

バイパスダイオード (junction box) の信頼性試験と故障事例

テュフラインランドジャパン
津野 裕紀

〒224-0033
神奈川県横浜市都筑区茅ヶ崎東4-5-24
Mail: yuki.tsuno@jpn.tuv.com
Phone: 045-914-0569

目次

1. はじめに
2. ジャンクションボックス内回路の信頼性試験
3. 故障事例と解析方法
4. まとめ

2014/6/4 日本太陽エネルギー学会 太陽光発電部会 第10回セミナー
太陽光発電システムの火災リスク対策における現状と課題(3)

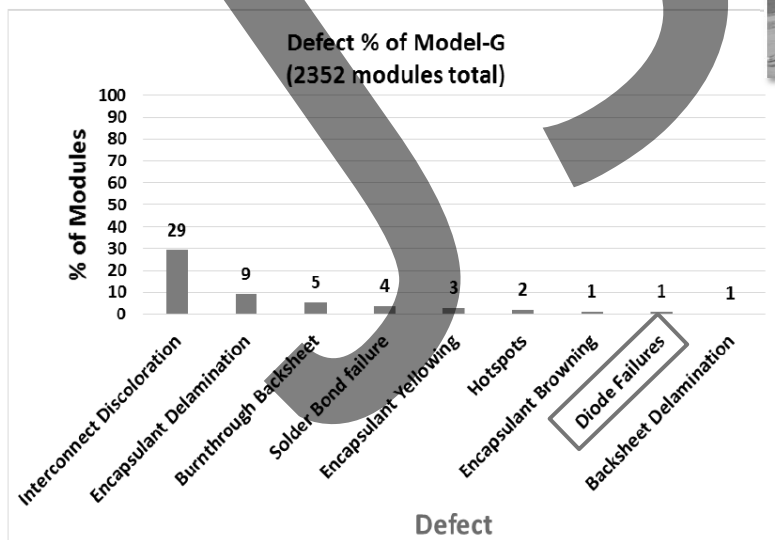
 TÜVRheinland®
Precisely Right.

1

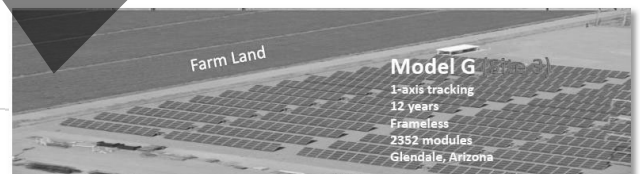
1. はじめに ジャンクションボックス内回路の故障事例

故障率の一例

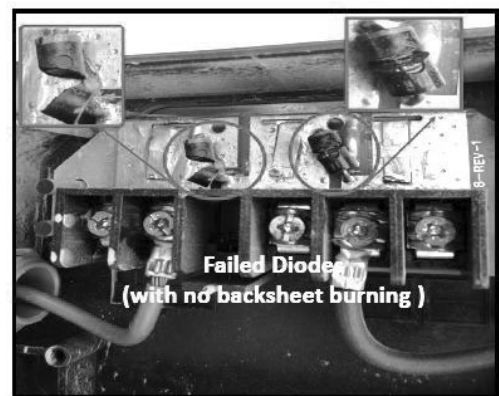
Defects Including Safety Failures (Model G - Site 3)



2352枚中26枚(1%)でダイオード故障が確認された (影のかからないシステム)



アリゾナ州
設置後12年経過



Mani et. al., PV module reliability workshop 2014

2014/6/4 日本太陽エネルギー学会 太陽光発電部会 第10回セミナー
太陽光発電システムの火災リスク対策における現状と課題(3)

 TÜVRheinland®
Precisely Right.

