

ノート

光干渉断層計の開発

仲村 将司^{*1)} 佐野 宏靖^{*1)} 佐藤 研^{*2)} 岡根谷 晴朗^{*3)}

Development of optical coherence tomography

Masashi Nakamura^{*1)}, Hiroyasu Sano^{*1)}, Ken Satoh^{*2)}, Seirou Okaneya^{*3)}

キーワード：光干渉断層計，アナログフィルタ，Android，Bluetooth

Keywords：OCT, Analog filter, Android, Bluetooth

1. はじめに

近年，OCT (Optical Coherence Tomography：光干渉断層計) が医療現場で活用されている。OCTとは，赤外線の干渉を用いて断層画像を取得する技術のことで，高分解能 (数 μm) で断層計測することができ，低侵襲・非接触・リアルタイムな断層画像を計測することができる。しかし，既存の装置は，多くが大型，据置型かつオシロスコープやPCを別に必要とするもので，可搬性が低く，用途も限定されているものがほとんどである。

そこで本研究では，(株)フェニックスudentが以前開発した光干渉断層計 (図1) の改良 (小型化，高機能化，性能向上) を実現し，医療のみならず産業現場において利用できる計測器を新たに開発することを目指した。これにより，産業現場における製品の検査や性能評価を高精度に行うことが可能となり，製品品質向上に貢献できると考える。

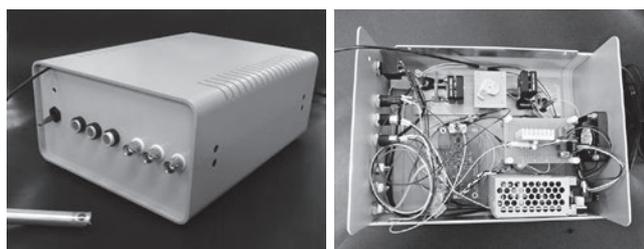


図1. 既製試作器

2. 開発内容

2.1 光干渉断層計機構部の小型化 光干渉断層計機構部とフィルタ回路の改良およびモーターコントローラーのマイコン化により，本体サイズが以前の“W180 mm×H240 mm×D100 mm”から“W150 mm×H200 mm×D80 mm”と小型化に成功した (図2)。

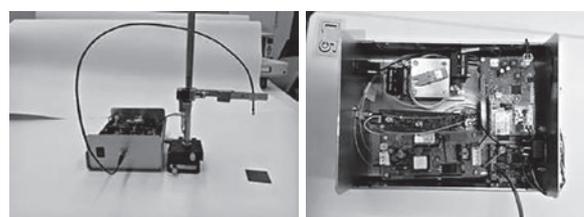
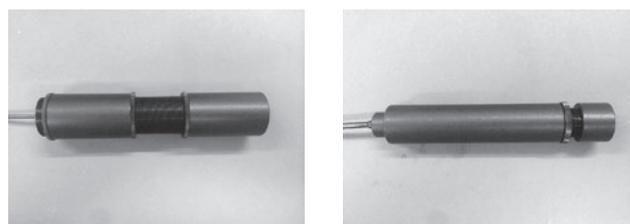


図2. 定全体および本体内部の様子

2.2 測定プローブの設計・試作 計測プローブとして，レンズ集光なしとレンズ集光ありの組み合わせの異なる2種類のプローブを設計・試作した (図3)。表面の凹凸の度合いによりプローブを使い分ける。例えば，歯やコンタクトレンズ等の凹凸が大きいものはレンズ有り，ガラスやプラスチック等の凹凸が小さいものはレンズが無いものを利用し，厚みや形状を計測する。



高散乱体用プローブ (レンズ有) 中散乱体用プローブ (レンズ有)



低散乱体用プローブ (レンズ無)

図3. 開発プローブ

2.3 アナログフィルタ回路の改良 既存基板に使用している部品のSPICEモデルを用いてシミュレーションを行い，ネットワークアナライザおよびオシロスコープで測定

事業名 平成26年度 共同研究

*1) 電子・機械グループ

*2) ロボット開発セクター

*3) 株式会社フェニックスudent

した周波数特性と時間波形の実測値と計算値を比較し、トランスインピーダンスアンプ回路、バンドパスフィルタ回路、絶対値回路のモデルの妥当性を確認した。次に、メーカーが提供しているSPICEモデルを用いて、ノイズに一番影響がある前段回路のトランスインピーダンスアンプ回路についてフロアノイズをシミュレーションし、既存部品よりもノイズの少ない部品を選定した。また、改善基板が既存基板よりもノイズフロアが下がっていることをスペクトラムアナライザおよびオシロスコープで確認した(図4)。

