

半導体工学研究室

Semiconductors Laboratory

主任研究員 青柳 克信
AOYAGI, Yoshinobu

材料を原子オーダーで制御するとその材料の性質を大きく変えることができる。また、電子のドブロイ波長、或いはそれ以下の寸法を持つナノメーターオーダーの極微構造人工材料（以下ナノ材料）を作り出すと、その材料には量子効果、クーロンブロック効果など、従来と全く異なった新しい物性を期待することができる。当研究室ではそれらを用いて新しいデバイス、新しいナノエレクトロニクスを構築する。

具体的には（１）MOCVD, MBE 等結晶成長技術並びに電子ビームリソグラフィ技術などを用い、材料の原子オーダー制御による新材料の創製、新しいナノ構造材料創製技術の開発を行う。また、そのためのビームプロセス技術を開発する。（２）創製されたカーボンナノチューブ等、ナノ材料におけるクーロンブロック効果、単電子効果などを中心に結合ナノ構造における電子輸送現象を解明し、その電子デバイスさらには将来の量子コンピューターへの応用可能性を探索する。（３）ナノ材料の光物性を明らかにし、創製されたナノ材料の光デバイスへの応用とその可能性を探索する。

1. ナノ技術による新しい材料創製制御並びに新しいビームプロセス技術に関する研究（岩井、塩川、目黒、半村^{*1}、武内^{*1}、Avramescu^{*1}、田中^{*2}）

（１）アトミックナノマスクによる低転位 GaN 薄膜のエピタキシャル基板への応用

窒化物半導体の貫通転位の低減は、レーザーへの応用に際し問題となっている。特に、デバイス寿命には大きな影響を及ぼすことが明らかになっている。従来 Epitaxial Lateral Overgrowth (ELO) という外部リソグラフィ手法で転位を低減する試みが一般的であり、この場合、成長を中断し一度試料を外部に出さなければならない、あるいは、リソグラフィーのための多大なコストがかかる等、多くの問題があった。しかし他の手法が現在のところ無く、新たな手法の開発が望まれていた。本研究は、昨年度見いだされたアトミックナノマスクを用いることによって結晶を結晶成長装置外に取り出す必要が無く、いかなるリソグラフィプロセスも用いずに低転位化が可能であることを利用して、GaN エピタキシャル基板の作製を試みるものである。アトミックナノマスクによる貫通転位密度は、通常の方法と比較して 2~3 桁の減少が既に確認されており、結晶成長のみでこの効果が得られることより、大面積化が容易となる。大面積基板へのアトミックナノマスク均一吸着が、その際のキーポイントとなり、成長温度制御、フローの均一性が問題となった。更に、アトミックナノマスク処理下部の転位密度低減も転位低減度向上のための重要な鍵であり、表面を気相エッチングすることによるステップ化基板の使用や、核密度制御法による GaN 層ダイレクト成長といった新規手法が開発された。これによって一切外部プロセスを用いることなく、結晶成長のみで得られる低転位 GaN 薄膜を、エピタキシャル基板として利用する道が開かれた。

（２）アンチサーファクタントを用いた低転位 GaN 薄膜の成長および転位低減メカニズムの解明

昨年度までに、GaN ホモエピタキシャル界面においてア

ンチサーファクタントと呼ばれる表面構造の改質処理を行うとその後の GaN 薄膜の大幅な低転位化が可能であることを報告した。本年度はその低転位化機構を明らかにし、更なる低転位化の試みを行った。

GaN 中に存在する高密度の貫通転位は、アンチサーファクタント処理界面において、転位ハーフループを形成、結果的に上層の GaN 薄膜中への転位の貫通が抑制されることが分かった。これは、貫通転位芯への Si-N（アンチサーファクタントである Si による）のナノメータレベルの部分マスク（ナノマスク）効果および転位芯を覆う GaN の横方向成長による貫通転位の屈曲が主な効果であると考えられた。

このメカニズムを実証する目的で GaN/Si の超格子構造を作製し、転位ハーフループの効果的な生成には、効率的な転位芯の Si によるマスクとステップフローを維持する成長条件（前年度までは三次元島成長モードであったため埋め込みが困難であった）が重要であることが分かった。

（３）原子位置制御不純物ドーピングの研究

高伝導度の p 型 GaN および AlGaN を得ることを目的として、Mg および Si の不純物対の形でドーピングする方法を開発した。GaN 成長において原料の TMGa と NH₃ を 1 秒間づつ 1 秒間のパージ時間を置いて交互に供給し、原料供給の 1 サイクル中に不純物の Mg、および Si を分離してパルス的に供給し、Mg および Si の取り込み量を制御した。

ノンドープ GaN の成長の場合に、TMGa の供給量を下げることによって欠陥の少ない良好な結晶が得られ、不純物導入による伝導型の制御が可能であることを明らかにした。不純物原料の TESi、あるいは Cp₂Mg を TMGa と同期して供給することにより n 型、および p 型 GaN が得られた。更に、TMGa と同期して Cp₂Mg を供給し、Cp₂Mg の供給後に TESi を供給する方法によって 10¹⁸ cm⁻³ オーダーの Hole 濃度を持つ p 型 GaN が得られた。Si の供給によって Hole 濃度が増加する結果および発光スペクトルの結

果から、Mg および Si によるドーピングの効果を明らかにした。

(4) 原子レベル表面構造制御による窒化物半導体の高品質化

低欠陥窒化物半導体薄膜の結晶成長は、光・電子デバイスへの応用に当たって、重要な研究テーマである。窒化物半導体の結晶成長に使われる基板（炭化ケイ素）は、一般に表面には微細な傷が存在し、結晶欠陥の起因となっている。結晶欠陥の低減のために、本研究では、まず炭化ケイ素基板の原子レベル表面構造制御法を開発した。また、AlN 薄膜の成長および欠陥生成機構の基板表面構造依存性について明らかにし、AlN 薄膜の低欠陥化を達成した。炭化ケイ素基板表面上に発生した AlN ヘテロ核は、原子レベルで平坦なテラス上では空間的な位相にずれがなく欠陥を誘起しないが、ステップや傷によりテラスレベルが異なる場合の AlN ヘテロ核は空間的位相にずれを生じ、incoherent boundary を生成することが分かった。現在、電子デバイスへの応用の際に重要な AlN/SiC の界面準位や光学特性に関する評価を行っている。

(5) 窒化物半導体である AlN 薄膜の SiC 基板上への成長機構の解明

ナノ構造実現のためには特にヘテロ核発生課程の研究が必要である。AFM, XRD, CL 等による評価によって AlN 核発生のカイネティクスをモデル化した。また、特に高温 HCl ガス処理により市販 SiC 基板表面の平坦性が大幅に改善され、原子レベルの平坦性が得られることを利用して、そのような基板表面へ成長した AlN 薄膜は高品質化できる可能性を示した。

(6) AlN-SiC 固溶体の成長

この系は、バンドギャップを連続的に変化させ得る系であること、p 型伝導が容易に実現できる可能性を有しており、量子論理ゲートの構築材料として重要である。今までこの系の結晶成長に成功した例はほとんどないが、本研究では交互ガス供給による MOCVD 法が固溶体に有効であることを見だし、AlN-SiC 固溶体の成長に成功した。また、ワイドギャップである固溶体の光学評価のために、短波長領域（～200–300 nm）で測定可能な CL 装置を開発した。