2

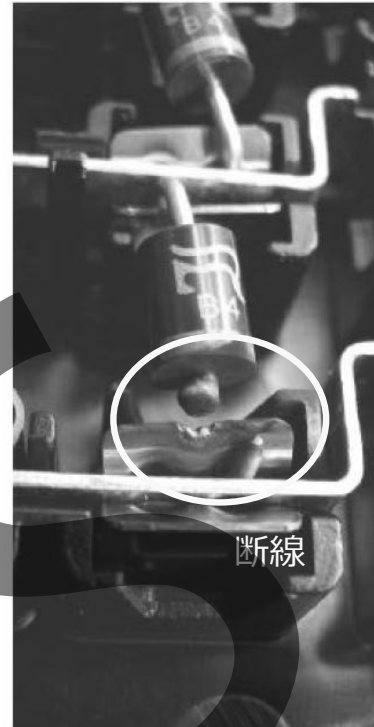
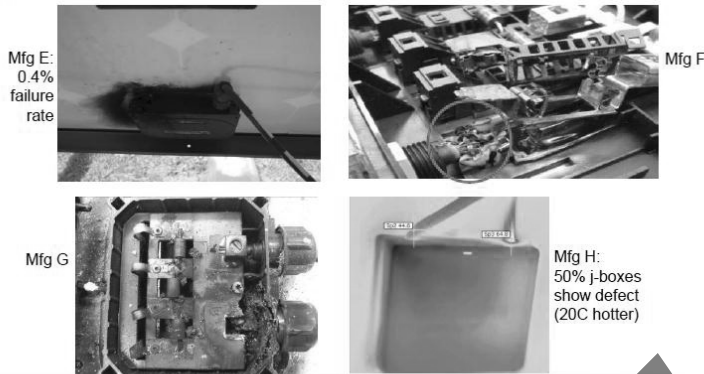
1. はじめに

ジャンクションボックス内回路の故障事例

実フィールドでの事例

J-box and cables

- Failure mode: connectors disconnecting causing arcing
- Poor designs that made product susceptible to workmanship issues - not "error proof"
- Most such problems can be seen with longer term testing performed periodically on production products



Dipl, PV-Brandschutzworkshop, 2013

SUNPOWER

© 2011 SunPower Corp.

ダイオードだけでなく、電気接続部の故障もある
→ジャンクションボックス内の電気接続部も考慮
した試験方法が求められる

2014/6/4 日本太陽エネルギー学会 太陽光発電部会 第10回セミナー
太陽光発電システムの火災リスク対策における現状と課題(3)

TÜVRheinland®
Precisely Right.

3

1. はじめに

ジャンクションボックス内回路の故障事例

ラボ試験の事例

温度サイクル試験400サイクル後

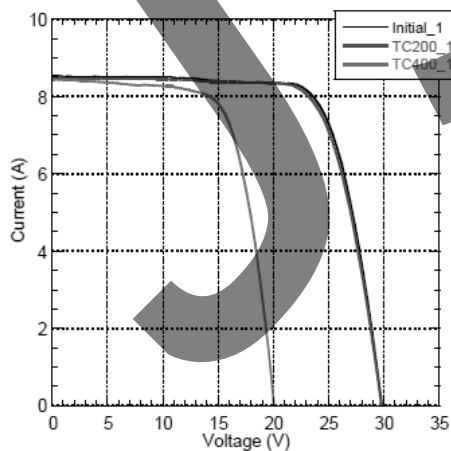


図 12 E の各 TC 試験時間における I-V 特性

断線??
BPDのショート故障??

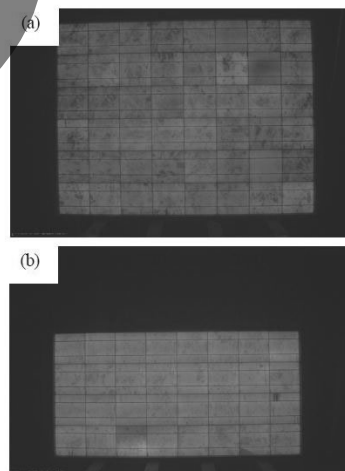


図 13 E の TC 試験前(a)と 400 サイクル後(b)の EL 像

河合, H24. 佐賀県工業技術センター研究報告書

・故障原因の特定技術も必要

2014/6/4 日本太陽エネルギー学会 太陽光発電部会 第10回セミナー
太陽光発電システムの火災リスク対策における現状と課題(3)

TÜVRheinland®
Precisely Right.

