

# ブラシレスモータを用いたスピンドルの製作

## Fabrication of Spin Coater Using Brushless Motor

吉本伶次<sup>1)</sup>

指導教員 黒木雄一郎<sup>1)</sup>

1) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 電子セラミック研究室

キーワード：薄膜形成、スピンドル

### 1. はじめに

スピンドルとは、高分子固体等を成膜する方法の一つであり、半導体素子製造のためのリソグラフィーなどにおいて、レジストの塗布に用いられる。高分子単独、あるいは高分子と分散される機能性物質を溶媒に分散させ、この液体を回転している基板の中心に滴下すると、周辺部へ広がると同時に溶媒が蒸発し、基板上にフィルムが形成される。数十 nm～数 μm 程度の均質な薄膜を容易に作製する事ができる[1]。また、DVD や Blu-ray Disc など一部のディスク媒体においても、有機色素による記録層や保護膜塗布のために使われることが多い。私の所属する研究室では、光センサ等の薄膜試料を作製しており試料の保護のためにコーティングが必要である。本報告では、HDD に使われているブラシレスモータを用いて、様々な薄膜が形成可能なスピンドルを開発する。

### 2. 実験方法

#### 2-1. スピンドルの製作

図 1 にスピンドル本体の外観を示す。スピンドルに使用するモータには高い精度が求められるため、HDD に使用されている三相 DC ブラシレスモータを選択した。スピンドルの壁面にはテフロンコートが施された鍋を用いた、これにより成膜時に飛散した溶剤の拭き取りが容易になる。また、ガラス鍋蓋が付属するためコーティング中の状況が目視で判断でき、上部からのコーティング剤飛散の防止にもなる。

コーティング材料を固定する回転台をマシン

グセンタにて加工した。材料には軽量なアルミニウムを使用した。固定台は直径 100mm までの材料を固定可能である。また、スピンドル回転時の振動を抑えるため、防振シートをスピンドル本体の接地面に貼り付け対策を行った。

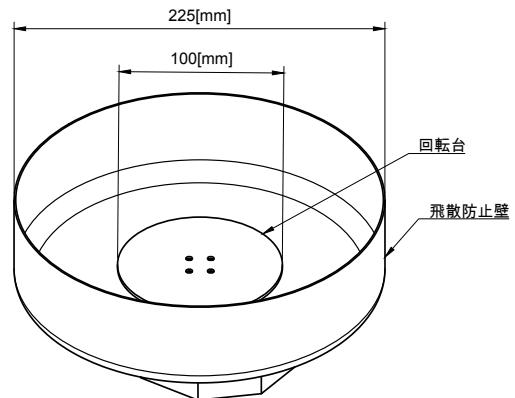


図 1 スピンドル外観

#### 2-2. スピンドルの制御システム構築

スピンドルの制御システムには、マイコンボード Arduino を用いた。Arduino はワンボードマイコンであり AVR マイコン、I/O ポートを備えるオープンソースハードウェアである。開発環境の Arduino IDE は、C 言語と類似した独自の Arduino 言語を利用する統合環境である。エレクトロニクスやプログラミングの経験がない者でも容易に開発できる事を目標に設計されている。

スピンドルはコーティング対象となる素材が回転する速度、時間を任意の値に操作できるよう開発した。回転数と回転時間の入力には可変抵抗を使用し、これらの設定値の表示には LCD を用い

た。単位時間は、ミリ秒 ms とし、回転数を回転毎分 rpm とした。LCD にはキャリブレーション中の表示やモータの回転、停止状態など、システムの進行状況も表示される。また、安全を考慮し、回転中のモータを停止させる緊急停止ボタンを設けた。

三相 DC ブラシレスモータの制御には、ドローンやラジコン模型などのモータに用いられるモータドライバである ESC(Electronic speed control)を用い、プログラムには servo ライブライアリを利用した。最小 1000 から最大 2000 までの PWM 値を ESC に入力することで回転数の制御を行う。図 2 にプログラム内の PWM 値とモータ回転数の関係を示す。図 2 より下限 1500rpm から上限 10000rpm で回転可能であることがわかる。

