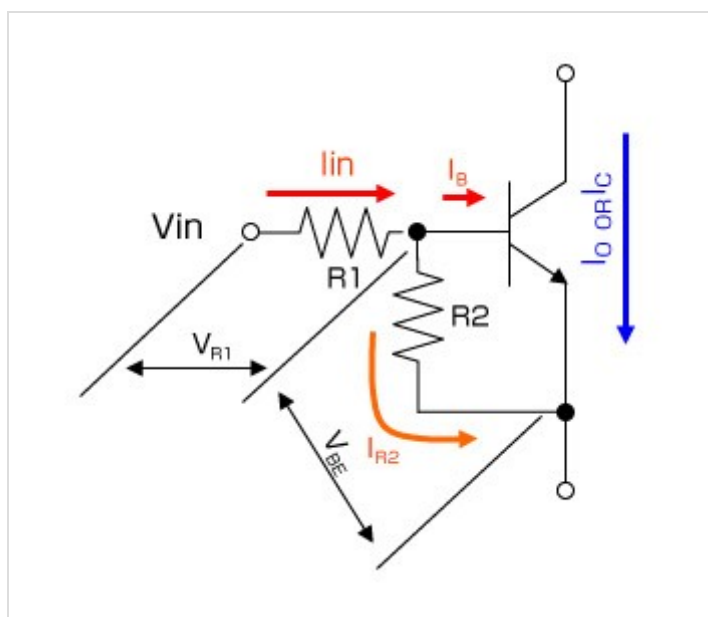


電晶體是什麼?

數位電晶體的原理

- ✓ 選擇方法
- ✓ 數位電晶體的型號說明
- ✓ 關於 I_o 與 I_c 之差異
- ✓ 關於 G_I 與 h_{FE} 之差異
- ✓ $V_{I(on)}$ 與 $V_{I(off)}$ 之差異
- ✓ 關於數位電晶體的溫度特性
- ✓ 關於輸出電壓 - 輸出電流特性進入低電流區域時之詳細說明(使用數位電晶體時)
- ✓ 關於數位電晶體的切換動作
- ✓ 關於數位電晶體的用語

選擇方法



①為讓TR飽和的 I_C/I_B 比例為

$$I_C/I_B=20/1$$

②輸入電阻: R_1 為 $\pm 30\%$ E-B間電阻: R_2 為

$$R_2/R_1=\pm 20\%$$

③ V_{BE} 為 $0.55V \sim 0.75V$

數位電晶體以以下關係式成立。

■數位電晶體的直流電流增幅率的關係式

$$G_I = \frac{I_C}{(I_C/h_{FE}) + (V_{BE}/R_2)}$$

G_I : 數位電晶體的直流電流增幅率

$$G_I = I_O/I_{IN}$$

$$h_{FE} = I_C/I_B$$

$$I_O = I_C, I_{IN} = I_B + I_{R2}, I_B = I_C/h_{FE}, I_{R2} = V_{BE}/R_2$$

$$\text{電壓的關係式為 } V_{IN} = V_{R1} + V_{BE}$$

■集極電流的關係式為

$$\begin{aligned} I_C &= I_B \times h_{FE} & I_{R2} &= V_{BE}/R_2 \\ &\swarrow & \uparrow \\ I_B &= I_{IN} - I_{R2} \\ &\downarrow \\ I_{IN} &= (V_{IN} - V_{BE})/R_1 \end{aligned}$$

$$\therefore I_C = h_{FE} \times ((V_{IN} - V_{BE})/R_1) - (V_{BE}/R_2) \quad \cdots \textcircled{1}$$

※這裡的 h_{FE} 是 $V_{CE}=5V$ 、 $I_C=1mA$ 時的值不是飽和狀態。

當做開關使用的話，則需要成為飽和狀態， $I_C/I_B=20/1$ 的電流比例成了必要條件。

$$\therefore I_C = 20 \times ((V_{IN} - V_{BE})/R_1) - (V_{BE}/R_2) \quad \cdots \textcircled{2}$$

