンネルデバイスの試作、評価を行っている。
Quantum transport phenomena of interacting two-dimensional (2D) electron systems under high magnetic field at low temperature are being studied. A new 2D-2D tunnel-device structure has been developed to investigate the quantum transport properties.

4. 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.

5. ナノスピンデバイス・メモリの研究
Nano-spin device and memory

スピンメモリ・ロジック実現に向けた基盤技術を開発する。
Technologies to realize advanced spin memory and logic devices using magnetic tunnel junctions (MTJs) consisting of ferromagnetic metal electrodes and insulating barriers are developing.

6. 高機能・超低消費電力スピンデバイス・ストレージ基盤技術に関する研究
High-performance low-power consumption spin devices and super high-speed mass storage HDD systems

文部科学省「次世代 IT 基盤構築のための研究開発」の委託研究である「高機能・超低消費電力スピンデバイス・ストレージ基盤技術の開発」プロジェクトにおいて、プロジェクト参画研究室と連携して次世代高機能・低消費電力スピンデバイス基盤技術、及び超高速大容量ストレージシステムの開発が行われた。
High-performance low-power consumption spin devices and super high-speed mass storage HDD systems were studied in “High-Performance Low-Power Consumption Spin Devices and Storage Systems” program under Research and Development for Next-Generation Information Technology of MEXT.

1）ナノスピン材料に関する研究
Nano-spin materials
高出力 TMR 材料、高熱安定性スピン注入材料、理論計算による材料・素子設計、強磁性半導体エピタキシャル接合に関する研究が行われた。
High-output TMR materials, high thermal-stability spin injection materials, design of materials and devices using theoretical calculation and ferromagnetic semiconductor epitaxial junction were studied

2) スピン素子に関する研究
Spin devices
縦型トランジスタ、電流差動型回路、低電流スピン注入磁化反転素子、高速磁化反転 MTJ 素子、磁性半導体デバイス(論理回路)に関する研究が行われた。
Vertical type transistors, current differential type circuits, low current-induced/high speed

magnetization switching, ferromagnetic semiconductor devices (logic circuits) were studied.

3) スピン回路に関する研究
Spin circuits
ロジックインメモリ構造のスピン回路、超低消費電力 VLSI システム基盤技術、縦型トランジスタを用いたスピン回路、リコンフィギュラブルプロセッサに関する研究が行われた。
Spin circuits with logic-in memory structure, low power consumption VLSI system, spin circuit and processor using vertical type transistors, and reconfigurable processor were studied

4) テラビット級次世代ナノパターン媒体ならびに超高感度リーダ技術の研究
Developments of high density patterned media and high sensitivity sensor
微細なドットアレイやスピン蓄積素子を作製し、これらの基礎特性の解析が行われた。
Fine dot arrays of Co based alloy films and spin accumulation devices were fabricated and their fundamental properties were studied.

【査読付論文】

1. K. Morita, H. Sanada, S. Matsuzaka, Y. Ohno, and H. Ohno, " Intersubband exchange interaction induced by optically excited electron spins in GaAs/AlGaAs quantum wells", Applied Physics Letters, Vol. 94, pp. 162104, April 2009.
2. T. Devolder, J. V. Kim, C. Chappert, J. Hayakawa, K. Ito, H. Takahashi, S. Ikeda, and H. Ohno, " Direct measurement of current-induced fieldlike torque in magnetic tunnel junctions", Journal of Applied Physics, Vol. 105, pp. 113924, June 2009.
3. S. V. Karthik, Y. K. Takahashi, T. Ohkubo, K. Hono, S. Ikeda, and H. Ohno," Transmission electron microscopy investigation of CoFeB/MgO/CoFeB pseudo spin valves annealed at different temperatures", Journal of Applied Physics, Vol. 106, pp. 023920, July 2009.
4. J. H. Park, S. Ikeda, H. Yamamoto, H. Gan, K. Mizunuma, K. Miura, H. Hasegawa, J. Hayakawa, K. Ito, F. Matsukura, and H. Ohno, " Perpendicular magnetic tunnel junctions with CoFe/Pd multilayer electrodes and an MgO barrier", IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 45, pp. 3476-3479, September 2009.
5. S. Matsuzaka, Y. Ohno, and H. Ohno, " Electron density dependence of the spin Hall effect in GaAs probed by scanning Kerr rotation microscopy", Physical Review B, Vol. 80, pp. 241305(R), December 2009.
6. K. Mizunuma, S. Ikeda, J. H. Park, H. Yamamoto, H. Gan, K. Miura, H. Hasegawa, J. Hayakawa, F. Matsukura, and H. Ohno, " MgO barrier-perpendicular magnetic tunnel junctions with CoFe/Pd multilayers and ferromagnetic insertion layers", Applied Physics Letters, Vol. 95, pp. 232516, December 2009.
7. Maciej Sawicki, Daichi Chiba, Anna Korbecka, Yu Nishitani, Jacek A. Majewski, Fumihiro Matsukura, Tomasz Dietl, and Hideo Ohno, " Experimental probing of the interplay between ferromagnetism and localization in (Ga, Mn)As", Nature Physics, Vol. 6, pp. 22-25, January 2010. (Supplementary information)
8. S. Matsuzaka, Y. Ohno, and H. Ohno , " Scanning Kerr Microscopy of the Spin Hall Effect in n-Doped GaAs with Various Doping Concentration ", Journal of Superconductivity and Novel Magnetism, Vol. 23, pp. 37-39, January 2010.
9. M. Ono, S. Matsuzaka, Y. Ohno, and H. Ohno , " Gate Voltage Control of Nuclear Spin Relaxation in GaAs Quantum Well ", Journal of Superconductivity and Novel Magnetism, Vol. 23, pp. 131-133, January 2010.

10. M. Endo, D. Chiba, H. Shimotani, F. Matsukura, Y. Iwasa, and H. Ohno ," Electric double layer transistor with a (Ga, Mn)As channel", Applied Physics Letters, Vol. 96, pp. 022515, January 2010.
11. Y. Nishitani, D. Chiba, M. Endo, M. Sawicki, F. Matsukura, T. Dietl, and H. Ohno, " Curie temperature versus hole concentration in field-effect structures of (Ga,Mn)As", Physical Review B, Vol. 81, pp. 045208, January 2010.
12. X. Kozina, S. Ouardi, B. Balke, G. Stryganyuk, G. H. Fecher, C. Felser, S. Ikeda, H. Ohno, and E. Ikenaga, " A nondestructive analysis of the B diffusion in Ta-CoFeB-MgO-CoFeB-Ta magnetic tunnel junctions by hard x-ray photoemission", Applied Physics Letters, Vol. 96, pp. 072105, February 2010.
13. M. Ono, H. Kobayashi, S. Matsuzaka, Y. Ohno, and H. Ohno, " Gate voltage dependence of nuclear spin relaxation in an impurity-doped semiconductor quantum well", Applied Physics Letters, Vol. 96, pp. 071907, February 2010.
14. S. Marcet, K. Ohtani, and H. Ohno, " Vertical electric field tuning of the exciton fine structure splitting and photon correlation measurements of GaAs quantum dot", Applied Physics Letters, Vol. 96, pp. 101117, March 2010.
15. D. Chiba, A Werpachowska, M. Endo, Y. Nishitani, F. Matsukura, T. Dietl, and H. Ohno " Anomalous Hall effect in field-effect structures of (Ga,Mn)As", Physical Review Letters, Vol. 104, pp. 106601, March 2010.
16. M Nishimura, M Oogane, H Naganuma, N Inami, S Ikeda, H Ohno and Y Ando, "Spin-transfer switching in magnetic tunnel junctions with synthetic ferri-magnetic free layer", Journal of Physics: Conference Series, Vol. 200, pp. 052018, February 2010.
17. S. Matsunaga, M. Natsui, K. Hiyama, T. Endoh, H. Ohno and T. Hanyu, "Fine-Grained Power-Gating Scheme of a Metal-Oxide-Semiconductor and Magnetic-Tunnel-Junction-Hybrid Bit-Serial Ternary Content-Addressable Memory," Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 49, pp. 04DM05, April 2010.
18. T. Endoh, F. Iga, K. Miura, J. Hayakawa, M. Kamiyanagi, H. Hasegawa, T. Hanyu, and H. Ohno “The Performance of Magnetic Tunnel Junction Integrated on the Back-End Metal Line of CMOS Circuits”, Jpn. J. Appl. Phys, Vol. 49, pp.04DM06-1~5, April 2010.
19. M. Kamiyanagi, F. Iga, S. Ikeda, K. Miura, J. Hayakawa, H. Hasegawa, T. Hanyu, H. Ohno, and T. Endoh, “Transient characteristic of fabricated Magnetic Tunnel Junction (MTJ) programmed with CMOS circuit”, IEICE Transacions on Electronics Vol. E93-C, No.5, pp.602-607, May 2010.
20. F. Iga, M. Kamiyanagi, S. Ikeda, K. Miura, J. Hayakawa, H. Hasegawa, T. Hanyu, H. Ohno, and T. Endoh, “Study of the DC Performance of Fabricated Magnetic Tunnel Junction Integrated on Back-end Metal Line of CMOS Circuits”, IEICE Transacions on Electronics, Vol.E93-C, No.5, pp.608-613, May 2010.
21. S. Matsunaga, K. Hiyama, A. Matsumoto, S. Ikeda, H. Hasegawa, K. Miura, J. Hayakawa, T. Endoh, H. Ohno, and T. Hanyu, "Standby-Power-Free Compact Ternary Content-Addressable Memory Cell Chip Using Magnetic Tunnel Junction Devices," Applied Physics Express (APEX), vol. 2, no. 2, pp. 023004, February 2009.

【査読付論文】(連携研究)

1. S. Tsunegi, Y. Sakuraba, M. Oogane, Hiroshi Naganuma, K. Takanashi, and Y. Ando, "Enhancement in tunnel magnetoresistance effect by inserting CoFeB to the tunneling barrier interface in Co_2MnSi/MgO/CoFe magnetic tunnel junctions", Applied Physics Letters, Vol. 94, pp. 252503, June 2009.
2. S. Tsunegi, Y. Sakuraba, M. Oogane, N. D. Telling, L. R. Shelfold, E. Arenholz, G van der Laan, R. J. Hicken, K. Takanashi and Y. Ando, "Tunnel magnetoresistance in epitaxially grown

magnetic tunnel junctions using Heusler alloy electrode and MgO barrier", Journal of Physics D: Applied Physics, Vol. 42, pp. 195004, October 2009.

3. N Inami, G Kim, H Naganuma, M Oogane and Y Ando, "Structural, Magnetic, and Magnetotransport Properties of FePt/MgO/CoPt Perpendicularly Magnetized Tunnel Junctions" Journal of Physics: Conference Series, Vol. 200, pp. 052008, February 2010.
4. 鈴木大輔, 夏井雅典, 羽生貴弘, "TMR ロジックに基づくルックアップテーブル回路とその瞬時復帰可能 FPGA への応 用," 電子情報通信学会論文誌 C, Vol.J92-C, No.7, pp.233-240, July 2009.
5. 廣崎旭宏, 松本敦, 羽生貴弘, "TMR デバイスを用いたしきい値変動補償を有する電流モード多値回路の構成," 信学論 D, J93-D, 1, pp.10-19, January 2010.
6. T. Endoh and M. Kamiyanagi, “Novel Concept Dynamic Feedback MCML Technique for High-Speed and High-Gain MCML Type Latch”, IEICE Transacions on Electronics, Vol. E92-C, No.5, pp.603-607, May 2009.
7. N Kikuchi, K Mitsuzuka, T Shimatsu, O Kitakami and H Aoi, "Nucleation size of hcp-CoPt dot arrays characterized by time dependence of coercivity", Journal of Physics: Conference Series, vol. 200, pp. 102003, February 2010.
8. K Mitsuzuka, T Shimatsu, N Kikuchi, S Okamoto, H Aoi and O Kitakami, "Remanence coercivity of dot arrays of hcp-CoPt perpendicular films", Journal of Physics: Conference Series, vol. 200, pp. 102005, February 2010.
9. スタティックテスタによる連続媒体とパターン垂直媒体のコンタクト記録・再生 (Contact Reading/Writing of Continuous Media and Patterned Media with a Static-Tester) 竜野良亮, 嵯峨秀樹, 三浦健司, 青井基, 村岡裕明 (R. Tatsuno, H. Saga, K. Miura, H. Aoi and H. Muraoka), Journal of the Magnetics Society of Japan, vol. 34, pp. 64-68, March 2010.

【国際会議発表】

1. H. Ohno, "Spintronics: Nanoscience and Nanoelectronics," IEEE Magnetics Society Distinguished Lecture for 2009, Sendai, Japan, April 13, 2009.
2. H. Ohno, "Spintronics: Nanoscience and Nanoelectronics," IEEE Magnetics Society Distinguished Lecture for 2009, Corvallis, OR, USA, April 16, 2009.
3. H. Ohno, "Manipulation of Magnetization Direction by Electric Fields ***(Invited)***," Spin Current 2009(SpinAps), Fallen Leaf, CA, USA, April 17-19, 2009.
4. H. Ohno, "Spintronics: Nanoscience and Nanoelectronics," IEEE Magnetics Society Distinguished Lecture for 2009, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA, USA, April 20, 2009.
5. H. Ohno, "Spintronics: Nanoscience and Nanoelectronics ***(Invited)***," IEEE Magnetics Society Distinguished Lecture for 2009, Hitach Global Storage Technologies (HGST), CA, USA, April 21, 2009.
6. H. Ohno, "Spintronics: Nanoscience and Nanoelectronics," IEEE Magnetics Society Distinguished Lecture for 2009, Santa Clara, CA, USA, April 21, 2009.
7. H. Ohno, "Spintronics: Nanoscience and Nanoelectronics," IEEE Magnetics Society Distinguished Lecture for 2009, San Diego, CA, USA, April 22, 2009.
8. H. Ohno, "Spintronics: Nanoscience and Nanoelectronics," IEEE Magnetics Society Distinguished Lecture for 2009, Denver, CO, USA, April 23, 2009.
9. H. D. Gan, S. Ikeda, J. Hayakawa, J. Park, H. Yamamoto, K. Miura, H. Hasegawa, F. Matsukura, and H. Ohno, "Tunneling spectroscopy of CoFeB/MgO/CoFeB MTJs with ultrahigh TMR ratio, " Intermag 2009 (IEEE International Magnetics Conference), Sacramento, California, US, May 4-8, 2009.

10. J. Hayakawa, H.Yamamoto, S. Ikeda, K. Miura, R. Sasaki, T. Meguro, M. Ichimura, R. Sugano, H. Hasegawa, K. Ito, H. Takahashi and H. Ohno, "Effect of antiferromagnetic exchange coupling on current induced magnetization switching in MgO barrier MTJs with CoFeB based synthetic ferrimagnetic recording layer ***(Invited)***," Intermag 2009 (IEEE International Magnetics Conference), Sacramento, California, US, May 4-8, 2009.
11. J. Park, S. Ikeda, H.Yamamoto, H. Gan, K. Miura, H. Hasegawa, J. Hayakawa, K. Ito, F. Matsukura, and H. Ohno, "Perpendicular magnetic tunnel junctions with CoFe/Pd multilayer electrodes and MgO barrier, " Intermag 2009 (IEEE International Magnetics Conference), Sacramento, California, US, May 4-8, 2009.
12. D. Chiba, M. Sawicki, Y. Nishitani, Y. Nakatani, F. Matsukura, and H. Ohno, "Electric Field Manipulation of Magnetic Anisotropy in Ferromagnetic Semiconductors ***(Invited)***," IEEE International Magnetics Conference, Sacrament, USA, May 4-8, 2009.
13. H. Ohno, "Spin Torque Transfer Nonvolatile Devices for CMOS Integrated Circuits ***(Invited)***," 2009 International Conference on Frontiers of Characterization and Metrology for Nanoelectronics, Albany, USA, May 11-15, 2009.
14. H. Ohno, "Electric-Field Manipulation of Magnetization Direction ***(Invited)***," Frontiers in Nanoscale Science and Technology, Nanoelectronics & Nanophotonics Spintronics & Quantum Information, Boston, USA, May 29-31, 2009.
15. H. Ohno, "Electrical Magnetization Vector manipulation in (Ga,Mn)As ***(Invited)***," Spin-Up 2009, Longyearbyean, Norway, May 31-June 4, 2009.
16. H. Ohno, "Spintronics: Nanoscience and Nanoelectronics," IEEE Magnetics Society Distinguished Lecture for 2009, Singapore, June 8, 2009.
17. H. Ohno, "Hybrid CMOS/Magnetic Tunnel Junction Approach for Nonvolatile Integrated Circuits ***(Invited)***," 2009 Symposia on VLSI Technology and Circuits, Kyoto, Japan, June 15-17, 2009.
18. H. Ohno, "Magnetic Tunnel Junction for Next Generation Intergrated Circuits ***(Invited)***," 2009 Advanced Research Workshop, Future Trends in Microelectronics, Sardinia, Italy, June 14-19, 2009.
19. M. Sawicki, D. Chiba, A. Korbecka, Y. Nishitani, F. Matsukura, J. A. Majewski, T. Dietl; and H. Ohno, "Fabrication and Properties of Metal-Oxide-Semiconductor Structures of Ferromagnetic Semiconductors ***(Invited)***," The Baltic ALD conference (BALD 2009) Uppsala, Sweden, June 15-16, 2009.
20. H. Ohno, "Spintronics: Nanoscience and Nanoelectronics ***(Keynote)***," IEEE Magnetic Society Distinguished Lecture for 2009, 21th Annual Conference on Magnetics and Cross-Strait Magnetism Conference (TAMT), Kaohsiung, Taiwan, June 24-26, 2009.
21. S. Ikeda, J. Hayakawa, K. Miura, H. Hasegawa, R. Sasaki, H. Yamamoto, H. D. Gan, J. H. Park, F. Matsukura, and H. Ohno, "Advanced magnetic tunnel junctions for hybrid spintronics/CMOS circuits ***(invited)***,", AWAD 2009 (Aian-Pascific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices), Busan, Korea, June 24-26, 2009.
22. H. Ohno, "- 20 Years of III-V DMS – An Introduction ***(Invited)***," 5th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology (SPINTECH V), Krakow, Poland, July 7-11, 2009.
23. F. Matsukura, "Experimental aspects of carrier-controlled ferromagnetic semiconductors ***(Invited)***," Fifth International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology (SPINTECH V), Krakow, Poland, July 7-11, 2009.
24. Y. Nishitani, M. Endo, F. Matsukura, and H. Ohno, "Magnetic anisotropy in a ferromagnetic (Ga,Mn)Sb thin film" 14th International Conference on Modulated Semiconductor structures (MSS-14), Kobe, Japan, July 19-24, 2009.

