

ファイバ型光コム干渉計による光路長走査範囲の拡大

Fiber-based optical frequency comb interferometer

with extremely wide scanning range by frequency scanning

電通大 先進理工¹、JST, ERATO 知的光シンセサイザ² ○中嶋 善晶^{1, 2}、美濃島 薫^{1, 2}UEC¹, JST ERATO-IOS² ○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、モード同期パルス列内の異なるパルス間の干渉信号を用いるため高精度絶対距離測定が可能である。また、個数の離れたパルスを干渉させることができるため、わずかな繰り返し周波数 f_{rep} の変化でも、パルス個数倍の増倍効果による光路長走査の可変範囲拡大が可能となる。この手法は、パルス間隔距離に相当する長行路移動ステージが不要であり、機械的非直線性や空気揺らぎによる干渉信号の位相変動が無く、精密で広範囲な光路長走査が可能である[1]。

本研究では、この増倍効果を任意距離に適用するために、測定光路に合わせて参照光路を長尺光ファイバで構成する光コム干渉計を開発している。ファイバ光路の利用により干渉計のコンパクト化が可能になるが、光路長変動や位相雑音による干渉信号の安定性低下を招く恐れがある。そこで本報告では、周波数安定化手法を適用したファイバ型光コム干渉計を開発し、 f_{rep} 走査による光路長可変範囲をパルス間隔距離程度に拡大することを試みた。

図1に示すのは、ファイバ型光コム干渉計の構成である。参照光路に挿入した AOM の周波数シフトにより、参照光路を安定化する。光コム（中心波長 1574 nm、 $f_{\text{rep}} = 53$ MHz）は分岐カプラを介して光ファイバによる測定光路（光路長：0.6 m）と参照光路（光路長：167.2 m）に分けられる。参照光路を伝搬した光コムは AOM による周波数シフト（77 MHz）を受け、測定光路を伝搬した光コムと重ね合わされる。一方、長い参照光路に周波数安定化手法を適用するために単一周波数 CW レーザーを導入し、AOM に入射する前と、参照光路伝搬後のビームを重ね合わせヘテロダイナミクス干渉させる。この信号を基に AOM の周波数シフト量を制御することにより、参照光路を数 nm の精度で高安定化する。図2に示すのは、 f_{rep} を $\Delta f_{\text{rep}} = 0.02$ Hz ごとに変化させたときの光路長の変化($n\Delta L$)である。測定値と計算値($n\Delta L = m c \Delta f_{\text{rep}} / f_{\text{rep}}^2$)はよく一致し、30 倍の増倍効果が確認された。本実験で用いた光コムの可変範囲 Δf_{rep} は最大 900 kHz であるため、増倍効果により光路長走査範囲 2.8 m が可能であり、周波数走査のみでパルス間隔を全て走査できる。

本研究は、JST-ERATO 美濃島知的光シンセサイザプロジェクト及び、科研費 25286076 の助成を受けて実施された。

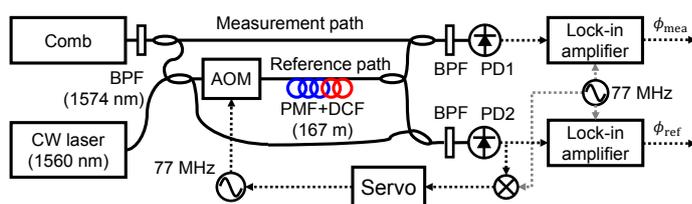
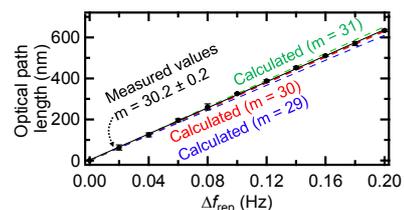
[1] G. Wu, M. Takahashi, K. Arai, H. Inaba, and K. Minoshima, Sci. Rep., **3** (2013) 1891-1895.

図1 ファイバ型光コム干渉計

図2 f_{rep} 走査による光路長走査