(7) 多価イオンを用いた新しい材料プロセス技術の開発研究

多価イオンの持つ高いクーロンポテンシャルを利用した新しい材料プロセスの開発研究を行っている。グラファイト結晶基板に Ar⁸⁺ の低速多価イオン照射および STM を利用したイオン照射領域への電流注入を行うことにより、基板表面の数 nm の領域がダイヤモンド状に変化することを、STS 測定およびラマン分光の結果から確認した。このような現象は 1 価のイオン照射では起こらず、多価イオンに特有な現象と思われる。

(8) カーボンナノチューブの AFM マニピュレーション

カーボンナノチューブのデバイスへ応用を広げるためには、その電気特性を制御法を開発する必要がある。この 1 つの方法として、機械的な変形により電気特性を制御する試みがある。ここでは AFM マニピュレーションによるカーボンナノチューブのプレスと曲げによる変形の 2 つについて I-V 特性がどのように変化するかを調べた。プレスでは 1ヶ所を最大 1 マイクロ N の力で 1 秒間、2ヶ所に行った。

プレス前後の AFM 像の比較からはナノチューブの変形は観察されなかった。しかし、電極間抵抗は減少が観測され、最大では約六分の一に減少した。また、曲げ変形ではナノチューブを長さ方向に対して直角方向に数十ナノメートルから数百ナノメートル変形させた。この変形では一様に電極間抵抗の増大が観測された。これらの結果から、マニピュレーションにより電極間抵抗の制御が可能であることが分かった。

^{*1} 基礎科学特別研究員, ^{*2} 共同研究員

2. 量子ナノ構造の電子輸送に関する研究（石橋、塚越、青野^{*1}、村尾^{*1}、落合^{*2}、大野^{*3}）

(1) カーボンナノチューブの電気伝導

カーボンナノチューブの直径は 1 ナノメートル前後であり長さは 10 ミクロンにも達する。しかも極めて高い電気伝導性を有するために、既存の電子材料を超えた理想的電子材料になる可能性を秘めている。実用素子の実現のためには、ナノチューブの成長制御および特性把握と制御が必須である。1 本のカーボンナノチューブを電気伝導チャネルとするトランジスターを作製しトランジスター特性を詳細に調べた。この素子を 30 mK 程度まで冷却すると多くの金属材料とナノチューブの界面において 1 meV 以下のトンネル障壁が形成され単電子輸送が観測されることを見いだした。酸化可能な金属（Ti, Co, Ni, Fe など）ではポテンシャル障壁が高く Au や Pt では極めて低い。ナノチューブと電極の接合容量は相互の重なりのおおきさのみに依存する。このポテンシャル障壁はナノチューブに吸着された酸素や水と金属の反応によって形成されていると考えている。また、1 本のナノチューブ素子に流れる電流は最大で 0.2 mA にも達し同等の断面積を有する銅細線に対して 50 倍以上の電流密度を伝送できることを見いだした。

(2) 位置制御によるカーボンナノチューブデバイス技術の改良

従来のカーボンナノチューブ量子ドット形成技術には、ランダムなナノチューブ散布に伴う配線間のショートなどの問題があり、これがデバイス作製上の歩留まりの大きな問題となっていた。これを解決するために、レジストをパターン化することによりナノチューブの散布に際する位置制御を試みた。これにより一定の位置制御が可能となり、デバイス作製の歩留まりを向上させ得ることが分かった。この技術を利用して、電極間隔が 0.1 μm 以下の超微細単一量子ドットを形成し、帯電エネルギーとして 2000 K を得た。実際、40 K でも十分なクーロンダイヤモンドを観測することができた。トンネル障壁に温度依存性があるために、室温でのクーロンブロックの観測はできなかったが、今後トンネル障壁形成技術の改良により室温で動作するナノチューブ量子ドットの実現は可能であると思われる。

(3) カーボンナノチューブを用いた 2 重結合量子ドット形成

これまで 1 本の単層カーボンナノチューブに金属電極を形成することにより、単一量子ドットを形成できることが分かった。このことは、ナノチューブ上に何らかの材料を蒸着することによりトンネル障壁が形成されることを示している。このことを利用して、電子ビームリソグラフィーの

位置合せ技術により、単一量子ドットの特性を示す試料の電極間に線幅約 $0.1\ \mu\text{m}$ の SiO_2 を蒸着して 2 重結合量子ドットの形成を試みた。 SiO_2 の蒸着により、クーロンダイヤモンドは蒸着前の周期的なパターンから、クーロンギャップの増大、不規則なダイヤモンド構造、負性コンダクタンスの出現などの 2 重結合量子ドットの形成を示唆する電気伝導特性が観測された。さらに、クーロン振動のバイアス電圧依存性や温度依存性も 2 重結合量子ドットの形成を示唆している。しかし、ゲート電圧により選択的に一方のドットのポテンシャルを変調することは現在のデバイス構造では困難である。今後、デバイス設計の最適化により各ドットのポテンシャルを独立に制御することを行い、量子ビットをはじめとするナノチューブベースの量子ドットデバイスの形成を目指す。

(4) 開放型結合量子ドットの電子輸送現象

$\text{GaAs}/\text{AlGaAs}$ 二次元電子ガスを有するヘテロ接合基板上に電子ビームリソグラフィを用いて、2 重結合量子ドットを形成するためのゲートパターンを形成した。この 2 重結合量子ドットにおいて、低温で電子波干渉に伴うコンダクタンスの揺らぎを観測した。この揺らぎの平均的な周期(相関磁場)はドット間の結合に依存することが観測され、それは 1 個のドットに局在した原子軌道から 2 個のドットにまたがる分子軌道への移り変わりを反映したものであることが分かった。

開放型量子ドットの抵抗の温度依存性は対数的になることを見だし、揺らぎの谷と山の位置に依存して温度依存性が金属的であったり絶縁的に振る舞うことを見いだした。そして、その対数依存性はドット内で電子間相互作用が強められることによる可能性があることを示した。

(5) GaN 量子ドットの位置制御と単電子デバイスへの応用に関する研究

集束電子ビームを用い形成核の位置を制御することで、自然形成法により形成される極微細 Ga 液滴の位置制御を行い、窒化させることにより位置制御された GaN ナノ構造を形成させる電子ビーム位置制御液滴エピタキシー法を用いて、量子ドットの位置制御を試みた。窒化の結晶化工程の最適化を図り、 AlGaN 基板上に直径約 $20\ \text{nm}$ の GaN 量子ドットを $20\ \text{nm}$ 間隔で 2 つ並べて配置させた結合量子ドット構造を形成させることに成功した。また SiO_2 基板上にランダムに形成される GaN 量子ドット群に AlN のトンネル薄膜をはさみソース・ドレイン電極を形成させ、単一電子トランジスタを形成した。温度 $3\ \text{K}$ で GaN ドット中の電子の輸送特性を評価した結果、明瞭なクーロンブロック現象を観測し、単一電子動作していることを示した。さらに、共鳴トンネルによる負性抵抗効果を観測し、本素子では複数の GaN 量子ドットが結合量子ドット構造を形成していることを示した。今後は、結合量子ドット内の単一電子の状態制御を試みる。

(6) 結合量子ドットにおける近藤効果の理論的研究

量子ドット内の電子が、磁性不純物における局在スピンの役割を果たして、近藤効果を起こすことが観測されつつある。本研究では、結合量子ドットの近藤効果に対して、2 つのドットエネルギー準位の非対称性や磁場効果についての研究を、スレーブボゾン法の平均場近似に基づいて行った。エネルギー準位が非対称の効果は、ドット間の結合が

