

## 高性能LED恒流驅動器

### 產品特性

- ◆支持高輝調光，65536 : 1 調光比
- ◆寬輸入電壓：5~100V
- ◆平均電流工作模式
- ◆高效率：最高可達 96%
- ◆輸出電流可調範圍 60mA~5A
- ◆內置 5.5V 穩壓管
- ◆最大工作頻率1MHz
- ◆恒流精度 $\leq \pm 3\%$
- ◆支持PWM/模擬/分段調光
- ◆封裝：SOT23-6

### 應用領域

- ◆景觀亮化洗牆燈
- ◆舞臺調光效果燈
- ◆高端汽車明
- ◆LCD背光明
- ◆建築照明

### 產品描述

SQ6021是一款週邊電路簡單的多功能平均電流型LED恒流驅動器，適用於5~100V電壓範圍的降壓BUCK大功率調光恒流LED領域。

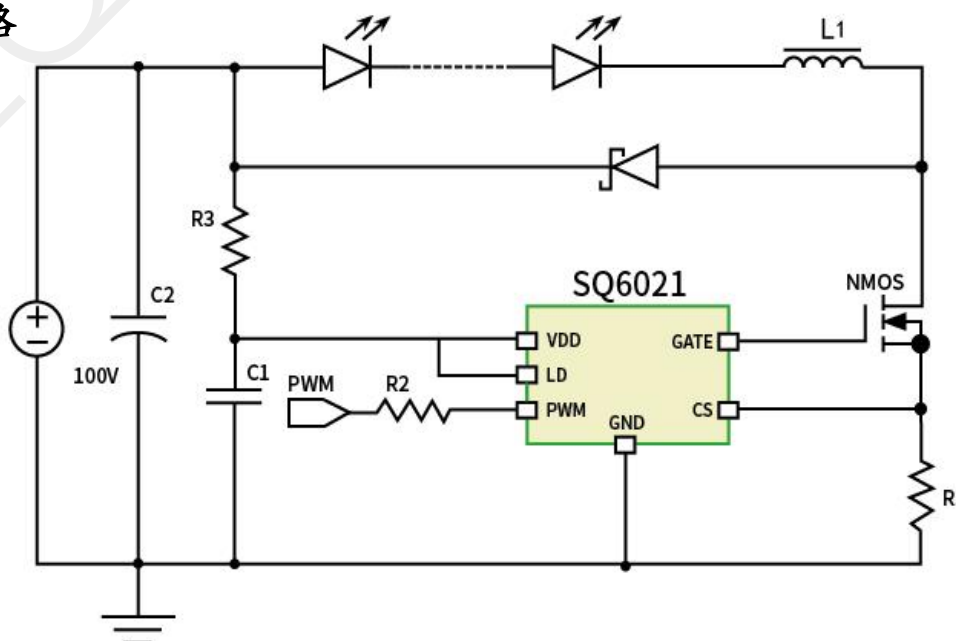
SQ6021PWM端口支持超小占空比PWM調光，可響應最小60ns脈寬。PWM端口為高電平時，芯片正常工作。為低電平時，輸出關閉。

SQ6021採用平均電流控制算法，輸出電流恒流精度 $\leq \pm 3\%$ ，且輸出電流受輸入輸出電壓、系統電感的影響小；晶片內部集成環路補償，週邊電路簡潔，系統更加穩定可靠。

SQ6021通過對LD端口進行控制實現三功能切換。LD懸空時，系統為高亮模式；LD為VDD時，系統為1/2電流的低亮模式；LD接0.2~1.2V模擬調光信號輸入時，系統為模擬調光模式。LD高低亮切換模式，用來實現汽車LED照明的遠近光燈切換。LD模擬調光模式時，端口電壓低於0.2V，輸出關閉。