公式①的 h_{FE} 設定為20/1。

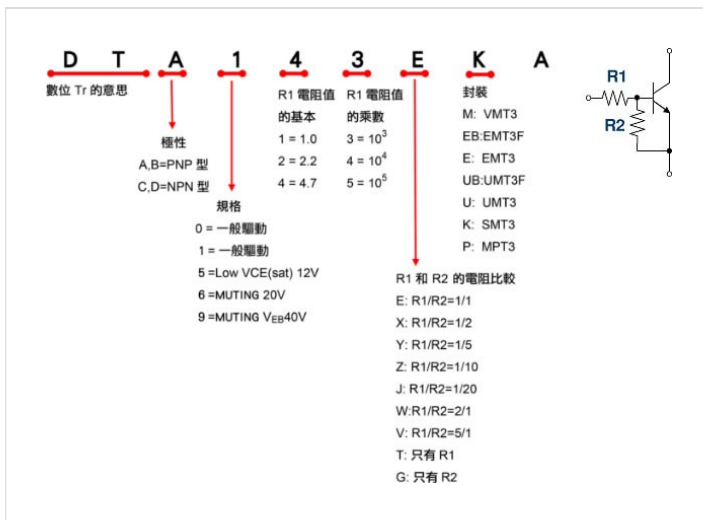
接著，考慮偏差後的算式中

算式②中代入 R_1 為最大+30%、 R_2 為最小-20%，以 V_{BE} 為最大0.75V之最壞情況計算出。為使數位電晶體的 I_C 比使用組合上的最大輸出電流 I_{Omax} 還大，須以下式選擇數位電晶體的電阻 R_1 、 R_2 。

$$\therefore I_{Omax} \leq 20((V_{IN} - 0.75)/(1.3 \times R_1) - 0.75/(1.04 \times R_2))$$

[前往詳細產品頁面](#)

數位電晶體的型號說明

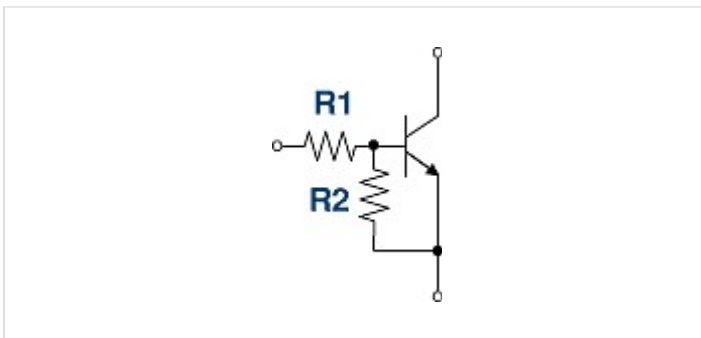


[前往詳細產品頁面](#)

關於I_o與I_c之差異

I_c：可通過組成電晶體的電流之最大理論值

I_o：數位電晶體本身可使用的電流最大值



說明

DTA/C系列的情形

舉例來說DTA/C系列，則構成數位電晶體的電晶體可流通100mA。

將其定義為I_c=100mA。把此電晶體加上電阻R1,R2後就成為數位電晶體。

於是，要將I_c=100mA流入此數位電晶體時，因有流過相對應的基極電流值，因此高輸入電壓需定義Vin。

如各位所知，因最大額定功率「無法同時供應給2個以上的項目」，只標示I_c雖無問題，請配合實際使用狀況參考I_o。

但因絕對最大額定功率由電阻R1的最大功率Vin(max)決定，造成若I_c=100mA一流過就超過額定功率，因此定義了不會超過Vin(max)的電流值I_o。

如各位所知，因最大額定功率「無法同時供應給2個以上的項目」，只標示 I_c 雖無問題，請配合實際使用狀況參考 I_o 。

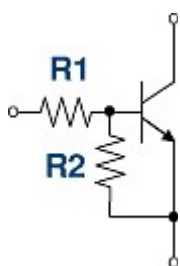
綜合上述，設計電路時， I_o 就是絕對最大額定值。

[前往詳細產品頁面](#)

