

## ナノファイバを用いたフォトニック結晶導波路上での高 $Q$ 値共振器形成

High  $Q$  optical cavity formation on photonic crystal waveguide with nanofiber

○鐵本 智大, 大岡 勇太, 伏見 亮大, 田邊 孝純 (慶大理工)

○Tomohiro Tetsumoto, Yuta Ooka, Akihiro Fushimi, and Takasumi Tanabe (Keio Univ.)

E-mail: takasumi@elec.keio.ac.jp

高い  $Q$  値と小さなモード体積を持つフォトニック結晶共振器を動的に形成することは量子光学や光信号処理分野において有用である[1]. それを実現する手法の一つに光ファイバをフォトニック結晶に接触させ、局所的な実行屈折率変化を起こすものがある[2]. この方法は共振器の位置や共振波長の制御が可能で、光の入出力をファイバにより容易に行える利点がある. しかし、先行研究では量子ドットとの結合を目的とし、フォトニック結晶の作製技術が未成熟な化合物半導体を用いていたため共振器の  $Q$  値は 10,000 程度に限られていた. 本研究では、シリコンフォトニック結晶導波路を用いることでナノファイバによる共振器の高  $Q$  値化を目指し、 $Q = 5.1 \times 10^5$  を得たので報告する.

Fig. 1(a)にファイバを接触させたフォトニック結晶導波路のフォトニックバンド図を示す. フォトニック結晶導波路の格子定数  $a$  は 420 nm, 穴径は 240 nm, スラブ厚は 210 nm で導波路幅は  $0.98 \times \sqrt{3}a$  に設定している. ここに直径 1000 nm のファイバを近づけていくと導波モードのバンド端での周波数が下がり、モードギャップが形成される. これが、今回の共振器形成の原理である. Fig. 1(b)に FDTD により計算したファイバによる共振器のモード分布を示す. ファイバが接触している長さを 6  $\mu\text{m}$  程度にしたところ  $Q = 7.5 \times 10^5$ , モード体積  $V = 2.1(\lambda/n)^3$  が得られた.

Fig. 2(a)に今回の実験セットアップを Fig. 2(b)に実験で得られた透過スペクトルを示す. ファイバは加熱しながら引き延ばすことで十分に細くし、10 nm の位置精度を持つ xyz ステージを利用してフォトニック結晶導波路に接触させている. 最高で  $Q = 5.1 \times 10^5$  が観測された. このとき、入射光を強くしていくと熱光学効果による双安定現象が観測でき、このピークが局在モードによるものであることが確認できた (Fig. 2(c)). また、Fig. 2(d)にステージを移動してファイバの接触面積を変化させた際の共振波長の変化を示す. ステージを下げることで接触面積を減らし、共振波長を短波長側に徐々にシフトさせることが出来た.

我々は、光の入出力を接触したファイバ自身で行うことが出来るナノテーパ共振器で原理的に高  $Q$  値共振器の形成が可能であることを示した. また、接触面積を変化させることで共振波長の動的制御が可能であることを示した. 当日はより分解能の高い共振波長制御の試みに関しても発表する予定である.

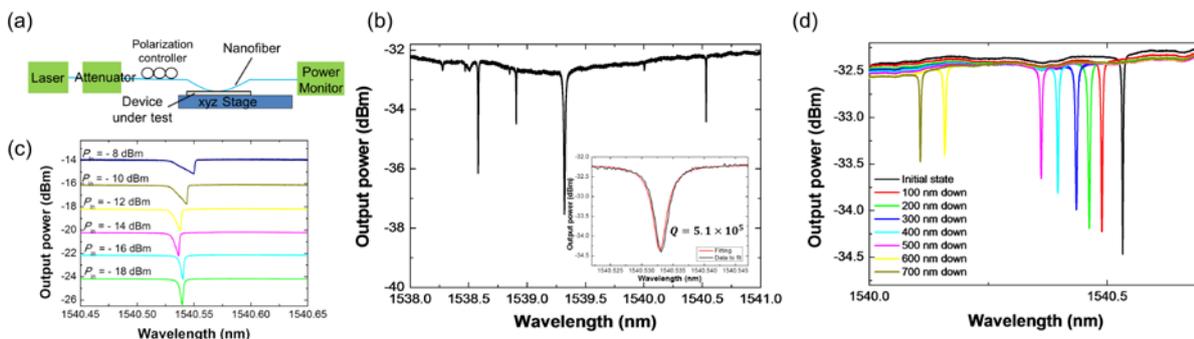


Fig. 2: (a) Experimental setup. (b) Transmittance spectrum of the fiber made cavity. Inset shows the resonance with the highest  $Q$ . (c) Transmittance spectra with different input power. (d) Transmittance spectra with different stage positions. The contact area decreases when the stage moves downwards.

### Reference

[1] Y. Sato, et al., Nature Photonics **6**, 56-61 (2012). [2] M. Kim, et al., Optics Express **15**, 17241-7 (2007).