25. D. Chiba, M. Endo, Y. Nishitani, F. Matsukura, and H. Ohno, "Electric-field control of anomalous Hall effect in (Ga,Mn)As thin films," 14th International Conference on Modulated Semiconductor structures (MSS-14), Kobe, Japan, July 19-24, 2009.
26. F. Matsukura, M. Sawicki, D. Chiba, A. Korbecka, Y. Nishitani, J. A. Majewski, T. Dietl, and H. Ohno, "SQUID magnetometry of the effect of electric-field on magnetization of (Ga,Mn)As," 14th International Conference on Modulated Semiconductor structures (MSS-14), Kobe, Japan, July 19-24, 2009.
27. Y. Guo, F. Matsukura, K. Ohtani, and H. Ohno, "Epitaxy and characterizationof Co dooed ZnO on ZnO substrate," 14th International Conference on Modulated Semiconductor structures (MSS-14), Kobe, Japan, July 19-24, 2009.
28. Tsung-Tse Lin, Keita Ohtani, and Hideo Ohno, "Fabrication and operation of a metal-metal waveguide GaAs terahertz quantum cascade laser" 14th International Conference on Modulated Semiconductor structures (MSS-14), Kobe, Japan, July 19-24, 2009.
29. T. Takahashi, S. Matsuzaka, Y. Ohno, H. Ohno, "Optical detection of zero-field spin precession of high mobility two dimensional electron gas in a gated GaAs/AlGaAs quantum well," the 14th International Conference on Modulated Semiconductor Structures (MSS-14), Kobe, Japan, July 19 - 24, 2009.
30. S. Matsuzaka, Y. Ohno, H. Ohno, "Detection of local electron and nuclear spin dynamics by time-resolved Kerr microscopy," the 14th International Conference on Modulated Semiconductor Strucutres (MSS-14), Kobe, Japan, July 19 - 24, 2009.
31. K. Morita, H. Sanada, S. Matuzaka, Y. Ohno, H. Ohno, "Two-color pump-probe measurements of intersubband excitonic interactions in GaAs/AlGaAs quantum wells," the 14th International Conference on Modulated Semiconductor Strucutres (MSS-14), Kobe, Japan, July 19 - 24, 2009.
32. Y. Ohno, Y. Kondo, M. Ono, S. Matsuzaka, H. Sanada, K. Morita, and H. Ohno, "Multi pulse operation and optical detection of nuclear spin coherence in a quantum well ***(Invited)***," The 18th International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems (EP2DS-18), Kobe, Japan, July 19 - 24, 2009.
33. D. Chiba, M. Sawicki, Y. Nishitani, Y. Nakatani, F. Matsukura, and H. Ohno, "Electric-field manipulation of magnetization vector in (Ga,Mn)As ***(Invited)***," The 18th International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems (EP2DS-18), Kobe, Japan, July 19 - 24, 2009.
34. H. D. Gan, S. Ikeda, J. Hayakawa, H. Yamamoto, K. Miura, H. Hasegawa, F. Matsukura, and H. Ohno, "Transport properties of double MgO barrier magnetic tunnel junctions with CoFeB electrodes ", ICM 2009 (International Conference on Magnetism), Karlsruhe, Germany, July 26 - 31, 2009 .
35. S. Ikeda, J. Hayakawa, H. D. Gan, K. Miura, H. Yamamoto, H. Hasegawa, F. Matsukura, H. Ohno, "Material Science of Tunnel Magneto-resistance Exceeding 600% at Room Temperature ***(half-plenary)***", ICM 2009 (International Conference on Magnetism), Karlsruhe, Germany, July 26 - 31, 2009.
36. D. Chiba, Y. Nakatani, T. Ono, F. Matsukura, and H. Ohno, "Simulation on electric-field induced magnetization switching without external magnetic field," ICM 2009 (International Conference on Magnetism), Karlsruhe, Germany, July 26 - 31, 2009.
37. M. Sawicki, D. Chiba, Y. Nishitani, A. Korbecka, J. A. Majewski, F. Matsukura, T. Dietl, and H. Ohno, "Electric Field Control of Magnetism in (Ga,Mn)As Probed by Direct Magnetization Measurements," ICM 2009 (International Conference on Magnetism), Karlsruhe, Germany, July 26 - 31, 2009.
38. H. Ohno, "Magnetic Tunnel Junctions: Beyond Nonvolatile Memories ***(Invited)***," Nano and Giga Challenges in Electronics, Photonics and Renewable Energy Simposium and Summer School (NGC200), Hamilton, Canada, August 10-14, 2009 .
39. H. Ohno, "Ferromagnetism in III-V Semiconductors ***(Plenary)***," 36th International Symposium on Compound Semiconductors (ISCS2009), Santa Barbara, USA, August 30-September 2, 2009.

40. H. Ohno, "Spintronics: Nanoscience and Nanoelectronics," IEEE Magnetics Society Distinguished Lecture for 2009, Argonne, USA, September 3, 2009.
41. H. Ohno, "Spintronics: Nanoscience and Nanoelectronics," IEEE Magnetics Society Distinguished Lecture for 2009, Tuscaloosa, Univ. of Alabama, USA, September 4, 2009.
42. H. Ohno, "Spintronics: Nanoscience and Nanoelectronics ***(Plenary)***," IEEE Magnetics Society Distinguished Lecture for 2009 at 19th Soft Magnetic Materials Conference (SMM19), Trino, Italy, September 6-9, 2009.
43. H. Ohno, "Spintronics: Nanoscience and Nanoelectronics," IEEE Magnetics Society Distinguished Lecture for 2009, Southampton, UK, September 9, 2009.
44. H. Ohno, "Spintronics: Nanoscience and Nanoelectronics," IEEE Magnetics Society Distinguished Lecture for 2009, York, UK, September 11, 2009.
45. K. Ohtani, M. Belmoubarik, and H. Ohno, "Conduction to valence band offset ratio of ZnO/MgZnO quantum wells", The 10th International Conference on Intersubband Transitions in Quantum Wells (ITQW2009), Montreal, Canada, September 6-10, 2009.
46. K. Ohtani, T. -T. Lin, and H. Ohno, "Fabrication of copper metal-metal waveguide by radio frequency sputtering method", The 10th International Conference on Intersubband Transitions in Quantum Wells (ITQW2009), Montreal, Canada, September 6-10, 2009.
47. H. Ohno, "Spintronics: Electrical Control of Magnetization ***(Plenary)***," 10th International Conference on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces, and nanostructures (ACSIN 10), Granada, Spain, September 21-25, 2009.
48. H. Ohno, "Spintronics: Nanoscience and Nanoelectronics," IEEE Magnetics Society Distinguished Lecture for 2009, adrid, Spain, September 25, 2009.
49. H. Ohno, "Magnets of Ferromagnetism in Semiconductors ***(Invited)***," The Royal Society Scientific Discussion Meeting -The Spin on Electronics-, London, September 28-29, 2009.
50. H. Ohno, "Spintronics: Nanoscience and Nanoelectronics," IEEE Magnetics Society Distinguished Lecture for 2009, Grenoble, CEA-Grenoble, France, October 1, 2009.
51. H. Ohno, "Spintronics: Nanoscience and Nanoelectronics," IEEE Magnetics Society Distinguished Lecture for 2009, Paris, CNRS, France, October 2, 2009.
52. H. Ohno, "Spintronics: Nanoscience and Nanoelectronics," IEEE Magnetics Society Distinguished Lecture for 2009, Tallahassee, Florida State University, USA, October 5, 2009.
53. H. Ohno, "Spintronics: Nanoscience and Nanoelectronics," IEEE Magnetics Society Distinguished Lecture for 2009, Yorktown Heights, IBM T. J. Research Watson Research Center, USA, October 6, 2009.
54. D. Chiba, M. Sawicki, Y. Nishitani, Y. Nakatani, F. Matsukura, and H. Ohno, "Electric-field manipulation of magnetic anisotropy in (Ga,Mn)As ***(Invited)***," Advances in Magnetic Nanostructures, Vail, Colorado October 4-9, 2009.
55. M. Endo, D. Chiba, H. Shimotani, F. Matsukura, Y. Iwasa and H. Ohno , "Electrical control of the magnetic properties in (Ga,Mn)As channel in electric double layer transistor", International conference on solid state devices and materials (SSDM2009), Sendai Kokusai Hotel, Japan, October 7-9, 2009.
56. H. D. Gan, K. Mizunuma, S. Ikeda, H. Yamamoto, K. Miura, H. Hasegawa, J. Hayakawa, F. Matsukura, and H. Ohno, "CoFeB/MgO/CoFeB Magnetic Tunnel Junctions with Low Resistance-Area Product and High Magnetoresistance ", SSDM 2009 (2009 International Conference on Solid State Devices and Materials) , Sendai, Japan, Oct. 7-9, 2009.
57. K. Mizunuma, J. Park, S. Ikeda, H. Yamamoto, K. Miura, H. D. Gan, H. Hasegawa, J. Hayakawa, F. Matsukura, and H. Ohno, "Effect of CoFeB Insertion on TMR Properties in Perpendicular Magnetic Tunnel Junctions with CoFe/Pd Multilayers" , SSDM 2009 (2009 International Conference on Solid State Devices and Materials) , Sendai, Japan, Oct. 7-9, 2009.

58. M. Endo, D. Chiba, H. Shimotani, F. Matsukura, Y. Iwasa and H. Ohno , "Electrical control of properties on (Ga,Mn)As using electric double layer transistor", RIEC-CNSI workshop on Nanoelectronics, Spintronics and Photonics, Tohoku University, Japan, October 22-23, 2009.

59. Y. Ohno, "Multi-pulse control and optical detection of nuclear spin coherence in GaAs/AlGaAs quantum well ***(Invited)***", the 2nd RIEC-CNSI Workshop on Nanoelectronics, Spintronics and Photonics, Sendai, October 22 - 23, 2009.

60. M. Ono, H. Kobayashi, S. Matsuzaka, Y. Ohno and H. Ohno, "Nuclear spin coherence in a Schottky gated n-GaAs quantum well", the 2nd RIEC-CNSI Workshop on Nanoelectronics, Spintronics and Photonics, Sendai, October 22 - 23, 2009.

61. Y. Nishitani, M. Endo, F. Matsukura, and H. Ohno, "Electrical control of magnetism of ferromagnetic semiconductor (Ga,Mn)Sb", The 2nd Student Organizing International Mini-Conference on Information Electronics Systems, Sendai, October 27 - 28, 2009.

62. M. Endo, D. Chiha, H. Shimotani, F. Matsukura, Y. Iwasa, and H. Ohno, "Electric double layer transistor with a thin (Ga,Mn)As channel layer," The 2nd Student Organizing International Mini-Conference on Information Electronics Systems, Sendai, October 27 - 28, 2009.

63. Y. Ohno, Y. Kondo, M. Ono, S. Matsuzaka, K. Morita, H. Sanada and H. Ohno, "Multi pulse operation and optical detection of nuclear spin coherence in a quantum well ***(Invited)***," The 9th Sweden-Japan Workshop on Quantum Nanophysics and Nanoelectronics (QNANO), The University of Tokyo, Tokyo Japan, November 13th-14th, 2009.

64. F. Matsukura and H. Ohno, "Electric-field Manipulation of Magnetization Vector ***(Invited)***," 2009 MRS fall meeting, Boston, Nov. 30-Dec. 4, 2009.

65. H. Ohno, "Material Science and Physics of Large TMR and Spin-transfer Switching in MgO-based MTJs for CMOS logic integration ***(Invited)***," 11th Joint MMM-Intermag Conference, Washington D.C., USA, January 18-22, 2010.

66. H. Yamamoto, J. Hayakawa, S. Ikeda, K. Miura, H. Hasegawa, M. Yamanouchi, K. Ito, H. Takahashi, H. Matsuoka, and H. Ohno, " Effect of synthetic ferrimagnetic free layer structure on the thermal stability in MgO-barrier magnetic tunnel junctions," 11th Joint MMM-Intermag Conference, Washington D.C., USA, January 18-22, 2010.

67. K. Mizunuma, S. Ikeda, H. Yamamoto, H. Gan, K. Miura, H. Hasegawa, J. Hayakawa, K. Ito, F. Matsukura, and H. Ohno, "Effect of synthetic ferrimagnetic free layer structure on the thermal stability in MgO-barrier magnetic tunnel junctions" 11th Joint MMM-Intermag Conference, Washington D.C., USA, January 18-22, 2010.

68. H. Gan, S. Ikeda, J. Hayakawa, K. Miura, H. Hasegawa, H. Yamamoto, F. Matsukura, and H. Ohno, "Transport properties of double MgO barrier MTJs with thin middle CoFeB layer," 11th Joint MMM-Intermag Conference, Washington D.C., USA, January 18-22, 2010.

69. K. Ohtani, M. Belmoubarik, H. Ohno, "Intersubband transitions in ZnO quantum wells," SPIE Photonics West 2010, San Francisco, January 23-28, 2010.

70. S. Matsuzaka, Y. Ohno, and H. Ohno, "Carrier Concentration Dependence of Spin Hall Effect in n-GaAs," 6th RIEC International Workshop on Spintronics, Sendai, Japan, February 5-6, 2010.

71. M. Endo, S. Kanai, S. Ikeda, F. Matsukura, and H. Ohno, "Change of Magnetic Properties in Co40Fe40B20 Induced by Electric Field ***(Invited)***," 6th RIEC International Workshop on Spintronics (Sendai, Japan, February 5-6, 2010).

72. K. Mizunuma, S. Ikeda, H. Yamamoto, H. Gan, K. Miura, J. Hayakawa, K. Ito, F. Matsukura, and H. Ohno, "Effect of CoFeB Insertion and Pd Layer Thicknesses on TMR Properties in Perpendicular MTJs with MgO Barrier and CoFe/Pd Multilayers," 6th RIEC International Workshop on Spintronics, Sendai, Japan, February 5-6, 2010.

73. H. Gan, S. Ikeda, W. Shiga, J. Hayakawa, K. Miura, H. Yamamoto, F. Matsukura, T. Ohkubo, K. Hono, and H. Ohno, "Effect of Free Layer Structures on Tunnel Magnetoresistance for Double MgO Barrier Magnetic Tunnel Junctions," 6th RIEC International Workshop on Spintronics, Sendai, Japan, February 5-6, 2010.

74. F. Matsukura, Y. Nishitani, M. Endo, D. Chiba, M. Sawicki, A. Korbecka, J. A. Majewski, A. Werpachowska, T. Dietl, and H. Ohno, "Electric-field Effect on Thin (Ga,Mn)As Layers ***(Invited)***" 6th RIEC International Workshop on Spintronics, Sendai, Japan, February 5-6, 2010.

75. S. Teraoka, S. Amaha, T. Hatano, T. Kubo, Y. Tokura, Y. Ohno, H. Ohno, and S. Tarucha, "Hole Spin Resonance and Spin-orbit Interaction in p-GaAs/AlGaAs(311)A Heterostructure," 6th RIEC International Workshop on Spintronics, Sendai, Japan, February 5-6, 2010.

76. K. Ito, J. Hayakawa, K. Miura, M. Yamanouchi, H. Hasegawa, S. Ikeda, R. Sasaki, H. Takahashi, H. Matsuoka, and H. Ohno, "Spin Transfer Torque Switching in Magnetic Tunnel Junctions with CoFeB-based Synthetic Ferrimagnetic Free Layers ***(Invited)***," 6th RIEC International Workshop on Spintronics, Sendai, Japan, February 5-6, 2010.

77. M. Ono, G. Sato, J. Ishihara, S. Matsuzaka, Y Ohno, and H. Ohno, "Strain Dependence of Nuclear Spin Relaxation Time in a GaAs Quantum Well," 6th RIEC International Workshop on Spintronics, Sendai, Japan, February 5-6, 2010.

78. S. Kanai, M. Endo, S. Ikeda, F. Matsukura, and H. Ohno, "Thickness Dependence of Magnetic Anistropy in CoFeB under Electric Fields," 6th RIEC International Workshop on Spintronics, Sendai, Japan, February 5-6, 2010.

