

アクセプタ型フォトニック結晶共振器を用いたバイオセンサーの温度依存性

Temperature Dependence of Biosensor Using Acceptor-Type Photonic Crystal Resonator

広島大ナノデバイス・バイオ融合科学研究所, °本澤 圭太, サナ アムリタ クマル,

千日 拓馬, 野田 和希, 雨宮 嘉照, 横山 新

Res. Inst. for Nanodevice and Bio Systems (RNBS), Hiroshima Univ.,

°K. Honzawa, Amrita Kumar Sana, T. Sennichi, K. Noda, Y. Amemiya, and S. Yokoyama

E-mail: honzawa-keita@hiroshima-u.ac.jp

はじめに

我々はバイオセンサーの感度増大のためにアクセプタ型フォトニック結晶(PhC)共振器の研究を行っている(図 1)。これまでに、図 2 に示すデバイスでショ糖検出実験を行い、ショ糖濃度 0.1% においてアクセプタ型 PhC 共振器バイオセンサーの共振波長シフトはドナー型の約 30 倍であることを報告した(図 3)[1]。今回はデバイスの共振波長シフトの温度依存性を報告する。

実験

SOI ウェハ(Si 層 300nm)を熱酸化、電子ビームリソグラフィ、プラズマエッチングしデバイスを作製した。リソグラフィにはエリオニクス社製 ELS-G100 を用いた。円孔周期 320nm、円孔半径 96nm、共振器部分は周りより大きめの円孔(直径 450nm)を 1 個配置した。作製したデバイスをペルチェ素子を用いて温度を変えて共振波長を測定した。

結果・考察

アクセプタ型 PhC 共振器と Si リング共振器の共振波長シフトの温度依存性を図 4 に示す。アクセプタ型 PhC 共振器の波長シフトの温度依存性は $0.078\text{nm}/^\circ\text{C}$ であり、Si リング共振器($0.06\text{nm}/^\circ\text{C}$ [2])とほぼ同じ値が得られた。使用したウェハの Si 基板は $250\mu\text{m}$ と共振器に比べて十分厚いため、Si 基板が熱膨張すると基板上にある共振器の大きさが変化する。Si の熱膨張率は $2.4 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ で、これより共振波長シフトは $3.75 \times 10^{-6}\text{m}/^\circ\text{C}$ となる。一方 Si の屈折率の温度依存性は $1.78 \times 10^{-4}/^\circ\text{C}$ [3] で共振波長シフトを計算すると $6.61 \times 10^{-11}\text{m}/^\circ\text{C}$ となる。 1ng/ml の前立腺特異抗原(PSA)を検出するときに必要な Si リング共振器の温度安定性は $\pm 5 \times 10^{-3}^\circ\text{C}$ であるのに対して、アクセプタ型 PhC 共振器は 0.5°C で良い計算結果となる。以上から、アクセプタ型 PhC 共振器を用いれば短時間の検出では温度制御の必要が無いと考えられる。

当日は PSA 検出実験の結果及びドナー型 PhC 共振器の共振波長シフトの温度依存性についても報告する。

参考文献

- [1] 本澤圭太 他: 2014 年第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 20p-C7-6.
- [2] M. Fukuyama *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **50** (2011) 04DL11.
- [3] J. A. McCauley *et al.*, Physical Review B, **49** (1994) 7408.

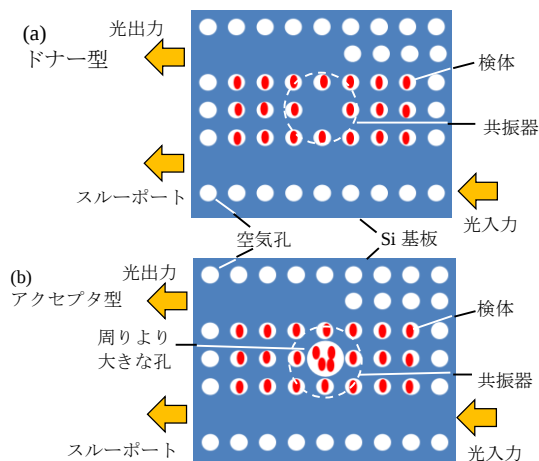


図 1.2 種類の PhC 共振器バイオセンサーの概略図。

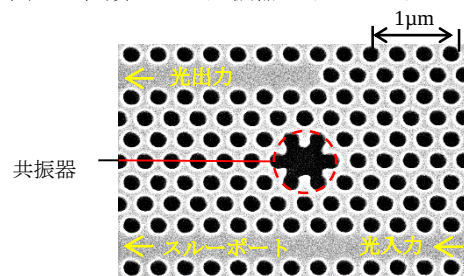


図 2. 作製したデバイスの SEM 画像。

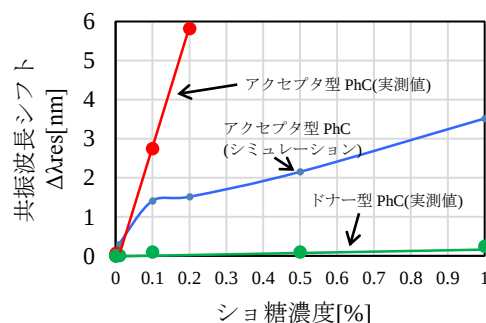


図 3. 共振波長シフトのショ糖濃度依存性

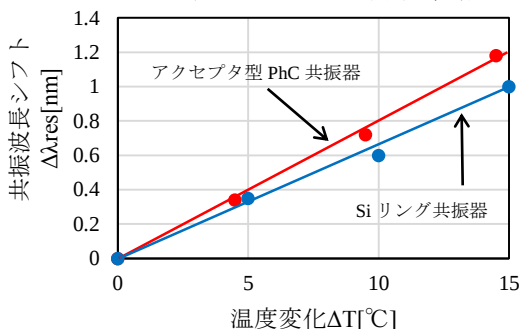


図 4. 共振波長シフトの温度依存性