

Title	パッケージングした光共振器を利用した呼気中の揮発性有機化合物センシング
Sub Title	Sensing of volatile organic compounds in breathing air by using packaged optical microcavity device
Author	田邊, 孝純(Tanabe, Takasumi)
Publisher	慶應義塾大学
Publication year	2019
Jtitle	学事振興資金研究成果実績報告書 (2018.)
JaLC DOI	
Abstract	<p>高光閉じ込め性能を有する(高Q値)微小光共振器をセンサに用いると、非常に高感度な素子が実現できるとして、数多くの研究がおこなわれている。その性能は、単一ウイルスや単一タンパク質の検出が可能とされ、実験室レベルでは多くの研究がおこなわれている。しかし実際には、そういった光素子をフィールドで用いるには、様々な問題が存在する。その一つが、微小光共振器への光の入出力を安定化し、かつポータブルにする技術の開発である。</p> <p>既に前年度までにpHセンシング等、光センシングの基礎実験は実現しているため、本年度は光入出力技術の安定化やパッケージング化に関する研究開発に重点的に取り組んだ。</p> <p>はじめに、微小光共振器へプリズムを用いて安定的に光を入出力させる系を構築した。プリズム系を持ちることによって、従来のテーパ光ファイバを用いる場合と異なり、定盤にしっかりと固定することができ、装置を実験室外に持ち出しても安定できると期待される。実際に光結合を実現し、センシングに必要な微小光共振器の共振特性を測定することができた。</p> <p>次に、微小光共振器とシリコン光回路の一つであるフォトニック結晶導波路との結合に取り組んだ。シリコンスラブに作製したフォトニック結晶導波路を、光入出力に用いて、微小光共振器をフォトニック結晶素子の上部から近接する形で光結合を実現した。驚くべきことに非常に高い光結合が実現できた。微小光共振器へ効率的に光を入力するためには、微小光共振器中で光が感じる屈折率と入出力導波路の屈折率を等しくしなくてはならないが、それは簡単ではない。特にシリコンは屈折率が高いので、結合が高くないことが予想されるが、実際にはフォトニック結晶の空気穴の効果によって、等価屈折率がピタリと一致する。その結果、従来にない光結合効率を達成できた。本成果は国際会議で発表予定であり、国際学術誌に投稿準備中である。</p> <p>A number of studies have been conducted with expectations that a very high sensitivity device can be realized by using a microcavity with strong optical confinement performance (high Q value). Its performance has made it possible to detect single viruses and single proteins; indeed various studies have been demonstrated at a laboratory level. However, there are still remaining challenges to use such device in the field. One of them is to develop a way to stabilize the input / output light to the microcavity.</p> <p>Since basic experiments on light sensing, such as pH sensing, have already been demonstrated by last year, we focused on the stabilization and packaging of the input & output waveguide, this year.</p> <p>First, we built a system by using a prism that allows stable coupling of the light to input and output. By using a prism system, the system was fixed firmly on the optical breadboard that allows this setup to mode, which is not easy with a conventional tapered optical fiber coupling system. We believe this device has sufficient robustness, even if it is taken out of the laboratory.</p> <p>Next, we studied on the coupling between a microcavity and a photonic crystal waveguide to enable the coupling of the cavity mode with silicon photonic circuits. By placing an optical microcavity on the top of the photonic crystal waveguide silicon slab, we realized the input and output coupling of light. Surprisingly, very high coupling was achieved even though the refractive indexes of SiO₂ and silicon is largely different. In order to achieve efficiently coupling, it is necessary to have the same effective refractive indexes between the cavity and the waveguide, but it is generally not so easy. The use of photonic crystal allowed us to achieve the refractive index matching, due to the presence of the air-holes in the photonic crystal. This result will be presented in an international conference and is being prepared for the submission to an international journal.</p>
Notes	
Genre	Research Paper

