

## ファイバー光コム共振器の外乱/RF 変換機能を用いた屈折率計測

### Refractive index measurement based on disturbance-to-RF conversion in fiber optical comb cavity

徳島大<sup>1</sup>, JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザ<sup>2</sup>, 岡山大<sup>3</sup>, 電通大<sup>4</sup>

○麻植凌<sup>1,2</sup>, 永井洗丞<sup>1</sup>, 南川丈夫<sup>1,2</sup>, 田上周路<sup>3</sup>, 深野秀樹<sup>3</sup>, 中嶋善晶<sup>2,4</sup>, 美濃島薫<sup>2,4</sup>, 安井武史<sup>1,2</sup>

Tokushima Univ.<sup>1</sup>, JST, ERATO IOS<sup>2</sup>, Okayama Univ.<sup>3</sup>, Univ. Electro-Commun.<sup>4</sup>

○R. Oe<sup>1,2</sup>, K. Nagai<sup>1</sup>, T. Minamikawa<sup>1,2</sup>, S. Taue<sup>3</sup>, H. Fukano<sup>3</sup>, Y. Nakajima<sup>2,4</sup>, K. Minoshima<sup>2,4</sup>, and T. Yasui<sup>1,2</sup>

E-mail: oe@femto.me.tokushima-u.ac.jp

http://femto.me.tokushima-u.ac.jp

屈折率は光と物質の相互作用を表す物質固有の誘電率から導かれるため、屈折率を正確に評価することで、物質の状態を評価することにも繋がる。例えば、産業分野において、液体物質の品質評価（液体物質の同定、液体の濃度・混合比の測定）や光学材料部品（光学ガラス、光ファイバーなど）の特性評価に、屈折率計測が利用されている。しかし従来の屈折率測定法の分解能は $10^{-4}$ ~ $10^{-5}$ オーダーに制限され、品質評価の精度を向上するためには、更なる高分解能化が求められている。

ここで、ファイバー光コム共振器独自の『外乱/RF 変換機能』を利用すれば、様々な物理量を RF 信号（繰り返し周波数  $f_{rep}$ ）に変換することが可能になる。周波数は極めて高精度計測が可能な物理量であるので、このアプローチにより各種物理計測の高精度化が期待できる。先行研究では共振器ファイバーそのものを歪みセンサーとして用いていたが[1,2]、本研究ではファイバー屈折率センサーの1つであるマルチモード干渉 (MMI) ファイバーセンサー[3]をファイバー光コム共振器内に組み込み（屈折率センシング光コム）、屈折率変化を  $f_{rep}$  で読み出すことにより、屈折率計測の高精度化を試みる。

図 1 に屈折率センシング光コムの構成を示す。リング型モード同期 Er ファイバーレーザー共振器に、MMI ファイバーセンサーを組み込んだ構成となっており、非線形偏波回転によりモード同期動作を得る。共振器から得られるモード同期スペクトルは、MMI ファイバーセンサー干渉波長を中心としたスペクトル形状を示す。ここで、MMI ファイバーセンサー周囲のサンプルの屈折率が変化すると、レーザースペクトルシフトが起こると考えられる。

サンプルとして、水とエタノール水溶液を用い、その濃度比を変化させることにより、屈折率変化に伴うレーザースペクトルシフトを測定した。測定結果を図 2 に示す。屈折率変化により、レーザースペクトルがシフトしている様子が確認できる。このことから、共振器内に MMI ファイバーセンサーを挿入

しても、屈折率センサーとして機能していることが分かる。この屈折率依存性レーザースペクトルシフトは、共振器ファイバーの波長分散を介して、繰返し周波数変化に繋がると考えられる。

本研究は、JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザプロジェクトの助成を受けた。

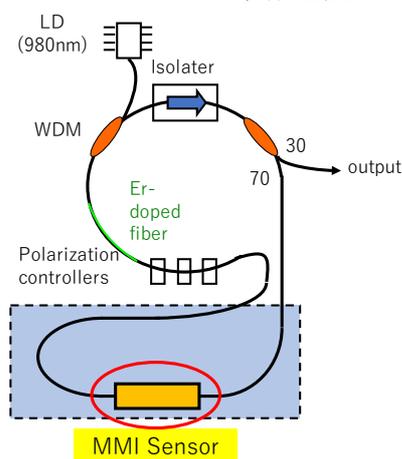


Fig. 1 Refractive index sensing fiber comb.

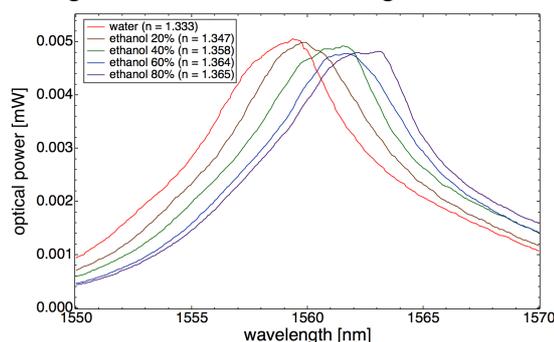


Fig. 2 Optical spectrum shift with respect to water/ethanol concentration or refractive index

- [1] 小倉他, 第 62 回春季応物理学会, 11a-A14-7.
- [2] T. Yasui et al., CLEO2016, AM2J.1.
- [3] S. Taue et al., JJAP **51**, 04DG14 (2012)