

第5章 日照量や気温によって変動する 最大出力電力条件に追従する

太陽電池をフルパワー発電 させるMPPTの製作

塚本 勝孝/延原 高志
Katsutaka Tsukamoto/Takashi Nobuhara

本章では、太陽電池式警告灯⁽⁵⁾(写真5-1)に搭載され、長年に渡り運用実績のあるMPPT(Maximum Power Point Tracker, 最大電力点追従)搭載充電回路の設計方法を紹介します。製作した充電回路と太陽電池、蓄電池を組み合わせれば、毎日6時間300 mWを供給できる小型電源を作れます。

MPPTのしくみ

MPPTとはその名のとおり、太陽電池の出力電力が最大になる点(最適動作点)を追従する制御のことです。

● 太陽電池には出力が最大になる最適動作点がある

図5-1は、ある一定の光源の下における太陽電池のV-I出力特性と、動作点の違いによる太陽電池の発電電力の違いを表しています。図中のV-I特性曲線上に現れる点を太陽電池の動作点といいます。

太陽電池には、接続した負荷の電圧によって取り出

せる電流が決まっている、という性質があります。この性質を図で見ると、 V_1 のように動作点電圧を低く設定すれば大きな電流を取り出すことができますが、 V_2 のように動作点電圧を高く設定すると、大きな電流は取り出せません。

電力は電圧×電流ですから、この図ではそれぞれの破線で囲まれた四角形の面積が、太陽電池の発電電力を表しています。この面積は動作点電圧が V_1 や V_2 のように、どちらか一方だけが大きくても最大にはなりません。短絡電流測定時には電圧はほとんど0V(電流計の内部抵抗があるので少し電圧が発生する)ですから、電流がいくら大きくても発電電力は0Wとなってしまいます。当然開放電圧測定時も電流がほとんど0Aですから、同じく発電電力は0Wとなります。

図中の動作点電圧を V_p に設定したところを見ると、このときは電圧と電流の出力バランスがもっとも良く、破線の四角形の面積が最大になっています。これは、発電電力が最大になっていることを意味していて、このときの太陽電池の動作点(P_A)を最適動作



写真5-1⁽⁵⁾ 製作したMPPT搭載充電回路を内蔵した警告灯

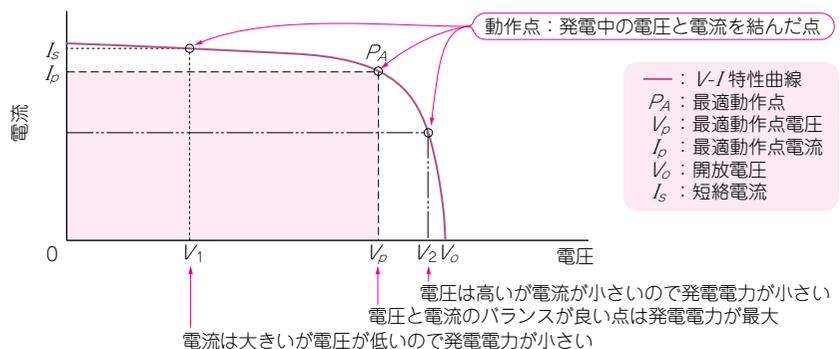


図5-1 一定の光源の下における太陽電池のV-I出力特性
それぞれの破線で囲まれた四角形の面積■が発電電力

Keywords

MPPT, Maximum Power Point Tracking, 最大電力点追従, 最適動作点, 公称最大出力動作電圧, V-I出力特性, 電圧コンバータ, PIC16F873, NJM431, 電圧追従法, 山登り法

表5-1⁽¹⁾ 太陽電池 GT136の電氣的仕様(一部抜粋)

項目	出力値
公称最大出力 (P_m)	55 W
公称最大出力動作電流 (I_{pm})	3.15 A
公称最大出力動作電圧 (V_{pm})	17.4 V
公称短絡電流 (I_{sc})	3.45 A
公称開放電圧 (V_{oc})	21.7 V

