

電晶體是什麼？

安全使用挑選方法

- ✓ 判斷前：選擇電晶體～到打件前的流程
- ✓ 判定可否使用電晶體的方法
- ✓ 1.測量實際的電流、電壓波形
- ✓ 2.是否一直滿足絕對最大額定值的條件？
- ✓ 3.是否在SOA範圍內？
- ✓ 4.依使用環境溫度 $\times 1$ 進行減額後是否仍在SOA範圍內？
- ✓ 5.連續脈衝？單發脈衝？
- ✓ 6.平均功耗是環境溫度中的額定功率以下嗎？
- ✓ 功率算出用積分公式

讓電晶體動作時，會增加電和熱的負載。電晶體的負載過大的話，壽命將會減少，最壞的情況是破損。為了防止這個問題，須檢視實際使用狀態，確認使用上有無問題。在此針對具體的判斷方法進行解說，為了安全使用電晶體，請務必參考。

判斷前：選擇電晶體～到打件前的流程

1. 選擇電晶體

從Web、簡易樣式型錄中選擇符合規格的電晶體。
前往電晶體產品介紹頁

2. 取得規格、樣品

部份樣品可從Web得到。

3. 在實際電路(評估電路)中安裝電晶體

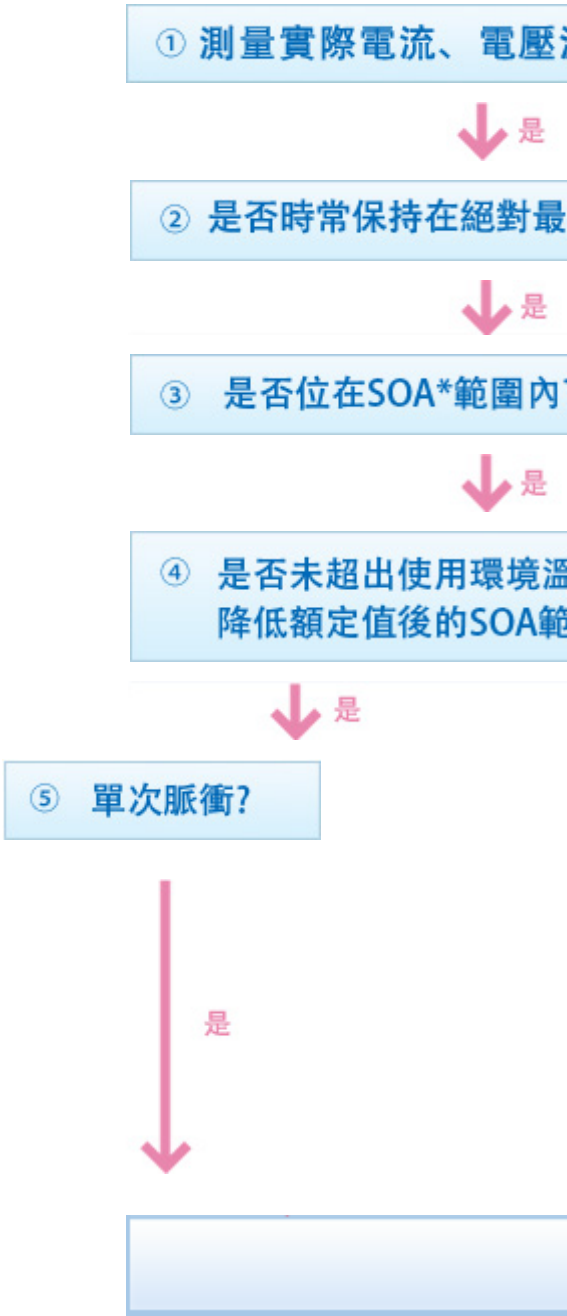
請確認

選擇的電晶體可在實際電路中安全地動作嗎？
動作之後，可長期的（信賴性的）安定動作嗎？
以上等事項中，也有必要考慮其寬裕度。

[前往詳細產品頁面](#)

