

光の計測

小向康夫

慶應義塾大学理工学部実験教育支援センター

komukai@phys.keio.ac.jp

1.はじめに

CT(Computed Tomography) はセンサー等で得た情報を、コンピュータで計算処理することによって断層画像を得る技術である。光（例えばX線）を使用したCTの場合、1対の光源とディテクターで計測をおこない、これを移動や回転をすることによって得たデータを計算処理して断層画像を得ている。この方法の特徴は光源とディテクターが1対であるため、より正確な結果を得ることが可能となる点であるが、結果を得るまでに多くの時間を必要とする。（図1）計測対象の時間的変化が少ない場合は上記方法が非常に有効であるが、例えばプラズマエッチングのように時間とともに現象が進行する場合、上記方法ではプロセス内にデータを取得することが難しいため、多点同時計測の方が有効であると考えられる。表1に計測方法による違いを示す。

表1：CTのセンシングによる違い

	現在使用されている多くのCT	多点同時計測によるCT
データの取得	1次元センサー（光源・ディテクター）を移動・回転	多点同時計測
長所	光源・センサーが1組のため正確なデータを取得することが可能	短時間でCT像取得が可能 時間応答に対する計測の可能性
短所	CT像取得に時間がかかる （時間応答の計測は難しい）	センサーを多く使用するため校正が難しい 装置が複雑 計算処理が難しい

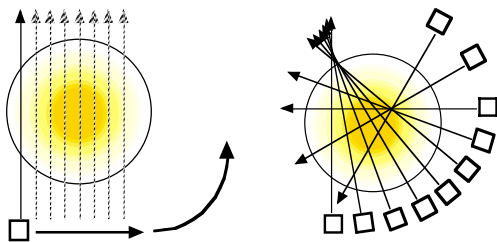


図1：1次元+移動・回転計測と多点同時計測

多点同時計測は装置が複雑になる点やセンサーの校正やデータ処理が難しい等の問題があるが、過

渡現象のCT像取得が可能であるため有用な技術であると考えられる。

本報告では、過渡現象のCT像取得を目的としておこなっている多点同時計測システムの構築について、その途中経過を報告する。

2.システム構築の概要

今回、計測系に対する可搬性を考慮した光学系の改良として光ファイバーを使用した受光部の製作、受光部の変更に伴う計測回路の製作、RTLinuxによる計測環境の構築をおこなった。以下にその概要を示す。

2.1光学系の改良

昨年度フォトダイオードアレイを用いた実験を試みたが、計測範囲の可搬性を高めるためプラスチック光ファイバーを用いた光学系を新たに設計・製作した。（図2）

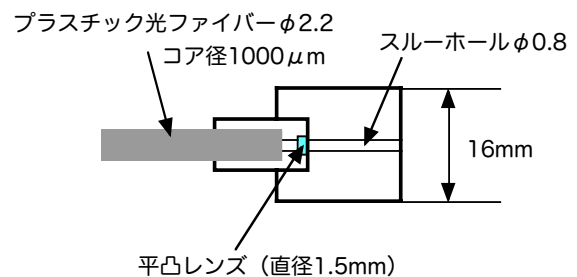
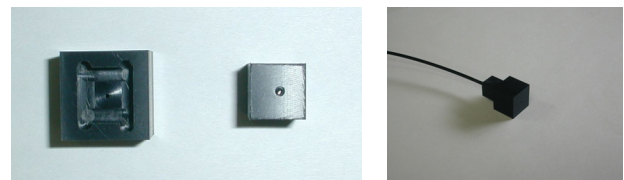


図2：受光部の設計



スルーホールとレンズホルダー

組み立て後

2.2計測回路

受光部のセンサーとして浜松ホトニクス製のS4114-35Qを使用した。計測回路（アンプ回路）は従来光量積分回路を使用していたが、時間応答計測を考え、反転増幅回路に変更した。受光する信号が小さい場合、抵抗での熱雑音の発生が問題に

なるため非反転回路の方が有利であるが、使用するセンサーが電流入力タイプであるので、負帰還回路を使用した。またオペアンプは同様の理由でFET入力のものを選択した。（LF356を使用）

