

発電効率向上を目指した色素増感太陽電池の作製法に関する研究

愛知県立豊田工業高等学校 山本 和希

1. はじめに

21世紀における人類の持続可能な発展のために、クリーンエネルギーの生産技術に関する開発が求められている。太陽電池はその代表であり、日本ではすでに30万kWの市場導入が達成されている。しかし、更なる太陽電池の大量普及のためには、より安価で高性能な次世代型太陽電池の開発が期待されている。

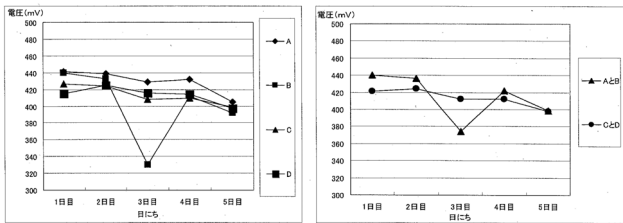
近年、注目されているのが、色素増感太陽電池である。色素増感太陽電池は、変換効率が低いこと、電解質溶液を使用することなど複雑な点があり、安定性が良くないなどの問題があった。しかし、色素増感太陽電池は、生産コストが高い従来のシリコン系太陽電池とは違い、安価で容易に作製できる利点がある。

私たちは昨年度より研究を行っており、その目的は太陽電池作製の再現性向上が主なものであった。今年度は色素増感太陽電池の発電効率の向上を研究目的として、以下の3つについて研究を行った。

- ・時間による性能の劣化（劣化実験）
- ・酸化チタンを人の手で塗布するスキージ法と機械で塗布するスピコート法による性能差
- ・正極導電面における鉛筆の濃さによる発電効率の違い

2. 実験内容

色素増感太陽電池をA, B, C, Dの4つ作製した。AとBは炭素を毎日塗り直し、CとDは炭素を塗り直さないようにした。計測は1日毎に行い、期間は5日間とした。



・結果

表1のグラフから日数が経つ毎に出力電圧が徐々に低下していった。表2から炭素を塗り直す方が塗り直さない方と比較して、経過日数による出力電圧の低下が小さかった。このことから、炭素を塗り直すことによって、出力電圧の低下を抑制することができると言える。

・考察

時間経過により劣化した色素増感太陽電池は炭素を塗り直す方が塗り直さない方より、出力電圧が高い傾向がある。Bは3日目に突然電圧の値が急激に減少したことが、唯一の一過性の異常であったと考えられる。

