

平成 24 年 3 月 30 日

東京大学光イノベーション基金奨学金

終了報告書

東京大学学生委員会委員長 殿

所属研究科・専攻	工学系研究科 マテリアル工学専攻
学生証番号	37-106625
申請者氏名	(ふりがな) ほりえ ゆう 堀江 優

下記のとおり最終研究を報告します。

研究テーマ	シリコン上波長再構成可能レーザーとそのプロトタイプ化に関する研究
終了報告	<p>[概要] シリコンフォトニクス向けのチップ上レーザー光源において、周囲の温度変化の影響を受け、その共振波長が安定化しないという問題がある。レーザー共振波長の制御を図って、機械的な応力/ひずみを印加し、利得スペクトルのピーク、あるいは共振器の共振波長を外部制御するアプローチをとった。機械的な応力/ひずみの導入には、片持ち梁構造と呼ばれる固定端と自由端からなる薄膜を用いる。これまでにSi上GaAs発光層を片持ち梁構造に加工し、その自由端に外力を加えることでGaAs発光層からの発光波長の長波長化を確認した [1]。今回、共振器の共振ピークを制御することを目的とした。具体的には、Si片持ち梁構造内にフォトニック結晶(PhC)共振器を作製、その共振ピークを解析した。またPhC共振器への応力/ひずみの印加を行い、共振ピークの測定および考察を行った。</p> <p>[成果] これまでにSi上GaAs発光層を片持ち梁構造に加工し、その自由端に外力を加えることでGaAs発光層からの発光波長の長波長化を確認した [1,2]。今回、共振器の共振ピークを制御することを目的として、Si片持ち梁構造内に対し、(1) PhC微小共振器を作製・共振ピーク解析、(2) 応力/ひずみを印加し共振スペクトルを評価した。Si片持ち梁構造は、従来と同じく、SOI基板より作製した。我々が通常用いている大きさの梁構造では、ひずみが数<math>\mu\text{m}</math>の領域に分布している。そのため共振器は、微小な領域に光を閉じ込めることの可能な2次元PhC共振器を採用・作製した(図2)。共振ピークを評価するために、顕微フォトルミネッセンス法によってSiからなる梁構造内のPhC共振器を励起し、その発光スペクトルを測定した。FDTD法による計算からPhC共振器の閉じ込めによる共振ピークを確認した(図1)。この梁構造を外部応力/ひずみを加えることによって応力/ひずみを導入し、その5次モードによる共振ピークを測定した。梁構造の変形時には、その共振ピークのおよそ1.4 nmの短波長化が確認された。Q値の変化は見られなかった[3] (図3)。短波長化の原因として実効的な共振器長が短くなったことが考えられる。作製したPhCの空孔は完全ではなく円錐形をなしていることが観察により分かった。この構造に起因し、ひずみを印加したときに、共振器が経験する実効共振器長が短くなることで短波長化に寄与したと考えられる。これらの結果は、周囲の温度変化の影響を受けて共振器の動作波長が変化してしまうという問題をひずみによって補償可能であることを示唆する。</p> <p>[外部発表] [1] Y. Horie et al., MRS Fall Meeting 2010, at Boston MA, USA (2010). [2] Y. Horie et al., Opt. Express 19(17) 15732-15738 (2011). [3] Y. Horie et al., MRS Spring Meeting 2012, at San Francisco CA, USA (2012).</p>

指導教員のコメント	<p>申請者の研究テーマは、チップ上に光源、フィルターなどの動作波長がチップの温度変動によりふらつくことを抑制するため、複素屈折率が歪みの関数であることに着目し温度変動による波長のシフトを未然に抑制することをねらったものである。GaAs on Ge on Siの片持ち梁構造を作製し、外部応力の印加によりGaAsの利得係数がチップ温度変動に対し固定化することができることを初めて実証した。これは同時に一つの光源波長の再構成が可能であることをしめすもので、今後、さらに、微小な梁上に光源を集積する上で最適と考えられるフォトニック結晶共振器をシリコン梁に製作し、その外部応力印加に対する応答を測定し、共振波長が外部応力に対する変化を検出した。以上、計画通り研究テーマを遂行し、期待したゴールを達成した。</p>
-----------	---

上記の通り相違ありません。

指導教員: 和田一実



所属部局: 工学系研究科マテリアル工学専攻