強いときに顕著にあらわれ、コンダクタンスにピークが 2 つ現れる。コンダクタンスの磁場依存性は、ドット間のトンネル結合の強い(弱い)場合には、増加(減少)することが分かった。これらの結果は、近藤状態の「分子準位」が形成されているかどうかを直接反映している。

(7) 多粒子量子相関を用いた量子情報処理

本年度は、新たな量子情報処理システムとして、多粒子量子相関を用いた「遠隔量子情報集約(remote information concentration)」を提案した。遠隔量子情報集約は、4 粒子間の「束縛された量子相関を持つ状態(bound entangled state)」を用いて、互いに離れた場所にいる複数の送信者へ分配された量子情報を集約して受信者へと伝達するものである。量子情報を集約・伝達する役割は、複数の送信者と受信者間で共有している束縛された量子相関を持つ状態が担っており、送信者間で非局所的な演算をする必要はない。束縛された量子相関を持つ状態では予め分配された量子情報以外は送ることができないため、すべての送信者が「協力」して分配された情報を送る場合にのみ受信者は量子情報を受信することが可能となる。

この研究は、これまで量子情報処理には有効ではないと考えられてきた束縛された量子相関を持つ状態を活用するために、量子情報理論の基礎的な視点からも重要である。そこで、遠隔量子情報集約を一般化して量子相関を用いた「遠隔量子操作」として定式化し、用いられる量子相関の性質を更に分析した。その結果、分配された量子情報に存在する量子相関と束縛された量子相関とが相補的に働いて、量子情報が集約され伝達されることが明らかになった。更に実用的な視点からは、先に提案された量子相関を用いた量子情報分配と今回提案した遠隔量子情報集約を組み合わせることで、量子秘密鍵を分岐した複数の中継場所を経由して安全に分配することが可能となることを示した。

*¹ 基礎科学特別研究員, *² 共同研究員, *³ 訪問研究員

3. ナノ構造の光学的特性とその応用に関する研究(尾笹, 平山, 野村, 青木*, 三原)

(1) III-V 族窒化物半導体の紫外発光特性と発光ダイオードの開発

半導体紫外発光デバイス(レーザーダイオード, および LED)は、高密度光記録, 半導体白色光源(蛍光灯)をはじめ、化学工学, 医療等の幅広い分野において応用が期待されている。窒化アルミニウムガリウム(AlGaIn)は $200\ \text{nm}$ から $360\ \text{nm}$ にわたる広い紫外発光領域を有し、紫外発光デバイスへの利用が大変期待されている。しかし、常温での発光が弱く、また、p 型ドーピングが大変難しいという、2 つの大きな技術的バリアがあるため、未だ、紫外発光デバイスは実現していない。我々は、 AlGaIn にインジウム(In)を微量加えることで、ナノサイズの In 組成変調領域を形成し、電子・ホールをそこに束縛することにより、発光効率を飛躍的に向上させることに成功した。さらに、組成変調領域に自発的に印加される大きなピエゾ電界により、シャローなアクセプタ準位を形成し、ワイドバンドギャップ窒化物における高濃度 p 型ドーピングを可能にした。作製した InAlGaIn 混晶は、波長 $300\text{--}340\ \text{nm}$ 帯の紫外領域で、常温高効率発光することを確認した。 InAlGaIn 混晶を

用いて量子井戸構造を作製し、常温における紫外（320 nm 帯）高輝度発光を初めて実現した。この発光は、市販されている InGa_N（窒化インジウムガリウム）量子井戸の青色発光と、常温において同等の発光効率であることを示した。InAlGa_N 量子井戸構造のカソードルミネッセンス発光測定を行い、InAlGa_N 混晶中に In の組成変動領域が存在することを明らかにした。また、InAlGa_N 混晶に Mg をドーピングすることにより、4 eV 程度のワイドバンドギャップ窒化物においても p 型伝導が得られることが分かった。InAlGa_N 混晶を用いた発光ダイオードの試作を行い、340 nm 付近からの紫外発光を得た。

（2）二次元および三次元フォトニック結晶構造を有するレーザーの研究

フォトニック結晶は、光に対するバンドギャップを持つため、従来制御不可能であった自然放光を抑制することができる。フォトニック結晶の周期性を一部人為的に乱すと、その欠陥内の領域でのみ、発光および光の伝搬が可能となるので、これを用いた、無損失微小光回路、単一モード発光ダイオード、零閾値レーザーなどの実現が期待されている。これらの素子を実現するためには、三次元フォトニック結晶の任意な位置へ欠陥を導入する必要がある。現在、欠陥を導入できる三次元フォトニック結晶作製法としては、ストライプ状半導体を格子状に積層する方法が提案されているが、各層の位置合わせをレーザー光回折パターンを観察しながら行っているため、欠陥の構造が複雑になると、正確な位置合わせが難しく、また、1 層積む毎に土台のウェハーをドライエッチングで除去する必要があるため、パターンの損傷が激しいという欠点がある。当研究では、正確なパターン形状を保持したまま、複雑な欠陥導入が自由にできる三次元フォトニック結晶の作成法として、二次元フォトニック結晶プレートをマニピュレーションにより積層する方法を検討している。

始めに、三次元化する前の重要なステップとして、エアブリッジ型二次元フォトニック結晶の作製を行った B 減圧 MOCVD 法により、InP 基板上に InP バッファ層、InGaAs 層を成長後、InP 層を成長した。その後、EB 描画とドライエッチングにより、InP 層にパターンを転写し、さらに、酸性溶液によるエッチングで、InGaAs 層を溶出・除去し、エアブリッジ型の二次元フォトニック結晶プレートを作製した。プレートは細いブリッジだけで空中に保持されているので、マニピュレーションの際、プローブでブリッジを折ることによりプレートを単離することができる。

二次元プレートの積層による三次元化には、走査型電子顕微鏡の鏡筒内にマイクロマニピュレーターを設置した装置を用いた。切り離したプレートは静電力でプローブに付着するので、移動・積層することができる。結晶格子の正確な位置合わせを行うために、プレートに 1000 nm 程度の孔を設け、孔とほぼ等しい大きさのプラスチック球を孔に挿入し、上下の層を固定している。現在までに、この方法で 3 枚積層することに成功している。

（3）量子ドットアレーにおける発光スペクトル

人工的に作成した正方格子を用いて、横方向周期ポテンシャルを印加し、電子密度を連続的に二次元電子系から 0 次元系へと変化させることができることを、発光スペクトルの観測を通じて示してきた。ここで、どのような状態のホー

ルが発光に寄与するかは、横方向周期ポテンシャル下において興味を持たれてきた。時間分解発光スペクトルの温度依存性・外部バイアス電圧依存性等を測定することにより、電子密度が高い領域に存在するホールと電子系との直接遷移が主に発光に寄与していることが明らかにされた。さらに、近接場顕微鏡を用いた空間分解発光測定により、発光の空間分布は電子密度を反映することが明らかになり、量子ドットアレーの形成が直接的に示された。以上の結果は、発光に寄与するホールは、ホールにとってのポテンシャル極小値である正方格子電極の直下ではなく、量子ドットの中心付近であることを示す。

このことは自己無撞着計算によるポテンシャルプロファイルにより、量子ドット中心付近では電子系によるスクリーニングが効果的であるために、ポテンシャルが平坦に近く、ホールの拡散速度が遅いためであることが示された。

