

トランジスタを安全にご使用いただくために

トランジスタは、スイッチあるいは増幅の動作をさせることで使用しますが、ご使用条件が適切でない場合、故障にいたる場合があります。

そこで、トランジスタを安全にお使いいただくために、ご使用条件が適切であるか検証する必要があります。

ここでは、最低限必要とされる検証について3点ご紹介します。

検証1. すべての条件が最大定格以内であるか

検証2. ASO(安全動作領域)以内であるか

検証3. 接合部温度が最大定格以内であるか

3-1.DCで使用する場合

3-2.シングルパルスで使用する場合

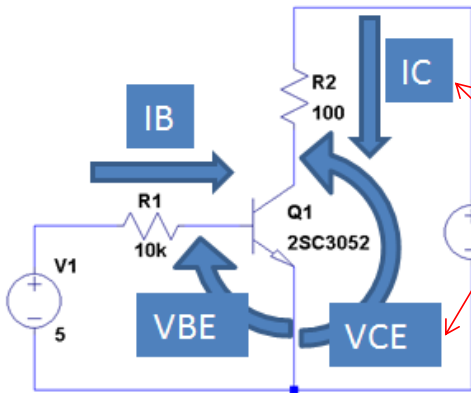
3-3.連続パルスで使用する場合

## 検証1 すべての条件が最大定格以内であるか

対象部品のデータシートに記載しています最大定格をご確認下さい。

その際に、下記の注意点を参考にしながら確認をお願いします。

- ・コレクター・エミッタ間電圧が、最大定格(下記では50V)以内であること
- ・コレクタ電流が、最大定格(下記では200mA)以内であること
- ・コレクタ損失 $V_{CE} \times I_C$ が、最大定格(下記では200mW)以内であること
- ・ベース電流 $I_B$ の定格は、通常ベース電流がコレクタ電流に比べ小さいことから、最大定格には記載されていませんが、ご使用条件によりベース電流が大きくなる場合は、 $V_{BE} \times I_B + V_{CE} \times I_C < P_C$  (コレクタ損失最大定格)を満たす必要があります。(通常コレクタ電流最大定格の1/3～1/10)

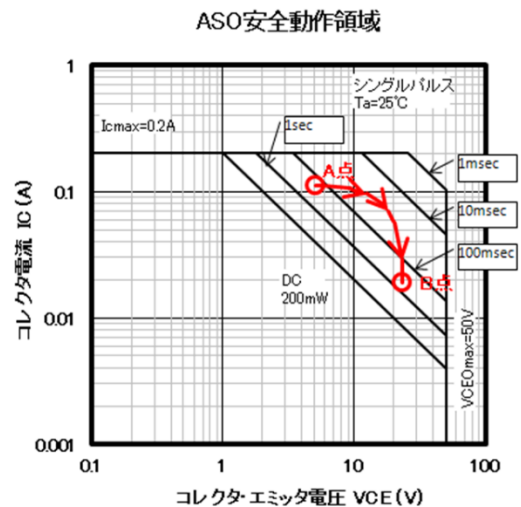
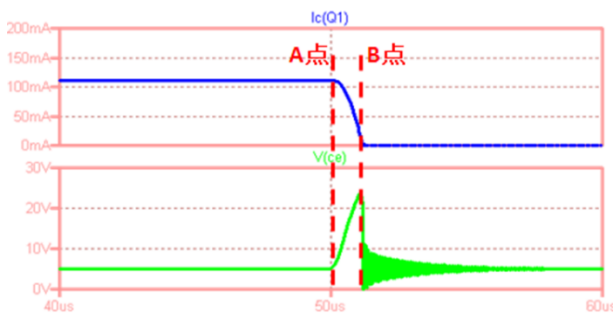


最大定格 (Ta=25°C)

記号	項目	定格値	単位
VCBO	コレクタ・ベース間電圧	50	V
VEBO	エミッタ・ベース間電圧	6	V
VCEO	コレクタ・エミッタ間電圧	50	V
IC	コレクタ電流	200	mA
PC	コレクタ損失	200	mW
Tj	接合部温度	150	°C
Tstg	保存温度	-55～+150	°C

## 検証2 ASO(安全動作領域)以内であるか

最大定格に記載しているコレクタ損失の最大定格 $P_C$ は、直流での最大定格になりますが、パルス駆動あるいは誘導負荷ご使用時など、瞬間的にコレクタ損失の最大定格を超える場合、下記に示す安全動作領域内でご使用になる必要があります。



