

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		シリカ微小光共振器による低電力全光信号処理のための非線形光学制御に関する研究			
研究テーマ (欧文) AZ		Optical nonlinear control for low-power all-optical signal processing using silica microcavities			
研究氏 代表名 者	カタカナ CC	姓) タナベ	名) タカスミ	研究期間 B	2010 ~ 2011 年
	漢字 CB	田邊	孝純	報告年度 YR	2010 年
	ローマ字 CZ	Tanabe	Takasumi	研究機関名	慶應義塾大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		慶應義塾大学工学部 准教授			
概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)					
<p>シリカトロイドをはじめとする高 Q 値微小光共振器に光を入射させると、熱光学効果や光カー効果により共振器内の屈折率が上昇し共振器の共鳴波長が変化する。入射光波長を共振器の共鳴波長からわずかにずらしておけば、入射光強度と共振器に結合する光エネルギーとの間にヒステリシス関係、すなわち光双安定が得られることが知られている。この光双安定現象を利用すれば光メモリや光論理回路処理が可能になるので、全光信号処理が実現できると期待されている。特に光カー効果を利用した光双安定メモリは消費電力および速度の点において熱光学効果やキャリアプラズ効果を利用したものに勝っている。そこで、本研究では、(1)シリカトロイド微小光共振器とテーパファイバ結合系における光カー効果による光双安定メモリの実証と解析を数値計算によって行い、低パワー光信号処理に必要な条件を明らかにした。また(2)シリカトロイド微小光共振器の作製を行い Q 値 5×10^5 を達成した。</p> <p>理論解析は結合モード理論と有限要素法とを組み合わせる手法を新たに構築することで、熱光学効果と光カー効果を正確に記述することを可能とし、テーパ光ファイバと共振器の結合を最適に設計することで、光カー効果による動作が得られることを理論的に示した。</p> <p>共振器の Q 値はある一定の入力に対する共振器内の光密度に比例するので、信号処理に必要とされる入力動作パワーは Q 値に反比例して低下していく。つまり、共振器を用いた光信号処理において高 Q 値共振器の実現は重要な課題である。本研究ではシリカトロイド微小光共振器を作製し Q 値 5×10^5 を達成し光双安定動作を実証した。</p>					
キーワード FA	微小光共振器	光学非線形効果	光エレクトロニクス	光信号処理	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要 EZ

Resonant wavelength changes when light enters in an ultrahigh Q microcavity such as a silica toroid, due to thermo optic effect and optical Kerr effect. If the input light wavelength is slightly detuned from the resonance of the optical cavity, the output light exhibits a hysteresis behavior, which is known as an optical bistability. Optical memory and optical logic operations are possible by using optical bistability, which paws the way to demonstrate all-optical signal processing. In particular, optical bistable memory based on Kerr effect is attractive since it achieves lower energy consumption and higher speed than that using thermo optic effect and carrier plasma effect. Therefore, in this work, (1) we numerically demonstrate optical bistable memory based on optical Kerr effect in silica toroid microcavity-tapered fiber coupled system, and revealed condition for achieving low-power all-optical single processing. (2) Also, we fabricate silica toroid microcavity and achieved a Q of 5×10^5 .

Our numerical analysis consists of coupled mode theory and finite-element method, which enables to describe thermo-optic effect and optical Kerr effect rigorously. We showed theoretically that optimal coupling between the tapered fiber and optical fiber enables optical Kerr operation without suffering from thermo optic effect.

Since the intensity of the electrical field in the cavity is in proportion to the cavity Q , the required input power can be smaller for higher cavity Q . Hence achieving ultrahigh Q cavity is the key for achieving all-optical signal processing. In this study we successfully fabricate a cavity with a Q of 5×10^5 and demonstrate optical bistability using the same device.