トモグラフィック分光計測法の周波数精度改善

Improvement of Frequency Accuracy of Tomographic Spectroscopy

埼玉大理工　°郡司 翔平，塩田　達俊
Saitama Univ. °Shohei Gunji, Tatsutoshi Shioda
E-mail: tshioda@mail.saitama-u.ac.jp

1.　はじめに

光干渉断層計を用いた内部構造及び組成計測は、非侵襲に可視・近赤外領域のスペクトルを得られることから生体組織の新たな計測手法として研究が進められている[1]。我々はタイムドメインによる低コヒーレンス干渉計から断層画像を取得し、フーリエ解析することで試料深さ構造毎に分光を行うトモグラフィック分光法を考案した[2-3]。しかし本手法ではフーリエ変換の性質上、時間領域での干渉信号を波長以下の掃引間隔でプロットする必要があり、実験系の僅か数ナノメートルの揺らぎによってスペクトルの精度が著しく低下するといった問題があった。そこで鏡の掃引距離を単一波長レーザーによって監視することでサンプリングを高精度に制御し、試料深さ方向に分布した分光情報を高精度に計測できるシステムを検討した。本稿では吸収試料に対して実験を行った結果、飛躍的な周波数精度の改善が確認できたので報告する。

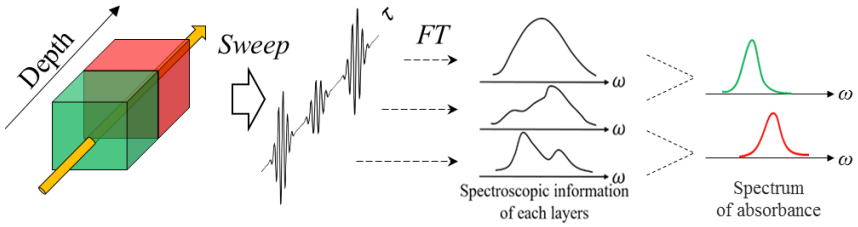

Fig.1 Image of Tomographic Spectroscopy

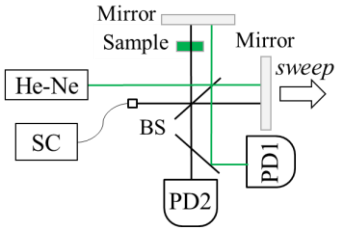

Fig.2 Optical setup

2.　実験方法

試料に厚さ 1.5mm の緑色樹脂を用い、樹脂層及び試料背面の空気層について吸光度スペクトルを計測する実験を行った。 Fig. 2 のようなマイケルソン干渉計に SC 光と He-Ne レーザーを入射させ、参照鏡を垂直方向に掃引した時の出力を観測した。この時 PD1 では鏡の掃引距離に応じた正弦波が観測されるため、正弦波がゼロ点と交差する瞬間に PD2 をサンプリングするよう制御する事でプロット間隔を高精度に保ちながら計測を行った。PD2 で計測された低コヒーレンス干渉を干渉ピーク毎にフーリエ変換することで試料各界面における反射光の電界スペクトルを算出し、バックグラウンドを除算することで各層の吸光度スペクトルを算出した。

3.　実験結果

Fig.3 は干渉信号から試料表面、裏面、鏡面における干渉ピークを拡大した図である。干渉ピークの外形は試料による光吸収の様子を表しており、フーリエ変換によって試料内部を透過した光の電界スペクトルを得ることができる。その後バックグラウンドの除算によって算出した各層の吸光度スペクトルを、サンプリング制御の有無及び分光器によって計測した参照値と合わせて Fig.4 に示す。波長 450 nm から 850 nm における参照値との差の RMS 値が、制御無しでは 0.124 だったのに対し制御有りでは 0.030 に減少した。以上の結果より、単一波長レーザーによるサンプリング制御をトモグラフィック分光法に取り入れる事で周波数精度を改善できる事が分かった。

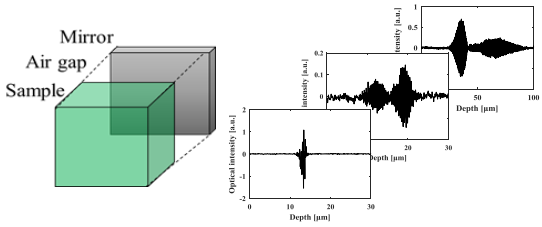

Fig.3 Tomographic image of the sample

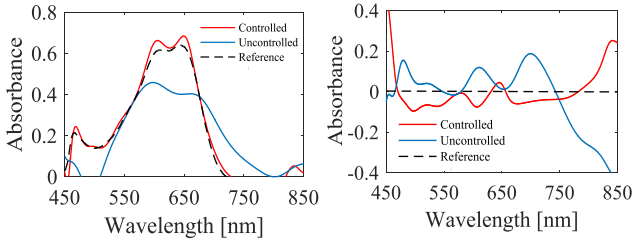

Fig.4 Measured absorbance of plastic layer (left) and air layer (right)

謝辞
本研究の一部は，文部科学省科研費 (16H03879、17K19069) によって行われたものです.

参考文献

[1] U. Morgner, *et al.* "Spectroscopic optical coherence tomography," Opt. Lett. 25, 111-113 (2000).
[2] M. Sakatsume, *et al.* "Proposal of tomographic spectroscopy and spatially resolved spectral measurement," Proc. LST 50-27 (2012).
[3] R. Onita and T. Shioda, “Spatially-resolved spectroscopy using swept-source optical interferometry,” Proc SPIE 9754 (2016)

© 2018年 応用物理学会