

フェムト秒レーザー形成散乱体による光ファイバ屈折率計測

Optical Fiber Refractive Index Sensor with Two Micro Voids

Formed by Femtosecond Laser

創価大¹, 電通大² ○(M2)屋良 朝常¹, 矢野 大輔¹, 白石 正彦², 菅 哲朗²,
渡辺 一弘¹, 窪寺 昌一¹

Soka Univ.¹, UEC², °Chojo Yara¹, Daisuke Yano¹, Masahiko Shiraishi², Tetsuo Kan²

Kazuhiro Watanabe¹, Shoichi Kubodera¹

E-mail: e19m5205@soka-u.jp

光ファイバコア伝搬中の光をセンサ部外周と相互作用できる光ファイバセンサは、細径・軽量の光センサデバイスとして機能し、これまで抗原抗体反応やガスセンシングなど様々な応用事例が提案されている[1,2]。本報告では、フェムト秒レーザーによる光ファイバ内部へのボイド加工によって、コア伝搬中の光からクラディングモードを誘起し、センサ部周囲の屈折率を計測した。光ファイバコアに加工するボイドをコア伝搬光の散乱体として 2 個形成し、近赤外波長領域に屈折率測定が可能である条件を明らかにした。

コア径 9 μm , クラッド径 125 μm の石英系 SI 光ファイバを選定し、屈折率計測を実現した。波長 800 nm, パルス幅 210 fs のフェムト秒レーザーを光ファイバに集光照射し散乱体を形成した。集光位置が光ファイバのコア中心の位置となるよう調整した。対物レンズは開口数 0.45, 焦点距離 4 mm のものを使用した。繰り返し周波数, パルスエネルギーはそれぞれ 1 kHz, 5 μJ とした。照射パルス数は散乱体 1 個あたり 5 回とし, 2 個の散乱体の間隔は 7-9 mm となるように形成した。

Fig. 1 の加工結果に示すように, 光ファイバコア近傍に散乱体を形成した。光ファイバコア断面に対して加工面積を確保するため, 光ファイバを光軸方向を中心に 90° 回転後, 同一箇所に fs パルス光を照射した。Fig. 2 に散乱体の間隔を 7.5 mm とし, 加工部外周の屈折率を変化させた際の光スペクトル取得結果を示す。スペクトル計測の光源には, 中心波長 1550 nm のスーパーluminescentダイオードを使用した。スペクトルはセンサ外周が空気の状態に取得した光強度スペクトルから差分を算出した。センサ外周の屈折率の増加に伴い, 損失ピークが長波長シフトしていることを確認した。屈折率変化に対するピーク波長シフト量を線形近似すると, 屈折率 1.371 近傍で 60 nm/RIU の感度を示した。以上の結果から, フェムト秒レーザーの光ファイバ内部への散乱体加工によって, 石英系光ファイバコア伝搬光からクラディングモードを誘起でき, センサ外周の屈折率計測が可能となることを示した。

参考文献 : [1] R. Nie, et. al., ACS Sens., 4, 1864 (2019). [2] M. Mikami, et. al., Opt. Express, 29(1), 48 (2021).

謝辞 : 本研究は JSPS 科研費 20K14755 の助成を受けたものである。

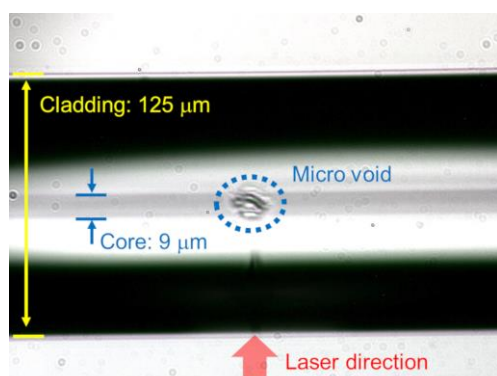


Fig. 1 Photograph of micro void formed by fs laser across the core of glass SI fiber.

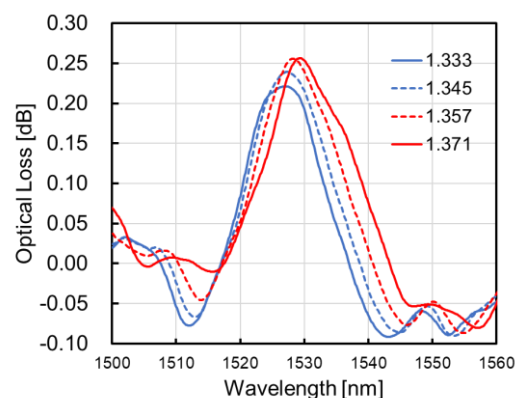


Fig. 2 Optical loss spectrum to show the refractive index characteristics of a fiber optic sensor with two micro voids.