

反射型エシェロンを用いたテラヘルツ時間領域分光ラインイメージング

Spectral Line Imaging Using Single-shot Terahertz

Time-domain Spectroscopy with an Echelon Mirror

株式会社ニコン¹, 横浜国立大学²,

○秦大樹¹, 原田真太郎², 浅井岳¹, 嵐田雄介², 片山郁文²

Nikon Corp.¹, Yokohama National Univ.²,

○Daiki Hata¹, Shintaro Harada², Gaku Asai¹, Yusuke Arashida², Ikufumi Katayama²

E-mail: Daiki.Hata1@nikon.com

テラヘルツ分光は近年、非破壊検査・セキュリティ・生体観察分野などへの応用が期待され、製品開発が活発に行われている。しかしながら、従来のテラヘルツ時間領域分光(THz-TDS)は一点計測で二次元スキャンをするため、計測時間が長いことが大きな課題である。一軸スキャンのみでテラヘルツ波形を二次元計測可能な光学系はいくつか提案されているが[1-2], 我々はその中でもエシェロンを用いたシングルショット THz-TDS[3]でのラインイメージングに注目した。エシェロンを用いたシステムはEO結晶上で集光可能で、他手法よりも高感度に検出できる利点を持つ。そのため、ファイバーレーザーなどの安定した低強度光源を使用でき、実用性が高い高速計測装置の実現が期待できる。そこで我々は、テラヘルツ光学系・プローブ光学系をラインイメージング用に設計・構築し、設計値通りの空間分解能を有するかをナイフエッジ法により評価した。

設計・構築した光学系の NA は 0.3, シングルショット計測できるライン長は 5 mm で、シリンドリカルレンズを複数枚用いることで軸外も収差補正している。集光ライン付近で遮蔽物のエッジをスキャンしながら、二次元カメラを用いてテラヘルツ波形の時空間情報を取得する(Fig.1)。得た画像において、時間軸方向にフーリエ変換を行うことで周波数ごとの ESF(Edge Spread Function)を計算し、テラヘルツ光のビーム径(半値全幅)を算出した。その結果、視野中心(on-axis)・軸外(off-axis)どちらもレイリー基準における回折限界程度の分解能で、設計値通りの光学性能であることが確認できた(Fig.2)。さらに、SNR は 40 dB 以上と、従来の検出手法よりも高感度である。

今後の展望としては、大口径の光学系設計によるライン長拡張、イメージング速度の高速化などが挙げられる。また、当日は糖類の分光イメージングなどの実用例についても紹介する。

[1] T. Yasui *et al.*, Opt. Express **16**, 1208 (2008).

[2] T. J. Zhang *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **87**, 066101 (2016).

[3] Y. Minami *et al.*, Appl. Phys. Lett. **103**, 51103 (2013).

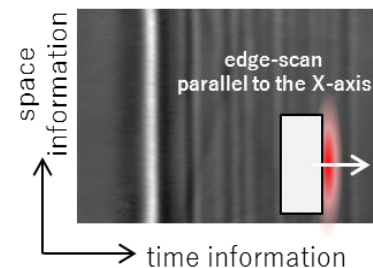


Fig.1 2D spatiotemporal terahertz image. Inset shows the measurement setup of spatial resolution (Fig.2).

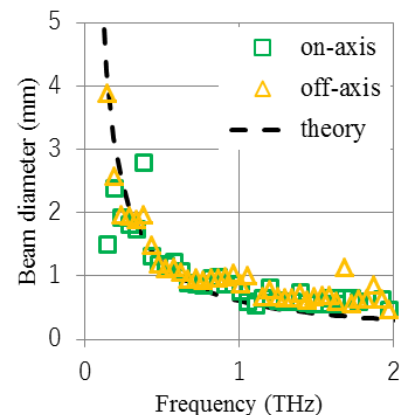


Fig.2 Measured diameter of each spectral components of the terahertz wave. Theoretical spatial resolution is shown by the dashed curve.