

# 平成 25 年度活動記録 ～ストロボスコープシステムの改良～

宇野 宗則

ナノマテリアルテクノロジーセンター 工作室

## 概要

自分の行っている業務として、ナノマテリアルテクノロジーセンター業務は主に依頼工作、講習会、工作室の維持管理を行い、技術サービス部業務は地域貢献（科学実験デモ）を行っている。平成 25 年度に行ったそれらの業務の中から、依頼工作の「ストロボスコープシステムの改良」について報告する。

## 1 ストロボスコープシステムの開発の歴史

本工作室の依頼工作では、機械加工による部品の製作、溶接、部品や装置の設計・開発、外注用図面の作成、電気・電子工作、計測・制御システム開発業務等を行っている。その中から今回はストロボスコープシステムの開発について報告する。

この装置は音楽用 CD と同サイズの円盤型サンプルステージ試料台を 0-5000rpm で回転させ、遠心力による試料の変化の様子を観察することを目的とする。回転体の観察を行うために、CCD カメラとストロボを回転周期に同期させて撮影を行う。まずは今回の改良に至るまでの開発の歴史を振り返る。

### 1.1 LabCD 制御装置の開発（平成 22 年 12 月）

はじめは円盤型サンプルステージの回転制御器のみの開発を行った。ステージに DC サーボモーターとそれをコントロールするための制御器及び電源という構成である（図 1）。ただし、今後 CCD カメラとストロボを組み合わせた撮影を行うことが決まっていたため、当初よりそれらを制御するための部品を搭載できるよう設計を行った（図 2）。スピードコントロールは LabVIEW で作ったアプリケーションで行う。このアプリケーションは幾度かの改良を経て本体が大きく変貌した今日もそのまま用いられている。



図 1. LabCD 制御装置外観



図 2. 制御ボックス内部

## 1.2 CCDカメラ及びストロボの追加（平成23年4月）

サンプルの変化を記録するための CCD カメラとストロボを追加した（図3）。モーターの回転と CCD カメラ及びストロボを同期させて同じ位置を撮影するために、光学式エンコーダと撮影位置を調整可能な自作のスリット円盤を使用した。また、光学式エンコーダからの入力に応じて CCD とストロボにトリガを出力する機構には PIC マイコンを使用した。エンコーダからの信号を受けてから CCD とストロボに向けてトリガを発するタイミングを完璧にコントロールするために、プログラミングにはアセンブラ言語を用いた。

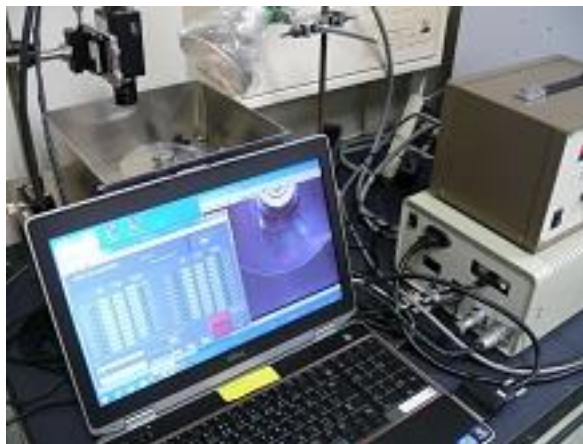


図3. CCDカメラ及びストロボの追加

## 1.3 撮影位置調整機構の追加（平成24年3月）

これまで撮影位置の移動にはカメラを移動するか、円盤型サンプルステージを取り付け直すしかなかった。今後顕微鏡を使用するための改造を行うため、それに備えて撮影位置の調整機構を取り付けた。60本/180度スリット円盤（図4）及び光学式エンコーダ（図5）を追加し、可変抵抗器（ボリューム）の電圧変化に応じて PIC マイコンでスリット数をカウントすることにより撮影位置を調整する。



図4. 光学式エンコーダ用スリット円盤

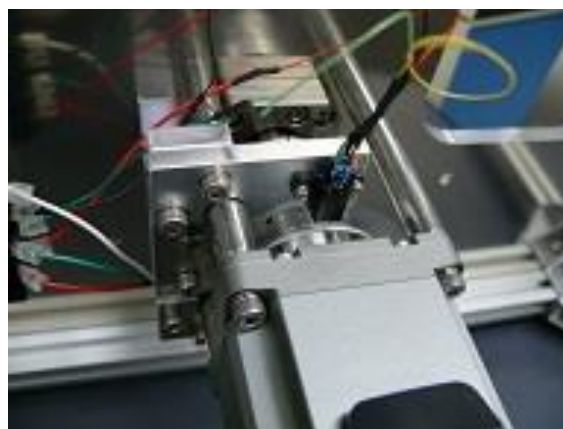


図5. 光学式エンコーダ

## 1.4 撮影位置微調整機構の追加（平成24年5月）

前回の改造では、スリット間隔（ $3^\circ$ ）毎の調整しかできなかったため、エンコーダを動かして撮影位置を微調整するためのステージを取り付けた。

## 1.5 顕微鏡使用とパルスジェネレーター追加（平成24年12月）

顕微鏡を使用するためのステージの改造（図6）と、撮影枚数増加による PC のメモリ圧迫を抑えるため、

トリガスキップ機能を持った市販のパルスジェネレーターを使用するための入出力コネクタ取り付け及び PIC プログラムの変更を行った。また、スリット読み込みから撮影トリガ出力にかかる時間により、回転速度の違いで撮影位置が微動する。この問題を抑えるため、よりクロック周波数の高い PIC に置き換えた。

