

HIOKI

© 2017 HIOKI E.E. CORPORATION

HIOKI

バイパスダイオードテスタ



© 2017 HIOKI E.E. CORPORATION

FT4310でできること

- ・ 開放電圧を精密に測定することで、バイパスダイオード（バイパス回路）の短絡、クラスタ欠損を検出（高精度直流電圧計）
- ・ バイパス回路の断線を検出
- ・ バイパス回路に含まれる配線抵抗の測定

電池駆動でハンディーサイズ

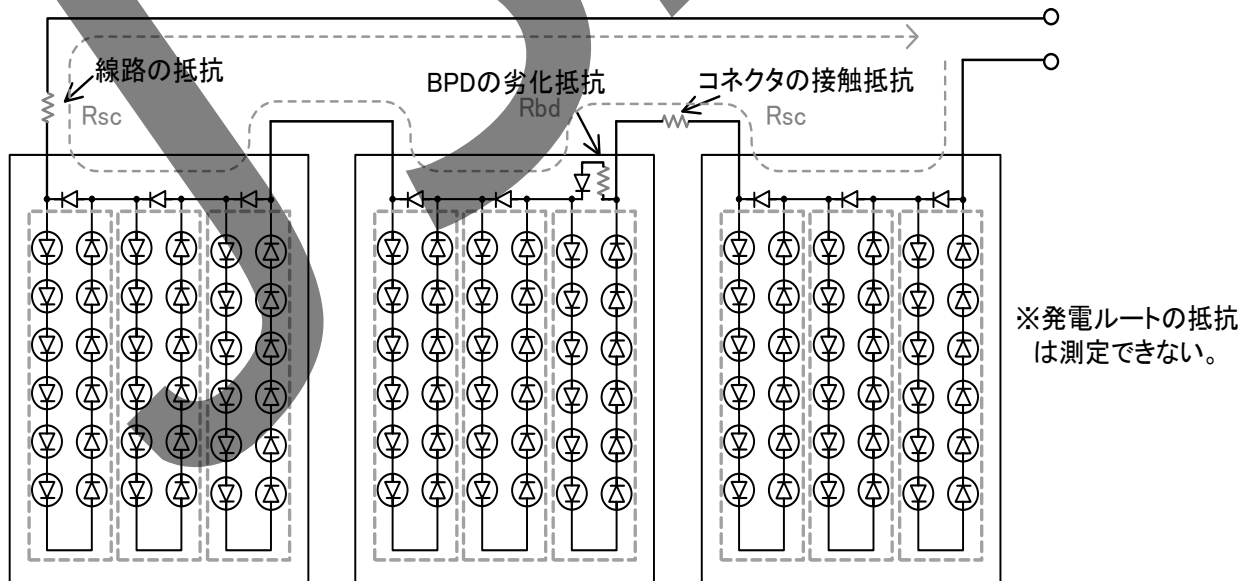
昼夜を問わず 現場での測定診断が可能

HIOKI

© 2017 HIOKI E.E. CORPORATION

抵抗測定ルート（BPR）

R_{bpr}にはバイパスダイオードのオン抵抗も含まれる。



原理上、誤差が大きく、正確な値は測定できないが、
数Ω程度の劣化診断は可能と考える。

HIOKI

© 2017 HIOKI E.E. CORPORATION

電流による健否の判断

コンデンサを充電

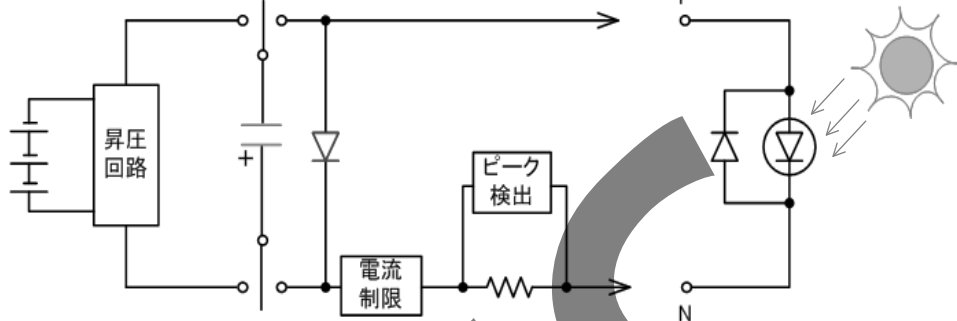
乾電池駆動で、100V程度まで充電しておく。

ダイオードでストリングを短絡

短絡電流を流し、PVの発生電圧をダイオードの順方向電圧(数V)まで下げる。

コンデンサを放電

放電電流を発電方向と同一方向に流す。(パルス電流)



コンデンサを接続したときに、

電流が短絡電流よりも増えればBPDは健全(または短絡)

