テラヘルツ波電気光学サンプリングの偏光フィルタリングによるダイナミックレンジの改善

Improvement of Dynamic Range by Polarization Filtering for Electro-optic Sampling of Terahertz Wave

°北原英明[1]，加藤博之[1]，椎原正基[1]，江崎晃弘[1]，山本晃司[1]，古屋岳[1]，
エルマー エスタシオ[2]， マイケル バクノフ[3]，谷正彦[1]

Research Center for Development of Far-Infrared Region, University of Fukui[1], National Institute of Physics, University of the Philippines[2], University of Nizhny Novgorod[3], °Hideaki Kitahara[1], Hiroyuki Kato[1], Masaki Shiihara[1], Akihiro Esaki[1], Kohji Yamamoto[1], Takashi Furuya[1], Elmer Estacio[2], Michael Bakunov[3], and Masahiko Tani[1]

E-mail: kitahara@fir.u-fukui.ac.jp

テラヘルツ(THz)領域の機器を産業応用の観点から THz 波検出器に対して、より高いダイナミックレンジやより広い周波数帯域幅が求められている。一般的に、ダイナミックレンジの改善は THz 波の放射強度を上げたり検出器の感度を改善したりすることで達成が可能である。例えば検出器の感度改善の例として、Ilyakov らは電気光学サンプリング(EOS)による THz 波検出後のプローブ光に対してスペクトル領域でフィルタリングを行い、THz 波の検出情報を含まないプローブ光の主成分を抑圧することで 2 桁以上の検出感度増強に成功している。[1]　そこで、我々は偏光フィルタリングの手法を開発し、標準的な EOS 検出やヘテロダイン EOS 検出[2,3]に対してダイナミックレンジ改善を行ってきた。[4]　しかし、これまでの我々の実証実験では検出感度の増強から推測される理論値通りのダイナミックレンジ改善が得られなかった。本研究では、ヘテロダイン EOS 検出法に偏光フィルタリングを適用した系で、エミッタバイアス電圧依存性やノイズフロアの観測により検出されるノイズの挙動を明らかにし、ダイナミックレンジついて考察する。

偏光フィルタリングでは、プローブ光を検出する光検出器は強度を計測するため、プローブ光に重畳する強度ノイズが直接、検出信号のノイズとなって計測されると共に、レーザー光の偏光揺らぎに起因して偏光フィルタによって強度変化に変換されたノイズとして重畳される。これまでの報告で示された分光器[2,3]を用いて実際に電気系と光源系のノイズレベルを計測した結果、光源レーザーの持つノイズがノイズフロアを決定していることが判明した。これらの結果を基に、レーザー光源の安定度の向上に努めた結果、理論値よりも 0.5 桁ほど低いが 1 桁以上のダイナミックレンジの改善に成功した。

[1] I. E. Ilyakov, et al, Opt. Lett. 41, pp. 2998-3001 (2016).

[2] M. Tani, et al, Opt. Express 19, pp. 19901-19906 (2011).

[3] M. Tani, et al, Opt. Express 21, pp. 9277-9288 (2013).

[4] H. Kitahara, et al, Th-POS-24, 2018 43rd International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves (9-14 Sep 2018, Nagoya).

© 2019年 応用物理学会