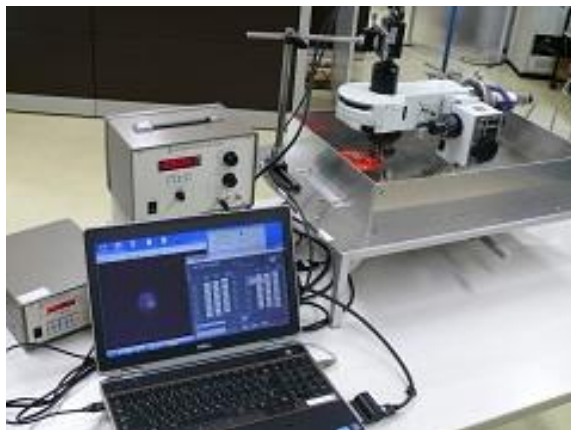


図 6. CCD とストロボを使用した撮影

## 2 平成 25 年度版の改良

平成 25 年度の改良では、制御ボックスを本体ステージに内蔵し、省スペース化及びメンテナンス性の向上を図った。

### 2.1 制御ボックスを機能別に分散

これまで制御ボックス内には様々な機能が複雑につめ込まれており、メンテナンスの際には多くの部品を分解する必要があった（図 7）。前回の改造で顕微鏡使用のためにステージを大型化したことにより、制御ボックスをステージに内蔵することが可能となった。そこで、これまで制御ボックスの中にパズルのように組み込まれていた部品を、電源部・制御部・モータードライバー部等、関連性の高いブロックに分けてメンテナンス性を向上させることにした（図 8、図 9、図 10、図 11）。

また、主軸の改造を行う際には、ステージごと加工を行わなければならなかったため、作業工程が複雑になっていた。今回は主軸部をステージから取り外しができるようにし、改造性やメンテナンス性を向上させた（図 12）。



図 7. 制御ボックス内



図 8. 装置全景 1



図 9. 装置全景 2



図 10. 制御部



図 11. 電源部

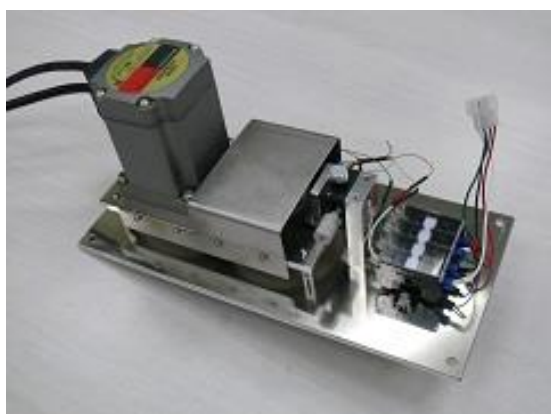


図 12. 主軸部（裏面）



図 13. エンコーダ部

## 2.2 エンコーダ部のメンテナンス性向上

これまで主軸の駆動部とサンプル回転部をモーターカップリングで直接つなげていた。この方法は振動も少なく静かで故障も少ないのだが、中にエンコーダ部を挟むことになる。エンコーダ部はメンテナンスの必要が生じやすい箇所であるが、この方式ではメンテナンスの都度にモーターを取り外す等、分解や組立に時間がかかる。そこで今回はモーターとサンプル回転部をギヤで分けて、サンプル回転部にエンコーダを取り付けた。エンコーダ保護用のカバーを取り外すだけでエンコーダ部が露出するため、メンテナンスが容易になった（図 13）。

## 3 まとめ

今回の改造では実験に関係する動作や機能の変更はなく、主に実験環境の向上という意味での改良だった。しかし、新たな問題も生じた。主軸部にギヤを使用したことから、駆動の際に騒音が発生するようになったことと、テフロン製のギヤをネジで止める方式であることにより、改造後のテストではネジが緩んでギヤが空転するという不具合が起こった。ネジの緩みはネジの本数を増やすことで対応した。装置の最大加速度である 5000rpm/s での加減速を繰り返してネジが緩まないことを確認したが、時間の経過でテフロン部品が変形し、ネジが緩む可能性も考えられる。その場合は金属製のギヤに変更するか、同軸式に戻すことも検討する必要がある。

今後改良するポイントとして、回転速度の違いで撮影位置がずれる問題がある。エンコーダがスリットを検出してから写真を撮影するまでに一定の時間がかかるために起こる現象である。以前、PIC マイコンを高速のものに変更することでずれが減少したが、まだ改良の余地がある。今後はこの部分の改良に取り組む。