

L-27

## 太陽電池モジュールのセルおよびインターコネクタの故障検出技術

## Failure Detection Technology of Cell and Inter Connector of Solar Cell Module

○千葉帆乃可<sup>1</sup>, 藤田直希<sup>2</sup>, 西川省吾<sup>3</sup>\*Honoka Chiba<sup>1</sup>, Naoki Fujita<sup>2</sup>, Shogo Nishikawa<sup>3</sup>

Abstract: Solar power generation systems have been rapidly spreading in recent years as a maintenance-free power generation system. However, in fact, various faults are occurring, which may lead to a decrease in the amount of power generation, or in the worst case an accident. The purpose of this research is establishment of fault detection technology of cell and Inter connector of solar cell module. Until now, the authors have proposed a method in which the temperature change of the module surface and the AC voltage (square wave, sinusoidal wave) by applying AC voltage (square wave, sinusoidal wave) in the room so as to make the power consumption equal we report on the technology to detect disconnection fault of interconnector by frequency analysis of temperature change of module surface.

## 1. はじめに

太陽光発電システムは、メンテナンスフリーな発電システムとして近年急速に普及してきた。しかし、実際には様々な故障が発生しており、そのことにより発電量の低下、最悪の場合事故に至る可能性もある。本研究の目的は、太陽電池モジュールのセル・インターコネクタの故障検出技術の確立である。筆者らはこれまで、室内において交流電圧(方形波、正弦波)を印加することによるモジュール表面の温度変化を赤外線カメラにより観測し、その際の温度変化を周波数解析することによって、インターコネクタの断線箇所を特定してきた。今回は、短絡電流の故障検出への影響と、消費電力量の故障検出への影響を調査したので報告する。

## 2. 実験方法

実際に使用した太陽電池モジュールの仕様を Table1 に示す。なるべく陽の当たらない室内で、次の①、②の方法で実験を行った。

①流れる電流の最大値を使用するモジュールの短絡電流

$I_{sc} \times 1.0$  (方形波、正弦波)となるようにした場合

②モジュールの 400 秒間の消費電力量が等しくなるようにした場合

3つあるクラスターのうち、1つのクラスターのインターコネクタを計 10 点断線した。温度変化の抽出点を Figure2 の sp1~18 の通り定め、各点の温度変化を周波数解析した。抽出点は、インターコネクタの断線箇所の先(sp1, 3, 5, 7, 8, 11, 14, 16), インターコネクタの断線箇所の隣で電流が集中する点(sp2, 4, 6, 9, 10, 12, 13, 15, 17), 正常クラスター(sp18)とし

た。断線箇所を Figure1 の実験回路図に示し、Figure2 に温度変化の抽出点を示す。印加する電源の周波数は 0.01Hz である。また、各測定点での測定間隔は 1 秒間隔とし、熱画像においては 5 秒間隔で測定した。電圧を印加する時間を 400 秒間とし、その前後 30 秒間を含めて測定した。その後、測定結果をもとに電圧印加後からの各測定点の温度上昇を周波数解析し、方形波と正弦波を比較した。

Table 1. Specification of PV module

Type	Poly - Si
Pm	265W
Voc	38.3V
Isc	8.97A
Vpm	17.9V
Bypass Diode	3
The number of cells	60
The number of clusters	3

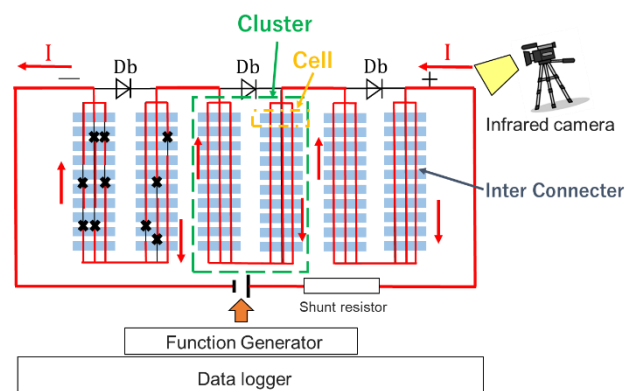


Figure 1. Experimental Circuit Diagram

1 : 日大理工・学部・電気 2 : 日大理工・大学院・電気 3 : 日大理工・教員・電気

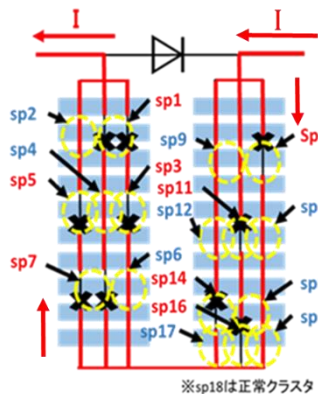
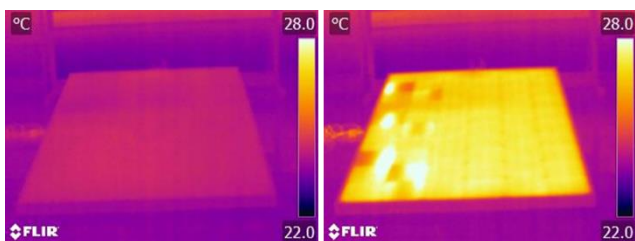


