

戦略的創造研究推進事業 CREST
研究領域「プロセスインテグレーションによるナノシ
ステム創製」
研究課題「バイオテンプレート極限加工による
3次元量子構造の制御と新機能発現」

研究終了報告書

研究期間 平成21年10月～平成27年3月

研究代表者:寒川誠二
(東北大学流体科学研究所、教授)

§ 1 研究実施の概要

(1) 実施概要

ボトムアッププロセスのバイオテンプレート技術とトップダウンプロセスである中性粒子ビームエッチング技術を組み合わせたバイオテンプレート極限加工を用いて初めて実現できるシリコンおよび化合物半導体の無欠陥・均一・高密度・間隔制御ナノディスク構造を形成し、高効率量子ドット太陽電池および量子ドットレーザーへ応用することを目的に研究を進めた。

まず、寒川Grおよび山下サブGrでは、量子ドット太陽電池用のシリコン、ゲルマニウム量子ナノディスク構造作製技術の確立を行った。フェリチンおよびリステリアDps のシリコン上への多価イオンフリーの直接 2 次元結晶化を実現した。2 次元結晶化には疎水性を持つフェリチン同士の近距離引力、および長距離静電反発力、さらにはシリコン基板表面での固定と数 nm 程度の移動の融通性を利用することが必要であることを解明し、2 次元高密度配置をスピコート法で実現する方法を確立した。また、酸素・中性粒子ビームを用いた低温酸化表面ではゼータ電位および親水性の制御が可能で理想的な配置が実現できることが分かった。熱処理によってタンパク質を除去した後、鉄コアをマスクに高精度に均一に配置されたシリコン・ゲルマニウム量子ナノディスクアレイ構造の作製に成功した。一方、量子ドットレーザー用の間隔を制御したガリウム砒素、インジウムガリウム砒素量子ナノディスク構造作製技術の確立した。フェリチンの間隔制御配置では、フェリチンの外部にポリエチレングリコール鎖を化学的に修飾することで、形成されたフェリチン外部のポリエチレングリコール層による立体障害による粒子間距離の制御にも成功した。配置された鉄コアをマスクに塩素中性粒子ビームエッチングにより20nm程度の間隔で 10^{11}cm^{-2} 以上の高密度の高アスペクトガリウム砒素およびインジウムガリウム砒素量子ナノピラーおよび構造の作製に成功した。

村山Grおよび伊藤Grでは、SiC および SiO_2 バリアを持つ Si ナノディスクアレイ構造における光励起キャリアの超高速ダイナミクスをピコ秒時間分解発光分光により明らかにした。すなわち、ほぼ最密充填構造をとる高密度 Si ナノディスクアレイ構造において、ミニバンド的な波動関数の結合が生じている可能性を示した。これらの結果は、ナノディスクアレイ構造におけるミニバンド形成とトンネル効果による光励起キャリアの超高速輸送現象を示しており、この SiC 障壁層を用いた3次元 Si 量子ナノディスクアレイ構造が、高性能の量子ドット太陽電池への応用に優れていることがわかった。一方、ガリウム砒素/アルミニウムガリウム砒素ナノピラー構造において励起光強度依存性の測定結果より、励起キャリア密度の増加によりナノディスク励起状態においてキャリアのオージェ散乱過程が生じ、その結果 10 ps 程度の非常に速いキャリア捕獲が生じていることがわかった。この結果より、高密度のキャリア注入を行うレーザー発振の際に、通常の自己組織化量子ドットのような二次元濡れ層を持たない本ナノディスクにおいても、誘導放出速度を維持できる超高速のキャリア注入が可能であることがわかった。

寒川Grでは高精度に作製された量子ナノディスクを用いた量子ドット太陽電池および量子ドットレーザーへの展開を行った。中間層に SiC を用いた3次元シリコンナノディスクアレイ構造制御および障壁材料制御によるミニバンドの形成の実証と電気的・光学的特性との関係を明らかにし、理想的な太陽電池構造を提案すると共に実際に2次元シリコンナノディスク太陽電池を試作してエネルギー変換効率12.6%を実現した。更に現在3次元シリコンナノディスク太陽電池の試作を進めており、量子井戸構造に比べてミニバンドの効果で直列抵抗が下がり発電効率が向上することを明らかにし、作製した量子ナノディスクアレイ構造では光吸収及びキャリア輸送で効果があり、電気特性においてもミニバンドが形成されている効果を確認することに成功した。また、GaAs/AlGaAs、InGaAs/GaAs 上、InGaN/GaN 上への PEG 修飾フェリチンによるフェリチン配置間隔制御を実現し、PEG 修飾フェリチンにより配置された鉄コアをマスクに GaAs/AlGaAs、InGaS/GaAs および InGaN/GaN の超低損傷加工を実現した。更に、再エピタキシャル成長で埋め込んだ GaAs、InGaAs および InGaN ナノディスク構造より直接フォトルミネッセンスを確認し、GaAs および InGaAs ナノディスク構造を用いて電流注入による室温での高強度 LED 特性を得ることに成功した。

(2) 顕著な成果

<優れた基礎研究としての成果>

1. 3次元近接量子ドットによるニバンド形成

中間層にSiCを用いた3次元シリコンナノディスクアレイ構造制御および障壁材料制御によるミニバンドの形成の実証と電氣的・光学的特性との関係を明らかにした。理想的な太陽電池構造を提案すると共に実際に3次元シリコンナノディスク太陽電池の試作を進めており、量子井戸構造や単接合太陽電池に比べてミニバンド形成の効果で光吸収層の直列抵抗が下がり発電効率が向上することを明らかにし、更に作製した量子ナノディスクアレイ構造では外部量子効率において量子ナノディスクアレイが発電に大きく寄与していることを世界で初めて確認することに成功した。

2. トップダウン加工による化合物量子ドットによる発光現象を確認

GaAs/AlGaAs, InGaAs/GaAs 上, InGaN/GaN 上への PEG 修飾フェリチンによるフェリチン配置間隔制御を実現した。さらに、PEG 修飾フェリチンによる鉄コアをマスクに GaAs/AlGaAs, InGaAs/GaAs および InGaN/GaN の超低損傷加工を実現し、再エピタキシャル成長で埋め込んだ GaAs, InGaAs および InGaN ナノディスク構造より直接フォトルミネッセンスを確認し、更に GaAs および InGaAs ナノディスク構造を用いて電流注入による室温での高強度 LED 特性を得ることに世界で初めて成功した。

3. 配置制御された量子ナノ円盤構造作製技術の確立

各種半導体基板上において基板表面との相互作用を制御できるように設計した金属含有タンパク質フェリチンおよびリステリアDPSの2次元結晶形成技術および PEG 修飾フェリチンによる間隔制御配置技術を確認し、更に配置を維持した状態でのタンパク質除去技術、表面酸化物除去ラジカル処理技術および無欠陥・中性粒子ビーム加工技術と組み合わせることで、シリコン、ゲルマニウム、ガリウム砒素、インジウムガリウム砒素、グラフェンにサブ 10nm の均一・高密度・間隔制御量子ナノ円盤構造作製技術を世界で初めて確立した。

<科学技術イノベーションに大きく寄与する成果>

1. 高効率量子ドット太陽電池の設計指針を明確化

直径 10nm、間隔 2nm で配置されたシリコンおよびゲルマニウムナノ円盤アレイ構造を用いて光学的および電氣的実験解析及び計算による理論的な解析を基に、量子ナノ円盤構造間の高効率ミニバンド形成を実現できる中間層としてSiC膜が最適であることを明らかにし、また、5層程度の積層構造で十分な光吸収が可能であることを示した。また、バンドギャップ 2.0eV および 1.5eV を持った5層積層量子ナノ円盤アレイ構造と 1.1eV シリコン基板を組み合わせたタンデム型太陽電池でエネルギー変換効率48%、バンドギャップ 1.8eV および 1.4eV を持った5層積層量子ナノ円盤アレイ構造を組み合わせると効率 30%以上を実現できることを理論的に示し、実用化への設計指針を明らかにした。また、シリコン量子ドットおよびゲルマニウム量子ドットにおいて中間バンド型太陽電池の検討も行い、50%以上の変換効率を得られる可能性も示唆した。

2. 600nm-1.55 μ m 領域での量子ドットレーザー設計指針を明確化

直径 15nm で間隔 20nm の高密度・均一・無欠陥ガリウム砒素/アルミニウムガリウム砒素、インジウム

ムガリウム砒素/ガリウム砒素、インジウムガリウム窒化物/ガリウム窒化物量子ナノ円盤アレイ構造を作製し、室温PLおよび室温LEDを実現できることを示した。また、その結果に基づいて、600nm-1.55 μ m 領域での量子ドットレーザー実現のための材料の組み合わせや積層数、レーザー構造などの設計指針を明らかにした。

3. バイオテンプレート極限加工プロセスの実用化指針を明確化

奈良先端大で開発されたバイオテンプレート技術と東北大で開発された中性粒子ビーム技術の実用化を目指し、設計指針を明らかにした。

§2 研究実施体制

(1) 研究チームの体制について

① 「3次元ナノディスク構造形成」グループ（寒川 Gr. +山下サブ Gr.）

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
寒川誠二	東北大学流体科学研究所	教授	H21.10～H27.3
大野裕三	東北大学電気通信研究所	准教授	H21.10～H24.3
肥後昭男	東北大学原子分子材料科学高等研究機構	助教	H24.8～H27.3
黄啓賢	東北大学流体科学研究所	助教	H21.10～H23.4
宇佐美徳隆	東北大学金属材料研究所	准教授	H25.4～H27.3
杉山正和	東京大学大学院工学系研究科	准教授	H25.4～H27.3
山下一郎	奈良先端科学技術大学院大学	教授	H21.10～H27.3
岡田健	東北大学流体科学研究所	助教	H23.5～H27.3
胡 衛国	東北大学流体科学研究所	助教	H23.4～H25.6

研究項目

・バイオテンプレート極限加工による高均一高密度・無損傷3次元ナノディスク構造の形成技術の開発

② 「量子ナノディスクレーザー」グループ（村山 Gr.）

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
村山 明宏	北海道大学 大学院情報科学研究科	教授	H19.10～
木場 隆之	同上	博士研究員	H22.4～

研究項目

・量子ナノディスク・ナノディスクアレイの光発光特性および量子ドットレーザーの試作評価

③ 「量子ナノディスク構造特性解析」グループ（伊藤 Gr.）

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
伊藤公平	慶應義塾大学工学部	教授	H21.10～

研究項目

・ナノディスク構造の結晶欠陥・電子状態の解明と表面処理技術の開発

④ 「量子ドットデバイス開発用バンド構造解析制御」サブグループ（海津 Gr.）

研究参加者:海津 利行 神戸大学研究基盤センター助教

研究項目:・バイオテンプレート極限加工により形成した高均一高密度・無損傷3次元ナノディスク構造におけるバンド構造の解析と制御

§ 3 研究実施内容及び成果

3.1 量子ナノピラーおよび量子ナノディスク作製プロセスの確立(寒川 Gr.+山下サブ Gr.)

(1)研究実施内容及び成果

ナノディスク作製技術のバックグラウンドとなる要素技術は、トップダウンプロセスである超低損傷中性粒子ビームエッチング技術とボトムアッププロセス技術であるバイオテンプレート技術である。中性粒子ビームは、プラズマに含まれるイオンを、多数の高アスペクト比のアパーチャを開けたグラフィット電極に通すことにより高効率で中性化して加工対象に照射する技術であり、プラズマから照射される紫外光を大幅に低減することができる。このことによりダメージフリー加工が可能となる。また、バイオテンプレート技術は、タンパク質は DNA の遺伝情報に基づいて作られることから原子オーダーで均一であること、生体超分子は自己組織化能を持つこと、を利用しタンパク質をナノサイズの均一なテンプレートとして利用する技術である。

本研究ではバイオミネラリゼーション能力を持つ球殻状タンパク質であるフェリチンやリステリア Dps に内包される酸化鉄コアをエッチングマスクとして利用し、超低損傷中性粒子ビームエッチングにより半導体材料をエッチング加工することで、無欠陥円盤状量子ドット(ナノディスク)の均一サイズで高密度な規則配置を得る。サイズ(直径・厚さ)や間隔の制御も可能である。

シリコンを用いて、ナノディスク作製プロセスの開発を行った。開発したプロセスの概要を図1に示す。

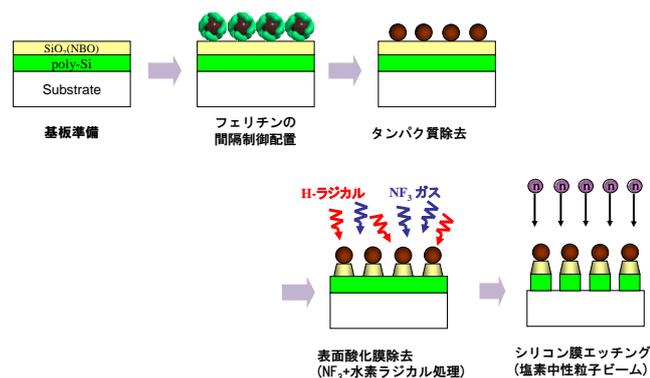


図1 ナノディスク作製プロセス

まず、①基板上にシリコン薄膜を堆積し、中性粒子ビーム酸化(NBO)手法を用いて表面を酸化した。このときのシリコン薄膜の厚さが、最終的にナノディスクの厚さとなる。次に、②フェリチン溶液をスピコートすることでフェリチン配置を作製する。このとき、表面は親水性である必要があるためシリコンではなくシリコン酸化膜を用いる。検討により、熱酸化膜よりも中性粒子ビーム酸化(NBO)により作製した酸化膜のほうがフェリチンがよりよく2次元配置できることが分かった。これは、NBO酸化膜は表面に適度にダングリングボンドが存在し(図2)、親水性が高い(図3)ことによると考えられる。すなわち、NBO酸化膜表面は親水性が強い(OH基が多い)ことにより疎水性相互作用吸着が弱まっており、フェリチンが基板上を自由にマイグレーションできるために最安定位置に再配置することができるためであると考えられる。また、ゼータ電位が負であるため、表面が負に帯電したフェリチンと基板表面の間に弱い反発力が働くことも配列には重要であることが分かった(Appl. Phys. Express 4, 015202 (2011))。

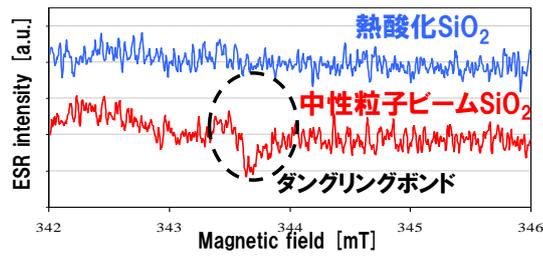


図2 熱酸化膜と中性粒子ビーム酸化膜の ESR 測定結果

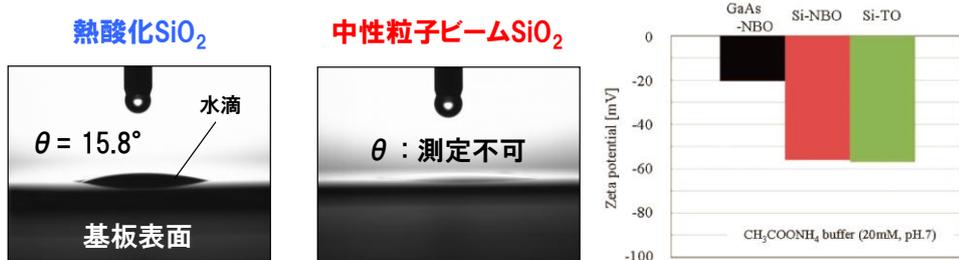
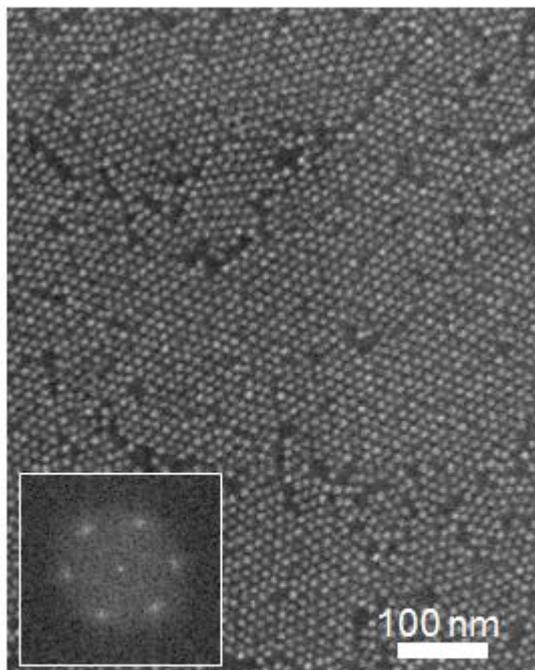


図3 熱酸化膜と NBO 酸化膜の親水性(接触角)およびゼータ電位



2D crystalline domain
with 100-200nm size

図4 PEG コート基板と、酸化鉄内包疎水性フェリチン変異体による 2 次元配列

奈良先端大グループにより、2次元結晶化のためのフェリチンの検討を行った (Appl. Phys. Express, 5, 065201 (2012))。2次元結晶化にはフェリチン同士の近距離引力、また長距離静電反発力が必要であり、さらにシリコン基板表面へのフェリチンの固定と数 nm 程度の横移動を許容することが必須であることを実験的に明らかにした。この条件を満たすため、外表面に疎水性ペプチド

を付加したフェリチン変異体を作製した。この改変フェリチン変異体は、中性の水溶液中では負電荷を持つアミノ酸が優勢で、全体としてマイナス電荷をもつ。これにより水溶液中ではフェリチン変異体どうしは反発し分散状態を保つ。一方、溶液の乾燥による液面の下方移動により、フェリチン変異体は基板表面で2次元的に閉じ込められ、強制的に近距離に近づけられる。その結果、表面の疎水性ペプチドの働きによりフェリチン変異体は相互に引き合い結晶化を始める。この時にあらかじめ基板上にポリエチレングリコールの薄層を形成しておくこと、フェリチン同士の配置が数 nm 程度融通され、各フェリチンが結晶化位置に移動して2次元結晶が作製できる。この現象を利用して揮発性緩衝液、酢酸アンモニウム溶液中のフェリチン変異体と PEG コートされた基板を用いて、スピンコート法で2次元結晶の作製に成功した(図4)。その2次元結晶のドメインサイズはおおよそ200nmであった。この結果からポリエチレングリコールのパターンを実施することで大型の2次元結晶も可能になると考えられる。

一方、量子レーザーに向けた離散的ナノエッチングマスクを作るため、フェリチンの間隔制御配置を行った(図5)。これは、フェリチンの外部にポリエチレングリコール鎖を化学的に修飾し、フェリチン外部のポリエチレングリコール層の立体障害による粒子間距離の制御を利用した(Langmuir, 29, 12737, (2013))。この手法は500-10000Da程度の分子量を持つポリエチレングリコール(PEG)を、化学反応によりフェリチン外表面のアミノ末端に共有結合させるもので、PEGylation と呼ばれる手法の応用である。PEG分子は24量体であるフェリチンの各サブユニットに2-3分子固定されていることが質量分析により確認された。PEG分子は化学的に安定で相互作用が無く、タンパク質にも無害である。このことによりフェリチン同士は立体排除効果によりPEG層の厚みに応じて基板上でその間隔が制御できるものと予想された。一方我々はQCMなどの実験からPEG分子はシリコン基板などには極めて迅速に吸着固定されることも示した。これによりPEGylated フェリチンは基板上へランダム配置されることが予想され、PEG層により分離された2次元結晶が作製できると判断した。実際に、揮発性緩衝液酢酸アンモニウム中のPEGylated フェリチンを用いて、シリコン基板上に展開したところ、フェリチン間距離制御されたアモルファスの2次元配置が実現できた(図6)。このPEG層による距離制御はデバイ長がPEG層の厚みより小さい時に可能で、Debye長がPEG層より長いときは静電反発力でフェリチン間距離が決まることも解明した。さらには最近の研究結果から乾燥方法により2次元結晶化様に配置をすることも可能であることが示された。

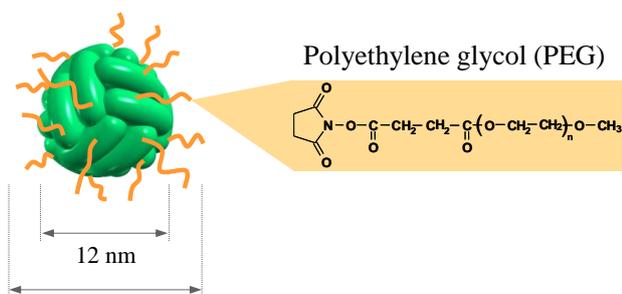


図5 PEG 修飾フェリチン(模式図)

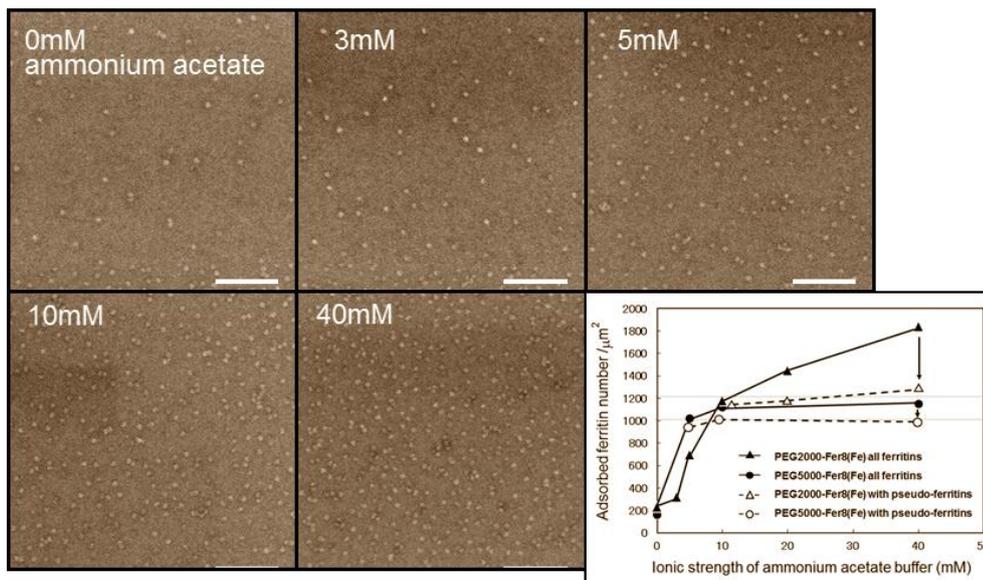


図6 0.05 mg/mL 分子量 2000 の PEG で就職したフェリチンを使ったフェリチン分散配置の SEM 像。PEGylated フェリチンはそれぞれ純水中、3mM 酢酸アンモニウム、5 mM 酢酸アンモニウム、10 mM 酢酸アンモニウム、40 mM 酢酸アンモニウムにあらかじめ分散したものを使用した。PEG2000 分子では 10mM 以上の濃度で Debye 長が PEG 層より短くなることが分かる。

次に、フェリチンのタンパク質部分を除去する方法を検討した。除去には酸素アニールを用いた。以前の窒素アニールでの検討から、タンパク質を除去するには 450°C 以上必要であり、一方で 700°C 以上では鉄コアの配列が崩れてしまうことが分かっている (Thin Solid Films 393, 12 (2001))。このため、アニール温度は 500°C とした。

次に、NF₃ 処理による酸化膜除去を行った。図7に、NF₃ 処理プロセスを示す。この処理の時間を変えることで、図8のように酸化膜エッチング量が変わり、最終的に作製されるナノディスクの直径が制御できる。図9に、実際に作製したナノディスク直径の NF₃ 処理時間依存性を示す。ナノディスク直径を制御できることが実証された (J. Appl. Phys. 101, 124301 (2007))。

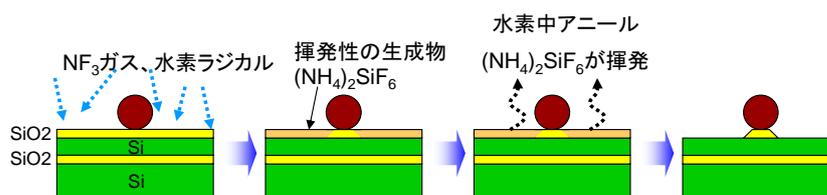


図7 NF₃ 処理のプロセスフロー

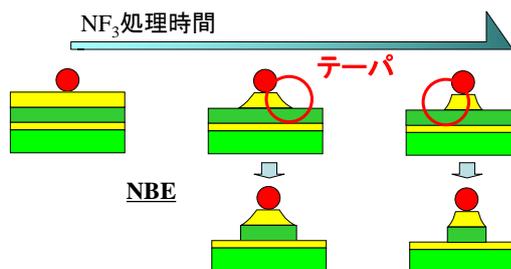


図8 NF₃ 処理時間制御によるナノディスク直径制御の模式図

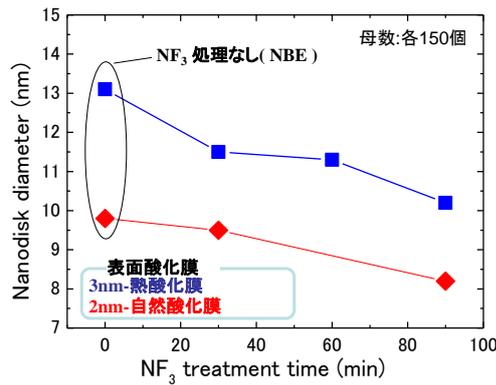


図9 NF₃ 処理時間によるナノディスク直径制御

なお、より直径の小さいナノディスク作製方法としては、外径 9nm で直径 4.5nm の酸化鉄コアを内包するリステリア Dps と呼ばれる球殻状タンパク質 (図 10) をバイオテンプレートとして用いる方法を開発した。その結果を図 11 に示す (Nanotechnology 23, 065302 (2012))。

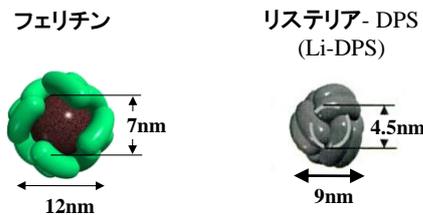


図 10 バイオテンプレートの種類

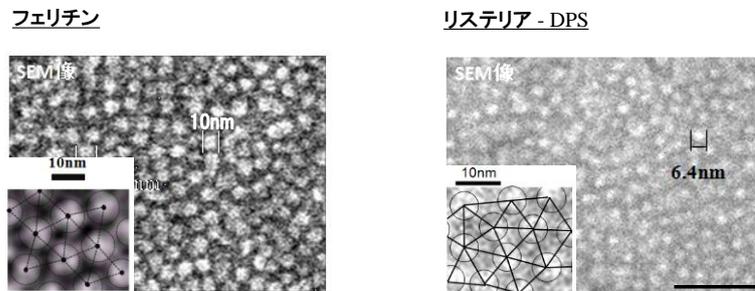


図11 異なるバイオテンプレートを用いて作製したナノディスク

NF₃ 処理後に塩素中性粒子ビームによってシリコンエッチングを行うことで作製されたナノディスクの断面を TEM および TEM-EELS を用いて分析した結果を図 12 に示す (J. Appl. Phys. 101, 124301 (2007))。TEM-EELS 像では各元素からの信号を色で表現しており (赤=シリコン、黄=酸素、緑=鉄)、下地酸化膜と表面酸化膜の間にシリコン層が存在していることが分かる。また、その上には鉄が存在し、フェリチンの酸化鉄コアがエッチングマスクとして機能したことも分かる。