判定可否使用電晶體的方法

判定可否使用請依照以下流程進行。點選個各步驟時，可連結至詳細的說明頁面。



[前往詳細產品頁面](#)

1. 測量實際的電流、電壓波形

電流、電壓的確認

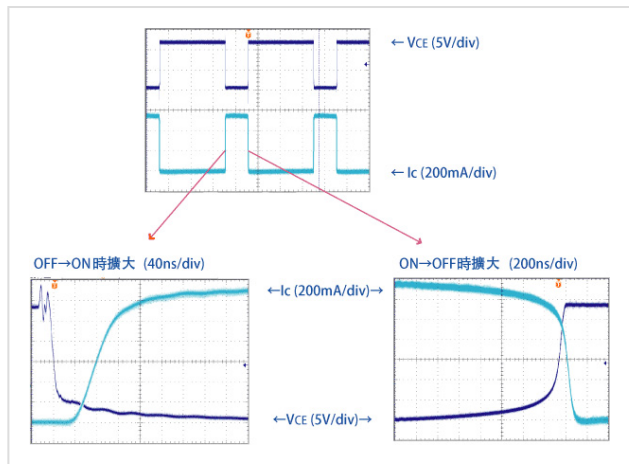
和電晶體有關的電壓、電流請用示波器確認。

由於必須達成規格書記載的所有額定值，特別需要確認的項目如下所述。

特別須確認的項目

電晶體的種類	
雙極電晶體	集極-射極間電壓：Vce
數位電晶體	輸出電壓：Vo(GND-OUT間電壓)
MOSFET	汲極-源極間電壓：Vds

例：雙極電晶體2SD2673 開關時的波形
(100μs/div)



為了計算之後交換時的功率損耗，在OFF→ON和ON→OFF時確認其擴大波形。

[前往詳細產品頁面](#)

2. 是否一直滿足絕對最大額定值的條件？

確認絕對最大額定值

「1. 電流、電壓的確認」中確認的電流、電壓，可確認出規格書記載的是否超出絕對最大額定值。

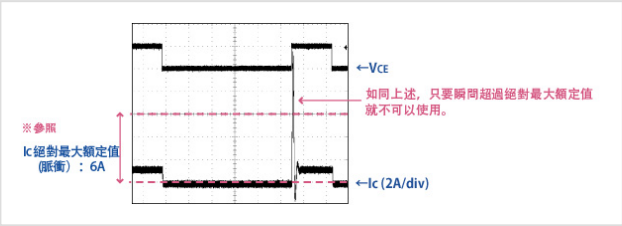
雖然在1. 的例子中有未確認的項目，那些也有必要全部都在絕對最大額定值以下。

即使突波電流或突波電壓只在一瞬間超過絕對最大額
定，也無法使用。若超過絕對最大額定，可能會出現
毀損或劣化。

例：2SD2673的規格書（絕對最大額定值的記
載）

4.絕對最大規格值 [Ta=25℃]		
集極-基極間電壓	V _{CB} ---30V	← V _{CB} 是否超過30V？
集極-射極間電壓	V _{CE} ---30V	← (根據1.的波形) V _{CE} 是否未超過30V？
射極-基極間電壓	V _{EB} ---6V	← V _{EB} 是否未超過6V？
集極電流 直流	I _C ---3A	
脈衝	I _{CP} ---6A PW=1ms單次脈衝	← (根據1.的波形) I _C 在脈衝之下(1ms以下)，是否未超過6A？
集極損失	P _C ---0.5W	※參照下面 各端子連接在建議接口上的時候 1W 陶瓷基板 25mm×25mm×0.8mm 使用時
接合點溫度	T _J ---150℃	施加功率・接合點溫度計算方法將在「6.確認低於額定功率」解說。
存放溫度	T _{stg} ---55~150℃	

例：僅瞬間超過絕對最大定額定值的例（無法
使用）



[前往詳細產品頁面](#)

