

太陽光発電における変換効率の向上

遠藤秀明

(指導教員 佐藤 憲史)

1. 目的

近年、地球温暖化問題や化石燃料の枯渇問題などにより、新しいエネルギー源が必要とされている。その中で、最も注目されている発電方法の一つに太陽光発電がある。この発電方法では、現在の発電方法に比べ、CO₂を出さないことやどこでも発電可能などの多くのメリットがある。しかしあまり太陽光発電は普及していないのが現状である。その原因として考えられるのが、変換効率の低さやコストの高さなどである。本研究では、変換効率について研究し、向上させることを目的とする。

2. 1 太陽光発電の原理

太陽光発電セルによる発電は、光起電力効果を利用している。P型とN型の半導体を接合し、半導体のバンドギャップよりも大きな光のエネルギーを照射すると、電子が光を吸収して、バンドギャップを超える高さまで電子が励起される。励起された電子は伝導電子となり、それによって電流が増加し熱平衡状態が崩れる。この状態が崩れると、

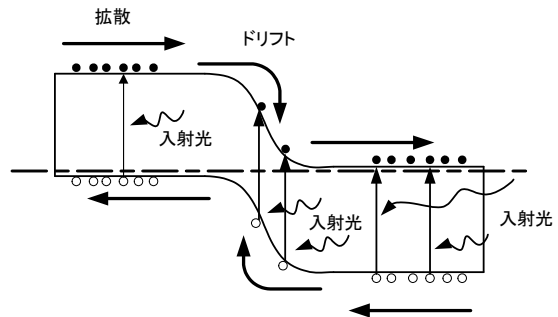


図 1 太陽光発電の原理

内部の電界により P 型半導体の方に正孔が移動させられ、N 型半導体の方に電子が移動する。この

時、起電力が発生する。光が当たっている限りこの現象は持続し、電位差が途切れることがなく、光エネルギーが電気エネルギーに変換され続ける。単結晶の太陽電池では 1 セル当たり約 0.5V の直流電圧が発生するが、それだけでは電圧が低すぎて使用できない場合は、セルを直列に並べ電圧を上昇させて使用している。

2. 2 変換効率

変換効率とは、太陽光発電パネルに入射した太陽光のエネルギーを、どれだけの電気エネルギーに変換することができるかを表した値である。この効率の値は、太陽光発電パネルの材質によって、ある程度決まっている。現在、最も多く使われているシリコン系の太陽光発電パネルの変換効率は 10% 前後である。実際に、沼津高専の屋上に設置されている太陽光発電システムの変換効率も、測定した結果 10% 前後であることがわかった。

3. ソーラーパネルの電圧－電力の測定実験

図 2 の回路を組み、電流と電圧を計測し、電力を求めた。まず、電流源から入力となる電流を送り、白色 LED を発光させる。その光を、太陽光電池パネルで受光し、それによって発生した電流を測定し、電力を算出する。まず、受光面を単結晶シリコン

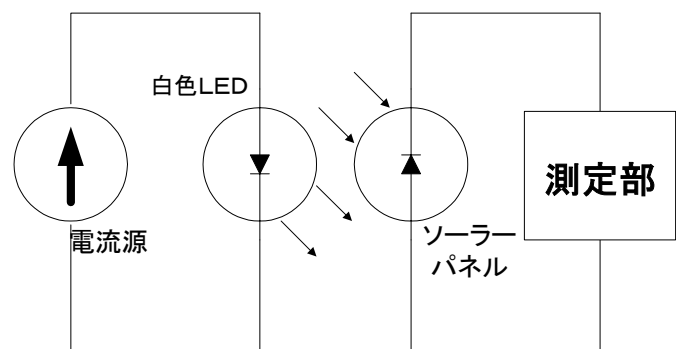


図 2 実験回路

の太陽光発電パネルとし、白色 LED の注入電流を 100mA,200mA と変化させた。次に、InGaAs のフォトダイオードの電圧－電力特性を測定した。InGaAs のフォトダイオードは比較の為、レーザー光を用いて測定した。