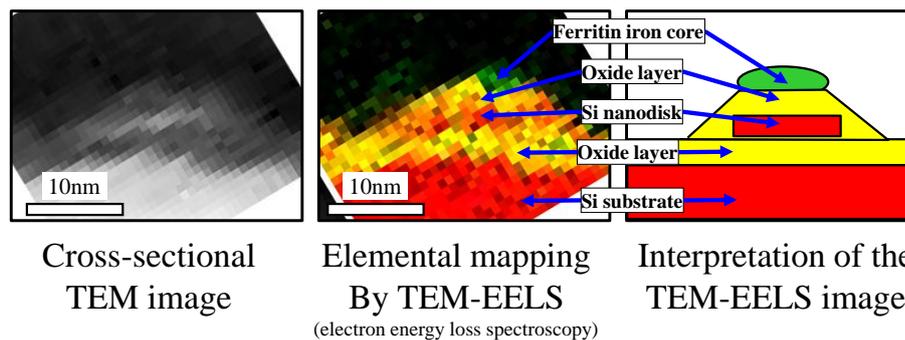


図 12 ナノディスクの断面 TEM 像

このようにして作製した高密度 Si ナノディスク配列は、フェリチンを用いた場合は密度 $7 \times 10^{11} \text{cm}^{-2}$ で直径ばらつき $\pm 8.3\%$ (Nanotechnology 22, 105301 (2011))、リステリア Dps を用いた場合には密度 $1.4 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$ でばらつき 10.1% (Nanotechnology 23, 065302 (2012)) であり、きわめて高密度でサイズ均一性に優れたナノディスク配列を実現できた。

上記のように確立した Si ナノディスク配列の作製技術を、他の材料にも展開した。材料を変更した際の最大の課題は、表面状態(親水性、疎水性、ゼータ電位など)が異なるためシリコンで最適化されたフェリチン配置条件を用いることができないことである。

Ge 酸化膜は 1 価から 4 価の酸化物(GeO_x)から構成されているが、同じ 4 族の Si とは異なり、熱安定性が低く、潮解性がある。そのため、Ge 表面にフェリチン塗布した場合 Si のような 2 次元配置を実現することが困難であった。そこで、Ge 表面に Si 薄膜(3nm)を堆積し、安定な Si 酸化膜を NBO によって形成することで、Ge 表面を保護し、さらに高密度 2 次元フェリチン配置を実現する検討を行った。Si 薄膜の堆積は Ge 堆積と同一チャンバー内で行い、Si-Ge 界面の自然酸化膜形成の抑制を試みた。図 13 に XPS 測定結果を示す。

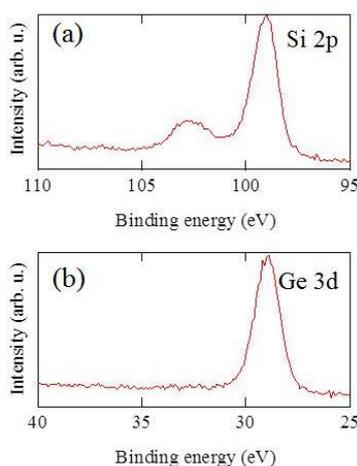


図 13 Si キャップ Ge の XPS スペクトル

大気に触れる Si は表面に自然酸化膜が形成しているが、真空一貫プロセスを適用したことで、Si-Ge 界面には酸化膜が形成されていないことがわかる。また AFM で平坦な膜形成が実現できていることを確認している。

こうして得られた Si キャップ Ge サンプルを用いて、フェリチン配置と NBE を行った。エッチング条件の最適化を行った結果、図14に示すように高密度の Ge ナノディスク作製に成功した。このときの密度は Si 膜上と同様の高密度 ($7 \times 10^{11} \text{cm}^{-2}$) なフェリチン配置および高密度 ($5 \times 10^{11} \text{cm}^{-2}$) なナノディスク配列の作製に成功した。

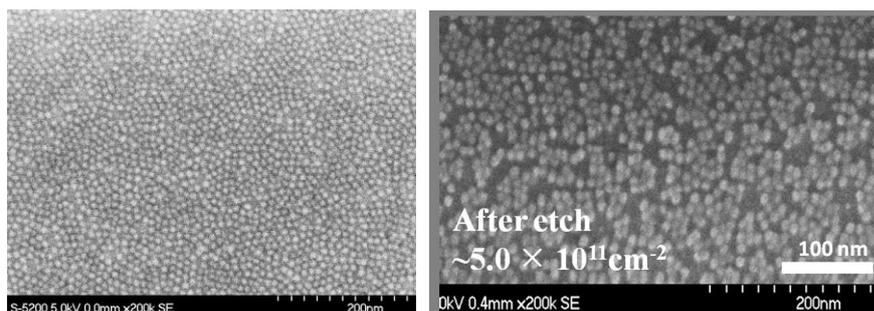


図 14 Si-NBO を用いた Ge 基板上へのフェリチン配置およびナノディスク

また、GaAs ナノディスクの作製についても検討を行った。まず、フェリチンを塗布するための表面酸化膜の条件として、自然酸化膜と NBO 酸化膜を検討した。その結果、図 15 に示すように、自然酸化膜の方が高密度の配置が可能であった。また、化合物半導体である GaAs については、その酸化膜は Ga 酸化物と As 酸化物が存在するが、後述するように、自然酸化物は Ga 酸化物が少なく、一方、NBO酸化膜では Ga 酸化物が多いことが分かった。Ga酸化物が少ない方が親水性およびゼータ電位に関してフェリチン配置に向いていることを示している。

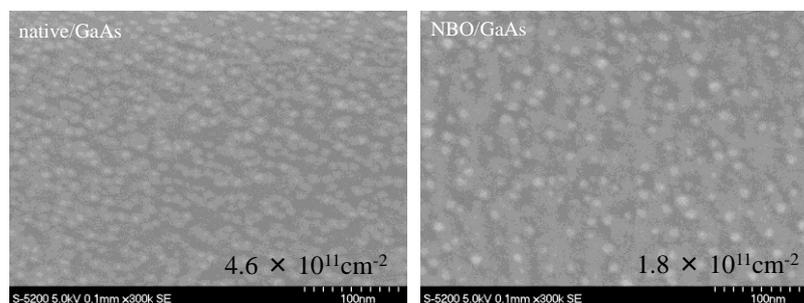


図 15 GaAs 自然酸化膜および NBO 酸化膜上へのフェリチン塗布

次に、GaAs 上のフェリチン塗布後のタンパク質除去工程を検討した。酸素ラジカル処理 (O-Radical)、酸素中性粒子ビーム照射 (O-NB)、真空中低温酸素アニール (LT-OAV) の3種類を検討した。その結果、いずれの方法でもタンパク質の除去に成功したが、タンパク質除去に伴って基板表面に生成する GaAs 酸化物の組成が異なっていることが分かった。タンパク質除去後の表面の Ga と As を XPS で分析した結果を、図 16 に示す。これによると、真空中低温酸素アニールが最も Ga 酸化物および As 酸化物が少ないことが分かった。

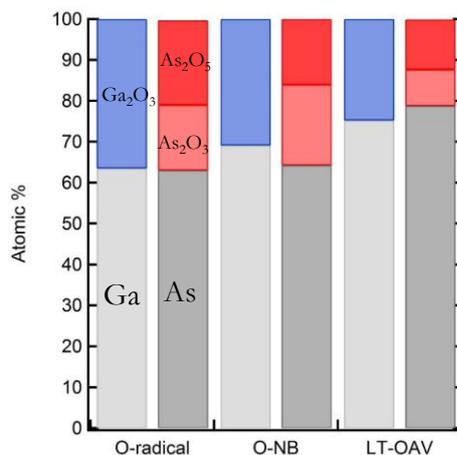


図 16 各種方法によるタンパク質除去処理後の基板表面の XPS 分析結果

次に、水素ラジカル処理で酸化物の除去を行った。このとき、As 酸化物は完全に除去可能だが Ga 酸化物は完全には除去できないことが分かった(図 17 左)。このため、水素ラジカル処理前の段階で、Ga 酸化物の割合が少ないプロセスが最適であると考えられる。図 18(右)は、フェリチンと直前の表面処理として自然酸化膜とNBO 酸化膜を使ったときの、真空中低温酸素アニールによるタンパク除去後の表面を XPS で分析した結果である。自然酸化膜の方が、Ga 酸化物が少ないことが分かる。

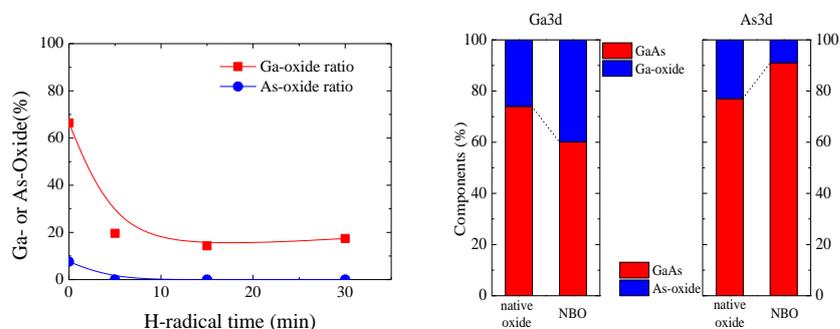


図 17 水素ラジカル処理による酸化膜除去(左)と、水素ラジカル処理前の表面の状態(右)

最終的に得られた GaAs ナノディスクの写真を図19に示す。図からわかるように、自然酸化膜を用いることで、より高密度でよりサイズが均一なナノディスクアレイを得ることができた。

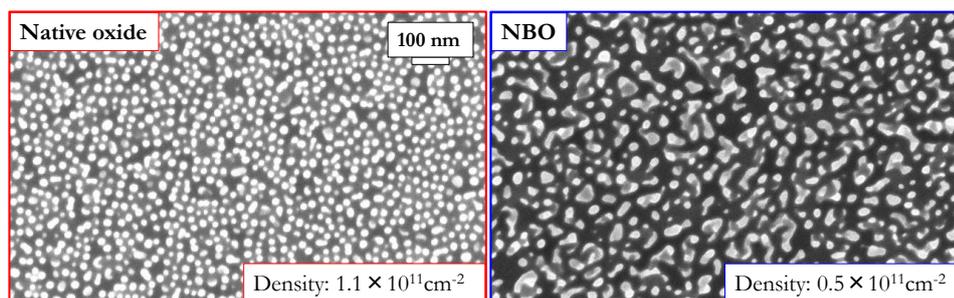


図 18 GaAs ナノディスク

更に、2次元グラフェンシートへのナノディスク化についても検討を行った。グラフェン上にシリコン薄膜を堆積し、NBO によってシリコン酸化膜とした上にフェリチンを配置し、エッチングを行うことでグラフェンのナノディスクを得た(図 19)。

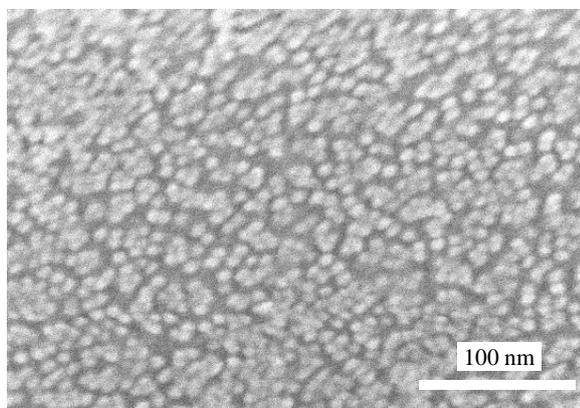


図 19 グラフェンナノディスク SEM像

このように、本研究プロジェクト期間中にバイオテンプレート極限加工にてシリコン、ゲルマニウム、化合物半導体、グラフェンと様々な材料におけるサブ 10nm ナノ円盤構造の作製に成功し、初めて同じ構造で量子ドット物理を体系化する基盤を築き上げた。図 20 に各種材料の量子ナノディスク構造におけるディスク厚さによるバンドギャップエネルギーの制御をまとめた結果を示す。円盤構造には直径と膜厚という二つの幾何学的なパラメータがあり、私共が提案したバイオテンプレート極限加工はその二つを高精度に制御でき、その結果従来の自己組織量子ドットに比べてバンドギャップの制御やドット間の波動関数の結合を制御しやすく、バンド構造設計にたいして大きなメリットがあることを示すことができた。

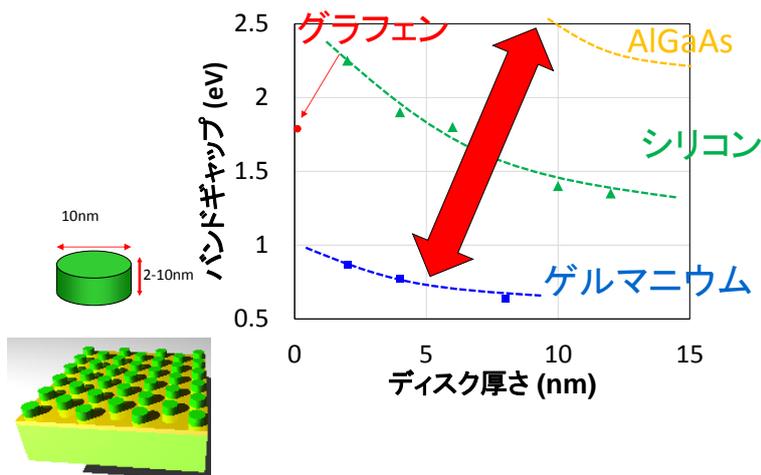


図 20 各種ナノディスク構造における膜厚制御によるバンドギャップ制御

3. 2 量子ナノディスクアレイ構造の物性評価(寒川 Gr.、村山 Gr.、伊藤 Gr.、海津サブ Gr.)

(1)研究実施内容及び成果

まず、 SiO_2 バリアを持つ Si ナノディスクアレイ構造における光励起キャリアの超高速ダイナミクスをピコ秒時間分解発光分光により明らかにした。発光緩和特性とその温度依存性の解析より、20ピコ秒程度以下の非常に速い時定数を持つトンネル効果により、Si ナノディスク間において光励起電子の空間移動が生じていることを明らかにした(図 21)。

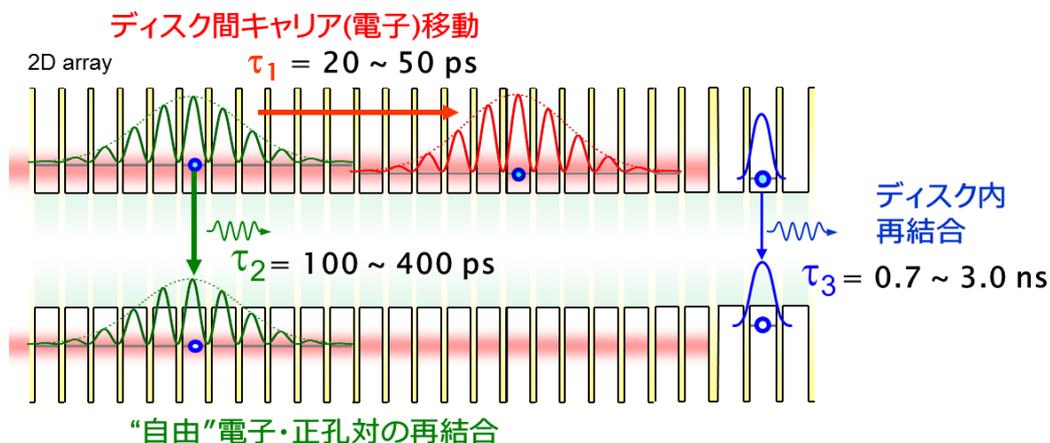


図 21 ナノディスク 2 次元アレイ中における高速トンネル電子移動

すなわち、ほぼ最密充填構造をとる高密度 Si ナノディスクアレイ構造において、ミニバンド的な波動関数の結合が生じている可能性を示した。また、SiO₂バリアを持つ Si ナノディスクに対してより高効率の太陽電池が作製可能な SiC バリア層の影響を調べた(図 22)。SiC バリア層作製条件の最適化を行うことにより十分強い発光スペクトルが観測され、良好な結晶性を持つ SiC バリア層が形成されていることがわかった。さらに、発光緩和特性の詳細な温度依存性の解析より、SiC 障壁高さに一致する熱活性化エネルギーを示す量子ディスク中キャリア再結合による発光と、温度に依存しないトンネル効果により 10 ピコ秒程度の非常に速い時定数でディスク間を移動するキャリアの存在を明らかにした。これらの結果は、ナノディスクアレイ構造におけるミニバンド形成とトンネル効果による光励起キャリアの超高速輸送現象を示しており、この SiC 障壁層を用いた 3次元 Si 量子ナノディスクアレイ構造が、高性能の量子ドット太陽電池への応用に優れていることがわかった。

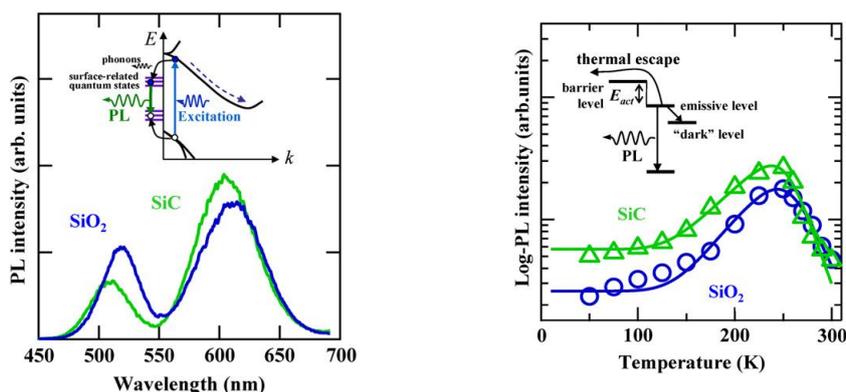


図 22 Si ナノディスクの発光起源について

GaAs 量子井戸(QW)構造のバイオテンプレート極限加工により作製した GaAs ナノディスク(ND) コラム構造の原子状水素援用分子線エピタキシ(H-MBE)を用いた GaAs/AlGaAs 埋め込み成長(再エピタキシャル成長)手法を確立し、トップダウンプロセスで作製した GaAs ナノディスク構造からの発光を初めて観測した。試料は、4nm 厚の GaAs ナノディスクを含む GaAs/AlGaAs ナノピラー構造(直径 15 nm、高さ 50 nm、密度 $4 \times 10 \text{ cm}^{-2}$)で、エッチングマスクとして用いた試料表面の鉄コアをウェット処理で除去した後、MBE チャンバーに搬入した。原子状水素(圧力 1×10^{-7} Torr)を照射しながら試料の表面クリーニングを行った後、基板を回転しながら 20 nm- GaAs/60 nm-AlGaAs キャップ層を成長した。再成長後の表面を原子間力顕微鏡(AFM)で観察した結果、表面ラフネスは 1.6 nm と比較的平坦な表面が得られており、原子状水素照射による表面平坦化ならびに基板回転の効果によってナノピラー構造の間を埋める形でキャップ層の成長が進行することが分かった。再成長した試料のフォトルミネッセンス(PL)測定では、GaAs バルクに由来するピークに加えて、4 nm 厚の GaAs QW と AlGaAs バルクの発光波長の間にもブロードな強い発光ピークが得られた。また、QW 層の膜厚およびバイオテンプレート加工条件によって、ND の高さを 2~8 nm(直径 15 nm)に変化させたものと、直径を 10 および 15 nm(高さ 4 nm)に変化させたもの 2 つのグループの作製と再成長を行った。ND 高さ、直径それぞれのサイズに依存して ND からの発光エネルギーがシフトし、これらの発光エネルギーが計算から見積もった ND 基底準位間のキャリア遷移エネルギーとほぼ一致した(図 23)。これらの結果から、ダメージフリーのバイオテンプレート加工プロセスと H-MBE を用いた再成長を組み合わせた手法は、高品質なナノディスク構造作製に非常に有効であり、ND のエネルギー準位を ND の直径と高さ両方のパラメータによってフレキシブルかつ高い制御性で変化させられることが示された。さらに、ND 近接積層構造において、ナノディスクの積層数や AlGaAs 中間層膜厚などの試料構造によってナノディスク間の電子的な結合状態を変化させ、その発光特性からナノディスク超格子構造における電子状態ならびにキャリアのダイナミクスについて検討した。

量子ドット構造の作製手法として自己形成法によるボトムアッププロセスが現在広く用いられているが、それと比較して、バイオテンプレート加工によるトップダウンプロセスはフレキシブルかつ高い

制御性で量子ドット構造の作製を可能にする高いポテンシャルを有していることが本成果から示された。また、量子ドット超格子構造の作製においてもバイオテンプレート極限加工は有効であり、その超格子構造を用いた中間バンド型太陽電池や量子ドット光増幅器など次世代のデバイスへの展開が大いに期待できる。

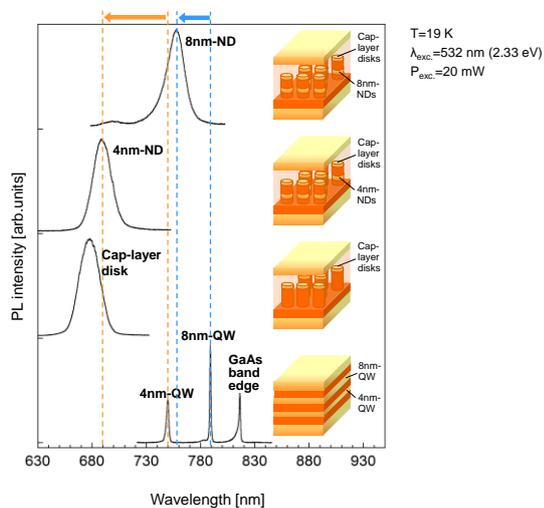


図 23 MBE で成長した量子井戸構造をバイオテンプレート極限加工で加工した量子ナノディスク構造からのフォトルミネッセンス

一方、有機金属気層成長(MOVPE)を用いて GaAs 多重量子井戸(MQW)構造のバイオテンプレート極限加工により作製した GaAs 量子ナノディスクを含むナノピラー構造を MOVPE で GaAs/AlGaAs 埋め込み成長(再エピタキシャル成長)手法を確立した。図 24 に示すとおり、再成長後のピラー界面に欠陥等が生じていないことがわかる。

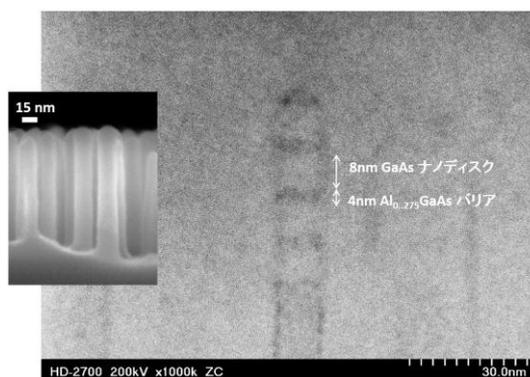
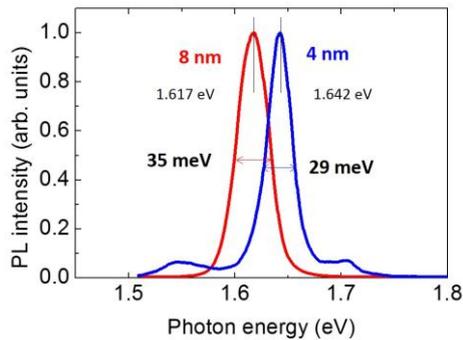


図 24 有機金属気層成長(MOVPE)を用いて GaAs 多重量子井戸(MQW)構造のバイオテンプレート極限加工により作製した GaAs 量子ナノディスクを含むナノピラー構造

この時、トップダウンプロセスで作製した GaAs 量子ナノディスク構造からのきわめて線幅の細いフォトルミネッセンスを世界で始めて観測した(図 25)。

PLスペクトル：狭線幅の実現



サイズゆらぎがほとんどないナノディスクの成功
⇒ GaAs NDの発光スペクトルが狭細線化

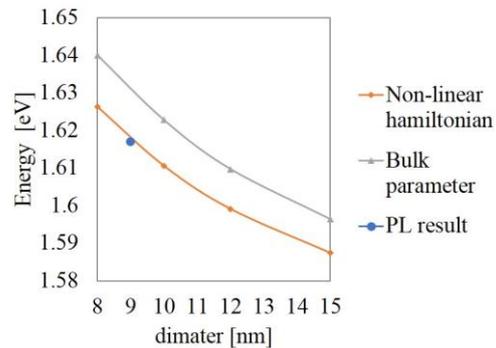


図 25 作製した GaAs 量子ナノディスクを含む ナノピラー構造からの狭線幅PL測定
図 26 バンドギャップシミュレーション結果と実測値

さらに、直径 15nm、厚さ 8nm の GaAs 量子ナノディスクの量子準位を、非線形ハミルトニアンを用いた 3 次元有限要素法を用いてシュレーディンガーの波動方程式を解き、発光エネルギーを計算から見積もった(図 26)。その結果、ND 基底準位間のキャリア遷移エネルギーとほぼ一致した。

格子整合系である光デバイス実用材料の化合物半導体 GaAs/AlGaAs 量子井戸に対して、バイオテンプレートと中性粒子ビームエッチングによるナノディスクアレイ構造の作製を行った。分子線エピタキシーあるいは有機金属気相成長によるパッシベーション再成長により、1 層あたりの面内数密度が $0.5 \sim 1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ で、20 から 15 nm の直径を持つ最大 10 層の高密度 GaAs ナノディスクアレイ構造を作製した。このナノディスクアレイ構造においては、レーザー発振特性を考慮して、フェリチン超分子外殻構造への PEG 分子鎖の導入により、各ナノディスク間隔を 40 nm 程度に制御している。そして作製した GaAs ナノディスクアレイに対してピコ秒時間分解発光分光を行い、ナノディスク作製前の GaAs 量子井戸と同程度である 300 ps の緩和時定数を持つ十分強い発光スペクトルを観測した(図 27)。このことは、作製した GaAs ナノディスクが無欠陥で光学特性が非常に優れていることを示している。また、発光スペクトルの高エネルギーシフト量とそのディスク厚や直径依存性は、量子閉じ込め効果による計算結果と一致する。詳細な励起光強度依存性の測定結果より、励起キャリア密度の増加によりナノディスク励起状態においてキャリアのオーグジュ散乱過程が生じ、その結果 10 ps 程度の非常に速いキャリア捕獲が生じていることがわかった。この結果より、高密度のキャリア注入を行うレーザー発振の際に、通常の自己組織化量子ドットのような二次元濡れ層を持たない本ナノディスクにおいても、誘導放出速度を維持できる超高速のキャリア注入が可能であることがわかった(図 28)。

さらに、ナノディスクアレイのレーザー媒質としての特性を評価するため、数値解析を援用した可変ストライプ長法を用いて、GaAs ナノディスクアレイのモード利得を測定した。可変ストライプ長法においては、試料劈開面からの増幅自然放出光スペクトルのストライプ長依存性を測定する。この増幅自然放出光の強度は、ストライプ長の増加に対して非線形的な増加を示した。詳細な数値解析より、GaAs ナノディスクの発光スペクトルに対応したモード利得が確認された。利得最大値は、作製前の量子井戸での測定値 $0.020 \mu \text{ m}^{-1}$ に対して、3次元量子閉じ込め効果による状態密度の離散化を反映して $0.028 \mu \text{ m}^{-1}$ と増加している(図 29)。この結果は、バイオテンプレートと中性粒子ビームエッチングにより作製した GaAs ナノディスクのレーザー媒質としての本質的な適性を示している。すなわち、共振器構造を作製することにより、レーザー素子として応用可能であることを示した。また、最も高いモード利得が得られるストライプ長は 150~200 $\mu \text{ m}$ 程度であり、共振器構造の設計における共振器長に関する定量的な指針を得ることができた。

また、GaAs ナノディスクアレイにおいては、その3次元量子閉じ込めによるキャリアの運動量凍結

により、通常の量子井戸では数百 ps 以下の速い時定数を持つ励起子スピン緩和現象が顕著に抑制されることもわかった(作製前の井戸: 400 ps から、ナノディスクでは 1.4 ns と 3 倍以上に増大)。詳しい温度依存性の測定から、ナノディスクにおいては、異なる角運動量もち量子閉じ込め効果により離散化した正孔準位間の熱励起により励起子スピン緩和が生じていることがわかった。

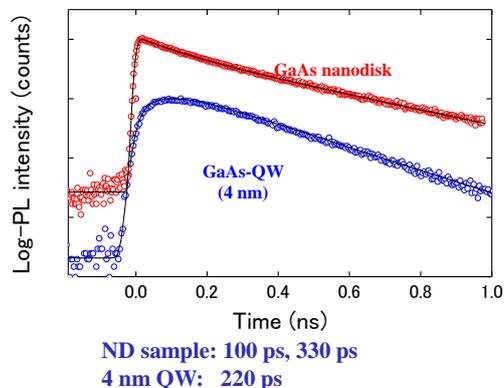


図 27 作製した GaAs ナノディスクアレイにおけるピコ秒時間分解発光分光

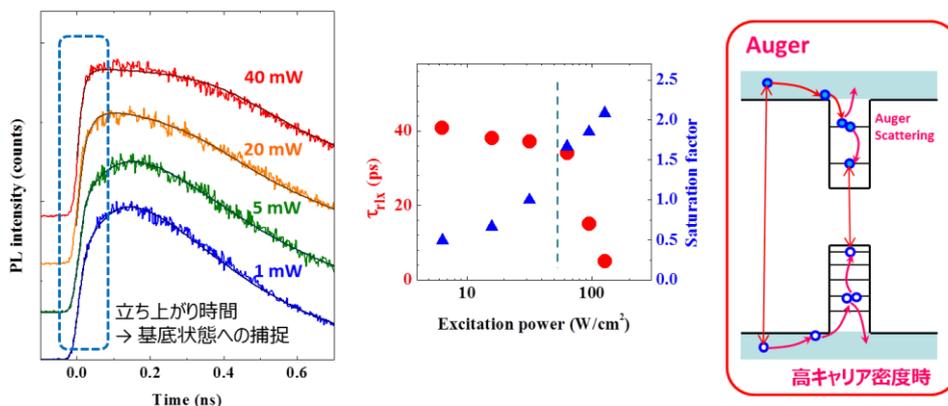
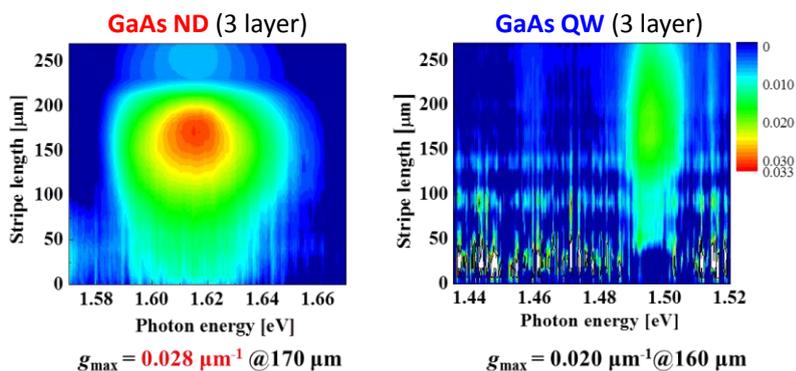


図 28 GaAs ナノディスクにおけるキャリアダイナミクス



エッチング前のQWよりも、高い光学利得値をNDで観測

図 29 試料劈開面からの増幅自然放射光スペクトルのストライプ長依存性

3. 3 量子ドット太陽電池試作と評価(寒川 Gr.)

