

1次元金属回折格子を用いた表面プラズモンセンサの 屈折計応用に向けた分解能評価

Characterization of resolution of surface plasmon sensor using one-dimensional metal diffraction grating for application to refractometer

三重大院工¹, 三重大伊賀サテライト², ○(M1)鈴木翔大¹, 元垣内敦司^{1,2}

Graduate School of Eng., Mie Univ.¹, Iga Satellite², Mie Univ. ○Shota Suzuki¹, Atsushi Motogaito^{1,2}

E-mail: 418m218@m.mie-u.ac.jp

本研究では1次元金属回折格子を用いた屈折計作製に向けての研究を行っている。これまで我々は1次元金属回折格子を用いて屈折率が1.36~1.7の媒質の検出を確認しており¹⁾³⁾、この事より、表面プラズモンポラリトン(SPP)の励起によって起こる反射率のディップ、透過率のピークを測定することで屈折率の測定ができると考えた。これまでの研究で、測定する媒質は1種類のみであったが、本研究では屈折計への応用に向けて2種類以上の媒質が混ざった混合媒質の濃度変化によって屈折率が変化したときでも表面プラズモンセンサを用いて混合媒質の屈折率を測定できることと、屈折率の検出限界を明らかにすることを目的として研究を行った。

本研究では、エタノール ($n=1.36$) と 2,4-ジクロロトルエン ($n=1.55$) の SPP 励起角を、赤色レーザー (635 nm) と周期 300nm の1次元金属回折格子を用いて反射率と透過率から調べた。また、厳密結合波解析

(RCWA) 法を用いて濃度変化と励起角の関係についてシミュレーションを行った。

1次元金属回折格子は、ガラス基板上にレジストを塗布し、電子線描画により周期的なレジストパターンを形成した後、スパッタ装置により Au を堆積し、最後に、剥離液に浸してリフトオフを行い作製した。

Fig. 1 と Fig. 2 はそれぞれエタノールと 2,4-ジクロロトルエンを媒質としたときの反射率であり、シミュレーションと測定値の両方で反射率の低下を確認できる。これは SPP の励起によるものであると考えられる。また、シミュレーションと測定のディップ角度が同じであるので2つの媒質を検出できたと言える。

次にシミュレーションを用いて、屈折率がわずかにだけ変化した場合でもディップ位置の違いを確認できるのかを確かめた。媒質をエタノールと 2,4-ジクロロトルエンの混合液として、2,4-ジクロロトルエンの濃度を 0~10% に変化させた。結果が Fig3 であり、わずかな屈折率の変化でもディップ角度がシフトしているのを確認することが出来た。

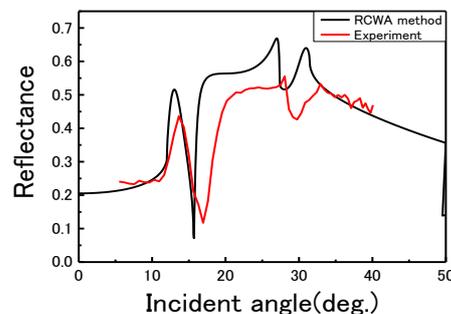


Fig.1 Experimental result of reflectance (ethanol)

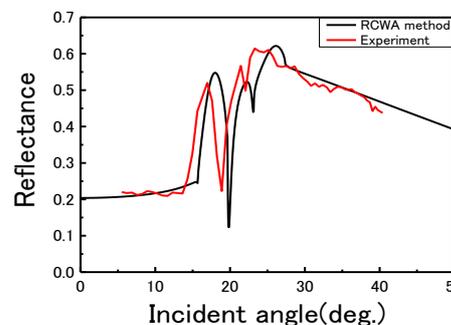


Fig.2 Experimental result of reflectance (2,4-dichlorotoluene)

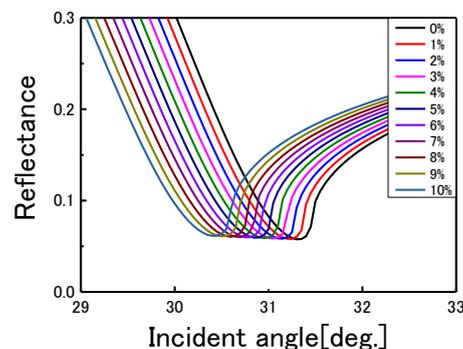


Fig.3 Simulation of concentration change

本研究は科研費(No.15H03556), 三重大学中小企業とのスタートアップ助成事業によるものである。

また、本研究を行うにあたり、有益な御助言をいただいた(株)システムエンジニアリング 樋渡史子社長に御礼申し上げます。

1) A. Motogaito et al., Optics Communications, 341, PP.64-68(2015)

2) A. Motogaito et al., Optics & Photonics Journal, 6, PP.164-170(2016)

3) A. Motogaito et al., Photonic Sensors, 10.1007/S13320-018-0815-8(2018)