URL

https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=2018000005-20180297

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

研究代表者	所属	理工学部	職名	教授	補助額	300 (A) 千円
	氏名	田邊 孝純	氏名 (英語)	Takasumi Tanabe		
研究課題 (日本語)						
パッケージングした光共振器を利用した呼気中の揮発性有機化合物センシング						
研究課題 (英訳)						
Sensing of volatile organic compounds in breathing air by using packaged optical microcavity device						
1. 研究成果実績の概要						
<p>高光閉じ込め性能を有する(高 Q 値)微小光共振器をセンサに用いると、非常に高感度な素子を実現できるとして、数多くの研究がおこなわれている。その性能は、単一ウィルスや単一タンパク質の検出が可能とされ、実験室レベルでは多くの研究がおこなわれている。しかし実際には、そういった光素子をフィールドで用いるには、様々な問題が存在する。その一つが、微小光共振器への光の入出力を安定化し、かつポータブルにする技術の開発である。</p> <p>既に前年度までに pH センシング等、光センシングの基礎実験は実現しているので、本年度は光入出力技術の安定化やパッケージング化に関する研究開発に重点的に取り組んだ。</p> <p>はじめに、微小光共振器へプリズムを用いて安定的に光を入出力させる系を構築した。プリズム系を持ちることによって、従来のテーパ光ファイバを用いる場合と異なり、定盤にしっかりと固定することができ、装置を実験室外に持ち出しても安定できると期待される。実際に光結合を実現し、センシングに必要な微小光共振器の共振特性を測定することができた。</p> <p>次に、微小光共振器とシリコン光回路の一つであるフォトニック結晶導波路との結合に取り組んだ。シリコンスラブに作製したフォトニック結晶導波路を、光入出力に用いて、微小光共振器をフォトニック結晶素子の上部から近接する形で光結合を実現した。驚くべきことに非常に高い光結合が実現できた。微小光共振器へ効率的に光を入力するためには、微小光共振器中で光が感じる屈折率と入出力導波路の屈折率を等しくしなくてはならないが、それは簡単ではない。特にシリコンは屈折率が高いので、結合が高くないことが予想されるが、実際にはフォトニック結晶の空気穴の効果によって、等価屈折率がピタリと一致する。その結果、従来にない光結合効率を達成できた。本成果は国際会議で発表予定であり、国際学術誌に投稿準備中である。</p>						
2. 研究成果実績の概要 (英訳)						
<p>A number of studies have been conducted with expectations that a very high sensitivity device can be realized by using a microcavity with strong optical confinement performance (high Q value). Its performance has made it possible to detect single viruses and single proteins; indeed various studies have been demonstrated at a laboratory level. However, there are still remaining challenges to use such device in the field. One of them is to develop a way to stabilize the input / output light to the microcavity.</p> <p>Since basic experiments on light sensing, such as pH sensing, have already been demonstrated by last year, we focused on the stabilization and packaging of the input & output waveguide, this year.</p> <p>First, we built a system by using a prism that allows stable coupling of the light to input and output. By using a prism system, the system was fixed firmly on the optical breadboard that allows this setup to mode, which is not easy with a conventional tapered optical fiber coupling system. We believe this device has sufficient robustness, even if it is taken out of the laboratory.</p> <p>Next, we studied on the coupling between a microcavity and a photonic crystal waveguide to enable the coupling of the cavity mode with silicon photonic circuits. By placing an optical microcavity on the top of the photonic crystal waveguide silicon slab, we realized the input and output coupling of light. Surprisingly, very high coupling was achieved even though the refractive indexes of SiO₂ and silicon is largely different. In order to achieve efficiently coupling, it is necessary to have the same effective refractive indexes between the cavity and the waveguide, but it is generally not so easy. The use of photonic crystal allowed us to achieve the refractive index matching, due to the presence of the air-holes in the photonic crystal. This result will be presented in an international conference and is being prepared for the submission to an international journal.</p>						
3. 本研究課題に関する発表						
発表者氏名 (著者・講演者)	発表課題名 (著書名・演題)	発表学術誌名 (著書発行所・講演学会)	学術誌発行年月 (著書発行年月・講演年月)			
Y. Zhuang, H. Kumazaki, S. Fujii, and T. Tanabe	Extremely efficient coupling of silica toroid microresonator to silicon chip with photonic crystal waveguide	Conference on Lasers and Electro-Optics - European Quantum Electronics Conference (CLEO/Europe - EQEC 2019), CK-5.3	Munich, 23-27 June (2019).			