

TM モードの利用による矩形共振器型 SOI 屈折率センサの高感度化

TM mode SOI optical refractive index sensor using a rectangle cavity for high sensitivity

早大先進研¹, 沖電気工業²

○藤原 健¹, 高久 寛基¹, M. Mendez-Astudillo¹, 岡山 秀彰^{1,2}, 中島 啓幾¹,

Waseda Univ.¹, Oki Electric Industry Co., Ltd.²

○K. Fujiwara¹, H. Takahisa¹, M. Mendez-Astudillo¹, H. Okayama^{1,2}, H. Nakajima¹

E-mail: lxa7@fuji.waseda.jp

1. 研究背景・目的

高齢化等による医療費の膨張に伴い、特定のタンパク質を検出できるバイオセンサの需要が近年高まっている。これを受けて、当研究室では生産性に優れる SOI(Silicon-On-Insulator)を用いた光屈折率センサ[1]を対象に扱い、簡易な測定系で高精度な測定をおこなえるデバイスの設計・製作をおこなっている。本研究では、新たな共振器構造として矩形共振器を導入し、デバイスの構造を簡略化するとともに、矩形共振器の広いセンシング面積と、エバネッセント領域の大きい TM モードの光を利用することで高感度化を狙った設計をした。

2. デバイスの動作原理

Figure.1 に矩形共振器の概要図を示す。

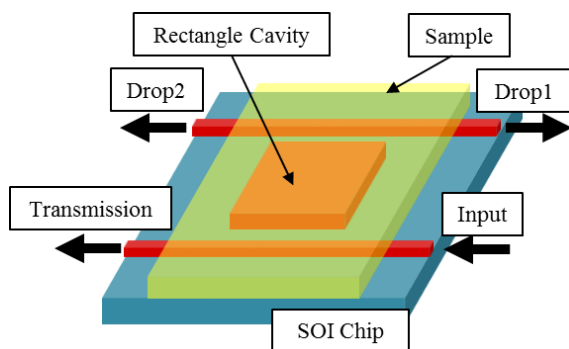


Fig 1. rectangle cavity sensor

導波路に入射した共振波長の光は、エバネッセントカップリングによって矩形共振器と結合し、交差側の2つのポートから出射される[2]。それに対し、共振波長でない光は共振器と結合せず直進ポートから出力される。よって、直進側のポートで dip となり、交差側のポートでピークとなる波長特性が得られる。矩形共振器をサンプルで被覆させ、そのサンプルの屈折率を変化させることにより、共振波長が変化する。屈折率変化と共振波長変化の間に線形性が確認できれば屈折率センサとして機能する。

3. シミュレーション結果

FDTD 法による 3D シミュレーションによって、光屈折率センサの設計およびその動作確認をおこなった。矩形共振器の大きさは $5\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$ に設定し、導波路の幅は 400 nm とし、共振器と導波路の間隔は 200 nm 、導波路および共振器の高さは全て 250 nm とした。サンプルの屈折率を 1.33 として、TM モードを入射した波長特性のグラフを Figure.2 に示す。

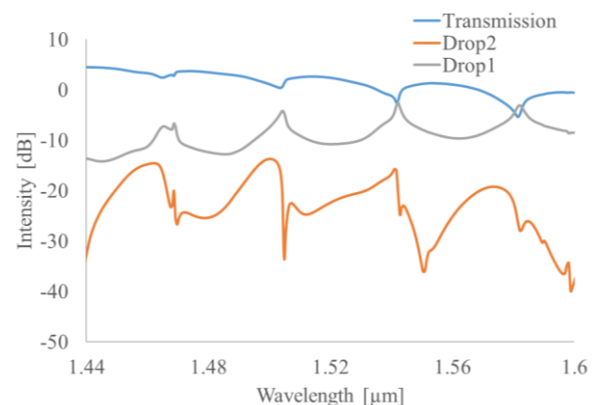


Fig.2. spectral response of rectangle cavity(TM)

シミュレーション結果より、2つの交差側ポートのピークと直進側ポートの dip が対応している $\lambda = 1.468\text{ }\mu\text{m}$, $1.542\text{ }\mu\text{m}$ の波長で共振が起こっていると見られる。また、サンプルの屈折率のみを 1.33 から 1.35 まで 0.01 ずつ変化させて同様にシミュレーションをおこない、共振波長の変化を読み取って、センサの動作を確認した。 $\lambda = 1.542\text{ }\mu\text{m}$ の共振波長について、感度は 125 nm/RIU , Q 値は 499 となった。当日は TE モードと TM モードを入射した場合を比較し、高感度化に適した構造について詳しく検討し報告する。

参考文献

- [1] Katrien De Vos, et al., OPTICS EXPRESS, Vol. 15, No.12, pp.7610-7615 (2007)
- [2] Manfred Lohmeyer, Optical and Quantum Electronics, Vol 34, Issue 5, pp 541-557 (2002)