IVカーブの緑線

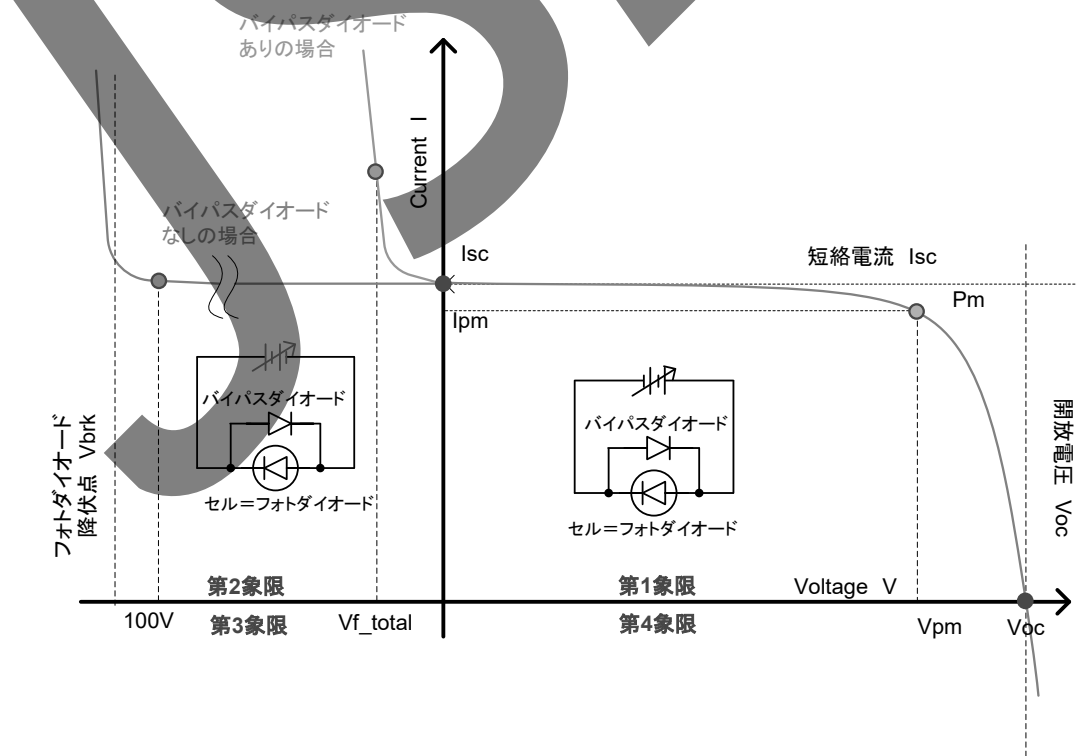
増えなければBPDはオープン

IVカーブの赤線

HIOKI

© 2017 HIOKI E.E. CORPORATION

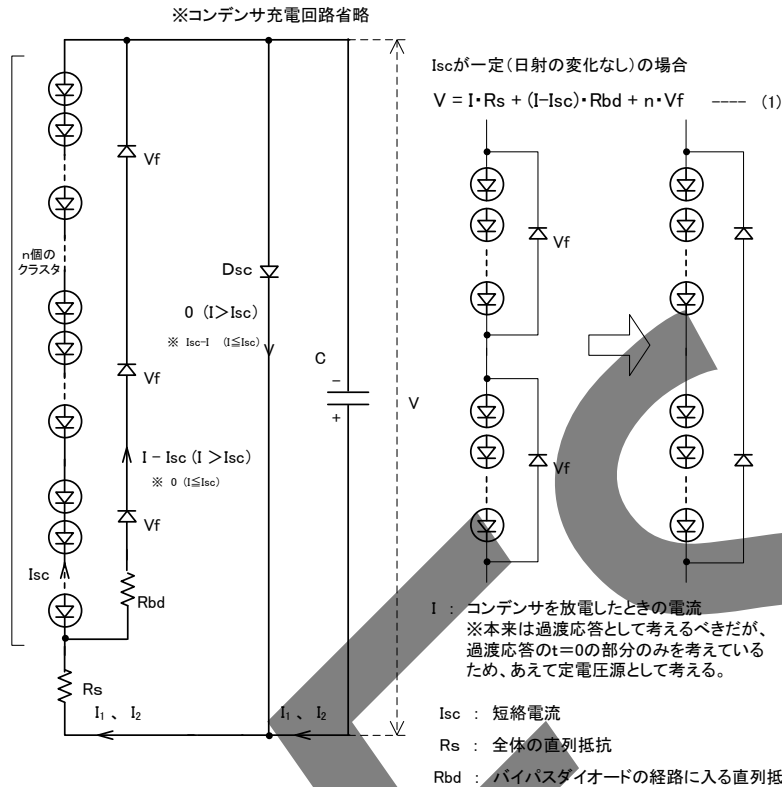
太陽電池の電流-電圧特性



HIOKI

© 2017 HIOKI E.E. CORPORATION

太陽電池の性質を利用したバイパスルートの抵抗検出



HIOKI

© 2017 HIOKI E.E. CORPORATION

理論計算

Is_cが一定(日射の変化なし)の時、電圧(V)または電流Iを、値を変えて2回印加し、その時の電流(定電圧印加時)または電圧(定電流印加時)を測定する。

$$V_1 = I_1 \cdot R_s + (I_1 - I_{sc}) \cdot R_{bd} + n \cdot V_f \quad \text{----- (2)}$$

$$V_2 = I_2 \cdot R_s + (I_2 - I_{sc}) \cdot R_{bd} + n \cdot V_f \quad \text{----- (3)}$$