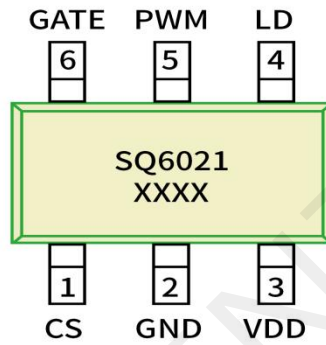
SQ6021採用SOT23-6封裝。

### 應用線路



## 封裝及管腳分配

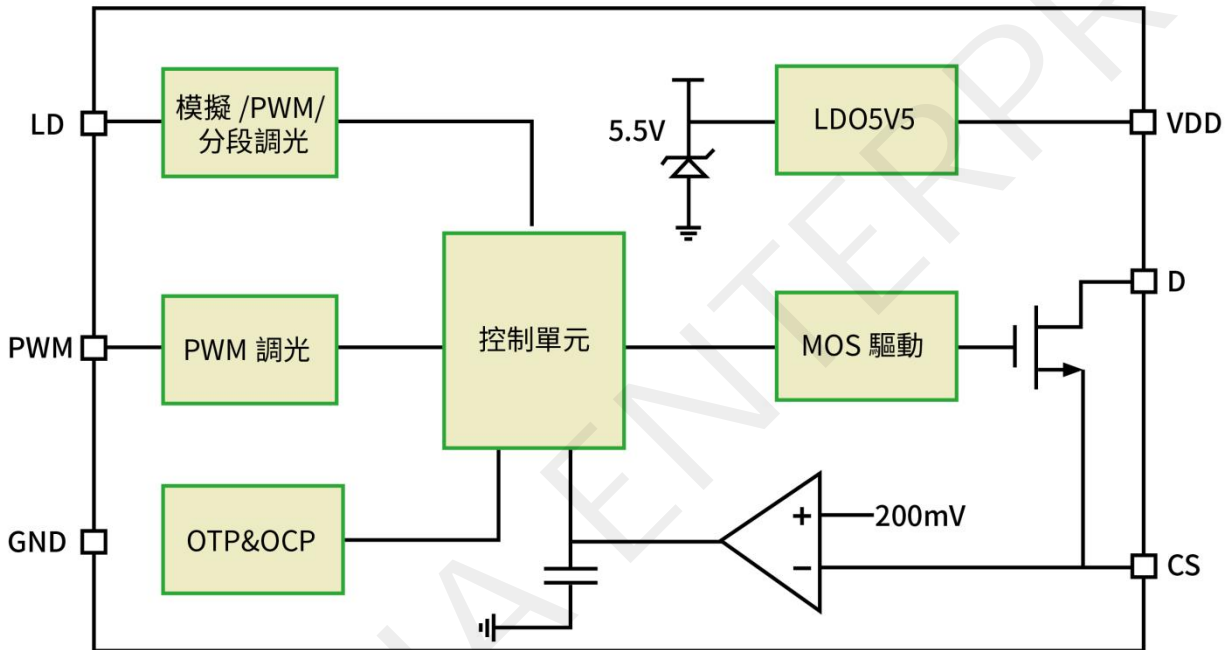
SOT23-6



## 管腳描述

| 管腳序號 | 管腳名稱 | 管腳類型 | 描述         |
|------|------|------|------------|
| 1    | CS   | 輸入   | 電流檢測腳      |
| 2    | GND  | 地    | 晶片地        |
| 3    | VDD  | 電源   | 晶片電源       |
| 4    | LD   | 輸入   | 模擬/分段調光端口  |
| 5    | PWM  | 輸入   | PWM 調光端口   |
| 6    | GATE | 輸出   | 外接 NMOS管柵端 |

## 內部電路方框圖



## 極限參數 (注1)

| 參數        | 符號                | 描述           | 最小值  | 最大值 | 單位 |
|-----------|-------------------|--------------|------|-----|----|
| VDD 電壓範圍  | VDD               | 晶片工作電源       | -0.3 | 7.0 | V  |
| VCS 電壓範圍  | VCS               | CS 輸入電壓      | -0.3 | 7.0 | V  |
| VPWM 電壓範圍 | VPWM              | PWM輸入電壓      | -0.3 | 7.0 | V  |
| VLD 電壓範圍  | VLD               | 模擬或分檔調光輸入電壓  | -0.3 | 7.0 | V  |
| 最大功耗      | P <sub>DMAX</sub> | SOT23-6 最大功耗 |      | 0.3 | W  |
| 溫度        | T <sub>J</sub>    | 工作結溫範圍       | -40  | 125 | °C |
|           | T <sub>STG</sub>  | 存儲溫度範圍       | -40  | 150 | °C |
| ESD       | V <sub>HBM</sub>  | HBM          | 2000 |     | V  |

