

はじめにお読みください

この文章は、研究室に所属する学生が研究活動の一環として作成してくれたものです。研究室セミナーの時間に輪番で発表してもらい、研究に関連した事項の基礎知識の向上をはかりました。内容・文章ともに未だ不完全なものもありますが、2018 年度に調査してくれたものを公開いたします。

※学生の作成してくれたファイルをそのまま公開しております。ところどころ誤った記述もあるため、内容については保証いたしかねます。ご注意ください。
(2019 年度以降、少しずつ改訂していく予定です。)

2018 年 3 月 名古屋工業大学 川崎・石井研究室
<http://kawasaki.web.nitech.ac.jp/jp/tips/index.shtml>

【執筆者一覧】

・ 卒研究生

伊達 怜実、堀之内 理紗、山田 えみり、吉谷 駿、渡邊 裕介

・ M1

浅井 七海、亀岡 真祐子、近藤 航平、長谷川 毅、横井 和真、高橋 実夏子

・ M2

石亀 弘基、久野 潤也、中村 元海、林 遼治、松下 一樹、眞鍋 駿

・ D3

李 蒼昊

2E. 光電気化学

10 太陽電池の電流 - 電圧曲線について解説してください。

作成日： 2019 年 2 月 25 日

担当者： 久野 潤也

太陽電池は Fig.1(a)に示すように、その回路に負荷（抵抗 R ）を接続する。この回路の抵抗 R を変えながら、電流 I と電圧 V を測定し、得られた値から電流－電圧曲線（ I - V 曲線）をプロットしていく。得られたプロットは Fig.1(b)だが、大体は上下を逆に描くと分かりやすい。

オームの法則より I と V には次の関係がある。

$$I = V / R$$

この式より、Fig.1(c)の直線を書くことが出来る。この直線の傾きは式からも明らかのように $1/R$ である。そのため、抵抗 R が無限大の時、傾き $1/R$ はゼロとなる。このとき測定された電圧 V が開放電圧 V_{oc} となる。また、抵抗 R がゼロの時、傾きは無限大となる。このとき測定された I が短絡電流 I_{sc} となる。この開放電圧と短絡電流について詳しく述べていく。

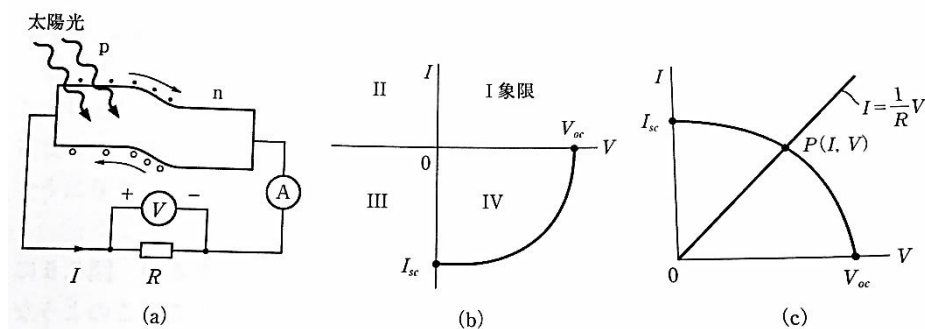


Fig.1 太陽電池の I - V 特性

開放電圧

太陽電池となる pn 接合素子を開放状態にして光を照射する。その模式図を Fig.2 に示す。開放状態とは太陽電池の外部回路に電流が流れない状態をいう。光を照射することで、 p 層の伝導帯に励起した電子は n 層に向かって流れる。しかし、この電子の流れは無限に続くわけではなく、ある程度の電子が溜まると、電子は拡散によって p 層に流れようとする。これは n 層のフェルミ準位が上の方へ上がるためである。この時に測定される最大電圧を開放電圧 V_{oc} という。

