

電氣的動的制御に向けた Q 値100万のフォトニック結晶共振器結合系の作製

Fabrication of a high- Q photonic crystal nanocavity for electrical dynamic control

京大院工¹, 学振特別研究員² ○仲代匡宏^{1,2}, 井上和輝¹, 浅野卓¹, 野田進¹

Kyoto Univ.¹, JSPS research fellow² ○M. Nakadai^{1,2}, K. Inoue¹, T. Asano¹, S. Noda¹

E-mail: nakadai@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp

[はじめに] 我々はこれまでに2次元Siフォトニック結晶ナノ共振器を外部散逸よりも強く結合させた系において、共振器に捉えた光を屈折率の一方向変化を用いて断熱的に別の共振器に転送することに成功している[1]。さらに屈折率を電氣的に正弦波変調すれば離調した2共振器間に実効的な結合を動的に生成できることを理論的に明らかにしてきた[2]。そしてそのような電氣的動的制御の実証に向けて、高 Q 値フォトニック結晶共振器の結合系と面内pin接合からなるデバイスの作製プロセスの開発を進めてきた[3]。今回、作製した面内pin接合を有する共振器結合系について基礎的な電気特性および光学特性を評価したので報告する。

[結果] SOI基板上に作製したフォトニック結晶共振器結合系の顕微鏡像を図1(a)に示す。同図中に示す通り3つの共振器A, B, Cがあり、これらの共振器が結合用導波路を介して外部散逸よりも強く結合している[1]。さらにC近傍の白点線で囲った箇所にはp/n領域があり、これらに挟まれた幅 $3\mu\text{m}$ 程度のi領域のキャリア密度を電氣的に制御できるようになっている。またA, B近傍にはマイクロヒーターを形成し、共振波長の揺らぎを補償できるようになっている。図1(b)にpin接合の I - V 特性を示す。順バイアスでの微分抵抗は $\sim 0.7\text{ k}\Omega$ で、過去に我々が作製したデバイス[4]と比べて $\sim 1/5$ 倍小さくなっている。これはpn領域のうちコンタクト部分の面積を5倍にしたことに由来すると考えられ、従来よりも高速な応答が期待される。また、TCSPC法によって各共振器の光子寿命を測定したところ、図1(c)~(e)に示すように共振器A, C, Bの Q 値はそれぞれ100万, 100万, 160万であった。文献[3]によるプロセスの改善によって、共振器A, Bは文献[1]に比べて2.5~4倍、共振器Cは文献[4]に比べて6倍程度高い Q 値が得られた。pin接合近傍の共振器今後、pin接合やマイクロヒーターによる共振器の共振波長変化など詳細な光学特性・電気特性の評価を行うとともに、プロセスを更に改善して特性を向上させていく。詳細は当日報告する。

[参考文献] [1] R. Konoike, et al., *Sci. Adv.* **2**, e1501690 (2016). [2] 仲代 他, 2019年春応物 10p-PB-6. [3] 仲代 他, 2019年秋応物 19p-PA5-4. [4] 中川 他, 2016年春応物 22a-S621-8.

[謝辞] 本研究の一部は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託を受けて行われ、また科研費18J23217, 19H02629の支援を受けた。

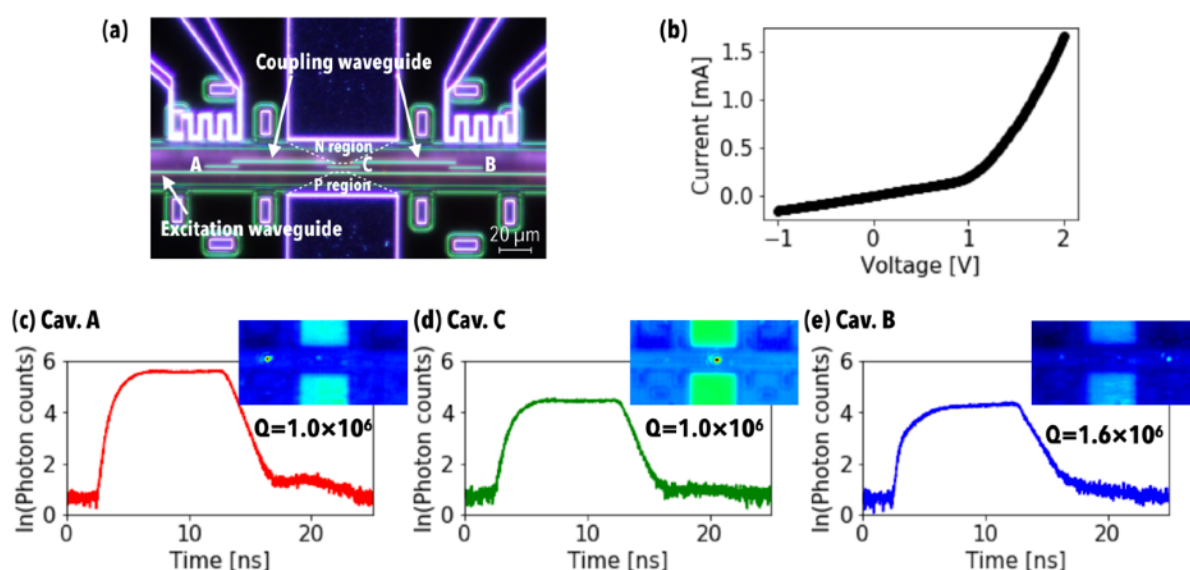


図1: 作製したフォトニック結晶共振器結合系とその基礎特性. (a) 共振器結合系の顕微鏡暗視野像. (b) pin接合の I - V 特性. (c) 各共振器の共振モードの光子寿命測定結果とその放射パターン.