(1)研究実施内容及び成果

シリコンナノディスクを用いた太陽電池を検討した。

まず、単層ナノディスク配列を用いた太陽電池を検討した。p 型シリコン基板上にシリコンナノディスク配列(マトリクス材料としては SiC を使用)を作製し、さらに n 型シリコンと透明導電膜(ITO)を堆積して、裏面にアルミ電極、表面に銀電極を作製した。また、比較のため、ナノディスク層の代わりにマトリクスの SiC のみを堆積したサンプルと、ナノディスク層を省略したサンプルを用意した(図 30)。

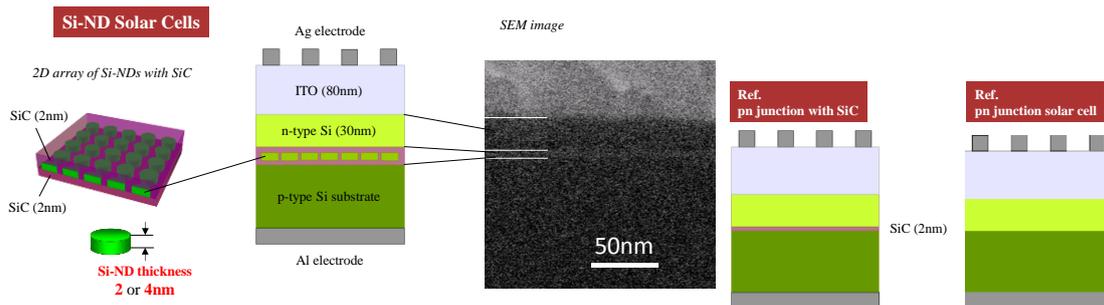


図 30 単層 Si ナノディスク太陽電池と比較のためのサンプルの構造

その結果を図 31 に示す。SiC 層だけを持つサンプルと比較し SiC 層に加えてナノディスクを持つサンプルの特性のほうが高い特性を持つ。これは、光照射により生成したキャリアが効率よくナノディスク層を輸送していることを示し、ナノディスクによるミニバンドの効果のためと考えられる。結果として、変換効率 12.6%が得られた。これは、シリコン量子ドットを用いた太陽電池としては世界最高である。(それまでの最高は、10.6%であった(E-C Cho et al., Nanotechnology 19, 245201 (2008)))。また、外部量子効率を測定したところ、ブルーシフトが見られた。これは、シリコン量子ドットによってバンドギャップが大きくなったことによると考えられる。

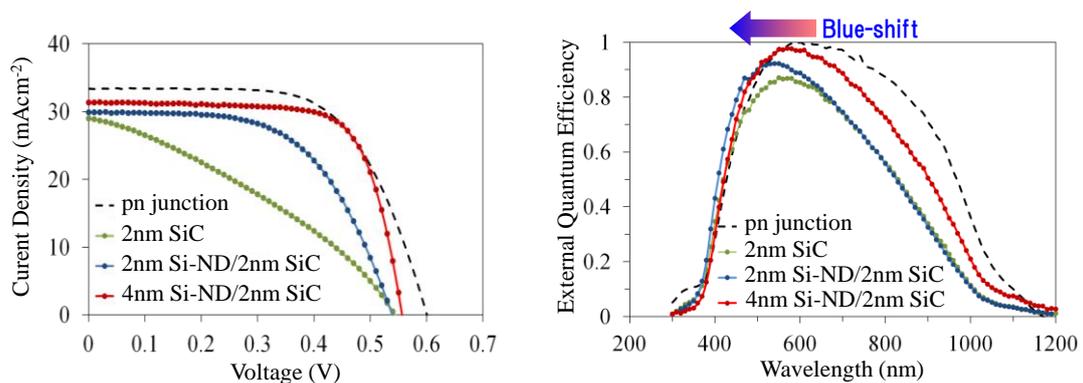


図 31 単層 Si ナノディスク太陽電池の I-V 特性と外部量子効率

太陽電池構造の各層の光吸収から、厚さ 4nm のナノディスク層の光電流への寄与は $1.2\text{mA}/\text{cm}^2$ と見積もられる。これは全体の 3.3%にすぎないが、ナノディスク層を積層することにより、より大きな寄与を見込める。

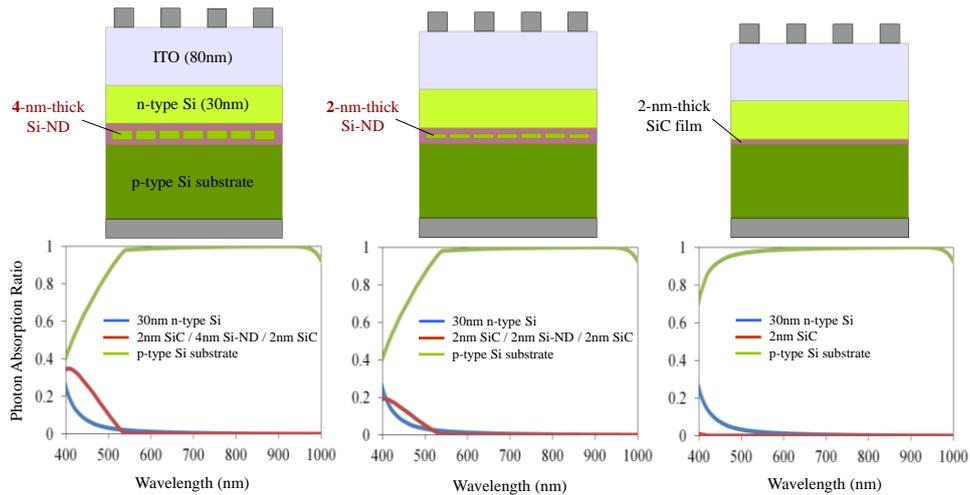


図 32 太陽電池構造における各層の光吸収率

そこで、次に、積層ナノディスクアレイを用いた太陽電池の検討を行った。まずは、そのために、積層ナノディスクアレイの作製プロセスの検討を行った。図 33 にそのプロセスを示す。ここではリステリア Dps をバイオテンプレートとして使った。Si (抵抗加熱蒸着、1460°C) と SiC (RF スパッタリング) を交互に積層した基板を用意し、その上にリステリア Dps の高密度 2 次元配列を作製した。中性粒子ビームで積層構造全体をエッチングし、最後に SiC で埋め込んで完成した。その TEM 像を図 32 に示す。Si ナノディスクに相当すると考えられる格子縞と、それを囲むアモルファス部分が観察された。

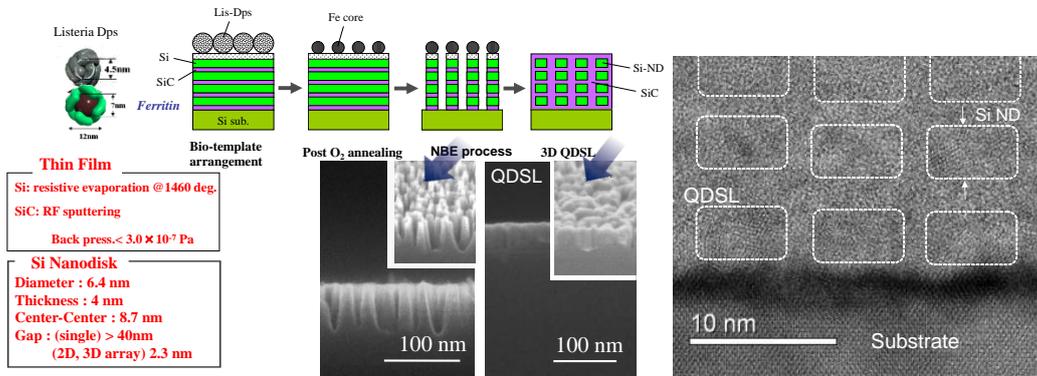


図 33 積層 Si ナノディスク作製プロセスと作製結果

次に、積層 Si ナノディスクの縦方向のミニバンドの効果を調べるため、積層 Si ナノディスクを持つ太陽電池と Si/SiC 超格子を持つ太陽電池を試作した(図 34)。図 35 にはその光照射下での I-V 特性を示す。ナノディスクを用いた太陽電池は、超格子を持つ太陽電池と比較し、短絡光電流・開放光起電力・FF・変換効率とも優れていることが分かった。また、並列抵抗 (R_{sh}) と直列抵抗 (R_s) を持つ等価回路を想定して特性を解析したところ、ナノディスクを用いた太陽電池は、超格子を持つ太陽電池と比較し、 R_s は小さく R_{sh} は大きいことが分かった。これは、積層 Si ナノディスクの縦方向ミニバンドのために輸送特性が改善したためだと考えられる。さらに、これらの太陽電池の外部量子効率を測定した(図 36)。積層 Si ナノディスクにより、追加の光吸収が見られた。

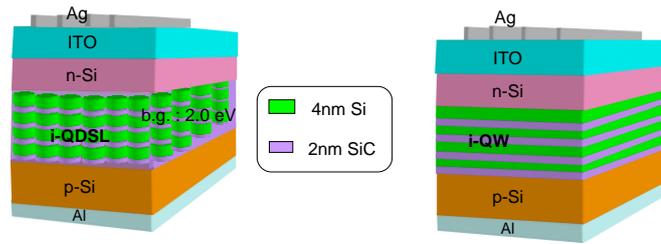


図 34 積層 Si ナノディスクを用いた太陽電池の構造

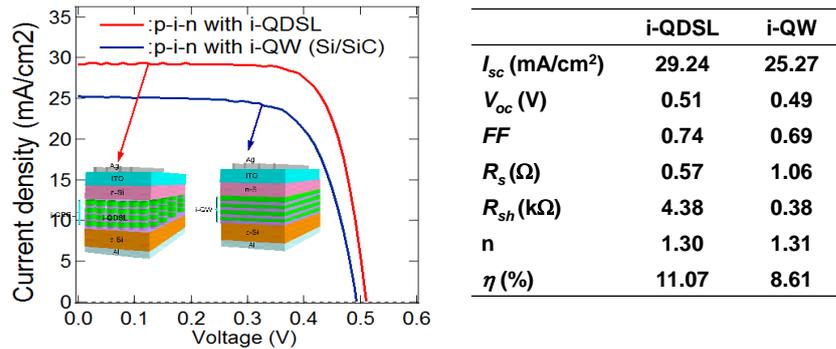


図 35 積層 Si ナノディスク太陽電池の特性

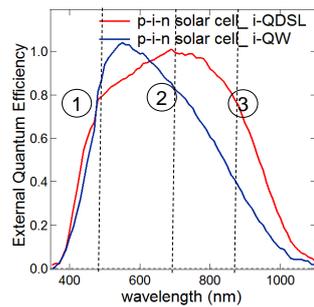


Table -II EQE notable points of QDSL vs QW

	i-QDSL EQE	i-QW EQE
High energy photon 380 nm	0.60	0.4
Visible photon 700 nm	1.0	0.7
Low energy photon 900nm	0.7	0.4

図 36 積層 Si ナノディスク太陽電池の外部量子効率

さらに、積層 Si ナノディスクの埋め込みについても検討を行った。その目的は、①エッチング後の表面のダングリングボンドを除去すること、②リーク電流を減らすこと、③光照射により生成するキャリアの再結合を抑制すること、である。

積層 Si ナノディスク作製プロセスにおける埋め込み工程として、a-SiC、a-SiC:H、ALD-Al₂O₃ の 3 種類を検討した。その結果、ALD-Al₂O₃ が最も埋め込みが良く、表面も平坦であることが分かった。また、図 37 に示すように導電性を AFM で測定した結果、ALD-Al₂O₃ を用いたサンプルが最も電流が小さく、リーク電流が小さいことが分かった。そこで、各種埋め込み方法を用いた積層 Si ナノディスクを用いて太陽電池を試作し、その特性を調べた。その結果を SiC/Si 超格子構造、Si 層および pn 接合のみの太陽電池特性と比較した結果を図 38 に示す。ALD-Al₂O₃ を用いた太陽電池は、最も高い短絡光電流を得られ、また、外部量子効率(EQE)でも世界で初めて量子ナノディスクに対応したバンドギャップが発電に大きく寄与していることを示すことができた。ALD によってすきまなく埋め込みができ、ダングリングボンドが低減できたからであると考えられる。

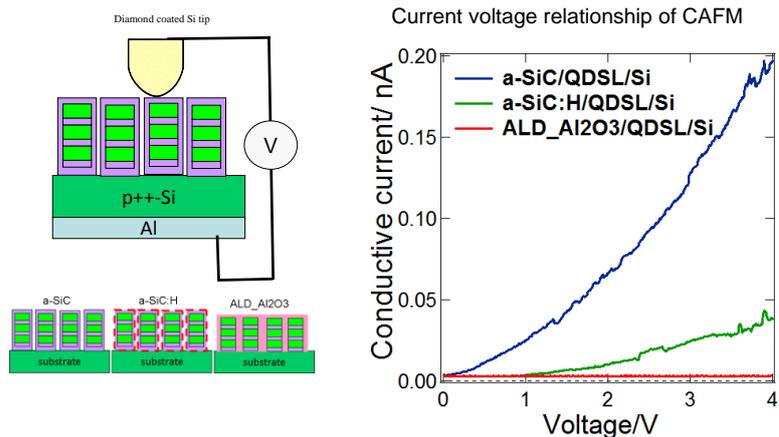


図 37 積層 Si ナノディスクのリーク電流

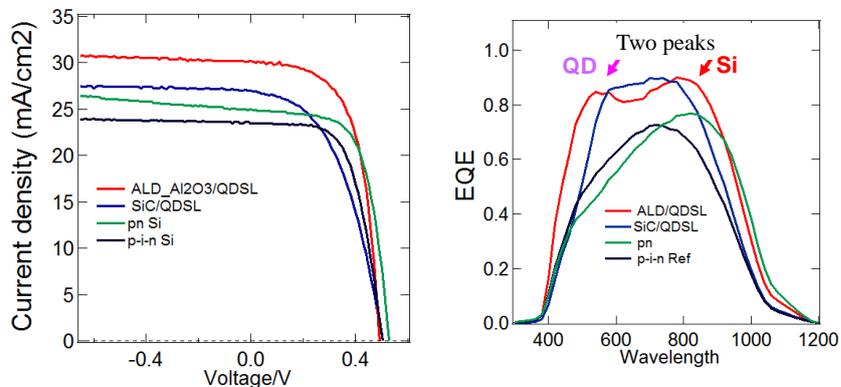


図 38 積層 Si ナノディスクを用いた太陽電池の特性

3. 4 量子ドットレーザー試作と評価(寒川 Gr., 村山 Gr.)

(1)研究実施内容及び成果

次世代の高効率量子ドット LED あるいはレーザーの実用化に道を拓く技術としてバイオテンプレートと中性粒子ビームエッチングを組み合わせることで、世界で初めて GaAs/AlGaAs の 6 層積層構造の超低損傷・超高アスペクト エッチングを実現することに成功した。この技術を用いて、LED 構造を作製した。

10nm GaAs キャップ/12nm Al_{0.15}GaAs/12nm GaAs 井戸 x4/12nm Al_{0.15}GaAs 障壁層 x5/100nm Al_{0.25}GaAs SCH/1.4μm n-Al_{0.35}GaAs クラッド/n-GaAs 基板を、MOVPE を用いて成長した。このウェハを用いて、直径 15nm、高さ 100nm のナノピラーを作製した。さらに、Al_{0.3}GaAs でナノピラーを埋め込む再成長を行い、その上に 100nm Al_{0.25}GaAs SCH/1.4μm p-Al_{0.35}GaAs クラッド/100nm p-GaAs キャップを成長して PIN 構造を作製した。さらに、図 39 のような電極構造を作製した。Al_{0.25}GaAs SCH 層でトラップされたキャリアが GaAs 量子ナノディスクへ効率的に流れ込むように、再成長のバリア層は Al_{0.3}GaAs になっている。そのため、SCH から再成長したバリア層へはキャリアが流れにくく、逆に、ナノディスクを含むナノピラーのバリア層が Al_{0.15}GaAs と低いために優先的に量子ナノディスクへとキャリアが流入する設計にした。



図 39 試作した GaAs/AlGaAs 量子ドット LED 構造

その結果、LED 構造を実際に作製して電流注入で発光することを世界で初めて実証した。バイオテンプレート極限加工法により GaAs/AlGaAs の無損傷エッチングを実現することで、室温にて量子効果を示す厚さ 12nm、直径 15nm 程度のナノピラー構造を、超低損傷、高密度 (10^{11} cm^{-2} 以上)、間隔 20nm 以上で 2 次元配置できることを初めて示した。この LED 構造に、電流を注入することで量子ナノディスクからの発光の観測に成功した。図 40 に作製したデバイスの概略図、図 41 に電流注入密度による発光強度依存性を示す。設計した量子ナノディスク構造の発光波長である 760nm から明瞭な発光が確認できる (図 4 2 (a))。さらに、厚さ 12nm の GaAs 量子ナノディスクのときに、世界で始めて、エッチングで作製した量子ナノディスクにおいて室温での発光を確認した (図 41 (b))。この量子ナノピラー構造は、従来困難であった均一なサイズのナノ構造を数十 nm 間隔で均一かつ高密度に材料を問わず形成できることから、あらゆる波長帯域を実現できる高効率な量子ナノディスク LED およびレーザーを実用化できる構造として極めて有望である。

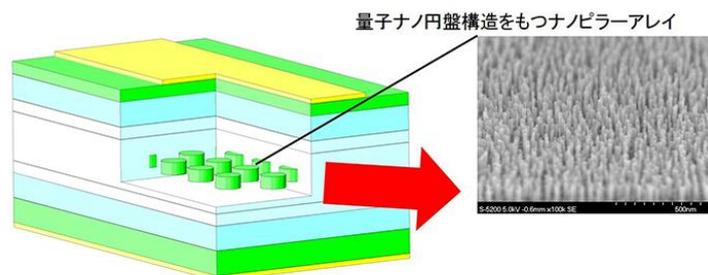


図 40 作製した GaAs/AlGaAs ナノピラー構造

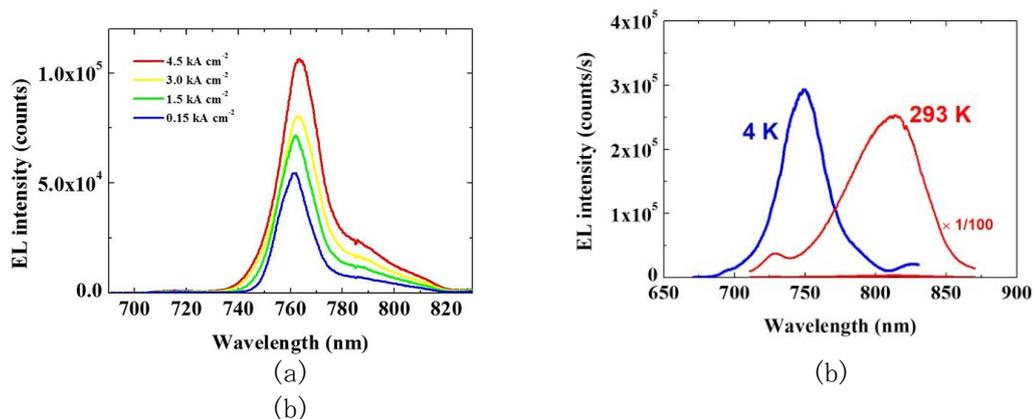


図 41 GaAs/AlGaAs 量子ナノディスクアレイにおける電流注入による発光特性

低消費電力、温度無依存性を示す III-V 族化合物半導体量子ドットレーザーは、次世代光通信素子として大きな注目を浴びている。光通信で用いられる 1-1.55 μm 帯へ発光波長を拡張するための手がかりとして、InGaAs/GaAs 系の化合物半導体に着目をし、バイオテンプレート極限加工による中性粒子ビームエッチングを用いて世界で初めて InGaAs 量子ナノディスクの作製を行った。

MOVPE により作製した In_{0.24}GaAs/GaAs (8/20nm) の 3 層の多重量子井戸構造をエッチングし、3 層の直径 20nm、厚さ 8nm のナノディスクを含んだナノピラーを実現した。ピラーアレイの密度は 10^{11}cm^{-2} 以上の高密度のものが得られた。さらに、MOVPE による GaAs バリア層を再成長させることで LED を実現した。作製したナノディスク構造における LED 特性の測定を行い、図 42 に示すように、エッチングで作製した量子ドットとしては世界で初めてバンドギャップに対応したナノディスクからの発光が確認できた。

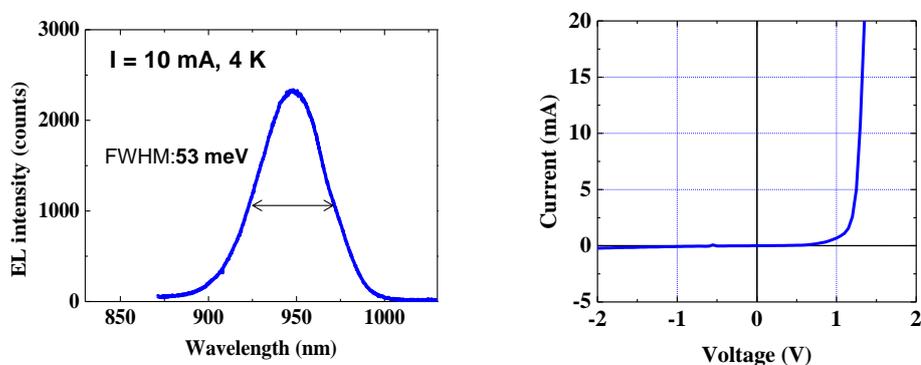


図 42 InGaAs/GaAs 量子ナノディスクアレイにおける電流注入による発光特性

更に、III 族窒化物半導体を用いた量子ドット作製はボトムアップ法による作製工程が一般的である。しかし、この方法を用いては高密度の量子ドットやドットのサイズの実現は難しい。

バイオテンプレートと中性量子ビームエッチングを組み合わせた極限加工技術を用いて、In_{0.28}GaN ナノディスクを含んだ 5 周期の InGaIn/GaN (3.5/5nm) ナノピラーアレイ構造を実現した。図 43 に示しているように、作製したナノピラーは直径 20nm、高さ 45nm の高アスペクト比を持ちながら 10^{11}cm^{-2} 以上の非常に高密度を示すものが得られた。また、光学特性 (光ルミネセンス) の測定結果 (図 44 に示す)、エッチング前の量子井戸構造の発光に比べて量子ナノディスク構造の発光は短波長側にシフトされたのが確認できた。また、室温でも強度の高い発光が確認された。この結果はトップダウン方法であるエッチング工程を用い