Figure 2. Temperature Change Extraction Point

### 3. 実験結果

#### < 3. 1 > 短絡電流の故障検出への影響

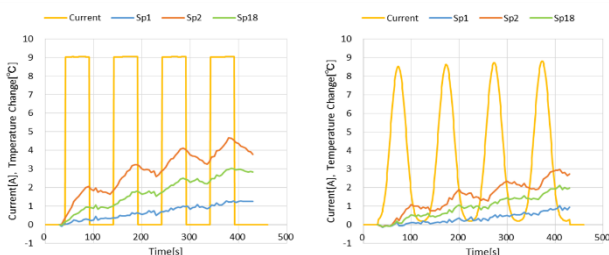
Figure3 に方形波の(a)電圧印加 0 秒後, (b)電圧印加 400 秒後の熱画像を示す。これより, すべての部分のインターコネクタ断線箇所が判別できる事が分かった。



(a) 0 seconds After (b) 400 seconds After

Figure 3. Thermal Image of Square Wave

また, Figure4 に(a)方形波と(b)正弦波の場合の温度上昇の変化を示す。これより, 正弦波より方形波の方が温度上昇が大きい事が分かる。これは, 流れる電流の最大値を使用するモジュールの短絡電流  $I_{sc} \times 1.0$  としたため, 消費電力の大きい, 方形波の温度上昇が大きくなったためである。また, 方形波, 正弦波いずれも sp1 の温度上昇が一番小さく, sp2 の温度上昇が一番大きくなった。この理由としては, 断線したインターコネクタに流れるはずだった電流が, 導通しているインターコネクタの先に電流が集中したためである。

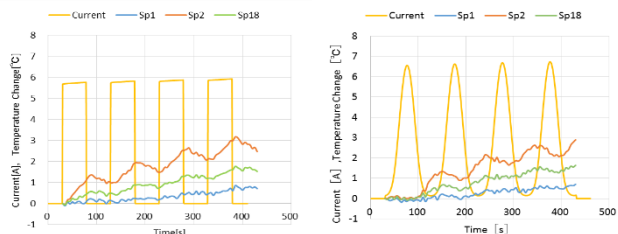


(a) Square Wave (b) Sine Wave

Figure 4. Change in Temperature Rise

#### < 3. 2 > 消費電力の故障検出への影響

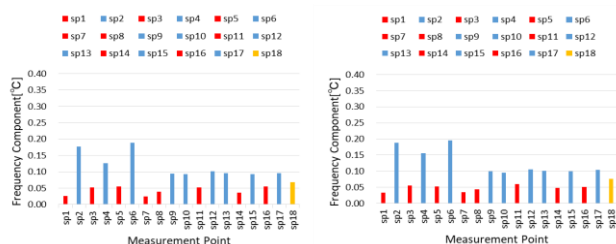
Figure5 に消費電力量が同一になるようにした場合の(a)方形波, (b)正弦波の sp1, sp2, sp18 の温度変化を示す。これより, 各点を比較した際, 400 秒後の温度上昇は方形波, 正弦波ともにほぼ同じであった。これは, 今回の実験では消費電力量が同一になるように電圧を印加したためである。



(a) Square Wave (b) Sine Wave

Figure 5. Change in Temperature Rise

Figure6 に消費電力量が同一になるようにした際の(a)方形波と(b)正弦波の温度変化の周波数解析結果を示す。これより, 方形波より正弦波の方が sp5 と sp16 を除くすべてにおいて周波数成分が強く出ていることが分かった。また, インターコネクタを断線した先とインターコネクタを断線した先で電流が集中する点の周波数成分の差は正弦波の方が大きかった。差が大きい方が故障箇所の判断がしやすいため, 今回の試験条件では正弦波の方が判断しやすいと分かった。



(a) Square Wave (b) Sine Wave

Figure 6. Each Frequency Comparison

### 4. まとめ

室内において, 回路を流れる電流をモジュールの短絡電流とした場合と, 400 秒間の消費電力量を同一にした場合の故障検出への影響を調査した。これにより, 方形波と正弦波を比較した際に, 印加電圧をモジュールの短絡電流を基準とした場合は方形波, 400 秒間の消費電力量を一定にした場合は正弦波の方が故障検出が容易であることが分かった。

### 5. 参考文献

[1] 浜川圭弘:「アドバンストエレクトロニクス I-3 太陽エネルギー工学=太陽電池」, 培風館 134 巻 10 号