キャリア位相とパルスエンベロープ検出を用いた単一波長における光コム干渉計による空気屈折率自己補正

Self-correction of the air-refractive index with optical frequency comb interferometer using carrier phase and pulse envelope detection at single wavelength

電通大 [1]，JST，ERATO 美濃島知的光シンセサイザ [2]，清華大 [3]，コロラド大 [4]
○牧野 智大 [1,2]，宮野 皓貴 [1,2]，熊 士林 [3]，吳 冠豪 [3]，シブリ トーマス [4]
中嶋 善晶 [1,2]，美濃島 薫 [1,2,*]

The University of Electro-Communications[1],
JST, ERATO MINOSHIMA Intelligent Optical Synthesizer[2], Univ. of Tsinghua[3], Univ. of Colorado[4]
°Tomohiro Makino[1,2], Kouki Miyano[1,2], Shilin Xiong[3], Guanhao Wu[3], T. R. Schibli[4],
Yoshiaki Nakajima[1,2], Kaoru Minoshima[1,2*]
*E-mail: k.minoshima@uec.ac.jp

光学的精密距離計測において、経験式を用いた従来の空気屈折率補正に代わる手法として 2 色法が提案されている。これまでに我々は、光コムの基本波と第 2 高調波を用いた 2 色干渉計を開発して、経験式を凌駕する精度で空気屈折率の自己補正を実現した[1]。一方、実用的には、大きく異なる 2 波長を用いることで系が複雑になる他、光学系の色収差の精度への影響が懸念される。

本研究では、群と位相屈折率の関係を用いて、単一波長の光コム干渉計による屈折率自己補正法を開発した[2]。2 色法を適用するためには群屈折率の高精度測定が必要なため、10 μm 程度の幅のパルスエンベロープの位置を nm 精度で測定する必要がある。そこで、エンベロープ検出に、これまでに開発した高感度タイミングジッター検出法を適用した光コム 2 色干渉計を開発した[3]。実験配置を図 1 に示す。モード同期 Er ファイバレーザー（波長 1.56 μm）による光コムを光源とし、音響光学素子（AOM）を使用した光路長差 5.5 m のヘテロダイン干渉計を構築した。同時に、合成波長の位相差検出法（Synthetic Wavelength）[4]を用いて、群屈折率に従う光路長差変化を検出した。光コムの繰り返し周波数 f_{rep} を用いて合成波長信号を一定に制御し、同時に干渉計信号の変化を測定することで、群と位相屈折率に従う光路長差変化を高精度且つ高分解能に測定した。図 2 に 4 時間の 2 色法による空気屈折率補正結果を示すが、単一波長において、10^{-8} の高精度な屈折率自己補正が実現された。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。

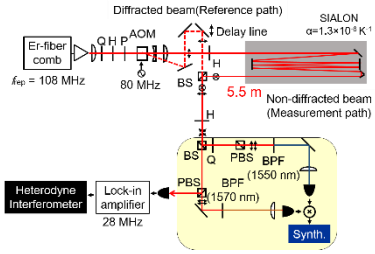

図 1. 実験配置図

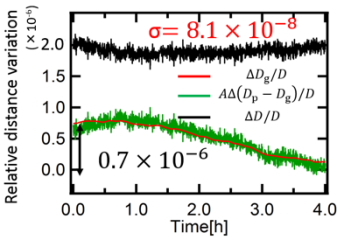

図 2. 2 色法による空気屈折率補正結果

[1] K. Miyano, G. Wu, T. Makino and K. Minoshima, CLEO2016, STh4H.4 (2016).
[2] 美濃島 薫，特願 2015-22078, [3] 牧野，宮野，中嶋，美濃島，応用物理学会講演会, 15p-C32-16 (2016).
[4] D. Hou, C.-C. Lee, Z. Yang and T. R. Schibli, Opt. Lett. **40**, 2985-2988 (2015).

© 2017年 応用物理学会