てもサンプルにダメージが生成されることなく、3次元量子効果が得られたと考えられる。

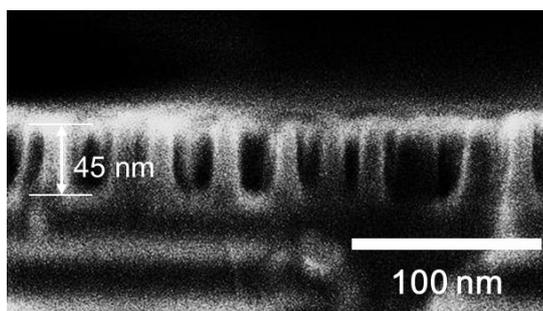


図 43 バイオテンプレートと中性量子ビームエッチングを組み合わせた極限加工技術を用いて作製した InGaN/GaN ナノ構造の SEM 観察画像

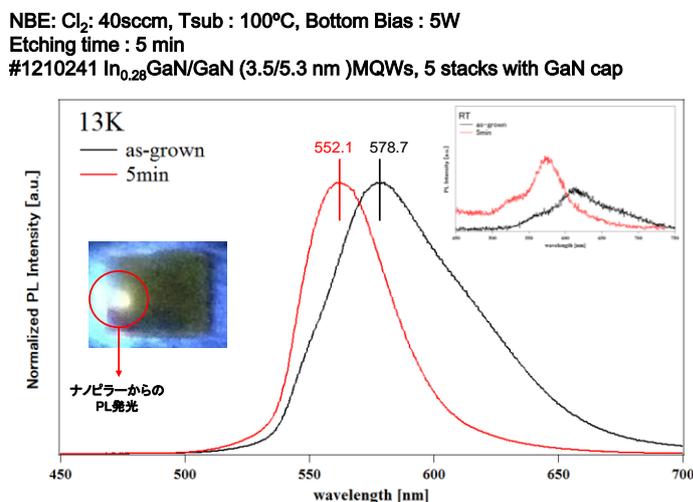


図 44 量子井戸（黒）と量子ナノディスク（赤）からの光ルミネセンス発光の比較

§ 4 成果発表等

(1)原著論文発表 (国内(和文)誌0件、国際(欧文)誌38件)

1. Chi-Hsien Huang, Makoto Igarashi, Tomohiro Kubota, Masaki Takeguchi, Kensuke Nishioka, Yukiharu Uraoka, Takashi Fuyuki, Ichiro Yamashita and Seiji Samukawa, Diameter-controlled 2-dimensional Array of Si Nanodisk using Bio-nano-process and Neutral Beam Etching for Realistic Quantum Effect Devices, Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 48 (2009), pp.04C187 (6pp).
2. Chi-Hsien Huang, Makoto Igarashi, Susumu Horita, Masaki Takeguchi, Yukiharu Uraoka, Takashi Fuyuki, Ichiro Yamashita, and Seiji Samukawa, Novel Si Nanodisk Fabricated by Biotemplate and Defect-Free Neutral Beam Etching for Solar Cell Application, Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 49 (2010), pp. 04DL16 (5pp).
3. Makoto Igarashi, Chi-Hsien Huang, Takashi Morie, and Seiji Samukawa, Control of Electron Transport in Two-Dimensional Array of Si Nanodisks for Spiking Neuron

- Device, Applied Physics Express, Vol. 3 (2010), 085202 (3pp).
4. Xuan-Yu Wang, Chi-Hsien Huang, Yuzo Ohno, Makoto Igarashi, Akihiro Murayama, and Seiji Samukawa, Defect-free etching process for GaAs/AlGaAs hetero-nanostructure using chlorine/argon mixed neutral beam, Journal of Vacuum Science and Technology B, Vol. 28 (2010), pp. 1138-1142.
 5. S. Kumagai, T. Ono, S. Yoshii, A. Kadotani, R. Tsukamoto, K. Nishio, M. Okuda, and I. Yamashita, "Position-Controlled Vertical Growths of Individual Carbon Nanotubes Using a Cage-Shaped Protein", Appl. Phys. Express, 3, 015101, (2010)
 6. Chi-Hsien Huang, Xuan-Yu Wang, Makoto Igarashi, Akihiro Murayama, Yoshitaka Okada, Ichiro Yamashita, and Seiji Samukawa, Optical absorption characteristic of highly ordered and dense two-dimensional array of silicon nanodisks, Nanotechnology, Vol. 22 (2011), pp. 105301 (8pp).
 7. Makoto Igarashi, Rikako Tsukamoto, Chi-Hsien Huang, Ichiro Yamashita, and Seiji Samukawa, Direct Fabrication of Uniform and High Density Sub-10-nm Etching Mask Using Ferritin Molecules on Si and GaAs Surface for Actual Quantum-Dot Superlattice, Applied Physics Express, Vol. 4 (2011), pp. 015202 (3pp).
 8. Xuan-Yu Wang, Chi-Hsien Huang, Rikako Tsukamoto, Pierre-Andre Mortemousque, Kohei M Itoh, Yuzo Ohno, and Seiji Samukawa, Damage-free top-down processes for fabricating two-dimensional arrays of 7 nm GaAs nanodiscs using bio-templates and neutral beam etching, Nanotechnology Vol. 22 (2011), pp. 365301 (9pp).
 9. B. Zheng, N. Zettsu, M. Fukuta, M. Uenuma, T. Hashimoto, K. Gamo, Y. Uraoka, I. Yamashita and H. Watanabe, "Versatile protein-based bifunctional nano-systems (encapsulation and directed assembly): Selective nanoscale positioning of gold nanoparticle-viral protein hybrids", Chem. Phys. Lett., 506, 76-80 (2011)
 10. Takayuki Kiba, Yoshiya Mizushima, Makoto Igarashi, Chi-Hsien Huang, Seiji Samukawa, and Akihiro Murayama, Picosecond transient photoluminescence in high-density Si-nanodisk arrays fabricated using bio-nano-templates, Applied Physics Letters, Vol. 100 (2012), pp. 053117 (4pp).
 11. Mohd Fairuz Budiman, Weiguo Hu, Makoto Igarashi, Rikako Tsukamoto, Taiga Isoda, Kohei M. Itoh, Ichiro Yamashita, Akihiro Murayama, Yoshitaka Okada, and Seiji Samukawa, Control of optical bandgap energy and optical absorption coefficient by geometric parameters in sub-10 nm silicon-nanodisc array structure, Nanotechnology, Vol. 23 (2012), pp. 065302 (6pp).
 12. Rikako Tsukamoto, Makoto Igarashi, Seiji Samukawa, and Ichiro Yamashita, Fast Two-Dimensional Ferritin Crystal Formation Realized by Mutant Ferritin and Poly(ethylene glycol) Modified SiO₂ Substrate, Applied Physics Express, Vol. 5 (2012), pp. 065201 (3pp).
 13. Rii Hirano, Satoru Miyamoto, Masahiro Yonemoto, Seiji Samukawa, Kentarou Sawano, Yasuhiro Shiraki, and Kohei M. Itoh, Room-Temperature Observation of Size Effects in Photoluminescence of Si_{0.8}Ge_{0.2}/Si Nanocolumns Prepared by Neutral Beam Etching, Applied Physics Express, Vol. 5 (2012), pp. 082004 (3pp).
 14. Makoto Igarashi, Mohd Fairuz Budiman, Wugen Pan, Weiguo Hu, Noritaka Usami, and Seiji Samukawa, Quantum dot solar cells using 2-dimensional array of 6.4-nm-diameter silicon nanodisks fabricated using bio-templates and neutral beam etching, Applied Physics Letters, Vol. 101 (2012), pp. 063121 (3pp).
 15. Toshiyuki Kaizu, Yosuke Tamura, Makoto Igarashi, Weiguo Hu, Rikako Tsukamoto, Ichiro Yamashita, Seiji Samukawa, and Yoshitaka Okada, Photoluminescence from GaAs nanodisks fabricated by using combination of neutral beam etching and atomic hydrogen-assisted molecular beam epitaxy regrowth, Applied Physics Letters, Vol.

- 101 (2012), pp. 113108 (4pp).
16. Takayuki Kiba, Yoshiya Mizushima, Makoto Igarashi, Seiji Samukawa, and Akihiro Murayama, Picosecond carrier dynamics induced by coupling of wavefunctions in a Si-nanodisk array fabricated by neutral beam etching using bio-nano-templates, *Nanoscale Research Letters* 7, 587 (2012).
 17. T. Tanaka, Y. Hoshi, K. Sawano, N. Usami, Y. Shiraki, and K. M. Itoh, Upper Limit of Two-Dimensional Hole Gas Mobility in Strained Ge/SiGe Heterostructures, *Appl. Phys. Lett.* 100, 222102 (2012).
 18. T. Matsuoka, L. S. Vlasenko, M. P. Vlasenko, T. Sekiguchi, and K. M. Itoh, Identification of a Paramagnetic Recombination Center in Silicon/Silicon-Dioxide Interface, *Appl. Phys. Lett.* 100, 152107 (2012).
 19. Koudo Nakaji, Hao Li, Takayuki Kiba, Makoto Igarashi, Seiji Samukawa, and Akihiro Murayama, Plasmonic enhancements of photoluminescence in hybrid Si nanostructures with Au fabricated by fully top-down lithography, *Nanoscale Research Letters*, Vol. 7 (2012) pp. 629 (5pp).
 20. Kumagai, N. Okamoto, M. Kobayashi, and I. Yamashita, "Characterisation of a carbon nanotube random network conjugated by semiconductor nanoparticles with defined nanometre-scaled gaps", *Micro & Nano Letters*, 7, 753, (2012).
 21. Makoto Igarashi, Mohd Fairuz Budiman, Wugen Pan, Weiguo Hu, Yosuke Tamura, Mohd Erman Syazwan, Noritaka Usami and Seiji Samukawa, Effects of formation of mini-bands in two-dimensional array of silicon nanodisks with SiC interlayer for quantum dot solar cells, *Nanotechnology*, Vol. 24 (2013) pp. 015301 (9pp).
 22. Weiguo Hu, Mohd Fairuz Budiman, Makoto Igarashi, Ming-Yi Lee, Yiming Li, and Seiji Samukawa, Modeling miniband for realistic silicon nanocrystal array, *Mathematical and Computer Modeling*, Vol. 58 (2013) pp. 306-311.
 23. Makoto Igarashi, Weiguo Hu, Mohammad M Rahman, Noritaka Usami and Seiji Samukawa, Generation of High Photocurrent in Three-Dimensional Silicon Quantum Dot Superlattice Fabricated by Combining Bio-Template and Neutral Beam Etching for Quantum Dot Solar Cells, *Nanoscale Research Letters*, Vol. 8 (2013) pp. 228 (7pp).
 24. Takayuki Kiba, Yoshiya Mizushima, Makoto Igarashi, Chi-Hsien Huang, Seiji Samukawa, and Akihiro Murayama, Temperature dependence of time-resolved photoluminescence in closely packed alignment of Si nanodisks with SiC barriers, *Nanoscale Research Letters*, Vol. 8 (2013) pp. 223 (7pp).
 25. Weiguo Hu, Makoto Igarashi, Ming-Yi Lee, Yiming Li, and Seiji Samukawa, Realistic quantum design of silicon quantum dot intermediate band solar cell, *Nanotechnology*, Vol. 24 (2013) pp. 265401 (8pp).
 26. Yosuke Tamura, Toshiyuki Kaizu, Takayuki Kiba, Makoto Igarashi, Rikako Tsukamoto, Akio Higo, Weiguo Hu, Cedric Thomas, Mohd Erman Fauzi, Takuya Hoshii, Ichiro Yamashita, Yoshitaka Okada, Akihiro Murayama and Seiji Samukawa, Quantum size effects in GaAs nanodisks fabricated using a combination of the bio-template technique and neutral beam etching, *Nanotechnology*, Vol. 24 (2013) pp. 285301 (6pp).
 27. Chi-Hsien Huang, Ching-Yuan Su, Takeru Okada, Lain-Jong Li, Kuan-I Ho, Pei-Wen Li, Inn-Hao Chen, Chien Chou, Chao-Sung Lai, and Seiji Samukawa, Ultra-low-edge-defect graphene nanoribbons patterned by neutral beam, *Carbon*, Vol. 61 (2013) pp. 229-235.
 28. Takayuki Kiba, Kenta Suzaki, Hao Li, Makoto Igarashi, Seiji Samukawa, and Akihiro Murayama, Surface/interface-related optical properties in Si nanodisks fabricated by

- neutral-beam etching using bio-templates, *Journal of Crystal Growth*, Vol. 378 (2013) pp. 493–496.
29. Weiguo Hu, Mohammad Maksudur Rahman, Ming-Yi Lee, Yiming Li, and Seiji Samukawa, Simulation study of type-II Ge/Si quantum dot for solar cell applications, *Journal of Applied Physics*, Vol. 114 (2013) pp. 124509 (4pp).
 30. Rikako Tsukamoto, Maia Godonoga, Ryota Matsuyama, Makoto Igarashi, Jonathan Gardiner Heddle, Seiji Samukawa, and Ichiro Yamashita, Effect of PEGylation on Controllably Spaced Adsorption of Ferritin Molecules, *Langmuir*, Vol. 29 (2013) pp. 12737–12743.
 31. Y. Shimizu, H. Takamizawa, Y. Kawamura, M. Uematsu, T. Toyama, K. Inoue, E. E. Haller, K. M. Itoh, and Y. Nagai, “Atomic-Scale Characterization of Germanium Isotopic Multilayers by Atom Probe Tomography,” *J. Appl. Phys.* 113, 026101 (2013).
 32. M. Otsuka, T. Matsuoka, L. S. Vlasenko, M. P. Vlasenko, and K. M. Itoh, “Identification of Photo-Induced Spin-Triplet Recombination Centers Situated at Si Surfaces and Si/SiO₂ Interfaces,” *Appl. Phys. Lett.* 103, 111601 (2013).
 33. Cedric Thomas, Yosuke Tamura, Mohd Erman Syazwan, Akio Higo, and Seiji Samukawa, Oxidation states of GaAs surface and their effects on neutral beam etching during nanopillar fabrication, *Journal of Physics D: Applied Physics*, Vol. 47 (2014) pp. 215203 (11pp).
 34. Cedric Thomas, Yosuke Tamura, Takeru Okada, Akio Higo and Seiji Samukawa, Estimation of activation energy and surface reaction mechanism of chlorine neutral beam etching of GaAs for nanostructure fabrication, *Journal of Physics D: Applied Physics*, Vol. 47 (2014) pp. 275201 (7pp).
 35. M. Fukuta, B. Zheng, M. Uenuma, N. Okamoto, Y. Uraoka, I. Yamashita, H. Watanabe, “Controlled charged amino acids of Ti-binding peptide for surfactant-free selective adsorption”, *Colloid and Surfaces B: Biointerfaces*. 118, 25–30 (2014)
 36. Takayuki Kiba, Toru Tanaka, Yosuke Tamura, Akio Higo, Cedric Thomas, Seiji Samukawa, and Akihiro Murayama, “Impact of artificial lateral quantum confinement on exciton-spin relaxation in a twodimensional GaAs electronic system”, *AIP Advances* 4, (2014) pp.107112(7pp).
 37. Akio Higo, Takayuki Kiba, Yosuke Tamura, Cedric Thomas, Junichi Takayama, Yunpeng Wang, Hassanet Sodabanlu, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, Ichiro Yamashita, Akihiro Murayama, & Seiji Samukawa, Light-Emitting Devices Based on Top-down Fabricated GaAs Quantum Nanodisks, *Scientific Reports*, Vol. 5 (2015) pp. 9371 (8pp).
 38. Seiji Samukawa, A Neutral Beam Process for Controlling Surface Defect Generation and Chemical Reactions at the Atomic Layer, *ECS Journal of Solid State Science and Technology*, 4 (6) (2015) N5089(6pp).

(2)その他の著作物(総説、書籍など)

1. 寒川誠二, 超低損傷・高精度エッチング技術, 超 LSI 製造・試験装置ガイドブック 2010 年版 電子材料 別冊, Vol. , pp.29–34 (2009).
2. 寒川誠二, 超低損傷・高精度エッチング技術 Super-Low-Damage and Precise Top-down Etching Processes, P-SCD360 大気圧プラズマ流による人間環境保全技術に関する研究分科会 成果報告書, 社団法人 日本機械学会, Vol. , pp.79–83 (2009).
3. 寒川誠二, 材料の構造設計可能な低温・低損傷・中性粒子ビーム励起堆積技術,

- 応用物理, Vol. 79, pp.832-835 (2010).
4. 寒川誠二, ナノマテリアルの本質を導き出す超低損傷微細加工技術の開発, 日本MRS ニュース, Vol. 23, pp.1 (2011).
 5. 寒川誠二, 高効率シリコン量子ドット太陽電池実現のための量子ナノ構造作製プロセス - エネルギー変換効率 45%超太陽電池への期待 -, 未来材料, Vol. 12, pp.31-36 (2012).
 6. 寒川誠二, タンパク質と中性粒子ビーム加工技術の融合で変換効率40%超が可能な画期的太陽電池, SMBC マネジメントプラス, Vol. 9月号, pp.9-11 (2013).
 7. 岩堀健治、山下一郎、「表面新物質創製」 MODERN SURFACE SCIENCE SERIES Vol. 4 (共立出版) 第3章3節、2011.9
 8. 寒川誠二, 中性粒子ビーム加工プロセス技術による欠陥のないエッジ構造をもつグラフェンナノリボンの実現, 化学工業, Vol. 2, pp. 36-39 (2014).
 9. 寒川誠二, 中性粒子ビームプロセスによる原子層レベルの表面欠陥抑制と表面科学反応の制御 超低損傷プロセスによるインテリジェントナノプロセスの構築, 応用物理, Vol. 83, pp. 894-899 (2014).

(3)国際学会発表及び主要な国内学会発表

① 招待講演 (国内会議24件、国際会議35件)

1. 村山明宏 (北大): “半導体量子ドットへの超高速電子スピン注入とレーザーへの応用”, レーザー学会学術講演会第32回年次大会, 仙台 TKR カンファレンスセンター, 仙台, 2012年1月31日.
2. 村山明宏 (北大): “光学応用を目指す半導体量子ドットの新展開”, 第53回ガラスおよびフォトニクス材料討論会, 北海道大学学術交流センター, 札幌, 2012年10月26日.
3. A. Murayama (北大): “Dynamics of photo-excited carriers and spin-related phenomena in III-V semiconductor nanostructures”, 6th IEEE International Nanoelectronics Conference (IEEE INEC 2014), Hokkaido University Conference Hall, Sapporo (Japan), July 29, 2014.
4. Seiji Samukawa Ultimate Top-down Processes for Future Nanoscale Devices - Novel Neutral Beam Process and Control of Atomic Layer Chemical Reaction American Vacuum Society 56th International Symposium & Exhibition San Jose Convention Center 2009年11月12日
5. Seiji Samukawa Ultimate Etching, Deposition and Surface Modification Processes for Future Nanoscale Devices IBM Technical Vitality International Seminars
6. Seiji Samukawa Structure Designable Formation Technique of Super Low-K SiOCH Film by Neutral Beam Enhanced CVD Plasma Etch Users Group Meeting in Northern California Chapter of AVS
7. Seiji Samukawa Structure Designable Formation Technique of Super Low-K SiOCH Film by Neutral Beam Enhanced CVD 10th Asia Pacific Conference on Plasma Science and Technology Lotte Hotel Jeju
8. Seiji Samukawa Ultimate top-down processes for future nano-scale 18th International Vacuum Congress Beijing International Convention Center 2010年8月23日
9. Tomohiro Kubota, Hiroto Ohtake, and Seiji Samukawa Large-diameter Neutral Beam Source for Practical Low-damage Etching Processes 18th International Vacuum Congress Beijing International Convention Center

2010年8月23日

10. 寒川誠二 超低損傷プラズマプロセスへの挑戦 2010年秋季 第71回応用物理学会学術講演会 長崎大学 2010年9月14日
11. 黄 啓賢, 五十嵐誠, Michel Woné, 浦岡行治, 冬木 隆, 竹口雅樹, 山下一郎, 寒川誠二 “「優秀論文賞受賞記念講演」(30分)
12. Two-Dimensional Si-Nanodisk Array Fabricated Using Bio-Nano-Process and Neutral Beam Etching for Realistic Quantum Effect Devices” 2010年秋季 第71回応用物理学会学術講演会 長崎大学 2010年9月15日
13. Seiji Samukawa Novel Quantum Effect Devices realized by Fusion of Bio-template and Defect-Free Neutral Beam Etching 2010 International Conference on Solid State Devices and Materials Hongo Campus, University of Tokyo 2010年9月24日
14. Seiji Samukawa Ultimate Top-down Preprocesses for Future Nano-scale Devices China Semiconductor Technology International Conference
15. 寒川誠二 バイオテンプレート極限加工による高密度・均一量子ナノ構造の作製(30分) 2011年春季 第58回応用物理学関係連合講演会 神奈川工科大学 2011年3月26日
16. 森江 隆, 梁 海超, 孫 意来, 五十嵐誠, 黄 啓賢, 寒川誠二 ノイズを利用する脳型情報処理回路のためのナノデバイス(30分) 2011年春季 第58回応用物理学関係連合講演会 神奈川工科大学 2011年3月25日
17. Seiji Samukawa and Tomohiro Kubota Novel Quantum Effect Devices realized by Bio-template and Defect-Free Neutral Beam Etching 2011 IEEE International NanoElectronics Conference Chang Gung University 2011年6月22日
18. 寒川誠二 プラズマ誘起損傷のモニタリングと超低損傷・微細加工技術 日本真空協会 スパッタリングおよびプラズマプロセス技術部会(SP部会)第124回定例研究会 機械振興会館 2011年7月26日
19. 寒川誠二 バイオテンプレート極限加工による量子ナノ構造の作製と新機能発現 第7回量子ナノ材料セミナー 東京大学駒場キャンパス 2011年9月21日
20. Seiji Samukawa 2010 Plasma Prize Lecture - Super-low Damage Top-down Processing for Future Nanoscale Devices American Vacuum Society 58th International Symposium & Exhibition Nashville Convention Center 2011年11月3日
21. 寒川誠二 超高精度量子ドット形成技術による高効率太陽電池の実現に向けた挑戦 東北支部・東海支部共同セミナー 交通とエネルギーの統合ークリーンでロバストな社会システムを目指してー 東北大学青葉山キャンパス 2011年11月12日
22. Seiji Samukawa Damage-free Neutral Beam Etching, Deposition and Surface Modification Processes for Novel Nano-scale Devices 64th Gaseous Electronics Conference and 53rd Annual Meeting of the APS Division of Plasma Physics Salt Palace Convention Center 2011年11月15日
23. 寒川誠二, 和田章良, 柳沢優希, 小野崇人 プラズマ誘起欠陥によるMEMS機械的特性劣化機構の解明 第48回X線材料強度に関する討論会 (株)島津製作所 関西支社 2011年12月2日
24. Naoki Watanabe, Tomohiro Kubota, and Seiji Samukawa “Numerical study on electron transfer mechanism by collision of ions at graphite surface in highly-efficient neutral beam generation,” The 8th EU-Japan Joint Symposium on Plasma Processing Todaiji Culture Center 2012年1月17日

25. Seiji Samukawa Ultimate top-down processes for future nanoscale devices
SPIE Advanced Lithography 2012 "San Jose Marriott and San Jose
Convention Center" 2012年2月13日
26. 寒川誠二 超高精度量子ドット形成技術による高効率太陽電池の実現に向けた
挑戦 東北大学イノベーションフェア 東京国際フォーラム
2012年3月15日
27. 寒川誠二 量子材料セミナー 東京大学 2012年4月30日
28. Seiji Samukawa Novel Quantum Dot Solar Cells realized by Fusion of
Bio-template and Defect-Free Neutral Beam Etching 2012 workshop on
Nanotechnology in Life Science Application Chang Gung University
29. 寒川誠二 バイオテンプレート極限加工による高精度量子ドットと高効率太陽電
池への展開 応用物理学会シリコンテクノロジー分科会第152回研究会「最先端シ
リコンナノエレクトロニクスの動向と今後の展開」 産業技術総合研究所 つくば
第2事業所 2012年9月4日
30. 寒川誠二 超低損傷微細加工プロセスのナノプロセッシングへの展開
化学工学会 第44回秋季大会 東北大学川内キャンパス 2012年9
月20日
31. Seiji Samukawa Novel Quantum Dot Solar Cells realized by Fusion of
Bio-template and Defect-Free Neutral Beam Etching Ninth International
Conference on Flow Dynamics Hotel Metropolitan Sendai 2012年9月21日
32. 寒川誠二 究極のトップダウンプロセスによる高性能量子効果デバイスの開発
プラズマエレクトロニクスセミナー 大阪大学 2012年9月28日
33. 寒川誠二 微細加工のためのプラズマ技術 文部科学省ナノテクノロジー・
プラットフォームNPPP 超微細加工 人材育成スクール 産業技術総合研究
所 つくば第2事業所 2012年10月4日
34. Seiji Samukawa Quantum Dots Super-lattice Structure for Solar Cells
Utilizing a Bio-template and Damage-free Neutral Beam Etching IEEE
International Conference on Solid-State and Integrated Circuit Technology
Paradise Resort Hotel 2012年10月31日
35. Seiji Samukawa, Makoto Igarashi, Tomohiro Kubota, and Weiguo Hu High
quality Nanodisk Superlattice and its application in novel optoelectronic device
The 2nd International Conference on Small Science Walt Disney World
Swan and Dolphin 2012年12月17日
36. 寒川誠二 超低損傷加工による量子ドット3次元構造作製とデバイス展開
第12回インテリジェントナノプロセス研究会 トラストシティカンファレンス
2012年12月20日
37. Seiji Samukawa Novel Quantum Effect Devices realized by Fusion of
Biotemplate and DefectFree Neutral Beam Etching 2013 IEEE International
NanoElectronics Conference Resorts World Sentosa 2013年1月4日
38. Seiji Samukawa Ultimate Top-down Etching Processes for Future
Nano-scale Devices Semicon Korea SEMI Technology Symposium COEX
2013年1月31日
39. Seiji Samukawa Novel Quantum Effect Devices realized by Fusion of
Bio-template and Defect-Free Neutral Beam Etching AIMR International
Symposium 2013 Hotel Metropolitan Sendai and Sendai International Center
2013年2月19日
40. 寒川誠二 超低損傷加工による量子ドット3次元構造作製とデバイス展開
第1回半導体ミニバンド研究会 宮崎大学 2013年3月18日
41. Seiji Samukawa Ultimate Top-down Etching Processes for Future

- Nano-scale Devices Japan-Australia Commemorative Workshop Australian National University 2013年6月25日
42. Seiji Samukawa Novel Quantum Effect Devices Fabricated Using Fusion of Bio-template and Defect-Free Neutral Beam Etching 2013 JSAP-MRS Joint Symposia Kyotanabe Campus, Doshisha University 2013年9月17日
43. Seiji Samukawa High Efficiency Silicon QD Solar Cells Using Bio-template Ultimate Top-down Processes IEEE Nanotechnology Materials and Device Conference Shangri-La Hotel 2013年10月8日
44. Seiji Samukawa High Efficiency Silicon QD Solar Cells Using Bio-template Ultimate Top-down Processes 10th International Conference on Flow Dynamics Sendai International Center 2013年11月26日
45. Tomohiro Kubota and Seiji Samukawa On-wafer monitoring technique for highly efficient fabrication process of nano energy devices 10th International Conference on Flow Dynamics Sendai International Center 2013年11月26日
46. Seiji Samukawa High Efficiency Silicon QD Solar Cells Using Bio-template Ultimate Top-down Processes Tohoku University - IMEC Seminar Tohoku University 2013年11月8日
47. 寒川誠二 超低損傷中性粒子ビームエッチングによる無欠陥グラフェンナノ構造の形成とデバイスへの展開 第165回 応用物理学会シリコンテクノロジー分科会研究集会 産業技術研究所 2013年11月11日
48. 寒川誠二 中性粒子ビームによる超低損傷加工が拓く革新的ナノデバイス 大口径中性粒子ビームに関する研究会 東北大学西澤潤一記念研究センター 2013年11月22日
49. Yoshiyuki Kikuchi, Yasuaki Sakakibara, and Seiji Samukawa Large-radius neutral beam-enhanced chemical vapor deposition process for non-porous ultralow-k SiOCH SPIE Advanced Lithography 2014 San Jose Convention Center 2014年2月25日
50. Seiji Samukawa Ultimate Top-down Processes for Future Nanoscale Devices 8th International Conference on Reactive Plasmas and 31st Symposium on Plasma Processing Fukuoka Convention Center 2014年2月3日
51. Tomohiro Kubota and Seiji Samukawa Feature Profile Evolution in Plasma Processing using On-wafer Monitoring System 8th International Conference on Reactive Plasmas and 31st Symposium on Plasma Processing Fukuoka Convention Center 2014年2月5日
52. Seiji Samukawa Neutral Beam Technology - Defect-free Nanofabrication for Novel Nanomaterials and Nanodevices The 3rd International Symposium on Next-Generation Electronics Chang Gung University 2014年5月10日
53. 寒川誠二 超低損傷中性粒子ビームエッチングによるエッジを制御したグラフェンナノ構造の形成とデバイスへの展開 応用物理学会シリコンテクノロジー分科会第172回研究集会 産業技術研究所 2014年5月23日
54. 岡田健、寒川誠二 中性粒子ビームによるグラフェンの微細加工 電気学会マイクロマシン・センサシステム研究会 東京大学生産技術研究所 2014年5月27日
55. Seiji Samukawa Future Nanotechnology Cultivated by Pulse-Time-Modulated Plasma Processes 41st EPS Conference on Plasma Physics Berlin Congress Center 2014年6月27日
56. Seiji Samukawa 50 High Efficiency Nano Energy Devices Using Bio-template

- Top-Down Process The 6th IEEE International Nanoelectronics Conference
2014 Hokkaido University 2014年7月29日
57. Seiji Samukawa Neutral Beam Technology - Defect-free Nanofabrication of
Novel Nanomaterials and Nanodevices 14th IEEE International Conference on
Nanotechnology Eaton Chelsea Hotel 2014年8月21日
58. 寒川誠二 バイオテンプレート極限加工による3次元量子構造の制御とデ
バイスへの展開 電子情報技術産業協会量子ドット利用デバイス技術分
科会 大手センタービル 2014年9月8日
59. Seiji Samukawa and Takeru Okada, Defect-free Graphene Nano-structure and
its application for nano-devices using Neutral Beam etching, *Plasma
Conference 2014*, S1-3 (Niigata Japan, 2014/11/18).