（4）SPM を用いた極微構造の光学的特性評価

準 0 次元閉じ込め構造として、InGaAs ドットの「その場でヒ素/リン置換」を応用して平坦化量子ドットを作製し光学的測定が可能な埋め込み構造とした。また埋め込み層の厚さを薄くして、構造を平面 TEM で観察できるようにした。埋め込みが 10 nm 程度で浅ければ、透過する電子によって平面 TEM 観察で構造が見えることが分かった。また、準 0 次元閉じ込め構造である InGaAsP 量子ドットの STM-PL 発光の測定を行った。0 次元と二次元の閉じ込めが同じ層に共存している発光特性が得られた。また、プローブに印加する電圧によって、フォトキャリアの引き寄せが生じ、閉じ込め構造が二次元的であれば発光強度の増大が著しいことが分かった。このことは準 0 次元閉じ込め構造がナノセンサーなど、0 次元閉じ込めキャリアの励起伝導変化を利用するデバイスに応用できる可能性を示唆している。

* 基礎科学特別研究員

誌 上 発 表 Publications

（原著論文）*印は査読制度がある論文誌

- Micolich A. P., Taylor R. P., Bird J. P., Newbury R., Fromhold T. M., Cooper J., Aoyagi Y., and Sugano T.: "Scale factor mapping of statistical and exact self-similarity in billiards", *Semicond. Sci. Technol.* **13**, A41-43 (1998). *
- Kumano H., Hoshi K., Tanaka S., Suemune I., Shen X.-Q., Riblet P., Ramvall P., and Aoyagi Y.: "Effect of indium doping on the transient optical properties of GaN films", *Appl. Phys. Lett.* **75**, 2879-2881 (1999). *
- Ishii M., Ishikawa T., Ueki T., Komuro S., Morikawa T., Aoyagi Y., and Oyanagi H.: "The optically active center and its activation process in Er-doped Si thin film produced by laser ablation", *J. Appl. Phys.* **85**, 4024-4031 (1999). *
- Vledder P., Akimov A. V., Dijkhuis J. I., Kusano J., Aoyagi Y., and Sugano T.: "Dynamics of superradiant excitons in GaAs single quantum wells", *J. Lumin.* **83/84**, 309-312 (1999). *
- Shen X. Q., Ramvall P., Riblet P., and Aoyagi Y.: "Im-

- provements of the optical and electrical properties of GaN films by using In-doping method during growth”, *Jpn. J. Appl. Phys.* **38**, L411–L413 (1999). *
- Ishii M., Komuro S., Morikawa T., Aoyagi Y., Ishikawa T., and Ueki T.: “XANES analysis of optical activation process of Er in Si: Er₂O₃ thin film: Electronic and structural modifications around Er”, *Jpn. J. Appl. Phys.* **38**, No. Suppl.1, pp. 191–194 (1999). *
- Bird J. P., Akis R., Ferry D. K., Vasileska D., Cooper J., Aoyagi Y., and Sugano T.: “Lead-orientation-dependent wave function scarring in open quantum dots”, *Phys. Rev. Lett.* **82**, 4691–4694 (1999). *
- Kanda A., Ishibashi K., Aoyagi Y., and Sugano T.: “Single electron tunneling devices: Single electron transistor with a ring-shaped island”, *Physics and Applications of Mesoscopic Josephson Junctions*, edited by Hiroshi Ohta and Chikara Ishii, The Physical Society of Japan, Tokyo, pp. 305–323 (1999). *
- Kanda A., Geisler M. C., Ishibashi K., Aoyagi Y., and Sugano T.: “Local detection of superconducting energy gap by small tunnel junctions”, *Quantum Coherence and Decoherence - ISQM-Tokyo '98*, Hatoyama, 1998-08, edited by Y. A. Ono and K. Fujikawa, Elsevier, Amsterdam, pp. 229–232 (1999). *
- Micolich A. P., Taylor R. P., Newbury R., Bird J. P., Aoyagi Y., and Sugano T.: “Temperature dependent fractal dimension of magneto-conductance fluctuations in semiconductor billiards”, *Superlattices Microstruct.* **25**, 157–161 (1999). *
- Komuro S., Katsumata T., Morikawa T., Zhao X., Isshiki H., and Aoyagi Y.: “1.54 μ m emission dynamics of erbium-doped zinc-oxide thin films”, *Appl. Phys. Lett.* **76**, 3935–3937 (2000). *
- Kinoshita A., Hirayama H., Ainoya M., Aoyagi Y., and Hirata A.: “Room-temperature operation at 333 nm of Al_{0.03}Ga_{0.97}N/Al_{0.25}Ga_{0.75}N quantum-well light-emitting diodes with Mg-doped superlattice layers”, *Appl. Phys. Lett.* **77**, 175–177 (2000). *
- Ishii M., Tanaka Y., Ishikawa T., Komuro S., Morikawa T., and Aoyagi Y.: “Site-selective X-ray absorption fine structure analysis of an optically active center in Er-doped semiconductor thin film using X-ray-excited optical luminescence”, *Appl. Phys. Lett.* **78**, 183–185 (2001). *
- Komuro S., Katsumata T., Morikawa T., Zhao X., Isshiki H., and Aoyagi Y.: “Highly erbium-doped zinc oxide thin film prepared by laser ablation and its 1.54 μ m emission dynamics”, *J. Appl. Phys.* **88**, 7129–7136 (2000). *
- Shen X. Q., Ramvall P., Riblet P., Aoyagi Y., Hosi K., Tanaka S., and Suemune I.: “Investigations of optical and electrical properties of In-doped GaN films grown by gas-source molecular beam epitaxy”, *J. Cryst. Growth* **209**, 396–400 (2000). *
- Nakanishi T. and Ando T.: “Contact between carbon nanotube and metallic electrode”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **69**, 2175–2181 (2000). *
- Obata K., Sugioka K., Toyoda K., Takai H., and Midorikawa K.: “Si barrier metal growth by hybrid radical beam-pulsed laser deposition of TiN”, *Jpn. J. Appl. Phys.* **39**, 7031–7034 (2000). *
- Maya O., Nagata Y., Obara M., Aoyagi Y., and Midorikawa K.: “Design of an ultrahigh-gain Ni-like Kr soft-X-ray laser by use of an optical-field-induced ionization-initiated transient collisional excitation scheme”, *Jpn. J. Appl. Phys.* **40**, 153–158 (2001). *
- Hirayama H., Ainoya M., Kinoshita A., Hirata A., and Aoyagi Y.: “Drastic reduction of threading dislocation density of AlGaIn on SiC wafer by using highly-Si-incorporated AlGaIn superlattice”, *Mat. Res. Soc. Symp. Proc.* **639**, G1.3 (2001). *
- Kinoshita A., Hirayama H., Ainoya M., Kim J. S., Hirata A., and Aoyagi Y.: “Current injection UV-emission from InAlGaIn multi-quantum-well light emitting diodes”, *Mat. Res. Soc. Symp. Proc.* **639**, G12.6 (2001). *
- Hirayama H., Kinoshita A., Yamanaka T., Hirata A., and Aoyagi Y.: “In segregation effects on optical and doping properties of InAlGaIn quaternary for UV emitting devices”, *Mat. Res. Soc. Symp. Proc.* **639**, G2.8 (2000). *
- Meguro T., Sakamoto M., Takai H., and Aoyagi Y.: “Multiply-charged ion beam induced dry etching of semiconductor materials”, *Mater. Sci. Eng. B* **74**, 40–44 (2000). *
- Igami M., Nakanishi T., and Ando T.: “Effects of lattice vacancy in carbon nanotubes conductance quantization”, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* **340**, 719–724 (2000). *
- Bird J. P., Shailos A., Elhassan M., Prasad C., Ferry D. K., Lin L-H., Aoki N., Ochiai Y., Ishibashi K., and Aoyagi Y.: “Signatures of coherent electron transport in open quantum dot arrays”, *Nanotechnology* **11**, 365–369 (2000). *
- Kurokawa Y., Nomura S., Takemori T., and Aoyagi Y.: “Large-scale calculation of optical dielectric functions of diamond nanocrystallites”, *Phys. Rev. B* **61**, 12616–12619 (2000). *
- Prasad C., Ferry D. K., Shailos A., Elhassan M., Bird J. P., Lin L-H., Aoki N., Ochiai Y., Ishibashi K., and Aoyagi Y.: “Phase breaking and energy relaxation in open quantum-dot arrays”, *Phys. Rev. B* **62**, 15356–15358 (2000). *
- Murao M. and Vedral V.: “Remote information concentration using a bound entangled state”, *Phys. Rev. Lett.* **86**, 352–355 (2001). *
- Hirayama H., Enomoto Y., Kinoshita A., Hirata A., and Aoyagi Y.: “230-250 nm intense emission from AlN/AlGaIn quantum wells”, *Phys. Status Solidi A* **180**, 157–161 (2000). *
- Kinoshita A., Hirayama H., Kim J.-S., Ainoya M.,