關於 G_I 與 h_{FE} 之差異

h_{FE} :組成電晶體的直流電流放大率

G_I :數位電晶體的直流電流放大率



說明

G_I 和 h_{FE} 皆為射極接地直流電流放大率。

數位電晶體為一般的電晶體接上2個電阻所組成。

這裡說的直流電流率指的是輸出電流/輸入電流,因此不會因輸入電極 $R1$ 造成的放大率降低。故輸入電阻 $R1$ 的放大率用 h_{FE} 標示，等同於構成電晶體的 h_{FE} 值。

但在E-B間接上電阻 $R2$ 後，輸入電流就分流為電晶體電流和E-B間的電阻 $R2$ 電流。

因此，放大率較單一電阻時為低，此值另稱為 G_I 來區別

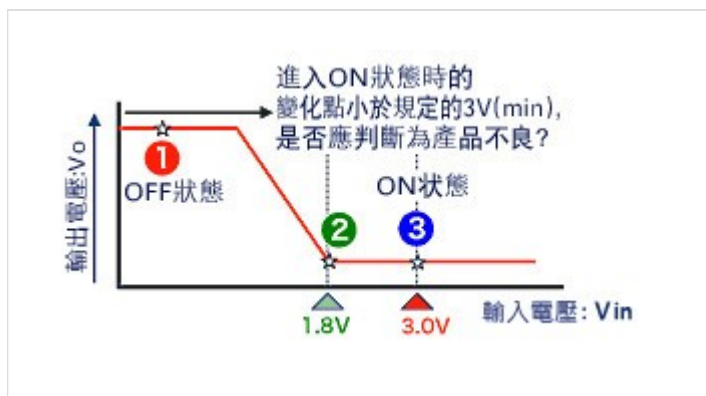
[前往詳細產品頁面](#)