4. 実験結果

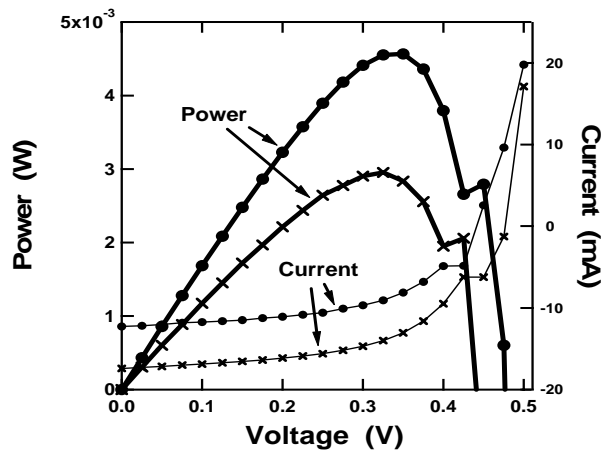


図3 単結晶シリコンのV-P特性

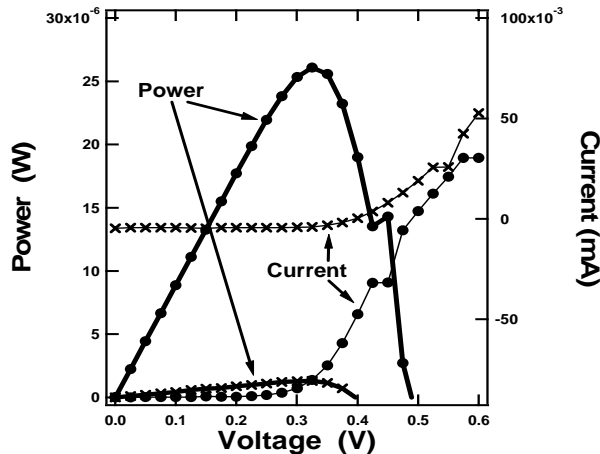


図4 InGaAsのV-P特性

図3は単結晶シリコンの電圧－電力特性を示している。ここで、電圧は測定部から印加された電圧値である。また、電力は光起電力効果によって発生した電流と、電圧の積の値である。このグラフを見ると、白色LEDのパワーが増加すると、受光面から発生する電力も増加していくことがわかる。さらに、最大電力の時の電圧が0.35V付近であることもわかった。しかし、シリコンのバンドギャップは約1.2eVである。図3の実験値が0.35V付近の時に最大電力が発生している理由として、図3を見てもわかるように、実験の際に発生した順電流が0.3V~0.4Vから増加しているのので、電力は0.2V~0.3V付近でピークを迎えていることがわかる。また、InGaAsもバンドギャップは約0.7eVであるが、図4を見ても0.3V付近で最大電力が発生していることがわかる。これも、シリコンと同様の理由によって述べる事ができる。この実験から、シリコンとInGaAsを比較してみると、シリコンのバンドギャップはInGaAsよりも大きいにもかかわらず、ビルトインポテンシャルの大きさがInGaAsとあまり変わらないことがわかる。これは、シリコンとInGaAsに同等の光を入射した場合に、シリコンの方がエネルギーの変換効率が低いことになる。太陽光発電においては、バンドギャップの大きい材質の方が高効率にエネルギーを得られるので、バンドギャップの大きな材質を用い、さらにビルトインポテンシャルを大きくすることが出来れば、効率の向上が見込めると考えられる。

5. 今後の課題

今回の実験では、太陽光発電の基礎までしか学ぶことができなかったのので、さらに効率のことについても学ぶ。シリコンのビルトインポテンシャルをどうやったら大きくすることが出来るのか具体的に考える。

6. 参考文献

- 1 三宅清司著 光電素子とその応用 朝倉書店 1966年
- 2 桑野幸雄、中野昭一、岸靖雄、大西三千年 共著 太陽電池とその応用 パワー社 1994年
- 3 S.M.Sze and Kwok K.Ng Physics of Semiconductor Devices WILEY-INTERSCIENCE 2006