79. H. D. Gan, S. Ikeda, J. Hayakawa, H. Yamamoto, K. Miura, H. Hasegawa, F. Matsukura, and H. Ohno, "Tunneling Spectroscopy of CoFeB/MgO/CoFeB Pseudo Spin-Valve MTJs with Ultrahigh TMR Ratio," 6th RIEC International Workshop on Spintronics, Sendai, Japan, February 5-6, 2010.

80. Y. J. Uemura, S. R. Dunsiger, J. P. Carlo, T. Goko, G. Nieuwenhuys, T. Prokscha, A. Suter, E. Morenzoni, D. Chiba, Y. Nishitani, T. Tanikawa, F. Matsukura, H. Ohno, J. Ohe, and S. Maekawa, "Spatially Homogeneous Ferromagnetism of (Ga,Mn)As Detected by Muon Spin Relaxation ***(Invited)***," 6th RIEC International Workshop on Spintronics, Sendai, Japan, February 5-6, 2010.

81. H. Ohno, "Electric-field Effects on Magnetic and Transport Properties of (Ga,Mn)As ***(Invited)***," 16th International Winterschool, New Developments in Solid State Physics (Mauterndorf, Austria, February 22-26, 2010.

82. H. Ohno, "Nanoelectronics Meets Spintronics ***(Invited)***," 3rd GCOE International Symposium on Photonics and Electronics Science and Engineering, Kyoto, Japan, March 12, 2010.

83. F. Matsukura, "Electric-field effect on thin ferromagnetic layers ***(Invited)***," 1st International CONFERENCE on Computation Design and Evaluation of Spintronics Materials, Osaka, Japan, March 30, 2010.

84. S. Matsunaga, J. Hayakawa, S. Ikeda, K. Miura, T. Endoh, H. Ohno, and T. Hanyu, "MTJ-Based Nonvolatile Logic-in-Memory Circuit, Future Prospects and Issues ***(Invited)***," 2009 Design, Automation and Test in Europe (DATE 2009), April 2009.

85. D. Suzuki, M. Natsui, S. Ikeda, H. Hasegawa, K. Miura, J. Hayakawa, T. Endoh, H. Ohno and T. Hanyu, "Fabrication of a Nonvolatile Lookup-Table Circuit Chip Using Magneto/Semiconductor-Hybrid Structure for an Immediate-Power-Up Field Programmable Gate Array," IEEE 2009 Symposia on VLSI Circuits, Dig. Tech. Papers, June 2009

86. S. Matsunaga, A. Matsumoto, M. Natsui, T. Endoh, H. Ohno, and T. Hanyu, "Fine-Grain Power-Gating Scheme of a CMOS/MTJ-Hybrid Bit-Serial Ternary Content-Addressable Memory," International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM), Sendai, October 2009.

87. T. Hanyu, "A MOS/MTJ-Hybrid Circuit with Nonvolatile Logic-in-Memory Architecture," Advances in Magnetic Nanostructures, October 2009.

88. M. Kamiyanagi, F. Iga, S. Ikeda, K. Miura, J. Hayakawa, H. Hasegawa, T. Hanyu, H. Ohno, T. Endoh, “Transient characteristic of fabricated Magnetic Tunnel Junction (MTJ) programmed with CMOS circuit”, 2009 Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices, 1A.3, Pusan, Korea, June 24-26, 2009.

89. F. Iga, M. Kamiyanagi, S. Ikeda, K. Miura, J. Hayakawa, H. Hasegawa, T. Hanyu, H. Ohno, T. Endoh, “Study of the DC Performance of Fabricated Magnetic Tunnel Junction Integrated on Back-end Metal Line of CMOS Circuits”, 2009 Asia- Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices, 1A.4, Pusan, Korea, June 24-26, 2009.
90. T. Endoh, F. Iga, S. Ikeda, K. Miura, J. Hayakawa, M. Kamiyanagi, H. Hasegawa, T. Hanyu and H. Ohno, “The Performance of Magnetic Tunnel Junction Integratedon the Back-end Metal Line of CMOS Circuits”, International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2009), K-7-6, pp.1394-1395, Sendai, Japan, October 7-9, 2009.

【国際会議発表】(連携研究)

1. S. Tsunegi, Y. Sakuraba, M. Oogane, H. Naganuma, N. Inami, K. Takanashi and Y. Ando, "The effect of inserting thin CoFeB layer into Co_2MnSi/MgO interface on TMR effect", ICMFS2009, Germany, July 2009.
2. M. Oogane, S. Hida, S. Tsunegi, H. Naganuma, N. Inami, and Y. Ando, "SPINTRANSFER SWITCHING IN MAGNETIC TUNNEL JUNCTIONS WITH AHLF-METALLIC HEUSLER ALLOY ELECTRODE", ICMFS2009, Germany, July 2009.
3. N. Inami, G. Kim, T. Hiratsuka, H. Naganuma, M. Oogane, and Y. Ando, "Characterization of FePt/MgO/CoPt Magnetic Tunnel Junction with Perpendicular Magnetoanisotropy", ICMFS2009, Germany, July 2009.
4. N. Inami, G. Kim, T. Hiratsuka, H. Naganuma, M. Oogane, and Y. Ando, "Magnetic and Structural Properties of FePt/MgO/CoPt Perpendicular Magnetic Tunnel Junction", ICM2009, Germany, July 2009.
5. S. Tsunegi, Y. Sakuraba, M. Oogane, H. Naganuma, N. Inami, K .Takanashi and Y. Ando, "The effect of modifying Co_2MnSi/MgO interface on TMR effect", ICM2009, Germany, July 2009.
6. T. Aoki, Y. Ando, M. Oogane and H. Naganuma, "Switching current – external field diagram of Spin – transfer magnetization switching in the sub-ns regime", ICM2009, Germany, July 2009.
7. N. Inami, H. Naganuma, T. Miyazaki, K. Sato, T. J. Konno, G. Kim, T. Hiratsuka, M. Oogane, Y. Ando, "Characterization of Perpendicularly Magnetized Magnetic Tunnel Junction with $L1_0$-ordered FePt and CoPt electrodes", 11th Joint MMM-Intermag Conference, Washington, DC, January 2010.
8. T.Aoki, Y.Ando, M.Oogane, and H.Naganuma, "Reproducible Trajectory on sub ns spin-torque magnetization switching at zero biasing field for MgO-based ferromagnetic tunnel junctions", 11th Joint MMM-Intermag Conference, Washington, DC, January 2010.
9. T. Hanyu, "Magnetic Tunnel Junction-Based Nonvolatile Logic-in-Memory Circuit: New Possibilities for Advanced CMOS ***(Invited)***," 1st Workshop on Advances in Future Integrated Intelligent Nanosystems (WAFIIN), June 4 2009.
10. T. Hanyu, "Ultra-Low Power IC Technology Integrated with Innovative Materials ***(Invited)***," 2009 International Conference on Solid-State Devices and Materials (SSDM) Workshop, October 2009.
11. M. Natsui and T. Hanyu, "MOS/MTJ-Hybrid Circuit with Nonvolatile Logic-in-Memory Architecture ***(Invited)***," International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM), October 2009.
12. T. Hanyu, "A MOS/MTJ-Hybrid Circuit with Nonvolatile Logic-in-Memory Architecture," Advances in Magnetic Nanostructures, October 2009.
13. S. Matsunaga and T. Hanyu, "Ultra-Low-Power Ternary Content-Addressable Memory Using MOS/MTJ-Hybrid Circuitry," The 2nd RIEC-CNSI Workshop on Nanoelectronics, Spintronics and Photonics, Sendai, Japan, October 2009.

14. D. Suzuki, M. Natsui and T. Hanyu, "Nonvolatile Field-Programmable Gate Array Using MOS/MTJ Hybrid Structure," RIEC-CNSI Workshop 2009 on Nanoelectronics, Spintronics and Photonics, Sendai, Japan, October 2009.
15. D. Suzuki, M. Natsui and T. Hanyu, "Design of a Nonvolatile Lookup Table Circuit Based on TMR Logic for an Immediate Wakeup FPGA, "Proceeding of The 2nd Student Organizing International Mini-Conference on Information Electronics Systems (SOIM), October 2009.
16. A. Katsumata, S. Matsunaga, A. Matsumoto, and T. Hanyu, "Standby-power-free ternary CAM using MTJ/MOS-hybrid circuitry," Proceedings of 2009 China-Korea-Japan Graduates Workshop on Electronic Information (GWEI'09), November 2009.
17. T. Hanyu, "MOS/MTJ-Hybrid Circuit with Nonvolatile Logic-in-Memory Architecture and Its Applications ***(Invited)***," 11th Joint MMM-Intermag Conference, January 2010.
18. T. Endoh, K. Suzuki, M. Kamiyanagi, M. Muraguchi , "Study of Stability of MOS Current Mode Logic NAND Circuit on Input Timimg Fluctuation", The 2009 International Meeting for Future of Electron Devices, Osaka, Japan, May14-15, 2009.
19. M. Kamiyanagi, T. Endoh , "The Stable Circuit Operation of Current Controlled MCML against Fluctuation of Supplied Voltage", The 2009 International Meeting for future f Electron Devices, Osaka, Japan, Mayn14-15, 2009.
20. T. Endoh, H. Na, "Current controlled MOS current mode logic with auto-detection of threshold voltage fluctuation", 2009 Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices, 1A.6, Pusan, Korea, June 24-26, 2009.
21. T. Endoh, "Impact of Spintronic devices for Future Nano Silicon base LSI ***(invited)***", 5th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology, Cracow, Poland, July 11, 2009.
22. T. Endoh, "Current status of NAND flash memory and future prospect of the next generation nonvolatile semiconductor memory for new storage systems ***(invited)***", 11th Joint MMM-intermag Conference, HA-05, Washington DC, USA, January 18-22, 2010.
23. T. Endoh, "Impact of Vertical Structured Devices and Spintronic Devices for Future Nano LSI ***(invited)***", SEMICON Korea2010, S3-6, Seoul, Korea, February 3-5, 2010.
24. N. Kikuchi, K. Mitsuzuka, T. Shimatsu, O. Kitakami and H. Aoi, "Nucleation size of hcp-CoPt dot arrays characterized by time dependence of coercivity", International Conference on Magnetims (ICM 2009), Karlsruhe, Germany, July 2009.
25. K. Mitsuzuka, T. Shimatsu, N. Kikuchi, O. Kitakami and H. Aoi, "Remanence coercivity of hcp-CoPt dot arrays", International Conference on Magnetism (ICM 2009), Karlsruhe, Germany, July, 2009.

B2　超ブロードバンド信号処理（尾辻泰一･末光哲也）
Ultra-Broadband Signal Processing (T.Otsuji and T.Suemitsu)

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

いまだ未踏の電磁波領域であるミリ波・テラヘルツ波（サブミリ波）帯の技術を開拓、実用化するために、本領域で動作する新しい電子デバイスおよび回路システムの創出と、それらの情報通信・計測システムへの応用に関する研究開発を行っている。第一に、半導体ヘテロ接合構造に発現する二次元プラズモン共鳴という新しい動作原理に立脚した集積型のコヒーレントテラヘルツ電磁波発生・信号処理デバイスの研究開発を進めている。電子デバイス・光子デバイス双方の動作限界を同時に克服するブレークスルーとして注目している。第二に、サブ波長領域に局在した低次元プラズモンの分散特性を光電子的に制御することによって、高次の信号処理機能を果たす新たなテラヘルツ帯メタ

マテリアル・回路システムの創出に取り組んでいる。第三に、新材料：グラフェン（単層グラファイト）を用いた新原理テラヘルツレーザーならびに極限高速トランジスタの開発を推進している。さらに、これら世界最先端の超ブロードバンドデバイス・回路を応用して、超高速無線通信や安心･安全のための新たな計測技術の開発を進めている。
We are developing novel, integrated electron devices and circuit systems operating in the millimeter-wave and terahertz regions. One example is the frequency-tunable plasmon-resonant terahertz emitters, detectors, and modulators. Another example is unique electromagnetic metamaterial circuit systems based on optoelectronic dispersion control of low-dimensional plasmons. We are also pursuing graphene-based new materials to creat new types of terahertz lasers and ultrafast transistors, breaking through the limit on conventional transistor/laser operation. By making full use of these world-leading device/circuit technologies, we are exploring future ultra-broadband wireless communication systems as well as spectroscopic/imaging systems for safety and security.

【査読付論文】

1. D. Coquillat, S. Nadar, F. Teppe, N. Dyakonova, S. Boubanga-Tombet, W. Knap, T. Nishimura, T. Otsuji, Y. M. Meziani, G. M. Tsymbalov, and V. V. Popov, "Room temperature detection of sub-terahertz radiation in double-grating-gate transistors," Opt. Express, Vol. 18, iss. 6, pp. 6024–6032, 2010.
2. V. Ryzhii, M. Ryzhii, V. Mitin, and T. Otsuji, "Terahertz and infrared photodetection using p-i-n multiple-graphene-layer structures," J. Appl. Phys. Vol. 107, iss. 5, pp. 054512-1-7, 2010.
3. V. Ryzhii , A. Dubinov , T. Otsuji , V. Mitin , and M. S. Shur, "Terahertz lasers based on optically pumped multiple graphene structures with slot-line and dielectric waveguides," J. Appl. Phys. Vol. 107, iss. 5, pp. 054505-1-5, 2010. doi:10.1063/1.3327212
4. V. V. Popov, T. Yu. Bagaeva, T. Otsuji, and V. Ryzhii, "Oblique terahertz plasmons in graphene nanoribbon arrays," Phys. Rev. B, Vol. 81, 073404 (4pages), 2010.
5. A. El Fatimy, N. Dyakonova, Y. Meziani, T. Otsuji, W. Knap, S. Vandenbrouk, K K. Madjour, D Théron, C Gaquiere, M. A. Poisson, S. Delage, P. Pristawko, C. Skierbiszewski, "AlGaN/GaN high electron mobility transistors as a voltage-tunable room temperature terahertz sources," J. Appl. Phys., Vol. 107, Iss. 2, 024504 (2010).
6. W. Knap, M. Dyakonov, D. Coquillat, F. Teppe, N. Dyakonova, J. Lusakowski, K. Karpierz, M. Sakowicz, G. Valusis, D. Seliuta, I. Kasalynas, A. El Fatimy, Y. M. Meziani, and T. Otsuji, "Field effect transistors for terahertz detection: physics and first imaging applications," J. Infrared Milli. Terahz Waves, Vol. 30, No. 12, pp. 1319-1337, 2009. (DOI: 10.1007/s10762-009-9564-9)
7. H-C Kang, T Nishimura, T Komori, T Mori, N Watanabe, T Asano, and T Otsuji, "3D-integration of a log spiral antenna onto a dual grating-gate plasmon-resonant terahertz emitter for high-directivity radiation," J. Phys.: Conf. Ser., Vol. 193, 012070(4pages), Nov. 2009.
8. Y M Meziani, T. Nishimura, H Tsuda, T Tsuemitsu, W. Knap, V V Popov, and T Otsuji, "Enhancement of terahertz radiation by CW infrared laser excitation in a doubly interdigitated grating gates transistors," J. Phys.: Conf. Ser., Vol. 193, 012071(4pages), Nov. 2009.
9. A El Fatimy, T Suemitsu, T Otsuji, N Dyakonova, W Knap, Y M Meziani, C Gaquiere, A Cappy, M Leszczynski, P Dybko, C Skierbiszewski5, T Suski, S Porowski, "Tunable terahertz source at room temperature based on GaN HEMT," J. Phys.: Conf. Ser., Vol. 193, 012072(4pages), Nov. 2009.
10. D Coquillat, S Nadar, F Teppe, N Dyakonova, S Boubanga-Tombet, W Knap, T Nishimura, Y M Meziani, T Otsuji, V V Popov, and G M Tsymbalov, "Terahertz detection in a double-grating-gate heterotransistor," J. Phys.: Conf. Ser., Vol. 193, 012074(4pages), Nov. 2009.