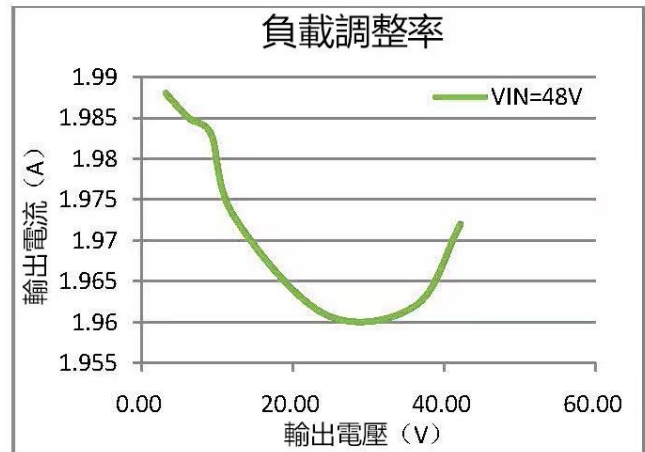
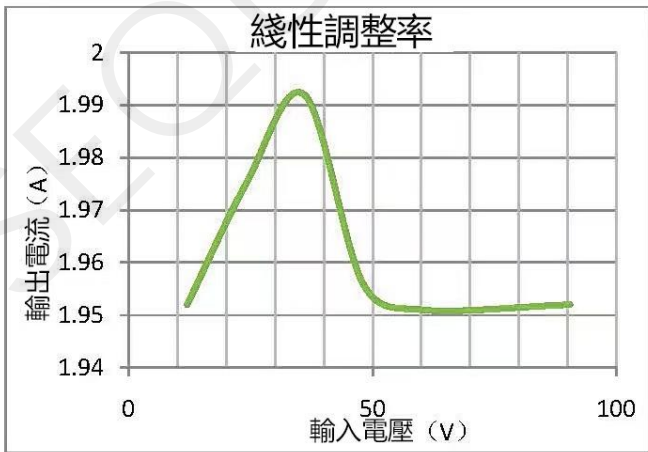
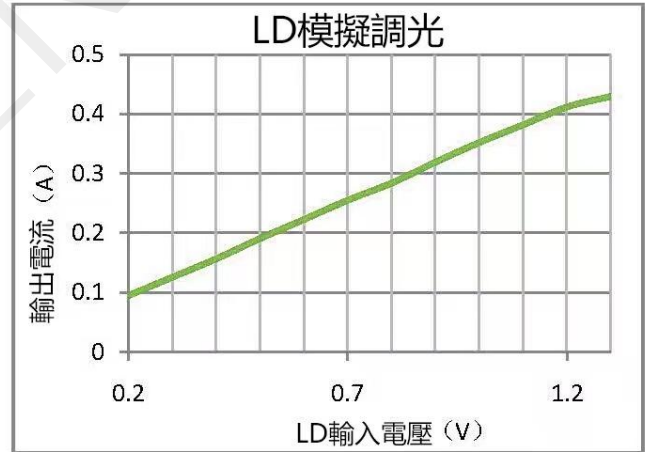
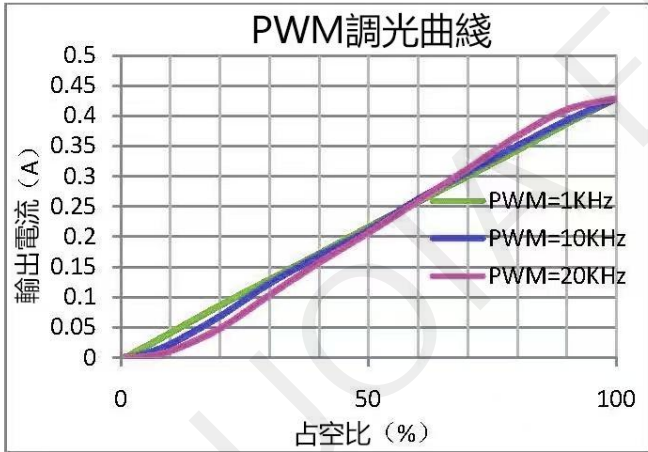
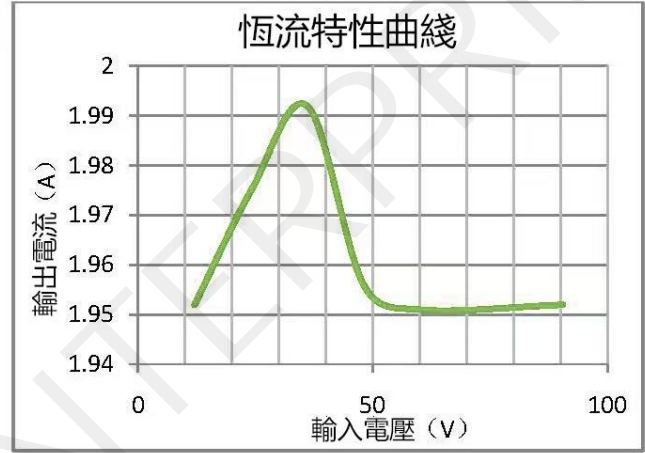
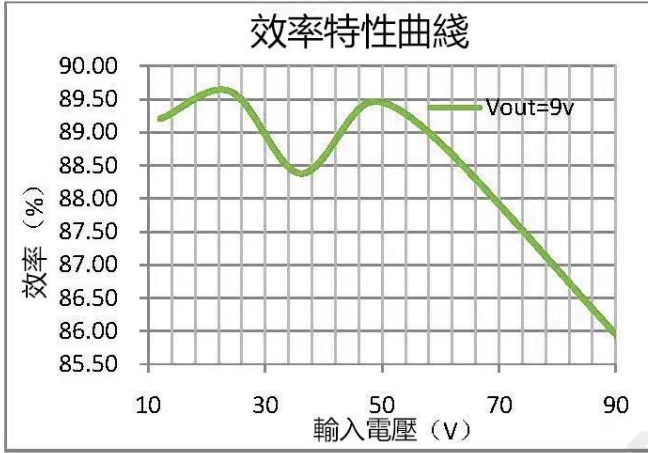
注1: 極限參數是指超過上表中規定的工作範圍可能會導致器件損壞。而工作在以上極限條件下可能會影響器件的可靠性。

