

# 太陽光発電向けバイパスダイオードに おける規格と特性について

2014年6月4日  
新電元工業株式会社

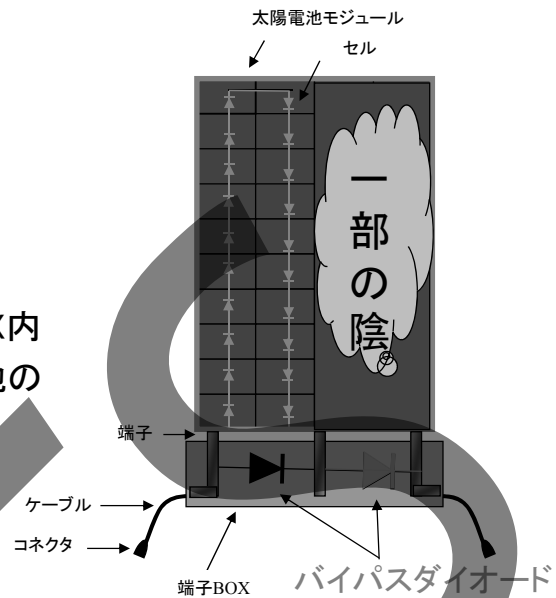
## 内容

- ・バイパスダイオードとは
- ・バイパスダイオードに対する規格
- ・ショットキーバリアダイオードの特性
- ・熱暴走とは
- ・熱暴走させないために

## バイパスダイオードとは

太陽電池のある一部が障害物により光がさえぎられ発電なくなると電流が流れなくなり発電効率が著しく低下する。

発電効率低下を抑えるため、端子BOX内のバイパスダイオードによって、その他のモジュールで発電した電流をバイパスさせる。



- ・バイパスダイオードとは
- ・バイパスダイオードに対する規格
- ・ショットキーバリアダイオードの特性
- ・熱暴走とは
- ・熱暴走させないために

## バイパスダイオードに対する規格

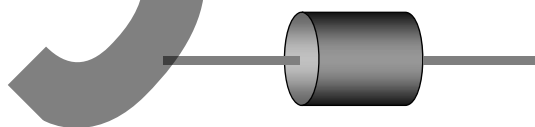
IEC 61215 結晶シリコン太陽電池モジュール  
IEC 61646 薄膜太陽電池モジュール  
IEC 62108 集光式太陽電池モジュール

それぞれにバイパスダイオード温度試験の規格がある

## バイパスダイオード温度試験

### 要求事項

ダイオード接続温度は最高接続温度定格を  
超えてはならない



ダイオード

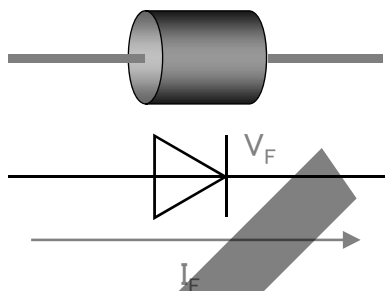
ダイオード接続温度 パッケージ内部チップ接続部の温度  
最高接続温度定格 ダイオードメーカーの保証温度