11. A. El Moutaouakil, T. Watanabe, C. Haibo, T. Komori, T. Suemitsu, and T. Otsuji, "Spectral narrowing of terahertz emission from super-grating dual-gate plasmon-resonant high-electron mobility transistors," J. Phys.: Conf. Ser., Vol. 193, 012068 (4pages), Nov. 2009.
12. Y. M. Meziani, T. Nishimura, H. Handa, H. Tsuda, and T. Suemitsu, W. Knap, T. Otsuji, E. Sano, G. M. Tsymbalov and V. V. Popov, "Efficiency enhancement of emission of terahertz radiation by optical excitation from dual grating gate HEMT," J. Nanophoton., Vol. 3, 031980 (2009); doi:10.1117/1.3266497
13. V. Ryzhii, M. Ryzhii, A. Satou, T. Otsuji, A. A. Dubinov and V. Y. Aleshkin, "Feasibility of terahertz lasing in optically pumped epitaxial multiple graphene layer structures," J. Appl. Phys. Vol. 106, Iss. 8, pp. 084507-1-6, 2009.
14. A. A. Dubinov, V. Y. Aleshkin, M. Ryzhii, T. Otsuji, and V. Ryzhii, "Terahertz laser with optically pumped graphene layers and Fabri–Perot resonator," Appl. Phys. Express, Vol. 2, Iss. 9, pp. 092301-1-3, 2009.
15. Y. Tsuda, T. Komori, A. El Fatimy, T. Suemitsu, and T. Otsuji, "Application of plasmonic microchip emitters to broadband terahertz spectroscopic measurement," J. Opt. Soc. America B, Vol. 26, No. 9, pp. A52-A57, 2009.
16. E. Sano and T. Otsuji, "Source and drain structures for suppressing ambipolar characteristics of graphene field-effect transistors," Appl. Phys. Express, Vol. 2, Iss. 6, 061601(2009) (3pages).
17. V. Ryzhii, M. Ryzhii, A. Satou, T. Otsuji, and N. Kirova, "Device model for graphene bilayer field-effect transistor," J. Appl. Phys. 105, 104510 (2009) (9 pages)
18. T. Nishimura, N. Magome, H.-C. Kang, T. Otsuji, "Spectral Narrowing Effect of a Novel Super-Grating Dual-Gate Structure for Plasmon-Resonant Terahertz Emitter," IEICE Trans. Electron. Vol. E92-C, No. 5, pp. 696-702, 2009.
19. T. Nishimura, N. Magome, I. Khmyrova, T. Suemitsu, W. Knap, and T. Otsuji, "Analysis of fringing effect on resonant plasma frequency in plasma wave devices," Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 48, No. 4, pp. 04C096-1-4, 2009.
20. S. Fukuda, T. Suemitsu, T. Otsuji, D.-H. Kim, and J.A. del Alamo, "Analysis of gate delay scaling in In0.7Ga0.3As-channel high electron mobility transistors," Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 48, No. 4, pp. 04C086-1-4, 2009.
21. V. Ryzhii, M. Ryzhii, N. Ryabova, V. Mitin, and T. Otsuji, "Graphene nanoribbon phototransistor: proposal and analysis," Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 48, Issue 4, Part2, pp. 04C144-1-5, 2009.
22. E. Sano and T. Otsuji, "Theoretical evaluation of channel structure in graphene field-effect transistors," Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 48, No.4, pp. 041202-1-5, 2009.

【国際会議発表】

1. T. Otsuji, H. Karasawa, T. Komori, T. Watanabe, M. Suemitsu, A. Satou, and V. Ryzhii, "Stimulated terahertz emission from optically pumped epitaxial graphene-on-Si heterostructures," PIERS: Progress in Electromagnetics Research Symposium Proc., pp. 697-670, Xian'g, China, March 23-25, 2010. ***(invited)***
2. W. Knap, S. Nadar, H. Videlier, S. Boubanga-Tombet, M. Sakowicz, D. Coquillat, N. Dyakonova, F. Teppe, A. El Fatimy, T. Otsuji, Y. M. Meziani, K. Karpierz, J. Łusakowski, D. Seliuta, I. Kasalynas, G. Valušis, G. M. Tsymbalov, and V. V. Popov, "Field Effect Transistors for Terahertz Detection," TeraTech'09: The Int. Workshop on Terahertz Technology 2009 Extended Abstract, pp. 143-146, Osaka, Japan, Nov. 30-Dec. 3, 2009. (***invited***)
3. T. Otsuji, "Emission of terahertz radiation from two-dimensional electron systems in semiconductor nanoheterostructures," TeraTech'09: The Int. Workshop on Terahertz Technology 2009 Extended Abstract, pp. 147-150, Osaka, Japan, Nov. 30-Dec. 3, 2009. (***invited***)

4. V. Ryzhii, A. Satou, A.A. Dubinov, M. Ryzhii, N. Ryabova, V.Ya. Aleshkin, and T. Otsuji, "Possibility of terahertz lasing in optically excited multiple graphene layer structure," Int. Symp. on Quantum Nanophotonics and Nanoelectronics Abstracts, p. 101, Tokyo, Japan, Nov. 18-20, 2009. (***invited***)

5. T. Otsuji, "Heteroepitaxial Graphene on Silicon: Process&Device Technology for Ultra-high Frequency Devices," MNC2009: 22nd International Microprocesses and Nanotechnology Conf. Dig. Papers, 17B-3-2, pp. 50-51, Sapporo, Japan, Nov. 17, 2009. (***invited***)

6. T. Otsuji, H. Karasawa, T. Watanabe, T. Komori, M. Suemitsu, M. Ryzhii, and V. Ryzhii, "Obervation of coherent terahertz emission from optically pumped epitaxial graphene heterostructures," IWPMTPD: International Workshop on Physics and Modeling of Terahertz Plasmonic Devices, Univ. Aizu, Aizu-Wakamatsu, Nov. 2-4, 2009. (***invited***)

7. T. Otsuji, Y. Tsuda, T. Komori, A. El Fatimy, and T. Suemitsu, "Terahertz plasmon-resonant microchip emitters and their possible sensing and spectroscopic applications," IEEE SENSORS 2009 Conf., C5L-B4, pp. 1991-1996, Christchurch, New Zealand, Oct. 28, 2009. (***invited***)

8. T. Otsuji, "Heteroepitaxial Graphene on Silicon: Process & Device Technology for Ultra-high Frequency Devices," Int. Conf. on Graphene Tokyo, p. 21, Tokyo, July 25-26, 2009. (***invited***)

9. E. Sano and T. Otsuji, "Theoretical study on graphene field-effect transistors ," AWAD 2009: Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices, 1B2, Busan, Korea, June 24-26, 2009. (***invited***)

10. T. Otsuji, Y. Tsuda, H. Karasawa, T. Suemitsu, M. Suemitsu, E. Sano and V. Ryzhii, “Emission of terahertz radiation from two-dimensional electron systems in semiconductor nanoheterostructures,” Proc. 19th Int. Symp. on Nanostructures: Physics and Technology, pp. 66-68, Minsk, Belarus, June 22, 2009. (***invited***)

11. Y. Tsuda, T. Komori, H. Chen, T. Suemitsu, and T. Otsuji, "Application of plasmonic microchip emitters to broadband terahertz spectroscopic measurement," OTST 2009: International Workshop on Terahertz Science and Technology, Tu-A-3, Santa Barbara, CA, USA, Mar. 7-11, 2009.

12. A. Satou, M. Ryzhii, F. T. Vasko, T. Otsuji, and V. Ryzhii, “Graphene under optical pumping: nonequilibrium distributions, population inversion, and terahertz lasing,” SPIE Photonic West 2009, San Jose, CA, USA, Jan. 24-29, 2009.

13. Taiichi Otsuji, T. Suemitsu, H. –C. Kang, H. Karasawa, Y. Miyamoto, H. Handa and M. Suemitsu, "Transistor Operation of Epitaxial Graphene Channel on Silicon Substrate with SiC Backgate Barrier Layer," 13th Advanced Heterostructures and Nanostructures Workshop, Hawaii, USA, Dec. 7-12, 2008.

14. Irina Khmyrova, Takuya Nishimura, Nobuhiro Magome, Tetsuya Suemitsu, and Taiichi Otsuji, "Frequency p erformance of plasmawave devices for THz applications and the role of fringing effects," 2008 IEEE 25th Convention of Electrical & Electronics Engineers in Israel (IEEEI 2008) Proc., pp. 650-653, Eilat, Islael, Dec. 3-5, 2008.

15. H.-C. Kang, H. Karasawa, T. Suemitsu, Y. Miyamoto, M. Suemitsu, T. Otsuji, "Transistor operation of graphene channel on silicon substrated with SiC backgate barrier layer," Int. Symp. on Graphene Devices: Technlogy, Physics and Modeling Tech. Dig., pp. 30-31, Aizu-Wakamatsu, Nov. 17-19, 2008.

16. V. Vyurkov, I. Semenikhin, M. Ryzhii, T. Otsuji, and V. Ryzhii, "Hydrodynamic model of a graphene field-effect transistor," Int. Symp. on Graphene Devices: Technlogy, Physics and Modeling Tech. Dig., pp. 32-33, Aizu-Wakamatsu, Nov. 17-19, 2008.

17. W. Matsuoka, E. Sano, and T. Otsuji, "Graphene-channel FET characteristics disired for constructing logic circuits," Int. Symp. on Graphene Devices: Technlogy, Physics and Modeling Tech. Dig., pp. 34-35, Aizu-Wakamatsu, Nov. 17-19, 2008.

18. T.Suemitsu, H.-C.Kang, H.Karasawa, Y.Miyamoto, H.Handa, M.Suemitsu, T.Otsuji, “Graphene/SiC/Si Group-IV Heterostructure Transistors,” HETECH 2008 (17th European Heterostructure Technology Workshop), Venice, Italy, Nov. 3-5, 2008.
19. V. Ryzhii, M. Ryzhii, A. Satou, and T. Otsuji, “Graphene nanoribbon field-effect transistor: device model and characteristics,” Abst. Of the 2nd IEEE Nanotechnology Materials and Devices Conference, p. 62, Kyoto, Oct. 20-22, 2008.
20. D. Coquillat, T. Nishimura, Y. Meziani, S. Nadar, F. Teppe, N. Dyakonova, S. Boubanga-Tombet, W. Knap, and T. Otsuji, "Room temperature terahertz detection from a new doubly interdigitated grating gate transistor," European Optical Society Topical Meeting on Terahertz Science and Technology as a part of the 2008 EOS Annual Meeting, pp. TOM2-2-1-2, Park Expo Convention Center, Paris, France, Sept. 29 - Oct. 2, 2008.
21. A. El Fatimy, J.C. Delagnes, E. Abraham, E. Nguema, P. Mounaix, W. Knap, Y. Meziani and T. Otsuji, "Terahertz imaging based on a plasma-wave resonant detection of pulsed terahertz radiation by nanometric transistors," European Optical Society Topical Meeting on Terahertz Science and Technology as a part of the 2008 EOS Annual Meeting, pp. TOM2-4-1-2, Park Expo Convention Center, Paris, France, Sept. 29 - Oct. 2, 2008.
22. V.Ryzhii, M.Ryzhii, N.Ryabova, V.Mitin, and T.Otsuji. "Graphene nanoribbon phototransistor: proposal and analysis," Ext. Abst. of the 2008 Int. Conf. on Solid State Device and Materials, p.190, Tsukuba, Sept.24-26, 2008.
23. M. Ryzhii, A. Satou, T. Otsuji, and V. Ryzhii. "Dynamic characteristics of graphene nanoribbon field-effect transistors," Ext. Abst. of the 2008 Int. Conf. on Solid State Device and Materials, p.598, Tsukuba, Sept.24-26, 2008.
24. S. Fukuda, T. Suemitsu, T. Otsuji, D.-H. Kim, and J.A. del Alamo, "Analysis of Gate Delay Scaling in In0.7Ga0.3As-Channel HEMTs," 2008 International Conference on Solid State Devices and Materials, G-2-4, Tsukuba, Ibaraki, Japan, Sept. 23-26, 2008.
25. T. Nishimura, N. Magome, I. Khmyrova, T. Suemitsu, W. Knap, and T. Otsuji, "Effect of Nonideality of the Gate-2DEG Channel Capacitance on the Frequency of Plasma Oscillations in the Plasma Wave Devices," 2008 International Conference on Solid State Devices and Materials, G-2-6, Tsukuba, Ibaraki, Japan, Sept. 23-26, 2008.
26. Y. M. Meziani, T. Nishimura, H. Handa, W. Knap, T. Otsuji, E. Sano, V. V. Popov, D. Coquillat, and F. Teppe, "Room temperature generation of terahertz radiation from dual grating gate HEMT’s," 33rd International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves, M5-D12, CalTech, Pasadena, CA, USA, Sept. 15-19, 2008.
27. A. El Fatimy, E. Abraham, E. Nguema, P. Mounaix, F.Teppe, W. Knap and T. Otsuji, "Room Temperature Terahertz Imaging by a GaAs-HEMT Transistor Associated with a THz Time Domain Spectrometer," 33rd International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves, PID675439, CalTech, Pasadena, CA, USA, Sept. 15-19, 2008.
28. A. Satou, N. Vagidov, V. Mitin, T. Otsuji and V. Ryzhii, "Effect of contacts on the terahertz plasma resonances in two-dimensional electron systems," 2008 International Conference on Simulation of Semiconductor Processes and Devices (SISPAD), pp. 197-200, Hakone, Japan, Sept. 9-11, 2008.
29. V. Mitin, N. Ryabova, M. Ryzhii, T. Otsuji, and V. Ryzhii, “Graphene nanoribbon phototransistors: principle of operation, device model, and characteristics,” 29th Int. Conf. on Physics of Semiconductors (ICPS-29), p.145, Rio de Janeiro, Brazil, Jul.27 - Aug.1, 2008.
30. V. Ryzhii, M. Ryzhii, N. Ryabova, V. Mitin and T. Otsuji, "Far infrared and terahertz devices based on graphene heterostructures," Int. Symp. on "Nanostructures: Physics and Technology", pp. 1-4, Vladivostok, Russia, July 14-18, 2008.
31. T. Nishimura, N. Magome, H.-C. Kang, T. Otsuji, "Spectral Narrowing Effect of a Novel Super-Grating Dual-Gate Structure for Plasmon-Resonant Terahertz Emitter," Proc. 2008 Asia-Pacific Workshopn on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices (AWAD), pp. 217-220, Sapporo, Hokkaido, July 9-11, 2008.

32. H.-C. Kang, T. Nishimura, T. Otsuji, N. Watanabe, T. Asano, "Three-Dimensional (3D) Integration of A Log Spiral Antenna for High-Directivity Plasmon-Resonant Terahertz Emitter," Proc. 2008 Asia-Pacific Workshopn on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices (AWAD), pp. 211-215, Sapporo, Hokkaido, July 9-11, 2008.

33. Taiichi Otsuji, Yahya M. Meziani, Hiroyuki Handa, Wojciech Knap, Vyacheslav V. Popov, "Room temperature 0.5-to-6.5 THz emission from two-dimensional hot plasmons in doubly interdigitated grating-gate HEMT's," 32nd Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits (WOCSDICE) Abstract book, pp. 387-392, Louven, Belgium, May 19-21 2008.

34. Y.M. Meziani, H. Handa, W. Knap, T. Otsuji, E. Sano, and V. Popov, "Room temperature terahertz emission from two-dimensional plasmons in doubly interdigitated grating gatre heterostructure transistors," Conference on Lasers and Elctro-Optics 2008, pp. CTuX2-1-2, San Jose, CA, May 4-9, 2008.

35. HyunChul Kang, Takuya Nishimura, Taiichi Otsuji, "Study on integration of a self-complementary broadband spiral antenna onto a plasmon-resonant terahertz emitter," 3rd International Laser, Lightwave and Microwave Conference (ILLMC2008), Paper No. 23-TP3-3, Yokohama, April 23-25, 2008.

36. Takuya Nishimura, Nobuhiro Magome, HyunChul Kang, Taiichi Otsuji, "2-dimensional plasmon-resonant terahertz emitter employing a novel super-grating dual-gate structure," 3rd International Laser, Lightwave and Microwave Conference (ILLMC2008), Paper No. 23-TP3-2, Yokohama, April 23-25, 2008.

B3　量子光情報工学（枝松圭一・小坂英男）
Quantum-Optical Information Technology (K.Edamatsu and H.Kosaka)

1. 光子を用いた量子情報通信技術の開発
Quantum info-communication technology using photons

半導体や擬似位相整合非線形光学結晶を用いた量子もつれ光子の発生･検出方法を開発している。また，光子間の量子ゲート動作を目指し，導波路媒質における単一光子レベルでの光学非線形性について研究している．

We investigate the generation and detection technique of entangled photon pairs using semiconductor and quasi-phase-matched (QPM) nonlinear optical materials. Also investigated are the optical nonlinearities of waveguide media at a single-photon level, aiming at photonic quantum gate operation.

