平地研究室技術メモ No.20090629

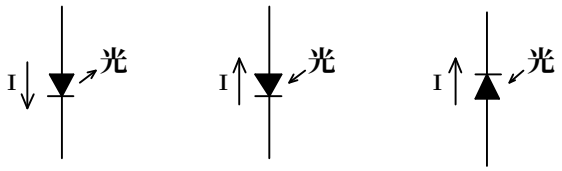
太陽電池の基本

（読んでほしい人：電気系の高専生と大学生）

2009/6/29 舞鶴高専 平地克也

■太陽電池の原理

発光ダイオードは電流を流すと光を発生します（図１(a)）。太陽電池はその逆であり、光を照射すると電流を発生します（図１(b)）。電流の大きさは光の強度に比例します。電気系の高専生と大学生は発光ダイオードや太陽電池の詳しい動作原理について光電子工学や半導体物性などの授業で勉強することになりますが、ここでは、太陽電池は発光ダイオードの逆、とだけ理解しておけば OK です。発光ダイオードも太陽電池もその正体は普通のダイオードです。ただし、ダイオードは普通はアノードからカソードに電流を流すので図１(c)のように考えてしまう人も居ますが、これは間違いなので注意下さい。太陽電池ではダイオードのカソードからアノードに電流が流れます。

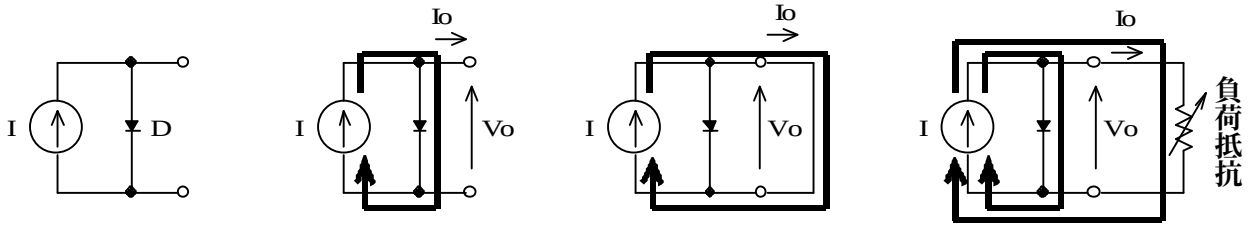


(a) 発光ダイオード　(b) 太陽電池　(c) 太陽電池？

図１　発光ダイオードと太陽電池

■太陽電池の等価回路

このように、太陽電池の正体はダイオードであり、発生する電流の大きさは光の強度に比例するので、図２(a)のように電流源とダイオード D が並列接続された等価回路で表すことができます。電流源の電流 I の大きさは光の強度に比例します。太陽電池の出力が開放されている時は図２(b)のように電流 I はダイオードを通って太陽電池内部で環流している、と考えて下さい。この時、太陽電池の電圧 Vo はダイオード１ヶの電圧降下と等しくなり、0.7V 程度となります。太陽電池の出力を短絡した時は図２(c)に示すように、電流 I はダイオードを通らずに全て出力電流 Io となります。太陽電池に負荷が接続された時は図２(d)のように電流 I は負荷とダイオードに分流します。分流の割合は負荷抵抗の大きさで決まります。



(a) 等価回路　(b) 出力開放時　(c) 出力短絡時　(d) 負荷接続時

図２　太陽電池の等価回路と電流径路

■太陽電池の出力特性

図３(a)に太陽電池の出力電圧 Vo と出力電流 Io の関係を示します。出力開放時は Io＝0A なので A 点が動作点となります。この時の出力電圧 Vo を開放電圧（Voc）と言います。逆に、出力短絡時は Vo＝0V なので動作点は B 点となります。この時の出力電流 Io を短絡電流（Isc）と言います。負荷接続時は負荷抵抗の大きさに対応して動作点が変化します。負荷抵抗が 0Ω なら出力短絡と同じであり動作点は B 点となります。負荷の抵抗値を徐々に増加させると動作点は B 点から C 点を経て A 点に至ります。A 点と B 点を結ぶ曲線は図２(a)のダイオード D の特性に依存しますが、おおむね図３(a)のような形状になります。