(2) - (3)

$$V_1 - V_2 = I_1 \cdot R_s + (I_1 - I_{sc}) \cdot R_{bd} - I_2 \cdot R_s - (I_2 - I_{sc}) \cdot R_{bd}$$

$$V_1 - V_2 = (I_1 - I_2) \cdot R_s + (I_1 - I_{sc} - I_2 + I_{sc}) \cdot R_{bd}$$

$$V_1 - V_2 = (I_1 - I_2) \cdot R_s + (I_1 - I_2) \cdot R_{bd}$$

$$V_1 - V_2 = (I_1 - I_2) \cdot (R_s + R_{bd})$$

$$\frac{V_1 - V_2}{I_1 - I_2} = R_s + R_{bd} \quad \text{----- (4)}$$

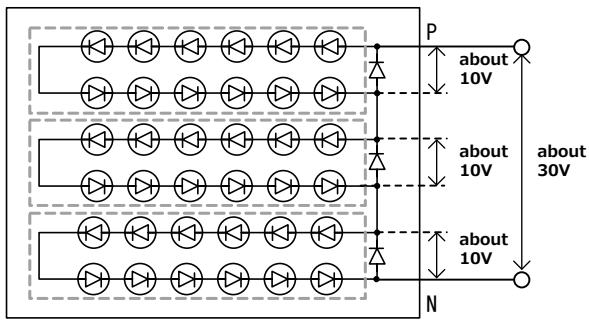
つまり、コンデンサの充電電圧を変え、2回、電圧、電流を測定することで、バイパスルートを含む線路の抵抗値が測定できる。