- Hirata A., and Aoyagi Y.: “Current injection emission at 333 nm from $\text{Al}_{0.03}\text{Ga}_{0.97}\text{N}/\text{Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{N}$ multi-quantum-well light emitting diode”, *Phys. Status Solidi A* **180**, 397–401 (2000). *
- Igami M., Nakanishi T., and Ando T.: “Effect of lattice vacancy on conductance of carbon nanotubes”, *Physica B* **284/288**, 1746–1747 (2000). *
- Nomura S., Sugano T., and Aoyagi Y.: “Bias voltage-dependent photoluminescence near Fermi level in n-type modulation-doped quantum dot arrays”, *Physica E* **6**, 432–435 (2000). *
- Nakanishi T., Igami M., and Ando T.: “Conductance quantization in the presence of huge and short-range potential in carbon nanotubes”, *Physica E* **6**, 872–875 (2000). *
- Kurokawa Y., Nomura S., Takemori T., and Aoyagi Y.: “Fast algorithm for calculating two-photon absorption spectra by real-time real-space higher-order finite-difference method”, *Prog. Theor. Phys. Suppl.*, No. 138, pp. 145–146 (2000). *
- Kurokawa Y., Nomura S., Takemori T., and Aoyagi Y.: “Electronic properties of polysilane calculated with the real-time real-space higher-order finite-difference method”, *Prog. Theor. Phys. Suppl.*, No. 138, pp. 147–148 (2000). *
- Tsukagoshi K. and Alphenaar B. W.: “Spin-polarized transport in carbon nanotubes”, *Superlattices Microstruct.* **27**, 565–570 (2000). *
- 石橋幸治, 鈴木正樹, 井田徹哉, 青柳克信: “カーボンナノチューブを用いた単一および結合量子ドット”, *信学技報*, No. ED2000-278, pp. 31–37 (2001). *
- (総 説)
- Ishibashi K., Ida T., Suzuki M., Tsukagoshi K., and Aoyagi Y.: “Quantum dots in carbon nanotubes”, *Jpn. J. Appl. Phys.* **39**, 7053–7057 (2000).
- 平山秀樹: “窒化物半導体からの紫外高輝度発光と 300 nm 帯発光素子への応用”, *オプトロニクス* **19**, 145–151 (2000).
- 石橋幸治, 佐々木雅英: “量子コンピュータ (II): 実現に向けて”, *電気学会誌* **120**, 358–359 (2000).
- (その他)
- Hirayama H.: “230–250 nm photoluminescence from AlGaIn QWs at 77 K”, *Compound Semicond.* **6**, No. 2, p. 66 (2000).
- Aoki K., Hirayama H., and Aoyagi Y.: “A novel three-dimensional photonic laser and fabrication of three-dimensional photonic crystals”, *RIKEN Rev.*, No. 33, pp. 24–27 (2001).
- 塚越一仁, Alphenaar B. W.: “炭素ナノチューブへのスピントル注入”, *パリティ* **15**, No. 6, pp. 63–66 (2000).
- 茜俊光, 杉岡幸次, 青木尚子, 豊田浩一, 半村清孝, 野村晋太郎, 青柳克信, 緑川克美: “パルスレーザーアブレーションによる GaN のエッチング加工”, *信学技報*, No. LQE2000-25, pp. 67–71 (2000).
- (国際会議等)
- Hirayama H., Enomoto Y., Kinoshita A., Hirata A., and Aoyagi Y.: “Room temperature intense UV (320 nm) emission from InAlGaIn quaternary quantum wells grown by MOVPE”, 10th Int. Conf. on Metalorganic Vapor Phase Epitaxy (ICMOVPE-X), Sapporo, June (2000).
- Nagata Y., Maya O., Obara M., Aoyagi Y., and Midorikawa K.: “Ultrahigh-gain Ni-like Kr soft X-ray laser by optical-field-induced-ionization initiated transient excitation scheme”, 7th Int. Conf. on X-ray Lasers (RL 2000), (LSAI, CNRS-Universite Paris-SUD, CEA/DAM France), Saint-Malo, France, June (2000).
- Akane T., Sugioka K., and Midorikawa K.: “F₂ laser ablation of GaN”, 1st Int. Symp. on Laser Precision Microfabrication (LPM 2000), (Japan Laser Processing Society, RIKEN, SPIE), Omiya, June (2000).
- Akane T., Sugioka K., Midorikawa K., Aoki N., and Toyoda K.: “F₂ laser etching of GaN”, Int. Conf. on Electronic Materials & European Materials Research Soc. Spring Meet. (ICEM2000), Strasbourg, France, June–July (2000).
- Ishibashi K., Suzuki M., Ida T., Tsukagoshi K., and Aoyagi Y.: “Quantum dots in Carbon nanotubes”, 2000 Int. Microprocesses and Nanotechnology Conf., (The Japan Society of Applied Physics), Tokyo, July (2000).
- Ishii M., Tanaka Y., Komuro S., Morikawa T., Aoyagi Y., and Ishikawa T.: “Study of X-ray excited optical luminescence of impurity atoms in semiconductor by using undulator light source at SPring-8”, 11th Int. Conf. on X-ray Absorption Fine Structure (XAFS XI), (JAERI, RIKEN, SPring-8/JASRI, JSSRR), Ako, July (2000).
- Tsukagoshi K. and Alphenaar B. W.: “Spin injection into carbon nanotube”, 2000 Int. Conf. on Solid State Devices and Materials, (The Japan Society of Applied Physics), Sendai, Aug. (2000).
- Ishii M., Tanaka Y., Komuro S., Morikawa T., Aoyagi Y., and Ishikawa T.: “X-ray-excited optical luminescence of erbium-doped semiconductor: Site-selective X-ray absorption spectroscopy of an optically active atom”, 8th Int. Conf. on Electronic Spectroscopy & Structure (ICES 8), Berkeley, USA, Aug. (2000).
- Risaki T., Lin L.-H., Aoki N., Ishibashi K., Aoyagi Y., Bird J. P., Ferry D. K., Sugano T., and Ochiai Y.: “Coupling effect in quantum dot arrays”, 2000 Int. Symp. on Formation, Physics and Device Application of Quantum Dot Structures, (Scientific Research Project on Priority Area of “Single Electron Devices and Their High Density Integration”), Sapporo, Sept. (2000).
- Suzuki M., Ishibashi K., Ida T., Tsukagoshi K., and Aoyagi Y.: “Quantum dot formation in single-wall carbon nanotubes”, 2000 Int. Symp. on Formation, Physics and Device Application of Quantum Dot Structures, (Scientific Research Project on Priority Area of “Single Electron Devices and Their High Density Integration”), Sapporo,

