

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		光共振器と結合した薄膜振動子の量子振動基底状態までの冷却			
研究テーマ (欧文) AZ		Quantum ground state cooling of membrane mechanical oscillator in an optical cavity			
研究氏 代 表 名 者	カタカナ CC	姓) ヤマザキ	名) レキシユウ	研究期間 B	2013 ~ 2014 年
	漢字 CB	山崎	歴舟	報告年度 YR	2015 年
	ローマ字 CZ	Yamazaki	Rekishu	研究機関名	東京大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		東京大学先端科学技術研究センター・助教			
概要 EA (600 字～800 字程度にまとめて下さい。) 原子・電子・光子などを対象とした単一量子操作は量子コンピューター実現へ向けた基礎開発とも考えられ、世界各地で精力的に研究が進められている。他方で、近年における様々なテクノロジーの発展により、目に見えるほどのマクロな物質の量子操作が可能となりつつある。マクロな物質の量子操作は量子観測問題や量子重力などの基礎物理として重要な研究対象であるほか、量子コンピューターをつなげる量子ネットワークの構成部品として重要なことも知られており、基礎・応用の両面で興味深い研究対象である。振動子と光共振器の結合を用いたオプトメカニクスとよばれる研究分野では、共振器中の光の輻射圧を用いて振動子の操作を可能とし、マクロ振動子の量子操作に向けて様々な研究が行われている。本研究では振動子の量子操作に向けた第一歩、振動子の量子基底状態までの冷却に向けて研究を行った。これは量子操作を行う前の振動子の初期化と考えてよい。一辺約 0.5 ミリメートルの Si_3N_4 薄膜振動子を Fabry-Perot 型の光共振器に入れることでオプトメカニクスの実験系を構築し、量子エレクトロニクスの研究で良く知られているレーザー冷却を用いることで振動モードの冷却を行った。薄膜振動子の基準振動となる 11 モードとよばれるモードを室温の 300K から 40mK まで冷却されたことを確認した。レーザー冷却で約 4 桁の冷却が可能となったが、振動子をクライオスタットで予備冷却し初期温度を 4K にすればこの手法で量子基底状態まで到達することも可能なことがわかった。					
キーワード FA	量子ハイブリッド系	オプトメカニクス	量子操作	レーザー冷却	

(以下は記入しないで下さい。)

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下さい。）									
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}

There have been intensive studies on the manipulation of a single atom, electron, and photons in a single quantum level. One of the goals for the precise quantum control is the development of a large scale computational device, the quantum computer. Counter part of the quantum control of a single entity is the control of the macroscopic quantum state. The subject is closely tied to fundamental questions in the quantum measurement as well as quantum gravity. It is also pointed out that the manipulation of a macroscopic quantum state can be a key ingredient for the development of a quantum network, where many quantum computers are networked via quantum channels. In the subject of optomechanics, where photons in an optical cavity is coupled to a mechanical oscillator, the radiation pressure of the photon is used to manipulate the mechanical oscillator. Recently, many researchers are conducting the research towards the quantum control of macroscopic mechanical oscillator using optomechanical devices. We conducted research towards the quantum ground state cooling of the membrane mechanical oscillator in an optical cavity. A square Si_3N_4 membrane with 0.5mm wide is inserted inside a Fabry-Perot resonator to form an optomechanical device. Using the laser cooling technique, well known in the quantum electronics, the fundamental mode of the membrane is cooled from 300K to 40mK. We found the cooling technique is sufficient enough to cool the membrane to the ground state with pre-cooling of the sample to 4K using a cryostat.