

全光学式光音響プローブによるイメージ取得の試み

Photoacoustic imaging using all-optical photoacoustic probe

東北大医工 ○三井田 佑輔, 松浦 祐司

Tohoku Univ, Graduate School of Biomedical Engineering ○Yusuke Miida and Yuji Matsuura

E-mail: miida@ecei.tohoku.ac.jp

1. はじめに

光音響イメージングは、従来のモダリティでは観察できなかった深部の新生血管などを高分解能にイメージングできることが期待されている。我々のグループでは、内視鏡下へ適用可能な小型かつ高感度な光ファイバ超音波プローブを開発した[1]。本報告では本プローブと中空光ファイババンドルを組み合わせてセンサ部におけるスキャン機構を必要としないイメージングプローブについて検討する。

2. 音響波検出用光ファイバプローブ

図 1 に光ファイバプローブの構成を示す。DFB レーザ(波長 1550 nm)から出射されたレーザ光 P_i は光ファイバサークキュレータによりセンサ部へと伝送される。センサ部にはファイバ先端にファブリペロー干渉計として機能するポリマー薄膜が形成されている。反射光 P_r はファイバ端面における反射光 P_1 と薄膜先端における反射光 P_2 との位相差によって決定するため、超音波による音圧が弾性的なポリマー膜に与える光路差の変化が出力光の強度変化として検出される。本システムでは光通信用として市販されている光コンポーネントを使用しているため、高感度かつ安定性に優れた干渉計を低コストで構築できることが利点の一つである。

3. アレイプローブによる光音響イメージングの試み

図 2 に本プローブを用いて構成可能なイメージングシステムの概要を示す。単一のプローブを励起光伝送用の中空光ファイババンドルの中央に配置する。バンドルの入射端はアレイ状になっているためレーザ光を入射端で走査することによりイメージ取得が可能である。この構成を用いれば先端部に走査機構を持たない細径なイメージングシステムを構築可能である。

本システムの実現可能性を検証するため、内径 320 μm の中空光ファイバ 4 本をアレイ状に配置したシステムを用いてイメージ取得を試みた。励起光源には Q スイッチ Nd:YAG レーザの第 2 高調波(波長 532 nm)を使用し、パルスエネルギー 0.7 mJ のレーザ光をファイバ入射端側でスキャンすることでファイバ素子毎にサンプルに照射した。なおサンプルには黒色吸収体を満たした 1 mm のシリコンチューブを使用した。図 3 左は 4 素子それぞれの励起に対応して得られた各信号を輝度変換したものを示しており、図 3 右のように補間処理を施した結果サンプルを可視化することに成功した。

4. まとめ

中空光ファイバを用いた励起光伝送用アレイプローブを構築し、光音響イメージング計測を行った結果、サンプルの識別に成功しアレイプローブを用いたイメージングが可能であることを示した。今後はより高精度な 3D イメージの取得を目指し、バンドルファイバを用いてイメージングを行う予定である。

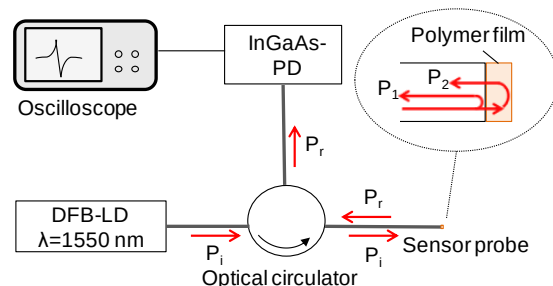


図 1 音響波検出用プローブの構成。

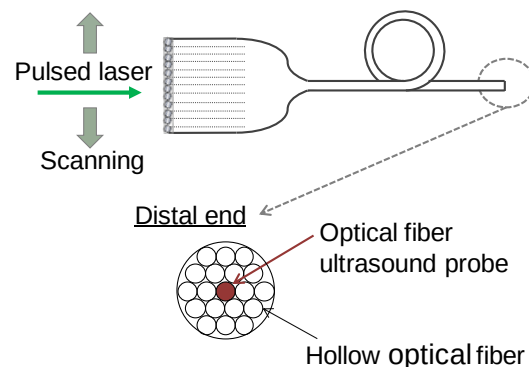


図 2 全光学式光音響イメージングプローブの概要。

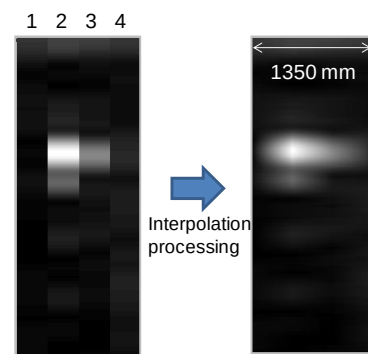


図 3 アレイプローブによる光音響イメージング。

参考文献

[1]三井田, et al., 応用物理学会 2012 秋季学術講演会, 12a-F3-10