

太陽電池モジュールのバイパス回路の故障検出技術
 -故障検出における印加電圧特性-

Fault Detection technology of Bypass Circuit of PV Module
 -Applied voltage characteristics in fault detection-

○青木啓太¹, 藤田直希², 西川省吾³
 *Keita Aoki¹, Naoki Fujita² Shogo Nishikawa³

Abstract: In order to detect the fault of the solar module in a short time, we have developed the detection technology of open fault of bypass circuit with a AC power source and IR camera. In this paper we report the effect of magnithde of applied AC voltage on a PV module.

1. はじめに

太陽電池モジュール(以下,モジュール)の保護回路であるバイパス回路が開放状態のときにモジュールの一部に影がかかったり,一部が劣化すると,その部分の温度が上昇し,火災や破損の原因になりうる.現状の検出方法ではモジュールを1枚ずつ計測する必要がある.メガソーラーではモジュールが数千~数万枚以上に及ぶため,簡易で,時間が短い故障検出方法が必要である.このため,太陽電池モジュールに交流電圧を印加する方法を提案している.本報告では印加電圧の大きさが①故障検出の可否,②検出可能時間に及ぼす影響を調整してきたので報告する.

するためクラスタにかかる電圧 V_1 は Db の on 電圧に抑えられる.そのため,正常クラスタの消費電力は V_1 と正常クラスタのセルに流れる電流 I_c の積になっているため消費電力は小さくなる.しかし,異常クラスタの場合 Db が動作しないため V_1 よりも大きい逆電圧 V_2 が印加されることになる.すると異常クラスタの消費電力は V_2 と異常クラスタを流れる電流 I_a の積となる.そのため,正常クラスタよりも異常クラスタの消費電力の方が大きくなり温度が上昇するため,その時の太陽電池表面の温度変化を赤外線カメラにより観察することで検出が可能である.

2. 検出原理

検出回路を Figure 1 に示す.

モジュールのバイパス回路が開放故障しているとき,バイパスダイオード Db に対して順方向電圧を直流電源により印加すると正常なクラスタの場合 Db が動作

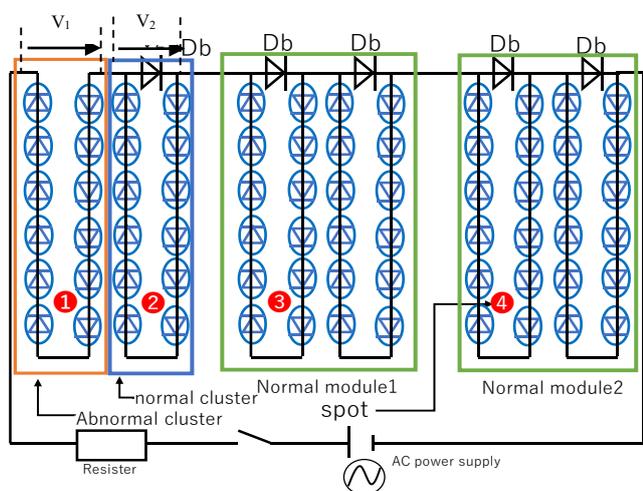


Figure 1. Detection Circuit

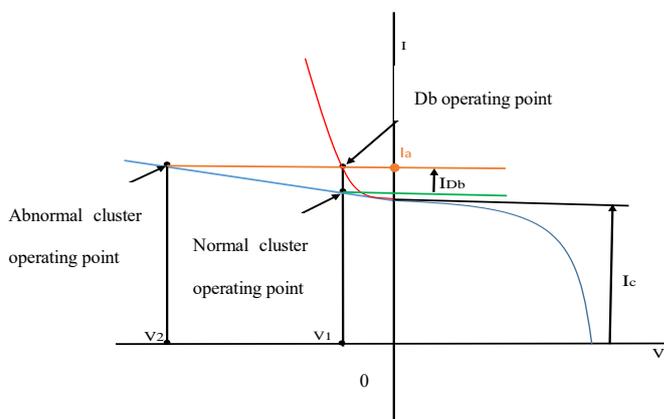


Figure 2. current voltage quality

3. 試験内容

測定場所は屋外で同一仕様のモジュールを3枚直列に接続してモジュール1のバイパスダイオードを1つだけ取り除き試験を行った.今回印加した交流電圧は,測定する太陽電池モジュールの公称開放電圧の0.5倍,0.75倍,1倍,1.5倍,2倍の5点であり,その電力に伴う太陽電池モジュールの温度上昇を赤外線カメラと熱電対を用いて計測した.モジュールに電圧を印加する時間は400sと200sである.測定間隔は

1 : 日大理工・学部・電気 2 : 日大理工・院(前)・電気 3 : 日大理工・教員・電気

モジュール両端電圧, モジュールの表面温度は5秒刻み, その他は1秒刻みである. 各モジュールの温度変化はモジュール1は異常クラスタと正常クラスタに各一点, モジュール2, 3に各一点ずつスポットを取り測定した. 今回の試験回路は Figure1 に示した通りある. また, 実際に使用したモジュールの仕様を Table1 に示す.