尚、品種によりデータシートにASO(安全動作領域)の記載がない場合は、お手数ですが弊社営業担当までご要求願います。

## 検証3 接合部温度が最大定格以内であるか(直流の場合)

許容損失の最大定格、ASO(安全動作領域)は、周囲温度が25℃の場合に、接合部温度が最大定格(通常150℃)に達する電力として定義していますので、周囲温度が25℃以上の場合、下記に示すディレーティングカーブにより、最大定格をディレーティングして考える必要があります。

ディレーティングカーブは、接合部温度が最大定格に達する電力ですので、下記のように考えることができます。

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

※ $T_j$ :接合部温度、 $T_a$ :周囲温度、 $P_c$ :印加電力

$R_{th(j-a)}$ :接合部-大気間熱抵抗

右のグラフの場合

$T_a=25^\circ\text{C}$ で、 $P_{cmax}=200\text{mW}$ 時、 $T_{jmax}=150^\circ\text{C}$

となりますので、 $R_{th(j-a)}=(150-25)/200=625^\circ\text{C/W}$

$T_a=75^\circ\text{C}$ の場合、許容損失 $P_{cmax}$ は

$$P_{cmax}=(T_{jmax}-T_a)/R_{th(j-a)}=(150-75)/625=0.12(\text{W})$$

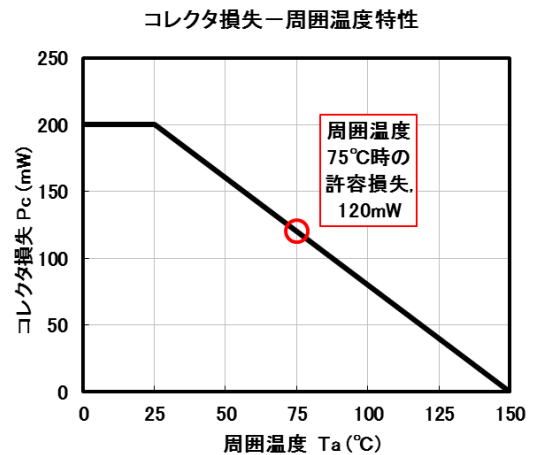
となります。

$T_a=75^\circ\text{C}$ で、仮に印加電力 $P_c=0.1(\text{W})$ で使用した場合、

$$\text{接合部温度 } T_j = T_a + R_{th(j-a)} \times P_c = 75 + 625 \times 0.1 = 137.5^\circ\text{C}$$

となり、接合部温度の最大定格 $T_{jmax}=150^\circ\text{C}$ 以内であることから、

使用条件は問題ないと判断できます。



## 検証3 接合部温度が最大定格以内であるか(シングルパルスの場合)

ASO(安全動作領域)も同様に、周囲温度が25℃以上の場合、最大定格をディレーティングして考える必要があります。

$T_a=25^\circ\text{C}$ 、1msec時の許容損失最大定格は、

$$\text{右図より } 26\text{V} \times 0.2 = 5.2\text{W}$$

$T_a=25^\circ\text{C}$ で、 $P_{cmax}=5.2\text{W}$ 時、 $T_{jmax}=150^\circ\text{C}$

となりますので、 $r_{th(j-a)}=(150-25)/5.2=24^\circ\text{C/W}$

$T_a=75^\circ\text{C}$ の場合、許容損失 $P_{cmax}$ は

$$P_{cmax}=(T_{jmax}-T_a)/R_{th(j-a)}=(150-75)/24=3.1(\text{W})$$

となります。

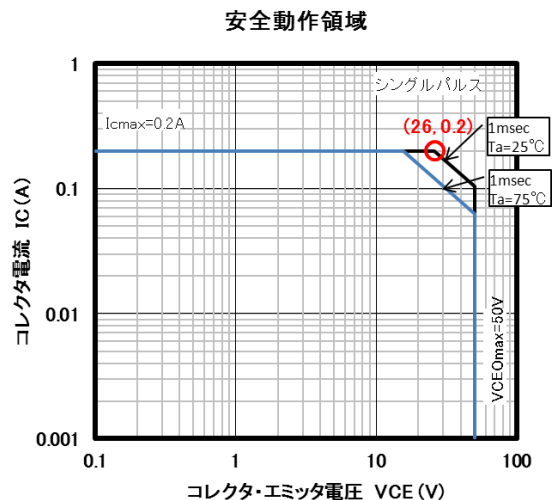
右図の青い線は、この $P_{cmax}=3.1(\text{W})$ で制限される領域を図示したものになります。

