

高速周波数掃引光源を用いた干渉計測の検討

Proposal of interferometry using a high speed optical frequency sweeper

北里大理 ○(M2) 高木千菜美, (M1) 和田健也, 吉國裕三, 黒田圭司

Kitasato Univ. ○Chinami Takagi, Kenya Wada, Yuzo Yoshikuni, Keiji Kuroda

E-mail: ms17817@st.kitasato-u.ac.jp

【序論】OCT 等の光干渉計測への応用を目的として、様々な周波数帯で高速かつ広帯域で掃引できる新しい周波数掃引光源を開発している。1) OCT への適用可能性を検討するため、可変マッハ・ツェンダ(MZ)干渉計を用いて掃引光源による透過スペクトル測定を行い、干渉計測に関する基礎データを集めた。

【構成】Fig.1 に実験系の構成を示す。光源は、パルス間隔 1MHz のスーパーコンティニウム光源からの光パルスをフィルタで分光し、光路長を変えて戻すことで周波数掃引を行う。2 段 MZ とアレイ導波路回折格子(AWG)を組み合わせ、12.5GHz 間隔で分光し、AWG の入出力に遅延線を繋ぎパルスを遅延させることで、5THz の範囲を 400ns で周波数が時間に対し線形に掃引される。可変 MZ 干渉計は光ファイバカップラ(FC)で光路を分けてそれぞれに光ディレイラインを接続し、出口側の FC で干渉させる。2 つの波形を差分増幅検出器に通して干渉信号を観測した。

【干渉信号の観測】片方のディレイラインを 30mm に固定し、もう片方のみを 0mm から 50mm まで 1mm ずつ動かして波形を観測した。遅延長が(i) 12mm、(ii) 16mm、(iii) 19mm の時に観測された干渉信号とそのフーリエ変換を Fig.2 に示す。光源からの光は約 1ns 間隔のパルス列であり、観測された波形はパルス列の集まりとなっている。Fig.3 にフーリエ変換のピークから得られた光路長差を遅延長に対してプロットした。光路長差は遅延長に対して三角波状に変化しており、傾きは±1 となっている。光源の周波数が 12.5GHz 毎に断続的に変化するためサンプリングによる折り返しが発生していると考えられる。周期は 12mm 程度で、光ディレイラインを光が往復することを考慮すると、12.5GHz のサンプリング間隔に対応する距離 24mm と一致する。Fig.4 にフーリエ変換の強度の遅延長依存性を示す。強度は 19mm 付近をピークにして両側に急激に弱くなっている。通常のレーザ光源と比べて光源のコヒーレンス長が短いためと考えられ、OCT 等の応用では折り返し雑音を低減できると考えられる。

【まとめ】高速周波数掃引光源を用いて可変 MZ 干渉計を測定し、遅延距離に応じて変化する干渉信号を観測できることを確認した。OCT は同様の干渉光学系を持つので、今後、感度の向上等を進めれば MHz 以上の A スキャンレートを有する高速 OCT が実現できると考えられる。

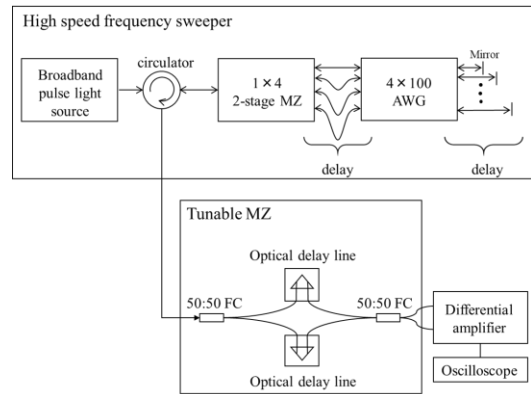


Fig.1 Experimental equipment

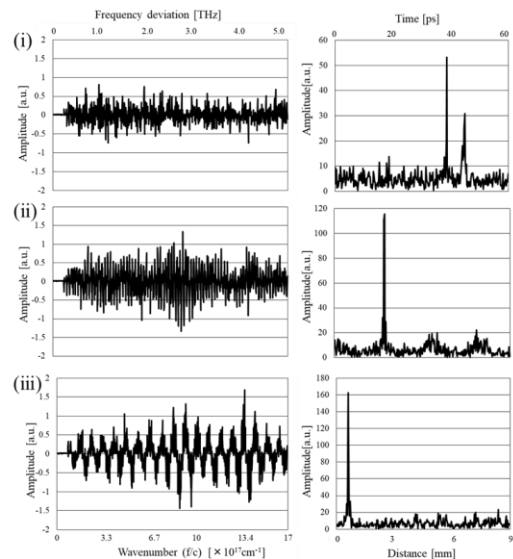


Fig.2 Interference wave and Fourier transform
(i) 12mm (ii) 16mm (iii) 19mm

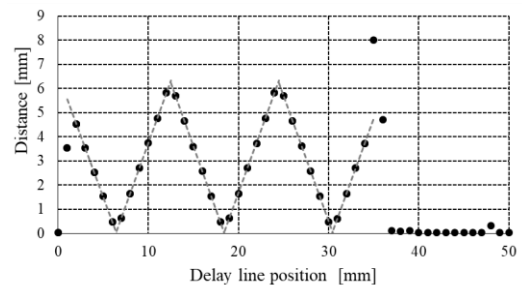


Fig.3 Distance obtained from Fourier transform

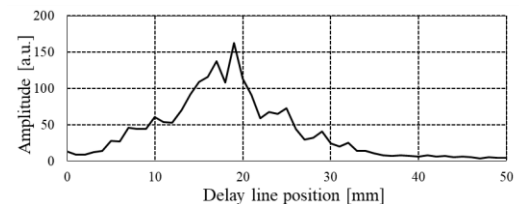


Fig.4 Amplitude of Fourier transform

1) 白崎光、黒田圭司、吉國裕三、福島誠治、超高速周波数掃引光源用光回路の検討、応用物理学会、2018/3