

電氣的制御機構を有するフォトニック結晶の作製のためのプロセス評価

Evaluation of fabrication process for photonic crystal nanocavity with electrical controller

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

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

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

[序論] 我々はこれまでに、2次元Siフォトニック結晶(PC)ナノ共振器の高Q値化に対して取り組んできており、世界最高の実験Q値1100万を達成している[1]。さらに図1に示すようにフォトニック結晶共振器同士を強く結合させた系に電氣的な屈折率制御機構を導入して、断熱的/非断熱的光転送や非相反的光伝搬を実現することを検討してきた[2]。これらには制御機構を導入しつつ高い共振器Q値を実現することが重要である。今回、制御機構導入に必要な種々のプロセスが共振器損失に与える影響を定量的に調査したので報告する。

[手法と結果] 制御機構をもたない従来の共振器作製においては、SOI基板への電子ビーム描画とドライエッチングによるPCパターンの形成に加え、フッ化水素水溶液を用いた下部SiO₂層の除去を行ってエアブリッジ構造を形成していた。しかし、図1のようなpn接合やマイクロヒータを用いた屈折率制御機構を付加するには、PCパターン形成前にイオン打ち込みと活性化アニールが、またPCパターン形成後には電極形成が必要となる。またフッ化水素水溶液は金属を侵食するため、フッ化水素ガスとアルコールを用いたSiO₂層の除去プロセスを用いる必要がある。まずこのフッ化水素ガスプロセスに関して、従来手法で作製した共振器のQ値を測定した後、フッ化水素ガスプロセスを経て再度Q値を測定することでその影響を評価した。図2にまとめた測定結果によると、測定した6個の共振器の平均Q値はフッ化水素ガスプロセス前後で560万から490万に低下しており、このプロセスによってQ値3600万に相当する損失が加わったことが分かる。アルコール由来の有機物残滓などが損失要因となっている可能性はあるが、損失Q値は共振器Q値より十分大きいので許容範囲にあるといえる。次に活性化アニールに関しては、イオン打ち込みなしのSOI基板を2枚用意し、一方はアニール処理を行わず他方には最高温度950°Cのアニール処理を行った。その後、それぞれの基板に共振器を形成してQ値を測定した。測定した6個の共振器の平均Q値の差から損失Q値は330万程度と比較的大きいことがわかった。今後アニール条件を改善するほか、他プロセスの付加損失も評価していく。詳細は当日報告する。

[文献] [1] T. Asano, et al., Opt. Exp. 25, 3, (2017). [2] 仲代 他, 2019年春応物 10p-PB-6.

[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。

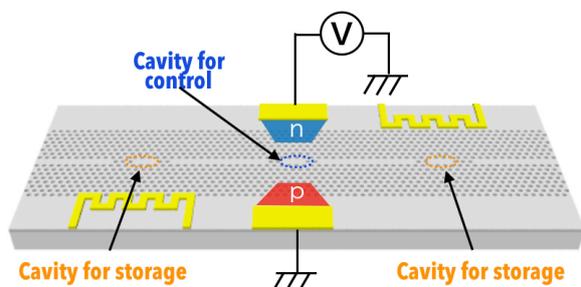


図1: 電氣的制御機構を有するフォトニック結晶共振器

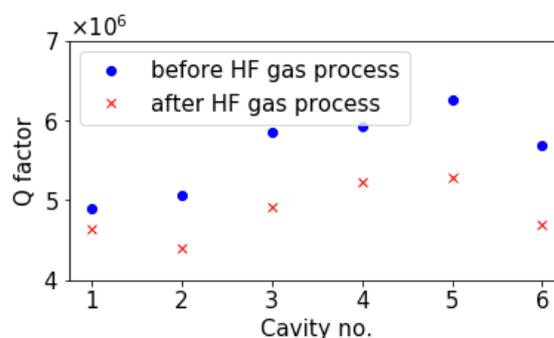


図2: フッ化水素ガスプロセス前後の共振器Q値