

SMMF FF OCM による位相画像測定 of 検討

Study on phase image measurement using SMMF FF OCM

山形大学¹, 東京農工大学² (D)江藤 魁¹, 増田純平¹, 阿部宏之¹, 西館 泉², 佐藤 学¹

Yamagata Univ.¹, Tokyo Univ. of Agriculture and Technology²,

Kai Eto¹, Junpei Masuta¹, Hiroyuki Abe¹, Izumi Nishidate², Manabu Sato¹

E-mail: msato@yz.yamagata-u.ac.jp

1. はじめに

近年, OCT(optical coherence tomography)は, 眼科をはじめ様々な臨床応用がなされ, その応用が拡大している. 一方, 数 mm 以上深い部位の直接測定は困難であり, 様々なニードル型プローブが研究されている. 我々は, 低侵襲性, 小型・シンプルさ, 信頼性, 汎用性を考慮して, 光通信用のマルチモードファイバーに着目し, 生体組織深部イメージングへの応用を検討してきた. 今までに, SMMF(short multimode fiber)の基礎特性や, 長さ 7.4mm, 直径 125 μ m の SMMF を FF OCM (full field optical coherence microscopy)に用いて, *in vivo* ラット脳の三次元断層画像測定を行った[1]. 今回, SMMF FF OCM の応用拡大に向けて, 位相画像の測定について検討したので報告する.

2. 実験系と測定方法

SMMF-FF-OCM 実験系を図 1 (a)に示す. マイケルソン干渉計の参照・信号光路に 10 倍対物レンズを挿入し, 長さ 7.33mm の SMMF (Fujikura Ltd., Future Guide-MM50, 外径: 125 μ m コア径: 50 μ m)を信号光路側の対物レンズに治具で固定している. 光源はハロゲンランプ (Philips, 12V, 100W)を用いており, フィルターで中心波長 784nm, バンド幅 132nm に帯域制限している. CCD カメラ(AVT, Manta -G -033)を用いて 4 ステップ位相シフト法により OCM 画像と位相画像を 17.8fps で測定している.

サンプルであるガラス面(G 面)での位相値に対して, SMMF 端面での位相値を基準とすることで, 位相の測定値を安定化している. 信号光路(図 1 (b))には, SMMF と BS の間に厚さ 140 μ m のカバーガラスを光路の左半分に入れ, 基準点と G 面で位相測定値が得られる. SMMF 端面と G 面で同時に干渉する条件は, $d = t(n_c - 1)/n_s$ であり, ここで, t と n_c はカバーガラスの厚さと屈折率, d は SMMF 端面から G 面までの距離, n_s は空気中の屈折率である.

3. 実験結果

空気中で SMMF 端面と G 面とで同時に干渉する条件は $d = 70\mu$ m と計算され, 測定値 76.5 μ m にほぼ一致した. 図 2 (a),(b)に上記干渉条件時と G 面を 10 μ m 変位させたときの OCM 画像をそれぞれ示す. これから, 深さの異なる SMMF 端面と G 面を同時に測定できることがわかった. 次に, OCM 画像, 位相画像を 5 枚平均で測定した結果を図 3 (a),(b)に示す. 同図(a)は SMMF 端面と G 面の OCM 画像であり, 同図(b)は対応する位相画像である. 同図(b)の位置 A,B における位相の時間変化と A から B の位相変化を引いた位相差を同図(c)に示す. A, B 位置での位相の変化は相関が見られ, A, B 位置での各位相と位相差の標準偏差は, それぞれ 5.65, 4.31, 3.83 $^\circ$ であり, 差分による安定化が確認された.

4. まとめ

SMMF を用いた FF-OCM において, SMMF 端面を位相の基準として差分することにより, サンプル点での測定位相の安定化が確認できた. 今後, SN 比と精度との検討が必要である. 詳細については当日報告する.

謝辞: この研究の一部は JSPS 科研費 18K12051 の助成を受けている. また, 研究支援に関して協栄線材 桑木伸夫氏, (株) フジクラ 愛川和彦氏に感謝する.

[1] M.Sato et al., Appl. Sci., **9**, 216 (2019), doi:10.3390/app9020216

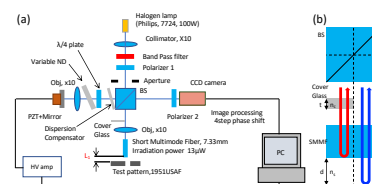


Fig. 1. (a) Experimental setup; (b) Signal path.

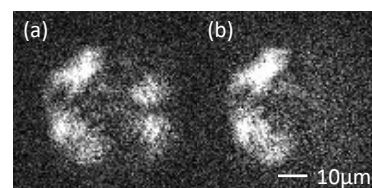


Fig.2. (a) OCM image of SMMF facet and glass surface; (b) OCM image of only SMMF facet by displacement.

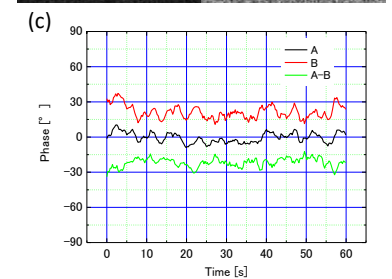
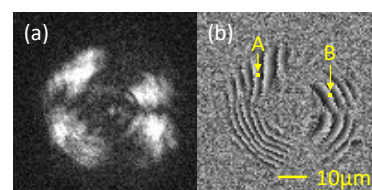


Fig. 3. (a) OCM image of SMMF facet and glass surface with averaging of 5; (b) That phase image; (c) Time variations at A and B and difference between A and B smoothing 5 points.