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. 量子もつれ光子 [枝松圭一：科学基礎論研究 36, 35-43 (2009)]
2. スピントロニクスによる量子メディア変換デバイス [小坂英男: オプトロニクス 326, 145-152 (2009)]
3. 光と量子情報（スピンと光の橋渡し） [小坂英男: まぐね（日本磁気学会会誌 Magnetics Jpn.） vol. 4, no. 6, pp. 287-293 (2009)]
4. 光で生成した電子スピンの状態トモグラフィー [小坂英男: 固体物理 トピックス、vol. 44, no. 9, pp. 603-612 (2009)]
5. Multimode theory of up-conversion of two photons [M. Nakatani, R. Shimizu, and K. Koshino, J. Phys. Soc. Jpn. 78, 054401/1-6 (2009)]
6. Generation of cross-polarized photon pairs via type-II third-order quasi-phase matched parametric down-conversion [S. Nagano, A. Syouji, R. Shimizu, K. Suizu, H. Ito, and K. Edamatsu: Jpn. J. Appl. Phys. 48, 050205/1-3 (2009)]
7. Duty ratio dependence of difference frequency generation for millimeter-terahertz wave spectra using periodically poled lithium niobate [K. Suizu, T. Shibuya, S. Nagano, K. Edamatsu, H. Ito, and K. Kawase: Appl. Phys. Express 2, 072301/1-3 (2009)]
8. Electrical measurement of a two-electron spin state in a double quantum dot [N. Yokoshi, H. Imamura, and H. Kosaka: Phys. Rev. Lett. 103, 046806/1-4 (2009)]
9. High-flux and broadband biphoton sources with controlled frequency entanglement [R. Shimizu and K. Edamatsu, Opt. Express 17, 16385-16393 (2009)]
10. 量子リソグラフィー量子もつれ光子の回折と干渉ー [清水亮介 : 光アライアンス 20, No. 10, 10-14 (2009)]
11. Generation of entangled photons in semiconductors [K. Edamatsu: Proc. Int. School of Phys. "Enrico Fermi", Course CLXXI, "Quantum Coherence in Solid State Systems", IOS Press, Amsterdam, 15-31(2009)]
12. All-optical phase modulations in a silicon wire waveguide at ultra-low light levels [N. Matsuda, R. Shimizu, Y. Mitsumori, H. Kosaka, A. Sato, H. Yokoyama, K. Yamada, T. Watanabe, T. Tsuchizawa, H. Fukuda, S. Itabashi, and K. Edamatsu: Appl. Phys. Lett. 95, 171110/1-3 (2009)]
13. Measurement of the cross-Kerr nonlinearity induced by a single-photon-level coherenet pulse in a photonic crystal fiber [N. Matsuda, R. Shimizu, Y. Mitumori, H. Kosaka, K. Edamatsu: Proc. 9th Int. Conf. on Quantum Communication, Measurement and Computing, 228-231 (2009)
14. Coherent transfer of light polarization to electron spins in a semiconductor [H. Kosaka, H. Shigyou, Y. Mitsumori, Y. Rikitake, H. Imamura, T. Kutsuwa, K. Edamatsu: Proc. 9th Int. Conf. on Quantum Communication, Measurement and Computing, 245-248 (2009)]
15. 量子もつれ（エンタングルメント）って何？ [枝松圭一: 応用物理 79, 935-939 (2010)]
16. 光子と電子の量子情報交換 [小坂英男: 日本物理学会誌 65, 2-9 (2010)]
17. Efficient up-conversion detection of 1550nm photons using bulk periodically-poled LiNbO3 [A. Syouji, S. Nagano, R. Shimizu, K. Suizu, and K. Edamatsu: Jpn. J. Appl. Phys. 49, 040213/1-3 (2010)]
18. Single-electron spin resonance in a g-factor-controlled semiconductor quantum dot [T. Kutsuwa, M. Kuwahara, K. Ono, H. Kosaka: Physica E 42, 821-824 (2010)]
19. Optical measurement of electron spin coherence in a semiconductor quantum well [T. Inagaki, H. Kosaka, Y. Rikitake, H. Imamura, Y. Mitsumori, K. Edamatsu: Physica E 42, 922-925 (2010)]

【国際会議発表】

1. Single-photon-level optical nonlinearities in waveguide media (***invited***) [N. Matsuda, K. Edamatsu, Y. Mitsumori, H. Kosaka, Shimizu, K. Yamada, T. Watanabe, T. Tsuchizawa, H. Fukuda, and S. Itabashi: The 18th International Laser Physics Workshop (LPHYS'09), Barcelona, Spain (2009)]
2. Single-photon-level optical nonlinearities in fibers and waveguides (***invited***) [K. Edamatsu: International Conference on Quantum Information and Technology, Tokyo, Japan (2009)]
3. Coherent spin injection and spin state tomography by light in a semiconductor quantum well (***invited***) [Hideo Kosaka, The 18th International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems (EP2DS), Kobe, Japan, Jul. 19-24, 2009, E7c.]
4. Coherent spin injection, tomography and manipulation in a semiconductor quantum well (***invited***) [H. Kosaka, H. Shigyou, T. Inagaki, Y. Mitsumori, K. Edamatsu, T. Kutsuwa, M. Kuwahara, Keiji Ono, Y. Rikitake, H. Imamura, The 4th RIEC International Workshop on Spintronics Solid-State Quantum Information Technology -Spin, Photon and Superconductivity-, Sendai, Japan, Oct.22-23, 2009, S3-1.]
5. Quantum information exchange between photons and electrons (***invited***) [H. Kosaka, H. Shigyou, T. Inagaki, Y. Mitsumori, K. Edamatsu, T. Kutsuwa, M. Kuwahara, Keiji Ono, Y. Rikitake, H. Imamura, 2nd Young Researchers International Symposium on Photonics and Electronics Science and Engineering, Kyoto University, Kyoto, Japan, Nov. 6, 2009, QE6.]
6. Coherent spin injection, tomography and manipulation in a semiconductor quantum well (***invited***) [H. Kosaka, H. Shigyou, T. Inagaki, Y. Mitsumori, K. Edamatsu, T. Kutsuwa, M. Kuwahara, Keiji Ono, Y. Rikitake, H. Imamura, The 14th conference on Physics and Applications of Spin-related Phenomena in Semiconductors (PASPS-14), Keio Univ., Japan, Dec. 21-22, 2009, B1.]
7. Observation of single-photon-level Kerr nonlinearity in a photonic crystal fiber [N. Matsuda, R. Shimizu, Y. Mitsumori, H. Kosaka, and K. Edamatsu: 19th International Conference on Laser Spectroscopy (ICOLS 2009), Kussharo, Japan (2009)]
8. Controlled frequency entanglement of photons in type-II spontaneous para- metric down-conversion [R. Shimizu and K. Edamatsu, Nonlinear Optics (NLO) 2009, Honolulu, U.S.A. (2009)]
9. Coherent manipulation of an exciton in a single quantum dot using a hetero- dyne pump-probe technique [Y. Mitsumori, Y. Miyahara, H. Kosaka, and K. Edamatsu: The 18th International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems (EP2DS-18), Kobe, Japan (2009)]
10. Measurement of single-photon-level optical nonlinearities in waveguide media [N. Matsuda, K. Edamatsu, R. Shimizu, Y. Mitsumori, H. Kosaka, K. Yamada, T. Watanabe, T. Tsuchizawa, H. Fukuda, and S. Itabashi: The 3rd International Symposium on Information Electronics Systems, Sendai, Japan (2009)]
11. Generation and evaluation of polarization-entangled photon pairs using two- period quasi-phase matched LiNbO3 [W. Ueno, H. Suzuki, S. Nagano, A. Syouji, R. Shimizu, K. Suizu, and K. Edamatsu: The 2nd Student Organizing International Mini-Conference on Information Electronics Systems, Sendai, Japan (2009)]
12. Efficient Generation of Multi-photon Entangled States [F. Kaneda, R. Shimizu, and K. Edamatsu: The 2nd Student Organizing International Mini-Conference on Information Electronics Systems, Sendai, Japan (2009)]
13. Single-electron spin resonance in a g-factor-controlled semiconductor quantum dot [Takeshi Kutsuwa, Makoto Kuwahara, Keiji Ono, Hideo Kosaka, Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM), K-3-2, Sendai, Sendai Kokusai Hotel, Oct. 7-9, 2009]

14. Measurement of Electron Spin States in a Semiconductor Quantum Well Using Tomographic Kerr Rotation [Takahiro Inagaki, Hideo Kosaka, Yoshiaki Rikitake, Hiroshi Imamura, Yasuyoshi Mitsumori, and Keiichi Edamatsu, Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM), K-3-5, Sendai, Sendai Kokusai Hotel, Oct. 7-9, 2009]

5.C　ナノ分子デバイス基盤技術関連
Nano-Molecular Devices

C1　ナノ分子デバイス（庭野道夫・木村康男）
Nano-Molecular Devices (M. Niwano and Y.Kimura)

C1　ナノ分子デバイス（庭野道夫・木村康男）
Nano-Molecular Devices(M. Niwano and Y.Kimura)

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).

【査読付論文】

1. Y. Kimura, M. Niwano, N. Ikuma, K. Goushi, and K. Itaya, “Organic field effect transistor using pentacene single crystals grown by liquid-phase crystallization process”, Langmuir **25**(9) (2009) 4861-4863.
2. F. Hirose, K. Kuribayashi, M. Shikaku, Y. Narita, Y. Takahashi, Y. Kimura, and M. Niwano, “Adsorption Density Control of N719 on TiO2 Electrodes for Highly Efficient Dye-Sensitized Solar Cells”, Journal of The Electrochemical Society **156**(9) (2009) B987-B990.

3. A. Hirano-Iwata, R. Yamaguchi, K. Miyamoto, Y. Kimura, and M. Niwano, “In situ real-time monitoring of biomolecular interactions by using surface infrared spectroscopy”, J. Appl. Phys **105**(10) (2009) 102039.
4. K. Tanaka, A. Hirano-Iwata, K. Miyamoto, Y. Kimura, and M. Niwano, “In situ Surface Infrared Study of DNA Hybridization on Au Island Films Evaporated on Silicon Surfaces”, Jpn. J. Appl. Phys. **48**(4) 04C186, 2009.
5. A. Hirano-Iwata, A. Oshima, K. Onodera, K. Aoto, T. Taira, R. Yamaguchi, Y. Kimura, and M. Niwano, “Self-formation of bilayer lipid membranes on agarose-coated silicon surfaces studied by simultaneous electrophysiological and surface infrared spectroscopic measurements”, Appl. Phys. Lett. **94** (2009) 243906.
6. A. Hirano-Iwata, K. Aoto, A. Oshima, T. Taira, R. Yamaguchi, Y. Kimura and M. Niwano, “Free-Standing Lipid Bilayers in Silicon Chips-Membrane Stabilization Based on Microfabricated Apertures with a Nanometer-Scale Smoothness”, Langmuir **26**(3) (2010) 1949–1952.

【国際会議発表】

1. Ayumi Hirano-Iwata, A. Oshima, T. Taira, K. Aoto, Y. Kimura, and M. Niwano, “Planar Lipid Bilayers for L-Glutamate Sensing”, International Symposium "Innovative Nanoscience of Supermolecular Motor Proteins Working in Biomembranes", Kyoto, Japan, Sep. 8-10, 2009.
2. T. Muto, Y. Kimura and M. Niwano, “Formation of Aluminum Nanodots by Inhomogeneous Anodization Used for Fabrication of a Single-Electron Transistor”, 216th Electrochemical Society Meeting, Vienna, Austria, Oct. 4 - 9, 2009.
3. M. M. Rahman, Ryota Kojima, Ken-ichi Ishibashi, Yasuo Kimura, and Michio Niwano, “Accurate derivation of all parameters of the single diode model from a single current-voltage characteristic of a solar cell using an extensively valid and stable iterative calculation method”, International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2009), Sendai, Japan, Oct. 6-9, 2009.
4. Azusa Oshima, A. Hirano-Iwata, K. Onodera, T. Taira, Y. Kimura, and M. Niwano, ” Simultaneous Electrophysiological and Infrared Spectroscopic Studies of Lipid Bilayer Formation”, International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2009), Sendai, Japan, Oct. 6-9, 2009.
5. Mehdi El Fassy Fihry, Ryota Kojima, Mohammad Maksudur Rahman, Kenichi Ishibashi, Yasuo Kimura, and Michio Niwano, “Fabrication of Titanium Dioxide Nanotubes Through Anodization and Application For a Dye-Sensitized Solar Cell”, Second French Research Organizations-Tohoku University Joint Workshop on Frontier Materials (FRONTIER-2009), Sendai, Japan, Nov. 29-Dec. 3, 2009.
6. Y. Kimura, T. MUTO, M. Niwano, “Anodization of an aluminum microelectrode for fabrication of a single electron transistor”, Porous Semiconductors – Science and Technology (PSST), Valencia, Spain, Mar. 14-19, 2010.
7. Ryota Kojima, Ken-ichi Ishibashi, Yasuo Kimura, and Michio Niwano, “Application of Anodic Titanium Oxide Nanotubes to a Dye-Sensitized Solar Cell”, Porous Semiconductors – Science and Technology (PSST), Valencia, Spain, Mar. 14-19, 2010.

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　施設の利用状況（平成 21 年度）
６－３　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　施設の代表的装置の概要

a-1) ナノ・スピン電子ビーム・リソグラフィ関連

■ ナノ・スピン電子描画システム　　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
ウェハサイズ:　5mm 角～300mmφ

■ ナノ・スピン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
ウェハサイズ:　33mmφ 、2 インチφ
レチクルサイズ:　6インチ角

■ 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　　マスク作製及びウェーハ直描用　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/cm^2
ビーム径:Max 4μ m^2
図形精度:0.05 μ m
最小寸法:0.5 μ m
マスクサイズ:　2.5、5、6 インチ
ウェハ径:2、3 インチ

■ 大規模回路検査用顕微鏡　　オリンパス　BH3-MJL

●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）

■ 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

■ 走査型電子顕微鏡(SEM)　　日本電子 JSM7401-FT

●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 15kV　　: 1.0 nm 保証

1kV GB モード : 1.5 nm 保証

・像種

二次電子像、反射電子像、二次電子＋反射電子像、エネルギーフィルタ像

・倍率

LM モード : ×25～19,000、 SEM モード : ×100～1,000,000

自動倍率補正機能、倍率瞬時切替機能、像回転補正機能付き

・加速電圧

LM、SEM モード : 0.5～30kV、 GB モード : 0.1～4kV

・プローブ電流　　10^{-13}～2×10^{-9} A

■ 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)

a-2) 化合物半導体プロセス装置関連

■ 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　・ウェハサイズ　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インチウェハの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

■ SiO_2 堆積用プラズマCVD装置　　日本真空

●用途　SiO_2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℃

・反応ガス種　SiH_4、N_2O

・膜厚分布　2インチウェハ内で±4%以下

■ Si_3N_4 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

φ 2インチ基板　1枚／バッチ

φ 33 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℃

準備室　最高 300℃

・RF電力　発振周波数　13.56MHz

最高　200W

・導入ガス　SiH_4、NH_3、Ar、N_2、O_2

■ **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℃±5℃以内
雰囲気ガス　窒素、アルゴン、水素

■ **化合物半導体用ドライエッチング装置（ECR エッチャ）** 日本真空

●用途　Cl_2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^{-8}Torr 台
・動作圧力　10^{-3}～10^{-5}Torr
・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　Cl_2、Ar、O_2

■**化合物半導体用ドライエッチング装置（ECR）** 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　CF_4、O_2、H_2
・到達圧力　1.3×10^{-5}Pa 以下
・プロセス圧力　0.67～13.3Pa 以下
・基板冷却機構　−30℃～25℃
・基板処理枚数　φ 2インチ基板×1枚/バッチ

■ **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

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℃ での各種ガス雰囲気中での熱処理が可能。

■ 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。

■ 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。

■ 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。

■ 減圧 CVD 装置　日立国際電気

●用途　Si、Ge、Si_3N_4 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℃での Si-Ge 系の選択エピタキシャル成長可能。

■ 常圧 CVD 装置

●用途　熱 CVD 法により SiO_2、PSG、BSG の薄膜形成を行う。

●性能　200～400℃での熱 CVD 法 により、SiO_2、PSG、BSG を形成可能 (2チャンバー)。
バッチ内膜厚分布±5%以内。

■ 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。
SiO_2 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 SiO_2 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 インチウェハ。試料皿にのる不定形ウェハ可能。補助磁場印加、RF バイアス印可可能。
導入ガス: Cl_2、$SiCl_4$、BCl_3、SF_6、O_2、H_2、N_2、Ar
SiO_2 加工用ドライエッチング装置
Si および Si 基板上の SiO_2 のエッチングが可能 (RF 励起平行平板型)。
導入ガス: CF_4、SF_6、O_2、H_2、N_2、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: N_2、Ar、H_2、BCl_3、$SiCl_4$、Cl_2、CF_4、SF_6、O_2
アッシング室用ガス: O_2、N_2

■ 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

a-4) 配線プロセス関係

■ ナノ・スピン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 角以下のカットウェハ等
処理枚数 33 ミリφ ウェハ 25 枚/ロット
膜厚分布 φ 200 ミリ内±5%以内
到達真空度 3×10-6Pa（スパッタ室）

■ 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/2μ V-100mA/100V) ×４
電圧測定ユニット×２
電圧源ユニット×２

■ 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

■ 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レジストパターンの形成

●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
紫外線露光照度 25mW/cm^2
露光分解能 0.8μ m ライン／スペース（バキュームコンタクト時）

■ 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℃
到達真空度：3×10^{-6}Pa 以下

■ 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、
SiO_2、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　O_2、N_2、Ar、H_2、H_2+O_2雰囲気中での熱処理が可能。
ヒータ加熱方式
600℃～1050℃：4体
200℃～800℃：2体

■ 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　蒸着源ボート数: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