## 電特性

除非特別說明， $T_A=25^{\circ}\text{C}$

| 參數           | 符號                   | 測試條件               | 最小值 | 典型值  | 最大值 | 單位  |
|--------------|----------------------|--------------------|-----|------|-----|-----|
| <b>電源電壓</b>  |                      |                    |     |      |     |     |
| 工作電流         | I <sub>DD</sub>      | VDD=5.5V , GATE 懸空 |     | 2.5  |     | mA  |
| VDD 鉗位電壓     | V <sub>DDCLAMP</sub> |                    |     | 5.5  |     | V   |
| VDD 鉗位電流     | I <sub>DDCLAMP</sub> |                    |     |      | 10  | mA  |
| VDD 靜態電流     | I <sub>VDDQ</sub>    | 無負載                |     | 1.2  |     | mA  |
| <b>開關頻率</b>  |                      |                    |     |      |     |     |
| 系統最大工作頻率     | OSC_MAX              |                    |     | 1000 |     | KHz |
| 系統最小工作頻率     | OSC_MIN              |                    | 30  |      | 50  | KHz |
| <b>電流檢測</b>  |                      |                    |     |      |     |     |
| 過流判斷閾值       | VCS                  | VDD=5.5V           | 216 |      | 264 | mV  |
| 恒流控制電壓       | VREF                 | VDD=5.5V           | 192 | 200  | 208 | mV  |
| LEB時間        | TLEB                 |                    |     | 160  |     | nS  |
| <b>輝度控制</b>  |                      |                    |     |      |     |     |
| 最大占空比        | D <sub>MAX</sub>     |                    |     | 100  |     | %   |
| PWM 調光檢測閾值上限 | V <sub>PWM_H</sub>   | PWM 上升沿            |     | 1.4  |     | V   |
| PWM 調光檢測閾值下限 | V <sub>DIM_L</sub>   | PWM 下降沿            |     | 0.8  |     | V   |
| 模擬調光起始閾值上限   | V <sub>LD_H</sub>    |                    |     | 1.2  |     | V   |
| 模擬調光起始閾值下限   | V <sub>LD_L</sub>    |                    |     | 0.2  |     | V   |
| 分檔調光下拉電流     | I <sub>LD_F</sub>    |                    |     | 20   |     | uA  |
| <b>過溫保護</b>  |                      |                    |     |      |     |     |
| 過溫保護閾值       | OTP_TH               |                    |     | 145  |     | °C  |