4

2. バイパスダイオード試験方法（概要）

IEC61215/JISC8990 バイパスダイオード温度試験

- ・ STCでの短絡電流の1.25倍の電流をバイパスダイオードに1時間供給
モジュール温度75°C±5°C

Qualification Plus Testing

Bypass Diode and Junction Box Thermal Test

- ・ STCでの短絡電流と等しい電流をバイパスダイオードに96時間供給、
その後STCでの短絡電流の1.25倍の電流をバイパスダイオードに1時間供給
モジュール温度75°C±5°C

Thermal Cycling

- ・ IEC61215の温度サイクル試験を500サイクル行う。
ジャンクションボックスに0.5kgの重りをつるした状態で行う。
- ・ 判断基準に“バイパスダイオードが機能していること”が追加

QA forum

Thermal runaway : 日本からIECへ提案

ESD : 静電気放電試験

2. バイパスダイオード試験方法（概要）

長期間の耐久性試験の必要性

モジュール選定

BPD回路の耐久性
(設計面)
どの程度耐られるか?

設計面 : 回路上のエラー回避
BPDの素子選定
温度耐久性
電圧耐久性 など

導入前

システム設計面の
対策

耐久性がわからないと
メンテ間隔が設定できない
⇒長期の耐久性を確認する
必要がある

導入後

故障検知方法の開発

高確率の発見手順

メンテナンス間隔

2. バイパスダイオード試験方法（概要）

弊社のオリジナル試験：より長期間の耐久性を確認したい！
 現実に近い試験を開発したい！

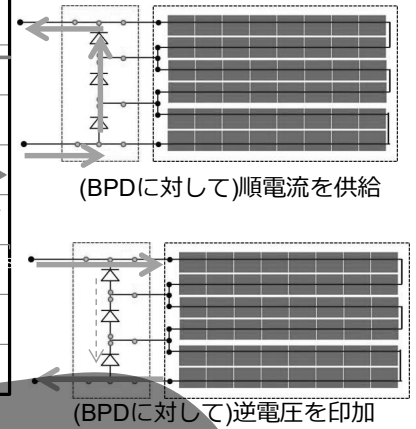
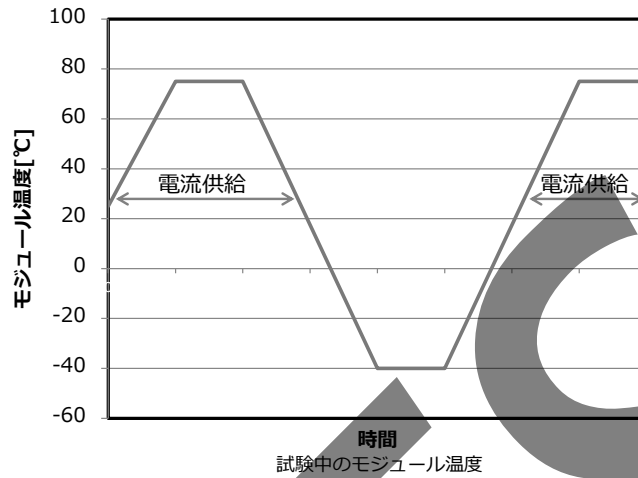
温度サイクル+25°C以上のときにバイパスダイオードに電流供給/電圧印加



