

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名: フォトニック結晶を用いた究極的な光の発生技術の開発

2. 研究代表者: 野田 進(京都大学工学研究科(兼)光・電子理工学教育研究センター 教授・副センター長)

3. 研究概要

本研究は、フォトニック結晶を用いて、不要な光のモードを排除し、真に必要なモードのみを用いた究極的な光の発生技術の開発を行い、超高効率発光デバイスや、安定な縦横モードかつユニークなビームパターンをもつ大面積レーザの創出を目指す。併せて、光子-電子系の弱・強結合に関する検討も行い、次世代量子通信・情報のための基礎を築く。これらの研究は、将来的には、極限的に高い Q 値をもつ光ナノ共振器と電子系の結合体を複数集積した光量子演算や、様々な光エレメントを一括集積した光チップの世界へとつながっていくものと期待される。

4. 中間報告結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

(1) 研究の進捗状況

本研究では、フォトニック結晶による光場の制御を通じて、究極的な光の発生技術を開発することを目的とし、具体的に、(1) 2次元フォトニック結晶による究極的な光の発生技術の開発、(2) 3次元フォトニック結晶による究極的な光の発生技術の開発、(3) 大面積コヒーレント動作可能なレーザ技術の開発の三つの課題を設定している。

世界初となる数多くの成果が得られており、順調に研究が進展している。達成度は極めて高いと判断される。具体的には、ナノ共振器の Q 値の動的制御に成功したこと、ナノ共振器と量子ナノ構造との融合系において新しい発光メカニズムを発見したこと、3次元フォトニック結晶における表面モード伝搬の観察に初めて成功したこと、ストライプ積層型 3次元結晶作製のための位置あわせ自動化に成功したこと、GaN/空気 2次元フォトニック結晶形成法を考案・実現したこと等、当初計画では想定されていなかった新たな展開が数多く見受けられる。

Science、Nature、Nature Material、Nature Photonics を含む第一級の国際学術誌に数多くの成果を公表しており、その科学的・技術的インパクトは極めて高い。また、フォトニック結晶の分野を、質、量ともに先導しており、国内外の類似研究と比較して、そのレベルや重要度も極めて高く、本研究に関係した学協会からの受賞、新聞報道等も際立って多く、高く評価できる。

(2) 研究体制

野田研究室の京大メンバーに加え、複数の企業からの派遣研究員が参加し、40名以上の体制で研究が実施されている。研究課題が重複しないように適切な設定がなされ、円滑な運営が実施されている。研究代表者は、物理的基礎に加え、高度な技術的知見を有しており、リーダーシップを十分に発揮している。

(3) 研究費の執行状況

- 1) 研究費はほぼ当初予定通りに執行されている。研究費の 61% が設備費に当てられているが、これは、高精度フォトニック結晶の作成のために、チームメンバーが共通に使用する基盤的設備であり、これにより多くの高度な成果が得られているので、適切に配分されていると判断される。
- 2) 本研究費で購入された高精度電子ビーム露光装置が多くの重要な研究成果を生み出しており、研究

費は極めて有効に活用されていると判断される。

(4)その他の特記事項

本プロジェクトは、複数の企業の参画により実施されているので、研究成果の実用化への移行が迅速に展開されるであろう。また、大学および会社の人材育成にも大きく貢献していると考えられる。

4-2. 今後の研究に向けて

- 1) これまでの成果を基礎として、2次元・3次元フォトニック結晶による究極的な光の発生技術と大面積コヒーレント動作可能なレーザの開発を目指す研究の進め方は、研究実施体制、研究費ともに適当と判断される。
- 2) フォトニック結晶の特質を最大限活かした極限的な光の制御技術の確立、フォトニック結晶レーザの高出力化・短波長化の進展が見込まれる。
- 3) 究極的な光の発生技術に貢献でき、フォトニック結晶レーザの進展は、社会的インパクトが大きい。

4-3. 総合評価

フォトニック結晶による光場の制御を通じて、究極的な光の発生技術の開発を目指す本研究は、これまでの高いレベルの研究成果、その先導性、科学的・技術的インパクトの大きさから、戦略目標として期待される水準を大きく上回ると判断される。