

光コム干渉計におけるファイバノイズキャンセリング手法を用いた光路長安定化

Stabilization of an optical path using fiber noise cancellation

for an optical frequency comb interferometer

電通大 先進理工¹、JST, ERATO² ○中嶋 善晶^{1, 2}、美濃島 薫^{1, 2}UEC¹, JST, ERATO² °Yoshiaki Nakajima^{1, 2}, Kaoru Minoshima^{1, 2}

E-mail: yoshiaki.nakajima@uec.ac.jp

光コムを用いたパルス間干渉計（光コム干渉計）は、高精度絶対距離測定に有用である。光コム干渉計においては、1) 異なるパルスどうしが重なる光路長差の実現と、2) 干渉次数の決定のため、広範囲の光路長差可変手法が必要である。移動ステージを用いた従来の光路長走査手法では、パルス間隔距離に相当する大きな移動ステージが必要となり、機械的変動や空気揺らぎによる干渉縞の位相変動が生じ、精密測定のためには妨げとなる。一方、光コム干渉計においては、コムの間隔周波数やオフセット周波数を変化させることによって精密な光路長走査を実現できる[1]。

本研究では、光コム干渉計において、任意の測定距離における広範囲な光路長差可変技術を開発するため、参照光路の長光路化を行っている。その際、参照光路を光ファイバで構築することによりコンパクト化が可能だが、一方、長尺光ファイバによる光路長変動や位相雑音の増大が懸念される。本稿では、高精度光ファイバ伝送に用いられているファイバノイズキャンセリング手法を適用し、光路長の光ビートによる安定化を行い、干渉縞信号の安定化を試みた。

図 1 に示すように、光コムの任意のモードに安定化された CW レーザーの出力を、2 分岐カプラにより測定光路（0.9 m）と参照光路（22.7 m）に分ける。参照光路の両端に 2 分岐カプラを挿入して各々 CW レーザーと光コムの単一モードとのビート信号を検出し、両者を混合して誤差信号を生成する。その後、誤差信号を電氣的に処理し、参照光路に挿入されたドラム型ピエゾアクチュエータの制御によって、参照光路長の安定化を行う。図 2 は、安定化前後の干渉縞信号強度の時間変動である。60 秒間における光路長変動は、フリーラン時には P-P 値で 2.3 μm であるのに対し、参照光路の安定化により、標準偏差で 25.1 nm に抑制された。今後、さらなる最適化を行い、パルス間干渉計に適用する予定である。本研究は、JST、ERATO 美濃島知的光センサプロジェクトの一環で行われた。

[1] K. Minoshima, et al., Opt. Exp., vol. 19, 26095 (2011).

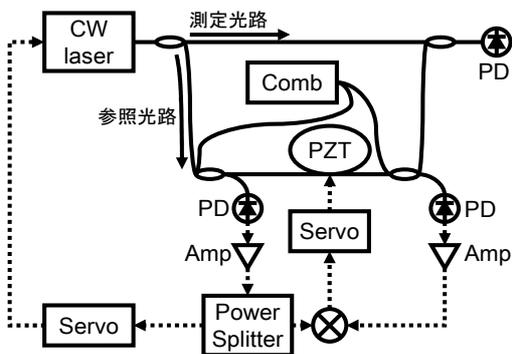


図 1 光ファイバ参照光路安定化実験の構成図

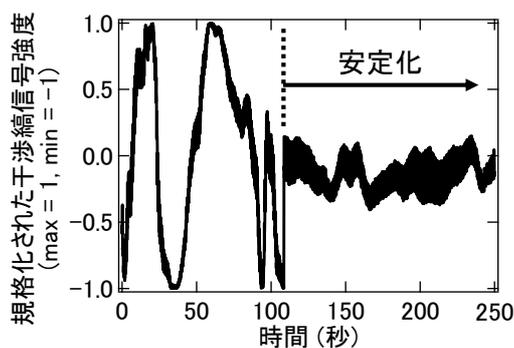


図 2 光ファイバ参照光路安定化の効果