口 頭 発 表 Oral Presentations

- Sept. (2000).
- Ochiai Y., Lin L-H., Aoki N., Ishibashi K., Aoyagi Y., Risaki T., Bird J. P., Ferry D. K., and Sugano T.: "Wave function tuning in dot array systems", 2000 Int. Symp. on Formation, Physics and Device Application of Quantum Dot Structures, (Scientific Research Project on Priority Area of "Single Electron Devices and Their High Density Integration"), Sapporo, Sept. (2000).
- Alphenaar B. W., Tsukagoshi K., and Wagner M.: "Magnetoresistance of ferromagnetically contacted carbon nanotubes (invited)", Int. Conf. on the Physics and Application of Spin-Related Phenomena in Semiconductors (PASPS 2000), (The 6th R.I.E.C Int. Symp., Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University), Sendai, Sept. (2000).
- Nomura S., Nakanishi T., and Aoyagi Y.: "Controlling Fermi-edge singularities by a periodic external potential", 25th Int. Conf. on the Physics of Semiconductors (ICPS25), (IUPAP, The Science Council of Japan, The Physical Society of Japan, The Japan Society of Applied Physics), Osaka, Sept. (2000).
- Aoki N., Lin L-H., Onishi D., Kida N., Ishibashi K., Aoyagi Y., Bird J. P., Ferry D. K., Takagaki Y., and Ochiai Y.: "Dimensional phase diagram in open dot array system", 25th Int. Conf. on the Physics of Semiconductors (ICPS25), (IUPAP, The Science Council of Japan, The Physical Society of Japan, The Japan Society of Applied Physics), Osaka, Sept. (2000).
- Ida T., Ishibashi K., Tsukagoshi K., Aoyagi Y., and Alphenaar B. W.: "Effect of microwave irradiation on carbon nanotube quantum dots", 25th Int. Conf. on the Physics of Semiconductors (ICPS25), (IUPAP, The Science Council of Japan, The Physical Society of Japan, The Japan Society of Applied Physics), Osaka, Sept. (2000).
- Aono T. and Eto M.: "Magnetococonductance of coupled quantum dots in the Kondo region", 25th Int. Conf. on the Physics of Semiconductors (ICPS25), (IUPAP, The Science Council of Japan, The Physical Society of Japan, The Japan Society of Applied Physics), Osaka, Sept. (2000).
- Ishikawa S., Enomoto R., Aoki N., Ishibashi K., Aoyagi Y., and Ochiai Y.: "One-dimensional conduction in multi-wall carbon nano-tube", 25th Int. Conf. on the Physics of Semiconductors (ICPS25), (IUPAP, The Science Council of Japan, The Physical Society of Japan, The Japan Society of Applied Physics), Osaka, Sept. (2000).
- Shailos A., Prasad C., Elhassan M., Bird J. P., Ferry D. K., Lin L-H., Aoki N., Ochiai Y., Ishibashi K., and Aoyagi Y.: "Possible enhancement of the carrier-carrier interaction in confined quantum dots", 25th Int. Conf. on the Physics of Semiconductors (ICPS25), (IUPAP, The Science Council of Japan, The Physical Society of Japan, The Japan Society of Applied Physics), Osaka, Sept. (2000).
- Prasad C., Shailos A., Elhassan M., Bird J. P., Ferry D. K., Lin L-H., Aoki N., Ochiai Y., Ishibashi K., and Aoyagi Y.: "Variations of the phase-breaking and energy-relaxation time in open quantum dot arrays", 25th Int. Conf. on the Physics of Semiconductors (ICPS25), (IUPAP, The Science Council of Japan, The Physical Society of Japan, The Japan Society of Applied Physics), Osaka, Sept. (2000).
- Tsukagoshi K. and Alphenaar B. W.: "Spin injection in carbon nanotube", Int. Workshop on Spintronics and Quantum Computing, (Asian Technology Information Program), Tokyo, Sept. (2000).
- Tsukagoshi K. and Alphenaar B. W.: "Spin injection in carbon nanotubes", 8th NEC Symp. on Fundamental Approachs to New Material Phase, Nasu, Oct. (2000).
- Tsukagoshi K., Alphenaar B. W., and Wagner M.: "Spin injection in carbon nanotubes (invited talk)", Strategies in Nanotechnology Japanese German Symp., (Japanese German Center Berlin), Berlin, Germany, Oct. (2000).
- Lin L-H., Aoki N., Ishibashi K., Bird J. P., Ferry D. K., Takagaki Y., and Ochiai Y.: "Fractal behaviors in the low temperature magnetoresistance in quantum dot-arrays", 2000 ATR Workshop on Quantum and Laser Chaos, Kyoto, Nov. (2000).
- Ishibashi K. and Aoyagi Y.: "Quantum state control with coupled quantum dots", 2000 ATR Workshop on Quantum and Laser Chaos, Kyoto, Nov. (2000).
- Kinoshita A., Hirayama H., Yamabi T., Hirata A., and Aoyagi Y.: "Current injection UV-emission from InAlGa_N multi-quantum-well light emitting diodes", Materials Research Soc. 2000 Fall Meet., Boston, USA, Nov.-Dec. (2000).
- Ainoya M., Hirayama H., Kinoshita A., Hirata A., and Aoyagi Y.: "Drastic reduction of threding dislocation density of AlGa_N on SiC by using highly-Si-incorporated AlGa_N superlattice", Materials Research Soc. 2000 Fall Meet., Boston, USA, Nov.-Dec. (2000).
- Hirayama H., Kinoshita A., Yamanaka T., Hirata A., and Aoyagi Y.: "In segregation effects on optical and doping properties of InAlGa_N for UV emitting devices", Materials Research Soc. 2000 Fall Meet., Boston, USA, Nov.-Dec. (2000).
- Alphenaar B. W., Wagner M., and Tsukagoshi K.: "Spin coherent transport in carbon nanotubes", Materials Research Soc. 2000 Fall Meet., Boston, USA, Nov.-Dec. (2000).
- Tsukagoshi K., Alphenaar B. W., and Wagner M.: "Spin injection in carbon nanotubes", 3rd Int. Symp. on Atomic Scale Processing and Novel Properties in Nanoscopic Materials, (Osaka University), Suita, Dec. (2000).
- Hirayama H. and Aoyagi Y.: "Growth and optical properties of InAlGa_N quaternary for 300 nm-band UV emitters", Int. Photonics Conf. 2000 (IPC 2000), (Institute of Electro-Optical Engineering (IEO)), Hsinchu, Taiwan,