$V_{I(on)}$ 與 $V_{I(off)}$ 之差異

許多人分不清楚 $V_{I(on)}$ 與 $V_{I(off)}$ 的差別。

$V_{I(on)}$:數位電晶體為了保持ON狀態，所需的最低電壓電壓，因此我們定義為 $V_{I(on)}$ 定義為「min」。

錯誤的想法

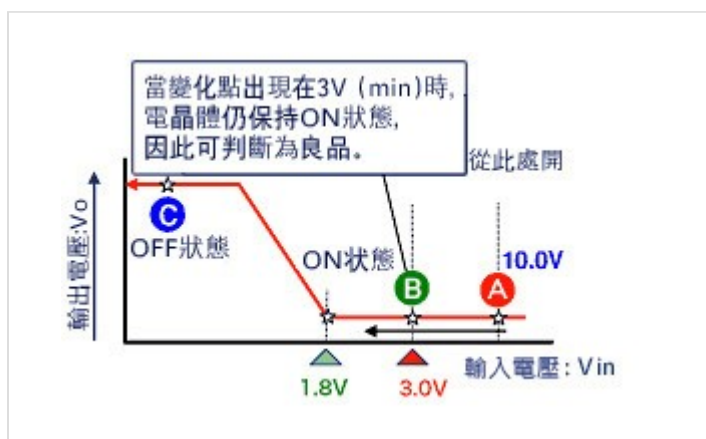


1: 讓輸入電壓由0開始依序增加。

2: 當電晶體到達1.8V時就會變為ON。

3: 因為規格書規定電壓值必須小於3V (min), 因此判斷電晶體不良。

正確的想法



A: 首先必須施加充分的輸入電壓 V_{in} (例如10V), 才能夠讓數位電晶體變為ON。

B: 緩緩地降低電壓, 一旦到達規格書所規定的3V時即停止施加電壓。

如果電晶體仍保持ON狀態的話, 此一產品即被視為良品。

C: 若持續降低基極電壓時, 電晶體將因無法保持ON狀態而進入OFF狀態。

由於變化點出現在3V以下, 因此判斷該產品為良品。

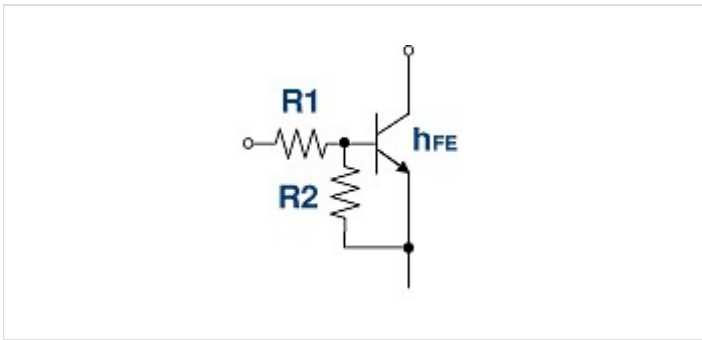
[前往詳細產品頁面](#)

關於數位電晶體的溫度特性

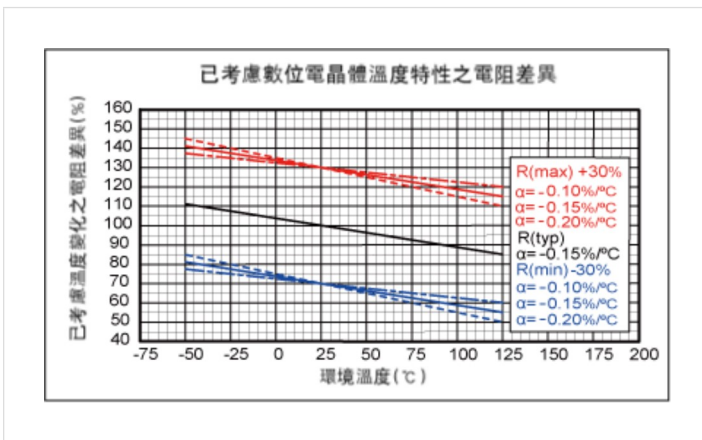
V_{BE} 、 h_{FE} 、 R_1 、 R_2 將依環境溫度不同而產生變化。

h_{FE} 的溫度變化率約為0.5%/°C

V_B 的溫度係數約為 $-2\text{mV}/^\circ\text{C}$ (在 -1.8 to $-2.4\text{mV}/^\circ\text{C}$ 之間的範圍)



$R1$ 的溫度變化率如下圖所示。



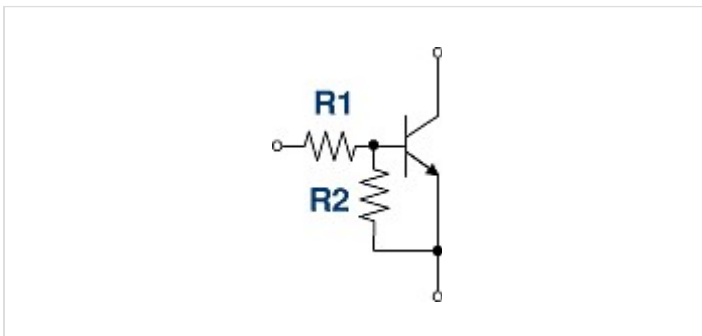
[前往詳細產品頁面](#)

關於輸出電壓 - 輸出電流特性進入低電流區域時之詳細說明(使用數位電晶體時)