RsとRbdの和となるが、異常を数値的に検出するには有効。

HIOKI

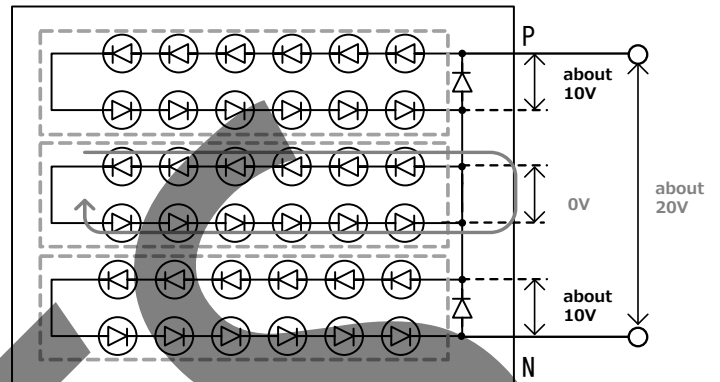
© 2017 HIOKI E.E. CORPORATION

短絡故障検出の原理



正常状態

バイパスダイオードの短絡故障は、開放電圧を測定比較することで検出可能



一部短絡故障

HIOKI

© 2017 HIOKI E.E. CORPORATION

FT4310の測定 1

バイパスルートの開放故障検出まとめ

単純なバイパスルート検査

IscとIsc+aの比較で、Isc+aがIscよりも1A大きな値になっていることでバイパスルートがある（断線していない）ことを確認。

バイパスダイオードを含めたバイパスルートに開放故障があると、Isc+aの値はIscと同じ値になる。

より細かく判定する（劣化診断）場合

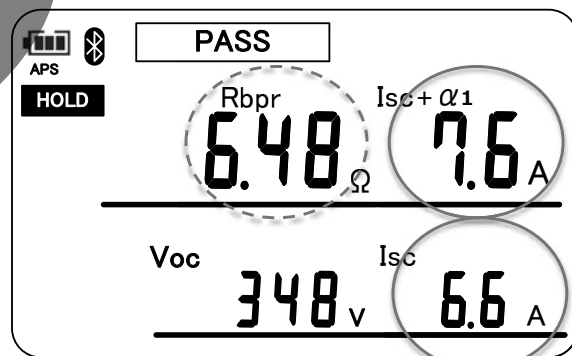
Rbprの値に注目。Rbprが他の同一構造のストリングに比べて大きい場合、バイパスルートがあっても、劣化がひどく、発熱している可能性あり。