温度サイクルチャンバ



複合加速試験
 光のON/OFF
 温度サイクル/定常
 湿度
 影



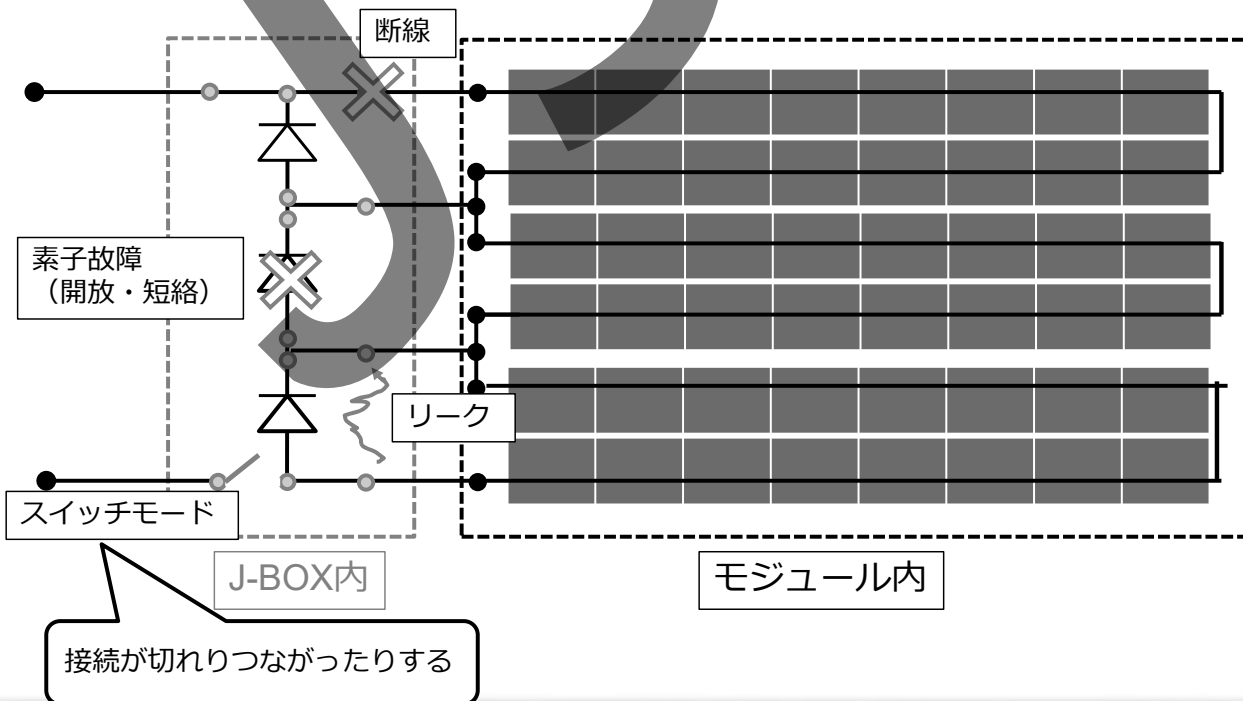
ダイオードの温度と電気的な耐久性に加え、ジャンクションボックスの接続部の耐性も試験できるのでは？
 屋外でのBPD故障モジュールの故障要因解析も含め、屋内試験と実条件の相関、加速係数の導出に取り組んでいます。

2014/6/4 日本太陽エネルギー学会 太陽光発電部会 第10回セミナー
 太陽光発電システムの火災リスク対策における現状と課題(3)

TÜVRheinland®
 Precisely Right.

3. 故障事例と解析方法

- 故障原因の調査
- 故障箇所の特特定 (I-V特性(明・暗、第1・2・4象限)、EL、信号注入、IR)

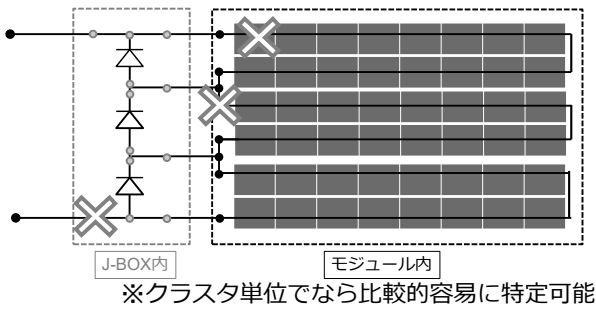


2014/6/4 日本太陽エネルギー学会 太陽光発電部会 第10回セミナー
 太陽光発電システムの火災リスク対策における現状と課題(3)

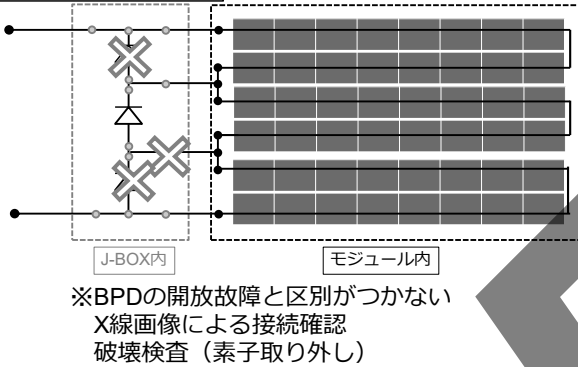
TÜVRheinland®
 Precisely Right.