## 典型應用測試特性曲線



## 應用指南

### 工作原理

SQ6021 是一款週邊電路簡單的多功能平均電流型 LED 恒流驅動器，適用於 5~100V 電壓範圍的非隔離式恒流 LED 驅動領域。通過對 CS 端口的電流採樣來實現精確的電流控制，芯片集成了多種調光模式，拓展了系統應用。

### 輸出電流設置

輸出電流由晶片內部的誤差放大器採樣並且和內部的 0.2V 進行比較以及誤差放大，從而實現系統的恒流控制，輸出電流公式如下：

$$I_{OUT} = \frac{0.2V}{R_{CS}} \text{ A} \quad (1)$$

其中  $I_{out}$  為輸出電流， $R_{cs}$  為系統的檢流電阻 ( $R1$ )。

### 調光設置

通過 LD 設置，可以讓晶片實現不同的調光功能。

當 LD 外接到 VDD 時，晶片進入 1/2 低亮模式，LD 懸空時，晶片進入高亮工作模式。

當 LD 接入 0.2V~1.2V 模擬信號時，晶片進入模擬調光模式，當 LD 端口低於 0.2V 以下關閉輸出，該功能主要為電動車的遠光以及近光燈切換應用而設計，可以簡化週邊系統，降低成本，提高集成度，而且 LD 端口也可以實

現 PWM 調光的功能，用 LD 端口進行 PWM 調光的時候 LD 端口的高電平要超過 1.2V。

此外 PWM 端口支持超小占空比的 PWM 調光，可以響應小於 60ns 的 PWM 脈寬波形，當 PWM 信號為低電平，輸出關閉，當 PWM 信號為高電平，輸出開啟，懸空的時候默認該端口為高電平輸入。

### 電感取值

由於晶片原理設定，不同的電感值，會影響到驅動的開關頻率。電感值決定了輸出電流在開關時的升降斜率，而電流斜率決定了 FET 開關時電流從波谷到波峰和波峰到波谷消耗的時間。

$$t_{ON} = \frac{L * \Delta I}{VIN - V_{LED} - I_{OUT} * (FET_{R_{DS(ON)}} + DCR_L + R_{SENSE})} \quad (2)$$

$$t_{OFF} = \frac{L * \Delta I}{V_{LED} + V_{diode} + I_{OUT} * DCR_L} \quad (3)$$

DCRL 是電感的直流電阻值，VLED 是 LED 的壓降， $FET_{R_{DS(ON)}}$  是功率 MOSFET 的導通電阻， $V_{diode}$  為續流二極體的壓降。

開關頻率可由下公式計算：

$$f_{sw} = \frac{1}{t_{ON} + t_{OFF}} \quad (4)$$

電感值越大，輸出電流的開關越緩慢。由於 CS 檢測到 MOSFET 的開關之間存在傳播延時，使得期望值和真實的紋波電流之間存在細微的差異，但是，選擇電感時，不應使電流峰值超過電感的額定飽和電流。