条件 モジュール温度75℃  
定格のSTC短絡電流を1時間通電

## バイパスダイオード温度試験

試験時、ダイオードには順電流 ( $I_F$ ) が流れ、順電圧 ( $V_F$ ) により発熱する

そのときのダイオード接続温度がメーカーの温度定格を超えてはならない

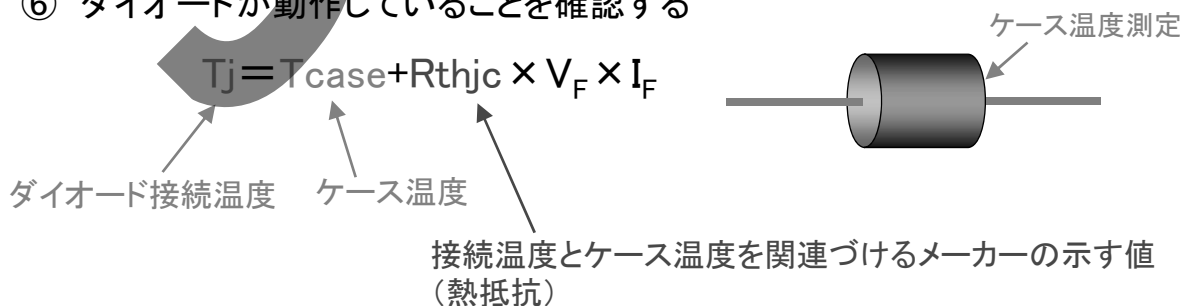


ダイオード接続温度は直接測ることはできないので  
2つの測定方法(手順)がある

## バイパスダイオード温度試験

手順1;ダイオードのケース温度を測定し接続温度を計算する方法

- ① モジュールを75°Cに加熱する
- ② モジュールに定格のSTC短絡電流を流す
- ③ 1時間後、バイパスダイオードの温度及び電圧を測定する
- ④ ダイオードの接続温度を計算する
- ⑤ STC短絡電流の1.25倍の電流を1時間流したままにする
- ⑥ ダイオードが動作していることを確認する

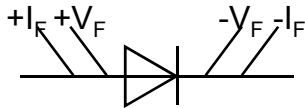


**問題点**  $R_{thjc}$ がメーカーの記載条件により異なる

## バイパスダイオード温度試験

手順2: ダイオードの $V_F$ 対 $T_j$ 特性をあらかじめ取得し、通电後の $V_F$ から接続温度を得る方法

- ① 両方のダイオード端子に $V_F$ 及び $I_F$ 用リード線を接続する
- ② モジュール温度が飽和するまで、モジュールを $30^\circ\text{C}$ に設定された部屋に入れる
- ③ STC短絡電流に等しいパルス電流を流し、ダイオードの $V_F$ を測定する
- ④ 同じ手順で $50^\circ\text{C}$ 、 $70^\circ\text{C}$ 、 $90^\circ\text{C}$ の $V_F$ を測定する
- ⑤  $V_F$ 対 $T_j$ 特性を得る
- ⑥ モジュールを $75^\circ\text{C}$ に加熱する
- ⑦ モジュールに定格のSTC短絡電流を流す
- ⑧ 1時間後、バイパスダイオードの $V_F$ を測定する
- ⑨ ⑤の特性から⑧のときのダイオードの $T_j$ を得る
- ⑩ STC短絡電流の1.25倍の電流を1時間流したままにする
- ⑪ ダイオードが動作していることを確認する

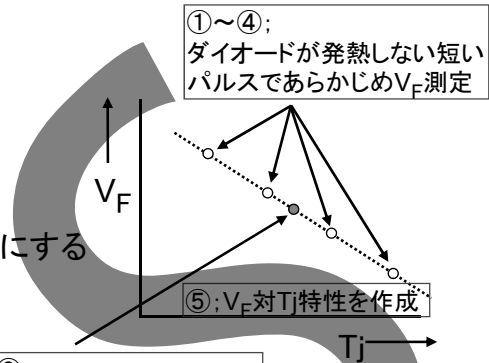


メーカーの示す値に頼らずに試験が可能

⑥~⑨;  
1時間通电後 $V_F$ 測定 $T_j$ を得る

①~④;  
ダイオードが発熱しない短いパルスであらかじめ $V_F$ 測定

⑤; $V_F$ 対 $T_j$ 特性を作成



## バイパスダイオードへの要求

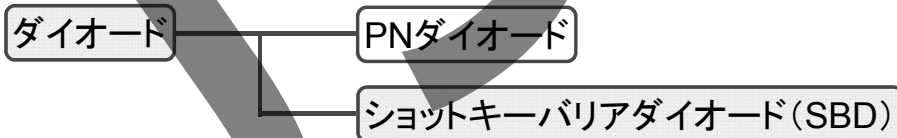
規格の要求はダイオードの $V_F$ に関する内容のため  
 $V_F$ が小さいダイオードが求められる