■ LSI テスタ

HP9494

●用途　アナログ及びディジタル 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 ディジタイザ

■ 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

６－２　施設の利用状況（平成 21 年度）

平成21年度　ナノ・スピン実験施設　利用登録状況

（平成22年3月31日まで）

ナノ・スピン実験施設

	研究室名	利用責任者		人数
施設常駐研究室	室田研	櫻庭政夫	室田教授 櫻庭准教授 (研究員)菅原　永戸　神力 (D3)千葉 (D1)川島 (M2)宇藤 高橋　(研究支援者)菅原 (M1)神原 吉野 長谷川　(B4)金澤 菊地 田丸	16
	大野研	大野裕三	長谷川客員教授 大野裕三准教授 松倉准教授 池田准教授 大谷助教 (研究員)松坂 三浦　山本(浩) 甘 山本(弘)*B登録 (研究補助員)平田 森田 (D3)林 (D2)西谷 (D1)小野 遠藤 ｲﾉﾋﾞｵｴﾗｲ (M2)高橋 神田 福永 (M1)小林 小池 水沼　佐藤(源) 南山 (B4)佐々木 石原 鈴木 佐藤(啓)　(B3)金井 Ye Li (特別研究学生)	31
	庭野研	木村康男	庭野教授 平野准教授 木村助教 (D2)ﾓﾊﾒﾄﾞ･M･ﾗﾌﾏﾝ (M2)平良 深瀬 近藤 大嶋　(研究員)佐々木 石橋 (M1)水野 小島 桜井 ﾒﾃﾞｨｴﾙﾌｧｼﾌｨﾘ (B4)那須 木村 岡田 但木	18
	中島研	佐藤茂雄	佐藤茂雄准教授　小野美助教　(M2)桜庭 (M1)中本　(B4)片山 渡辺	6
	枝松研	小坂英男	枝松教授　小坂准教授　三森助教　(研究員)久津輪 (D3)上野*B登録 (D1)稲垣*B登録 (M2)鈴木*B登録	7
	尾辻研	末光哲也	尾辻教授　末光哲也准教授　(D2)姜 (D1)ｴﾙﾑﾁｮｰｷﾙｱﾐﾝ (M2)福田　唐澤　(M1)赤川 久保　(B4)吉田　(研究員) 鷹林	10
	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
連携研究室	安藤研	大兼幹彦	大兼助教　永沼助教　(研究員)井波 ﾔｺﾌﾞ･ｳﾛﾜｽｷｰ (D3)窪田　(D2)金　(D1)大平 常木 (M2)平塚　(M1)佐藤	10
	川崎研	塚崎敦	塚崎助教 上野助教　(D2)山崎　(D1)山田	4
	新田研	好田誠	好田助教　(M2)佐藤　モーリス・シルバン	3
	坪内研	亀田 卓	(D2)谷藤	1
	藤本研	島津武仁	島津准教授 寒河江技術職員 (研究員)山田 片岡 嵯峨 三塚 三浦	7
	高橋研	小川智之	(研究員)磯上 杜 駒崎 (M2)鈴木 高橋　(B4)今 佐藤 高野	8
	山口研	遠藤恭	(研究員)島田 酒井 (D1)室賀 (M2)難波 (M1)阿部 稲垣 三東 渡邊 (B4)糸田 小舘 佐藤 SANDEEP 佐藤	13
	佐橋研	土井正晶	土井准教授 三宅助教 (D2)蘆 (B4)遠藤	4
	石山研	杤 修一郎	(M2)諏訪	1
	伊藤(隆)研	黒木伸一郎	黒木助教 田主助教 (D2)藤井 (M2)大宮 緑川 阿部 原	7
	畠山研	金子俊郎	李助教 (PD)陳 (D2)ゾーレ(M2)加藤 黒田 (M1)小山内 原田 若本 永井 文	10
	山田研	北智洋	北助教 (D2)モラレス寺岡	2
	(多元研)北上研	菊池伸明	(M2)橋本 (M2)村山	2
	(理)石原研	大野誠吾	(M1)井田	1
	末光研	吹留博一	吹留助教 (D2)半田 (D1)鄭 稲吉 (M2)宮本 村重 (M1)中西 (B4)†	8
	田中研	田中 徹	(D1)木野	1
	羽生研	羽生貴弘	松本助教 夏井助教 (研究員)高子 松永	4
	遠藤研	村口正和	(D2)田中 (D1)則房 (M2)上柳 (M1)伊賀 徐　(B4)佐々木 今本 (研究支援者)東 渡辺	8
	寒川研	大竹浩人	黄助教 (M2)五十嵐 大竹	3
	八坂研	四方潤一	四方准教授　(M1)野村	2

計　173

共通利用対応装置　利用時間

平成21年3月1日から平成22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）	A/Pナノ・スピン電子描画システム	A/Pナノ・スピン縮小投影露光システム	A新SEM	Aアッシングシステム	Aアライナ	Aリソグラフィー関連	A洗浄ベンチ（EB室）	A測長SEM	AEB露光（5D）	Aマスク電子ビーム描画システム	A自動塗布ベーク	A自動洗浄装置	ATEM	Aサブミクロンマスクアライメント	A化合物MBE	ASiO2堆積用プラズマCVD装置	ASi3N4堆積用プラズマCVD装置	A多目的電子ビーム蒸着装置	A抵抗加熱蒸着装置	A赤外線熱処理炉（n型・p型）	Aイオン発生システム	A絶縁膜用ドライエッチング装置	A洗浄ベンチ（化合物室）	A半導体パラメータアナライザ	A/Pナノ・スピン熱処理装置	A/Pレーザラマン分光	A/P分光エリプソ	A4探針抵抗率測定器	AX線光電子分光装置（ESCA）	A半導体電気磁気複合特性測定システム	A減圧CVD装置	A常圧CVD装置	ASi加工ドライエッチング	ASiO2加工ドライエッチング	Aメタル加工ドライエッチング	A原子スケール評価分析システム（AFM/STM）	A洗浄ベンチ（Si室）	A/Pナノ・スピンメタルスパッタリングシステム	A/Pボンダー	Aマスクアライナー	A原子間力顕微鏡	Aスパッタ装置	A熱処理炉	A金属蒸着装置	A洗浄ベンチ（3FUCR）	ALSIテスタ	ACADシステム	Aレーザー直接描画装置	A表面ナノ加工装置	A非接触段差・粗さ計測装置	共通利用対応装置　利用時間　小計	プロジェクト用・研究室持込装置利用時間小計	実験装置利用時間　合計
大野・大野・松倉研				82		32	1033							227	1020			68	119	95			1250																								3926	2401	6327
室田・櫻庭研		86	9	16	129	449	108																		603	75	38	73	2453	598	20	283	74	152	60	512	2100	153	18	2										8011	8009	16020
庭野研			47																																			176	125				536						25	909	1925	2834
中島・佐藤研																																						52			2	10	3	10	11					88	27	115
枝松・小坂研																																																		
池田准教授研	459		207	642		285	947																63																										2603	12800	15403
尾辻・末光研	100		97	24		272	108			78				128									39																24		20							9			1	900	366	1266
施設共通部																																																		
水野客員研																																																		
坪内研						1				64																																								72		72
石山研										37																																								42		42
末光研						1				14																																								26		26
羽生研																																																		
遠藤研			38																																														38		38
藤本・島津技術開発室	722		40	17		128	86																																		1									993	17	1010
高橋・角田研										23																																							25		25
山口研			5							17																																							37		37
佐橋・土井研										17																																							30		30
伊藤（隆）・小谷研										77																							6							1									92		92
畠山・金子研										7				※室田・櫻庭研の利用時間に含まれる。																																					10		10
山田研																																																		
大見研（未来科学共同研究センター）																																																		
安藤研（応用物理学専攻）						9																	10																											19	883	902
川崎研（WPI）																																																	10	10
高梨研（金属材料研究所）																																																		
新田研（知能デバイス材料学専攻）				5																																												5	43	48
田中研（バイオロボティクス専攻）	※池田准教授研の利用時間に含まれる。																																																	
板谷研（応用化学専攻）	※庭野研の利用時間に含まれる。																																																	
岩佐研（金属材料研究所）	※大野・大野・松倉研の利用時間に含まれる																																																	
北上研（多元物質科学研究所）																																																		
石原研（理学研究科）																																																		
寒川研（流体科学研究所）																							2																											2		2
計	1281	86	443	786	129	1177	2282			334				355	1020			68	119	95			1364		603	75	38	73	2453	598	26	283	74	152	60	512	2101	153	94	178	145	2	10	3	546	11	73			26	17828	26481	44309

プロジェクト対応装置・研究室持込装置利用時間

平成21年3月1日から平成22年2月28日まで

装置名	プロジェクト対応装置								研究室持込装置																																																				実験装置利用時間小計
	スピン半導体成長装置	スピンメモリ用スパッタ装置	ナノスピン材料成長装置	スピン材料微細加工装置（ミリング）	スピン材料微細加工装置（絶縁膜堆積）	スピン材料微細加工装置（ICP）	スピンデバイス用リソグラフィ装置（マスク描画）	スピンデバイス用リソグラフィ装置（アライナ）	ステッパー（g線）	小型スパッタ	MBE#1、#2	磁場アニール炉	メタルスパッタ（1）	メタルスパッタ（2）	酸化物MBE	MBE#3＋真空STM	ロードロック付き蒸着器	セルガス出しチャンバー	基板回転機構付き蒸着器	3元スパッタ	ALD（アルミナ・ハフニウム）	ITOスパッタ	汎用AFM	大型ステージAFM	EB（6500F）	SEM（6500F）	赤外線ランプ加熱装置	リフトオフ装置	高速デバイス加工用CVD装置	高速デバイス加工用RIE装置	高速デバイス電極蒸着装置	常圧CVD2	原子層成長装置	メタルCVD	縦型CVD	基板加熱枚葉CVD	小型熱処理炉	急熱急冷LPCVDⅠ	急熱急冷LPCVDⅡ	急熱急冷LPCVDⅢ	分析CVD	小型ECRプラズマ処理装置	中型ECR堆積装置	小型ECR堆積装置	FTIR	ナノヘテロ構造評価装置（AFM）	UVラマン分光システム	高感度ESCA	有機デバイス一貫作製装置	金属蒸着装置	電気炉	電気炉（3ゾーン）	マルチチャンバー	RFスパッタ装置	金属蒸着・マグネトロンスパッタ装置	Al・Nbスパッタ	Au・In蒸着	STM・MBE	ホール効果測定装置	XRD（室温＋低温）	
大野・大野・松倉研	347			2	4	23	112				183	238	76	1		210			35	13	171		36		248	69	45																																	588	2401
室田・櫻庭研																																10	15	13		175	32	1189	1262	1196	1065	20	979	1043	256	455	285	14													8009
庭野研																																																	30	5	175	255	380	294	786						1925
中島・佐藤研																																																								8	10	9			27
枝松・小坂研																																																													
池田准教授研				1042	581			508				5355	2152	2152									28	2				20																															960		12800
尾辻・末光研							21																						60	150	135																														366
施設共通部																																																													
水野客員研																																																													
坪内研																																																													
石山研																																																													
末光研																																																													
羽生研																																																													
遠藤研																																																													
藤本・島津技術開発室				17																																																									17
高橋・角田研																																																													
山口研																																																													
佐橋・土井研																																																													
伊藤（隆）・小谷研																																																													
畠山・金子研	※室田・櫻庭研の利用時間に含まれる。																																																												
山田研																																																													
大見研（未来科学共同研究センター）																																																													
安藤研（応用物理学専攻）		883																																																											883
川崎研（WPI）							10																																																						10
高梨研（金属材料研究所）																																																													
新田研（知能デバイス材料学専攻）							23																					20																																	43
田中研（バイオロボティクス専攻）	※池田准教授研の利用時間に含まれる。																																																												
板谷研（応用化学専攻）	※庭野研の利用時間に含まれる。																																																												
岩佐研（金属材料研究所）	※大野・大野・松倉研の利用時間に含まれる。																																																												
北上研（多元物質科学研究所）																																																													
石原研（理学研究科）																																																													
寒川研（流体科学研究所）																																																													
計	347	883		1061	585	23	166	508			183	5593	2228	2153		210			35	13	171		64	2	248	69	45	40	60	150	135	10	15	13		175	32	1189	1262	1196	1065	20	979	1043	256	455	285	14	30	5	175	255	380	294	786	8	10	9	960	588	26481

共通利用対応装置　保守時間

平成21年3月1日から平成22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）	A/Pナノ・スピン電子描画システム	A/Pナノ・スピン縮小投影露光システム	A新SEM	Aアッシングシステム	Aアライナ	Aリソグラフィー関連	A洗浄ベンチ（EB室）	A測長SEM	AEB露光（5D）	Aマスク電子ビーム描画システム	A自動塗布ベーク	A自動洗浄装置	ATEM	Aサブミクロンマスクアライメント	A化合物MBE	ASiO2堆積用プラズマCVD装置	ASi3N4堆積用プラズマCVD装置	A多目的電子ビーム蒸着装置	A抵抗加熱蒸着装置	A赤外線熱処理炉（n型・p型）	Aイオン発生システム	A絶縁膜用ドライエッチング装置	A洗浄ベンチ（化合物室）	A半導体パラメータアナライザ	A/Pナノ・スピン熱処理装置	A/Pレーザラマン分光	A/P分光エリプソ	A4探針抵抗率測定器	AX線光電子分光装置（ESCA）	A半導体電気磁気複合特性測定システム	A減圧CVD装置	A常圧CVD装置	ASi加工ドライエッチング	ASiO2加工ドライエッチング	Aメタル加工ドライエッチング	A原子スケール評価分析システム（AFM/STM）	A洗浄ベンチ（Si室）	A/Pナノ・スピンメタルスパッタリングシステム	A/Pボンダー	Aマスクアライナー	A原子間力顕微鏡	Aスパッタ装置	A熱処理炉	A金属蒸着装置	A洗浄ベンチ（3FUCR）	ALSIテスタ	ACADシステム	共通利用対応装置保守時間　小計	プロジェクト用・研究室持込装置保守時間　小計	実験装置保守時間　合計
大野・大野・松倉研														3	40			20			5	5	10			5	6	2	1	21	8	35	13	5	3	4	16											83	114	197
室田・樫庭研																																																119	218	337
庭野研																																											3	10					14	145	159
中島・佐藤研																																									5	2			1	3	2	5	1	12	31	11	42
枝松・小坂研																																																		
池田准教授研																																																	211	211
尾辻・末光研																																																	40	40
施設共通部	83	32	54	29	21	258	119			226																																						822		822
水野客員研																																																		
坪内研																																																		
石山研																																																		
末光研																																																		
羽生研																																																		
遠藤研																																																		
藤本・島津技術開発室																																																		
高橋・角田研																																																		
山口研																																																		
佐橋・土井研																																																		
伊藤（隆）・小谷研																																																		
畠山・金子研																																																		
山田研																																																		
大見研（未来科学共同研究センター）																																																		
安藤研（応用物理学専攻）																																																	240	240
川崎研（WPI）																																																		
高梨研（金属材料研究所）																																																		
新田研（知能デバイス材料学専攻）																																																	2	2
田中研（バイオロボティクス専攻）																																																	
板谷研（応用化学専攻）																																																		
岩佐研（金属材料研究所）																																																		
北上研（多元物質科学研究所）																																																		
石原研（理学研究科）																																																		
寒川研（流体科学研究所）																																																		
計	83	32	54	29	21	258	119			226				3	40			20			5	5	10		5	6	2	1	21	8	35	13	5	3	4	16		5	2	3	10	1	3	2	6	1	12	1069	981	2050

プロジェクト対応装置・研究室持込み装置保守時間

平成21年3月1日から平成22年2月28日まで

(Columns 1–8: プロジェクト対応装置; columns 9 onward: 研究室持込装置)

装置名	スピン半導体成長装置	スピンメモリ用スパッタ装置	ナノスピン材料成長装置	スピン材料微細加工装置（ミリング）	スピン材料微細加工装置（絶縁膜堆積）	スピン材料微細加工装置（ICP）	スピンデバイス用リソグラフィ装置（マスク描画）	スピンデバイス用リソグラフィ装置（アライナ）	ステッパー（g線）	小型スパッタ	MBE#1、#2	磁場アニール炉	メタルスパッタ（1）	メタルスパッタ（2）	酸化物MBE	MBE#3+真空STM	ロードロック付き蒸着器	セルガス出しチャンバー	基板回転機構付き蒸着器	3元スパッタ
大野・大野・松倉研	40					5	5				20					15			5	
室田・櫻庭研																				
庭野研																				
中島・佐藤研																				
枝松・小坂研																				
池田進教授研				32	16			6				5	80	64						
尾辻・末光研																				
施設共通部																				
水野客員研																				
坪内研																				
石山研																				
末光研																				
羽生研																				
遠藤研																				
藤本・島津技術開発室																				
高橋・角田研																				
山口研																				
佐橋・土井研																				
伊藤（隆）・小谷研																				
畠山・金子研																				
山田研																				
大見研（未来科学共同研究センター）																				
安藤研（応用物理学専攻）		240																		
川崎研（WPI）																				
高梨研（金属材料研究所）																				
新田研（知能デバイス材料学専攻）																				
田中研（バイオロボティクス専攻）																				
板谷研（応用化学専攻）																				
岩佐研（金属材料研究所）																				
北上研（多元物質科学研究所）																				
石原研（理学研究科）																				
寒川研（流体科学研究所）																				
計	40	240		32	16	5	5	6			20	5	80	64		15			5	

装置名	ALD（アルミナ・ハフニウム）	ITOスパッタ	汎用AFM	大型ステージAFM	EB（6500F）	SEM（6500F）	赤外線ランプ加熱装置	リフトオフ装置	高速デバイス加工用CVD装置	高速デバイス加工用RIE装置	高速デバイス電極蒸着装置	常圧CVD2	原子層成長装置	メタルCVD	縦型CVD	基板加熱枚葉CVD	小型熱処理炉	急熱急冷LPCVDⅠ	急熱急冷LPCVDⅡ	急熱急冷LPCVDⅢ
大野・大野・松倉研					20															
室田・櫻庭研												2				8	2	38	29	35
庭野研																				
中島・佐藤研																				
枝松・小坂研																				
池田進教授研								2												
尾辻・末光研									10	10	20									
施設共通部																				
水野客員研																				
坪内研																				
石山研																				
末光研																				
羽生研																				
遠藤研																				
藤本・島津技術開発室																				
高橋・角田研																				
山口研																				
佐橋・土井研																				
伊藤（隆）・小谷研																				
畠山・金子研																				
山田研																				
大見研（未来科学共同研究センター）																				
安藤研（応用物理学専攻）																				
川崎研（WPI）																				
高梨研（金属材料研究所）																				
新田研（知能デバイス材料学専攻）								2												
田中研（バイオロボティクス専攻）																				
板谷研（応用化学専攻）																				
岩佐研（金属材料研究所）																				
北上研（多元物質科学研究所）																				
石原研（理学研究科）																				
寒川研（流体科学研究所）																				
計					20			4	10	10	20	2				8	2	38	29	35

