

電流—電圧特性の傾斜から推定される太陽電池の直列／並列抵抗と等価回路における値との関係

Relationship between series/parallel resistances in solar cell estimated from slopes in current-voltage characteristic and those in equivalent circuit

兵庫県立大工, °多田 和也

Univ. of Hyogo, °Kazuya Tada

E-mail: tada@eng.u-hyogo.ac.jp

太陽電池の直列抵抗及び並列（シャント）抵抗は，パワー変換効率や電流—電圧特性の形状，すなわち最大電力条件に大きな影響を与える。特に指摘がない場合，これらの直列抵抗及び並列抵抗は，図 1 に示す太陽電池の等価回路モデルにおける R_s 及び R_p であると考えられる。実際に太陽電池を組み込んだ回路設計を行う際には，回路シミュレーションに使用可能な等価回路を確立することが望まれるが，そのためにはこれらの値を正確に見積もる必要がある。

有機薄膜太陽電池やペロブスカイト型太陽電池の研究報告では，しばしば電流密度—電圧特性曲線の短絡時 ($V=0$) 及び開放時 ($J=0$) における傾斜の逆数からそれぞれ並列抵抗と直列抵抗が推定されるが，このような方法で得られる値と，図 1 における R_s 及び R_p との値の関係については，あまり議論されることがないようである。そこで本研究では，両者の関係について調べた。

図 1 の I-V 特性の傾斜の逆数は， $V \ll 0$ の場合にはダイオードの電流が殆ど変化しなくなることから $R_s + R_p$ に，また $V \gg 1$ の場合にはダイオードの微分抵抗がほぼ 0 となることから R_s に漸近すると考えられるが，短絡時及び開放時にどのような値となるかは，実際に計算して確かめる必要がある。例えば図 2 に示す $J_{ph}=15 \text{ mA/cm}^2$ ， $R_p \cdot A=1 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}^2$ ， $R_s \cdot A=1 \Omega \cdot \text{cm}^2$ ， $J_s=100 \text{ pA/cm}^2$ ， $n \cdot V_t=45.5 \text{ mV}$ ($n=1.75$) の場合の電流密度—電圧特性では，短絡時の傾斜の逆数は $1 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}^2$ と $R_p \cdot A$ に等しい値であったが，開放時の傾斜の逆数は $4.15 \Omega \cdot \text{cm}^2$ と回路中の $R_s \cdot A$ の約 4 倍となる。ダイオードの $n \cdot V_t$ と J_s は正確な見積もりが難しいため，他のパラメータを固定して $n \cdot V_t$ と J_s を変化させたとこ，図 3 に示すように，開放時の傾斜の逆数は J_s とは殆ど関係ない一方で $n \cdot V_t$ に敏感であるが，いずれも $R_s \cdot A$ よりかなり大きいことが分かった。

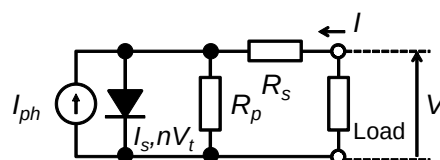


図 1 太陽電池の等価回路

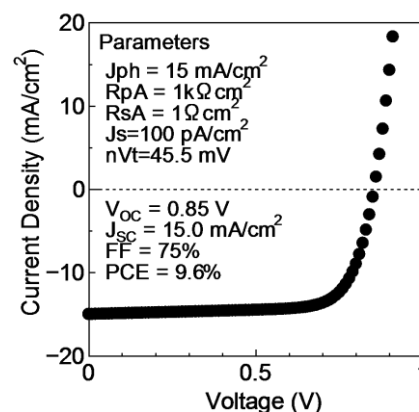


図 2 電流密度—電圧特性(計算例)

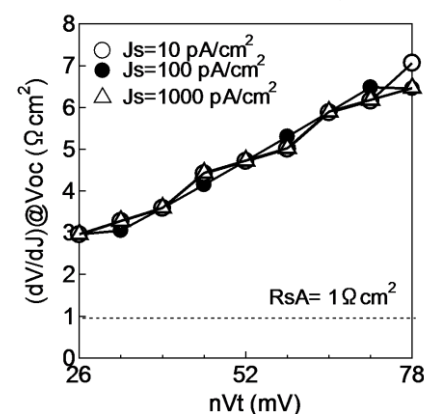


図 3 開放時の dV/dJ の $n \cdot V_t$ 依存