

結晶シリコン系太陽電池モジュールの直列抵抗 (R_s) とインピーダンス (Z) による劣化・故障評価

高野和美²・松下洋介²・白澤勝彦¹・高遠秀尚¹

1 産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター 太陽光チーム
2 株式会社アイテス

研究の目的

R_s の測定方法として、ソーラーシミュレータまたは、日射を光源としたI-V特性曲線上の V_{pm} 付近や V_{oc} 点の傾きから算出する方法が、一般的に使われている。[1] 簡易に評価する方法としてDark-VI特性の傾きからの R_s 算出と、LCR測定でのインピーダンス(Z)が、劣化・故障状況を説明できるか検討した。

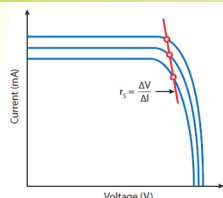


図1. R_s の算出 [2]

結果(1)

劣化(直列抵抗の増加)は、どの方法も、劣化を説明できる値となり、その原因としてインターコネクタとセルの接合不良が考えられた。

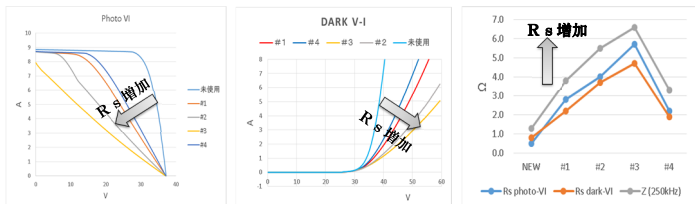


図2. ソーラーシミュレータのDATA劣化パネルは R_s が増加傾きが小さくなっている

図3. 外部印加電流電圧測定劣化パネルは R_s 増加するため、傾きが小さくなる

図4. 暗環境のZ測定との比較劣化パネルはZが増加5枚の順位相関は他と同じ



図5. 未使用パネルのEL結晶欠陥の暗部があるがセル面内が同等の明るさ

図6. #3パネルのELセル内にEL輝度のムラ有明暗はインターコネクタに沿う

図7. #3パネルの熱画像発熱している箇所は、インターコネクタと一致している。ハンダ接合箇所が高抵抗化

適用例

インピーダンス測定が有用であったので、日射状態で Z と V_{oc} を測定できる装置(ソラメンテZ)を開発し、500kWの太陽光発電所の110ストリングを点検し、4枚の故障パネルを検出した。

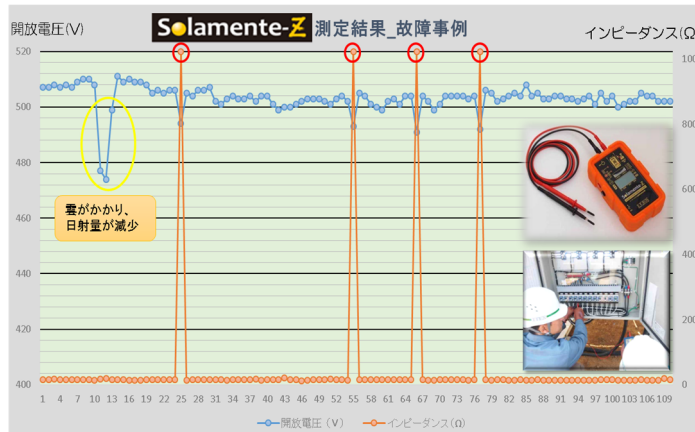


図10. 500 kW太陽光発電設備の各ストリングの V_{oc} 、Z測定結果赤丸のZが故障パネルを含むストリングであり、クラスタ断線故障しているため、 V_{oc} が約10V低くなり、Zは測定上限値になっている。故障パネルの特定はソラメンテIS(アイテス製)で行った。

実験

- (1)劣化評価として、多結晶ソーラーパネル(稼働2年未満)4枚と未使用ソーラーパネルをPhoto-VI(日清紡メトロクス製PVX116m)、Dark-VI(アイテス製PVX330)、Z(日置電機製3532-50)、EL(アイテス製PVX330)、熱画像(FLIR製E5)を測定
- (2)故障評価として、単結晶ソーラーパネルのインターコネクタを断線させたソーラーパネルと未断線のをPhoto-VI、Dark-VI、Zを測定

結果(2)

インターコネクタを断線させた故障は、PHOTOのI-V特性曲線の傾きから算出された R_s では、故障を説明できない値であったが、Dark-VI特性での R_s やLCR測定のZは故障を説明できる値が得られた。

表1. 断線パネルの測定値 (Ω)

	未切断パネル	切断パネル
R_s (Photo-VI)	1.1	1.2
R_s (Dark-VI)	1.0	∞
Z (250kHz)	2.3	>2000

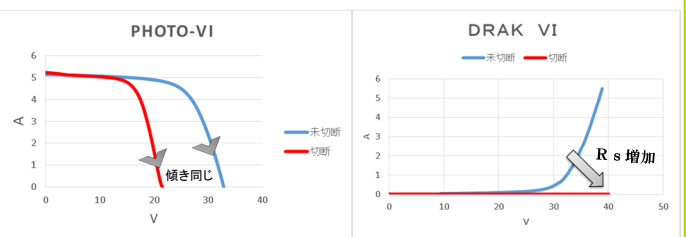
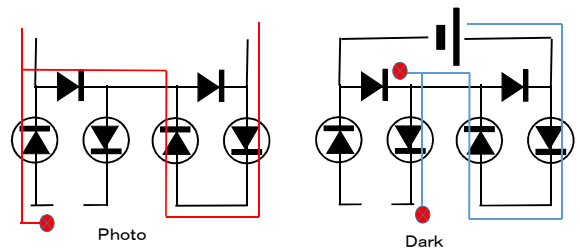


図8. ソーラーシミュレータ回路として断線しているが、傾きが同じなので、 R_s としては同等となる。断線しているにもかかわらず、抵抗が増加したと説明できない

図9. 外部印加電流電圧特性外部から印加したバイアス方向が発電と逆になるため、バイパスダイオードを通過できないので、 R_s は無限大となる

結論

太陽光発電設備の点検手法として、日射条件下でもインピーダンスを測定できる装置を開発し、故障ソーラーパネルを存在するストリングを検出することができた。また、インピーダンスによる点検は、天候の変動に強く、かつ判定が容易である。

参考文献

- [1] JIS C 8914 6.3 (3).
- [2] KEITHLEY Application Note Series Number 2876.