

マイケルソン干渉計を用いた反射型テラヘルツ波位相 CT

Reflection-Mode Terahertz-Wave Phase-Contrast Computed Tomography

Based on Michelson Interferometer

山形大院理工¹, 理研² ^{O(M2)}椿谷久翔¹, 佐々木芳彰², 湯浅哲也¹, 大谷知行²

Yamagata Univ.¹, RIKEN² ^{O(M2)}Hisato Tsubakiya¹, Yoshiaki Sasaki², Tetsuya Yuasa¹, Chiko Otani²

E-mail: t233031m@st.yamagata-u.ac.jp

テラヘルツ波は、0.1-10 THz の遠赤外から電波にわたる帯域の電磁波を指し、光の直進性と多くの物質に対する電波的な透過性とを併せ持つ。この特性を生かし、これまでにさまざまな THz-CT が提案されているが、そのほとんどは X 線 CT のように透過信号強度を投影とする。しかし、強度コントラスト CT では、試料輪郭部分での強度の散逸に起因するアーチファクトが再構成画像に出現する問題があった[1]。これに対して本研究グループでは、位相情報を投影とする THz-CT を提案し、アーチファクトフリーで定量的な画像再構成を実現した[2]。しかしこの手法では、位相情報を取得するためには、最低 3 回の機械的走査を繰り返して取得した後に、それらに位相アンラップ処理を適用する必要がある。計測に時間がかかるだけでなく、決定的なアルゴリズムのない位相アンラップ処理では求解が不安定である。本研究では、1 回の機械的走査で投影を取得でき、位相アンラップを必要としない反射型位相 CT を提案する。一般に、試料を設置した場合としない場合の光路長差は、試料内屈折率分布の伝搬光路上の線積分になる。したがって、光路長差を投影とすれば、試料内部の屈折率分布を再構成できる。光路長を得るため、周波数可変光源とマイケルソン干渉計によるテラヘルツ波波長掃引型光干渉断層計 (THz Swept-Source Optical Coherence Tomography : THz-SS-OCT) の原理を用いた[3]。信号光は、試料を透過した後、試料下流に設置したミラーで反射されふたたび試料を透過し、参照光と干渉する。OCT 信号から取得される光路長差を投影として、FBP (Filtered Back Projection) 法により再構成する。

Fig.1 は、構築した反射型 THz-CT システムの模式図である。光源からのテラヘルツ波は、平行ビームにして、シリコンベームスプリッタ (Si-BS) で信号光と参照光に二分する。信号光は、平凸レンズ (L2) によって集光 (ビーム径: 2.0 mm) され、試料を設置するステージ上を通過後、ステージ後方のミラー (M3) に反射する。Si-BS に入射した信号・参照光は合波され、検出器で検出される。また、試料を固定するステージは、CT 撮影のため、並進・回転方向に移動する自動ステージである。実験では、Fig.2 に示す直径 20 mm の市販の発泡樹脂を試料として、CT 撮影した。光源では、600-660 GHz の範囲を 0.107 GHz 間隔で掃引したテラヘルツ波を出射する。ステージに固定した試料は、等間隔でそれぞれ並進・回転方向に移動させる。波長掃引とステージ移動を繰り返して得られた投影を、FBP 法で内部の様子を再構成した。得られた再構成画像 (Fig.3) より、試料内部の様子が再構成できていることが確認できる。しかし、試料周辺や試料の輪郭にアーチファクトがあり、穴の位置や形も不正確な部分がある。今後は、撮影条件や画像再構成プロセスの見直し、光学系の改良等を行い、より高精度な再構成画像の出力を目指す。

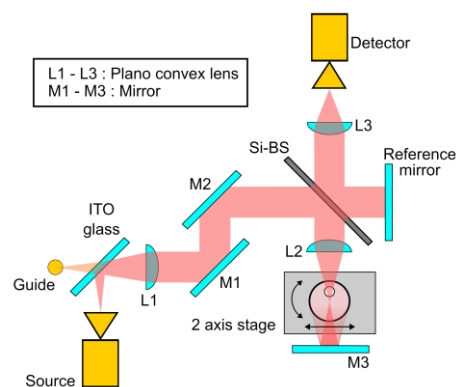


Fig.1 Reflection-mode THz-CT system



Fig.2 Sample

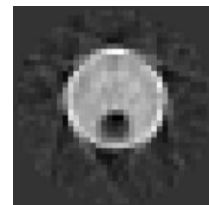


Fig.3 CT image

参考文献

- [1] B. Recur, A. Younus, et. al., *Opt. Express* **19**, 5105 (2011).
- [2] M. Suga, Y. Sasaki, et. al., *Opt. Express* **21**, 25389 (2013).
- [3] H. Momiyama, Y. Sasaki, et. al., *Opt. Express* **28**, 12279 (2020).