基準状態：モジュール温度25℃ AM1.5
放射照度1 kW/m²

点と呼んでいます。つまり太陽電池は最適動作点で発電しているときに、最大電力が出力されるということです。

● 日照量や温度で変わる最適動作点を追いかける

せっかく太陽電池を使うのですから、いつもフルパワーで発電させたいものです。つねに太陽電池をフルパワーで発電させるには、何をすれば良いのでしょうか。

太陽電池の仕様書には、表5-1のように公称最大出力動作電圧：○Vと書かれています。実はこの電圧が、その太陽電池の最適動作点の電圧を表しています。太陽電池はこの電圧で発電しているときに、公称最大出力電力が得られるわけですが、これは**一定の条件**(第1章で解説済み)においての値なので、**実際の運転時には、太陽光の強さや角度に伴って、最適動作点はつねに変化しています。**

図5-2は異なる条件でのV-I出力特性を表しています。図5-2中の①の曲線は、測定条件が表5-1と同じですから、表5-1の数値どおりのポイントに最適動作点が現れています。その他②、③の曲線も太陽電池の状況に応じて最適動作点がそれぞれ違うポイントに現れていることがわかります。

太陽電池への日射量や温度などの条件がどのように変化しても、その条件における最適動作点で発電させてやることで、つねにその時点での最大電力を取り出せます。つまり、**つねに最大電力を得るには、つねに**

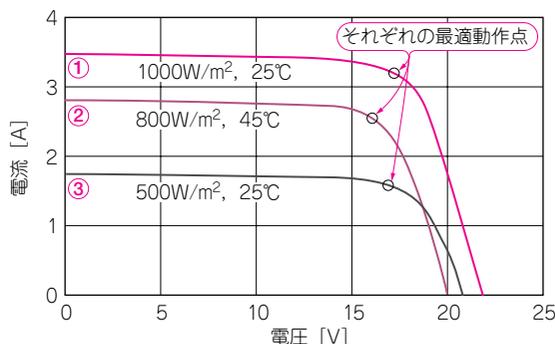


図5-2⁽²⁾ 異なる条件でのV-I出力特性
条件が違えば最適動作点が違う位置に現れる

最適動作点に追従することが必要なのです。

● 最適動作点を追従する電圧コンバータ

それでは最適動作点を追従するためには、具体的には何をすれば良いのでしょうか？

極端な例を図5-2中①の条件のときの数値を当てはめながら挙げてみます。

▶ 17Vで最大出力の太陽電池に6Vの蓄電池を直接つなぐと効率は約36%しかない

先ほどの太陽電池 GT136で図5-3(a)のように6Vの蓄電池を直接充電すると、太陽電池の動作点電圧は6Vまで下がってしまい、最適動作点から大きく外れてしまいます。そして、そのときの出力電流は、図5-2から約3.4Aなので、約20Wの電力しか発電できません。公称最大出力が55Wなので、フルパワー時の36%程度となってしまい、発電効率が非常に悪いです。

▶ 電圧コンバータを入れて電圧を電流に変換すればロスが激減する

ところが図5-3(b)のように、太陽電池と蓄電池の間に電圧コンバータを設置して、余分な電圧を電流に変換して充電すると、太陽電池は最適動作点の17.4V、3.15Aで約55Wを発電できます。電圧コンバータの出力は6V、9.1Aで約55Wの電力を充電できるので、

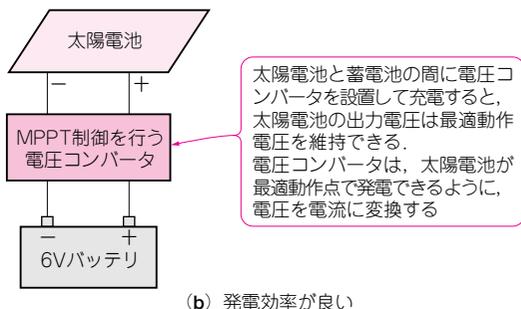
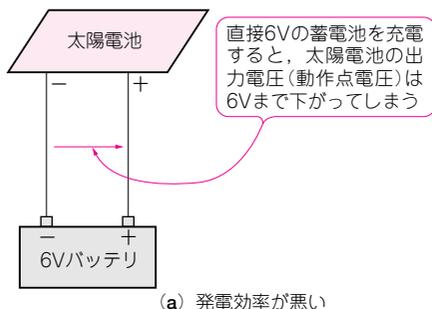


図5-3 電圧コンバータを入れると太陽電池から取り出せる電力が増える