図３(b)に太陽電池の出力電圧 Vo と出力電力 P の関係を示します。

P＝Vo×Io

と計算されるので、

A 点では　Vo＝0V　なので　P＝0W

B 点では　Io＝0A　なのでやはり　P＝0W

となります。

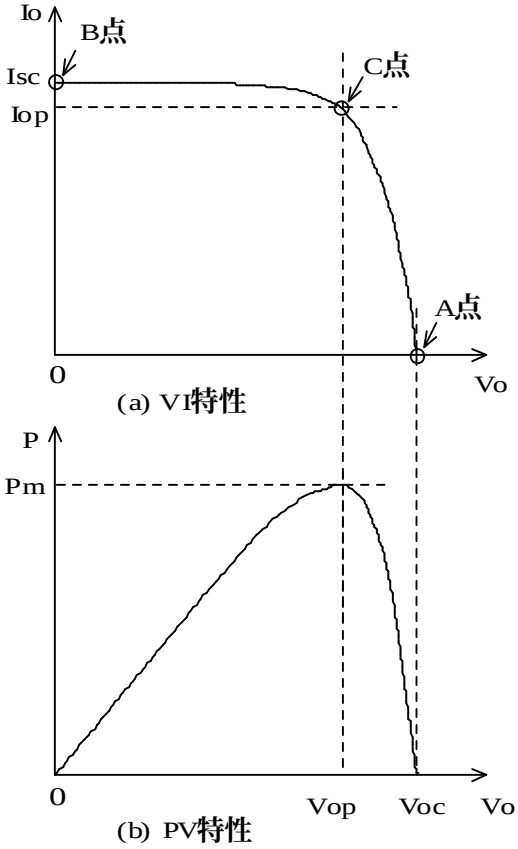


図３　太陽電池の出力特性

P が最大になる点を C 点とします。C 点のことを「最大電力点」と呼びます。C 点の電圧を最大電力点電圧（Vop）、C 点の電流を最大電力点電流（Iop）と呼びます。Voc と Vop の間にはおおむね

Vop＝Voc×0.8

の関係があります。太陽光発電システムでは太陽電池は極力最大電力点で動作するように設計する必要があります。

■太陽電池モジュール

１つの太陽電池を「太陽電池セル」と呼びます。１セルの開放電圧は前記のように 0.7V 程度なので高い電圧を得るために図４のように多数のセルを直列接続して「太陽電池モジュール」を構成します。n 個を直列接続すれば Voc も Vop も n 倍になります。さらに大きなシステムを作る場合は多数のモジュールを直列、並列に接続します。接続数に制限はありません。必要な電圧、電流に応じて任意の個数を接続できます。

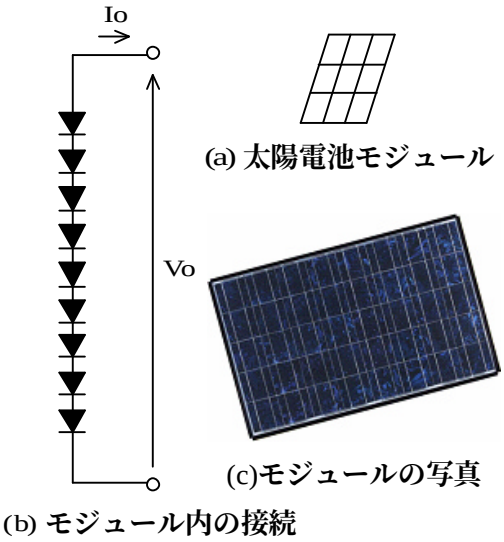


図４　太陽電池モジュール

以上