

## 1. 許容電力損失

許容電力損失は、ツェナーダイオードの最大接合部温度( $T_j$ )により決定されます。

接合部温度は、ツェナーダイオードの入力電力( $P$ )、周囲温度( $T_a$ )および接合一周囲間熱抵抗( $R_{th(j-a)}$ )に依存するので、連続印加直流電力の許容損失は以下で表されます。

$$P = \frac{T_j - T_a}{R_{th(j-a)}}$$

$P$  : 直流許容電力損失 (W)

$T_j$  : 最大接合部温度 (°C)

$T_a$  : ツェナーダイオードの周囲温度 (°C)

$R_{th(j-a)}$  : 接合一周囲間熱抵抗 (°C/W)

ご使用にあたっては、必ず許容損失以下にディレーティングされるようお願いします。

$R_{th(j-a)}$  は、各製品仕様書をご確認ください。

## 2. 熱抵抗と放熱設計

### 2-1. 熱抵抗について

発生損失(通電期間の損失)によって生じた熱量は、接合部から外部(パッケージから実装基板)に放熱されますが、この場合各部で温度差が発生します。そこで、素子の接合温度を抑えるためには、接合部より測定の容易なパッケージ部までの温度差、すなわち熱抵抗を考慮する必要があります。

### 2-2. 定常状態

定常状態の接合温度は下記により計算できます。

$$T_j = P \times R_{th(j-a)} + T_a$$

$P$  : 平均発生損失 (W)

$T_j$  : 接合温度 (°C)

$T_a$  : ツェナーダイオードの周囲温度 (°C)

$R_{th(j-a)}$  : 定常時の熱抵抗、接合一周囲間熱抵抗 (°C/W)

### 2-3. 過渡状態

一般的には前述のように、平均発生損失を用いた定常状態での接合温度  $T_j$  を考えれば十分ですが、実際にはスイッチング等により発生損失はパルス状となります。よって接合温度  $T_j$  は図 2. に示すように温度リップルを生じます。

温度リップル時でも接合温度  $T_j$  が仕様の上限を超えないようご注意ください。

#### 2-3-1. 単一パルスの場合

パルス幅が十分に長い場合、接合温度  $T_j$  は飽和します。

パルス発生中の時間  $t_1$  までの接合温度  $T_j$  は以下の式で求められます。

$$T_j = P_1 \times Z_{th}(t_1) + T_a$$

$P_1$  : 発生損失 (W)

$T_j$  : 接合温度 (°C)

$T_a$  : ツェナーダイオードの周囲温度 (°C)

$Z_{th}(t_1)$  : 時間 ( $t_1$ ) に対する過渡熱抵抗、接合一周囲間熱抵抗 (°C/W)

パルス終了時間  $t_2$  で損失が無くなった後、時間  $t_3$  では接合温度  $T_j$  は冷却され以下の式によります。  
 $T_j = P_1 \times R_{th} - P_1 \times Z_{th}(t_3 - t_2) + T_a$

$P_1$  : 発生損失 (W)

$T_j$  : 接合温度 (°C)

$T_a$  : ツェナーダイオードの周囲温度 (°C)

$R_{th}$  : 定常時の熱抵抗、接合一周囲間熱抵抗 (°C/W)

$Z_{th}(t_3 - t_2)$  : 時間  $(t_3 - t_2)$  に対する過渡熱抵抗、接合一周囲間熱抵抗 (°C/W)