② 口頭発表 (国内会議 166 件、国際会議 98 件)

(寒川Gr.+山下Gr+伊藤Gr)

1. Keisuke Sano, Masahiro yonemoto, Akira Wada, Kazuhiko Endo, Takashi Matsukawa, Meishoku Masahara and Seiji Samukawa, High-Performance three-terminal FinFETs by Combination of Damage-Free Neutral-Beam Etching and Neutral-Beam Oxidation Technologies 2009 International Conference on Solid State Devices and Materials Sendai Kokusai Hotel 2009年10月9日
2. Butsurin Jinnai, Eiichi Soda, Koji Koyama, Shuichi Saito and Seiji Samukawa Effect of UV Photons and Radicals for Low-Frequency Line-Edge Roughness (LER) of ArF Photo-resist during Fluorocarbon plasma etching 2009 International Conference on Solid State Devices and Materials Sendai Kokusai Hotel 2009年10月9日
3. Noriaki Matsunaga, Hirokatsu Okumura, Butsurin Jinnai and Seiji Samukawa Hard Mask through UV Light-induced Damage to Low-k Film During Plasma Process for Dual Damascene 2009 International Conference on Solid State Devices and Materials Sendai Kokusai Hotel 2009年10月9日
4. Toru Sasaki, Shigeo Yasuhara, Tsutomu Shimayama, Kunitoshi Tajima, Hisashi Yano, Shingo Kadomura, Masaki Yoshimaru, Noriaki Matsunaga and Seiji Samukawa Super-Low-k SiOCH Film (k=1.9) with High Water Resistance and High Thermal Stability Formed by Neutral-Beam-Enhanced-CVD 2009 International Conference on Solid State Devices and Materials Sendai Kokusai Hotel 2009年10月9日
5. Chi-Hsien Huang, Makoto Igarashi, Maju Tomura, Masaki Takeguchi, Susumu Horita, Yukiharu Uraoka, Takashi Fuyuki, Ichiro Yamashita, and Seiji Samukawa A New Structure of nanodisk (Stacked Nanodisk) fabricated by bio-nano-process and defect-free neutral beam etching 2009 International Conference on Solid State Devices and Materials Sendai Kokusai Hotel 2009年10月9日
6. Hiroto Ohtake, Seiichi Fukuda, Butsurin Jinnai, Tomohiko Tatsumi and Seiji Samukawa Ion Trajectory Prediction at High-Aspect-Ratio Hole Etching by the Combination of On-wafer monitoring and Sheath Modeling 2009 International Conference on Solid State Devices and Materials Sendai Kokusai Hotel 2009年10月9日
7. Makoto Igarashi, Chi-Hsien Huang, Maju Tomura, Masaki Takeguchi, Susumu

- Horita, Yukiharu Uraoka, Takashi Fuyuki, Ichiro Yamashita, Takashi Morie, and Seiji Samukawa New Functional Device Characteristics with 2-Dimensional Array of Si Nanodisks Fabricated by Combination of Bio-Template and Ultimate Top-down Etching 2009 International Conference on Solid State Devices and Materials Sendai Kokusai Hotel 2009年10月9日
8. 植木真治, 今本浩史, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二, 橋口原, 西森勇貴
半導体への電界の浸みこみを考慮した櫛歯アクチュエータの特性解析
第26回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム タワーホール船堀 2009年10月16日
 9. Koji Koyama, Butsurin Jinnai, S. Maeda, K. Kato, A. Yasuda, H. Momose and Seiji Samukawa Mechanism for Generation of Molecular Level Line-Edge Roughness of ArF Photoresist during Plasma Etching Processes American Vacuum Society 56th International Symposium & Exhibition San Jose Convention Center 2009年11月10日
 10. Hiroto Ohtake, S. Fukuda, Butsurin Jinnai, T. Tatsumi and Seiji Samukawa Ion Trajectory Prediction at High-Aspect-Ratio Hole Etching by the Combination of On-Wafer Monitoring and Sheath Modeling American Vacuum Society 56th International Symposium & Exhibition San Jose Convention Center 2009年11月11日
 11. E. A. Hudson, M. Moravej, M. Block, S. Sirard, D. Wei, K. Takeshita, Butsurin Jinnai and Seiji Samukawa Vacuum Ultraviolet Plasma Emission in a Capacitively-Coupled Dielectric Etch Reactor American Vacuum Society 56th International Symposium & Exhibition San Jose Convention Center 2009年11月12日
 12. Butsurin Jinnai, S. Fukuda, Hiroto Ohtake, E. A. Hudson and Seiji Samukawa On-wafer Monitoring for UV/VUV Photon Irradiation during Plasma Processes American Vacuum Society 56th International Symposium & Exhibition San Jose Convention Center 2009年11月12日
 13. M. Igarshi, C. H. Huang, M. Takeguchi, S. Horita, Y. Uraoka, T. Fuyuki, I. Yamashita and Seiji Samukawa Combination of Bio-template and Ultimate Top-down Etching Processes for Defect-free, High Density, Size-controlled and Excellent Uniform Si-Nanostructure for Ideal Quantum Effect Devices American Vacuum Society 56th International Symposium & Exhibition San Jose Convention Center 2009年11月13日
 14. 黄啓賢、五十嵐誠、ブディマン・モハマドファイルズビン、王宣又、浦岡行治、大島隆治、岡田至崇、山下一郎、寒川誠二 Optical Characteristics of Two-Dimensional Array of Silicon nanodisk 2010年春季 第57回応用物理学関係連合講演会 東海大学湘南キャンパス 2010年3月18日
 15. 戸村幕樹, 黄 啓賢, 吉田祐介, 小野崇人, 寒川誠二 プラズマ照射損傷によるマイクロカンチレバーの機械特性劣化(2) 2010年春季 第57回応用物理学関係連合講演会 東海大学湘南キャンパス 2010年3月18日
 16. 小山紘司1, 陣内佛霖1, 前田晋一2, 加藤圭輔2, 安田敦2, 百瀬陽2, 寒川誠二
1 プラズマエッチングにおけるArFレジストのLER生成及び選択性劣化機構(2)
2010年春季 第57回応用物理学関係連合講演会 東海大学湘南キャンパス 2010年3月18日
 17. 奥村宏克、陣内佛霖、松永範昭、寒川誠二 Low-k 膜へのハードマスク越しプラズマ照射ダメージに関する研究 2010年春季 第57回応用物理学関係連合講演会 東海大学湘南キャンパス 2010年3月18日
 18. 陣内佛霖、Eric A. Hudson、寒川誠二 オンウェハモニタリング技術による容量

- 結合型プラズマエッチング装置における真空紫外光照射評価 2010 年春季 第 57 回応用物理学関係連合講演会 東海大学湘南キャンパス 2010 年 3 月 18 日
19. 寒川誠二 バイオテンプレート極限加工による均一・高密度・無欠陥量子ナノ構造の形成と量子デバイスへの応用 2010 年春季 第 57 回応用物理学関係連合講演会 東海大学湘南キャンパス 2010 年 3 月 18 日
 20. 額賀 理, 山本 敏, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二 合成石英のフェムト秒レーザーアシスト・ドライエッチング(2) = ナノ周期構造の選択的エッチング = 2010 年春季 第 57 回応用物理学関係連合講演会 東海大学湘南キャンパス 2010 年 3 月 18 日
 21. 久保田智広, 額賀 理, 植木真治, 杉山正和, 大竹浩人, 寒川誠二 フッ素中性粒子ビームによるシリコンエッチング 2010 年春季 第 57 回応用物理学関係連合講演会 東海大学湘南キャンパス 2010 年 3 月 18 日
 22. 久保田智広, 額賀 理, 植木真治, 杉山正和, 寒川誠二 中性粒子ビームの解析(3) ~ ビーム角度分布の測定 ~ 2010 年春季 第 57 回応用物理学関係連合講演会 東海大学湘南キャンパス 2010 年 3 月 18 日
 23. 渡辺尚貴, 大塚晋吾, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 額賀 理, 植木真治, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二 第一原理電子状態計算による中性粒子ビーム生成メカニズムの解析 III 2010 年春季 第 57 回応用物理学関係連合講演会 東海大学湘南キャンパス 2010 年 3 月 18 日
 24. 五十嵐誠, 黄啓賢, 王宣又, 堀田將, 浦岡行治, 山下一郎, 寒川誠二 バイオテンプレート極限加工による Si 量子ナノディスク 2 次元アレイの作製と電気特性 [2] 2010 年春季 第 57 回応用物理学関係連合講演会 東海大学湘南キャンパス 2010 年 3 月 19 日
 25. 佐々木亨, 安原重雄, 田島邦敏, 矢野尚, 門村新吾, 島山 努, 松永範昭, 吉丸正樹, 寒川誠二 中性粒子ビーム CVD による超低誘電率 SiOC 膜の形成と構造制御(3) = 積層構造による効果の検討(2) = 2010 年春季 第 57 回応用物理学関係連合講演会 東海大学湘南キャンパス 2010 年 3 月 20 日
 26. 佐々木亨, 安原重雄, 田島邦敏, 矢野尚, 門村新吾, 島山 努, 松永範昭, 吉丸正樹, 寒川誠二 “中性粒子ビーム CVD による超低誘電率 SiOC 膜の形成と構造制御(4) = 基板温度とパルス変調ビームの効果 = ” 2010 年春季 第 57 回応用物理学関係連合講演会 東海大学湘南キャンパス 2010 年 3 月 20 日
 27. 額賀理, 山本敏, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二 合成石英のフェムト秒レーザーアシスト・ドライエッチング = ナノ周期構造の選択的エッチング = 電気学会センサ・マイクロマシン部門(E 部門)総合研究会 東京大学生産技術研究所 2010 年 6 月 17 日
 28. 久保田智広, 杉山正和, 額賀 理, 植木真治, 大竹浩人, 寒川誠二 大口径中性粒子ビーム装置の開発とシリコンエッチング 電気学会センサ・マイクロマシン部門(E 部門)総合研究会 東京大学生産技術研究所 2010 年 6 月 17 日
 29. 植木真治, 西森勇貴, 今本 浩史, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二, 橋口 原 界面準位の影響を考慮した櫛歯アクチュエータの特性解析 電気学会センサ・マイクロマシン部門(E 部門)総合研究会 東京大学生産技術研究所 2010 年 6 月 18 日
 30. Maju Tomura, Y Yoshida, Takahito Ono, Chi-Hsien Huang, and Seiji Samukawa Degradation of Mechanical Characteristics of Silicon Microcantilever due to Plasma Induced Defects 5th Asia-Pacific Conference on Transducers and Micro-Nano Technology The University Western Australia 2010 年 7 月 8 日
 31. Fairuz Mohd Budiman, Chi-Hsien Huang, Xuan-Yu Wang, Toshiyuki Kaizu,

- Makoto Igarashi, Ryuji Oshima, Yoshitaka Okada, Ichiro Yamashita, and Seiji Samukawa シリコン(Si) ナノディスク 2 次元アレイによる高効率光吸収とバンドギャップエネルギー制御の実現 2010 年秋季 第 71 回応用物理学会学術講演会
長崎大学 2010 年 9 月 14 日
32. 五十嵐誠, 黄啓賢, 王宣又, モハマト ファイルズ・ブディマン, 森江隆, 寒川誠二 Si 量子ナノディスク 2 次元アレイ構造の電気特性の構造による制御 2010 年秋季 第 71 回応用物理学会学術講演会 長崎大学 2010 年 9 月 14 日
33. Xuan-Yu Wang, Chi-Hsien Huang, Yuzo Ohno, Mokoto Igarashi, Akihiro Murayama, and Seiji Samukawa Development of a Defect-Free GaAs/AlGaAs Heterostructure Etching Process by Chlorine and Argon Mix Neutral Beam 2010 年秋季 第 71 回応用物理学会学術講演会 長崎大学 2010 年 9 月 14 日
34. 五十嵐誠, 塚本里加子, 黄啓賢, 王宣又, モハマト・ファイルズ・ブディマン, 山下一郎, 寒川誠二 Si 及び GaAs 基板表面へのフェリチン 2 次元配列 2010 年秋季 第 71 回応用物理学会学術講演会 長崎大学 2010 年 9 月 15 日
35. 荒木良亮, 奥村宏克, 陣内佛霖, 松永範昭, 寒川誠二 オンウェハモニタリングによる PE-CVD プロセスにおけるチャージングダメージの発生メカニズム解明とそのリアルタイム評価 2010 年秋季 第 71 回応用物理学会学術講演会 長崎大学 2010 年 9 月 16 日
36. 上杉 拓志, 小山紘司, 陣内佛霖, 前田晋一, 加藤圭輔, 安田敦, 百瀬陽, 寒川誠二 プラズマエッチングにおける ArF レジスト Line-Edge-Roughness (LER)発生状態のラクトン構造依存性 2010 年秋季 第 71 回応用物理学会学術講演会 長崎大学 2010 年 9 月 16 日
37. 和田 章良, 佐野 慶佑, 遠藤 和彦, 松川 貴, 昌原 明植, 寒川 誠二 無損傷中性粒子ビーム酸化(NBO)を用いた非対称ゲート酸化膜 4 端子 FinFET の作製 2010 年秋季 第 71 回応用物理学会学術講演会 長崎大学 2010 年 9 月 16 日
38. 久保田智広, 額賀 理, 植木真治, 杉山正和, 大竹浩人, 寒川誠二 フッ素中性粒子ビームによるシリコンエッチング(2) 2010 年秋季 第 71 回応用物理学会学術講演会 長崎大学 2010 年 9 月 17 日
39. 大塚晋吾, 渡辺尚喜, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 額賀 理, 植木真治, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二 モンテカルロ法を用いた中性粒子ビームのエネルギー・角度分布解析 2010 年秋季 第 71 回応用物理学会学術講演会 長崎大学 2010 年 9 月 17 日
40. X. Y. Wang^{1,3}, C. H. Huang^{1,3}, Y. Ohno^{1,3}, M. Igarashi^{1,3}, Akihiro Murayama^{2,3} and Seiji Samukawa^{1,3} Defect-free GaAs/AlGaAs Heterostructure Etching Process by Chlorine/Argon Mixed Gas Neutral Beam 2010 International Conference on Solid State Devices and Materials Hongo Campus, University of Tokyo 2010 年 9 月 23 日
41. Chi-Hsien Huang, Makoto Igarashi, Mohd Fairuz Budiman, R. Oshima, I. Yamashita, Y. Okada, and S. Samukawa Optical Characteristics of Two-dimensional Array of Si Nano-disks Fabricated by Defect-free Neutral Beam Etching with Bio-template 2010 International Conference on Solid State Devices and Materials Hongo Campus, University of Tokyo 2010 年 9 月 23 日
42. Toru Sasaki, Shigeo Yasuhara, T. Shimayama, K. Tajima, H. Yano, Shingo Kadomura, Masaki Yoshimaru, N. Matsunaga and Seiji Samukawa DMOTMDS/MTMOS Multi-Stacked SiOCH films for Super-Low-k and Sufficient Modulus Formed by Damage-free Neutral Beam Enhanced CVD

- 2010 International Conference on Solid State Devices and MaterialsHongo
Campus, University of Tokyo 2010年9月23日
43. J.P. Zhao, L. Chen, M. Funk, R. Bravenec, R. Sundararajan, Koji Koyama, T. Nozawa, Seiji Samukawa Spatial Evolution of Plasma Generated VUV in a Microwave Surface-Wave Plasma American Vacuum Society 57th International Symposium & Exhibition Albuquerque Convention Center 2010年10月19日
 44. T. Uesugi, Koji Koyama, Butsurin Jinnai, S. Maeda, K. Kato, A. Yasuda, H. Momose, Seiji Samukawa Deciding Factors for Line-Edge-Roughness (LER) Formation and Plasma-Resistance of ArF Photoresist during Plasma Etching Processes American Vacuum Society 57th International Symposium & Exhibition Albuquerque Convention Center 2010年10月20日
 45. Naoki Watanabe, Shingo Ohtsuka, Takuya Iwasaki, Kohei Ono, Yasuroh Iriye, Osamu Nukaga, Shinji Ueki, Tomohiro Kubota, Masakazu Sugiyama, Seiji Samukawa Numerical Simulation of Neutral Beam Generation by Quantum Electrons Dynamics American Vacuum Society 57th International Symposium & Exhibition Albuquerque Convention Center 2010年10月20日
 46. Xuan-Yu Wang, Chi-Hsien Huang, Y. Ohno, M. Igarashi, Akihiro Murayama, Seiji Samukawa Development of a Defect-Free GaAs/AlGaAs Heterostructure Etching Process Utilizing Chlorine and Argon Mixed Neutral Beam American Vacuum Society 57th International Symposium & Exhibition Albuquerque Convention Center 2010年10月20日
 47. Tomohiro Kubota, Shinji Ueki, Osamu Nukaga, Masakazu Sugiyama, Hiroto Ohtake, Seiji Samukawa Silicon Etching using Large Diameter Neutral Beam Source American Vacuum Society 57th International Symposium & Exhibition Albuquerque Convention Center 2010年10月20日
 48. Chi-Hsien Huang, Maju Tomura, Y. Yoshida, Takahito Ono, Satoshi Yamasaki, Seiji Samukawa Plasma-induced Mechanical Degradation of Silicon Microcantilever American Vacuum Society 57th International Symposium & Exhibition Albuquerque Convention Center 2010年10月20日
 49. Akira Wada, Kazuhiko Endo, Meishoku Masahara, Satoshi Yamasaki, Seiji Samukawa Low Temperature, Lattice-plane-free, Anisotropic and Damage-free Oxidation by Neutral Beam Technology American Vacuum Society 57th International Symposium & Exhibition Albuquerque Convention Center 2010年10月20日
 50. Toru Sasaki, Shigeo Yasuhara, T. Shimayama, K. Tajima, H. Yano, Shingo Kadomura, Masaki Yoshimaru, N. Matsunaga, Seiji Samukawa Structure-designable Method to form Super low-k SiOC Film by Neutral-Beam-Enhanced Chemical Vapour Deposition American Vacuum Society 57th International Symposium & Exhibition Albuquerque Convention Center 2010年10月20日
 51. Maju Tomura, Chi-Hsien Huang, Y. Yoshida, Takahito Ono, Satoshi Yamasaki, and Seiji Samukawa MECHANISM OF MECHANICAL DETERIORATION IN SILICON MICROCANTILEVER INDUCED BY PLASMA PROCESS IEEE Sensors 2010 Conference Hilton Waikoloa Village 2010年11月4日
 52. "モハマド ファイルズ ブディマン, 黄 啓賢, 五十嵐 誠, 磯田 大河, 伊藤 公平, 寒川 誠二"シリコン(Si)ナノディスクアレイ構造制御による高精度バンドギャップエネルギー制御 2011年春季 第58回応用物理学関係連合講演会 神奈川工科大学 2011年3月25日

53. 水島佳也,木場 隆之, 村山 明宏, 五十嵐 誠, 黄 啓賢, 寒川 誠二
バイオテンプレートにより作製したSiナノディスクアレイの発光特性 2011 年春季 第 58 回応用物理学関係連合講演会 神奈川工科大学 2011 年 3 月 25 日
54. 木場 隆之, 水島佳也, 村山 明宏, 五十嵐 誠, 黄 啓賢, 寒川 誠二
Si ナノディスク 2 次元アレイにおけるピコ秒キャリアダイナミクス 2011 年春季 第 58 回応用物理学関係連合講演会 神奈川工科大学 2011 年 3 月 25 日
55. 五十嵐 誠, 木場 隆之, 水島佳也, 黄 啓賢, 村山 明宏, 寒川 誠二
Si ナノディスク構造における PL 特性の界面状態依存性 2011 年春季 第 58 回応用物理学関係連合講演会 神奈川工科大学 2011 年 3 月 25 日
56. 五十嵐 誠, 田村 洋典, 黄 啓賢, 寒川 誠二 SiC/Si 量子ナノディスク構造の作製とその特性 2011 年春季 第 58 回応用物理学関係連合講演会 神奈川工科大学 2011 年 3 月 25 日
57. 王 宣又, 黄 啓賢, 塚本 里佳子, 海津 利行, 山下 一郎, 岡田 義隆, 寒川 誠二
Fabrication of Two-dimensional Array of Sub-10nm GaAs Nanodisk by Bio-template Neutral Beam Etching Process 2011 年春季 第 58 回応用物理学関係連合講演会 神奈川工科大学 2011 年 3 月 25 日
58. 黄 啓賢, 海津 利行, 五十嵐 誠, 海津 利行, 王 宣又, 岡田 義隆, 山下 一郎, 寒川 誠二
"Investigation of Miniband Formation in Two-Dimensional Array of Silicon Nanodisk" 2011 年春季 第 58 回応用物理学関係連合講演会 神奈川工科大学 2011 年 3 月 25 日
59. 和田 章良, 遠藤 和彦, 昌原 明植, 寒川 誠二 低温・超低損傷中性粒子ビーム酸化プロセスにおける Si 酸化機構 2011 年春季 第 58 回応用物理学関係連合講演会 神奈川工科大学 2011 年 3 月 25 日
60. 和田 章良, 遠藤 和彦, 昌原 明植, 寒川 誠二 低温・超低損傷中性粒子ビーム酸化(NBO)を用いた高品質 GeO₂ 膜の形成 2011 年春季 第 58 回応用物理学関係連合講演会 神奈川工科大学 2011 年 3 月 26 日
61. 佐々木 亨, 安原 重雄, 田島 邦敏, 矢野 尚, 門村 新吾, 島山 努, 松永 範昭, 吉丸 正樹, 寒川 誠二 中性粒子ビーム CVD による超低誘電率 SiOC 膜の形成と構造制御=混合ガス(DMOTMDS/MTMOS)による検討= 2011 年春季 第 58 回応用物理学関係連合講演会 神奈川工科大学 2011 年 3 月 26 日
62. 戸村 幕樹, 高山 昌喜, 黄 啓賢, 小野 崇人, 寒川 誠二 プラズマ照射損傷によるマイクロカンチレバーの機械特性劣化(3) 2011 年春季 第 58 回応用物理学関係連合講演会 神奈川工科大学 2011 年 3 月 26 日
63. 高山 昌喜, 戸村 幕樹, 黄 啓賢, 小野 崇人, 寒川 誠二 プラズマ照射損傷によるマイクロカンチレバーの機械特性劣化(4) 2011 年春季 第 58 回応用物理学関係連合講演会 神奈川工科大学 2011 年 3 月 26 日
64. 上杉 拓志, 加藤 圭輔, 安田 敦, 佐久間 諭, 前田 晋一, 寒川 誠二 プラズマエッチングにおける ArF レジスト Line-Edge-Roughness (LER) のポリマー構造依存性 2011 年春季 第 58 回応用物理学関係連合講演会 神奈川工科大学 2011 年 3 月 26 日
65. 荒木 良亮, 和田 章良, 三輪 和弘, 岩崎 拓也, 小野 耕平, 寒川 誠二 オンウエハーセンサを用いたプラズマエッチングプロセスにおけるシース形状およびイオン軌道予測 2011 年春季 第 58 回応用物理学関係連合講演会 神奈川工科大学 2011 年 3 月 26 日
66. 久保田智広, 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 杉山正和, 大竹浩人, 寒川誠二 中性粒子ビームによるシリコンエッチング(3) 2011 年春季 第 58 回応用物理学関係連合講演会 神奈川工科大学 2011 年 3 月 26 日
67. 大塚晋吾, 渡辺尚喜, 岩崎拓也, 小野耕平, 額賀 理, 植木真治, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二, 入江康郎 中性粒子ビームのエネルギー・角度分布解析と

- エッチングシミュレーションへの適用 2011 年春季 第 58 回応用物理学関係
連合講演会 神奈川工科大学 2011 年 3 月 26 日
68. 渡辺尚貴, 大塚晋吾, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 額賀 理, 植木真治, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二 第一原理電子状態計算による中性粒子ビーム生成メカニズムの解析 IV 2011 年春季 第 58 回応用物理学関係連合講演会 神奈川工科大学 2011 年 3 月 26 日
 69. 塚本里加子, 山下一郎, 五十嵐誠, 黄 啓賢, 寒川誠二 PEG 修飾フェリチンを用いたナノ粒子高密度分散配置 2011 年春季 第 58 回応用物理学関係連合講演会 神奈川工科大学 2011 年 3 月 25 日
 70. Tomohiro Kubota, S.Ueki, Y.Nishimori, G. Hashiguchi, M.Sugiyama, Seiji Samukawa Damage-free silicon etching using large diameter neutral beam source International Conference on Electronics Packaging 2011 奈良県新公会堂 2011 年 4 月 14 日
 71. O.Nukaga, S.Yamamoto, K.V.Tabata, Tomohiro Kubota, Seiji Samukawa, M.Sugiyama Embedded Nano-channel Fabricated in Fused Silica by Femtosecond Laser Irradiation and Wet Etching for Nano-scale Fluid Devices International Conference on Electronics Packaging 2011 奈良県新公会堂 2011 年 4 月 14 日
 72. Junji Adachi, Tomohiro Kubota, M.Yahiro, Seiji Samukawa, C. Adachi Minimizing Etching Damages of Organic Semiconductor Layers by Neutral Beams International Conference on Electronics Packaging 2011 奈良県新公会堂 2011 年 4 月 14 日
 73. Makoto Igarashi, Chi-Hsien Huang, Xuan-Yu Wang, Mohd Fairuz Budiman, Yosuke Tamura, Takayuki Kiba, Akihiro Murayama, Toshiyuki Kaizu, Yoshitaka Okada, and Seiji Samukawa Optical Absorption, Photo-Luminescence and Miniband Formation of a Highly Ordered and Dense 2-Dimensional Array of Si Nanodisks for quantum Dot Solar Cells 37th IEEE Photovoltaic Specialists Conference Washington State Convention Center 2011 年 6 月 24 日
 74. Akira Wada, Kazuhiko Endo, Meishoku Masahara, Chi-Hsien Huang, and Seiji Samukawa Low-activation-energy and High-quality Oxidation of Si Using Neutral Beam 2011 IEEE International NanoElectronics Conference Chang Gung University 2011 年 6 月 23 日
 75. Tomohiro Kubota and Seiji Samukawa Silicon etching using large-diameter neutral beam source 3rd International Conference on Microelectronics and Plasma Technology Furama Hotel Dalian 2011 年 7 月 5 日
 76. 柳沢優希, 和田章良, 戸村幕樹, 小野崇人, 寒川誠二 プラズマ照射損傷によるマイクロカンチレバーの機械特性劣化(5) 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学学会学術講演会 山形大学小白川キャンパス 2011 年 8 月 30 日
 77. 和田 章良, 遠藤 和彦, 昌原 明植, 寒川 誠二 低温・超低損傷中性粒子ビーム酸化プロセスにおける Si 酸化機構(2) 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学学会学術講演会 山形大学小白川キャンパス 2011 年 8 月 31 日
 78. 上杉 拓志, 和田章良, 岡田健, 加藤圭輔, 安田敦, 佐久間諭, 前田晋一, 寒川誠二 プラズマエッチングにより発生する ArF レジスト Line-Edge-Roughness (LER) のポリマー主鎖構造依存性 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学学会学術講演会 山形大学小白川キャンパス 2011 年 8 月 31 日
 79. 荒木良亮, 久保田智広, 三輪和弘, 岩崎拓也, 小野耕平, 寒川誠二 オンウエハーモニタリングとシミュレーションの融合による立体形状エッチングにおけるシース形状およびイオン軌道予測 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学学会学術講演会 山形大学小白川キャンパス 2011 年 8 月 31 日