装置名	分析CVD	小型ECRプラズマ処理装置	中型ECR堆積装置	小型ECR堆積装置	FTIR	ナノヘテロ構造評価装置（AFM）	UVラマン分光システム	高感度ESCA	有機デバイス一貫作製装置	金属蒸着装置	電気炉	電気炉（3ゾーン）	マルチチャンバー	RFスパッタ装置	金属蒸着・マグネトロンスパッタ装置	Al・Nbスパッタ	Au・In蒸着	STM・MBE	ホール効果測定装置	XRD（室温＋低温）	プロジェクト用・研究室持込装置保守時間 小計
大野・大野・松倉研																				4	114
室田・櫻庭研	42	3	17	13	2	18	7	2													218
庭野研									20	12	15	30	20	20	28						145
中島・佐藤研																2	3	6			11
枝松・小坂研																					
池田進教授研																			6		211
尾辻・末光研																					40
施設共通部																					
水野客員研																					
坪内研																					
石山研																					
末光研																					
羽生研																					
遠藤研																					
藤本・島津技術開発室																					
高橋・角田研																					
山口研																					
佐橋・土井研																					
伊藤（隆）・小谷研																					
畠山・金子研																					
山田研																					
大見研（未来科学共同研究センター）																					
安藤研（応用物理学専攻）																					240
川崎研（WPI）																					
高梨研（金属材料研究所）																					
新田研（知能デバイス材料学専攻）																					2
田中研（バイオロボティクス専攻）																					
板谷研（応用化学専攻）																					
岩佐研（金属材料研究所）																					
北上研（多元物質科学研究所）																					
石原研（理学研究科）																					
寒川研（流体科学研究所）																					
計	42	3	17	13	2	18	7	2	20	12	15	30	20	20	28	2	3	6	6	4	981

６－３ ナノ･スピン工学研究会

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 21 年度は以下の講演会を実施した。

第 36 回　平成 21 年 4 月 17 日

「Frequency-agile DAST THz-wave source and its application on free carrier measurement in GaN wafers」

Hiroaki Minamide, Seigo Ohno, and Hiromasa Ito　RIKEN

第 37 回　平成 21 年 6 月 10 日

「 Interplay between carrier localization and magnetism in diluted magnetic and ferromagnetic semiconductors」

Professor Tomasz Dietl (電気通信研究所客員教授, Institute of Physics, Polish Academy of Sciences, Warszawa, Poland)

第 38 回　平成 21 年 7 月 28 日

「Terahertz time-domain spectroscopy -an original way to explore the far infrared spectrum of nanostructures/ materials」

Jean-Louis Coutaz(Professor at University of Savoie, France),Wojciech Knap(Visiting Professor at RIEC, Tohoku University, on leave from CNRS, Montpellier)

「Field effect transistors for terahertz detection: physics and first imaging applications」

Professor Wojciech KnapVisiting（RIEC, Tohoku University, on leave from CNRS, Montpellier）

第 39 回　平成 21 年 7 月 28 日

「Single charge and spin storage and readout in self-assembled InGaAs quantum dots」

Professor Gerhard Abstreiter(Walter Schottky Institut and Physik-Department, Technische Universitat Munchen, Germany)

第 40 回　平成 21 年 10 月 6 日

「Reversible control of magnetization in a ferromagnetic material by means of spin–orbit magnetic field」

Professor Leonid Rokhinson (Department of Physics and Birck Nanotechnology Center, Purdue University)

第 41 回　平成 21 年 11 月 17 日

「Ultrafast optical control with single self-assembled quantum dots」

Professor Maurice S. Skolnick (Department of Physics and Astronomy, University of Sheffield, UK)

第 42 回　平成 21 年 12 月 10 日

「Towards efficient electrical spin detection in spin- transport devices, and optical detection of stochastic “spin noise”」

Dr. Scott A. Crooker (National High Magnetic Field Laboratory, Los Alamos, NM, USA)

第 43 回　平成 22 年 3 月 10 日

「Trends in terahertz plasma waves devices」

Associate Professor Yahya Moubarak MEZIANI (Dept. Fisica Aplicada, Salamanca University, Spain)

「Nonlinear transmission lines for generation and management of high‐frequency electrical signals」
楢原浩一准教授（山形大学大学院理工学研究科）

「Novel integration technology and its application to resonant tunneling diodes」
前澤宏一教授（富山大学大学院理工学研究科）

第 44 回　平成 22 年 3 月 4 日

「Parasitic effects in GaN-based high electron mobility transistors」
Professor Gaudenzio Meneghesso (University of Padova, Italy)

2nd RIEC-CNSI Workshop Program
October 22-23 ,2009

OCTOBER 22, 2009

Session 1

Time	Speaker	Institution	Title
9:30-9:40	H. Ohno	Tohoku University	"Opening remarks"
9:40-10:10	D. D. Awschalom	UC Santa Barbara	"Manipulating single spins and coherence in semiconductors"
10:10-10:40	K. Tanigaki	Tohoku University	"Role of phonons searching for good thermoelectricity and high Tc superconductivity"

10:40-11:10 Break

Session 2

Time	Speaker	Institution	Title
11:10-11:40	M. Kawasaki	Tohoku University	"Quantum transport at oxide interfaces"
11:40-12:10	C. Van de Walle	UC Santa Barbara	"Impact of point defects and surfaces on the properties of nitride semiconductors"

12:10 -14:00 Lunch

2nd RIEC-CNSI Workshop Program
October 22-23 ,2009

Session 3

Time	Speaker	Institution	Title
14:00-14:30	H. Kosaka	Tohoku University	"Coherent spin injection, tomography and manipulation in a semiconductor quantum well"
14:30-15:00	C. Palmstrom	UC Santa Barbara	"MBE growth and characterization of epitaxial ferromagnetic metal / compound semiconductor heterostructures"
15:00-15:30	T. Arima	Tohoku University	"Interplay among magnetism, electricity, and light in CuB_2O_4"
15:30-16:00	A. Cleland	UC Santa Barbara	"Quantum control of photons and phonons"

Session 4

16:00-17:30 Poster Session

18:00- Workshop Banquet

2nd RIEC-CNSI Workshop Program
October 22-23 ,2009

OCTOBER 23, 2009

Session 5

Time	Speaker	Institution	Title
9:15-9:45	Y. Ohno	Tohoku University	"Multi-pulse control and optical detection of nuclear spin coherence in GaAs/AlGaAs quantum well"
9:45-10:15	S. Stemmer	UC Santa Barbara	"Novel approaches to complex oxide molecular beam epitaxy"

10:15-10:30 Break

Session 6

Time	Speaker	Institution	Title
10:30-11:00	M. Nakazawa	Tohoku University	"Frontiers in optical communication:Ultrahigh-speed OTDM transmission and ultra-multi level coherent transmission"
11:00-11:30	J. Allen	UC Santa Barbara	"Spin wave logic"
11:30-12:00	T. Otsuji	Tohoku University	"Emission of terahertz radiation from two-dimensional electron systems in semiconductor nano-heterostructures"
12:00-			"Closing"

WORKSHOP SCIENTIFIC PROGRAM

January 29 (Friday), 2010

5th International WorkShop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics

Jan. 29(Fri.) - 30(Sat.), 2010
Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku Univ., Sendai, Japan

Session 0: Opening 13:00-13:10 (4F Conference Room)

13:00-13:10 **Introductory**
Junichi Murota,
Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University, Japan

Session I: Invited Presentation (1) 13:10-14:50 (4F Conference Room)

13:10-13:35 I-01:
"High frequency behaviour of Ge pin junctions", ・・・ 1
Erich Kasper[1], M. Oehme[1], J. Schulze[1], S. Klinger[2] and M. Berroth[2],
[1] Institut für Halbleitertechnik (IHT), Universität Stuttgart, Germany,
[2] Institut für Elektrische und Optische Nachrichtentechnik (INT), Universität Stuttgart, Germany

13:35-14:00 I-02:
"Fluctuations in Electronic Properties of Interface Traps in Nano-MOSFETs", ・・・ 3
Toshiaki Tsuchiya[1], Yuki Mori[1], Yuta Morimura[1] and Tohru Mogami[2],
[1] Shimane University, Japan,
[2] Semiconductor Leading Edge Technologies (Selete), Japan

14:00-14:25 I-03:
"Effective passivation of Ge surface by high-quality GeO_2 formed by Electron-Cyclotron-Resonance plasma oxidation for Ge-based electronic and photonic devices", ・・・ 5
Yukio Fukuda[1], Yohei Otani[1], Tetsuya Sato[2], Hiroshi Toyota[3] and Toshiro Ono[3]
[1] Tokyo University of Science, Suwa, Japan,
[2] Clean Energy Research Center, University of Yamanashi, Japan,
[3] Hirosaki University, Japan

14:25-14:50 I-04:
"$Si_{1-x}Ge_x$ GS-MBE and Sputter Epitaxy Techniques and Their Application to Devices with Low Dimensional Structures", ・・・ 7
Yoshiyuki Suda, Hiroaki Hanafusa, Takafumi Okubo,
Kouta Kunugi and Hiroyuki Ohhashi,
Graduate School of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology, Japan

14:50-15:10 **Break**

WORKSHOP SCIENTIFIC PROGRAM

January 29 (Friday), 2010

Session II: Invited Presentation (2)　15:10-17:15 (4F Conference Room)

15:10-15:35 I-05:
"Atomic Level Control for Group IV Semiconductor Processing", ・・・ 9
Bernd Tillack[1,2], Yuji Yamamoto[1] and Junichi Murota[3],
[1] IHP, Germany,
[2] Technische Universität Berlin, Germany,
[3] Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University, Japan

15:35-16:00 I-06:
"Germanium surface segregation in the silicon passivation of Ge pMOSFETs: influence of the Si precursor", ・・・ 11
Matty Caymax, Benjamin Vincent, Wilfried Vandervorst and Roger Loo,
IMEC, Belgium

16:00-16:25 I-07:
"Defect Annihilation of *a*-GeO_2 on Ge and Passivation of Ge/GeO_2 Interface", ・・・ 13
Akira Toriumi,
Department of Materials Engineering, The University of Tokyo, Japan

16:25-16:50 I-08:
"Formation of graphene on 3C-SiC ultrathin film on Si substrates", ・・・ 15
Maki Suemitsu[1,2],
[1] Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University, Japan,
[2] CREST, Japan Science and Technology Agency, Japan

16:50-17:15 I-09:
"Si Single-Dopant FETs and Observation of Single-Dopant Potential by LT-KFM", ・・・ 17
Michiharu Tabe[1], D. Moraru[1], M. Anwar[1], Y. Kawai[1], S. Miki[1],
Y. Ono[2] and T. Mizuno[1],
[1] Research Institute of Electronics, Shizuoka University, Japan,
[2] NTT Basic Research Laboratories, Japan

Banquet　18:30-20:00 (Hotel Bel Air 1F)

WORKSHOP SCIENTIFIC PROGRAM

January 30 (Saturday), 2010

Session III: Poster Presentation 9:30-11:30 (4F Room 401)

(Boards for posters are available during Workshop.)

WORKSHOP SCIENTIFIC PROGRAM

January 30 (Saturday), 2010

WORKSHOP SCIENTIFIC PROGRAM

January 30 (Saturday), 2010

WORKSHOP SCIENTIFIC PROGRAM

January 30 (Saturday), 2010

11:30-13:00 **Lunch**

Session IV: Invited Presentation (3) 13:00-14:40 (4F Conference Room)

13:00-13:25 I-10:
"SiGe and GaAsP Metamorphic Systems: 1.9-2.3eV III-V Band-GaP Integration on Si" ・・・ 63
Eugene A. Fitzgerald, M.J. Mori, N. Yang and M.T. Bulsara,
Department of Materials Science and Engineering, Massachusetts Institute of Technology (MIT), USA

13:25-13:50 I-11:
"Effects of 193 nm Excimer laser radiation on SiO_2/Si/SiGe heterostructures grown on s-SOI substrates" ・・・ 65
Stefano Chiussi[1], J.C. Conde[1], A. Benedetti[2], C. Serra[2], M. Sakuraba[3] and J. Murota[3],
[1] Departamento de Física Aplicada, E.T.S.I.Industriales, Universidade de Vigo, Spain,
[2] C.A.C.T.I., Universidade de Vigo, Spain,
[3] Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University, Japan

13:50-14:15 I-12:
"Potential of $Ge_{1-x}Sn_x$ alloys as high mobility channel materials and stressors" ・・・ 67
Shotaro Takeuchi[1], Yosuke Shimura[1], Norimasa Tsutsui[1], Osamu Nakatsuka[1], Akira Sakai[2] and Shigeaki Zaima[1],
[1] Graduate School of Engineering, Nagoya University, Japan,
[2] Graduate School of Engineering Science, Osaka University, Japan

14:15-14:40 I-13:
"Epitaxial Growth of Group IV Semiconductor Nanostructures Using Atomically Controlled Plasma Processing" ・・・ 69
Masao Sakuraba, Takayuki Nosaka, Katsutoshi Sugawara and Junichi Murota,
Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University, Japan

14:40-15:00 **Break**

WORKSHOP SCIENTIFIC PROGRAM

January 30 (Saturday), 2010

Session V: Invited Presentation (4) 15:00-17:05 (4F Conference Room)

17:05-17:10 **Closing Remarks**

6th RIEC International Workshop on Spintronics
February 5 - 6, 2010

PROGRAM

February 5th (Friday)

Registration 8:30-8:50

Opening 8:50-9:00

FR-1 9:00-9:35 **Tomasz Dietl**
(*Institute of Physics, Polish Academy of Sciences,*
Institute of Theoretical Physics, University of Warsaw)
Ferromagnetism of Dilute and Condensed Magnetic Semiconductors

FR-2 9:35-10:10 **Ali Yazdani**
(*Princeton University*)
Visualizing Spatial Structure of Electronic States in GaMnAs

10:10-10:25 **Coffee Break**

FR-3 10:25-11:00 **Dieter Weiss**
(*Institute for Experimental and Applied Physics, University of Regensburg*)
Phase Coherent Phenomena in (Ga,Mn)As

FR-4 11:00-11:35 **Tomas Jungwirth**
(*Institute of Physics Academy of Sciences of the Czech Republic and University of Nottingham*)
Spin-orbit Coupling Induced Magneto-transport Anisotropy Phenomena in GaMnAs and Beyond

FR-5 11:35-12:00 **Fumihiro Matsukura, Yu Nishitani[1], Masaki Endo[1], Daichi Chiba[1,2], Maciej Sawicki[3,1], Anna Korbecka[4], Jacek A. Majewski[4], Agnieszka Werpachowska[3], Tomasz Dietl[3,4,1], and Hideo Ohno[1]**
([1]*Laboratoy for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University,* [2]*Institure for Chemical Research, Kyoto University,* [3]*Institute of Physics, Polish Academy of Sciences,*
[4]*Institute of Theoretical Physics, University of Warsaw*)
Electric-field Effect on Thin (Ga,Mn)As Layers

12:00-14:00 **Lunch Break**

FR-6 14:00-14:35 **Alexandr Chernyshov[1], Mason Overby[1], Xinyu Liu[2], Jacek K. Furdyna[2], Yuli Lyanda-Geller[1], and Leonid P. Rokhinson**
([1]*Department of Physics and Birck Nanotechnology Center, Purdue University,*

[2]*Department of Physics, University of Notre Dame*)
Reversible Control of Magnetization via Spin-orbit Magnetic Field

FR-7 14:35-15:00 **Junsaku Nitta[1], Yoji Kunihashi[1], and Makoto Kohda[1,2]**
([1]*Department of Materials Science, Tohoku University,* [2]*PRESTO-JST*)
Competition between Rashba and Dresselhaus Spin-orbit Interactions in InGaAs Wires

FR-8 15:00-15:35 **Roland Winkler**
(*Materials Science Division, Argonne National Laboratory, Northern Illinois University*)
Spin Precession, Densities and Currents in Semiconductors

FR-9 15:35-16:00 **Yasutomo J. Uemura[1], S. R. Dunsiger[1, 2] J. P. Carlo[1,] T. Goko[1,3], G. Nieuwenhuys[4], T. Prokscha[4], A. Suter[4], E. Morenzoni[4], D. Chiba[5,6], Y. Nishitani[6], T. Tanikawa[5,6], F. Matsukura[6,5], H. Ohno[6,5], J. Ohe[7,8], and S. Maekawa[7,8]**
([1]*Department of Physics, Columbia University,* [2]*Physik Dept., Technische Universitat Munchen,* [3]*TRIUMF,* [4]*Paul Scherrer Institut, Lab. for Muon Spin Spect.* [5]*ERATO Semiconductor Spintronics Project, Japan Science and Technology Agency (JST),* [6]*Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University,* [7]*Institute for Materials Research, Tohoku University,* [8]*CREST, JST*)
Spatially Homogeneous Ferromagnetism of (Ga,Mn)As Detected by Muon Spin Relaxation

Poster Session

16:00-18:00 (Room A401)

