

合成波長光コム 2 色干渉計による リアルタイム空気ゆらぎ補正形状計測法の開発

Shape measurement with real-time correction of air fluctuation by use of two-color interferometry with optical frequency combs and synthetic wavelength

電通大¹, JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザ², 清華大³

○(M1)生澤 佳久^{1, 2}, 中嶋 善晶^{1, 2}, 吳 冠豪³, 美濃島 薫^{1, 2, *}

The University of Electro-Communications¹,

JST, ERATO MINOSHIMA Intelligent Optical Synthesizer², Tsinghua University³

○Yoshihisa Ikisawa^{1, 2}, Yoshiaki Nakajima^{1, 2}, Guanhao Wu³, Kaoru Minoshima^{1, 2, *}

*E-mail: k.minoshima@uec.ac.jp

高精度な光学的測定において、空気屈折率補正は必須である。我々は、2 波長の光学距離を用いて自己補正を行う 2 色法に光コムを適用した高精度な距離測定法を開発し、これまでに長期的な環境変動や[1-3]、急激な環境ゆらぎに対して[4]、 10^{-9} オーダーでの超高精度補正に成功した。さらに、本手法を形状計測に適用するための検討を行い、変位測定に対する有効性を示した[5]。本研究では 2 色法と合成波長干渉法[6]を組み合わせることで、形状計測の適用範囲の拡大を行った。

本手法による空気屈折率変動補正においては、空気ゆらぎに追従させるように光コムの繰り返し周波数に対してフィードバック制御を用いているが、大きな段差など、信号強度が急激に変化する領域では正しく追従しないという課題があった。そこで 2 色法で用いている 2 波長の光をそのまま用いて波長の大きな合成波長を生成し、測定可能領域を大きく拡大する絶対距離測定手法を導入することを試みた。本研究では、2 波長として Er モード同期レーザーからの基本波 λ_1 と非線形結晶による第二高調波 λ_2 を用いているが、光源スペクトルが広いため、 λ_1 の 1/2 波長 (仮想的な第二高調波 λ_3) と実際に発生される第二高調波 λ_2 を異なる波長に設定でき、 λ_2 と λ_3 の合成波長 λ_s を任意に生成できる。本研究では、合成波長 $\lambda_s = 43.078 \mu\text{m}$ を実際に生成することができた (図 1)。そして、この合成波長を用いて変位測定を行った (図 2)。回帰直線との残差は標準偏差で $0.69 \mu\text{m}$ となり、基本波 λ_1 による干渉位相の繰り返しを特定することができるので、大きな段差形状に対しても高精度な形状計測が可能となる。本研究は JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザ JPMJER1304、および JSPS と NSFC の日中二国間交流事業(共同研究)の助成を受けた。

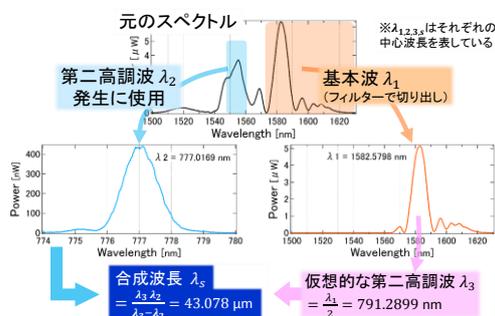


図 1 光源スペクトルと生成した合成波長

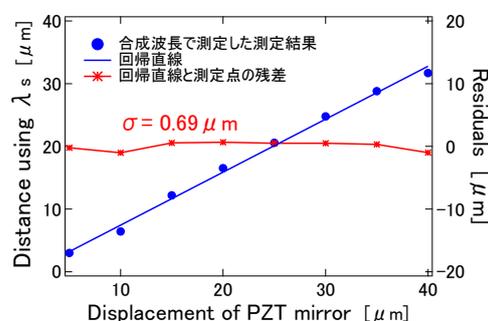


図 2 合成波長による変位測定の結果

- [1] K. Minoshima, K. Arai, H. Inaba, Opt. Express **19**, 26095-26105 (2011).
 [2] G. Wu, M. Takahashi, K. Arai, H. Inaba, K. Minoshima, Sci. Rep. **3**, 1891-1895 (2013).
 [3] K. Miyano, G. Wu, K. Minoshima, CLEO2016, STh4H.4 (2016).
 [4] Y. Ikisawa, T. Makino, Y. Nakajima, G. Wu, K. Minoshima, CLEO-PR2018, W4F.2 (2018).
 [5] 生澤, 中嶋, 吳, 美濃島, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-438-16 (2018 年 9 月).
 [6] G. Wu, M. Takahashi, H. Inaba, K. Minoshima, Opt. Lett. **38**, 2140 (2013)