光コムの広帯域逆位相パルスによる背景信号の能動的除去

Active canceling of background signal using broadband antiphase comb pulse

電通大[1]，JST,さきがけ[2]　°(PC)加藤 峰士[1,2]，森藤 環[1]，猫島 靖久[1]，美濃島 薫[1]

UEC[1], JST, PRESTO[2], °Takashi Kato[1,2], Tamaki Morito[1], Yasuhisa Nekoshima[1] and Kaoru Minoshima[1]

E-mail: takashi.kato@uec.ac.jp

干渉を用いた計測方法は、距離計測や光断層撮影法の様に積層した対象の内部構造を求める方法として広く用いられている。生体組織や薄膜材料のような多層構造物を計測する際には、構造体からの微弱な信号光に対して表面や基板面で生じる強度の高い反射光（背景光）除去が課題となる。このとき、完全に逆位相の光を干渉させることにより背景光除去が可能であり、干渉計測分野で取り入れられてきた。しかし、逆位相の光を発生させるためには高精度の偏光素子など必要であるが、超短パルスのような広帯域光では、光学素子の波長依存性によって完全な背景光除去は困難である。超短パルスの利用は選択性の高い高機能計測や非線形計測等において重要であり、背景光除去により薄膜計測や非線形イメージングの性能を大幅に向上させる可能性がある。そこで我々は、これまで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[1-4]を応用し、超短パルス計測において背景光を選択的に除去する手法を考案した。

実験ではErファイバ光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}を周波数制御し、パルス列のキャリア・エンベロープ位相がパルスごとに180度ずつ回転するよう設定した(図1(a))。原理検証として、Siウェハーの微弱な内部反射と強い透過光が混在したスペクトル干渉像から、内部反射光のスペクトル干渉像だけを顕在化した。強い背景光が混在した場合、図1(b)のように強い透過光による干渉縞により微弱な干渉縞が埋没してしまう。しかし180度の位相差を持つパルスを干渉させることで透過光由来の干渉縞を選択的に除去し、内部反射光による微弱なスペクトル干渉信号が得られた（図1(c)）。光コムの周波数制御により、安定して微小信号を検出することが可能となり、検出器の飽和抑制にも効果的である。

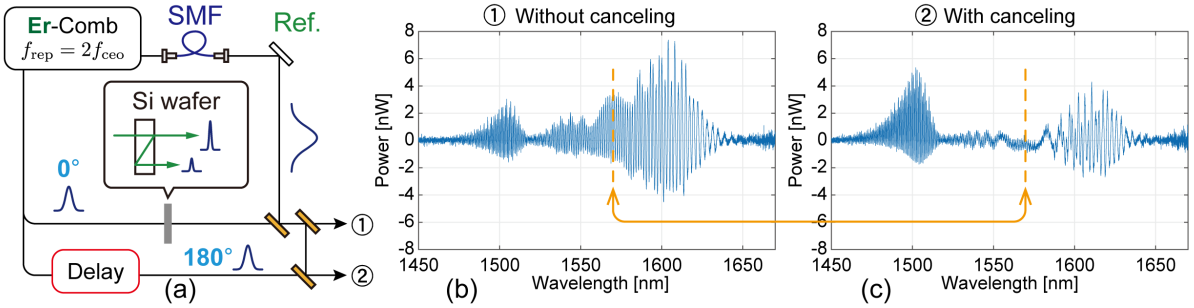

図1. (a)実験系概念図。(b)Siウェハー透過光、および(c)透過光除去後のスペクトル干渉信号。

[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).

© 2022年 応用物理学会