- Dec. (2000).
- Yoneya N., Watanabe E., Tsukagoshi K., and Aoyagi Y.: “Coulomb blockade in multi-walled carbon nanotube island with nanotube leads”, Int. Symp. on Nanonetwork Materials (ISNM2001), Kamakura, Jan. (2001).
- Kanda A., Tsukagoshi K., Ootuka Y., and Aoyagi Y.: “Observation of Coulomb blockade in a multi-wall carbon nanotube”, Int. Symp. on Nanonetwork Materials (ISNM2001), Kamakura, Jan. (2001).
- Alphenaar B. W., Wagner M., and Tsukagoshi K.: “Spin transport in nanotubes”, 8th Joint MMM-Intermag Conf., (AIP, Magnetism Society of IEEE), San Antonio, USA, Jan. (2001).
- Ishibashi K.: “Coupled quantum dots in carbon nanotube and possible application to quantum computing device”, 1st Int. Conf. on Molecular Electronics and Bioelectronics (M&BE1), Hyogo, Mar. (2001).
- Ishibashi K., Suzuki M., Ida T., and Aoyagi Y.: “Single and coupled quantum dots in carbon nanotubes”, 1st Int. Conf. on Molecular Electronics and Bioelectronics (M&BE1), Hyogo, Mar. (2001).
- (国内会議)
- 永田豊, 真家大樹, 小原實, 青柳克信, 緑川克美: “高強度光電離を用いた過渡的電子衝突法による高利得 Ni-様 Kr 軟 X 線レーザー”, X 線レーザー・レーザープラズマ X 線源研究会, (大阪大学レーザー核融合研究センター), 吹田, 12 月 (1999).
- 石橋幸治, 青柳克信: “半導体量子ドットの現状: 量子計算デバイスへ向けて”, 応用電子物性分科会特別研究会, (応用物理学会), 東京, 1 月 (2000).
- 石橋幸治, 青柳克信: “カーボンナノチューブを用いた単一および結合量子ドット”, 電子情報通信学会特別ワークショップ「カーボンナノチューブの作製とデバイス応用」, 東京, 3 月 (2000).
- 岩木正哉, 青柳克信, 新野俊樹, 加瀬究, 倉田広基, 田中 信夫, 馬場則男, 柿林博司, 砂小沢成人: “3 次元電子顕微鏡の開発”, 日本電子顕微鏡学会第 56 回学術講演会, 東京, 5 月 (2000).
- 鈴木正樹, 石橋幸治, 井田徹哉, 虎谷健一郎, 塚越一仁, 青柳克信: “量子ドットとしてのカーボンナノチューブ”, 第 19 回電子材料シンポジウム, 伊豆長岡, 6 月 (2000).
- 石井真史, 田中義人, 小室修二, 森川滝太郎, 青柳克信, 石川哲也: “X 線励起赤外発光を使った原子レベルのサイト選択 XAFS”, 第 3 回 XAFS 討論会, 名古屋, 6 月 (2000).
- 目黒多加志: “多価イオン誘起材料プロセス”, 第 3 回研究会「電子励起を用いた原子分子操作」, 大津, 6 月 (2000).
- 石橋幸治, 青柳克信: “ナノスケールデバイスを用いた量子状態制御”, 超精密加工専門委員会第 41 回研究会, 大阪, 7 月 (2000).
- 宮崎英樹, 平山秀樹, 青木画奈, 青柳克信, 新谷紀雄: “2 次元結晶プレートの積層による 3 次元フォトニック結晶の作製”, 文部省科研費特定領域研究 (B)「フォトニック結晶の開発と輻射場の制御」第 5 回公開シンポジウム, 札幌, 7 月 (2000).
- 平山秀樹, 青木画奈, 青柳克信, 宮崎英樹, 新谷紀雄, 松谷 晃宏, 伊賀健一: “3 次元積層のための 2 次元フォトニック結晶プレートの作製”, 文部省科研費特定領域研究 (B)「フォトニック結晶の開発と輻射場の制御」第 5 回公開シンポジウム, 札幌, 7 月 (2000).
- 宮崎英樹, 平山秀樹, 青木画奈, 青柳克信, 新谷紀雄: “2 次元結晶プレートの積層による 3 次元フォトニック結晶の作製”, 第 61 回応用物理学会学術講演会, 札幌, 9 月 (2000).
- 塚越一仁, 井田徹哉, 石橋幸治, 青柳克信: “AFM マニピュレーションによるナノチューブの I-V 特性の制御”, 第 61 回応用物理学会学術講演会, 札幌, 9 月 (2000).
- Avramescu A., 田中悟, 末宗幾夫, 青柳克信: “Atomic force microscope lithography of patterns with high-aspect ratio by modulated-amplitude pulsed bias anodization”, 第 61 回応用物理学会学術講演会, 札幌, 9 月 (2000).
- 平山秀樹, 山中卓也, 木下敦寛, 平田彰, 青柳克信: “InAlGa_N の紫外発光特性とホール伝導特性”, 第 61 回応用物理学会学術講演会, 札幌, 9 月 (2000).
- 木下敦寛, 平山秀樹, 相野谷誠, 山孝孝義, 平田彰, 青柳克信: “InAlGa_N 量子井戸からの電流注入発光”, 第 61 回応用物理学会学術講演会, 札幌, 9 月 (2000).
- 青木画奈, 平山秀樹, 青柳克信: “エアーブリッジ型 2 次元 InP/InGaAs フォトニック結晶の作製”, 第 61 回応用物理学会学術講演会, 札幌, 9 月 (2000).
- 鈴木正樹, 石橋幸治, 井田徹哉, 虎谷健一郎, 塚越一仁, 青柳克信: “カーボンナノチューブにおけるストカスティック・クーロンブロックの観測”, 第 61 回応用物理学会学術講演会, 札幌, 9 月 (2000).
- 塚越一仁, Alphenaar B. W., 青柳克信: “カーボンナノチューブのスピン応用: Applications of spin transport in carbon nanotube”, 第 61 回応用物理学会学術講演会, 札幌, 9 月 (2000).
- 相野谷誠, 平山秀樹, 木下敦寛, 平田彰, 青柳克信: “高濃度 Si 含有 AlGa_N 超格子を用いた低転位バッファの作製”, 第 61 回応用物理学会学術講演会, 札幌, 9 月 (2000).
- 尾笹一成, 青柳克信: “準 0 次元量子ドットのナノプローブフォトルミネセンス”, 第 61 回応用物理学会学術講演会, 札幌, 9 月 (2000).
- 塚越一仁, Alphenaar B. W., 青柳克信: “カーボンナノチューブとスピン伝導”, 日本物理学会第 55 回年次大会, 新潟, 9 月 (2000).
- 野村晋太郎, 青柳克信: “量子ドット正方格子の最低励起状態付近発光スペクトル II”, 日本物理学会第 55 回年次大会, 新潟, 9 月 (2000).
- 平山秀樹, 宮崎英樹, 青木画奈, 新谷紀雄, 青柳克信: “2 次元プレート積層による 3 次元フォトニック結晶の作製”, 2000 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 名古屋, 10 月 (2000).
- 目黒多加志: “HOPG, LiNbO₃ 表面への多価イオン照射効果”, 第 4 回研究会「電子励起を用いた原子分子操作」, 東京, 10 月 (2000).
- 松澤隆, 大森整, 牧野内昭武, 伊藤伸英: “自由曲面加工専用ツールの加工特性”, 2000 年日本ダイカスト会議, 横

浜, 11 月 (2000).

吾郷弘樹, 大嶋哲, 湯村守雄, 塚越一仁, Alphenaar B. W.: “カーボンナノチューブの新規合成法の開発とスピントロニクスへの応用”, 文部省科学研究費基盤研究 (C) 企画調査「第 3 回分子エレクトロニクス研究会」, 松山, 11 月 (2000).

鈴木正樹, 石橋幸治, 井田徹哉, 青柳克信: “カーボンナノチューブ量子ドットのためのトンネル障壁形成”, 第 12 回日本 MRS 学術シンポジウム, 川崎, 12 月 (2000).