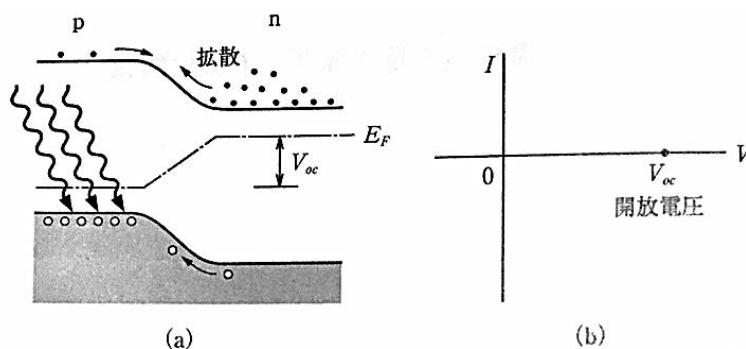


Fig.2 (a) 開放状態にある pn 接合太陽電池への光照射 (b) 開放電圧 V_{oc}

短絡電流

太陽電池を短絡させて光を照射する。その模式図を Fig.3 に示す。短絡させることで、回路に電流が流れ、この電流を短絡電流 I_{sc} という。 I_{sc} は太陽電池から流れる電流の最大値であるため、光発生電流ともいう。光を照射することで、p 層の価電子帯から伝導帯に励起した電子は n 層へ継続して流れるので、外部回路に電流 I_{sc} が流れ続ける。

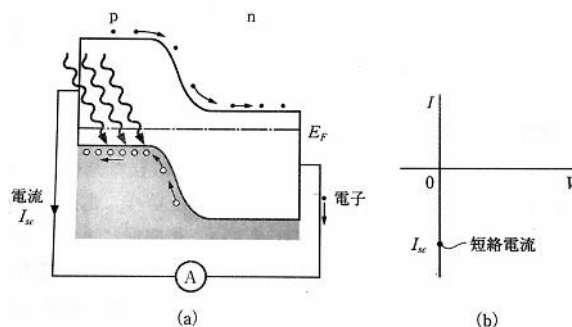


Fig.3 (a) 太陽電池の短絡回路 (b) 短絡電流 I_{sc}

太陽電池の I-V 曲線上の任意の点での太陽電池の出力 P は I と V の積である。出力 P 曲線を Fig.4(b) に示す。Fig.4(b) の出力 P が最大になる点 P_m は、Fig.4(a) に示した長方形の面積が最大になる点である。点 P_m での電流 I_m 、電圧 V_m 、出力 P_m をそれぞれ最大出力電流、最大出力電圧、最大出力という。 P_m は次式で与えられる。

$$P_m = I_m V_m$$

Fig.4(a) において、辺の長さが I_m および V_m である長方形の面積と I_{sc} および V_{oc} の長方形の面積の比を考える。この面積比の百分率を曲線因子 (FF : filling factor) という。

$$FF = (I_m V_m / I_{sc} V_{oc}) \times 100\%$$

短絡電流 I_{sc} 、開放電圧 V_{oc} 、曲線因子 FF は太陽電池出力に影響する 3 大要因である。結晶 Si 系太陽電池の典型的な FF 値は 75~85% である。

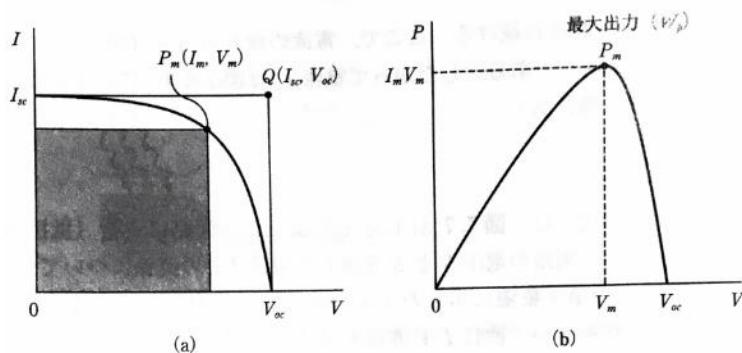


Fig.4 太陽電池の I-V 特性

参考文献

太陽電池の基礎と応用 菅原和士 著