數位電晶體的輸出電壓-輸出電流特性由以下的檢測方式檢測。

因此， I_o (低電流區)在構成電晶體的基極電流難以通過。

造成低電流區的輸出電壓(V_o)[$V_{CE(sat)}$]上升



檢測方法在 DTC114EKA時以 $I_o/I_i=20/1$ 來測定。

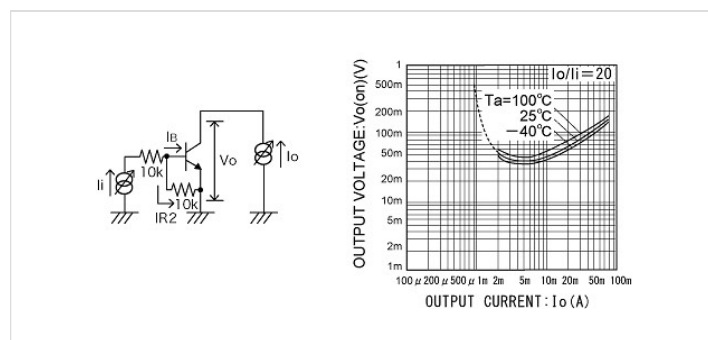
由於 $I_i = I_B + I_{R2}$ ($I_{R2} = V_{BE}/10k = 0.65V/10k = 65\mu A$)

$I_B = I_i - I_{R2} = I_i - 65\mu A$

由 $I_i = I_B + I_{R2}$ ($I_{R2} = V_{BE}/10k = 0.65V/10k = 65\mu A$)

$I_B = I_i - I_{R2} = I_i - 65\mu A$ 也就是 $65\mu A$ 以下時， I_B 的電流難以通過，造成 $V_o[V_{CE(sat)}]$ 上昇。

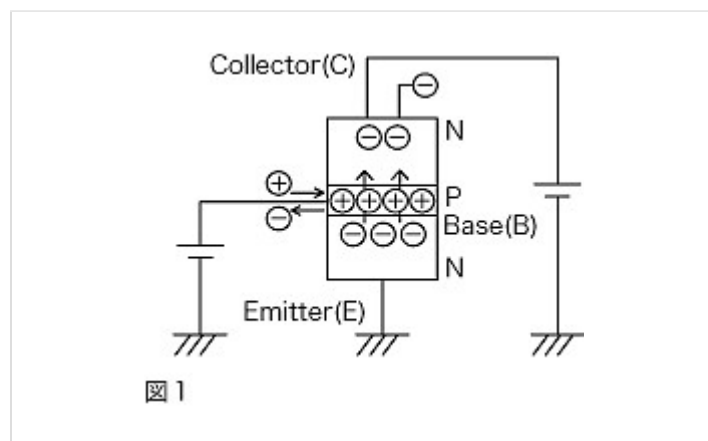
因此， V_o 在低電流時無法檢測。



[前往詳細產品頁面](#)

關於數位電晶體的切換動作

① 電晶體的動作



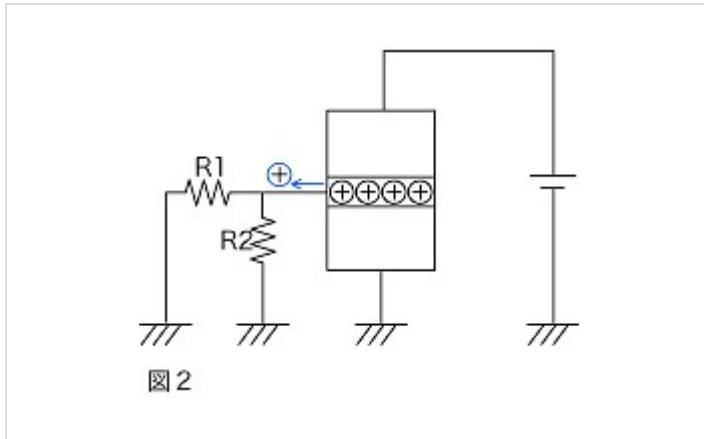
欲啟動NPN電晶體時，必須依照圖1所示施加電壓。

此種電路的作法就是在基極(B) - 射極(E)之間施加順向電壓，然後再注入基極電流。

如此一來，即可將 \oplus 電洞注入基極(B)區域。當 \oplus 電洞被注入基極(B)區域後，射極的自由電子-就會被吸引至基極(B)，不過基極(B)區域極薄，必須利用施加集極電壓的方式，讓自由電子得以通過基極(B)區域並進入集極。