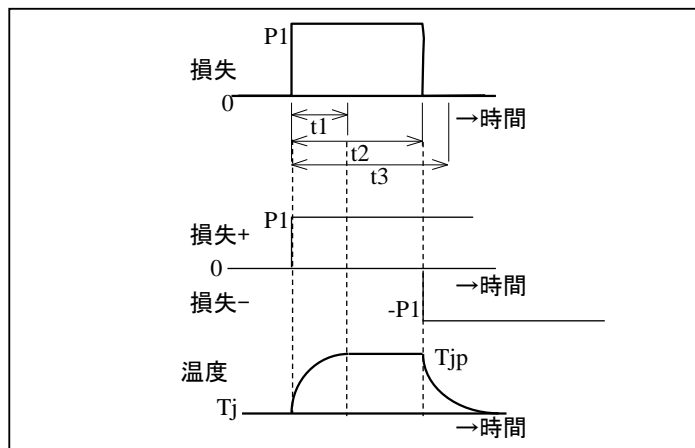


図 1. 単一パルスによる温度上昇

### 2-3-2. 繰り返しパルスの場合

発生損失を一定の周期で、かつ矩形波パルスと考えれば、図 3. に示す過渡熱抵抗特性カーブを用い、接合温度のピーク値  $T_{jp}$  は、次式で求まります。

$$T_{t1} = P_1 \cdot Z_{th}(t_1 - t_0)$$

$$T_{t2} = P_1 \cdot Z_{th}(t_2 - t_0) - P_1 \cdot Z_{th}(t_2 - t_1)$$

$$T_{t3} = P_1 \cdot Z_{th}(t_3 - t_0) - P_1 \cdot Z_{th}(t_3 - t_1) + P_2 \cdot Z_{th}(t_3 - t_2)$$

$$T_{t4} = P_1 \cdot Z_{th}(t_4 - t_0) - P_1 \cdot Z_{th}(t_4 - t_1) + P_2 \cdot Z_{th}(t_4 - t_2) - P_2 \cdot Z_{th}(t_4 - t_3)$$

$$T_{t5} = P_1 \cdot Z_{th}(t_5 - t_0) - P_1 \cdot Z_{th}(t_5 - t_1) + P_2 \cdot Z_{th}(t_5 - t_2) - P_2 \cdot Z_{th}(t_5 - t_3) + P_3 \cdot Z_{th}(t_5 - t_4)$$

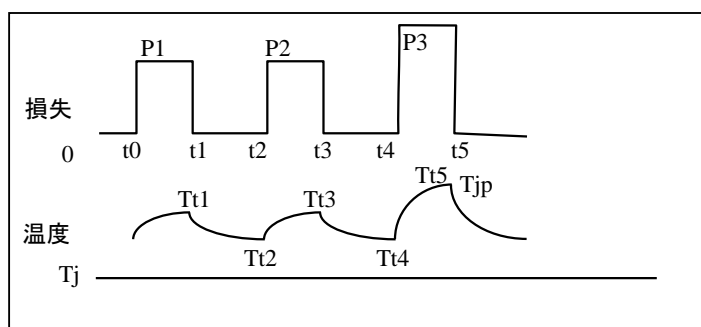


図 2. 温度リップル

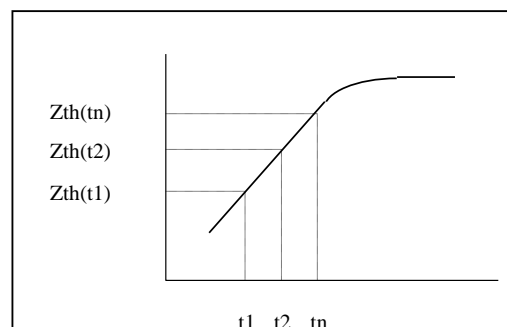


図 3. 過渡熱抵抗カーブ

### 2-4. 温度リップル・温度変化についての注意事項

#### (1) 温度リップルがある場合の注意点

(a) 前項のような検討を行い、接合温度の温度リップルピーク値が定格値 ( $T_{jmax}$ ) を超えないことを確認してください。

(b) 温度リップルが大きいくほど、素子内部の構造部材のストレスが大きくなり、そのサイクル数が大きくなると、素子の寿命を低下させる危険があります。

特に、高い温度リップルが生じ、かつサイクル数が多い用途では、十分に検討してください。