Si フォトニック結晶ナノ共振器における Q 値の温度依存性

Temperature dependence of *Q*-factor of Si photonic crystal nanocavity

○浅野 卓[1]，高橋 和[2]，越智 賢明[1]，岸元 克浩[1] 野田 進[1]（1. 京大院工，2. 大阪府大院工）
Kyoto Univ.[1], Osaka Pref. Univ.[2] ○T. Asano[1], Y. Takahashi[2], Y. Ochi[1], K. Kishimoto[1], S. Noda[1]
E-mail: tasano@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp

[序]我々は Si スラブを用いた 2 次元フォトニック結晶ナノ共振器の高 *Q* 値化に取り組んでおり，図 1 に示す構造において *Q* 値 1000 万という世界最高の実験値を達成している [1]．しかしこの構造の理論 *Q* 値は 1.3 億程度(導波路との結合を考慮すると 4000 万程度)であり，実験 *Q* 値との間には未だ差が存在する．この原因としては，作製した共振器の構造揺らぎによる散乱損失や意図しない付着物・不純物等による吸収損失が考えられる [2]．前者に関しては同一条件で作製した複数の共振器の 1/*Q* の統計平均および標準偏差から，その大きさが見積られており,これによる散乱損失 Q 値は 1200 万程度と見積もられている [2]。また、後者に関しては表面の自然酸化膜の除去により 500~600 万程度の実験 *Q* 値が 1000 万程度にまで向上するという結果が得られており、自然酸化状態では共振器表面に起因する吸収損失が *Q* 置換算で 1000 万程度は存在すると考えられる。今回、酸化膜除去後にも存在する吸収損失の原因を探るため *Q* 値が 900～1000 万に近い共振器の *Q* 値の温度依存性を測定したところ、興味深い結果が得られたので報告する。

[実験結果および考察]図 1 に示す構造の Si ナノ共振器を作製し，試料温度を室温から 250℃の間で変化させつつ光子寿命測定により *Q* 値の評価を行った．図 2 にその結果を示す。室温で 850 万程度であった *Q* 値は温度上昇と共に急激に低下し、100℃では 450 万、200℃では 140 万となる。また、ある程度のヒステリシスが存在するが、室温に戻すと *Q* 値は 600 万程度まで回復した。そのため，*Q* 値低減の主因が外因的な汚染とは考え難い。これに対して昇温時の *Q* 値の急激な低下からは、ある程度深い不純物準位(バンド端から~0.25eV 程度)からキャリアが熱励起によって供給されるプロセスが示唆される。また、この *Q* 値低下は Si のバンドギャップを超える熱励起によって生成される真性キャリアでは定量的に説明できない。詳細は当日報告する．

[文献] 1) T. Asano and S. Noda, ISPEC 2015, B-3, Nov. 30th, 2015 (Ito-International Research Center, Tokyo), 2) H. Sekoguchi, Y. Takahashi, T. Asano, and S. Noda, Opt. Express **22**, 916 (2014). **[謝辞]** 本研究（の一部）は NEDO の「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」プロジェクトによる委託を受けた。

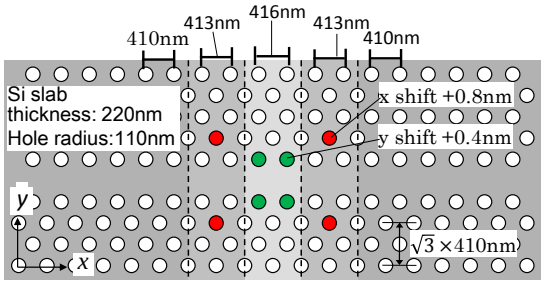

図 1.マルチステップヘテロ共振器の構造

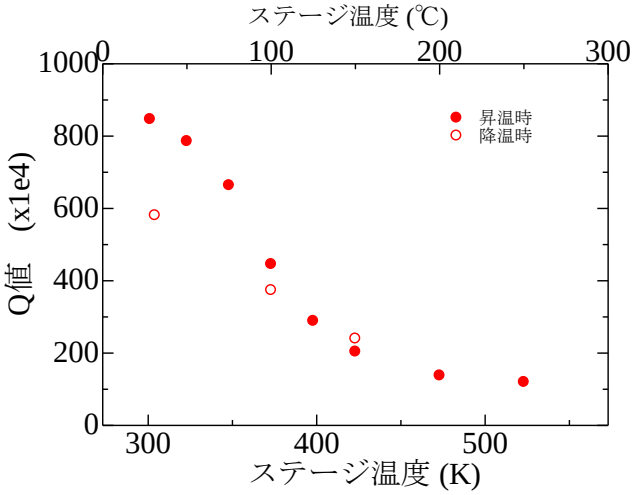

図 2. Q 値の温度依存性

© 2016年 応用物理学会