80. 田村洋典, 黄啓賢, 王宣又, 久保田智広, 太田実雄, 藤岡洋, 寒川誠二
塩素中性粒子ビームを用いた GaN の無損傷エッチングプロセス 2011 年秋
季 第 72 回 応用物理学会学術講演会 山形大学小白川キャンパス 2011 年 8
月 31 日
81. 久保田智広, 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 杉山正和, 大竹
浩人, 寒川誠二 中性粒子ビームによるシリコンエッチング(4) 2011 年秋
季 第 72 回 応用物理学会学術講演会 山形大学小白川キャンパス 2011 年 8
月 31 日
82. 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 植木真治, 額賀理, 杉
山正和, 久保田智広, 寒川誠二 中性粒子ビーム生成におけるアパーチ
ャ構造とエッチング特性解析 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学会学術講演会
山形大学小白川キャンパス 2011 年 8 月 31 日
83. 渡辺尚貴, 大塚晋吾, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 植木真治, 額賀理, 杉
山正和, 久保田智広, 寒川誠二 第一原理電子状態計算による中性粒
子ビーム生成メカニズムの解析 V 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学会学
術講演会 山形大学小白川キャンパス 2011 年 8 月 31 日
84. 望月俊輔, 久保田智広, 大塚晋吾, 小野耕平, 岩崎拓也, 渡辺尚貴, 入江康郎,
杉山正和, 寒川誠二 中性粒子ビームによるエッチングの加工形状シミュレーショ
ン 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学会学術講演会 山形大学小白川キ
ャンパス 2011 年 8 月 31 日
85. モハマド ファイルズ ブディマン, 五十嵐誠, 胡衛国, 磯田大河, 伊藤公平, 寒
川誠二 高密度な ϕ 6nm シリコンナノディスク 2 次元アレイの作製と光学的特
性評価 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学会学術講演会 山形大学
小白川キャンパス 2011 年 9 月 1 日
86. 五十嵐誠, 木場隆之, 水島佳也, 村山明宏, 寒川誠二 Si ナノディスク構造
の PL 特性とその発光起源 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学会学術講演会
山形大学小白川キャンパス 2011 年 9 月 1 日
87. 水島佳也, 木場隆之, 村山明宏, 五十嵐誠, 寒川誠二 Si ナノディスクアレイ
の発光特性とキャリア状態 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学会学術講演会
山形大学小白川キャンパス 2011 年 9 月 1 日
88. 木場隆之, 水島佳也, 村山明宏, 五十嵐誠, 寒川誠二 Si ナノディスクアレイ
における光励起キャリアの超高速ダイナミクス 2011 年秋季 第 72 回 応用物
理学会学術講演会 山形大学小白川キャンパス 2011 年 9 月 1 日
89. 五十嵐誠, 海津利行, 岡田至崇, 寒川誠二 障壁材料として SiC を用いた
Si 量子ナノディスクアレイ構造の電気・光学特性 2011 年秋季 第 72 回 応用物
理学会学術講演会 山形大学小白川キャンパス 2011 年 9 月 1 日
90. 和田 章良, 遠藤 和彦, 昌原 明植, 寒川 誠二 低温・超低損傷中性粒子ビー
ム酸化(NBO)を用いた高品質 GeO₂ 膜の形成(2) 2011 年秋季 第 72 回 応用物
理学会学術講演会 山形大学小白川キャンパス 2011 年 9 月 1 日
91. Weiguo Hu, Mohd Fairuz Budiman, Makoto Igarashi, Tomohiro Kubota, and Seiji
Samukawa Band Structure of Silicon Nanodisk for Photovoltaic Application
2011 年秋季 第 72 回 応用物理学会学術講演会 山形大学小白川キ
ャンパス 2011 年 9 月 1 日
92. Shih-Hung Lin, Xuan-Yu Wang, Chi-Hsien Huang, Rikako Tsukamoto, Toshiyuki
Kaizu, Makoto Igarashi, Yoshitaka Okada, and Seiji Samukawa Top-down
Process of Fabricating Two-dimensional Array of Sub-10nm GaAs Nanodisk by
Bio-template Neutral Beam Etching 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学会学
術講演会 山形大学小白川キャンパス 2011 年 9 月 1 日
93. 塚本里加子, 山下一郎, 五十嵐誠, 寒川誠二 PEG 修飾フェリチンの分散挙

- 動 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学会学術講演会 山形大学小白川キャンパス 2011 年 9 月 1 日
94. 太田実雄, 田村洋典, 黄啓賢, 王宣又, 久保田智広, 藤岡洋, 寒川誠二
中性粒子ビームを用いた GaN エッチングの特性 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学会学術講演会 山形大学小白川キャンパス 2011 年 9 月 1 日
 95. 梁海超, 森江隆, 孫意来, 五十嵐誠, 寒川誠二 ノイズを伴うスパイキングニューロンモデルを実現するナノディスクアレイ構造 2011 年秋季 第 72 回 応用物理学会学術講演会 山形大学小白川キャンパス 2011 年 9 月 1 日
 96. Akira Wada, Toru Sasaki, Shigeo Yasuhara, and Seiji Samukawa
Super-low-k SiOCH Film with Sufficient Film Modulus and High Thermal Stability Created by Controlling Molecular-level-structure in Neutral-beam-enhanced CVD Advanced Metallization Conference 2011: 21st Asian Session Toyosu Campus, Shibaura Institute of Technology 2011 年 9 月 13 日
 97. Yosuke Tamura, Xuan-Yu Wang, Chi-Hsien Huang, Tomohiro Kubota, Jitsuo Ohta, Hiroshi Fujioka, and Seiji Samukawa
Damage-free GaN Etching by Chlorine Neutral Beam 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials Aichi Industry & Labor Center 2011 年 9 月 30 日
 98. Mohd Fairuz Budiman, Makoto Igarashi, Kohei M. Itoh, Ichiro Yamashita, Weiguo Hu, and Seiji Samukawa
"Fabricating a 2D Array of ϕ 6-nm, High Density ($1.2 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$), and Periodic Silicon-Nanodisk Structures and its Optical Characteristics for Solar Cells "2011 International Conference on Solid State Devices and Materials Aichi Industry & Labor Center 2011 年 9 月 30 日
 99. Jun Ishimoto, Daisuke Tan, U. Oh, Tomohiro Kubota, and Seiji Samukawa
Removal-Cleaning Performance Using Cryogenic Micro-Solid Nitrogen Spray 220th ECS Meeting & Electrochemical Energy Summit Westin Boston Waterfront and the Boston Convention and Exhibition Center 2010 年 10 月 11 日
 100. Shih-Hung Lin, Xuan-Yu Wang, Chi Hsien Huang, Yuzo Ohno, Makoto Igarashi, Akihiro Murayama, and Seiji Samukawa
Fabrication of Two-dimensional Array of Sub-10nm GaAs Nanodisk using Bio-template Neutral Beam Etching Process American Vacuum Society 58th International Symposium & Exhibition Nashville Convention Center 2011 年 10 月 31 日
 101. Takuji Uesugi, Akira Wada, Shinichi Maeda, Keisuke Kato, Atsushi Yamada, Satoshi Sakuma, Seiji Samukawa
Dependence of ArF Photoresist Polymer Structure on Line-Edge-Roughness Formation during Plasma Etching Processes American Vacuum Society 58th International Symposium & Exhibition Nashville Convention Center 2011 年 10 月 31 日
 102. Ryosuke Araki, Kazuhiro Miwa, Tomohiro Kubota, Takuya Iwasaki, Kohei Ono, and Seiji Samukawa
Prediction of ion sheath shape and ion trajectory during plasma etching processing using on-wafer monitoring technique American Vacuum Society 58th International Symposium & Exhibition Nashville Convention Center 2011 年 11 月 1 日
 103. Tomohiro Kubota, Naoki Watanabe, Shingo Ohtsuka, Kohei Ono, Hiroto Ohtake, Shinji Ueki, Yuki Nishimori, Gen Hashiguchi, and Seiji Samukawa
High-aspect-ratio silicon etching using large-diameter neutral beam source American Vacuum Society 58th International Symposium & Exhibition Nashville Convention Center 2011 年 11 月 3 日
 104. Akira Wada, Kazuhiko Endo, Meishoku Masahara, and Seiji Samukawa
The mechanism of thin SiO₂ and GeO₂ film formation during low-temperature neutral

- beam oxidation process American Vacuum Society 58th International Symposium & Exhibition Nashville Convention Center 2011年11月3日
105. Naoki Watanabe, Shingo Ohtsuka, Takuya Iwasaki, Kohei Ono, Yasuro Iriye, Shinji Ueki, Osamu Nukaga, Tomohiro Kubota, Masakazu Sugiyama, and Seiji Samukawa
Theoretical analysis of electron transfer during the process of neutral beam generation American Vacuum Society 58th International Symposium & Exhibition Nashville Convention Center 2011年11月3日
106. Shingo Ohtsuka, Naoki Watanabe, Takuya Iwasaki, Kohei Ono, Yasuroh Iriye, Osamu Nukaga, Shinji Ueki, Tomohiro Kubota, Masakazu Sugiyama, and Seiji Samukawa
Energy and Angular Distribution Analysis for Neutral Beam and Application for Etching Simulation American Vacuum Society 58th International Symposium & Exhibition Nashville Convention Center 2011年11月3日
107. Weiguo Hu, Mohd Fairuz Budiman, Makoto Igarashi, Kohei M. Itoh, Ichiro Yamashita, and Seiji Samukawa
Energy Band Engineering of Si Nanodisk and Potential Application for Intermediate Band Solar Cell 21st International Photovoltaic Science and Engineering Conference Hilton Fukuoka Sea Hawk 2011年12月2日
108. Ryosuke Araki, Tomohiro Kubota, and Seiji Samukawa
Prediction of ion sheath shape and ion trajectory during plasma etching processing using on-wafer monitoring technique and simulation The 8th EU-Japan Joint Symposium on Plasma Processing Todaiji Culture Center 2012年1月16日
109. 和田 章良、張 睿、高木 信一、寒川 誠二 低温・超低損傷中性粒子ビーム酸化(NBO)を用いた高品質 GeO₂ 膜の電気特性評価 2012年春季 第59回 応用物理学関係連合講演会 早稲田大学早稲田キャンパス 2012年3月16日
110. 三輪和弘, 西森勇貴, 植木真治, 杉山正和, 久保田智広, 寒川誠二 中性粒子ビームエッチングによる MEMS 側壁の平坦化 2012年春季 第59回 応用物理学関係連合講演会 早稲田大学早稲田キャンパス 2012年3月16日
111. 塚本里加子, 山下一郎, 岡本尚文, 五十嵐誠, 寒川誠二 ポリマー修飾 SiO₂ 基板を用いたフェリチン二次元結晶化 2012年春季 第59回 応用物理学関係連合講演会 早稲田大学早稲田キャンパス 2012年3月16日
112. 久保田智広, 三輪和弘, 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 杉山正和, 寒川誠二 中性粒子ビームによるシリコンエッチング(5) 2012年春季 第59回 応用物理学関係連合講演会 早稲田大学早稲田キャンパス 2012年3月17日
113. 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 望月俊輔, 杉山正和, 久保田智広, 寒川誠二 中性粒子ビームエッチングモデルと加工形状解析 2012年春季 第59回 応用物理学関係連合講演会 早稲田大学早稲田キャンパス 2012年3月17日
114. 望月俊輔, 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二 中性粒子ビームエッチングの加工形状シミュレーション(2) 2012年春季 第59回 応用物理学関係連合講演会 早稲田大学早稲田キャンパス 2012年3月17日
115. 荒木良亮, 久保田智広, 岩崎拓也, 小野耕平, 寒川誠二 オンウエハーモニタリングとシミュレーションの融合によるプラズマプロセス中の表面イオンシース形状と入射イオン軌道予測 2012年春季 第59回 応用物理学関係連合講演会 早稲田大学早稲田キャンパス 2012年3月17日
116. 上杉 拓志, 岡田健, 加藤圭輔, 安田敦, 前田晋一, 寒川誠二 プラズマエ

- ッチングにおける ArF レジスト Line-Edge-Roughness (LER)の側鎖構造依存性
2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会 早稲田大学早稲田
キャンパス 2012 年 3 月 17 日
117. 田村洋典、久保田智広、太田実雄、藤岡洋、寒川誠二 中性粒子ビームエッ
チングによる GaN のダメージフリーエッチング(2) —エッチングガスの依存性—
2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会 早稲田大学早稲田
キャンパス 2012 年 3 月 17 日
118. 岡田 健, 黄 啓賢, 李 連忠, 頼 朝松, 寒川 誠二 中性粒子ビーム照
射によるグラフェンの窒化メカニズム検討 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係
連合講演会 早稲田大学早稲田キャンパス 2012 年 3 月 17 日
119. モハマド ファイルズ, 五十嵐誠, 胡衛国, 村山明宏, 岡田至崇, 寒川誠二
Si 量子ナノディスク 2 次元アレイにおける光吸収特性の構造(直径・膜厚・障壁
材料)依存性 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会
早稲田大学早稲田キャンパス 2012 年 3 月 17 日
120. 五十嵐誠, Weiguo Hu, 木場隆之, 村山明宏, 寒川誠二 障壁材料として SiC
を用いた Si 量子ナノディスクアレイ構造の PL 特性 2012 年春季 第 59 回 応用物
理学関係連合講演会 早稲田大学早稲田キャンパス 2012 年 3 月 17 日
121. 木場 隆之, 水島 佳也, 村山 明宏, 五十嵐 誠, 寒川 誠二 Si ナノディ
スクアレイにおける時間分解 PL スペクトルの温度依存性 2012 年春季 第 59
回 応用物理学関係連合講演会 早稲田大学早稲田キャンパス
2012 年 3 月 17 日
122. 胡 衛国, MOHD FAIRUZ, 五十嵐 誠, 李 明義, 李 義明, 寒川 誠二
シリコンナノディスクのミニバンド形成と太陽光発電への応用 2012 年春
季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会 早稲田大学早稲田キャンパス
2012 年 3 月 17 日
123. 田村洋典、五十嵐誠、モハマド・エルマン・ファウジ、胡衛国、海津利之、岡田至崇、
寒川誠二 バイオテンプレート極限加工による GaAs 量子ナノディスク構造の制
御 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会 早稲田大学早稲田
キャンパス 2012 年 3 月 17 日
124. 伊藤寿, 桑原卓哉, 樋口祐次, 尾澤伸樹, 島崎智実, 寒川誠二, 久保百司
量子分子動力学法に基づくシリコン酸化膜 SiO₂ の CF_x ラジカルエッチング
プロセスシミュレーション 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演
会 早稲田大学早稲田キャンパス 2012 年 3 月 17 日
125. Makoto Igarashi, Mohd Fairuz Budiman, Wugen Pan, Yusuke Hoshi, Weiguo Hu,
Mohd Erman Syazwan, Kentarou Sawano, Noritaka Usami, Seiji Samukawa
High-Efficiency Quantum Dot Solar Cells Using 2-Dimensional
6.4-nm-Diameter Si Nanodisk with SiC Interlayer 38th IEEE Photovoltaic
Specialists Conference Austin Convention Center 2012 年 6 月 8 日
126. Kazuhiro Miwa, Yuki Nishimori, Shinji Ueki, Masakazu Sugiyama, Tomohiro Kubota,
and Seiji Samukawa Novel dry process for planarization of MEMS sidewall using
neutral beam etching 2012 ASME/JSME Joint International Conference on
Micromechatronics for Information and Precision Equipment Santa Clara
University 2012 年 6 月 19 日
127. Yosuke Tamura, Makoto Igarashi, Mohd Erman Fauzi, Rikako Tsukamoto,
Toshiyuki Kaizu, Takayuki Kiba, Ichiro Yamashita, Yoshitaka Okada, Akihiro
Murayama, and Seiji Samukawa High-density and Sub-20-nm GaAs Nanodisk
Array Fabricated Using Neutral Beam Etching Process for High Performance QDs
Devices 12th International Conference on Nanotechnology
International Convention Centre 2012 年 8 月 22 日

128. モハマド エルマン ファウジ, 五十嵐誠, 胡衛国, 海津利行, 岡田至崇, 寒川誠二 2次元 Si ナノディスクアレイにおけるミニバンド形成と電気伝導性の向上
2012年秋季 第73回応用物理学会学術講演会 愛媛大学、松山大学
2012年9月11日
129. 胡衛国、五十嵐誠、モハマドエルマン、寒川誠二 2D シリコン・ナノディスクにおける電子構造および電気伝導率
2012年秋季 第73回応用物理学会学術講演会 愛媛大学、松山大学
2012年9月11日
130. 五十嵐誠、胡衛国、モハマドラフマン、寒川誠二 均一・高密度・3次元 Si ナノディスクの作製とその電気・光学特性
2012年秋季 第73回応用物理学会学術講演会 愛媛大学、松山大学
2012年9月11日
131. 木場隆之、水島佳也、村山明宏、五十嵐誠、寒川誠二 バイオテンプレートにより作製した Si ナノディスクの発光起源
2012年秋季 第73回応用物理学会学術講演会 愛媛大学、松山大学
2012年9月11日
132. 李昊, 中治光童, 木場隆之, 五十嵐誠, 寒川誠二, 佐久間実緒, 上野貢生, 三澤弘明, 村山明宏 Au 微細構造を複合させた高密度 Si ナノディスクにおける発光特性
2012年秋季 第73回応用物理学会学術講演会 愛媛大学、松山大学
2012年9月11日
133. 田村洋典、五十嵐誠、セドリック・トーマス、モハマド・エルマン・ファウジ、胡衛国、塚本里加子、海津利之、星井拓也、木場隆之、山下一郎、岡田至崇、村山明宏、寒川誠二 バイオテンプレート極限加工による GaAs ナノディスクの作製と発光特性
2012年秋季 第73回応用物理学会学術講演会 愛媛大学、松山大学
2012年9月11日
134. 海津利行, 田村洋典, 五十嵐誠, 胡衛国, 寒川誠二, 岡田至崇 原子状水素援用 MBE による 2次元 GaAs ナノディスクアレイの GaAs/AlGaAs キャップ層再成長
2012年秋季 第73回応用物理学会学術講演会 愛媛大学、松山大学
2012年9月11日
135. 磯田大河, 伊藤公平, 山下一郎, 寒川誠二 フェリチンを用いたシリコン基板上におけるサブ 10nm 金ナノ粒子の高密度配置
2012年秋季 第73回応用物理学会学術講演会 愛媛大学、松山大学
2012年9月12日
136. 和田章良、張睿、高木信一、寒川誠二 低温・超低損傷中性粒子ビーム酸化を用いた高品質 GeO₂/Ge 界面の形成
2012年秋季 第73回応用物理学会学術講演会 愛媛大学、松山大学
2012年9月12日
137. 伊藤寿, 桑原卓哉, 石川岳志, 樋口祐次, 尾澤伸樹, 島崎智実, 寒川誠二, 久保百司 量子分子動力学シミュレーションを用いた CF_x ラジカルによるシリコン酸化膜 SiO₂ のエッチングプロセス解析
2012年秋季 第73回応用物理学会学術講演会 愛媛大学、松山大学
2012年9月12日
138. 三輪和弘, 西森勇貴, 植木真治, 杉山正和, 久保田智広, 寒川誠二 中性粒子ビームを用いた MEMS デバイス作製のための低ダメージエッチング
2012年秋季 第73回応用物理学会学術講演会 愛媛大学、松山大学
2012年9月13日
139. 柳沢優希, 和田章良, 荒木良亮, 久保田智広, 寒川誠二 中性粒子ビームを用いた 3次元 MEMS 構造の無損傷エッチング
2012年秋季 第73回応用物理学会学術講演会 愛媛大学、松山大学
2012年9月13日
140. 吉田 優樹, 和田 章良, 寒川 誠二 超低損傷中性粒子ビームエッチングを用いた微細シリコン振動子の作製
2012年秋季 第73回応用物理学会学術講演会 愛媛大学、松山大学
2012年9月13日
141. 渡辺尚貴, 大塚晋吾, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 植木真治, 額賀理, 杉山正和, 久保田智広, 寒川誠二 第一原理電子状態計算による中性粒子ビーム生成メカニズムの解析 VI
2012年秋季 第73回応用物理学会学術講演会

- 術講演会 愛媛大学、松山大学 2012年9月13日
142. 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 望月俊輔, 杉山正和, 久保田智広, 寒川誠二 中性粒子ビームエッチングモデルと加工形状解析(2) 2012年秋季 第73回応用物理学会学術講演会 愛媛大学、松山大学 2012年9月13日
143. 望月俊輔, 渡辺尚貴, 大塚晋吾, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 三輪和弘, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二 中性粒子ビームエッチングの加工形状シミュレーション(3) 2012年秋季 第73回応用物理学会学術講演会 愛媛大学、松山大学 2012年9月13日
144. 久保田智広, 三輪和弘, バトナサン・アルタンスック, 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 杉山正和, 寒川誠二 中性粒子ビームによるシリコンエッチング(6) 2012年秋季 第73回応用物理学会学術講演会 愛媛大学、松山大学 2012年9月13日
145. 田村洋典, 太田実雄, 藤岡洋, 寒川誠二 塩素中性粒子ビームによるAlGaN/GaNヘテロ構造のダメージフリーエッチング 2012年秋季 第73回応用物理学会学術講演会 愛媛大学、松山大学 2012年9月13日
146. 中山大樹, 和田章良, 久保田智広, Moritz Haass, Robert Bruce, Ryan M. Martin, Nicholas C. M. Fuller, 寒川誠二 中性粒子ビームによる低損傷・高選択比SiNゲートスペーサーエッチング 2012年秋季 第73回応用物理学会学術講演会 愛媛大学、松山大学 2012年9月13日
147. 菊地良幸, 和田章良, 寒川誠二 マイクロ波プラズマ励起大口径中性粒子ビームCVDによる高密度な超低誘電率SiCOHの成膜 2012年秋季 第73回応用物理学会学術講演会 愛媛大学、松山大学 2012年9月14日
148. Akira Wada, Rui Zhang, Shinichi Takagi, Seiji Samukawa Thin Germanium Dioxide Film with a High Quality Interface Formed in a Direct Neutral Beam Oxidation Process The 42nd European Solid-State Device Research Conference 2012年9月18日
149. Tomohiro Kubota and Seiji Samukawa Feature Profile Evolution in Plasma Processing Using Wireless On-Wafer Monitoring System Ninth International Conference on Flow Dynamics Hotel Metropolitan Sendai 2012年9月19日
150. Toshiyuki Kaizu, Yosuke Tamura, Makoto Igarashi, Weiguo Hu, Seiji Samukawa and Yoshitaka Okada Observation of photoluminescence from 2-dimensional GaAs nanodisk array regrown by atomic hydrogen-assisted molecular beam epitaxy 17th International Conference on Molecular Beam Epitaxy 2012年9月27日
151. Yosuke Tamura, Jitsuo Ohta, Hiroshi Fujioka, and Seiji Samukawa Damage-free Neutral Beam Etching for High-performance GaN HEMT 2012 International Conference on Solid State Devices and Materials Kyoto International Conference Center 2012年9月27日
152. Makoto Igarashi, Weiguo Hu, Mohd Erman Syazwan, and Seiji Samukawa Enhancement of Electrical Conductivity by Miniband Formation In Silicon Quantum Dot Superlattice Structure 2012 International Conference on Solid State Devices and Materials Kyoto International Conference Center 2012年9月26日
153. Tomohiro Kubota, Akira Wada, Yuuki Yanagisawa, Batnasan Altansukh, Kazuhiro Miwa, Takahito Ono, and Seiji Samukawa 3-Dimensional and Defect-free Etching by Neutral Beam for MEMS Applications 2012 International Conference on Solid State Devices and Materials Kyoto International Conference Center 2012年9月25日

154. Akira Wada, Rui Zhang, Shinichi Takagi, Seiji Samukawa Formation of 1.7-nm-thick-EOT Germanium Dioxide Film with a High-Quality Interface Using a Direct Neutral Beam Oxidation Process Pacific Rim Meeting (222nd meeting of ECS) 2012年10月12日
155. 西森勇貴, 植木真治, 三輪和弘, 杉山正和, 寒川誠二, 橋口原 プラズマダメージを抑制した中性粒子ビームエッチングのMEMSにおける効果検証と各種シリコン表面との比較 第29回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム 北九州国際会議場及び西日本総合展示場 2012年10月23日
156. Daiki Nakayama, Akira Wada, Tomohiro Kubota, Moritz Haass, Robert Bruce, Ryan. M. Martin, Nicholas Fuller, Seiji Samukawa Highly Selective and Controllable Si₃N₄ Etching to Si and SiO₂ for sub-22-nm Gate Spacer using CF₃ Neutral Beam with O₂ and H₂ AVS 59th International Symposium and Exhibition Tampa Convention Center 2012年10月29日
157. Yoshiyuki Kikuchi, Akira Wada, and Seiji Samukawa Functional carbon contained film formation using Neutral-Beam-Enhanced Chemical-Vapor-Deposition by microwave plasma AVS 59th International Symposium and Exhibition Tampa Convention Center 2012年10月30日
158. Mohd Erman Fauzi, Makoto Igarashi, Weiguo Hu, and Seiji Samukawa Fabrication of 3D Array Si Quantum Dots Superlattice Using Biotemplate and Neutral Beam Etching AVS 59th International Symposium and Exhibition Tampa Convention Center 2012年10月31日
159. Shingo Ohtsuka, Naoki Watanabe, Tomohiro Kubota, Takuya Iwasaki, Yasuroh Iriye, Kohei Ono, and Seiji Samukawa Theoretical calculation of neutralization efficiency of positive and negative chlorine ions with consideration of excited states AVS 59th International Symposium and Exhibition Tampa Convention Center 2012年11月1日
160. Yosuke Tamura, Makoto Igarashi, Mohd Erman Fauzi, Weiguo Hu, Ichiro Yamashita, and Seiji Samukawa High-aspect Ratio and Diameter Controlled GaAs/AlGaAs Nano-pillar fabrication using defect-free neutral beam etching and bio-template process AVS 59th International Symposium and Exhibition Tampa Convention Center 2012年11月1日
161. Yuuki Yanagisawa, Tomohiro Kubota, Batnasan Altansukh, Kazuhiro Miwa, and Seiji Samukawa 3-Dimensional and defect-free neutral beam etching for MEMS applications AVS 59th International Symposium and Exhibition Tampa Convention Center 2012年11月1日
162. Weiguo Hu, Makoto Igarashi, Ming-Yi Lee, Yiming Li, and Seiji Samukawa 50% Efficiency Intermediate Band Solar Cell Design Using Highly Periodical Silicon Nanodisk Array IEEE International Electron Devices Meeting Hilton San Francisco Union Square 2012年12月10日
163. 胡衛国、五十嵐誠、モハammad エルマン ファウジ、肥後昭男、李明義、李義明、寒川誠二 Silicon Nanodisk Intermediate Band Solar Cell 第60回 応用物理学会春季学術講演会 神奈川工科大学 2013年3月30日
164. 五十嵐誠、モハammad M ラフマン、胡衛国、寒川誠二 3次元 Si 量子ナノディスク超格子構造における光吸収・電導特性 第60回 応用物理学会春季学術講演会 神奈川工科大学 2013年3月28日
165. トーマス セドリック、田村洋典、五十嵐誠、モハammadエルマンファウジ、肥後昭男、胡衛国、久保田智広、寒川誠二 Ar:Cl₂ mixture ratio study on Neutral Beam etching of GaAs 第60回 応用物理学会春季学術講演会 神奈川工科大学 2013年3月30日

