

色素増感太陽電池の簡易作製法の検討

福島工業高等専門学校 電気工学科 3年

矢吹 明紀

1. 背景

現在、地球温暖化が世界的な問題として取り上げられており、この対策として、二酸化炭素などの温室効果ガスを削減する取り組みが進められている。電気エネルギーの分野においても、二酸化炭素の排出が少ないクリーンエネルギーとして、自然エネルギーの利用した発電方法の導入や研究が進められている。こうした自然エネルギーを利用した発電方法として注目を集めているものに、太陽光発電や風力発電である。特に太陽光発電は、国の政策の後押しもあり、今後急激に普及が拡大すると考えられる。しかし、太陽光発電に必要な太陽電池は、風力発電に必要な風車と違って、その発電方法が難しく、詳しく理解している人は少数と考えられる。私は、今後、各家庭に普及していく太陽電池について、より簡単に一般の方でも理解してもらえる方法がないかと考え、簡易作製実験を通して太陽電池について理解してもらおうことを考えた。

2. 調査

実際に太陽電池と言っても、実際その種類は数多くあるため、今回は図1のように分類した。

これらの種類の中で一般的に普及しているのは、シリコン系の太陽電池である。次に、宇宙用の太陽電池として、化合物系のIII-V族化合物半導体で作られたGaAs接合太陽電池などがある。その他の化合物系の太陽電池では、実用化段階に入っているものとしてCu(InGa)Se₂がある。研究段階のものとしては、色素増感型、有機薄膜型がある。

その中で、普及している太陽電池の基本構造は、

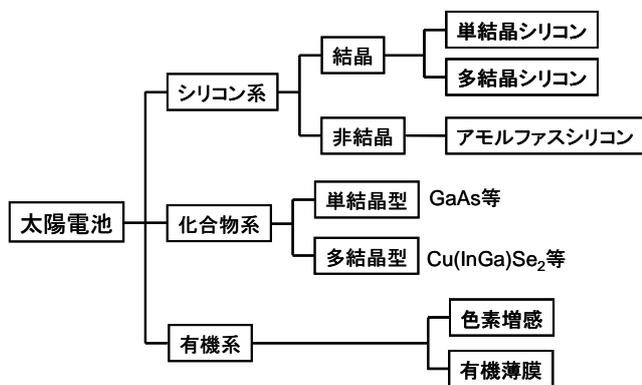


図1 太陽電池の分類

P型半導体とN型半導体とよばれる二つの半導

体を接合させたPN接合型のものである。その発電原理は、PN接合部分に太陽光が照射されることで、電子と正孔が多量に発生し、電子がN側に正孔がP側に移動して、両端子間に光起電力が発生するものである。したがって、発電方法理解するために、半導体の知識が多少必要となることがわかる。太陽電池について理解してもらうために、なるべく半導体の知識を必要としない太陽電池を選択する必要がある。

また、現在普及している太陽電池は、シリコンのインゴット（大きな結晶の塊）を製造し、そのインゴットをスライス加工しウエハと呼ばれるシリコンの薄円盤を製造後、一般的に熱拡散によって800℃から1100℃の高温プロセスで接合させて作製される。このようにシリコン系太陽電池では製造過程で大規模な設備を必要とするため、簡易的に太陽電池を作製することは困難である。

このため、大規模な設備を必要としないため製造コストの低減が見込める有機系太陽電池に注目した。その中でも、簡易実験キットなどが販売されている経緯から、色素増感型太陽電池を選択し、作成方法の簡易化について検討を行うこととした。

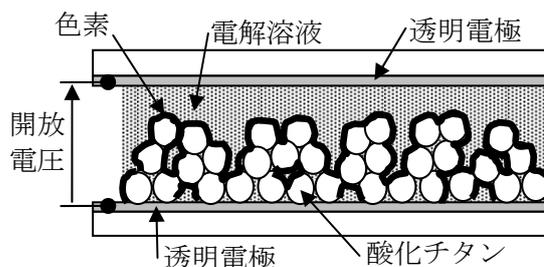


図2 色素増感太陽電池の構造

図2に色素増感太陽電池の構造を示す。この構造から、重要な構成要素は、透明電極、酸化チタン、色素、電解溶液の四つであることがわかる。実際の色素増感太陽電池は、透明電極の片方に酸化チタンのペースト塗り、400℃程度の高温で焼き付けた後、色素溶液に浸して色素を吸着させ、もう片方を白金や炭素で皮膜した後、両電極で挟んだ間に電解液を注入して作製する。今回は、作製行程の中でも酸化チタンを焼き付ける行程について検討を行った。

3. 実験方法

酸化チタンやペーストの条件によって、焼付け条件が異なるため、酸化チタンの種類は変えずにペースト条件を変えて焼付け実験を行った。その評価は、酸化チタン焼付け後、実際に太陽電池を作製して、光照射時の開放起電圧と短絡電流の測定して行った。実際に実験で使用した構成要素を表1に、作製した太陽電池を図3に示す。

表1 色素増感太陽電池の作製材料

構成要素	材料
透明電極	ITO ガラス基板(ジオマテック社製)
酸化チタン	光触媒用粉末 ST-01(石原産業社製)
色素	ハイビスカス, ローズヒップ
電解溶液	ヨウ素溶液 (ヨウ素, ヨウ化カリウム)