3. 是否在SOA範圍內？

安全工作區（SOA ※1）的確認1

安全工作區（SOA）為顯示電晶體可安全工作的領
域。

但是，關於SOA只有1脈衝的數據時，重複加入脈衝
的狀況下，有必要將所有脈衝加入SOA內，以「4.安
全工作區（SOA）的確認2」來計算平均印加功率為
額定功率以下。

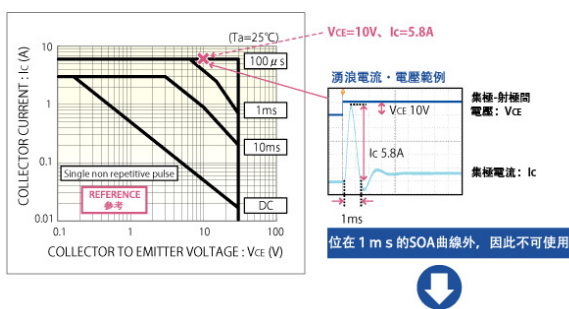
*1 SOA・・・亦稱為安全工作區（Safety Operating Area）。有
時也稱為ASO（Area of Safe Operating）

SOA 確認方法

安全工作區 (SOA*1) 的確認1 須以「1. 電流、電壓的確認」確認的波形來確認進入安全工作區 (SOA) 的範圍。若因突入電流或電壓突波，在一瞬間超過絕對最大額定的話則無法使用。

另外，即使以「2. 絕對最大額定的確認」確認已進入絕對最大額定範圍內，也可能超過SOA的範圍，請注意。(參照以下範例)

例：2SD2673 安全工作區(Safety Operating Area)



為此波形時，雖然嚴格說來電流波形非方波，

$I_c = 5.8A$, $V_{ce} = 10V$, $P_w = 1ms$

但若放寬標準，仍可將其視為方波。

本條件低於絕對最大額定值，但由於超過安全工作區，因此仍不可使用。

[前往詳細產品頁面](#)

