

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	今村 陸
論文審査担当者： 主査 慶應義塾大学 教授 博士（工学） 田邊 孝純			
副査 慶應義塾大学 教授 博士（工学） 斎木 敏治			
慶應義塾大学 教授 博士（工学） 武岡 正裕			
慶應義塾大学 教授 博士（理学） 渡邊 紳一			
東京大学先端科学技術研究センター 特任教授 Ph.D. セット, ジイヨン			
学士（工学）、修士（工学）今村陸君提出の学位請求論文は「Design and fabrication of high-Q optical microresonators for integrated passive mode-locked lasers」（集積型受動モード同期レーザ向け高 Q 値微小光共振器の設計と作製）と題し、5 章から構成されている。 モード同期レーザを用いた超短パルス光は、これまで多くの応用に利用されてきた。しかし、従来のモード同期レーザは大規模な光学系を必要とし、集積化による小型化や動作安定性の向上に関する取り組みは限定的であった。一方、近年は、高 Q 値微小光共振器における四光波混合利得を用いて、超短パルス光である光周波数コムを生成できるようになった。しかしながら、この手法は、高いコヒーレンスを有する励起レーザ光を、微小光共振器に対して精密に波長制御しながら注入する必要がある、集積化および安定動作の面で依然として課題が残されている。 これらの課題を根本的に解決するためには、集積化が可能な微小光共振器をレーザ発振させ、受動モード同期を実現させることが極めて重要である。その実現には、利得媒質及び非線形損失媒質を付加した微小光共振器デバイスを、設計、作製、制御する技術の確立が不可欠である。本研究は、このような背景のもと、集積化された受動モード同期レーザの実現に向けて、高 Q 値微小光共振器の設計及び作製技術を開発し、その実現可能性を理論と実験の両面から明らかにするものである。 第 1 章では、本論文の背景として、モード同期レーザの基本概念と先行研究を概観し、本研究の目的について述べている。 第 2 章では、微小光共振器の原理と、高 Q 値微小光共振器を利用した際に得られる非線形光学効果についての基礎理論や先行研究を説明している。 第 3 章では、100 μm から 1 mm の直径を有する高 Q 値微小光共振器の作製とその性能評価について述べている。特に利得媒質としてエルビウムイオンを添加する方法や、非線形損失としてカーボンナノチューブやグラフェンを装荷する方法について詳述している。 第 4 章では、繰り返し周波数 100 GHz を超える集積型モード同期レーザの設計について述べている。単一共振器モデルと結合共振器モデルの二つのアプローチを検討し、それぞれのモード同期条件を計算で示している。単一共振器モデルでは、可飽和吸収素子を装荷した後の微小光共振器で Q 値を 10^8 以上にすることで受動モード同期が可能となり、結合共振器モデルでは、可飽和吸収素子を装荷せずとも Q 値 10^8 の微小光共振器を用いることで同様に受動モード同期が達成できることを明らかにしている。 第 5 章では、本研究の成果を総括し、今後の展望について述べている。 以上要するに、本研究は利得媒質及び非線形損失媒質を付加した高 Q 値微小光共振器の設計指針と素子作製の手法を明らかにすることで、微小光共振器を基盤とする集積型受動モード同期レーザ実現の可能性を示しており、光エレクトロニクス分野において、工学上、工業上寄与するところが少なくない。 よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第 2（電気電子工学専修）科目担当で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。		