ショットキーバリアダイオード(SBD)が使用される

- ・バイパスダイオードとは
- ・バイパスダイオードに対する規格
- ・ショットキーバリアダイオードの特性
- ・熱暴走とは
- ・熱暴走させないために

## ショットキーバリアダイオード(SBD)とは



	SBD	PNダイオード
順電圧 $V_F$	0.5~0.6V程度	1.0V程度
逆電流 $I_R$	数mA	数 $\mu A$
耐圧	30~200V	200~1200V

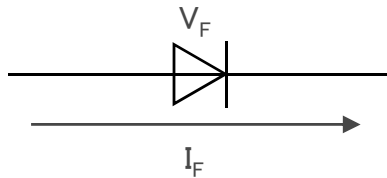
SBDのメリット  $V_F$ が低い

SBDのデメリット 耐圧が低い  
逆電流 $I_R$ が大きい

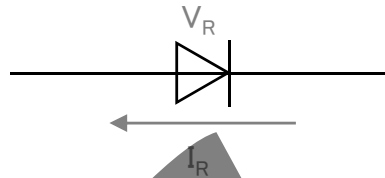
PNダイオードは $I_R$ が非常に小さいので一般的に無視できる

## 温度によるSBDの特性と電力損失への影響

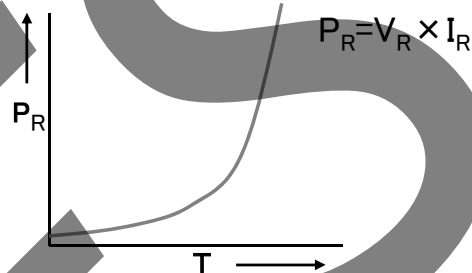
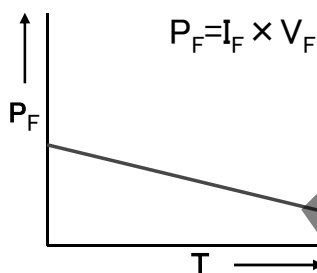
温度が上がると



$V_F$ は小さくなる  
順電力損失 $P_F$ は小さくなる

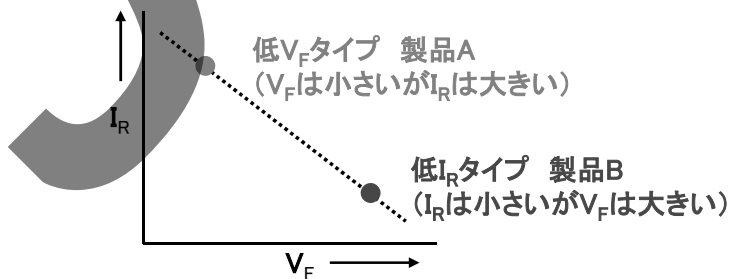


$I_R$ はある点から急激に大きくなる  
逆電力損失 $P_R$ も同様に大きくなる



## SBDの種類

SBDには $V_F$ と $I_R$ の間にトレードオフの関係がある  
用途に応じて低 $V_F$ タイプ、低 $I_R$ タイプなど種類がある

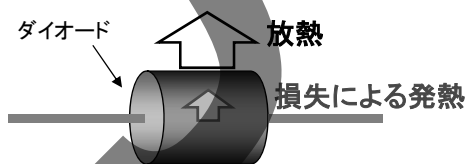


低 $V_F$ 重視に偏り、 $I_R$ の大きなSBDを選択した場合  
熱暴走の危険が発生する

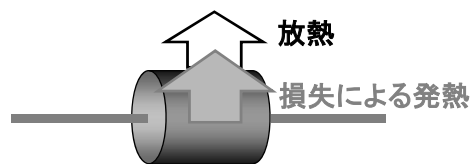
- ・バイパスダイオードとは
- ・バイパスダイオードに対する規格
- ・ショットキーバリアダイオードの特性
- ・熱暴走とは
- ・熱暴走させないために