## 續流二極管選擇

注意續流二極體的額定平均電流應大於流過二極體的平均電流。平均電流計算公式如下：

$$I_{avg\_diode} = I_{OUT} \frac{t_{OFF}}{t_{ON} + t_{OFF}} \quad (5)$$

注意，二極體應具有承受反向峰值電壓的能力。建議選擇反向額定電壓大於  $V_{IN}$  的二極體。為了提高效率，建議選擇快恢復的肖特基二極體。

## VDD 供電電阻

晶片的主要是通過一個供電電阻  $R_3$  到晶片 VDD 提供晶片的工作電流，通常情況下，VDD 滿足：

$$VDD = VIN - I_D * R_3 \quad (6)$$

公式中可以看出， $R_3$  過大會導致系統供電不足，過小則會導致功耗過大、晶片過熱。而且該電阻的選擇還與開關頻率有一定的關係，系統頻率越高，需要  $R_3$  的阻值越小。推薦  $R_3$  電阻提供 VDD 電流在 3~6mA。需根據外部 MOS 結電容參數調整阻值。推薦 VDD 電壓實測達到 5V 以上。

|         |     |      |      |       |       |
|---------|-----|------|------|-------|-------|
| VIN (V) | 5   | 12   | 24   | 36    | 48    |
| R3 (Ω)  | 100 | 1~2K | 3~6K | 5~10K | 7~14K |

## VDD 旁路電容

VDD 引腳需要並聯一個 1.0uF 以上的旁路電容，電容的大小選擇和驅動 MOS 的大小有關係，MOS 越大，需要的旁路電容也越大。PCB 布板時，VDD 電容需要緊挨著端口佈局。

## MOS 管選擇

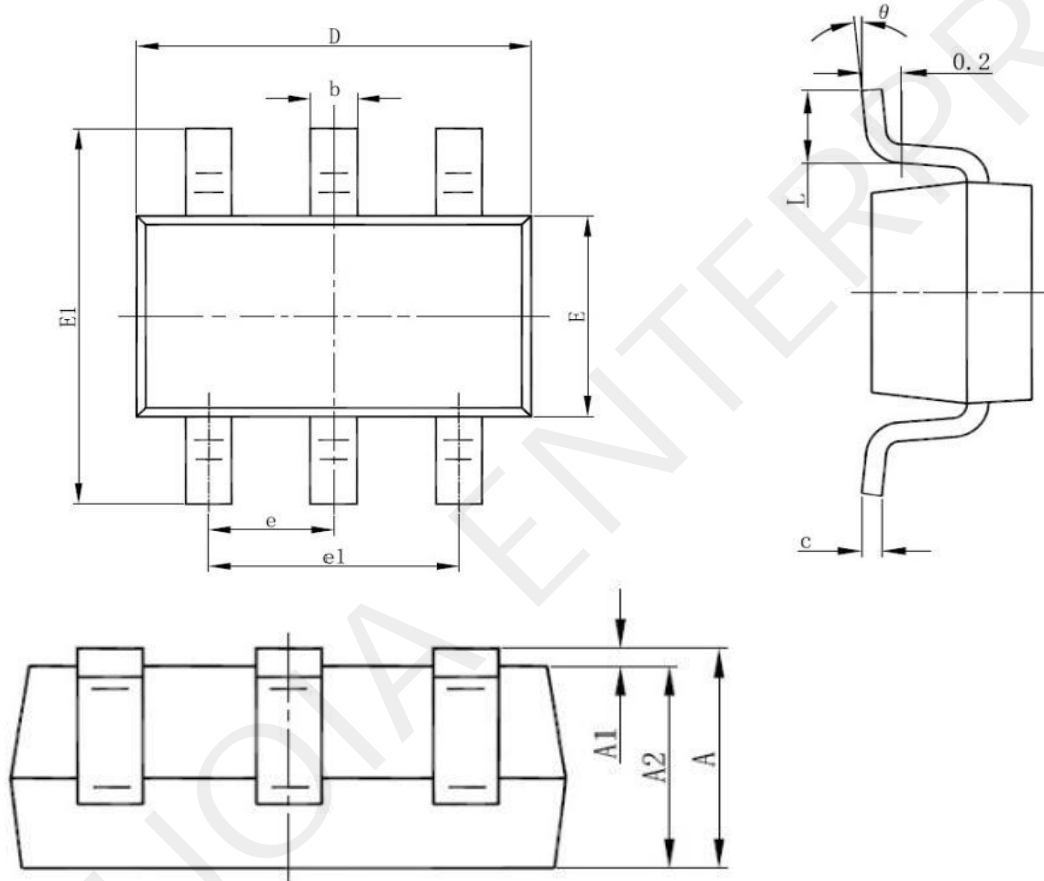
首先要考慮 MOS 管的耐壓，一般要求 MOS 管的耐壓高過最大輸出電壓的 1.5 倍以上。其次，根據驅動 LED 電流的大小以及電感最大峰值電流來選擇 MOS 管的  $I_{DS}$  電流。一般 MOS 管的  $I_{DS}$  最大電流應是電感最大峰值電流的 2 倍以上。此外，MOS 管的導通電阻  $R_{DS(ON)}$  要小， $R_{DS(ON)}$  越小，損耗在 MOS 管上的功率也越小，系統轉換效率就越高。