3. 故障事例と解析方法

主回路内の断線



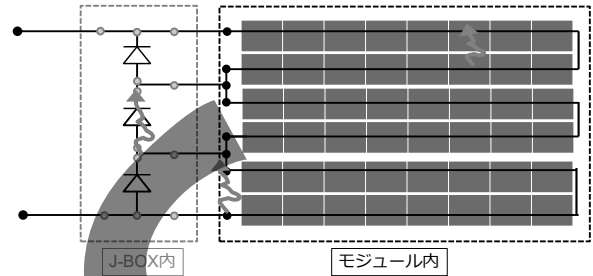
保護回路内の断線



スイッチモード

- ・試験中の測定データで確認
- ・電流や光のON/OFFを繰り返すことで、スイッチモードを確認できる場合がある

リーク



※故障箇所の特定が難しい
素子取り外しなどの破壊検査が必要

複合故障

- ・特定できない場合もある

3. 故障事例と解析方法

3.1 故障事例1 バイパス回路断線/BPD開放故障

弊社のオリジナルの試験で故障発生

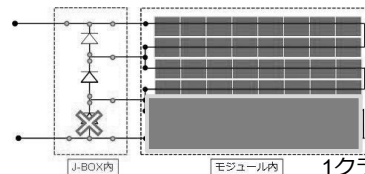
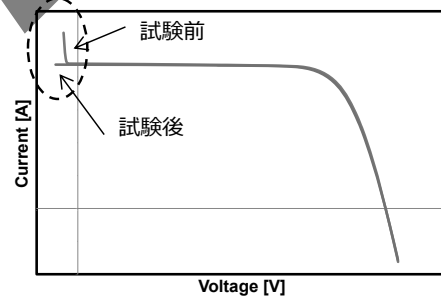
確認方法

- ①逆電圧印加
- ②逆電圧のI-V特性の測定

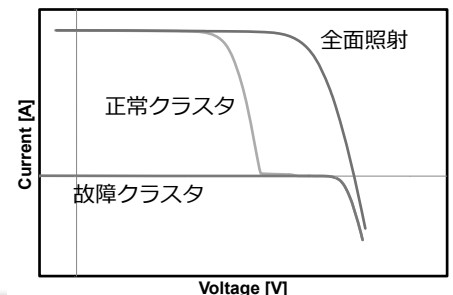
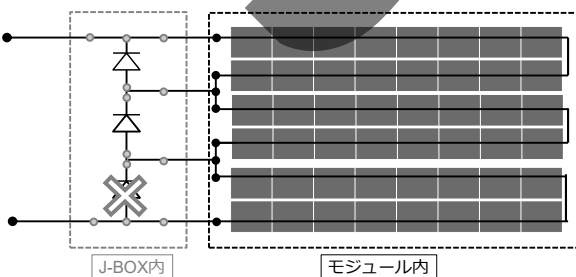
故障箇所特定