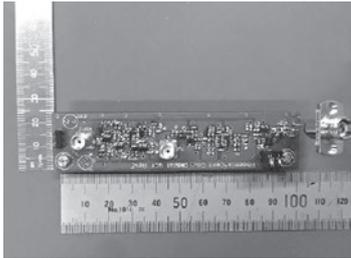


図4. 設計・試作した回路基板

2. 4 モーターコントロール基板とステージ機構の設計・試作 計測ステージの走査を行うためのモーターをコントロールするコントロール基板の設計・試作を行った(図5)。

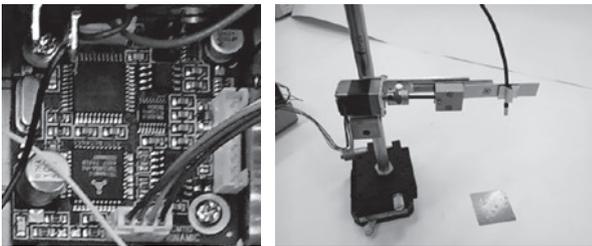


図5. コントロール基板および計測ステージ

2. 5 データ処理基板の設計・試作 光干渉断層計機構部で計測した信号をA/D変換し、Bluetooth無線モジュールでタブレット端末に送信するデータ処理部の設計・試作を行った。できる限り小さくすることを意識して設計を行い、79 mm×53 mmと小サイズの基板を実現した。また、コストを下げるために2層基板で設計を行った(図6)。

計測した信号を処理するマイコンには、Microchip社製のPIC24FJ64GC006を使用した。高速・高分解能のアナログモジュールを搭載しており、12ビット10M Spsの高速A/Dコンバータ、オペアンプ、DMA機能、D/Aコンバータを内蔵している。必要な機能がワンチップに内蔵されており、外部回路の実装が最小限で済むため小型化を実現するには最適なマイコンである。ソフトウェアの開発はデバイスに依存しないC言語で開発を行った。

Bluetooth無線モジュールには、Microchip社製のRN-42を搭載した無線モジュール評価キットを使用した。メイン基板にUSBシリアルインターフェースが実装されており、PCにUSBケーブルを接続するだけで設定パラメータの変更を

行える。

A/D変換で得たデータは、12ビットのデータで、4000バイト計測した段階でBluetooth無線通信によりタブレット端末に送信している。

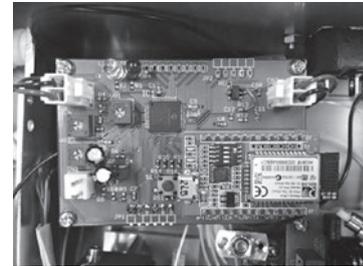


図6. データ処理マイコン基板

2. 6 タブレット端末ソフトウェアの開発 データ処理部より無線送信された計測データを受信して、タブレットのモニター上に計測波形を表示するソフトウェアを実装した(図7)。また、計測したデータは端末に搭載されたSDカードスロットにCSV形式で保存できるようにした。タブレット端末のOSには普及率の高いAndroid OSを使用し、開発言語はJAVA言語でプログラミングを行った。

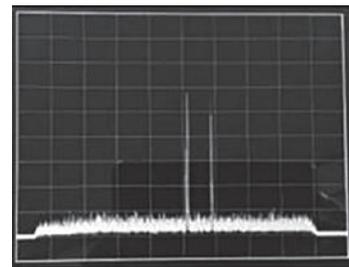


図7. タブレット上の波形表示

3. まとめ

従来製品に比べて小型で高機能な光干渉断層計を試作した。さらに、Android OSを搭載しているデバイスがあれば波形観測とデータロギングが無線で可能であるため利便性も高い。光干渉断層計本体にモニターやスイッチ類を必要としないためシンプルかつ低価格な装置となった。今後は、2次元波形表示機能、タブレットによるモーターコントロール機能、計測精度向上のための手法考案、スキャンスピードの高速化手法の考案を実現し、更なる機能の向上を図る。

(平成27年7月14日受付, 平成27年7月30日再受付)

文 献

- (1)後閑哲也:「PICで楽しむBluetooth・Wi-Fi」, 技術評論社, pp.180-223 (2013)
- (2)後閑哲也:「C言語ではじめるPIC24F活用ガイドブック」, 技術評論社 (2007)