$T_a=75^\circ\text{C}$ で、仮に印加電力 $P_c=2(\text{W})$ で使用した場合、

$$\text{接合部温度 } T_j = T_a + R_{th(j-a)} \times P_c = 75 + 24 \times 2 = 123^\circ\text{C}$$

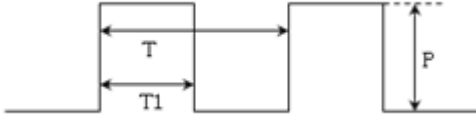
となり、接合部温度の最大定格 $T_{jmax}=150^\circ\text{C}$ 以内であることから、

使用条件は問題ないと判断できます。



検証3 接合部温度が最大定格以内であるか(連続パルスの場合)

連続パルスにおける接合部温度確認のためには、連続パルスの電流、電圧波形から、電力波形を出し、下記式に従って接合部温度上昇を算出します。算出された接合部温度上昇を  $\Delta T_j$ 、周囲温度を  $T_a$  とすると、 $T_a + \Delta T_j$  が、 $T_{jmax}$  以内であれば問題なしと判断します。



$$\Delta T_j = [ D \times R_{th-a} + (1-D) \times r_{th}(T_1+T) + r_{th}(T_1) - r_{th}(T) ] \times P$$

ここで

D: デューティ

$R_{th-a}$ : ジャンクション-大気間定常熱抵抗

$r_{th}(T_1)$ : パルス幅  $T_1$  における過渡熱抵抗

$r_{th}(T)$ : パルス幅  $T$  における過渡熱抵抗

$r_{th}(T_1+T)$ : パルス幅  $T_1+T$  における過渡熱抵抗

P: せん頭電力

$I_{cpeak}=175\text{mA}$ 、 $V_{CE(sat)}=0.6\text{V}$ 、周期  $T=3\text{msec}$ 、 $D=50\%$  の連続パルスとします。

$$P = 175\text{mA} \times 0.6\text{V} = 105\text{mW}$$

$$T_1 = 1.5\text{msec}$$

$$R_{th-a} = (T_{jmax} - T_a) / PT = (150 - 25) / 0.2 = 625 (\text{°C/W})$$

下記過渡熱抵抗グラフから、

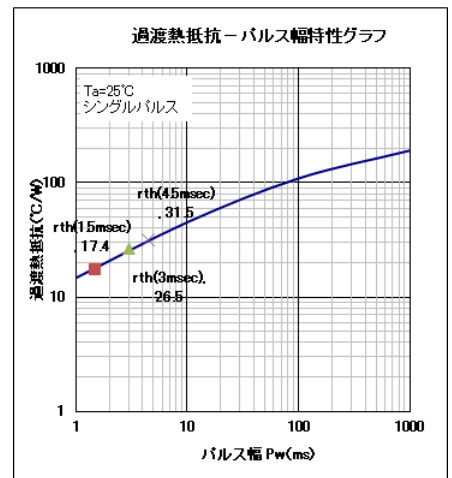
$$r_{th}(1.5\text{msec}) = 17.4 (\text{°C/W})$$

$$r_{th}(3\text{msec}) = 26.5 (\text{°C/W})$$

$$r_{th}(4.5\text{msec}) = 31.5 (\text{°C/W})$$

$$\begin{aligned} \Delta T_j &= [ D \times R_{th-a} + (1-D) \times r_{th}(T_1+T) + r_{th}(T_1) - r_{th}(T) ] \times P \\ &= [ 0.5 \times 625 + (1-0.5) \times 31.5 + 17.4 - 26.5 ] \times 0.105 \\ &= 33.5 (\text{°C}) \end{aligned}$$

$T_a + \Delta T_j = 25 + 33.5 = 58.5 (\text{°C}) < T_{jmax}(150\text{°C})$  となりますので、当条件については問題なしと判断できます。



最大定格は、使用できる条件の限界値となりますので、これを超えて使用した場合、素子は劣化または破壊を起こします。素子の劣化または破壊を未然に防ぎ、機器の高信頼性を実現するためにも、最大定格内でのご使用をお願いします。