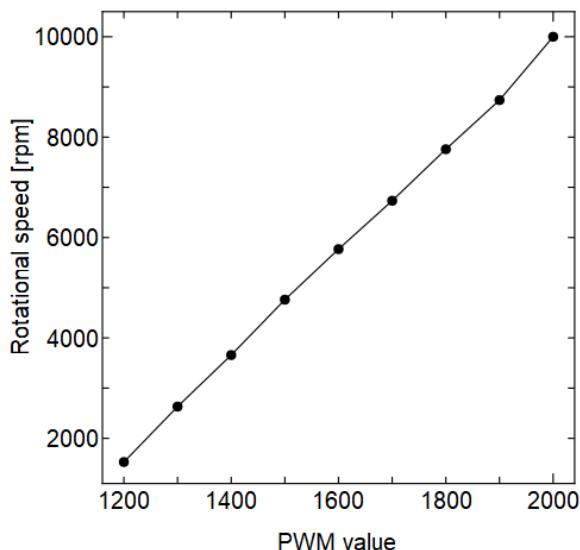


図 2 PWM 値と回転数の関係

### 2-3. スピンコーダーシステムの流れ

図 3 にスピンコーダーのシステムフローチャートを示す。はじめに、スピンコーダーの起動時に ESC のキャリブレーションが行われ、8 秒間待機状態となる。キャリブレーションでは ESC に入力する PWM 値の最大値および最小値を設定し、Arduino 側と ESC 側の回転数の整合を取り。キャリブレーション終了後、回転数と回転時間を入力し、決定スイッチを押すことで値を設定できる。設定後、LCD に設定値が表示され、再度決定スイッチを押

すことで回転が開始される。回転が設定時間に到達すると LCD に停止したことが表示され、キャリブレーション直後の動作に戻り、再度設定、回転が可能な状態に戻る。

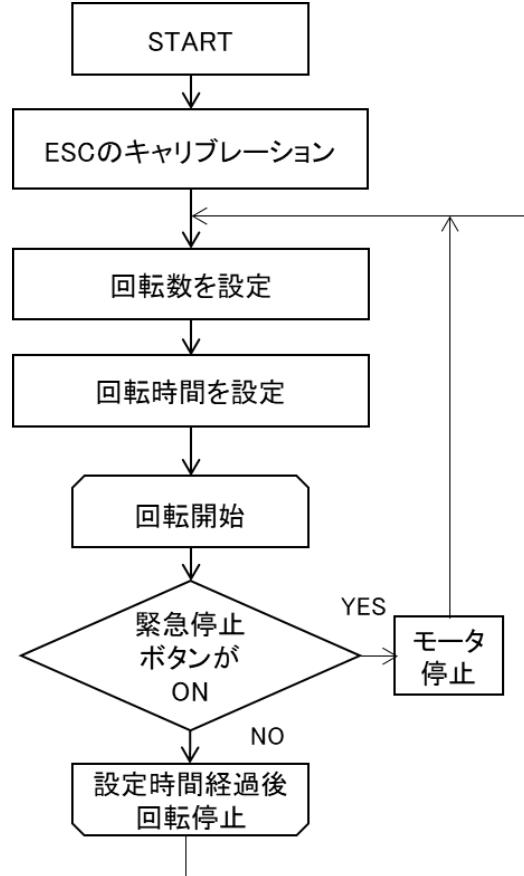


図 3 システムのフローチャート

### 4. 今後の展望

コーティングの実用性を確かめるため、コーティング実験を繰り返し行い、必要な膜厚になるような条件を確立する。また、成膜後の透過率等を測定し、光センサに必要な条件を検討する。

### 5. まとめ

比較的入手が容易な部品を用いてスピンコーダーを開発することに成功した。今後は、コーティングの実用性を評価する。

### 文献

- [1] 理化学辞典第 5 版、長倉三郎, 井口洋夫, 江沢洋, 岩村秀, 佐藤文隆, 久保亮五著、岩波書店、1998 年、pp708