166. 田村洋典、五十嵐誠、トーマスセドリック、モハammadエルマンファウジ、胡衛国、肥後昭男、塚本里加子、海津利行、星井拓也、木場隆之、山下一郎、岡田至崇、村山明宏、寒川誠二 バイオテンプレート極限加工による直径制御 GaAs ナノディスクの作製とその発光特性 第 60 回 応用物理学会 春季学術講演会 神奈川工科大学 2013 年 3 月 30 日
167. モハammad エルマン ファウジ、田村洋典、肥後昭男、王云鵬、杉山正和、中野義昭、寒川誠二 バイオテンプレート極限加工による 3 次元アレイ GaAs ナノディスクの作製 第 60 回 応用物理学会 春季学術講演会 神奈川工科大学 2013 年 3 月 30 日
168. 肥後昭男、田村洋典、モハammad エルマン ファウジ、トーマス セドリック、五十嵐誠、胡衛国、木場隆之、村山明宏、王云鵬、杉山正和、中野義昭、寒川誠二 GaAs ナノディスクの AlGaAs/GaAs MOVPE 埋め込み再成長 第 60 回 応用物理学会 春季学術講演会 神奈川工科大学 2013 年 3 月 28 日
169. 胡衛国、五十嵐誠、モハammad エルマン ファウジ、肥後昭男、李明義、李義明、寒川誠二 Type-II Germanium Nanodisk for Photovoltaic Applications 第 60 回 応用物理学会 春季学術講演会 神奈川工科大学 2013 年 3 月 30 日
170. モハammad エルマン ファウジ、五十嵐誠、胡衛国、田村洋典、和田章良、山下一郎、寒川誠二 バイオテンプレート極限加工による Ge ナノ構造の作製 第 60 回 応用物理学会 春季学術講演会 神奈川工科大学 2013 年 3 月 30 日
171. 菊地良幸、和田章良、寒川誠二 マイクロ波プラズマ励起大口径中性粒子ビーム CVD による高密度な超低誘電率 SiCOH の成膜(2) 第 60 回 応用物理学会 春季学術講演会 神奈川工科大学 2013 年 3 月 30 日
172. 中山大樹、和田章良、久保田智広、寒川誠二 中性粒子ビームによる低損傷・高選択比 SiN エッチングメカニズムの解明 第 60 回 応用物理学会 春季学術講演会 神奈川工科大学 2013 年 3 月 27 日
173. 和田章良、中山大樹、張睿、高木信一、寒川誠二 低温・超低損傷中性粒子ビーム酸化を用いた Al₂O₃/GeO_x/Ge 構造の形成 第 60 回 応用物理学会 春季学術講演会 神奈川工科大学 2013 年 3 月 28 日
174. 久保田智広、三輪和弘、バトナサン・アルタンスック、大塚晋吾、渡辺尚貴、岩崎拓也、入江康郎、小野耕平、杉山正和、寒川誠二 中性粒子ビームによるシリコンエッチング(7) 第 60 回 応用物理学会 春季学術講演会 神奈川工科大学 2013 年 3 月 28 日
175. 久保田智広、佐藤充男、岩崎拓也、小野耕平、寒川誠二 オンウェハモニタリングによるプラズマプロセスダメージ・形状予測 第 60 回 応用物理学会 春季学術講演会 神奈川工科大学 2013 年 3 月 27 日
176. 木場隆之、須崎健太、田村洋典、五十嵐誠、トーマスセドリック、胡衛国、海津利行、岡田至崇、寒川誠二、村山明宏 トップダウン加工 GaAs ナノディスクにおけるキャリアスピン緩和 第 60 回 応用物理学会 春季学術講演会 神奈川工科大学 2013 年 3 月 30 日
177. 渡辺尚貴、大塚晋吾、岩崎拓也、小野耕平、入江康郎、植木真治、額賀理、杉山正和、久保田智広、寒川誠二 第一原理電子状態計算による中性粒子ビーム生成メカニズムの解析 VII 第 60 回 応用物理学会 春季学術講演会 神奈川工科大学 2013 年 3 月 28 日
178. 大塚晋吾、渡辺尚貴、岩崎拓也、小野耕平、入江康郎、望月俊輔、三輪和弘、杉山正和、久保田智広、寒川誠二 中性粒子ビームエッチングモデルと加工形状解析(3) 第 60 回 応用物理学会 春季学術講演会 神奈川工科大学 2013 年 3 月 28 日
179. 望月俊輔、渡辺尚貴、大塚晋吾、岩崎拓也、小野耕平、入江康郎、三輪和弘、

- 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二 中性粒子ビームエッチングの加工形状シミュレーション (4) 第 60 回 応用物理学会春季学術講演会 神奈川県 神奈川工科大学 2013 年 3 月 28 日
180. 三輪和弘, 植木真治, 西森勇貴, 杉山正和, 久保田智広, 寒川誠二, 橋口原 中性粒子ビームを用いた 3D MEMS デバイス作製のための Si エッチング 第 60 回 応用物理学会春季学術講演会 神奈川県 神奈川工科大学 2013 年 3 月 29 日
181. 伊藤寿, 桑原卓哉, 石川岳志, 樋口祐次, 尾澤伸樹, 寒川誠二, 久保百司 フルオロカーボンラジカルによるシリコン酸化膜 SiO₂ エッチングプロセスへの量子分子動力学法アプローチ 第 60 回 応用物理学会春季学術講演会 神奈川県 神奈川工科大学 2013 年 3 月 28 日
182. Weiguo Hu, Mohammad Maksudur Rahman, Takeru Okada, Akio Higo, Yiming Li, and Seiji Samukawa Simulation of Type-II Ge/Si Quantum Dot Solar Cells 16th International Workshop on Computational Electronics Nara Prefectural New Public Hall 2013 年 6 月 6 日
183. Yoshiyuki Kikuchi, Akira Wada, and Seiji Samukawa Extremely Non-Porous Ultra-Low-K SiOCH (k=2.3) with Sufficient Modulus (>10 GPa), High Cu Diffusion Barrier and High Tolerance for Integration Process Formed by Large-Radius Neutral-Beam Enhanced CVD 2013 IEEE International Interconnect Technology Conference Kyoto Research Park 2013 年 6 月 14 日
184. Akira Wada, Koki Igarashi, Takeru Okada, Seiji Samukawa Damage-less Graphene Etching by Oxygen Neutral Beam for Graphene Nanoribbon Fabrication The 13th IEEE International Conference on Nanotechnology Shangrila hotel 2013 年 8 月 8 日
185. Yosuke Tamura, Akio Higo, Takayuki Kiba, Wang Yunpeng, Makoto Igarashi, Cedric Thomas, Weiguo Hu, Mohd Erman Fauzi, Akihiro Murayama, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, Seiji Samukawa Photoluminescence of High-density and Sub-20-nm GaAs Nanodisks Fabricated with a Neutral Beam Etching Process and MOVPE Regrowth for High Performance QDs Devices The 13th IEEE International Conference on Nanotechnology Shangrila hotel
186. Yosuke Tamura, Akio Higo, Takayuki Kiba, Wang Yunpeng, Cedric Thomas, Takeru Okada, Weiguo Hu, Akihiro Murayama, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, Seiji Samukawa High Density and High Aspect Ratio GaAs/AlGaAs Nanopillar array Fabricated by Fusion of Bio-Template and Neutral Beam Etching 2013 Internatinal Conference on Solid State Devices and Materials Hilton Fukuoka Sea Hawk 2013 年 9 月 25 日
187. Takeru Okada, Ching-Yuan Su, Chi-Hsien Huang, Kouki Igarashi, Akira Wada, Lain-Jong Li, Kuan-I Ho, Pei-Wen Li, Inn-Hao Chen, Chao-Sung Lai, and Seiji Samukawa Ultra-low Damage Fabrication of Graphene Nanoribbons by Neutral Beam Etching 2013 Internatinal Conference on Solid State Devices and Materials Hilton Fukuoka Sea Hawk 2013 年 9 月 26 日
188. Yoshiyuki Kikuchi and Seiji Samukawa Ultra Low-k Non-Porous SiOCH Film (k < 2.2) Formed by Ultra Precise Molecular Control in Polymerization Synthesis by Using Large-Radius Neutral-Beam-Enhanced CVD 2013 Internatinal Conference on Solid State Devices and Materials Hilton Fukuoka Sea Hawk 2013 年 9 月 27 日
189. Chi-Hsien Huang, Ching-Yuan Su, Chao-Sung Lai, and Seiji Samukawa Selective Oxidation of Large-Scale Graphene Sheet by Low Damage Plasma

- Treatment IEEE Nanotechnology Materials and Device Conference
Shangri-La Hotel 2013年10月8日
190. Takeo Ohno and Seiji Samukawa Resistive Switching in an Ultra-thin Tantalum Oxide Film IEEE Nanotechnology Materials and Device Conference
Shangri-La Hotel 2013年10月8日
191. Akio Higo, Yosuke Tamura, Takayuki Kiba, Cedric Thomas, Wang Yunpeng, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, Akihiro Murayama, and Seiji Samukawa
The Fabrication of GaAs Quantum Nanodisks Combination of Biotemplate, Neutral Beam Etching and MOVPE IEEE Nanotechnology Materials and Device Conference
Shangri-La Hotel 2013年10月7日
192. Cédric Thomas, Yosuke Tamura, Akio Higo, Naofumi Okamoto, Ichiro Yamashita, and Seiji Samukawa Fabrication of GaAs/AlGaAs nano-pillars using bio-templete combined with neutral beam defect-free etching AVS 60th International Symposium & Exhibition Long Beach Convention Center
2013年10月31日
193. Yoshiyuki Kikuchi and Seiji Samukawa Conductive carbon film formation at low temperature (<R. T.) using Neutral-Beam-Enhanced Chemical-Vapor-Deposition AVS 60th International Symposium & Exhibition Long Beach Convention Center
2013年10月31日
194. Tomohiro Kubota, Michio Sato, Takuya Iwasaki, Kohei Ono, and Seiji Samukawa Feature profile evolution in plasma processing using on-wafer monitoring system AVS 60th International Symposium & Exhibition Long Beach Convention Center
2013年10月31日
195. Naoki Watanabe, Shingo Ohtsuka, Shunsuke Mochizuki, Tomohiro Kubota, Takuya Iwasaki, Yasuroh Iriye, Kohei Ono, and Seiji Samukawa Numerical simulation of total processes of neutral beam etching from generation of neutral beam by collision of ions against graphite sidewall to 3-dimensional etching profile AVS 60th International Symposium & Exhibition Long Beach Convention Center
2013年10月31日
196. Takeru Okada, Kouki Igarashi, and Seiji Samukawa Damage-free Etching of Graphene using Oxygen Neutral Beam towards Edge State Control AVS 60th International Symposium & Exhibition Long Beach Convention Center
2013年10月31日
197. Hiroshi Ito, Takuya Kuwahara, Yuji Higuchi, Nobuki Ozawa, Seiji Samukawa, Momoji Kubo Atomistic Etching Mechanisms of SiO₂ Surface by Fluorocarbon Radicals: Quantum Chemical Molecular Dynamics Simulation 2013 MRS Fall Meeting & Exhibit Hynes Convention Center and Sheraton Boston Hotel 2013年12月4日
198. 久保田智広、寒川誠二 最先端電池基盤技術コンソーシアムの取り組み
安全・安心工学コース分野横断型シンポジウム「エネルギーシステムの安全性、健全性」 東北大学青葉山キャンパス 2014年2月21日
199. 岡田健、五十嵐航基、Su Ching Yuan, Hang Chi Hshien, Patrick Han, 菅原克明、一杉太郎、高橋隆、寒川誠二 グラフェンのプラズマ加工における損傷メカニズムの解明 第61回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014年3月17日
200. 五十嵐孔基、岡田健、Su Ching Yuan, Hang Chi Hshien, Patrick Han, 菅原克明、一杉太郎、高橋隆、寒川誠二 バイオテンプレート極限加工を用いたグラフェン量子ドットの作製と光学特性評価 第61回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014年3月17日

201. Mohammad Maksudur Rahman、五十嵐誠、岡田健、星裕介、宇佐美德隆、寒川誠二 Effect of Vertical Miniband on the Photovoltaic Performance of a Solar Cell with Quantum Dot Superlattice Fabricated by Using Bio-Template and Neutral Beam Etching Technology 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014 年 3 月 17 日
202. エルマン モハマド、岡田 健、藤井拓也、遠藤広孝、伊藤公平、山下一郎、寒川誠二 バイオテンプレート極限加工による高密度 10 nm Ge ナノディスクの作製と光学特性 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014 年 3 月 17 日
203. 田村洋典、肥後昭男、セドリック トーマス、吉川憲一、岡田 健、王 云鵬、杉山正和、中野義昭、寒川誠二 バイオテンプレート極限加工による高密度 GaAs ナノディスクの作製プロセスの最適化 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014 年 3 月 17 日
204. 肥後昭男、田村洋典、木場隆之、セドリック トーマス、王 云鵬、山下一郎、杉山正和、中野義昭、村山明宏、寒川誠二 バイオテンプレート極限加工による GaAs 量子ナノディスクの狭帯域フォトルミネッセンス特性、第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014 年 3 月 17 日
205. 木場隆之、田中 亨、田村洋典、肥後昭男、寒川誠二、村山明宏 高均一 GaAs 量子ナノディスクにおけるピコ秒キャリアダイナミクス 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014 年 3 月 17 日
206. 吉川憲一、李 昌勇、田村洋典、肥後昭男、Cedric Thomas、山下一郎、寒川誠二 バイオテンプレート極限加工による InGaAs 量子ナノディスクの作製 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014 年 3 月 17 日
207. 榊原康明、菊地良幸、寒川誠二 中性粒子ビームにおける RF バイアス印加状態のモニタリングと加速機構解明2 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014 年 3 月 17 日
208. Halubai Sekhar、久保田智広、Van Toan Nguyen、小野崇人、寒川誠二 "Silicon micromechanical resonator with high quality factor fabricated by damage-free neutral beam etching process", 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014 年 3 月 18 日
209. 中山大樹、大野武雄、北城雅基、寒川誠二 Ge ゲートスタック形成のための酸素中性粒子ビームを用いた Al/Ge 同時酸化プロセス 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014 年 3 月 18 日
210. Takeo Ohno and Seiji Samukawa Tantalum Oxide Resistance Change Memory Formed by Neutral Beam Technique 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014 年 3 月 18 日
211. 伊藤 寿、桑原卓哉、樋口祐次、尾澤伸樹、寒川誠二、久保百司 量子分子動力学法を用いたシリコン酸化膜のエッチングプロセスにおけるエッチャントの堆積機構に関する研究 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014 年 3 月 18 日
212. 久保田智広、佐藤充男、岩崎拓也、小野耕平、寒川誠二 オンウェハモニタリングによるプラズマエッチング形状異常予測 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014 年 3 月 19 日
213. エルマン モハマド、岡田 健、磯田大河、伊藤公平、山下一郎、寒川誠二 バイオテンプレートを用いた中性粒子ビーム加工による Ge ナノディスク作製 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014 年 3 月 19 日
214. Halubai Sekhar、久保田智広、岡田 健、太田実雄、藤岡 洋、寒川誠二

- Damage-free AlGaIn/GaN Recess-Gate Etching using Cl₂ Neutral Beam 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014 年 3 月 19 日
215. Thomas Cedric, 田村洋典, 肥後昭男, 岡田 健, 寒川誠二 Activation energy measurement of chlorine neutral beam etching of GaAs 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014 年 3 月 19 日
216. 昌 錫江, 菊池良幸, 中野雅識, 井上久美, 末永智一, 野沢俊久, 寒川誠二 Conductive DLC Film Prepared by NBECVD for Bio-LSI Sensor 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014 年 3 月 19 日
217. 太田実雄, Halubai Sekhar, 久保田智広, 岡田 健, 寒川誠二, 藤岡 洋 塩素中性粒子ビームを用いた窒化物薄膜のエッチング特性 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014 年 3 月 19 日
218. 田村洋典, セドリック トーマス, 李 昌勇, 肥後昭男, 岡田 健, 山下一郎, 寒川誠二 PEG 修飾フェリチンによる高密度分散配置 GaAs ナノディスクの作製 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014 年 3 月 20 日
219. 李 昌勇, 肥後昭男, Cedric Thomas, 田村洋典, 吉川憲一, 山下一郎, 寒川誠二 Polyethylene glycol (PEG)を塗布した基板上のフェリチン 2 次元配列 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014 年 3 月 20 日
220. 昌 錫江, 菊地良幸, 中野雅識, 井上久美, 末永智一, 野沢俊久, 寒川誠二 Conductive DLC Film Deposition by Low Temperature Neutral Beam Enhanced Chemical Vapor Deposition 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学相模原キャンパス 2014 年 3 月 20 日
221. Nguyen Van Toan, Tomohiro Kubota, Halubai Sekhar, Seiji Samukawa, and Takahito Ono Fabrication and evaluation of silicon micromechanical resonator using neutral beam etching technology The 9th International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems Hyatt Regency Waikiki 2014 年 4 月 14 日
222. Daiki Nakayama, Takeo Ohno, and Seiji Samukawa Formation of Germanium Oxide Thin Film by Neutral Beam Oxidation Process and Post Oxidation Method 2014 MRS Spring Meeting & Exhibit Moscone West and San Francisco Marriott Marquis 2014 年 4 月 25 日
223. Halubai Sekhar, Tomohiro Kubota, Takeru Okada, Yosuke Tamura, ChangYong Lee, Jitsuo Ohta, Hiroshi Fujioka, and Seiji Samukawa Damage-free AlGaIn/GaN Recess-Gate Etching using Cl₂ Neutral Beam for High-Performance HEMTs The 3rd International Symposium on Next-Generation Electronics Chang Gung University 2014 年 5 月 8 日
224. Cedric Thomas, Yosuke Tamura, Akio Higo, Takayuki Kiba, Akihiro Murayama, Seiji Samukawa GaAs/AlGaAs stacked layers etched by neutral beam for the fabrication of quantum dot structures The 3rd International Symposium on Next-Generation Electronics Chang Gung University 2014 年 5 月 10 日
225. Seiji Samukawa, Shintaro Ishii, Akio Higo, Yosuke Tamura, Takayuki Kiba, Akihiro Murayama, Yiming Li Full 3D Quantum Energy Level Simulation for GaAs/AlGaAs Quantum Nanodisks Fabricated by Ultimate Top-down Process The 3rd International Symposium on Next-Generation Electronics Chang

- Gung University 2014年5月10日
226. 井上 久美、松平 昌昭、伊野 浩介、中野 将識、菅野 佑介、須田 篤史、國方 亮太、吉田 慎哉、早坂 丈、菊地 良幸、Xijiang Chang、久保田 智広、珠玖 仁、田中 秀治、寒川 誠二、末永 智一 アンペロメトリックバイオイメージングプラットフォーム「バイオ LSI」 第 74 回分析化学討論会 日本大学工学部
2014年5月25日
227. Xun Gu, Yoshiyuki Kikuchi, Toshihisa Nozawa, and Seiji Samukawa A Novel Metallic Complex Reaction Etching for Transition Metal and Magnetic Material by Low-Temperature and Damage-Free Neutral Beam Process for Non-Volatile MRAM Device Applications 2014 Symposia on VLSI Technology and Circuits Hilton Hawaiian Village 2014年6月10日
228. Takeo Ohno, Daiki Nakayama, and Seiji Samukawa Al/Ge Simultaneous Oxidation Process using Oxygen Neutral Beam for Ge MOS Transistor The 6th IEEE International Nanoelectronics Conference 2014 Hokkaido University
2014年7月30日
229. Takuya Fujii, Takeru Okada, Mohd Erman Syazwan, Taiga Isoda, Hirotaka Endo, Mohammad Maksudur Rahman, Kohei Ito, Seiji Samukawa Fabrication of High Density Sub-10nm Germanium Nanodisk Array Using Bio-template and Neutral Beam Etching for Solar Cell Application The 6th IEEE International Nanoelectronics Conference 2014 Hokkaido University 2014年7月30日
230. Kenichi Yoshikawa, Akio Higo, Chang Yong Lee, Yosuke Tamura, Cedric Thomas, Takayuki Kiba, Shintaro Ishii, Hassanet Sodabanlu, Yunpeng Wang, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, Ichiro Yamashita, Akihiro Murayama, Seiji Samukawa Fabrication of InGaAs Quantum Nanodisk Array by Using Bio-Template and Top-Down Etching Processes 14th IEEE International Conference on Nanotechnology Eaton Chelsea Hotel 2014年8月19日
231. Yosuke Tamura, Akio Higo, Takayuki Kiba, Cedric Thomas, Yunpeng Wang, Hassanet Sodabanlu, Ichiro Yamashita, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, Akihiro Murayama, and Seiji Samukawa Narrow Line-Width Photoluminescence Spectrum of GaAs Nanodisks Fabricated Using Bio-Template Ultimate Top-Down Processes 14th IEEE International Conference on Nanotechnology Eaton Chelsea Hotel 2014年8月19日
232. Takayuki Kiba, Yosuke Tamura, Cedric Thomas, Ichiro Yamashita, Akihiro Murayama "OPTICAL CHARACTERISTICS OF GAAS QUANTUM NANODISKS ARRAYS BY USING NEUTRAL BEAM TOP-DOWN PROCESS" 2014 International Conference on Optical MEMS and Nanophotonics (OMN) University of Strathclyde 2014年8月19日
233. Takeru Okada¹, Koki Igarashi¹, Patrick Han², Taro Hitosugi², C-H. Huang³, C-Y. Su⁴, and Seiji Samukawa^{1,2} Fabrication of Two-Dimensional 10 nm Graphene dot array and Optical Characterization 2014 International Conference on Solid State Devices and Materials Tsukuba International Congress Center
2014年9月9日
234. Chentir Mohamed-Tahar, Takuya Fujii, Taiga Isoda, Kohei Itoh, Hirotaka Endo, Y. Hoshi, Noritaka Usami, and Seiji Samukawa Fabrication And Optical Characterization Of α -Germanium Nano Disk Structure Using Bio-Template And Neutral Beam Etching for Solar Cell Application 2014 International Conference on Solid State Devices and Materials Tsukuba International Congress Center
2014年9月11日

235. Xun Gu, 菊地良幸, 野沢俊久, 寒川誠二 A Metallic Complex Reaction Etching of Transition Metal by Low-temperature and Damage-free Neutral Beam Process (II) 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 北海道大学札幌キャンパス 2014 年 9 月 17 日
236. 岡田健, CY Su, CH Huang, 寒川誠二 グラフェンドット作製と光学特性解析 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 北海道大学札幌キャンパス 2014 年 9 月 17 日
237. 倉光良明, 東原敬, 遠藤和彦, 寒川誠二, 昌原明植, 森江隆 FinFET-ナノディスクアレイ構造デバイスによる時間軸での積和演算 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 北海道大学札幌キャンパス 2014 年 9 月 18 日
238. 東原敬, 遠藤和彦, 柳永勲, 五十嵐誠, 寒川誠二, 昌原明植, 森江隆 FinFET-ナノディスクアレイ構造結合のためのプロセス手法 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 北海道大学札幌キャンパス 2014 年 9 月 18 日
239. Chentir Mohamed-Tahar, Okada Takeru, Kawai Naoyuki, Wada Kazumi, Samukawa Seiji Germanium Nano-Wires Fabrication And Size Control by Combined Top-Down Process Neutral Beam Etching And Hydrogen Radical Treatment 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 北海道大学札幌キャンパス 2014 年 9 月 18 日
240. Mohammad Maksudur Rahman, Takeru Okada, Akio Higo, Halubai sekhar, Noritaka Usami, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, and Seiji Samukawa Optimization of Passivation Layer for a Quantum Dot Superlattice Fabricated with Bio-template and Neutral Beam Etching Technology for High Efficiency Solar Cell 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 北海道大学札幌キャンパス 2014 年 9 月 18 日
241. C. Thomas, C.Y. Lee, K. Yoshikawa, A. Higo, T. Kiba, I. Yamashita, A. Murayama, and S. Samukawa Etching of InGaAs/GaAs layered structures by neutral beam etching for quantum dot laser applications 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 北海道大学札幌キャンパス 2014 年 9 月 18 日
242. 肥後昭男, 木場隆之, トーマス セドリック, 李昌勇, 吉川憲一, 田村洋典, 山下一郎, 王雲鵬, ハサネット・ソダーバナル, 杉山正和, 中野義昭, 村山明宏, 寒川誠二 バイオテンプレート極限加工によるInGaAs量子ナノディスクの光学特性評価 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 北海道大学札幌キャンパス 2014 年 9 月 18 日
243. 木場隆之, 肥後昭男, 田村洋典, セドリック トーマス, 寒川誠二, 村山明宏 バイオテンプレート極限加工 GaAs 量子ディスクにおけるピコ秒キャリア捕捉ダイナミクス 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 北海道大学札幌キャンパス 2014 年 9 月 18 日
244. 田中亨, 木場隆之, 肥後昭男, 田村洋典, セドリック トーマス, 寒川誠二, 村山明宏 バイオテンプレート極限加工 GaAs 量子ディスクにおける電子スピンドイナミクスの磁場中反射ポンププローブ分光 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 北海道大学札幌キャンパス 2014 年 9 月 18 日
245. 李昌勇, 肥後昭男, 太田実雄, 山下一郎, 藤岡洋, 寒川誠二 バイオテンプレート極限加工による高密度 InGaN/GaN 量子ナノ構造の作製 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 北海道大学札幌キャンパス 2014 年 9 月 18 日
246. 榊原康明, 三ツ森章祥, 菊地良幸, 寒川誠二 RF 印加電圧波形解析と中性粒子ビーム加速機構のモデル化 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 北海道大学札幌キャンパス 2014 年 9 月 19 日
247. 伊藤寿, 桑原卓哉, 樋口祐次, 尾澤伸樹, 寒川誠二, 久保百司

- 量子分子動力学法に基づくシリコン酸化膜のエッチングプロセスにおけるエッチャントの堆積メカニズムの解明 第75回応用物理学会秋季学術講演会 北海道大学札幌キャンパス 2014年9月19日
248. Xijiang Chang, 菊地良幸, 久保田智広, 井上久美, 末永智一, 野沢俊久, 寒川誠二 “DLC Film Deposited on Micro-Electrode with NBECVD for Bio-LSIs” 第75回応用物理学会秋季学術講演会 北海道大学札幌キャンパス 2014年9月19日
249. 久保田智広, 菊地良幸, 谷勲, 野沢俊久, 寒川誠二 酸素・中性粒子ビームによる酸化・錯体反応を用いた遷移金属エッチングメカニズム 第75回応用物理学会秋季学術講演会 北海道大学札幌キャンパス 2014年9月19日
250. 久保田智広, 渡辺尚貴, 大塚晋吾, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 寒川誠二 第一原理理論計算による中性粒子ビーム生成メカニズムの定量的予測 第75回応用物理学会秋季学術講演会 北海道大学札幌キャンパス 2014年9月19日
251. Chentir Mohamed-Tahar, Takuya Fujii, Taiga Isoda, Kohei Itoh, Hiroataka Endo, Y. Hoshi, Noritaka Usami, and Seiji Samukawa, Fabrication And Optical Characterization Of α -Germanium Nano Disk Structure Using Bio-Template And Neutral Beam Etching for Solar Cell Application, *2014 International Conference on Solid State Devices and Materials*, G-7-4 (Tsukuba, 2014/09/11).
252. Takeru Okada and Seiji Samukawa, Modification of Graphene by Neutral Beam Irradiation and Edge Structure Analysis, *American Vacuum Society 61st International Symposium & Exhibition*, 2D+AS+EM+NS+SS-MoA9 (Baltimore, 2014/11/10).
253. Tomohiro Kubota, Naoki Watanabe, Shingo Ohtsuka, Takuya Iwasaki, Kohei Ono, Yasuroh Iriye, and Seiji Samukawa, Precise theoretical calculation of neutral beam generation efficiency by collision of chlorine against graphite surface, *American Vacuum Society 61st International Symposium & Exhibition*, PS2+TF-ThM13 (Baltimore, 2014/11/13).
254. Cedric Thomas, Kenichi Yoshikawa, Chang-Yong Lee, Yosuke Tamura, Akio Higo, Takayuki Kiba, Akihiro Murayama, Ichiro Yamashita, Seiji Samukawa, Top-down InGaAs/GaAs nanopillars fabrication using a bio-nano process and a neutral beam etching process, *American Vacuum Society 61st International Symposium & Exhibition*, PS-ThA8 (Baltimore, 2014/11/13).
255. 久保田智広, 菊地良幸, 寒川誠二, 酸素中性粒子ビームによる酸化及び錯体反応を用いた遷移金属エッチングメカニズム(2), 第62回応用物理学会春季学術講演会, 14a-A27-6 (平塚, 2015/03/14).
256. 大野武雄, 寒川誠二, 極薄 Ta₂O₅ 膜の抵抗変化型メモリへの適用, 第62回応用物理学会春季学術講演会, 13p-P5-2 (平塚, 2015/03/13).
257. 岡田健, 寒川誠二, 窒素中性粒子ビームによる窒素ドーピンググラフェンの構造制御, 第62回応用物理学会春季学術講演会, 12a-D7-5 (平塚, 2015/03/12).