(2) スキージ法とスピコート法の性能差

・目的

作製法による出力電圧・電流の性能の評価

・実験方法

①色素増感太陽電池をスキージ法とスピコート法の2種類で作製した。炭素面にはHBと6Bの鉛筆を用いた。

②完成した色素増感太陽電池の解放電圧 V_{oc} と最大電圧 V_{max} を測定し比較した。

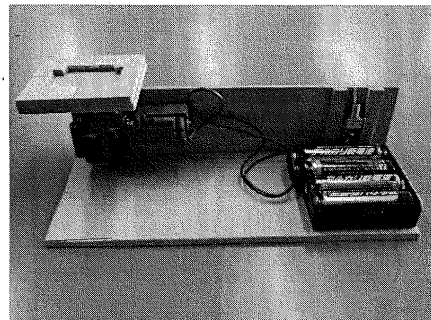


図1 自作スピコート法作製機

なお、抵抗には100Ωものを使用し、計算により電流と電力を算出した。この実験においてもソーラシミュレータを使用し、電圧・電流を測定した。

・結果

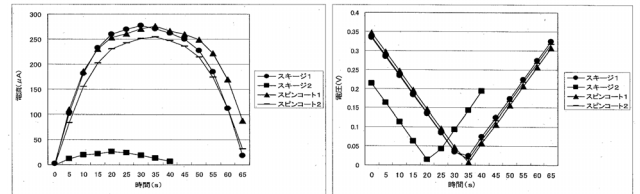


表3 HBでのスキージ法とスピコート法の電流(左)・電圧(右)のグラフ

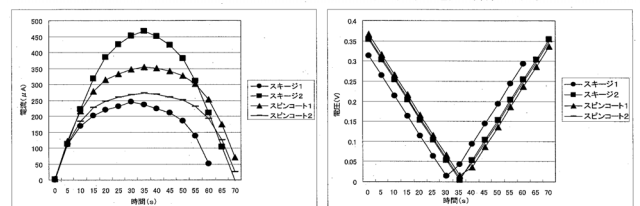


表4 6Bでのスキージ法とスピコート法の電流(左)・電圧(右)のグラフ

・考察

スキージ法はスピコート法と比較し、満足する結果が得られなかった。各々、塗り方がまちまちであったと考えた。その塗り方の相違について、以下のものが挙げられた。

スキージ法は、

- ①酸化チタンの塗布時に力を入れ具合が異なる
- ②酸化チタンの量がそれぞれ異なる

・スピコート法は、

- ①機械なので力は一定（ただし回転数は微妙に変化するが、性能には影響はない）
- ②酸化チタンの量は微量差異が生じるが、大した量の差はない

上記より、安定して良い発電効率を得られるのはスピコート法である。

(3) 鉛筆の濃さによる性能の違い

・目的

ガラスに塗布した鉛筆の濃さ毎の性能の違いを調べる。

・実験方法

作成した太陽電池をソーラシミュレータで、擬似的に太陽光と同じ波長の光を太陽電池に当て、電圧・電流を測定する。

表5(左)の横軸は時間であり、縦軸は電流である。曲線の頂点が高いほど良い。

表5(右)の横軸は時間であり、縦軸は電圧である。値が高いほど、変換効率が良い。

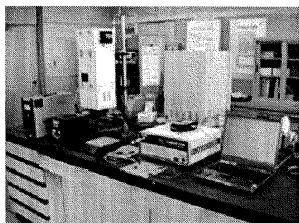


図2 使用したソーラシミュレータ

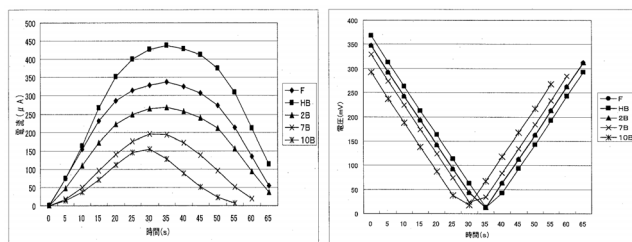


表5 ソーラシミュレータによる電流(左)・電圧(右)の変化

・結果

表5(左)の結果からグラフの中で、短絡電流はHBが約437(μ A)で一番高かった。

10Bが約156(μ A)で一番低かった。

表5(右)の結果からグラフの中で、解放電圧はHBが約368(mV)で一番高かった。

10Bが約293(mV)で一番低かった。

・考察

グラフの結果から鉛筆の濃さの薄い方が短絡電流・解放電圧の値が高い傾向があった。濃い鉛筆の方が、数値が低い傾向にあった。このことから、薄い鉛筆には、発電効率を向上させる物質が多く配合されているのではないかと推測される。

3. 全体の考察・検討

今回は、昨年度の「再現性の向上」から次のステージである、どうすればより良い太陽電池を作れるのかという「発電効率の向上」を目指したものである。「はじめに」で記述した通りの3つの論点より、発電効率が良い色素増感太陽電池を作製するには、どうしたら良いかをまとめてきた。

1つ目の劣化については、時間による性能劣化の原因を防ぐことが難しいのは、一つに電解質溶液の蒸発が考えられる。作成した太陽電池の状態がオープンセル状態では、出来上がり直後の性能を測定するには良いが、長期間にわたる保存ができない。色素増感太陽電池が市場で普及するためにもオープンセル状態ではなく、作製した太陽電池セルの周囲を両面テープやハイミラン（デュボン社が製造しているエチレン系ポリマー）などで囲うことで、少しでも長期間の使用が出来る技術があることを文献調査で見つけたので、今後の研究活動において追求していきたいと思う。

2つ目にスキージ法とスピコート法の性能差については、「スキージ法」では、研究を始めた頃、何回作製しても上手に作製することが難しかった。何回も挑戦して数カ月間作製のノウハウを吸収していくことで、電圧・電流データが比較的安定したものになった。「スキージ法」の特徴として、作製者の作り方やノウハウ、技能向上が成功のポイントといえる。

3つ目の鉛筆の濃さによる性能の違いについては、炭素面には6Bの鉛筆を用いることにより、良い太陽電池が作製できることが分かった。鉛筆の濃さに影響するのは、鉛筆に含まれている黒鉛・グラファイト・カオリナイト・油分の配合比であり、発電効率にも深く関わっている。

しかし、良いものと言っても従来のシリコン系太陽電池と比較すれば発展途上であり、今までの色素増感太陽電池の研究としては満足できる結果であると思う。

電力不足や資源不足が叫ばれる今の世の中だからこそ、このような身近なものを使った研究はもっと積極的に行われるべきであると考えている。研究・開発を進めることによって、前述した資源不足などへの解決策になるのではないかとと思われる。

4. 謝辞

あいち産業科学技術総合センター産業技術センター自動車・機械技術室 鈴木正史氏及び村上英司氏，愛知県立春日井工業高等学校電気科 木村一先生を始めとする多くの方々に協力していただいたおかげで，大変恵まれた環境で研究を行うことができました。研究メンバー一同，心より感謝しております。誠にありがとうございました。

文 献

柳田祥三他 (2008) : 実用化に向けた色素増感太陽電池 N T S

濱川佳弘編 (2004) : フォトニクスシリーズ3 太陽電池 コロナ社

若狭信次 (2010) : 手作り太陽電池のすべて色素増感太陽電池を作ろう
パワー社

太和田善久監修 (2011) : プロが教える太陽電池のすべてがわかる本
ナツメ社

川村康文 (2012) : 理論がわかる電気の手づくり実験 オーム社

川村康文 (2012) : 大人の週末工作自分で作る太陽光発電 総合科学出版