## 晶片啟動

系統上電後通過啟動電阻對連接於電源引腳 VDD 的電容充電，當電源電壓高於 4.1V 後，晶片電路開始工作，直到 VDD 端口電壓穩定達到鉗位電壓 5.5V 左右，晶片的供電電流主要由 VDD 端口接入的電阻  $R_3$  提供。

## 封裝資訊

## SOT23- 6 封裝尺寸圖



| Symbol | Dimensions In Millimeters |       | Dimensions In Inches |       |
|--------|---------------------------|-------|----------------------|-------|
|        | Min                       | Max   | Min                  | Max   |
| A      | 1.050                     | 1.250 | 0.041                | 0.048 |
| A1     | 0.000                     | 0.100 | 0.000                | 0.004 |
| A2     | 1.050                     | 1.150 | 0.041                | 0.045 |
| b      | 0.300                     | 0.500 | 0.012                | 0.020 |
| c      | 0.100                     | 0.200 | 0.004                | 0.008 |
| D      | 2.820                     | 3.020 | 0.111                | 0.119 |
| E      | 1.500                     | 1.700 | 0.059                | 0.067 |
| E1     | 2.65                      | 2.950 | 0.104                | 0.116 |
| e      | 0.950 (BSC)               |       | 0.037 (BSC)          |       |
| e1     | 1.800                     | 2.000 | 0.071                | 0.079 |
| L      | 0.300                     | 0.600 | 0.012                | 0.024 |
| θ      | 0°                        | 8°    | 0°                   | 8°    |



昌蒞科技股份有限公司(簡稱昌蒞科技)保留更改其數據表和/或產品或在不通知的情況下停止任何積體電路產品或服務的權利，並建議客戶獲取最新版本的相關資訊，以便在下訂單前核實可信賴的資訊是當前和完整的。任何產品均按照訂單確認時提供的銷售條款和條件進行銷售，包括有關保固，專利侵權和責任限制的條款和條件。

昌蒞科技保證其產品符合銷售時適用的規格，符合昌蒞科技的標準保固條款。昌蒞科技認為有必要使用測試和其他品質控制技術來支持此保固。除了政府要求規定的以外，不一定要執行每個組件所有參數的特定測試。客戶承認，昌蒞科技產品的設計、製造、預期，授權或保證不適用於任何系統或產品，用於與生命支持或其他危險活動或昌蒞科技產品故障可能導致的環境涉及死亡，人身傷害或嚴重財產或環境損害的潛在風險(“高風險活動”)。昌蒞科技在此不承擔所有擔保責任，昌蒞科技對客戶或任何第三方不承擔與使用昌蒞科技產品有關的任何高風險活動的責任。

昌蒞科技可提供給客戶的任何支持、協助、推薦或資訊(包括但不限於關於客戶電路板或其他應用程式的設計，開發或調試)均按“原樣”提供。昌蒞科技並未就此類支持做出任何擔保，並因此聲明不承擔任何擔保責任，包括但不限於適銷性或適用於特定用途的任何擔保，以及任何擔保此類支持準確無誤或該客戶電路板或其他應用程式將運作或功能。在客戶使用或依賴此類支持方面，昌蒞科技根據任何法律理論對客戶不承擔任何責任。

昌蒞科技有限公司版權所有2023®