

GaAs とテーパー付き平行平板導波路による テラヘルツパルスの電気光学サンプリング検出

Electro-Optic Sampling of Terahertz Pulses by using GaAs and Tapered Parallel Plate Waveguide

福井大¹, フィリピン大², ニジーノブゴロド大³ °北原英明¹, 江崎晃弘¹, 古屋岳¹, エルマー・
エスタシオ², 山本晃司¹, メアリ クレア・エスカニョ¹, マイケル・バクノフ³, 谷正彦¹
Fukui Univ.¹, University of the Philippines Diliman², University of Nizhny Novgorod³, °Hideaki
Kitahara¹, Akihiro Esaki¹, Takashi Furuya¹, Elmer Estacio², Kohji Yamamoto¹, Mary Clare
Escaño¹, Michael Bakunov³, and Masahiko Tani¹
E-mail: kitahara@fir.u-fukui.ac.jp

電気光学 (EO) サンプリングは、パルス THz 波の検出に広く使用されている。しかし、安価で安定したフェムト秒ファイバーレーザーが利用できる $1.5\mu\text{m}$ 付近の波長では、共軸で位相整合を保證できる EO 結晶が存在しない[1]。THz 領域で吸収が低い GaAs は $1.5\mu\text{m}$ において比較的良好的な位相整合特性を持つが、THz 波とプローブ光を非共軸配置とすることで更なる改善が望める[2]。本研究では、GaAs の EO 係数が比較的小さいにもかかわらず ($r_{41} \sim 1.5 \text{ pm/V}$)、適切な機構と光学配置を用いることで高感度の EO サンプリングを実現できることを示す。

GaAs 結晶薄板 ($0.1 \times 5 \times 10 \text{ mm}^3$, $5 \times 10 \text{ mm}^2$ 面 A u コーティング付) を、テーパー付平行平板導波路 (TPPWG) の狭窄部に挿入して構成される EO サンプリング検出器を製作した[3]。実験系はヘテロダイン EO 検出に最適化された検出機構を使用した[4] (図 1)。THz 波は TPPWG のテーパー部分によって (110) GaAs 結晶の表面に集束される。 $1.55\mu\text{m}$ のプローブビームは、同じ表面に斜めに入射し、結晶内においてチェレンコフ角 (~ 12 度) で THz ビームと交差する。結晶を通過したプローブビームはレンズによって平衡光検出器位置における和周波数生成 (SFG) 信号と差周波数生成 (DFG) 信号が最大化されるよう調整した (図 1)。THz 波光源には低温成長 GaAs 光伝導アンテナを使用した。

上記機構 (Defocused Heterodyne EOS) で得られた信号を、別のヘテロダイン EO 検出機構で得られた信号と一緒に図 2 に示す。グラフには、プローブビームが最初に 2 つのミラーで分割され、次に平衡光検出器へ入射する Wavefront Divided Heterodyne EOS [5] および通常の EO サンプリング検出 (Ellipsometric EOS) を併記した。時間波形から Defocused Heterodyne EOS の利点が明確である。

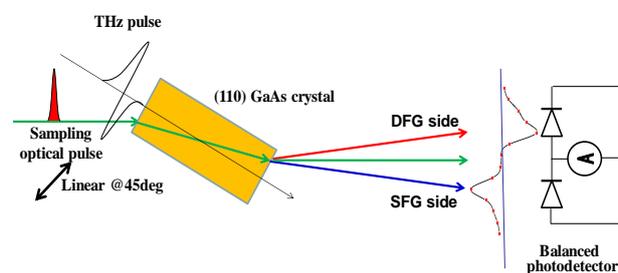


図 1 GaAs 結晶と各ビームの光学配置

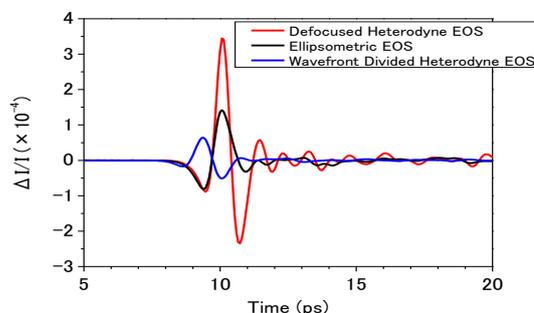


図 2 異なる検出機構での THz 時間波形

- [1]. M. Nagai, *et al.*, Appl. Phys. Lett., **85**, 3974 (2004).
- [2]. E. A. Mashkovich, *et al.*, IEEE Trans. Terahertz Sci. Techn. **5**, 732 (2015).
- [3]. H. Kitahara, *et al.*, Tu-Po2-29, IRMMW-THz 2019.
- [4]. M. Tani, *et al.*, Opt. Express **21**, 9277 (2013).
- [5]. A. I. Shugurov, *et al.*, Opt. Express **26**, 23359 (2018).