

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	藤 井 瞬
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	工学博士 神成 文彦
		慶應義塾大学 教授	博士（工学） 津田 裕之
		慶應義塾大学 教授	博士（理学） 渡邊 紳一
		沖縄科学技術大学院大学 教授	Ph.D. ニコーマック, シーレ
<p>学士（工学）、修士（工学）藤井瞬君提出の学位請求論文は「Dispersion engineering of high-Q optical microresonators for frequency comb generation」（光周波数コム発生のための高Q値微小光共振器の分散設計）と題し、7章から構成されている。</p> <p>光と物質の相互作用に関する研究は、レーザの発明以来大きく進展してきた。その中で、光を微小空間に閉じ込めることで光電磁場強度を高められる高Q値微小光共振器は、非線形光学をはじめとする研究のプラットフォームとして広く用いられてきた。近年、この素子を用いた光周波数コムの生成が報告され、得られる光パルスの高い繰り返し周波数や、発生に用いる素子の優れた集積性や低消費電力性といった特徴から、様々な応用研究に用いられようとしている。高Q値微小光共振器を用いて発生した光周波数コムはマイクロコムと呼ばれる。</p> <p>マイクロコムの発生には様々な条件が必要となる。その中でも、光共振器の適切な分散設計は、光パラメトリック発振の位相整合を得るために必要であり、マイクロコムの発生や波長帯域の拡大、モード同期の実現等に欠かすことができない。本研究は、分散設計の観点からマイクロコム発生を論じたものである。特にフッ化物単結晶やシリカガラスから作製されるウィスピングギャラリーモード微小光共振器を、高いQ値を保ったまま分散制御する技術を開発し、マイクロコムの波長帯域の拡大と高機能化を実現している。</p> <p>第1章では、本研究の背景及び目的を概説している。</p> <p>第2章では、高Q値微小光共振器及びマイクロコムの基礎について述べており、特に3次の非線形光学効果の理論や共振器の作製手法、光学実験の手法等、本研究に必要な要素技術について解説している。</p> <p>第3章では、マイクロコムの発生や高度な制御に必要な、微小光共振器の分散設計の指針を明らかにしている。加えて、計算手法及び光学測定方法についても詳細に説明している。</p> <p>第4章では、超精密切削加工を用いた単結晶微小光共振器の作製手法を新たに開発し、10^8を超える高Q値と構造分散制御を同時に達成した結果を示している。また、超精密切削加工を用いて作製したフッ化マグネシウム微小光共振器を用いると、1オクターブ以上となる140 THz離れたパラメトリック変換光を発振できることを理論と実験から明らかにしている。</p> <p>第5章では、シリコンウェハ上のシリカ微小光共振器を用いて、四光波混合と第三高調波発生を介した波長438 nmの青色光発生を達成している。高次分散を適切に設計することで、所望の波長で可視光が発生できることを示している。</p> <p>第6章では、異なる横モード間のモード結合を利用したマイクロコム発生の新たな数値計算モデルを提案している。本章で示した計算モデルは、正常分散領域におけるモードロックパルスの厳密な解析に用いることができる。その結果、光出力が不安定となる領域があることを発見し、それを評価することを可能としている。</p> <p>第7章では、各章で得られた知見をまとめ、本研究を総括している。</p> <p>以上要するに、本研究は高Q値微小光共振器の高度な分散制御手法を開発するとともに、高度な分散設計を行うとマイクロコムの広帯域化や高機能化が実現できることを示しており、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。</p>			
学識確認結果	<p>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）科目担当者で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。</p> <p>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。</p>		