

電歪素子を用いた高速ビート周波数制御による デュアルコム分光装置の開発と応用

Development of dual comb spectrometer by fast phase locking using piezoelectric
element and its application

○(M2)田淵稜介¹, (D2)住原花奈^{1,2}, 大久保章², 岡野真人¹, 稲場肇², 渡邊紳一¹

慶大理工¹, 産総研²

R. Tabuchi¹, K. Sumihara^{1,2}, S. Okubo², M. Okano¹, H. Inaba², and S. Watanabe¹

Keio Univ.¹, NMIJ, AIST.²

E-mail: tabuchi@wlab.phys.keio.ac.jp

デュアルコム分光法は繰り返し周波数の僅かに異なる2つの光周波数コムの光を干渉させ、ヘテロダイン信号周波数をラジオ周波数 (RF) 領域まで下方周波数変換させることで、電気計測によって光の周波数情報と位相情報を取得する手法である[1,2]。従来の光の振幅 (強度) のみを測定する分光計測手法とは異なり、クラマース・クローニヒ変換を行わなくても光の振幅と位相を計測できるため、複素屈折率の新しい評価手法として注目を集めている[3]。デュアルコム分光装置としては電気光学変調器を用いて光ビート周波数を安定化する方式があるが、安価な装置を作る目的から、我々は電歪素子を用いた光ビート周波数安定化を試みている[4]。今回、我々は同装置を用いたデュアルコム分光装置を実現したので報告する。

光周波数コム光源としては繰り返し周波数 $f_{\text{rep}} \sim 77$ MHz、波長 ~ 1.56 μm のモード同期エルビウム (Er) ファイバーレーザーを2台作製した。さらに、Er ドープファイバー増幅器を用いて光の増幅を行ってからスペクトルの広帯域化[5]を行い、キャリアエンベロップオフセット周波数 f_{ceo} を検出した。2つの光コムのコヒーレントな位相同期の手順は以下のとおりである。まず一方の光周波数コムの f_{rep} と f_{ceo} を基準となる RF 信号に位相同期した。次に、そのコムと CW レーザーのビート信号周波数 f_{beat} を、CW レーザーの電流にフィードバックをかけることにより、RF 信号に位相同期した。さらにもう一方の光コムの f_{beat} と f_{ceo} を RF 信号に位相同期した。後者の f_{beat} の位相同期には電歪素子を用いた。特に、レーザー共振器に組み込んだ電歪素子の機械的な共振を抑える工夫[6]をすることで f_{beat} の位相同期に成功した。以上の方法によって、2台の光周波数コムを互いに位相同期することでデュアルコム分光装置を実現した。講演では作製したデュアルコム分光装置を用いた物性計測応用についてもあわせて報告する。

[1] F. Keilmann *et al.*, Opt. Lett. **29**, 1542-1544 (2004).

[2] I. Coddington, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **100**, 013902 (2008).

[3] A. Asahara *et al.*, Opt. Lett. **41**, 4971-4974 (2016).

[4] 西川大智 他、第79回応用物理学会秋季学術講演会 (名古屋国際会議場) 20a-211A-6

[5] Y. Nakajima *et al.*, Opt. Comm. **281**, 4484-4487(2008).

[6] L. C. Sinclair *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **86**, 081301 (2015).