

アクティブプラズモニックデバイスを用いた屈折率計測

Sensing of refractive index by using active plasmonic devices

○岡本 浩行¹、山口 堅三²、小松 実¹(1. 阿南高専、2. 香川大工)

○Hiroyuki Okamoto¹, Kenzo Yamaguchi², Minoru Komatsu¹ (1.NIT Anan, 2.Kagawa Univ.)

E-mail: okamoto@anan-nct.ac.jp

はじめに 光を利用した屈折率の計測は高い感度を有することから、数多くの方法が報告されている [1, 2]. これまでに報告された屈折率計測方法はデバイス周辺の屈折率の変化を共振波長などのシフトにより計測する方法が主であり、波長スペクトルを計測する必要がある. 波長スペクトルの計測には分光器などの機器が必要となるため、デバイスサイズは増加し、またデバイス構造は複雑になる. 我々はアクティブプラズモニックデバイスを利用して、単一波長により屈折率を計測できる方法を考案した. 考案した方法の特徴などについて数値解析により評価を行った結果を報告する.

屈折率計測構造 図 1 に我々が考案した計測方法の構成を示す. 構造は誘電体充填構造によるプラズモニックリング共振器と可動プラズモニックバス導波路を組み合わせた構造である. 図 1 の構造について透過強度を式 1 に示す [3].

$$Transmission = \frac{\alpha^2 + |\tau|^2 - 2\alpha|\tau|\cos(\theta)}{1 + \alpha^2|\tau|^2 - 2\alpha|\tau|\cos(\theta)} \quad (1)$$

α はリング共振器における損失係数, κ は結合係数, $|\tau|^2 = 1 - |\kappa|^2$, $\theta = 4\pi^2 n_{eff} R/\lambda$, n_{eff} は導波路の実効屈折率, R はリング共振器の半径, λ は入射光波長である. 式 1 より図 1 の構造の透過強度は結合係数及び導波路の実効屈折率の影響を受けることが分かる. 構造周辺の屈折率が 1.0, 入射波長が 633 nm, R が $2.0 \mu\text{m}$ において結合係数を変化した場合の透過強度を図 2 に示す. 図 2 より透過強度は結合係数が 0.78 のときに最も小さくなることが分かる. また実効屈折率は図 1 の構造周辺の屈折率に影響を受けるため、構造周辺の屈折率変化は透過強度に影響を与える. 図 2 に示す透過強度が最も小さくなる結合係数にも構造周辺の屈折率変化は影響を与えられと考える. そのため、入射光波長を

変えることなく、一つの入射光波長により図 1 の構造を用いて屈折率の計測が可能であると考えられる. 我々が考案した方法は透過強度が最も小さくなる結合係数から構造周辺の屈折率を計測する.

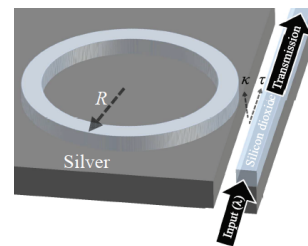


Fig. 1 The configuration of the method to sense refractive index.

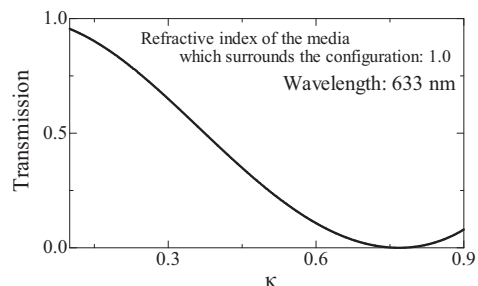


Fig. 2 The transmission as a function of κ . The wavelength of incident light is 633 nm. The refractive index of the media which surrounds the configuration is 1.0.

参考文献

- [1] J. Shi et al., Sensor, Vol. 12, pp. 4697–4705 (2012).
- [2] Y. Zhang et al., Opt. Express, Vol. 18, pp. 26345–26350 (2010).
- [3] W. Bogaerts et al., Laser Photonics Rev., Vol. 6, pp. 43–73, (2012).