

周波数制御された光コムによる背景信号除去手法を用いた断層計測

Tomography with active background canceling

using frequency-controlled comb pulse

電通大¹, JST, さきがけ² ○(B)日野 圭人¹, 加藤 峰士^{1,2}, 猫島 靖久¹, 美濃島 薫^{1,*}

UEC¹, JST, PRESTO²,

°Keito Hino¹, Takashi Kato^{1,2}, Yasuhisa Nekoshima¹, and Kaoru Minoshima^{1,*}

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

光の干渉を用いた計測は非接触、高速、高精度を実現でき、距離計測や光断層撮影法など、様々な応用で用いられている。特に超短パルスの利用により、非線形光学や時間・空間選択性を活用した高機能計測が可能となる。一般に、構造計測や断層計測などにおいては、目的の信号光は微弱であり、非常に強い表面反射光が背景光として存在し、検出器の飽和によるダイナミックレンジ低下が課題となる。その解決法として、逆位相の光を干渉させることによる背景光除去手法が挙げられる。その際、逆位相光の生成は偏光素子を用いることで実現可能だが、消光比の限界や素子の挿入・回転による光軸変化に加え、特に超短パルスのような広帯域光においては光学素子の波長依存性の影響により、完全な背景光除去は困難である。そこで我々は、開発してきた周波数制御された光コムによる全帯域位相制御手法を用いて[1-4]、全帯域逆位相パルスによる背景光除去技術を考案した[5]。本講演では、断層計測への適用を行ったので報告する。

実験では Er ファイバコムの繰り返し周波数 f_{rep} とキャリアエンベロープオフセット周波数 f_{ceo} が $f_{rep}:f_{ceo}=2:1$ となるように周波数制御することで、パルス間のキャリアエンベロープ位相差が正確に 180 度となるパルス列を生成した。このパルス列を分岐して遅延を与えることで、位相差 180 度のパルス対を実現した。Si ウェハを試料とし、透過光（背景光）と内部反射光（信号光）をチャープしたスペクトル干渉を用いて取得した(図 1(a))。図 1(b)に分光器で取得した干渉スペクトル信号を示す。背景光を除去しない場合(図 1(b-1))、強い背景光由来の干渉縞によって微弱な信号光が観測できない。しかし逆位相パルスで背景光を抑制した結果、信号光の干渉波形が顕在化したことがわかる(図 1(b-2))。背景光と信号光の中心波長の差(図 1(b)の緑線と赤線の差)は Si ウェハの厚さ(280 μm)に整合しており、本手法の断層計測への適用可能性が示された。

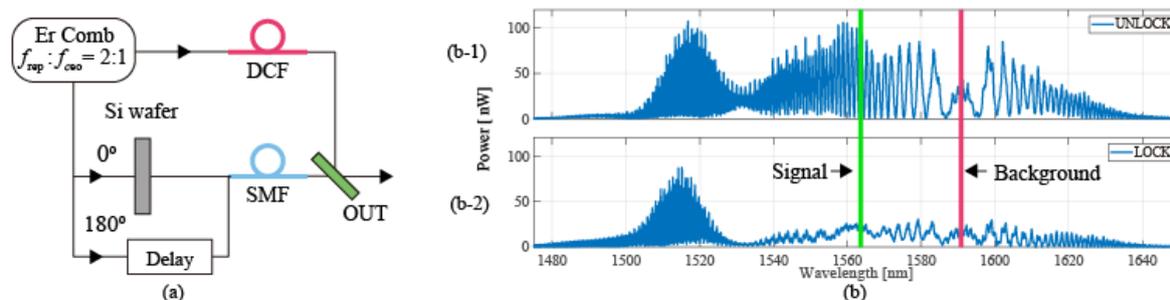


図 1. (a)実験概念図。(b-1) Si ウェハ透過光(背景光)、および(b-2)透過光除去後の干渉スペクトル。

[1] T. Kato, M. Uchida, Y. Tanaka and K. Minoshima, CLEO2018, STh3L.6. (2018).

[2] T. Kato, H. Ishii, K. Terada, T. Morito, and K. Minoshima, arXiv:2006.07801 (2020).

[3] 森藤 環、加藤 峰士、寺田 和博、美濃島 薫、第 67 回応用物理学会春季学術講演会、14a-B409-8 (2020).

[4] 朱 瑞宸、足立 拓斗、浅原 彰文、美濃島 薫、第 68 回応用物理学会春季学術講演会、16p-Z08-9 (2021).

[5] 加藤 峰士、森藤 環、猫島 靖久、美濃島 薫、第 69 回応用物理学会春季学術講演会、25a-E302-3 (2022).