

SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>誘電体多層膜を用いたヘテロコア光ファイバセンサの温度特性評価Characteristics of hetero-core fiber optic temperature sensor  
with SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> dielectric multilayer film

創大院理工 (M1)油橋 孝二, 西山 道子, 窪寺 昌一, 渡辺 一弘

Soka Univ. Koji Yuhashi, Michiko Nishiyama, Shoichi Kubodera, and Kazuhiro Watanabe

E-mail: 20m5309@soka-u.jp, {mnishiya, kubodera, kazuhiro}@soka.ac.jp

## 1. 緒言

温度は、品質の維持や製造工程の管理、安全面の保障などで重要なパラメータである。特に化学工業やエネルギー産業の分野では高温での処理を必要としており、可燃性・爆発性材料を用いた環境下でも計測可能な温度センサの開発に注目が集まっている[1]。ここで、光ファイバによるセンサは細径、軽量、耐腐食性、耐電磁誘導性などの性質から温度測定の実環境依存性を軽減し、遠隔に多点での計測が可能である。これまで本研究グループでは、比較的高い温度係数を有する TiO<sub>2</sub> を用いて、Au/TiO<sub>2</sub> を用いたヘテロコア光ファイバ表面プラズモン共鳴(Surface Plasmon resonance: SPR)センサの開発を行ってきた [2]。しかし、Auは 500 °C以上の加熱で変成が起こり、500 °C以上の温度計測に課題を有する。

そこで本稿では、SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> を用いた誘電体多層膜で特定の波長での吸収スペクトルを利用し、高温環境下での温度計測を目的としたヘテロコア光ファイバ温度センサを提案する。

## 2. 実験方法

本センサでは、コア径 50 μm の MMGI ファイバ中にコア径 3 μm の SMSI ファイバを 15 mm 挿入し融着したヘテロコア構造を採用した。高周波マグネトロンスパッタリング法で SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> をそれぞれ 30, 100 nm を交互に 2 層成膜した。本センサを、白色光源(400

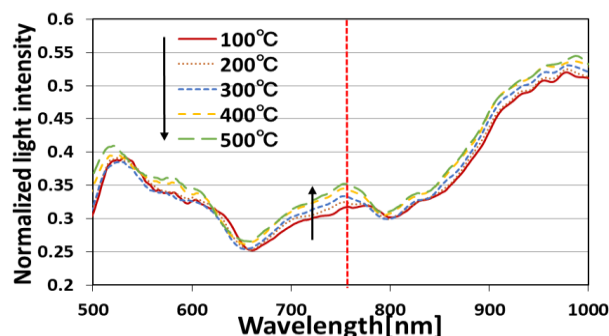


Fig.1 Transmitted spectra of the hetero-core fiber multilayer temperature sensor in which two layers of SiO<sub>2</sub> 30nm and TiO<sub>2</sub> 100 nm were sputtered alternatively.

~ 1600 nm)とスペクトルアナライザによって透過光スペクトルを観測した。作製した光ファイバ温度センサを電気炉に配置し、100 °C ~ 500 °Cで 100 °C毎、30 分間一定温度を付加し、その間に透過光スペクトルを取得し、その温度サイクルを 3 回行った。

## 3. 結果と考察

Fig.1 に作製したヘテロコア光ファイバ温度センサの、温度に対する透過光スペクトルの変化を示す。誘電体多層膜を成膜前のヘテロコア光ファイバの透過光スペクトルを基準にした規格化光強度で評価をした。波長 650 nm 付近に吸収スペクトルのピーク波長が確認され、波長 650 ~ 750 nm 付近で温度による光損失変化が生じた。Fig. 2 に波長 750 nm での温度に対する光損失変化量を示す。温度による光損失変化率は  $1.3 \times 10^{-3}$  dB/°C であった。また 3 回繰り返し実験を行い計測再現性、温度に対する光損失変化量の線形性を確認した。以上の結果から、本センサは 500 °Cまでの温度計測が可能であることが示された。

[1] A. K. Sharma, B.D. Gupta., Optical Fiber Technology 12.1 (2006): 87-100

[2] S. Kitagawa, et al., Photonic Instrumentation Engineering III. Vol. 9754., 2016.

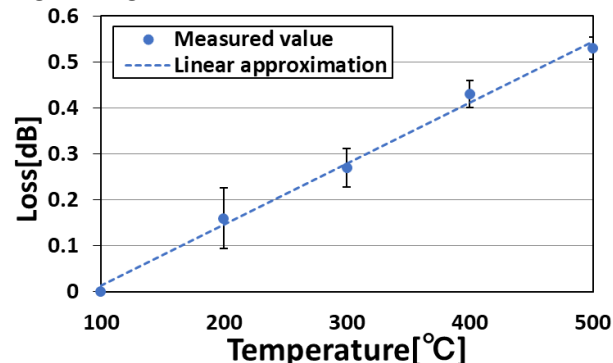


Fig.2 Temperature characteristics of the hetero-core optical fiber multilayer sensor in the optical loss changes at the wavelength of 750 nm in which two layers of SiO<sub>2</sub> 30nm and TiO<sub>2</sub> 100 nm were sputtered alternatively.