258. C. Thomas, C.Y. Lee, A. Higo, N. Okamoto, I. Yamashita, S. Samukawa, InGaAs quantum dot fabrication by a top-down approach for optical devices applications: effect of nanoscale etching mask, 第62回 応用物理学会春季学術講演会, 14a-A27-3 (平塚, 2015/03/14).
259. 李昌勇、肥後昭男、太田実雄、藤岡洋、寒川誠二, 中性粒子ビームによるAlGaIn/GaN HEMT リセスゲート構造の作製, 第62回 応用物理学会春季学術講演会, 11p-A21-6 (平塚, 2015/03/11).
260. 李昌勇、肥後昭男、Thomas Cedric、新村忠、寒川誠二, 中性粒子ビームエッチングとプラズマエッチングにおけるAlGaInのエッチング表面状態の比較, 第62回 応用物理学会春季学術講演会, 11p-A21-5 (平塚, 2015/03/11).
261. 肥後昭男、木場隆之、Thomas Cedric、王雲鵬、山下一郎、杉山正和、中野義昭、村山明宏、寒川誠二, バイオテンプレート極限加工によるGaAs量子ナノディスクLEDの試作, 第62回 応用物理学会春季学術講演会, 12p-A25-7 (平塚, 2015/03/12).
262. 榊原康明、菊地良幸、寒川誠二, RF印加電圧波形解析と中性粒子ビーム加速機構のモデル化2, 第62回 応用物理学会春季学術講演会, 11p-A27-1 (平塚, 2015/03/11).
263. YinHsien Su, JiaNan Shih, Tomohiro Kubota, WenHsi Lee, YingLang Wang, and Seiji Samukawa, Patterning of High-k/metal gate Stack by Neutral Beam Etching Technique for Sub-20 nm CMOS Technology, 第62回 応用物理学会春季学術講演会, 13a-A24-11 (平塚, 2015/03/13).
264. 藤井拓也、磯田大河、シェンティエルモハメッドタハール、遠藤広考、伊藤公平、寒川誠二, バイオテンプレート極限加工を用いたGeナノディスクの作製と光学特性, 第62回 応用物理学会春季学術講演会, 12a-A17-1 (平塚, 2015/03/12).

③ ポスター発表 (国内会議 4件、国際会議 38件)

1. M. Yamada and K. M. Itoh, "Line and Space Patterns Fabricated by Metal Assisted Chemical Etching," The 12th Asia Pacific Physics Conference of AAPPS, July 14-19, 2013, Makuhari Messe Chiba, Japan.
2. T. Isoda, I. Yamashita, S. Samukawa, and K. M. Itoh, "Fabrication of Sub-10nm Gold Nanoparticles on Si Substrate Using Biotemplate Method," T. Tanaka, Y. Hoshi, K. Sawano, Y. Shiraki, and K. M. Itoh, "Carrier Density Dependence of Two-Dimensional Hole Gas Mobility in Strained Ge," The 12th Asia Pacific Physics Conference of AAPPS, July 14-19, 2013, Makuhari Messe Chiba, Japan.
3. T. Tanaka, Y. Hoshi, K. Sawano, Y. Shiraki, and K. M. Itoh, "Carrier Density Dependence of Two-Dimensional Hole Gas Mobility in Strained Ge," The 12th Asia Pacific Physics Conference of AAPPS, July 14-19, 2013, Makuhari Messe Chiba, Japan.
4. 山田道洋、伊藤公平「金属アシスト化学エッチングを用いたシリコンナノワイヤの作製」, 第73回 応用物理学会学術講演会, 松山大学・愛媛大学, 2012年9月11~14日
5. 磯田大河、伊藤公平、山下一郎、寒川誠二「フェリチンを用いたシリコン基板上に

- におけるサブ 10nm 金ナノ粒子の高密度配置」, 第 73 回応用物理学会学術講演会, 松山大学・愛媛大学, 2012 年 9 月 11~14 日
6. 海津利行 (神戸大学), 「中性粒子ビームエッチングにより作製した GaAs ナノディスクの PL 特性のディスク高さ依存性」, 2013 年春季第 60 回応用物理学会学術講演会、神奈川、 2013.3.29
 7. T. Kaizu (Kobe University), “Photoluminescence Properties of Height-controlled GaAs Nanodisks Fabricated by Neutral Beam Etching“, 40th International Symposium on Compound Semiconductors, Kobe, 2013.5.20.
 8. Rikako Tsukamoto, Ichiro Yamashita, and Seiji Samukawa Self-Assembled Bio-Conjugates Nano-Masks for Sub-10nm Ultra-Fine Nano-Etching Seventh International Conference on Flow Dynamics Sendai 2010/11/2
 9. Xuan-Yu Wang, Chi-Hsien Huang, Rikako Tsukamoto, Toshiyuki Kaizu, Makoto Igarashi, Pierre-Andre Mortemousque, Hajime Shinohara, Yoshitaka Okada, Akihiro Murayama, Kohei Itoh, Yuzo Ohno, Yamashita Ichiro, and Seiji Samukawa Damage-free Top-down Processes of Fabricating Two-dimensional Array of Sub-10nm Nanometer GaAs Nanodisks using Bio-template and Neutral Beam Etching for Intermediate Band Solar Cell Applications 37th IEEE Photovoltaic Specialists Conference Seattle 2011/6/23
 10. Takayuki Kiba Takayuki Kiba, Y. Mizushima, Akihiro Murayama, Makoto Igarashi, Chi-Hsien Huang, and Seiji Samukawa Inter-disk electron transfer in Si-nanodisk arrays fabricated by using bio-templates 16th International Conference on Luminescence and Optical Spectroscopy of Condensed Matter Ann Arbor 2011/6/27-7/1
 11. Ichiro Yamashita and Seiji Samukawa Development of Structure-controllable Multi-disk Single-electron Transistors by Ultimate Etching Technique with Bio-templating Eighth International Conference on Flow Dynamics Sendai 2011/11/10
 12. Takashi Morie, Haichao Liang, Yilai Sun, Makoto Igarashi, and Seiji Samukawa Fundamental Study on Spiking Neuron Devices Eighth International Conference on Flow Dynamics Sendai 2011/11/10
 13. Makoto Igarashi, Mohda Fairuz Budiman, Weiguo Hu, and Seiji Samukawa A High Density 2D Array of ϕ 6-nm Silicon-Nanodisk Structures and its Optical Characteristics for Solar Cells Eighth International Conference on Flow Dynamics Sendai 2011/11/11
 14. Mohd Fairuz Budiman, Makoto Igarashi, Kohei M. Itoh, Ichiro Yamashita, Weiguo Hu, and Seiji Samukawa, Optical Characteristics of 6-nm Si Quantum Nanodisk Array Structure by Bio-template and Neutral Beam Etching 21st International Photovoltaic Science and Engineering Conference Fukuoka 2011/11/30
 15. Weiguo Hu, Mohd Fairuz Budiman, Makoto Igarash, Ming-Yi Lee, Yiming Li, and Seiji Samukawa Well aligned Si Nanodisks and in-plane minibands formation International Conference on Quantum Dots Santa Fe 2012/5/15
 16. Weiguo Hu, Mohd Fairuz Budiman, Makoto Igarash, Ming-Yi Lee, Yiming Li, and Seiji Samukawa In-Plane Miniband Formation of Si Nanodisk and Its Application in Intermediate-Band Photovoltaics 38th IEEE Photovoltaic Specialists Conference Austin 2012/6/5
 17. Takayuki Kiba, Y. Mizushima, Makoto Igarashi, Seiji Samukawa, and Akihiro Murayama Picosecond carrier dynamics induced by coupling of wavefunctions in a Si-nanodisk array fabricated by neutral-beam etching using bio-nano-templates

International Conference on Superlattices, Nanostructures and Nanodevices
Dresden 2012/7/26

18. Koudo Nakaji, Hao Li, Takayuki Kiba, Makoto Igarashi, Seiji Samukawa, and Akihiro Murayama Plasmonic enhancement of photoluminescence in hybrid Si nanostructures with Au fabricated by fully top-down lithography
International Conference on Superlattices, Nanostructures and Nanodevices
Dresden 2012/7/24
19. Takashi Morie, Haichao Liang, Takashi Tohara, Kazuhiko Endo, Makoto Igarashi, and Seiji Samukawa Intelligent Information Processing Circuits Using Nanodisk Array Structure
Ninth International Conference on Flow Dynamics
Sendai 2012/9/20
20. Ichiro Yamashita and Seiji Samukawa Development of a Field Effect Transistor with Channel Surface Covered by Probe-Biomolecules with a Newly Developed Aptamer
Ninth International Conference on Flow Dynamics
Sendai 2012/9/20
21. Takayuki Kiba, Kenta Suzuki, Hao Li, Makoto Igarashi, Seiji Samukawa, and Akihiro Murayama Surface/interface-related optical properties in Si nanodisks fabricated by neutral-beam etching using bio-templates
17th International Conference on Molecular Beam Epitaxy Nara 2012/9/27
22. Akio Higo, Y. Tamura, M. Igarashi and Seiji Samukawa Fabrication and Optical Response of High-density GaAs Nanodisk Array Using Neutral Beam Etching
The AIMR International Symposium 2013 Sendai
2013/2/19
23. Mohammad Rahman、宇佐美徳隆、寒川誠二 バイオテンプレート極限加工による3次元量子ドット超格子構造の作製 第10回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム 金沢 2013/5/23
24. Weiguo Hu, Mohd Erman Fauzi, Makoto Igarashi, Akio Higo, Ming-Yi Lee, Yiming Li, Noritaka Usami, and Seiji Samukawa Type-II Ge/Si Quantum Dot superlattice for Intermediate-band Solar Cell Applications
39th IEEE Photovoltaic Specialists Conference Tampa 2013/6/18
25. Mohammad Maksudur Rahman, Makoto Igarashi, Weiguo Hu, Mohd Erman Syazwan, Yusuke Hoshi, Noritaka Usami, and Seiji Samukawa High Photo-Current Generation in a Three-Dimensional Silicon Quantum Dot Superlattice Fabricated by Combination of Bio-Template and Neutral Beam Etching for Quantum Dot Solar Cell
39th IEEE Photovoltaic Specialists Conference Tampa
2013/6/20
26. Mohd Erman Fauzi, Takeru Okada, M. M. Rahman, Yusuke Hoshi, Kentarou Sawano, Ichiro Yamashita, Noritaka Usami, and Seiji Samukawa Fabrication of Defect-Free Sub-20-nm Germanium Nanodisk Structure Using Bio-template and Neutral Beam Etching
2013 JSAP-MRS Joint Symposia Kyotanabe 2013/9/19
27. Cédric Thomas, Yosuke Tamura, Akio Higo, Weiguo Hu, Takeru Okada, Naofumi Okuda, Ichiro Yamashita, and Seiji Samukawa Top-down formation of 2D array of GaAs nano-pillars by using bio-template and neutral beam etching
2013 JSAP-MRS Joint Symposia Kyotanabe 2013/9/19
28. Mohammad Maksudur Rahman, Makoto Igarashi, Weiguo Hu, Mohd Erman Syazwan, Yusuke Hoshi, Noritaka Usami, and Seiji Samukawa Effects of Miniband in Three-Dimensional Silicon Quantum Dot Superlattice Structure Fabricated by Top-Down Process Using Bio-Template and Neutral Beam Etching for High

- Efficiency Quantum Dot Solar Cell 28th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition Paris 2013/9/30
29. Daisuke Otori, Atsuhiko Fukuyama, and Seiji Samukawa Photoconductivity Decay and Carrier Lifetime in Silicon Nanodisk Array Structure Fabricated by Using Bio-templates and Neutral Beam Etching 10th International Conference on Flow Dynamics Sendai 2013/11/26
 30. Takashi Morie, Takashi Tohara, Kazuhiko Endo, Makoto Igarashi, and Seiji Samukawa Intelligent Information Processing Circuits Using Nanodisk Array Structure 10th International Conference on Flow Dynamics Sendai
 31. Ichiro Yamashita, Rikako Tsukamoto, Naofumi Okamoto, Ryouta Matsuyama, Yosuke Tamura, and Seiji Samukawa Development of Bio-template Process for Etching Mask of 2D Dispersive Nanoparticle Array 10th International Conference on Flow Dynamics Sendai 2013/11/26
 32. Mohammad Maksudur Rahman, Makoto Igarashi, Weiguang Hu, Mohd Erman Syazwan, Takeru Okada, Yusuke Hoshi, Noritaka Usami, and Seiji Samukawa Effect of Miniband Formation in a Quantum Dot Super Lattice Fabricated by Combination of Bio-Template and Neutral Beam Etching for High Efficiency Quantum Dot Solar Cells IEEE Photovoltaic Specialists Conference Denver 2014/6/10
 33. Takuya Fujii, Takeru Okada, Mohd Erman Syazwan, Taiga Isoda, Hirofumi Endo, Mohammad Maksudur Rahman, Kohei Ito, Seiji Samukawa a-Germanium Nano Disk Array Fabrication by Combination of Bio Template and Neutral Beam Etching for Solar Cell Application IEEE Photovoltaic Specialists Conference Denver 2014/6/10
 34. Cedric Thomas, Yosuke Tamura, Takeru Okada, Akio Higo, Seiji Samukawa Fundamental mechanisms of neutral beam etching for III-V quantum dots fabrication The 6th IEEE International Nanoelectronics Conference 2014 Sapporo 2014/7/30
 35. Yosuke Tamura, Akio Higo, Takayuki Kiba, Cedric Thomas, Takeru Okada, Wang Yunpeng, Hassanet Sodabanlu, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, Akihiro Murayama, Seiji Samukawa GaAs/AlGaAs quantum nanodisks by using neutral beam etching and their optical response The 6th IEEE International Nanoelectronics Conference 2014 Sapporo 2014/7/30
 36. Akio Higo, Takayuki Kiba, Yosuke Tamura, Shintaro Ishii, Cedric Thomas, Takuya Ozaki, Akihiro Murayama, Seiji Samukawa Optical characteristics of GaAs Quantum Nanodisks by the Combination of Bio-template Ultimate Top-down process The 6th IEEE International Nanoelectronics Conference 2014 Sapporo 2014/7/30
 37. Chang Yong Lee, Akio Higo, Cédric Thomas, Yosuke Tamura, Seiji Samukawa Low Temperature InGaAs Oxidation Process using Defect-Free Neutral Beam Technology with Various Indium Concentrations The 6th IEEE International Nanoelectronics Conference 2014 Sapporo 2014/7/30
 38. Moahmed-Tahar Chentir, Takeru Okada, Naoyuki Kawai, Kazumi Wada, Seiji Samukawa Bio-Template and Neutral Beam Etching Technique applied for Germanium Nanowires Fabrication The 6th IEEE International Nanoelectronics Conference 2014 Sapporo 2014/7/30
 39. Kenichi Yoshikawa, Akio Higo, Chang Yong Lee, Yosuke Tamura, Cedric Thomas, Takayuki Kiba, Shintaro Ishii, Hassanet Sodabanlu, Yunpeng Wang, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, Ichiro Yamashita, Akihiro Murayama, Seiji Samukawa

- Fabrication of InGaAs quantum nanodisk by using Bio-template and neutral beam etching processes The 6th IEEE International Nanoelectronics Conference 2014 Sapporo 2014/7/30
40. Shintaro Ishii, Akio Higo, Kenichi Yoshikawa, Yosuke Tamura, Takayuki Kiba, Akihiro Murayama, Yiming Li, Seiji Samukawa Quantum energy levels simulation for InGaAs/GaAs Quantum Nanodisks fabricated by Ultimate Top-down Process The 6th IEEE International Nanoelectronics Conference 2014 Sapporo 2014/7/29
 41. Mohammad Maksudur Rahman, Takeru Okada, Noritaka Usami, Seiji Samukawa Effect of Miniband in a Solar Cell with Quantum Dot Superlattice Fabricated with Bio-templates and Neutral Beam Etching Methods The 6th IEEE International Nanoelectronics Conference 2014 Sapporo 2014/7/29
 42. Y. Tamura, C. Thomas, T. Kiba, Y. Wang, H. Sodabanlu, J. Takayama, M. Sugiyama, Y. Nakano I. Yamashita, A. Murayama, S. Samukawa Quantum GaAs Nanodisk Light Emitting Diode Fabricated by Ultimate Top-down Neutral Beam Etching 24th International Semiconductor Laser Conference Palma 2014/9/9

(4)知財出願

①国内出願 (11 件)

(5)受賞・報道等

①受賞

- 2009 年 科学技術分野の文部科学大臣表彰・科学技術賞(研究部門):寒川誠二
- 2009 年 米国真空学会(AVS)フェロー表彰:寒川誠二
- 2010 年 応用物理学会論文賞(優秀論文賞):寒川誠二、黄啓賢、五十嵐誠、浦岡行治、冬木隆、山下一郎、竹口雅樹
- 2010 年 米国真空学会(AVS)Plasma Prize:寒川誠二
- 2011 年 東北大学ディステイングイッシュトプロフェッサー表彰:寒川誠二
- 2011 年 the 21st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-21) Student Paper Award: Mohd Fairuz
- 2012 年 Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Senior Member:寒川誠二
- 2013 年 東北大学 総長賞:五十嵐誠
- 2013 年 日本機械学会 三浦賞:田村洋典
- 2014 年 The 40th IEEE Photovoltaic Specialists Conference Best Poster Award: Mohammad Maksudur Rahman

②マスコミ(新聞・TV等)報道

- 2009/10/7 日刊工業新聞 東北大 円盤状量子ドット形成 高効率太陽電池に応用
- 2010/9/22 日刊工業新聞 直径 10 ナノの円盤構造物 2 ナノ間隔で基板上に 東北大 量子ドット実現
- 2011/6/21 日刊工業新聞 太陽電池 変換効率 シリコンで 45%超 量子ドット型、安価に 東北大
- 2011/7/13 河北新報 シリコンで超格子構造 次世代太陽電池に応用 東北大・寒川教授
- 2012/6/4 日刊工業新聞 量子ドット太陽電池 シリコン製で 12.6% 東北大 豪を抜き世界最高効率
- 2012/6/4 日経産業新聞 シリコン量子ドット太陽電池 変換効率 12.6%に 東北大
- 2012/6/5 河北新報 量子ドットの太陽電池 試作に成功 東北大・寒川教授グループ エネルギー変換効率向上へ道筋
- 2012/8/20 日刊工業新聞 バイオ・ナノ技術融合 高密度量子ドット開発 東北大流体力学研
- 2012/9/18 日経産業新聞 酸化膜、厚さ 2 ナノメートル以下 東北大 ゲルマニウム半導体
- 2012/12/11 日刊工業新聞 量子ドット太陽電池 変換効率 50%超 たんぱく質で超格子構造 東北大が理論
- 2013/3/5 河北新報 産学で最先端電池開発 東北大、企業と連携組織 5月設立
- 2013/5/31 河北新報 次世代電池開発へ連携 東北大と企業 研究組織を設立
- 2014/9/5 日刊工業新聞 均一配列、密度 10 倍 量子ドット LED バイオ技術で 3D 構造 東北大 広域波長帯に対応
- 2014/9/8 OPTRONICS ONLINE 東北大ら、3次元量子ドットによるLEDの作製と発

光に成功
 2014/9/8 Yahoo Japan 東北大、3次元量子ドット構造を用いたLEDの作製・発光を実現
 2014/9/8 マイナビニュース 東北大、3次元量子ドット構造を用いたLEDの作製・発光を実現

③その他

(6)成果展開事例

①実用化に向けての展開

・経済産業省「平成24年度産学連携イノベーション促進事業補助金」に対して申請を行い、産学連携イノベーション促進事業採択事業者（申請者名：国立大学法人東北大学、リーダー寒川教授）に採択され、現在、電池最先端電池基盤技術コンソーシアムを実施、運営中。課題名「垂直統合型技術結集と新たな産学連携システムによる。最先端電池基盤技術の創出事業」（H24～26年度）

上記、コンソーシアムにおいて分科会（太陽電池、二次電池、燃料電池、最適化）を催しており、当該太陽電池セミナーにて、企業側研究者に対し本研究で開発した中性粒子ビームとバイオテンプレートを活用した量子ドット太陽電池の作製法について紹介・指導を行っている。特許4件出願済。

②社会還元的な展開活動

§5 研究期間中の活動

5.1 主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2009/12/18	インテリジェントナノプロセス研究会	東北大学	50名	バイオナノプロセスの成果と今後の展開について議論した。
2010/8/20	フロンティアプロセス研究会	ウェスティンホテル仙台	50名	ナノディスク作製に用いるプラズマの計測方法について議論した。
2010/12/22	インテリジェントナノプロセス研究会	東北大学	50名	計算と実験の融合による表面反応の理解について議論した。
2011/8/5	フロンティアプロセス研究会	東北大学	50名	量子ドット太陽電池などナノデバイスの現状と今後の展開について発表した。
2011/10/17	CREST シンポジウム「トップダウンとボトムアップの融合によるナノ構造の作製と新機能発現」	東京大学	50名	成果について発表した。ナノディスクアレイの作製条件と構造、電気・光特性、今後の方針などについて議論した。

2011/12/16	インテリジェントナノプロセス研究会	東北大学	50名	太陽電池を含むエネルギーデバイスの現状と今後の展開について議論した。
2012/9/5	フロンティアプロセス研究会	産業技術総合研究所	57名	ナノエレクトロニクスの今後の展開に関して議論した。
2012/12/20	インテリジェント・ナノプロセス研究会	トラストシテイカンファレンス仙台	40名	トップダウンとボトムアップの融合による量子ナノ構造作製プロセスのブレークスルーと新たなデバイスへの展開に関して議論した
2013/3/18	第1回ミニバンド研究会	宮崎大学	20名	量子ドット規則配列により生じるとされるミニバンドの物理について議論した
2013/8/23	応用物理学会シリコンテクノロジー分科会第164回フロンティアプロセス研究会	産業技術総合研究所	40名	量子ドット太陽電池などナノエネルギーデバイスの現状と今後の展開について発表・議論した。
2013/11/11	応用物理学会シリコンテクノロジー分科会第165回フロンティアプロセス研究会	産業技術総合研究所	40名	グラフェンの物理やグラフェンデバイスについて議論した。
2013/11/25-26	Internatinal conference on fluid science	仙台国際センター	約200名	特別セッション First International Symposium on Innovative Energy Researchを設置し、量子ドット太陽電池について発表・議論した。
2015/2/19-20	第2回ミニバンド研究会	宮崎大学	50名	量子ドット規則配列により生じるとされるミニバンドの物理について議論した

§6 最後に

(本研究の意義と達成度)

本研究プロジェクトの目標は、私共の提案したバイオテンプレート極限加工による量子ドット作製技術を量子ドット太陽電池および量子ドットレーザーに展開するものであった。最大の成果は、トップダウン加工で作製した GaAs, InGaAs, InGaN 等の化合物量子ドットが世界で初めて電流注入で発光したことである。この成果で本提案プロセスが量子ドットレーザーへの展開が可能であることを強く印象付けるものとなった。今後、実用化に向けて進める大きな土台を築けたと考えている。一方、量子ドット太陽電池に関しては、太陽電池構造の作製や界面制御が困難を極め、従来の太陽電池と比較した発電効率を議論できる状況には至っていない。しかし、シリコン量子ドットと SiC 中間層の組み合わせた3次元構造で光吸収やキャリア輸送においてミニバンド形成の効果を示すことができたことは画期的な成果である。今後、量子ドット太陽電池としては、経済産業省イノベーション促進事業におけるコンソーシアム活動の中でプロセス、デバイス、システムの検討が継続されていくことで、将来の実用化の可能性を見出していきたい。本研究の意義は量子ドットレーザーや量子ドット太陽電池の可能性を示しただけでなく、バイオテンプレート極限加工は Si, Ge, GaAs, InGaAs, InGaN, グラフェンなどのあらゆる材料に適用して均一高密度配置制御ナノ円盤構造が作成でき、その直径と厚さというパラメータを制御することでバンドギャップを制御できること、また、その間隔および中間層材料を制御することで波動関数の結合を制御できるとことを示したことである。

このようなバンド構造制御性の高い量子ドット作製技術は他に類を見ないものであり、量子ドット物理の体系化にも大いに寄与すると期待され、今後の応用にも大きな可能性を示すことができた。