## 熱暴走とは

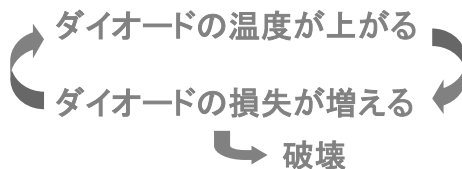
ダイオードの電力損失による発熱を放熱しきれず  
温度上昇し続け、最終的に破壊する現象



放熱の能力に余裕があり  
ダイオードの損失による発熱が  
十分放熱されている



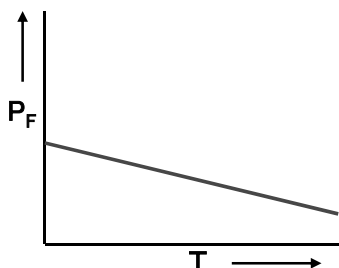
放熱の能力より  
ダイオードの損失による発熱が大きく  
放熱しきれない



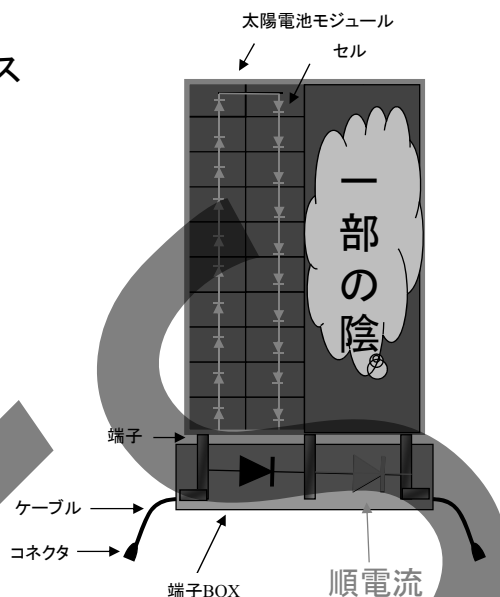


## バイパス動作時の電力損失

太陽電池の一部が陰になると、バイパスダイオードには順電流が流れる。  
この時は熱暴走の危険は無い。

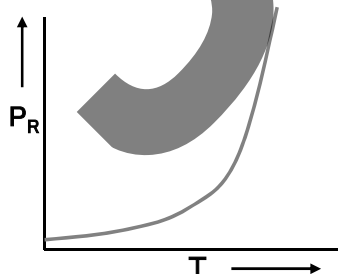


温度上昇すると  
順電力損失 $P_F$ は小さくなるため  
熱暴走のサイクルに入らない

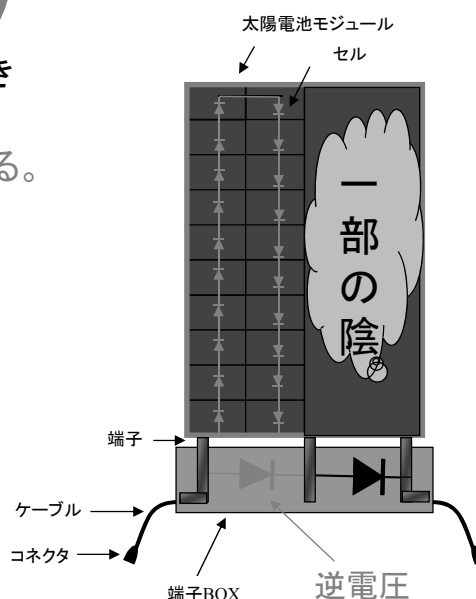


## バイパス動作時の電力損失

太陽電池に光があたり発電しているとき  
など、バイパスダイオードに逆電圧が  
かかったとき、熱暴走の危険が発生する。



温度上昇すると  
逆電力損失 $P_R$ は大きくなるため  
熱暴走のサイクルに入ることがある



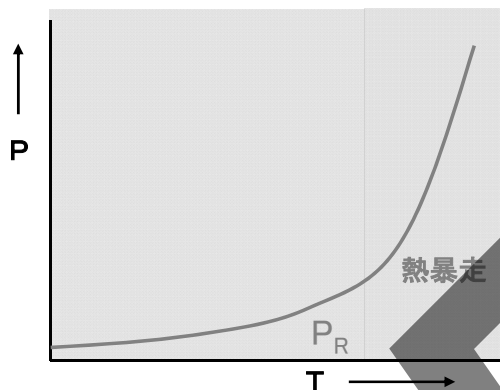
## 熱暴走の条件

温度上昇による損失の増加量(傾き)が  
放熱能力を超えると熱暴走が発生する

$$\frac{\Delta P_R}{\Delta T} = 1/R_{thja}$$

損失による発熱      放熱能力

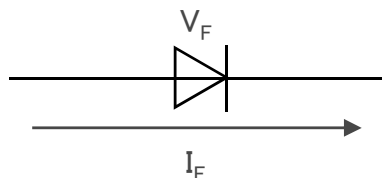
