

固浸レンズを使用した高分解能走査テラヘルツ波点光源顕微鏡の開発

Development of high-spatial-resolution scanning point terahertz source microscope using solid immersion lens

阪大レーザー研¹ ○(M1)坂本 典耶¹, 村上 博成¹, 斗内 政吉¹, 芹田 和則¹

ILE, Osaka Univ.¹, °Fumiya Sakamoto¹, Hironaru Murakami¹, Masayoshi Tonouchi¹, Kazunori Serita¹

E-mail: sakamoto-f@ile.osaka-u.ac.jp

テラヘルツ波を用いたバイオセンシングは、癌やDNAなどのラベルフリーかつ非侵襲な測定ができることで知られ、その応用が期待されている[1]。しかしながら、テラヘルツ波の回折限界 ($1 \text{ THz} \approx 300 \text{ } \mu\text{m}$) による低い空間分解能、極性溶媒に対する感度不足、長いイメージ取得時間などの様々な課題がある。これらの問題を解決すべく、我々の研究室では走査型テラヘルツ波点光源 (Scanning Point Terahertz Source:SPoTS) 顕微鏡の開発を行ってきた[2]。SPoTS 顕微鏡では、非線形光学結晶にフェムト秒パルスレーザー光を照射して局所的に THz 波を発生させ、その近傍に置いたサンプルと相互作用させて、サンプルの高分解能・高感度テラヘルツ計測を可能としている。これまでに空間分解能 $\sim 20 \text{ } \mu\text{m}$ で、微小な早期乳癌の非染色テラヘルツイメージングと定量評価に成功している[3]。しかしながら、1細胞スケールでの計測に必要とされる数 μm 以下の空間分解能は達成していない。本研究では、将来の1細胞THz解析実現に向け、固浸レンズをSPoTS顕微鏡に組み込み、空間分解能向上について検討した。

図1に高空間分解能SPoTS顕微鏡のシステム概略図を示す。従来のSPoTS顕微鏡と異なる点は、サンプル直下に固浸レンズを導入することで、サンプルと対物レンズ間の屈折率を大きくし、有効開口数を向上させている点である。空間分解能評価として、図2(a)に共振周波数0.3 THzにおけるスプリットリング共振器のテラヘルツイメージを示す。また図中の赤いラインに沿ったラインプロファイルを図2(b)に示す。これより、空間分解能は約 $3 \text{ } \mu\text{m}$ と見積もることが出来た。これは0.3 THzの波長 $1000 \text{ } \mu\text{m}$ の約 $1/333$ 倍に相当し、従来のSPoTS

顕微鏡に比べて、1桁の空間分解能向上に成功した。今後実際にバイオサンプルを利用して計測を行い、その有用性について検証する。

本研究は JSPS 科研費 JP20H00247、JP20K20536、JP21H01392、JP22H01550、JST 創発的研究支援事業、JPMJFR2029 の支援を受けたものである。

参考文献

[1] M. Tonouchi, *Nat. Photon.* **1**, 97 (2007).

[2] K. Serita et al., *Opt. Express* **20**, 12959 (2012).

[3] K. Okada et al., *Opt. Continuum* **1**, 527 (2022).

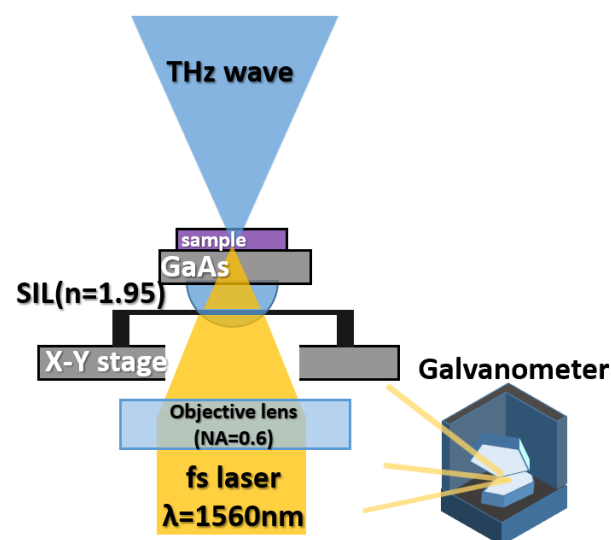


図1：高空間分解能SPoTS顕微鏡の概略図

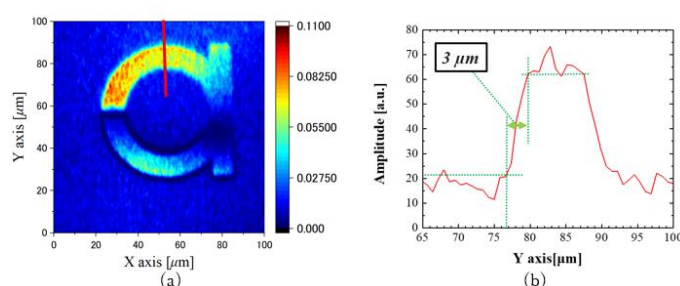


図2：(a)スプリットリング共振器の共振周波数(0.3 THz)における THz イメージ、(b) 赤線に沿ったラインプロファイル