- ①1クラスタに影をつけてI-V特性を測定
- ②IR画像

逆電圧のI-V特性の測定



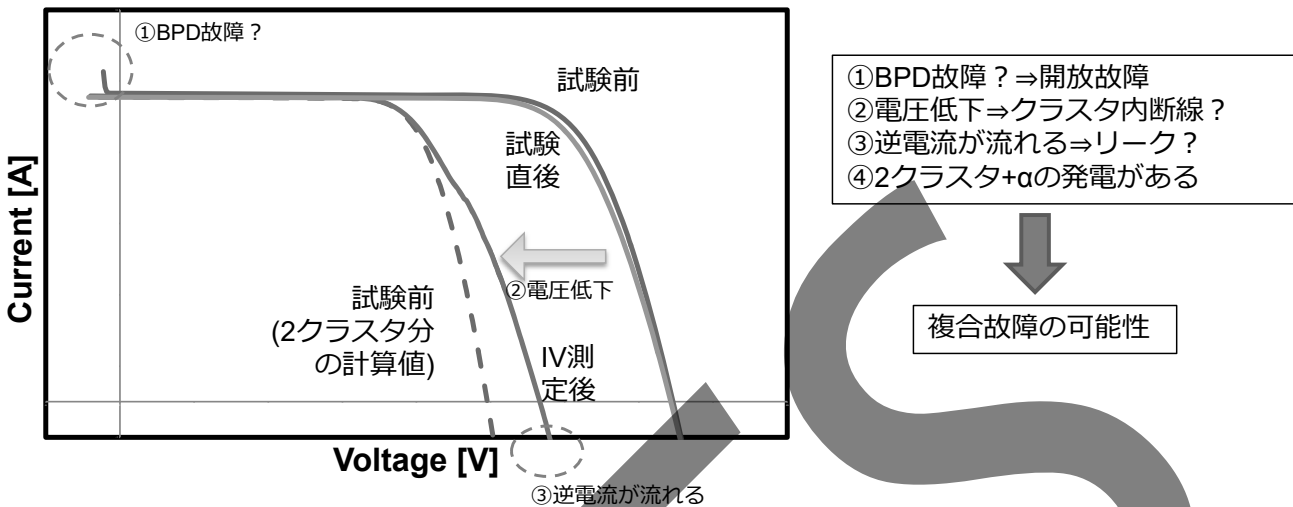
1クラスタに影をつけてI-V特性を測定



3. 故障事例と解析方法

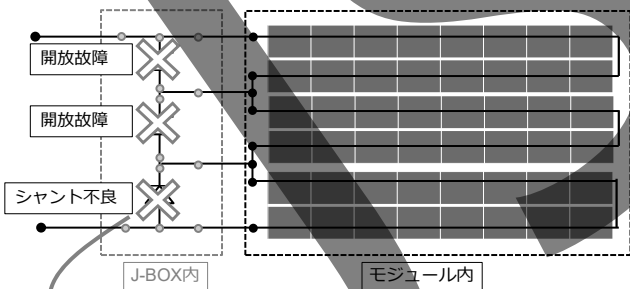
3.2 故障事例2 BPD短絡故障（シャント抵抗低下？）+BPD開放故障

温度サイクル試験（200サイクル）中に発生
故障発生初期はスイッチモードだったが、後に完全故障となった



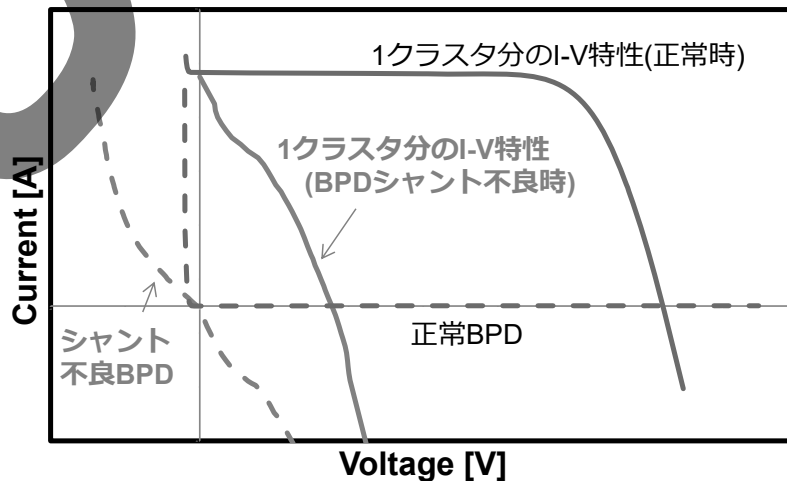
3. 故障事例と解析方法

3.2 故障事例2 BPD短絡故障（シャント抵抗低下？）+BPD開放故障



解析結果

2つのバイパスダイオードが開放故障
1つのバイパスダイオードがシャント不良



4. まとめ

耐久性試験

- バイパスダイオードだけでなく、J-BOX回路内の電氣的接続部も含めた長期耐久性を確認するための試験方法の開発が必要
- 故障事例の情報収集や耐久性試験から、最適な試験方法の開発や加速係数の導出
- 故障の検知・分析方法が必要（現場/試験所問わず）

設計

- モジュール設計段階での耐久性確認
- BPD不要のモジュール/セル開発⇒一部で実用化されている

設置後

- 故障確率を完全に0%にすることは不可能
- PVS稼動後の定期的な確認が必要
- スtring単位の電流注入、逆電圧印加で素子破壊を進行させる場合がある⇒チェック手順、安全機能の確立
- モジュール交換の判断基準（製造不良/壊れてから？/壊れる前？）
- 不良が見つかったときの対処（“後で取り替える”では遅い？）

TÜV Rheinland - Precisely Right

We Advise
Develop
Facilitate
Test
Certificate

Thank you for your attention