如此一來，即可讓電流由集極(C)進入→射極(E)。

② 切換動作



電晶體的動作可分為放大作用及開關作用。

放大作用就是利用基極電流 I_B ，經過 h_{FE} 倍的放大，產生集極 I_C 電流。

進入動作區時，只要利用輸入訊號連續控制集極電流的方式，即可得到輸出電流。

開關作用必須在電晶體ON而且進入飽和狀態(集極-射極間的電壓會降低，即飽和電壓)下進行。

所謂「飽和區域」就是被注入過多的 \oplus 電洞時的狀態，當電晶體由飽和狀態進入截止區(切斷輸入脈衝)，過多的 \oplus 電洞就會離開基極區域進入基極端子，集極電流會持續到基極區域內的 \oplus 電洞消失前。

電洞消失所需的時間即稱為「 t_{stg} (off時間)」。

根據上述原理，如果能加快基極區域內 \oplus 洞消失的速度，即可縮短off時間。

使用數位電晶體時，當數位電晶體變為OFF，基極區域內的 \oplus 洞消失的時間與 $R1$ 、 $T2$ 有關。

因此，當 $R1$ = 固定值時，只要 $R2$ 愈小，就愈能夠縮短off時間。

[前往詳細產品頁面](#)

關於數位電晶體的用語

$V_{I(on)Min.}$: 輸入電壓 (INPUT ON VOLTAGE)

在OUT端子、GND端子間增加順方向電壓(V_o)，流過規定的輸出電流(I_o)時必要的最小輸入電壓。也就

是數位電晶體在ON領域的最小輸入電壓值。

因此，若從ON狀態變成OFF狀態時，必須要降得比此最小輸入電壓值還要低，良品的值應較低。

$V_{I(off)Max.}$ ：輸入電壓(INPUT OFF VOLTAGE)

輸入電壓(INPUT OFF VOLTAGE) 在OUT端子、GND端子間加入規定的電源電壓(V_{cc})、輸出電流(I_o)的狀態下，IN端子、GND端子間所得到的最大輸入電壓，也就是數位電晶體可保持在OFF狀態的領域的最大輸入電壓值。因此，若從OFF狀態變成ON狀態時，必須要提升得比此最大輸入電壓值還要高，良品的值應較高。

$V_o(on)$ ：輸出電壓(OUTPUT VOLTAGE)

以不超過絕對最大額定的任意輸入條件為基本的輸出端子電壓。在GND接地增幅電路中充分通過輸入電流時，輸出電壓會減少，IN、OUT接合也呈現順偏壓的狀態。規定的 V_o 、 I_o 中， I 以整數(通常10~20)分之1測量。

$I_I(Max.)$ ：輸入電流(INPUT CURRENT)

IN端子、GND端子間加入順方向電壓(V_I)，為IN端子中連續流過電流的最大輸入容許值。

G_I ：GND接地直流電流放大率(DC CURRENT GAIN)

規定的 V_o 、 I_o 中的 I_o/I 比。

R_1 ：輸入電阻(INPUT RESISTANCE)

IN端子、電晶體之間內建的電阻。 R_1 的容許範圍為 $\pm 30\%$ 。另外，會根據溫度出現變化。

R_2/R_1 ：電阻比例(RESISTANCE RATIO)

針對內建的輸入電阻，電晶體的射極-基極間電阻的比例。

電晶體

[前往詳細產品頁面](#)

[< 電晶體是什麼？](#)



[MOSFET的特性 >](#)

- [> 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](#)