

# 曲面形状焼結 DSC 用ディップコーターの開発および発電性能

Development of Dip Coater for Curved DSC and Power Generation Performance

電気エネルギー研究室

鈴木 裕貴

指導教員 井組 裕貴

サレジオ工業高等専門学校 電気工学科 電気エネルギー研究室

キーワード：色素太陽電池, ディップコーター, 曲面形状

## 1. 背景・目的

近年、低炭素社会の実現に向け太陽光発電をはじめとした様々なエネルギーハーベスティングが注目されている。その中でも本研究室では太陽光発電の中の色素増感太陽電池（以下 DSC）に着目しており、シリコン型太陽電池と比べて、曲面性やコスト、軽量性などのメリットにより関心を集めている。一般的な DSC の作成方法では  $\text{TiO}_2$  を作成する際に  $380^\circ\text{C}$  以上の熱が必要となるため、導電電極にガラスが使用されている。しかしこの方法で導電フィルムを使用すると、フィルムが溶解してしまう可能性が高い。そのため先行研究<sup>[1]</sup>では、真空チャンバーにて炉内の気圧を下げ焼結することで、焼結温度を下げての焼結が確認している。熱源にはリボンヒーターを使用し、チャンバーの外側に巻き付けている。(Fig.1)

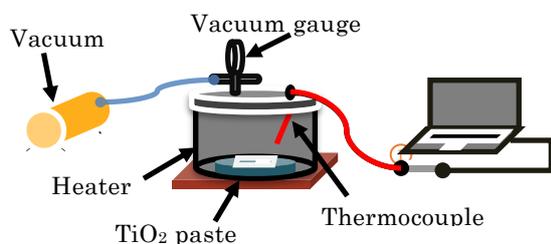


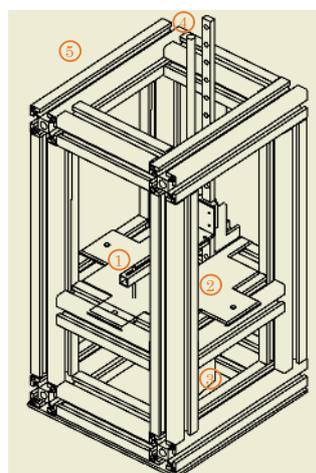
Fig.1 真空チャンバー焼結装置

従来の曲面型の DSC の焼結は、平面形状で  $\text{TiO}_2$  を塗布し、焼結後に曲面化にしていたため、 $\text{TiO}_2$  の剥離や劣化などの心配があった。また、スキ-

ジー法では、膜厚の増加や不均一性が確認できている。そのため本研究では、膜厚の均一や薄膜の形成ができ、且つ曲面形状のまま塗布、焼結を行うことができるディップコーターの開発を行う。また、この装置で曲面形状 DSC を作成し、発電性能について比較を行う。要旨では装置の開発についてまとめ、発表時に DSC の特性を含め発表する。

## 2. ディップコーター諸元

今回、ディップコーターを製作するにあたって、曲面での焼結を行うことができ、膜厚を均一且つ薄膜を製作できることをコンセプトに開発を行った。今回製作したディップコーターの図面を Fig.2 に示す。諸元は Table.1 の通りである。



- ①試験片固定部
- ②プール置き場
- ③ステッピングモーター
- ④ボールねじ
- ⑤アルミフレーム

Fig.2 製作をしたディップコーターの鳥瞰図

Tabel.1 ディップコーター諸元

全体サイズ	230[mm]×220[mm]×510[mm]
試験片の寸法	50[mm]×50[mm]
動作方法	ステッピングモーターによるボールねじ稼働

### 3. 焼結方法および実験方法

今回作成したディップコーターを用い、TiO<sub>2</sub>ペーストに導電硝子と導電フィルムの導電面に塗布する。その後、真空バギング装置を用いて真空処理を行い、リボンヒーターを熱し、焼結を行う。焼結条件は変更せず、真空度は-40[kPa]焼結温度は100℃で作製し色素を吸着させる。その後、ヨウ素液を添加して作成した色素増感太陽電池のI-V、P-V特性の測定や発電効率の算出をする。評価方法としては、表面形状および結晶構造、発電効率で評価を行う。表面形状はSEMで行い、多孔質化および、TiO<sub>2</sub>の粒径の観察を行う。結晶構造はXRDで行い、アナターゼ型の結晶構造かを確認をする。測定条件は、出力：40[kV]・100[mA]として、スキャン速度を1[deg/min]、サンプリング幅を0.020とする。なお開始角は、10.00[°]とし、終了角度は80.00[°]とする。発電特性は、実際に作成したDSCを用いて測定を行い、効率の算出およびFFの算出を行い、評価する。

### 4. ディップコーターの開発

今回作成したディップコーターをFig.3に示す。TiO<sub>2</sub>を任意曲率での塗布を行うため、試料固定部がスライドし、可変することが可能である。また、試料固定部の先端部が回転する機能を持たせている。これにより、曲面形状の曲率変化が可能である。概略図をFig.5に示す。試験片固定部は、可動域が24[mm]～83[mm]で、挟む際の試験片の厚さは、平面の場合2[mm]以下である。曲面の場合はガイドを使用して形状を矯正するため、厚みがガイド分生じるが、最大6[mm]の厚さとなっている。50[mm]×50[mm]の試験片を使用するため、試験片固定部の可動域を平面と曲面ともに50[mm]以下とする。機構はステッピングモーターによってボールねじをarduinoで制御し、試験片を上下させる。

概略図をFig.5に示す。また、ステッピングモーターにはドライバ(L6470)を使用している。動作は、下げる際プール内に入っている試薬に試験片を漬け、引き上げる方式である。ステッピングモーターの制御により、引き上げ速度を変化させ、薄膜の厚さを制御する。



Fig.3 製作をしたディップコーター



Fig.4 試料固定部

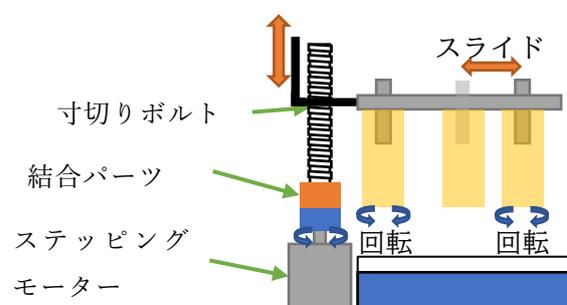


Fig.5 ディップコーターの機構概略図

### 5. まとめ

試料固定部のスライドや回転機能を持たせ、任意の曲面形状可能なディップコーターの開発を行った。今後は、実際にディップコーターを用いて、TiO<sub>2</sub>を塗布し、真空バギング装置を用いて低温焼結DSCの作成を行う。また、SEMやXRD、発電特性を測定し、曲面形状DSCの効率向上やTiO<sub>2</sub>の安定性の確認を行う。

### 6. 参考文献

- [1]藤沢圭祐, “真空チャンバーを用いたDSCの焼結法に関する研究”, 平成31年度サレジオ工業高等専門学校卒業論文, 2020年2月
- [2]八木貫太, “真空バギング法におけるTiO<sub>2</sub>の低温焼結の提案”, 平成30年度サレジオ工業高等専門学校卒業論文, 2019年2月