4. 依使用環境溫度※1進行減額後是否仍在SOA範圍內？

*1 使用環境溫度，或是因電晶體的發熱而溫度上升的話，須以當時的元件考量。

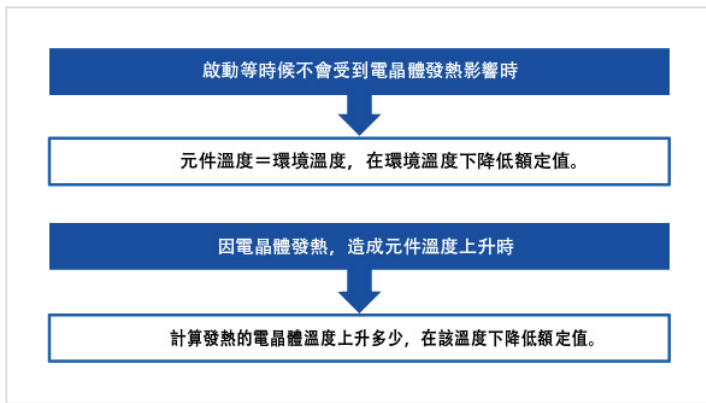
確認安全工作區 (SOA) 2

為使一般安全動作領域 (SOA) 為常溫 (25°C) 數據，環境溫度為25°C時，或電晶體本身發熱使元件溫度上升時，有必要進行SOA的降低額定溫度。

SOA的降低額定溫度方法

雙極電晶體篇 MOSFET篇

※ 減額的溫度基本上是指元件溫度。



詳細的元件溫度計算方法請參照『元件溫度的計算方法』。

付錄 SOA (安全工作區) 的溫度減額方法

1. SOA (安全工作區)

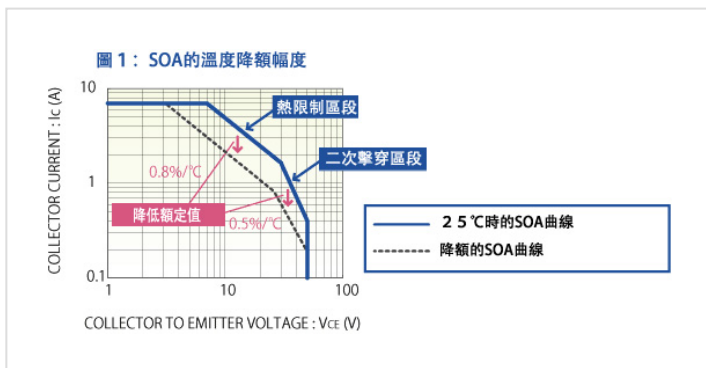
SOA (安全工作區) 為環境溫度在25°C的狀況下，或電晶體本身的發熱讓元件溫度上升的狀況下，有必要降低額定溫度。降低額定溫度中，在前者為環境溫度，後者為元件溫度。具體來說，SOA線會往低電流方向平行移動。降低額定率如圖1所示，因各領域而異

1-1. 熱限制區

此區中的SOA線為45° 傾斜 (一定功率的線)。
此區的減額率為0.8%/°C。

1-2. 二次擊穿區

電晶體中，存在因熱散逸之原因而出現二次擊穿領域。
二次擊穿領域中SOA線為45° 傾斜。
此領域的降低定額率為0.5%/°C。



2. 例 $T_a = 100^\circ\text{C}$

2-1. 熱限制區中的減額

舉例來說，若環境溫度為100°C，則如下所示。

$$\begin{aligned}
 \text{降低額定值} &= \Delta t \times (\text{降額率}) \\
 &= (100^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \times 0.8\% / ^{\circ}\text{C} \\
 &= 60\%
 \end{aligned}$$

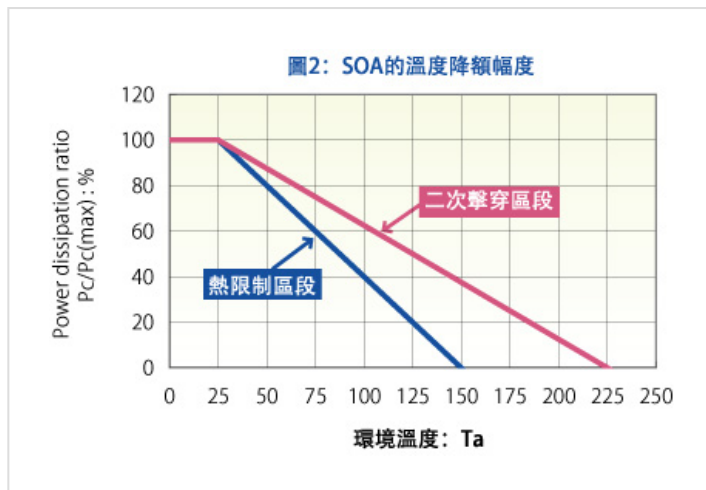
因此，此區的SOA線中，電流會往變小的方向60%平行移動。

2-2. 二次擊穿區中的減額

二次擊穿領域中的降低額定如下所示。

$$\begin{aligned}
 \text{降低額定值} &= \Delta t \times (\text{降額率}) \\
 &= (100^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \times 0.5\% / ^{\circ}\text{C} \\
 &= 37.5\%
 \end{aligned}$$

因此，此領域的SOA線中，電流會往變小的方向27.5%平行移動。



$$\begin{aligned}
 I_{D'} &= \sqrt{\frac{10\text{m}\Omega}{16\text{m}\Omega}} 10\text{A} = 7.9\text{A} \\
 I_{DP'} &= \sqrt{\frac{10\text{m}\Omega}{16\text{m}\Omega}} 40\text{A} = 31.6\text{A}
 \end{aligned}$$

[前往詳細產品頁面](#)