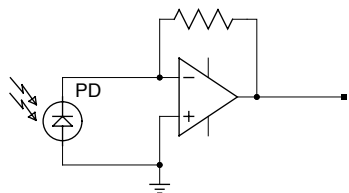
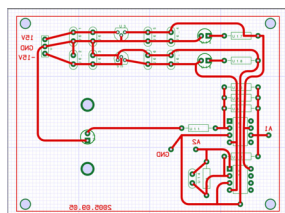


図3：負帰還回路

回路はPCB(Printed Circuit Board)用CAD (Computed Aided Design system)でレイアウト設計し、感光基板をエッチングして作成した。また受光した光を光ファイバーで導入するアダプタを作成した。



基板レイアウト



組み立て後

2.3RTLlinuxによる測定環境

コンピュータを使った計測では、計測の時間間隔が短くなるほどマルチタスクOS(Operating System)による計測の分散が問題となってくる。特に時間応答の計測を考慮した場合、周期実行性が保証されることが重要であることから、今回の計測ではOSとしてFSMLabs社のRTLlinuxFree (www.rtllinuxfree.com)を採用した。

RTLlinuxFreeは単体で機能するOSそのものではなく、Linuxカーネルに適用するパッチとして提供されている。LinuxカーネルはRTLlinuxモジュール及び内部で実行するスレッドよりも優先度の低いプロセスとして動作することにより、リアルタイム処理を実現している。今回、下記に示す構成で環境を構築した。（表2）

表2：RTLlinux構築環境

Linux Distribution	SUSE Linux 9.0
Linux kernel	kernel-2.4.21
RTLlinux	kernel=2.4.29-rtl-3.1

3.計測

製作した受光部・回路が正常に機能するか検証するため、ハロゲンランプとバンドパスフィルター

を用いて簡単な実験をおこなった。データの取得はRTLlinuxがインストールされたPCにInterface社製ADボード3133B追加しておこなった。フィルター無しの時の計測値を積分値とし、バンドパスフィルターを使用したときの計測値をバンドパスフィルターの半値幅・透過率・ディテクターの感度・ハロゲンランプのスペクトル・ファイバーでの損失を考慮して補正した結果、理論値とほぼ同じ結果を得ることができた。

表3：計測結果（一部）

(暗電流)	-56.6mV	(補正)	透過率	半値幅
フィルター無し	8.1V	8.2V		
BRF:337nm	-56.6mV	0V	25%	10nm
BPF:657.7nm	276mV	332.6mV	43%	15nm
BPF:750nm	84mV	140.6mV	50%	10nm

4.まとめ

今回の製作・実験により多点同時計測のための基礎技術の準備および確認ができた。今後はRTLlinuxの特徴を活かした時間応答のデータ取得と、計測回路およびセンサー数を拡大をおこない、時間応答CT像取得に向けて準備を進めていく予定である。

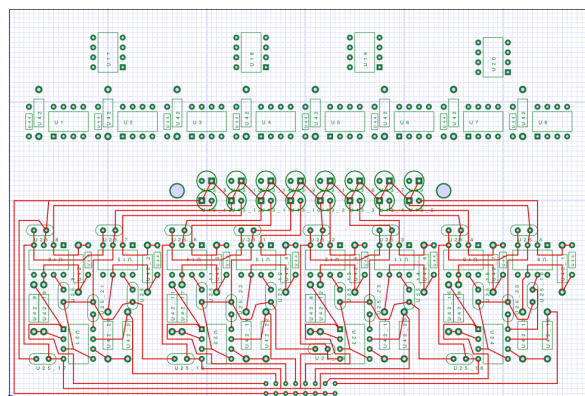


図4 多点同時計測回路（設計中）

5.謝辞

本研究は慶應義塾大学理工学部技術系職員研修委員会の補助により行うことができました。ここに厚く御礼申し上げます。また、機械加工の際にお世話になった機械系共通実験室の皆様、ハロゲンランプを貸して頂いた電子工学科木下先生に深く感謝するとともに、厚く御礼申し上げます。