P-1 **Lin Chen[1], X. Chen[2], L. H. Chen[2], and Jianhua Zhao[1]**
([1]*State Key Laboratory for Superlattices and Microstructures, Institute of Semiconductors, Chinese Academy of Sciences,* [2]*Nano-Optoelectronics Laboratory, Institute of Semiconductors, Chinese Academy of Sciences*)
Manipulation of Magnetic Properties of (Ga,Mn)As Films by Nano-scale Patterning

P-2 **Yonggang Zhu, Xinhui Zhang, Lin Chen, and Jianhua Zhao**
(*State Key Laboratory for Superlattices and Microstructures, Institute of Semiconductors, Chinese Academy of Sciences*)
Ultrafast Dynamics of Four-state Magnetization Reversal in (Ga,Mn)As

P-3 **L. Chen, S. Yan, P. F. Xu, J. Lu, W. Z. Wang, J. J. Deng, X. Qian, Y. Ji, and Jianhua Zhao**
(*State Key Laboratory for Superlattices and Microstructures, Institute of Semiconductors, Chinese Academy of Sciences*)
Magnetic and Magneto-transport Properties of Heavily Mn-doped (Ga,Mn)As Films with High Ferromagnetic Transition Temperature

P-4 **Makoto Kohda[1,2] and Junsaku Nitta[1]**
([1]*Department of Materials Science, Tohoku University,* [2]*PRESTO-JST*)
Enhancement of Spin Orbit Interaction in Quaternary InGaAsP/InGaAs heterostructures

P-5

Toshihiro Kubo[1], Yasuhiro Tokura[1,2], and Seigo Tarucha[1,3]
([1]*Quantum Spin Information Project, ICORP-JST,* [2]*NTT Basic Research Laboratories, NTT Corporation,* [3]*Department of Applied Physics, University of Tokyo*)

Electron Transport through an Aharonov-Bohm-Casher Interferometer Containing a Laterally Coupled Double Quantum Dot

P-6

Yoji Kunihashi[1], Makoto Kohda[1,2], and Junsaku Nitta[1]
([1]*Department of Materials Science, Tohoku University,* [2]*PRESTO-JST*)

Anisotropic Spin Splitting in InGaAs Wire Structures

P-7

Shunichiro Matsuzaka, Yuzo Ohno, and Hideo Ohno
(*Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University*)

Carrier Concentration Dependence of Spin Hall Effect in n-GaAs

P-8

Masaaki Ono, Genki Sato, Jun Ishihara, Shunichiro Matsuzaka, Yuzo Ohno, and Hideo Ohno
(*Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University*)

Strain Dependence of Nuclear Spin Relaxation Time in a GaAs Quantum Well

P-9

X. M. Dou, X. Y. Chang, Baoquan Sun, Y. H. Xiong, Z. C. Niu, H. Q. Ni, and D. S. Jiang
(*State Key Laboratory for Superlattices and Microstructures, Institute of Semiconductors, Chinese Academy of Sciences*)

Electron Spin Relaxation by Nuclei and Holes in Single InAs Quantum dots

P-10

Soichiro Teraoka[1], Shinichi Amaha[1], Tsuyoshi Hatano[1], Toshihiro Kubo[1], Yasuhiro Tokura[2] , Yuzo Ohno[3], Hideo Ohno[3], and Seigo Tarucha[4]
([1]*Quantum Spin Information Project, ICORP-JST,* [2]*NTT Basic Research Laboratories, NTT Corporation,* [3]*Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University,* [4]*Department of Applied Physics, University of Tokyo*)

Hole Spin Resonance and Spin-Orbit interaction in *p*-GaAs/AlGaAs(311)A Heterostructure

P-11

O. Entin-Wohlman[1,2], A. Aharony[1], Yoshihiro Tokura[3], and Y. Avishai[1]
([1]*Department of Physics and Ilse Kats Center for Meso- and Nano-Scale Science and Technology, Ben Gurion University,* [2]*Weizmann Institute of Science,* [3]*NTT Basic Research Labs, NTT Corporation*)

Spin-polarized Electric Currents through the Constriction with Spin-orbit Interaction

P-12

Hidekazu Saito, Jean C. Le Breton, Vadym Zaytes, Y. Mineno, Shinji Yuasa, and Koji Ando
(*Nanoelectronics Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology*)

Spin Injection into GaAs from a Fe/GaO_x Tunnel Injector

P-13

Kazuma Izumiya, Yoshio Miura, Kazutaka Abe, and Masafumi Shirai
(*Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University*)

A First-principles Study on Electronic Structures of Fe_3O_4/GaAs Interface

P-14

Pengfa Xu, K. K. Meng, S. L. Wang, L. Chen, J. Lu, and Jianhua Zhao
(*State Key Laboratory for Superlattices and Microstructures, Institute of Semiconductors, Chinese Academy of Sciences*)

Co doping Enhanced Magnetocaloric Effect in $Mn_{1-x}Co_xAs$ Films Epitaxied on GaAs (001) Substrate

P-15

Gyung-Min Choi, Il-Jae Shin Byoung-Chul Min, and Kyung-Ho Shin
(*Center for Spintronics Research, Korea Institute of Science and Technology (KIST)*)

Synthetic Antiferromagnetic Pinned Layer in Perpendicular Magnetic Tunnel Junctions

P-16

Huadong Gan[1], Shoji Ikeda[1], Jun Hayakawa[2], Hiroyuki Yamamoto[1,2], Katsuya Miura[1,2], Haruhiro Hasegawa[2], Fumihiro Matsukura[1], and Hideo Ohno[1]
([1]*Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University,* [2]*Advanced Research Laboratory, Hitachi, Ltd.*)

Tunneling Spectroscopy of CoFeB/MgO/CoFeB Pseudo Spin-Valve MTJs with Ultrahigh TMR Ratio

P-17

Huadong Gan[1], Shoji Ikeda[1], Wataru Shiga[1], Jun Hayakawa[2], Katsuya Miura[2,1], Hiroyuki Yamamoto[2], Fumihiro Matsukura[1], Tadakatsu Ohkubo[3], Kazuhiro Hono[3], and Hideo Ohno[1]
([1]*Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University,* [2]*Advanced Research Laboratory, Hitachi, Ltd.,* [3]*National Institute for Materials Science*)

Effect of Free Layer Structures on Tunnel Magnetoresistance for Double MgO Barrier Magnetic Tunnel Junctions

P-18

Yoshio Miura, Kazutaka Abe, and Masafumi Shirai
(*Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University*)

Electronic and Transport Properties of Magnetic Tunnel Junctions with Half-metallic Co_2YZ (Y = Mn or Cr; Z=Si, Al or Ga)

P-19

Kotaro Mizunuma[1], Shoji Ikeda[1], Hiroyuki Yamamoto[2,1], Huadong Gan[1], Katsuya Miura[2,1], Jun Hayakawa[2], Kenchi Ito[2], Fumihiro Matsukura[1], and Hideo Ohno[1]
([1]*Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University,* [2]*Advanced Research Laboratory, Hitachi, Ltd.,* [3]*National Institute for Materials Science*)

Effect of CoFeB Insertion and Pd Layer Thicknesses on TMR Properties in Perpendicular MTJs with MgO Barrier and CoFe/Pd Multilayers

P-20

Il-jae Shin[1,2], Byoung-Chul Min[1], Jin-Pyo Hong[2], and Kyung-Ho Shin[1]
([1]*Center for Spintronics Research, Korea Institute of Science and Technology,* [2]*Novel Functional Materials and Devices Lab., Department of Physics, Hanyang University*)

Effect of Ru Diffusion in Exchange-biased MgO Magnetic Tunnel Junctions Prepared by *In-situ* Annealing

P-21 **Mitsuru Suzuki, Kazutaka Abe, Yoshio Miura, and Masafumi Shirai**
(*Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University*)
An *ab initio* Study on the Tunneling Magnetoresistance in FePt/Fe$_n$/MgO/Fe$_n$/FePt (n = 0-4) Magnetic Tunnel Junctions

P-22 **Lihui Bai[1], Makoto Kohda[1,2], and Junsaku Nitta[1]**
([1]*Department of Materials Science, Tohoku University,* [2]*PRESTO-JST*)
Electrical Detection of Spin Waves in Permalloy Strips

P-23 **Masahito Tsujikawa[1], Tatsuki Oda[2], Yoshio Miura[3], and Masafumi Shirai[3]**
([1]*Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University,* [2]*Institute of Science and Engineering, Kanazawa University,* [3]*Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University*)
Electric Field Effects on Magnetic Anisotropy of MgO/Pt/Fe/Pt (001)

P-24 **Shun Kanai, Masaki Endo, Shoji Ikeda, Fumihiro Matsukura, and Hideo Ohno**
(*Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University*)
Thickness Dependence of Magnetic Anisotropy in CoFeB under Electric Fields

P-25 **Toshiro Ohnuma**
(*Human Electromagnetics Charge Spin (HECS) Laboratory*)
On Charge Spin

Banquet 18:30-20:30 (Trattoria e Bar "Caccinu")

February 6th (Saturday)

SA-1 9:00-9:35 **Albert Fert[1], O. Boulle[1], V. Cros[1], A. Dussaux[1], B. Georges[1], J. Grollier[1], H. Jaffrés[1], A. Ruotolo[1], A. Fukushima[2], M. Konoto[2], K. Yakushiji[2], S. Yuasa[2], K. Ando[2], J. Barnas[3], and G. Faini[4]**
([1]*Unité Mixte de Physique CNRS/Thales, Palaiseau, and Université Paris-Sud,* [2]*National Institute of Advanced Science and Technology (AIST),* [3]*Poznan University,* [4]*LPN/CNRS*)
Generation of Microwave Oscillations by Spin Transfer, Synchronization of Spin Transfer Oscillators

SA-2 9:35-10:10 **L. E. Nistor[1], B. Rodmacq[1], C. Ducruet[2], C. Portemont[2], I. L. Prejbeanu[2], M. Chshiev[1], and Bernard Dieny[1]**
([1]*SPINTEC (UMR 8191 CEA-CNRS-UJF), CEA/INAC,* [2]*CROCUS Technology, 4 Place Robert Schuman*)
Direct Correlation between Magnetic Anisotropy and Tunnel Magnetoresistance in Magnetic Tunnel Junctions with MgO Barrier

10:10-10:25 **Coffee Break**

SA-3 10:25-10:50 **T. Koyama[1], D. Chiba[1], G. Yamada[1], K. Ueda[1], H. Tanigawa[2], S. Fukami[2], T. Suzuki[2], N. Ohshima[2], N. Ishiwata[2], Y. Nakatani[3], and Teruo Ono[1]**
(*[1]Institute for Chemical Research, Kyoto University, [2]Device Platforms Research Laboratories, NEC Corporation, [3]University of Electro-communications*)
Current-induced Domain Wall Motion against Magnetic Field

SA-4 10:50-11:15 **Kenchi Ito[1], Jun Hayakawa[1], Katsuya Miura[1,2], Michihiko Yamanouchi[1], Haruhiro Hasegawa[1], Shoji Ikeda[2], Ryutaro Sasaki[2], Hiromasa Tskahashi[1], Hideyuki Matsuoka[1], and Hideo Ohno[2]**
(*[1]Advanced Research Laboratory, Hitachi, Ltd., [2]Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University*)
Spin Transfer Torque Switching in Magnetic Tunnel Junctions with CoFeB-based Synthetic Ferri-magnetic Free Layers

SA-5 11:15-11:40 **Shinji Yuasa[1], Rie Matsumoto[1,2], Akio Fukushima[1], Taro Nagahama[1], Hitoshi Kubota[1], Kay Yakushiji[1], Koji Ando[1], and Yoshishige Suzuki[1,2]**
(*[1]National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), [2]Graduate School of Engineering Science, Osaka University*)
Quantitative Analysis of Coherent and Incoherent Tunneling Currents in MgO-based Epitaxial Magnetic Tunnel Junctions

SA-6 11:40-12:15 **Se-Chung Oh[1], Seung-Young Park[2], Aurélien Manchon[3], Mairbek Chshiev[3], Jae-Ho Han[4], Hyun-Woo Lee[4], Jang-Eun Lee[1], Kyung-Tae Nam[1], Younghun Jo[2], Yo-Chan Kong[5], Bernard Dieny[3] and Kyung-Jin Lee[5]**
(*[1]Semiconductor R&D Center, Samsung Electron. Co, [2]Nano Mater. Research Team, Korea Basic Sci. Inst., [3]SPINTEC, UMR 8191 CEA/CNRS/UJF, CEA/Grenoble, [4]Dept. of Phys., POSTECH, Pohang, [5]Dept. of Mater. Sci. & Eng., Korea Univ.*)
Bias-voltage Dependence of Perpendicular Spin-transfer Torque in Asymmetric MgO-based Magnetic Tunnel Junctions

12:15-14:00 **Lunch Break**

A-7 14:00-14:25 **K. Sato, T. Fukushima, M. Toyoda H. Kizaki, and Hiroshi Katayama- Yoshida**
(*Graduate School of Engineering Science, Osaka University*)
First Principles Theory and Computational Materials Design for Semiconductor Nano-Spintronics: Design vs. Experimental Realization

SA-8 14:25-14:50 **Kohei M. Itoh**
(*Dept. Applied Physics, Keio University*)
Silicon Spintronics for Quantum Information Processing

SA-9 14:50-15:25 **Igor Zutic, Rafal Oszwaldowski, Christian Gothgen, Jeongsu Lee, and William Falls**
(*Department of Physics, University at Buffalo*)
Semiconductor Spin-Lasers

15:25-15:45 **Coffee Break**

SA-10 15:45-16:10 **Y. Suzuki[1,2], Y. Shiota[1], T. Nozaki[1,3], M. Shiraishi[1] and T. Shinjo[1]**
([1]*Osaka University,* [2]*CREST-JST,* [3]*PREST-JST*)
Voltage Control of Magnetic Anisotropy in Au/FeCo(001) Ultrathin Layer/MgO Junctions

SA-11 16:10-16:35 **Masaki Endo, Shun Kanai, Shoji Ikeda, Fumihiro Matsukura, and Hideo Ohno**
(*Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University*)
Change of Magnetic Properties in $Co_{40}Fe_{40}B_{20}$ Induced by Electric Field

SA-12 16:35-17:00 **Tatsuki Oda**
(*Institute of Science and Engineering, Kanazawa University*)
Magnetic Anisotropy and Its Electric Field Effect in the Nano-structures of Fe-Pt System

Closing 17:00-17:10

2nd International Workshop on Nanostructure & Nanoelectronics

Date: March 11-12, 2010

Site: Laboratory for Nanoelectronisc and Spintronics, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

Organizer:

Michio Niwano
Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

Kaoru Tamada
Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

Yasuo Kimura
Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

Program

March 11 (Thursday)

Room: 4F, Conference Room, *Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics*

9:30~9:35 Opening
M. Niwano (Tohoku University, Japan)

(Chair: Y. Kimura)

9:35~10:35 Titania Nanotube- and Mesosponge Layers:Application in Photocatalysis and Dye Sensitized Solar Cells
P. Schmuki (University of Erlangen, Germany)

10:35~11:35 New Organic Dye Sensitizers for Photonics and Photovoltaic Applications
Kang Duck Seo, Yu Kyung Eom, Jung Ho Ryu, Myung Jun Lee, Jung Hwan Oh, In Taek Choi, Myung Jong Ju, Bok Ju Song, Hwan Kyu Kim (Korea University, Korea)

11:35~12:05 Formation a porous titanium film for a counter electrode of dye-sensitized solar cells
M. M. Rahman, R. Kojima, M. El Fassy Fihry, Y. Kimura, and M. Niwano (Tohoku University, Japan)

12:05~13:30 Lunch

(Chair: T. Ogino)

13:30 ~ 14:30 Electrical Detection of DNA Hybridization Using Transistors Based on Graphitic Carbon
L. J. Li (Academia Sinica, Taiwan)

14:30~15:00 Nanocarbon Electronics and Applications : Graphene & Nanotube
K. Matsumoto (Osaka University, Japan)

15:00~15:30 Formation of graphene on Si substrates via SiC thin film
M. Suemitsu (Tohoku University, Japan, CREST, JST)

15:30~15:50 Coffee break

(Chair: M. Suemitsu)

15:50~16:20 "Graphene on Insulator" Fabricated on Atomically Controlled Solid Surfaces
T. Ogino and T. Tsukamoto (Yokohama National University, Japan)

16:20~16:50 Fabrication of a room-temperature operation single electron transistor through anodization process
Y. Kimura (Tohoku University, Japan)

16:50~17:20 Single-Molecule Fluorescence Imaging Using Nanostructure Array
T. Tanii (Waseda University, Japan)

March 12 (Friday)

Room: 4F, Conference Room, *Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics*

(Chair: T. Tanii)

9:30~10:30 Metallic nanoparticle network for photocurrent generation and photodetection
X. N. Xie (National University of Singapore, Singapore)

10:30~11:00 Phonon detection using scanning tunneling microscope light emission
Y. Uehara (Tohoku University, Japan)

11:00~11:15 Coffee break

11:15~11:45 Optoelectronic nanodevice using DNA encapsulated carbon nanotubes created in electrolyte plasmas
T. Kaneko, Y. Li, and R. Hatakeyama (Tohoku University, Japan)

11:45~12:15 Development of field-effect based Biosensors
T. Wagner (Tohoku University, Japan)

12:15~12:45 SNPS and protein detection by covalently immobilized DNA or RNA on diamond FET
H. Kawarada (Waseda University, Japan)