

偏光無依存メタ材料の製作と屈折率センサへの応用

Fabrication of polarization-independent metamaterial and its application to refractive index sensors

東北大工, °清水 友己, 金森 義明, 羽根 一博

Tohoku Univ., °Tomoki Shimizu, Yoshiaki Kanamori, and Kazuhiro Hane

E-mail: tomoki.shimizu@hane.mech.tohoku.ac.jp

現在、様々なバイオ・ケミカル検知技術が開発されている中、表面プラズモン共鳴 (SPR) を利用した屈折率センサが注目されている。SPR を用いた屈折率センサには、金薄膜を成膜したガラスプリズム上での伝搬型 SPR を利用したものと、金コロイドの局在型 SPR を利用したものの二種類がある。メタ材料とは金属や誘電体でできた微小構造体を空間に分散させたものであり、周囲の屈折率変化に敏感な反応を示すことが知られている。自由度の高い形状設計により SPR のモード分布を最適化して高性能な屈折率センサを実現できる可能性がある。本研究では、偏光無依存で高精度な測定が期待できるメタ材料を用いた屈折率センサを新たに設計・製作する。

提案する屈折率センサの概念図を Fig. 1 に示す。Fig. 1(b) に示す金のメタ材料単位構造が基板上に 2 次元周期配列されている。回転対称形状であるため垂直入射において偏光無依存である。屈折率を測定したい試料をメタ材料に滴下し、その反射スペクトルを分光器で検出する。空気 (屈折率 $n = 1.0$) を基準として、試料滴下による屈折率変化に応じた反射スペクトルシフトから屈折率を算出できる。

本研究でメタ材料は、Electron beam (EB) リソグラフィ、EB 蒸着、リフトオフによって石英基板上に製作した。製作したメタ材料の光学測定を空気、純水(DIW)、イソプロパノール(IPA)、グリセリンの 4 種類の媒質中に行った。光源は無偏光のハロゲンランプを用いた。測定結果を Fig. 2(a)、2(b) に示す。Fig. 2(b) において、各媒質の屈折率は反射ピーク波長における屈折率である、空気(1.000)、DIW (1.321)、IPA (1.368)、グリセリン(1.461)の値をプロットした。グラフから求めた屈折率感度は 599 nm/refractive index unit (RIU)であった。発表ではメタ材料の製作結果とその精度がセンサの感度に及ぼす影響について報告する。

本研究は科研費 16K13648、16H04342 の助成を受けた。

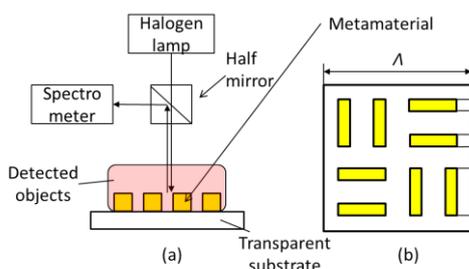


Fig.1. (a) A conceptual diagram of a proposed sensor.
(b) A top view of the metamaterial structure.

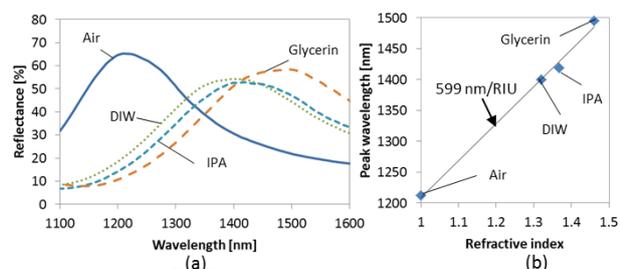


Fig.2. (a) Measured reflection spectra for the proposed sensor.
(b) Dependence of the peak wavelength on the refractive index.