平山秀樹, 木下敦寛, 青柳克信: “窒化物半導体からの紫外高輝度発光: 200-300 nm 帯発光デバイス実現の可能性”, 分子研研究会「紫外・真空紫外光領域の新しいニーズと放射光利用」, 岡崎, 12 月 (2000).

石井真史, 田中義人, 小室修二, 森川滝太郎, 青柳克信, 石川哲也: “X 線励起赤外発光を使った光学活性原子のサイト選択 XAFS”, 第 14 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, 広島, 1 月 (2001).

平山秀樹, 青木画奈, 宮崎英樹, 井下京治, 馬場俊彦, 新谷紀雄, 青柳克信: “マイクロマニピュレーション法による 3 次元フォトニック結晶の作製”, 文部省科研費特定領域研究 (B)「フォトニック結晶の開発と輻射場の制御」第 5 回公開シンポジウム, 東京, 1-2 月 (2001).

野村晋太郎, 半村清孝, 青柳克信: “横方向超格子ナノ構造の発光分光”, 電子情報通信学会電子デバイス研究会, 札幌, 2-3 月 (2001).

目黒多加志: “多価イオン照射によるナノ・ダイヤモンド形成”, 「電子励起を用いた原子分子操作」関東地区研究会, 伊豆長岡, 3 月 (2001).

塚越一仁, 渡辺英一郎, 米屋伸英, 石橋幸治, 青柳克信: “AFM マニピュレーションによるナノチューブの 1-V 特性の制御 (II)”, 第 48 回応用物理学関係連合講演会, 東京, 3 月 (2001).

Avramescu A., 田中悟, 平山秀樹, 青柳克信: “Growth of AlN-SiC solid solutions by alternating supply epitaxy”, 第 48 回応用物理学関係連合講演会, 東京, 3 月 (2001).

渡辺英一郎, 米屋伸英, 塚越一仁, 塩川高雄, 青柳克信: “カーボンナノチューブ素子における電流電圧特性”, 第 48 回応用物理学関係連合講演会, 東京, 3 月 (2001).

威継発, 吾郷弘樹, 塚越一仁, 青柳克信, 湯村守雄: “シリコン基板上にカーボンナノチューブの模様化成長”, 第 48 回応用物理学関係連合講演会, 東京, 3 月 (2001).

宮崎英樹, 平山秀樹, 井下京治, 馬場俊彦, 新谷紀雄, 青柳克信: “マイクロマニピュレーション法による 3 次元フォトニック結晶の作製”, 第 48 回応用物理学関係連合講演会, 東京, 3 月 (2001).

目黒多加志, 飛田聡, 鈴木将人, 古口泰久, 高井裕司, 山本康博, 前田康二, 青柳克信: “多価イオン照射による HOPG 表面の電子状態制御”, 第 48 回応用物理学関係連合講演会, 東京, 3 月 (2001).

米屋伸英, 渡辺英一郎, 塚越一仁, 青柳克信: “多層カーボンナノチューブでのアイランドの作成とクーロンブロッケイド”, 第 48 回応用物理学関係連合講演会, 東京, 3 月 (2001).

塚越一仁, 神田晶申, 大塚洋一, 青柳克信: “多層カーボンナノチューブでの単電子輸送”, 第 48 回応用物理学関係

連合講演会, 東京, 3 月 (2001).

虎谷健一郎, 津谷大樹, 鈴木正樹, 井田徹哉, 石橋幸治, 青柳克信: “単層カーボンナノチューブを用いた 2 重結合量子ドット (1) 作製プロセス”, 第 48 回応用物理学関係連合講演会, 東京, 3 月 (2001).

鈴木正樹, 津谷大樹, 虎谷健一郎, 井田徹哉, 石橋幸治, 青柳克信: “単層カーボンナノチューブを用いた 2 重結合量子ドット (2) 特性”, 第 48 回応用物理学関係連合講演会, 東京, 3 月 (2001).

青野友祐, 江藤幹雄: “磁場中の結合量子ドットの近藤効果”, 日本物理学会第 56 回年次大会, 八王子, 3 月 (2001).

野村晋太郎, 松田一成, 斎木敏治, 青柳克信: “量子ドット正方格子の空間分解発光スペクトル”, 日本物理学会第 56 回年次大会, 八王子, 3 月 (2001).

Research Subjects and Members of Semiconductors Laboratory

1. Development of Nano-structure Fabrication Technology and New Beam Processing
2. Electron Transport in Nano-structures
3. Optical Properties of Nano-structures and Device Application of the Nano-structures

Head

Dr. Yoshinobu AOYAGI

Members

Dr. Yusaburo SEGAWA
 Dr. Takashi MEGURO
 Dr. Sohachi IWAI
 Mr. Masaru MIHARA
 Dr. Takao SHIOKAWA
 Dr. Koji ISHIBASHI
 Dr. Kazunari OZASA
 Dr. Hideki HIRAYAMA
 Dr. Kazuhito TSUKAGOSHI
 Dr. Tomosuke AONO^{*1}
 Dr. Kiyotaka HAMMURA^{*1}
 Dr. Mio MURAO^{*1}
 Dr. Misaichi TAKEUCHI^{*1}
 Dr. Kanna AOKI^{*1}
 Dr. Adorian Stefan AVRAMESCU^{*1}
 Dr. Tetsuya IDA^{*2}

^{*1} Special Postdoctoral Researcher

^{*2} Contract Researcher

Visiting Members

Dr. Takahiro OHNO (CREST)
 Prof. Satoru TANAKA (Inst. Elec. Sci., Hokkaido Univ.)
 Dr. Shintaro NOMURA (Dept. Phys., Tsukuba Univ.)
 Dr. Shuji KOMURO (Fac. Eng., Toyo Univ.)

Prof. Yuichi OCHIAI (Fac. Sci. Technol., Chiba Univ.)
Prof. Yamichi OMURA (Fac. Sci. Technol., Iwaki Meisei Univ.)
Dr. Koji KAWASAKI (Tokyo Inst. Technol.)
Mr. Masaki SUZUKI (Fac. Eng., Toyo Univ.)
Mr. Akira HIDA (Univ. Tokyo)

Trainees

Mr. Yukinori AIDA (Fac. Sci. Technol., Chiba Univ.)
Mr. Makoto AINOYA (Sci. Eng., Waseda Univ.)
Mr. Atuhiko KINOSHITA (Sci. Eng., Waseda Univ.)
Mr. Yasuhisa KOGUCHI (Tokyo Denki Univ.)
Mr. Satoshi MORIYAMA (Tokyo Inst. Technol.)
Mr. Takashi NAKAYAMA (Dept. Phys., Tsukuba Univ.)

Mr. Ikuo NAKAMATSU (Tokyo Inst. Technol.)
Mr. Tomomitsu RISAKI (Fac. Eng., Toyo Univ.)
Mr. Masato SUZUKI (Hosei Univ.)
Mr. Masaya TERASAKI (Dept. Phys., Tsukuba Univ.)
Mr. Kenichiro TORATANI (Fac. Sci. Technol., Chiba Univ.)
Mr. Daiju TUSYA (Fac. Sci. Technol., Chiba Univ.)
Mr. Daisuki YAMAZAKI (Tokyo Inst. Technol.)
Mr. Takayoshi YAMABI (Fac. Sci., Waseda Univ.)
Mr. Takuya YAMANAKA (Fac. Sci., Waseda Univ.)
Mr. Nobuhide YONEYA (Fac. Sci., Sci. Univ. Tokyo)
Mr. Eiichiro WATANABE (Tokyo Inst. Technol.)
Mr. Kotaro WATANABE (Fac. Sci. Technol., Chiba Univ.)