

シングルモード光ファイバを用いた Au ヘテロコア表面プラズモン共鳴センサの開発

Development of single-mode hetero-core SPR fiber optic sensor with Au film

創大院工¹ ◦(M2)三上勝広¹, 西山道子¹, 窪寺昌一¹, 渡辺一弘¹

Soka Univ.¹, ◦(M2)Masahiro Mikami¹, Michiko Nishiyama¹, Shoichi Kubodera¹, Kazuhiro

Watanabe¹

E-mail: mnishiya@soka.ac.jp

1. 背景

近年、表面プラズモン共鳴 (SPR: Surface Plasmon resonance) を用いた光ファイバセンサの研究が数多く報告されている。我々はこれまで、マルチモード光ファイバ (MMF) を用いたヘテロコア構造 SPR センサを提案している[1, 2]。MMF によるヘテロコア構造 SPR センサは、伝搬光が臨界角から 90 度までの幅広い角度分布を持つため SPR の吸収スペクトルが単一の入射角の場合と比較してブロードになると予想されている[2]。一方、マルチモード伝送は伝送路の曲げといった外乱の影響を受けやすい。本研究では、伝送路に通信で用いられる汎用のシングルモード光ファイバ (SMF) を用いることで、SPR 吸収スペクトルの先鋭さが損なわれず、安定した伝送路による SPR センサの実現を目指す。

2. 実験構成

センサ構成図を図 1 に示す。コア径 9 μm の SMF にコア径 3 μm の SMF 小切片を挿入長 1 mm 挿入・融着した構造を有する。センサ部にあたるこの構造の周囲に Au 60 nm を高周波スパッタリング装置 (CFS-4ES-231: 芝浦メカトロニクス株式会社) を用いて成膜した。光源には波長 859 nm のレーザーダイオード (850nm pigtailed laser: HangZhou NaKu Technology Co. Ltd) を使用した。外界の屈折率を変化させた特性を取得するため、試料として空気 (RIU: 1.000), 水 (RIU: 1.333), グリセリン (RIU: 1.398–1.449) を使用した。光ファイバ SPR センサを 2 本用意し、試料に浸漬させるセンサと参照用センサの透過光強度を同時に計測した。

3. 屈折率変化に対するセンサ応答

図 2 に、入射角 84.5 度、波長 859 nm における SPR シミュレーション結果を示す。外界の屈折率に対して反射率が変化し、屈折率 1.4 付近に吸収ピークを得た。図 3 に、作製した SMF による Au ヘテロコア構造 SPR センサの透過光スペクトルを、参照用センサの応答を基準として規格化し、屈折率に対する規格化光強度スペクトルの変化を示す。実験で得られた反射率は、SPR シミュレーション結果と同様に、特定の屈折率での急峻な減衰が確認された。実験結果はシミュレーション結果に比べ、吸収ピークの位置や反射率の値が異なるものの、屈折率 1.35 付近において、吸収のピークが計測されたため、SMF ヘテロコア光ファイバにおける SPR 現象の観測が確認され、SMF ヘテロコア SPR 屈折率センサの有用性が示唆された。

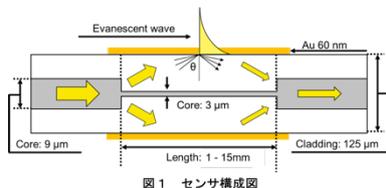


図 1 センサ構成図

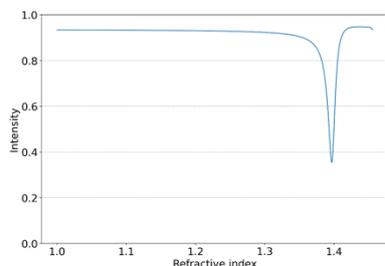


図 2 シミュレーション結果

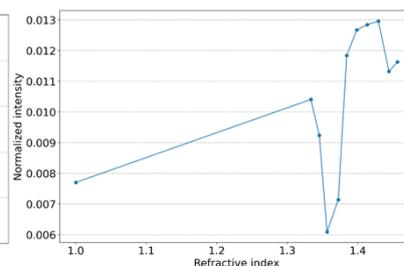


図 3 実験結果

- [1] 高木圭樹. ヘテロコア光ファイバ SPR センサの特性評価と実用化に関する研究創価大学. 2013. 博士論文
- [2] Mitsuhiro Iga et al., "Gold thickness dependence of SPR-based hetero-core structured optical fiber sensor", Sensors and Actuators B, 363-368, 2005.