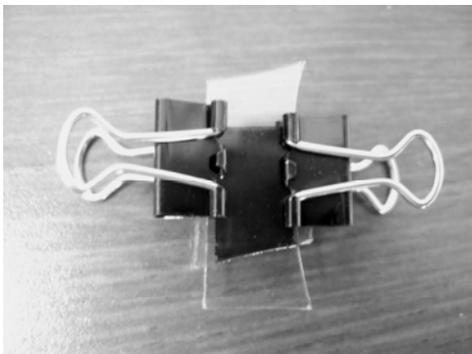


図3 作製した色素増感太陽電池

酸化チタンの重さを基準とした酸化チタンペーストの作製条件を表2に示す。通常のペーストには、粘性を上げ、焼付け後に酸化チタン膜の表面積を増加させるために、ポリエチレングリコール(PEG)が添加されている。今回は、PEGの有無や酸化チタンと純水の混合比を変えたペーストを作製し、マスキングテープを使用したスキージ法によりITO基板に塗りつけた後、焼付け時間を一時間一定として温度を200℃、300℃、400℃と条件を変えて実験を行った。

表2 酸化チタンペースト作製条件

条件	酸化チタン[mg]	純水[ml]	PEG[mg]
1	1	2.3	0.2
2	1	3.3	0.2
3	1	2.7	無
4	1	2.3	無
5	1	2.0	無

4. 実験結果

400℃の状態は300℃と同様なため、焼付け温度200℃、300℃で作製した酸化チタン電極の様子について図4に示す。二つの条件を比較すると、PEGがある場合は200℃の条件では、酸化チタンが褐

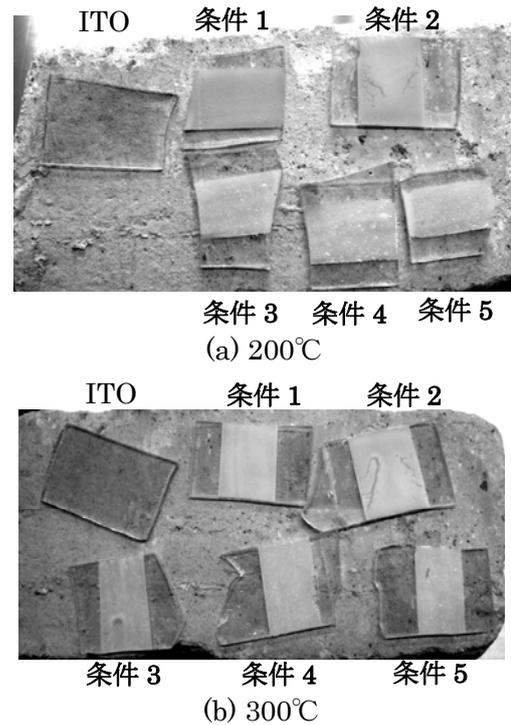


図4 酸化チタン電極

色になっているため、PEGが完全に除去できないことがわかる。一方、PEGがない場合は、200℃でも酸化チタンは白色であり300℃や400℃と変わらないことがわかる。

表3に、それぞれの条件で作製した太陽電池の開放電圧と短絡電流の測定結果を示す。但し、測定結果の短絡電流は、作製した太陽電池の有効な受光面積の測定を行っていないため、大きさを一概に比較することができない。しかし、太陽電池として良好に動作してことを確認はできる。表3では、良好に動作したものを○で表している。

表3 色素増感太陽電池の測定結果

条件	200℃		300℃		400℃	
	開放電圧 短絡電流	動作	開放電圧 短絡電流	動作	開放電圧 短絡電流	動作
1	297mV 3.9μA	○	3.0mV 0.2μA	×	1.8mV 0.3μA	×
2	2.5mV 0.3μA	×	32mV 4.35μA	×	20mV 2.45μA	×
3	355mV 9.7μA	○	183mV 11μA	×	20mV 1.85μA	×
4	50mV 2.5μA	×	0.6mV 0.2μA	×	6.7mV 0.75μA	×
5	305mV 4.7μA	○	330mV 12.4μA	○	260mV 11.4μA	○

ハロゲンランプ光源 LA-150FBU(林時計工業社製)

表3の測定結果より、本来なら400℃程の高温で焼きつけなければならないのだが、焼付け温度

が 200℃の場合で良好に動作する結果が得られた。また、ペーストの条件では、5 番の PEG を添加しない条件 5 番が平均的に良い測定結果が得られた。

5. 検討

実験の結果より、PEG を添加しない太陽電池の作製が可能であることがわかる。これにより、200℃の低温で焼付け作業が簡単に行えるため、家庭用のホットプレートやオーブンでも代用できることがわかる。従来の作製キットの多くは、ペーストに高分子材料が添加されており、ガスバーナーなど高温焼付けが必要であるが、今回の方法は必要としない。この簡易作製方法ならば、4 つの主要な構成材料をそろえるだけで、色素増感

太陽電池の作製が家庭レベルで簡単に行うことができ、太陽電池を理解する実験として効果的であると考えられる。

今回の結果のように、簡単な太陽電池の作製実験を多くの人が体験することで、太陽光発電への理解と関心がいっそう高まり、更には、より電気エネルギーに関心を持つ人が増える手助けになればと思う。

6. 参考文献

日刊工業新聞社 環境調和型新材料シリーズ
太陽電池材料 (社)日本セラミックス協会[編]