5. 連續脈衝？單發脈衝？

確認功率・發熱

單發脈衝

輸入電源或關閉時，像突入電流一樣只加入一次脈衝
 （非連續脈衝時）稱為單發脈衝，
 在此狀況下，

在確認是否進入SOA範圍的階段中

可以使用



請使用

連續脈衝

連續加入脈衝稱為連續脈衝，在此狀況下，

在環境溫度中是否低於額定功率值

必須確認

[前往詳細產品頁面](#)

6.平均功耗是環境溫度中的額定功率以下嗎？

確認是否在額定功率以下

環境溫度中的額定功率以下=元件溫度為絕對最大額定
 150°C以下。

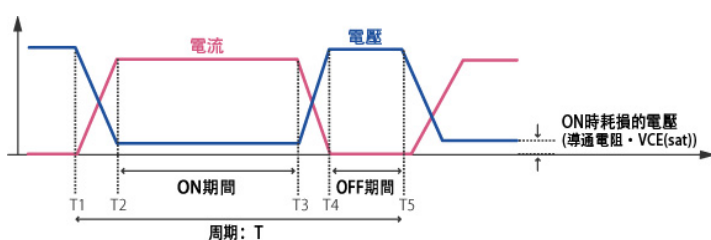
元件溫度為150°C的電力定為額定功率。

詳細請參照『元件溫度的計算方法』。

功率計算方法

平均功率為將電流與電壓的乘積用時間積分後再除以
 時間。

$$P = \frac{\int_0^t I(t)V(t)dt}{T} \text{ (W)}$$



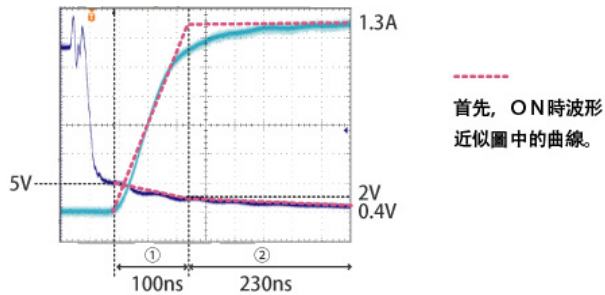
此時，1周期分成4個程度的區間來計算。

$$P = \frac{\int_{t1}^{t2} IVdt + \int_{t2}^{t3} IVdt + \int_{t3}^{t4} IVdt + \int_{t4}^{t5} IVdt}{T} \quad (W)$$

實際的積分計算會用到、積分公式。

以下以「1.電流、電壓的確認」中確認的波形為例，進行實際計算。

(1) OFF→ON時



套用積分公式，①的區間

$$\int IVdt = (1/6) \times 100ns \times (2 \cdot 0A \cdot 5V + 0A \cdot 2V + 1.3A \cdot 5V + 2 \cdot 1.3A \cdot 2V) = 1.95 \times 10^{-7} (J)$$

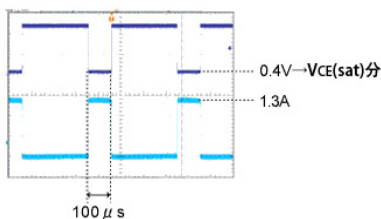
②的區間

$$\int IVdt = (1/6) \times 230ns \times (2 \cdot 1.3A \cdot 2V + 1.3A \cdot 0.4V + 1.3A \cdot 2V + 2 \cdot 1.3A \cdot 0.4V) = 3.59 \times 10^{-7} (J)$$