例えば、同一構造のストリングにおいて、

「Isc+aはIscよりも1A増えている。しかし、ほとんどのストリングは2.5Ω程度だが、ひとつだけ4.8Ωくらいを示す」

といった場合は、4.8Ωを示すストリングに接触不良やバイパスダイオードの劣化等の異常がある可能性がある。

まずは目視にて、モジュール間コネクタの接続やジャンクションボックスに異常がないかを確認。サーモグラフィーで発熱の有無を調べるのも有効。



HIOKI

© 2017 HIOKI E.E. CORPORATION

FT4310の測定 2

バイパスルートの短絡故障検出まとめ

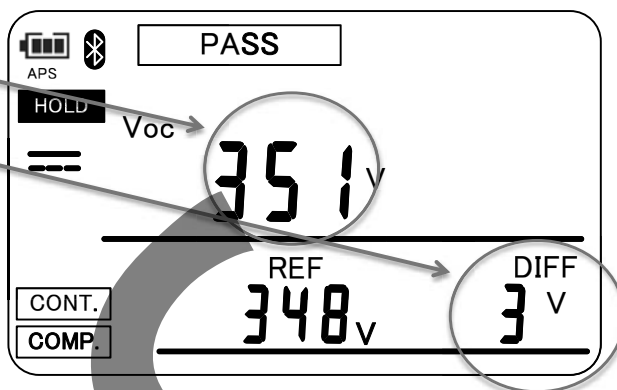
開放電圧Voc

バイパスダイオードの短絡故障は開放電圧が10V程度低下する。

他の同一構造のストリングとの比較検査

リファレンス電圧と測定された開放電圧の差に注目。
差が10V以上あった場合は異常を疑う。

1. バイパスダイオードの短絡故障
2. クラスタ欠損/影の影響



同一構造の複数のストリングにおいて、開放電圧が他よりも10V程度低いストリングがあった場合、そのストリング内のどこかでクラスタ欠損またはバイパスダイオードの短絡故障が疑われる。※ストリング内に影等がないことを確認すること。

開放電圧が他よりも10V程度低いストリングがあった場合、そのストリング内のモジュール一枚一枚の開放電圧を測定することで異常モジュールを特定する。

HIOKI

© 2017 HIOKI E.E. CORPORATION

FT4310での測定で注意が必要な点

モジュールの直列数が多いもの

FT4310は、バイパスダイオードとしてショットキーバリアダイオードが使用されていることを想定しています。PN接合ダイオードが使用されていても測定はできますが、直列数が多くなると、「FAIL」判定になることがあります。

余った配線材を切らずに使用している等、配線が長い場合

FT4310は、物理的なストリングの配線長を100m以下（往復200m以下）と想定しています（線路の抵抗 2Ω ）。モジュールの直列数や、配線の状態（巻いてあり、コイルを形成する等）にもよりますが、配線が長いとFAIL判定になることがあります。

※

根本的には、FT4310の仕様において、ストリングに $I_{sc}+1A$ の電流が流せるか流せないかを注意していただくことになります。

これまでの例では、Rbprのコンパレータ設定を変更するだけで問題なく測定できるものが多いです。

HIOKI

© 2017 HIOKI E.E. CORPORATION

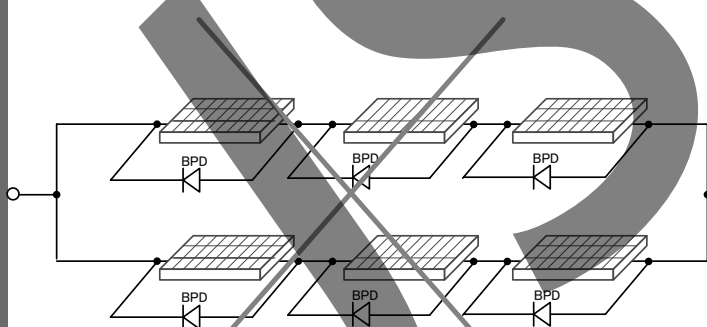
FT4310がモジュールに与える影響

FT4310の測定で、セルに与える影響量は、
通常のI-Vカーブを測定する場合と変わらない。

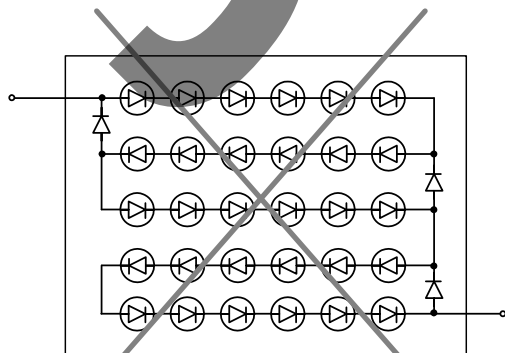
発電しないセルがある場合、セルに与える影響は、
測定よりも売電時が支配的。

FT4310がモジュールを壊すことはありません。

FT4310で測定できないシステム



セル、またはモジュールが、
並列構成を持つもの



BPDの構成が特殊なもの

Thank You !!

HIOKI

© 2017 HIOKI E.E. CORPORATION