

課題番号 : F-14-NM-0122  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名 (日本語) : フォトニック結晶導波路と広帯域発光量子ドットを用いた多波長光源の試作  
Program Title (English) : Fabrication of photonic crystal waveguides including quantum dots for multi-wavelength light source  
利用者名 (日本語) : 保田 拓磨  
Username (English) : T. Yasuda  
所属名 (日本語) : 和歌山大学大学院システム工学研究科  
Affiliation (English) : Graduate School of System Engineering, Wakayama University

## 1. 概要 (Summary)

本研究は、フォトニック結晶導波路(PC-WG)と広帯域発光量子ドット(QD)というナノ材料の組み合わせにより、超微小サイズの広帯域波長可変レーザーの実現を目指すものである。このレーザーは、従来の半導体レーザーと異なる全く新しい機構と構造を持ち、PC-WG が持つ特異な光分散関係により発生する光の低群速度現象を利用して共振器を用いずに特定の波長の光の発振を起こす。さらに、発光源として自己組織化 QD を用いることで広帯域な波長範囲での発振を得る。既存レーザーでは成しえない小型集積化と波長可変範囲を実現し、超低消費エネルギー光通信光源や、超高分解能光コヒーレンストモグラフィなどの画期的な応用が期待される。本年度は、この提案の実証に向け、QD を含有する PC-WG の試作と構造評価を行った。

## 2. 実験 (Experimental)

### 【利用した主な装置】

- ・ 100kV 電子ビーム描画装置
- ・ 化合物ドライエッチング装置
- ・ 走査電子顕微鏡

### 【実験方法】

まず、分子線エピタキシー(MBE)法を用いて、GaAs 基板上に InAs-QD を含む基板作製を行った。発光を広帯域化するために、発光波長を制御した複数の自己組織化 InAs-QD 層を成長した。QD の発光波長制御には、異なる厚みの歪緩和層(strain reducing layer = SRL)を QD 上に積層する手法を用いた。発光帯域(半値全幅)は約 90 nm であった。次に、この多波長量子ドットを含む薄膜基板に対して、PC 構造を作製した。PC 構造を導入するにあたって、QD の発光帯域内に PC-WG モードが得られるように PC パラメータを設定する必要があるため、QD の発光スペクトル測定結果をもとに、フォトニックバンド計算によって PC-WG

構造の設計を行った。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

バンド計算で得られた設計パラメータ通りに微細加工を行うために、電子線描画とドライエッチングの条件出しを行った。ここでの条件出しとは、微細加工後のサンプルの SEM 観察像から PC パラメータである空孔径と格子定数を実測し、設計値に近づくように電子線描画とドライエッチングの条件最適化を行う作業である。Fig. 1 に実際に取得した加工後のサンプル SEM 画像を示す。空孔の格子定数は一定( $a=300$  nm)で、フィリングファクター(FF)の異なる 4 種類の PC-WG を示している。条件出し完了後の PC サンプルにおける設計値と実測値はほぼ一致しており、設計通りのサンプル構造が得られた。今後、このサンプルを用いて、提案光源としての動作実証を行う予定である。

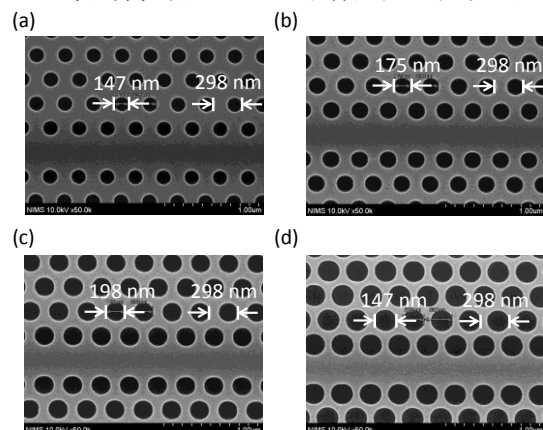


Fig. 1 SEM images of fabricated PC-WGs including QDs. Air holes are designed with a lattice constant of 300 nm and filling factor (FF) = (a) 0.37, (b) 0.33, (c) 0.29, (d) 0.25.

## 4. その他・特記事項 (Others)

なし

## 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし

## 6. 関連特許 (Patent)

なし