OFF→ON時

$$\text{合計} : 5.54 \times 10^{-7} (J)$$

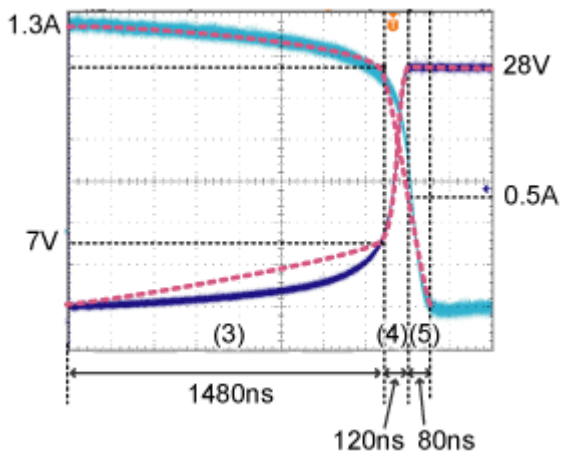
(2) ON期間中



ON期間中

$$\int IVdt = 100\mu s \times 0.4V \times 1.3A = 5.2 \times 10^{-5} (J)$$

(3) ON→OFF時



③的區間

$$\int IVdt = (1/6) \times 1480ns \times (2 \cdot 1.3A \cdot 0V + 1.3A \cdot 7V + 1.15A \cdot 0V + 2 \cdot 1.15A \cdot 7V) \\ = 6.22 \times 10^{-6} (J)$$

④的區間

$$\int IVdt = (1/6) \times 120ns \times (2 \cdot 1.15A \cdot 7V + 1.15A \cdot 28V + 0.5A \cdot 7V + 2 \cdot 0.5A \cdot 28V) \\ = 1.6 \times 10^{-6} (J)$$

⑤的區間

$$\int IVdt = (1/6) \times 80ns \times (2 \cdot 0.5A \cdot 28V + 0.5A \cdot 28V + 0A \cdot 28V + 2 \cdot 0A \cdot 28V) \\ = 0.56 \times 10^{-6} (J)$$

ON→OFF時

$$\text{合計: } 8.38 \times 10^{-6} (J)$$

(4) OFF時電流幾乎為0 (實際為nA~數10nA程度的漏電流通)，OFF區間中的功耗則視為0。

從以上的計算各區間中合計積分值，1週期的長以400μs相除後，平均功耗為

$$P = \frac{\int_0^t I(t)V(t)dt}{T} \\ = \frac{5.54 \times 10^{-7} (J) + 5.2 \times 10^{-6} (J) + 8.38 \times 10^{-6} (J)}{400 \mu s} = 0.153 (W)$$

另外，在此以雙極性電晶體2SD2673為例，以集極電流：IC和集極-發射極間電壓：Vce的積分進行；數位則以輸出電流：IO和出力電壓：Vo進行；MOSFET則以汲極電流：ID和汲極-源極間電壓：Vds進行相同的積分計算的話，可計算出平均功耗。

求出平均功耗後，請確認規格書的集極損耗(MOSFET則為汲極)

如：2SD2673的規格書

4.絕對最大額定值[Ta=25°C]

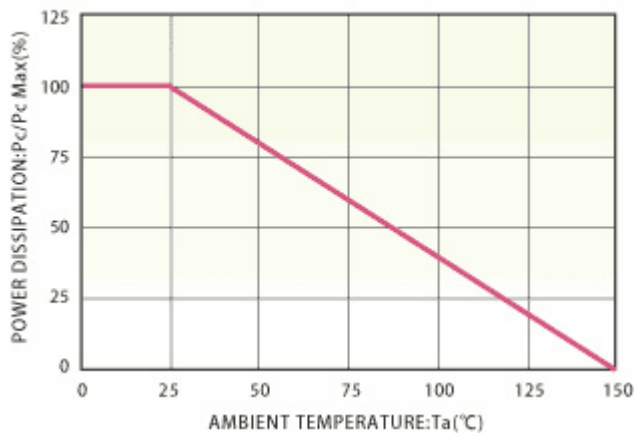
集極－基極間電壓	V _{CE0} ... 30V
集極－射極間電壓	V _{CE0} ... 30V
集極－基極間電壓	V _{EB0} ... 6V
集極電流 直流	I _c 3A
脈衝	I _{cp}6A PW=1ms 單次脈衝
集極損失	P _c0.5W 1W
接合點溫度	T _j 150°C
存放溫度	T _{stg} ... 55~150°C

