

多波長逆伝搬法を用いた SD-OCT

SD-OCT based on multi-wavelength back-propagation method

新潟大学自然科学研究科¹, 新潟大学工学部² ○武隈雄也¹, 崔森悦², 佐々木修己², 鈴木孝昌¹Graduate School of Science and Technology Niigata University¹, Department of electrical and electronics engineering, Niigata University², °Yuya Takekuma¹, Samuel Choi², Osami Sasaki², Takamasa Suzuki¹, E-mail: schoi@eng.niigata-u.ac.jp

Spectral domain (SD)-OCT は、深さ軸方向のスキヤンが必要なく高速に干渉信号を取得でき、Time-domain-OCT に比べて感度と分解能が向上しているため、近年幅広い分野で実用化されている。角膜の正確な境界面の検出や生体内のナノレベルの微小振動等を検出するためには、干渉位相情報をより効率よく用いる必要がある。

本研究では、SD-OCT 装置に正弦波位相変調法による振幅・位相検出と多波長逆伝搬法 (multi-wavelength back-propagation : MWB) 法 [1,2] を導入し、反射面での位相情報を用いたナノレベル精度の OCT 計測を試みる。

図 1 に干渉計の概略を示す。光源は中心波長 $\lambda=840\text{nm}$ 、帯域 45nm の SLD を用いた。対物レンズ (OL) によりコリメートされた光をシリンドリカルレンズ (CL) で集光し、測定物体上で y 軸方向にライン状のビームを照射した。参照ミラーは PZT によって正弦波位相変調を加え信号処理によって干渉スペクトルの位相及び振幅の検出を行った。回折格子 (G) と結像レンズ (PL) によって結像させた光の波数 k_m ごとの干渉位相分布から、MWB を適用し次式のような逆伝搬再生光場を得た。

$$U(L_B) = \sum_{m=1}^M B_m \exp(jk_m(L_0 - L_B)) = B(L_B) \exp(j\Phi(L_B)) \quad (1)$$

逆伝搬距離 L_B が光路差 L に達するときすべての k_m について位相が 0 となるため振幅が最大となり、最大振幅の位置に最も近い位相 0 点が正確な物体の反射位置となる。測定物体が生体の

場合は、直進する後方散乱光の干渉が観測され、位相分布を持つ OCT 画像が得られる。

図 2 に振幅分布で得た玉葱の 3 次元 OCT 画像と振幅分布を示す。図 3 に MWB による位相情報から得た玉葱の表面及び内部における深さ方向の振幅分布及び位相分布を示す。 L_B の分解能は 1nm に設定した。

本研究では、MWB を SD-OCT に適用し位相情報に基づく OCT 画像を得ることができた。

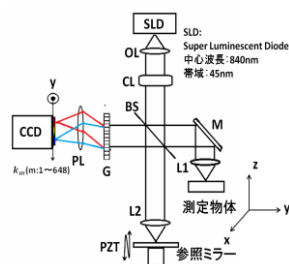


図 1 実験装置

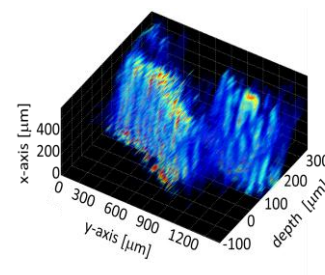


図 2 3次元分布

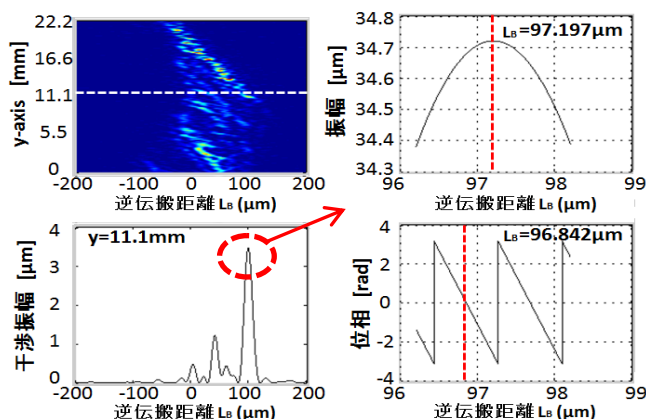


図 3 OCT 画像と振幅分布

参考文献

- [1] O. Sasaki, H. Tai, and T. Suzuki, Opt. Lett. **32**, 2683-2685 (2007).
- [2] S. Choi, K. Otuki, O. Sasaki, and T. Suzuki. Appl. Opt. **52**, 3726-3731 (2013).