Table1. Specification of module

Noman maximum output P_{max} [W]	70
Nominal open circuit voltage V_{oc} [V]	22.1
Nominal short circuit current I_{sc} [A]	4.3
Number of bypass diodes	2
Solar cell type	Poly-Si

4. 結果

Figure3 は印加時間が 400s, 印加電圧が公称開放電圧の 1 倍の時の温度上昇をフーリエ解析した結果である. また, Figure1 に示してあるように sp1 が異常クラスタのスポット点, sp2~sp4 が正常クラスタのスポット点である. Figure3 を見てわかるように異常クラスタの 0.01Hz の周波数成分が突出して高いことが分かる. そして印加電圧が 0.5 倍, 0.75 倍, 1.5 倍, 2 倍でも同じように異常クラスタの周波数成分が突出する形となった.

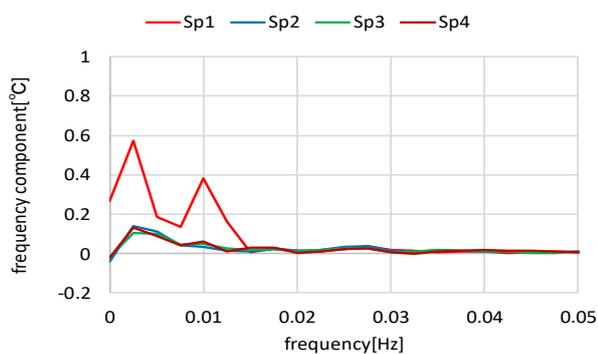


Figure 3. Frequency characteristic(400s)

Table2, 3 は周波数が 0.01Hz の時の各スポット点の周波数成分の値をまとめたものである. まず, 印加時間が 400s の値に注目すると印加電圧の値を大きくしていくに従い周波数成分の値が比例的に大きくなることが読み取れる. このことから, 印加電圧が大きいほど故障検出がしやすいことが分かる.

次に, 印加時間が 200s の値に着目する. 400s 印加したものと同様に印加電圧の値を大きくしていくに従い

周波数成分が比例的に大きくなっていることがわかる. また, 400s と 200s の値を比較すると印加電圧が 2 倍の時は印加時間が 200s の時の方が大きい値が出たが, 他の印加電圧では値の大きさにそれほど差異はない.

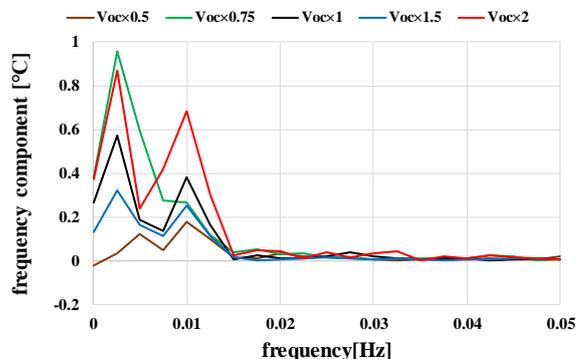


Figure 4. Frequency spectrum of Sp1 (400s)

Figure 4 は印可時間が 400s の時の sp1 の周波数スペクトルをまとめたものである. 1.5 倍を除いて印加電圧の大きさが大きくなるほど 0.01Hz の周波数成分も大きくなっている.

Table2. Difference in frequency size(1)

Applied voltage	$V_{oc} \times 0.5$		$V_{oc} \times 0.75$		$V_{oc} \times 1.0$	
	400s	200s	400s	200s	400s	200s
Abnormal Cluster	0.179	0.163	0.267	0.299	0.435	0.459
Normal cluster	0.053	0.061	0.082	0.088	0.051	0.061
Abnormal/normal	3.377	2.672	3.256	3.398	8.529	7.525

Table3. Difference in frequency size(2)

Applied voltage	$V_{oc} \times 1.5$		$V_{oc} \times 2.0$	
	400s	200s	400s	200s
Abnormal Cluster	0.25	0.290	0.682	0.622
Normal cluster	0.024	0.029	0.036	0.022
Abnormal/normal	10.42	10.00	17.49	28.27

6. まとめ

印加電圧の大きさが大きいほど温度上昇が大きくなることが分かった. また, 印加時間を短くしても温度上昇の数値はあまり変わらなく, 故障検出も可能であることもわかった.

5. 参考文献

[1]「太陽電池モジュールの信頼性試験と寿命評価」高薄一弘 技術情報協会 P21