

シングルショット 2次元コム干渉計測のための 干渉次数判別法の波長帯依存性

Wavelength dependence of order distinction of comb interferometry for the 2D-single-shot imaging system

埼玉大理工, ^{○(M1C)}有谷 光, バン クオック トュアン, 塩田 達俊

Saitama Univ., Hikaru Ariya, Banh Quoc Tuan, Tatsutoshi Sioda

E-mail: tshioda@mail.saitama-u.ac.jp

1. はじめに

医療や産業の分野では非接触、非破壊かつ高速な形状計測器の開発が必要とされている。そこで、我々は低コヒーレンス干渉計[1]を応用したシングルショット 2 次元断層計測システム[2]を提案した。本システムは、マイケルソン干渉計を基本として、広帯域光源、2 次元イメージセンサ、空間位相変調器 SPM (Spatial Phase Modulator)により構成されている。また、光源をファブリー・ペロー共振器を介して光コムとすることによって計測範囲を拡大した[3]。一方で、この方式は高次干渉を用いるために次数判別が必要である。その次数判別法として既に 3 つの手法[4-6]が提案されている。その中で最も高速に計測できる共振器内の屈折率の波長依存性を利用した手法では、2 波長帯域のコム干渉波形の差により次数を判別する。共振器長に合わせた波長の最適化を目指して、近赤外領域において異なる 2 つの波長帯で次数判別実験を行った。

2. 干渉次数判別の原理

m 次の干渉ピークが現れる位置を、2つの波長帯 λ_1, λ_2 毎にそれぞれ $L_{\lambda_1, m}$ と $L_{\lambda_2, m}$, またそれらの差を ΔL_m とすると、干渉次数 m は、

$$m = \frac{\Delta L_m}{2D\{n(\lambda_1) - n(\lambda_2)\}} \quad (1)$$

で表される。ここで、 D は共振器長、 n は共振器の内部屈折率を表している。波長帯 λ における光コムスペクトルのピーク間隔 FSR (Free Spectral Range)は

$$FSR_j = c/\{2n(\lambda)D\} \quad (2)$$

で表されることと、波長帯 λ における m 次の干渉ピークが現れる位置 $L_{\lambda m}$ が

$$L_{\lambda,m} = c/FSR_{\lambda} = 2n(\lambda)D \quad (3)$$

であることを用いた. 従って, (1)式より, 2つの波長帯で観測した干渉ピークの位置の差 ΔL_m を用いて干渉次数を判別することができる.

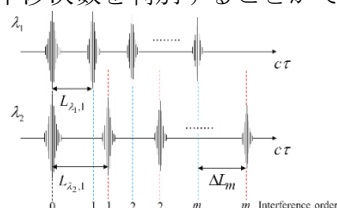


図1 波長による干渉のピーク位置の変化

3. 実験と結果

図 2 に実験系を示す。マイケルソン干渉計に SC(Super Continuum)光源, SPM, CCD, そして回折光を CCD に集光するための 4f 光学系を参照光

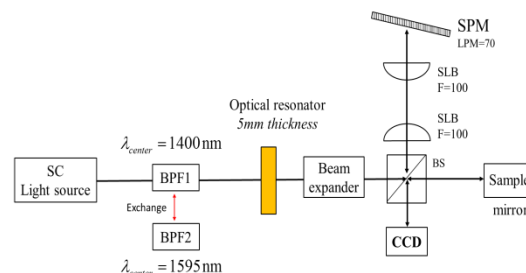


図 2 実験系

側に組んでいる。共振器は、厚さ 5mm のシリカガラスの両面を等しく金蒸着したものである。2つの異なる波長帯を選択するため BPF(Band-Pass Filter)を光源の直後に設置し、干渉次数毎に交換した。用いた波長帯は表 1 のように設定した。

表 1 次数判別に用いた波長帯

	BPF1	BPF2
実験①[6]	1550~1640nm	1600~1700nm
実験②	1365~1435nm	1550~1640nm

図3に表1の条件で、各干渉次数における干渉のピークシフト量を示す。実験①の2波長帯による変化量は $2.7\mu\text{m}$ /次数であり、今回選択した2波長帯による変化量は $4.6\mu\text{m}$ /次数となった。以上の結果から、波長帯を変更することにより傾きが変化することを確認した。

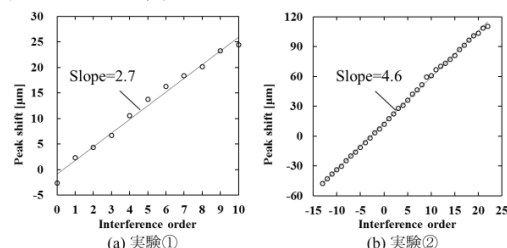


図3 波長帯の変化による傾きの比較

4. おわりに

光コムによる高次干渉を用いたシングルショット干渉計において、屈折率の波長依存性を利用することで干渉次数の判別を行った。波長帯の選択をすと次数によりピークシフト量(感度)を変えられることを実証した。

本研究の一部は JSPS 科研費 16H03879 と科研費 15K13372 の助成を受けて進められた.

参考文献

- [1] D. Huang *et al.*, Science, **254**, 1178-1181 (1991).
- [2] T. Shioda *et al.*, Appl. Opt. **51**, 5224-5230 (2012).
- [3] T. Q. Bahn *et al.*, Opt. Commun. **296**, 1-8 (2013).
- [4] T. Q. Bahn *et al.*, Appl. Opt. **54**, 912-918 (2015).
- [5] T. Sato *et al.*, Biomedical Imaging and Sensing Conference 2014 (BISC' 14), BISCp3-21 (2014).
- [6] T. Shioda *et al.*, Optical Sensors 2016 to be presented.