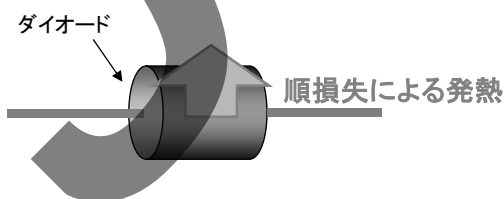
$R_{thja}$   
ダイオード接合温度と周囲温度  
の熱抵抗



## 熱暴走の可能性について

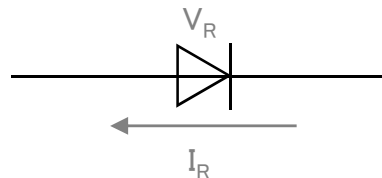
バイパスモードから切り替わった時に熱暴走の危険性がある。

- (1) バイパスモード; 順損失により発熱している  $\Rightarrow T_j$ が高い状態にある場合



- (2)  $T_j$ が高い状態で、逆電圧が印加されるので、 $I_R$ が大きくなる  
 $\Rightarrow$ 逆電力損失 $P_R$ は大きくなるため、熱暴走のサイクルに入ることがある

$P_F < P_R$  になる条件だと危険

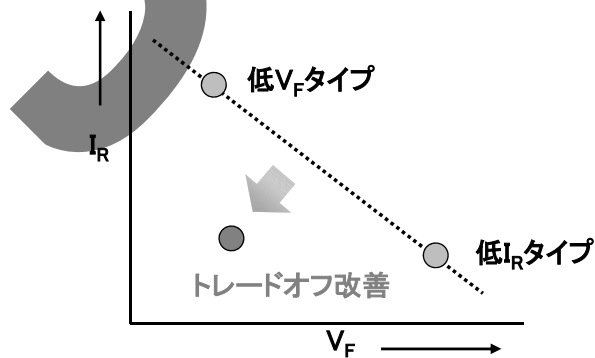


- ・バイパスダイオードとは
- ・バイパスダイオードに対する規格
- ・ショットキーバリアダイオードの特性
- ・熱暴走とは
- ・熱暴走させないために

## 熱暴走させないために

$V_F$ と $I_R$ のバランスを考慮しSBDを選択する  
放熱を良くする → パッケージの選択 実装条件の考慮

トレードオフ改善したSBDを選択する



更なるトレードオフ改善を試みています

## まとめ

- ・バイパスダイオードの規格には $V_F$ の発熱により温度定格を超えてはいけないという要求がある。
- ・このため、 $V_F$ が小さいSBDが選択される。しかし、 $I_R$ が大きいため熱暴走の危険がある。
- ・熱暴走させないために、SBDを選択する際には $V_F$ だけではなく $I_R$ や実装・放熱条件の考慮が必要。

エネルギーの変換効率を極限まで追求することにより  
人類と社会に貢献します

ご清聴ありがとうございました

新電元工業株式会社