各端子連接在建議接口上的時候
陶磁基板 25mm×25mm×0.8mm
使用時

此狀況下，平均外加功率在0.153W且容許集極損失為0.5W時（推薦平面：安裝玻璃還氧樹脂基板時），判斷可在環境溫度25°C使用。（正確來說，容許集極損失根據實裝基板或平面面積等的散熱條件而有所差異，因此以安裝推薦平面的值為基準）

若環境溫度為25°C以上，確認功率減輕曲線後進行降低額定。

功率下降曲線



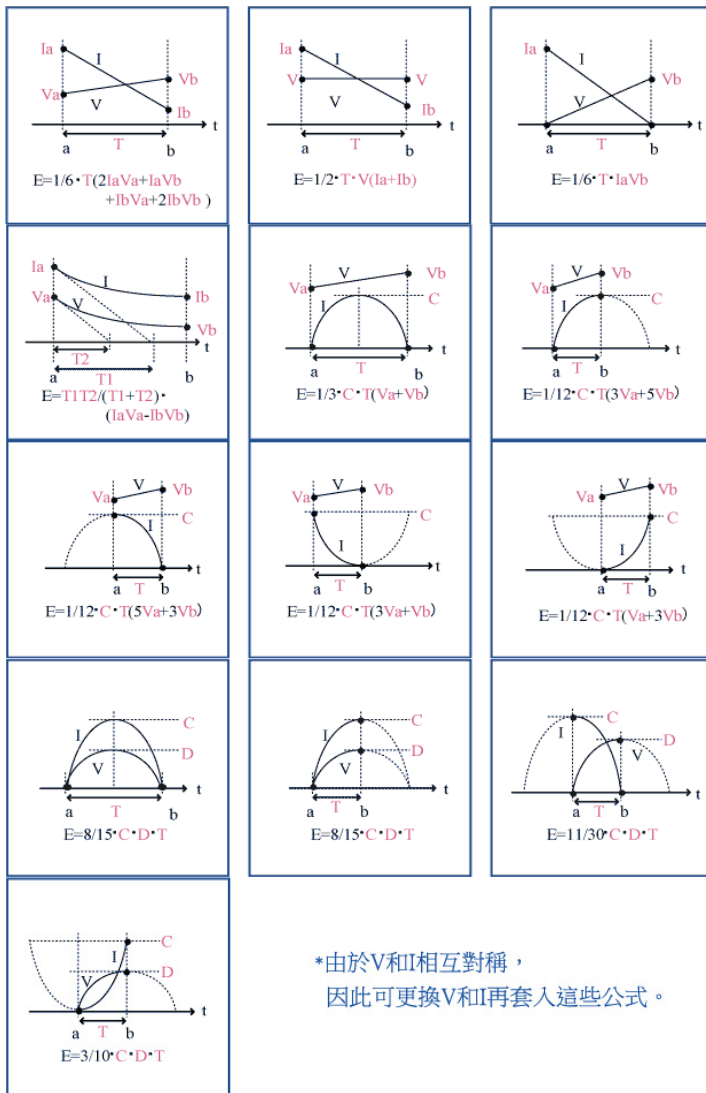
詳細的元件溫度計算方法請參照『元件溫度的計算方法』。

[前往詳細產品頁面](#)

功率算出用積分公式

$$E = \int_a^b IV dt \quad (J)$$

藉由電流I和電壓V，計算a-b之間的乘積功率



*由於V和I相互對稱，
因此可更換V和I再套入這些公式。

電晶體

[前往詳細產品頁面](#)

◀ 總閘極電荷 (Qg) [🏠](#) 元件溫度計算方式 ▶


- ▶ 電晶體的歷史
- ▶ 外觀特徵
- ▶ 電晶體是什麼？
- ▶ 數位電晶體的原理
- ▶ MOSFET的特性
- ▶ 導通電阻
- ▶ 總閘極電荷 (Qg)
- ▶ 安全使用挑選方法


➤ 元件溫度計算方式

➤ 負載開關

➤ 常見問題

技料術資

➤ 型號的構成

➤ 包裝規格

➤ 保存條件