

42V, 15mA到350mA支持PWM调光功能的线性恒流LED驱动芯片

产品描述

SLM411A 系列产品是用于产生单通道、高精度恒流源的 LED 驱动芯片，在各种 LED 照明产品中非常简单易用。

SLM411A 具有宽输入电压范围、高输出精度、超低 drop-out 压降、卓越的线性/负载调整率等特性，从而确保在 MR16 灯、G4 灯、线条灯、发光字、广告面板背光等应用中实现高品质照明驱动。

大多数应用情况下，SLM411A 仅需从 SET 到 GND 接一个电阻即可设定输出电流。此外，SLM241A 还支持 100Hz~20kHz 频率范围内的 PWM 调光，且在 100Hz 条件下可实现 1024:1 的调光深度。

SLM411A 的过温保护功能在芯片结温达到 135°C 时，启动线性降电流功能，从而在降低系统功耗的同时，不会造成 LED 闪烁。

SLM411A 的防静电保护设计可以确保整个照明系统在设计、安装及应用中的安全。

典型应用电路

产品特性

- 线性恒流LED驱动
- 15 ~ 350mA，外部电阻设定电流
- 宽输入电压范围： 4.5V ~ 42V
- 100Hz~20kHz 调光频率
- 超低drop-out压降（20mA驱动时，低至300mV）
- ±5%输出电流精度
- 电源及负载调变率0.1%/V
- SOT23-6及S0IC8-EP无铅环保封装

应用

- MR16、G4灯
- 汽车氛围灯，尾灯，刹车灯
- 船灯
- 标识牌照明模组（商标、指示牌、仓库存储、停车场等）

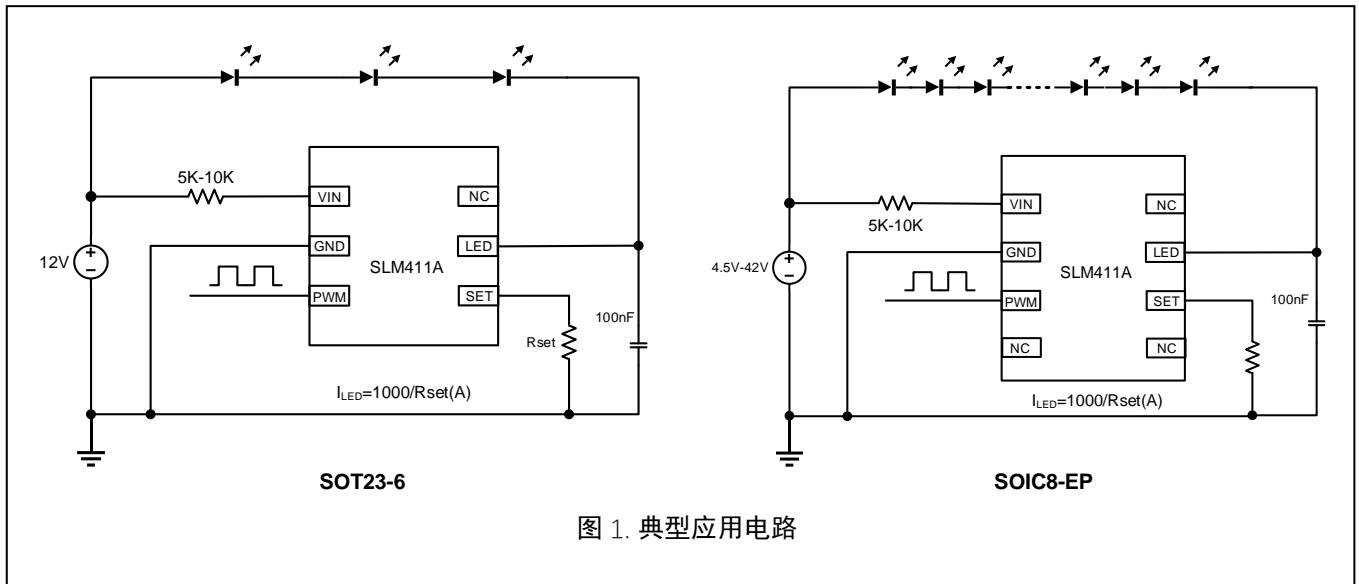


图 1. 典型应用电路

目录

| | |
|----------------------|----|
| 产品描述 | 1 |
| 产品特性 | 1 |
| 应用 | 1 |
| 典型应用电路 | 1 |
| 封装形式及引脚定义 | 3 |
| 引脚功能 | 3 |
| 订购信息 | 4 |
| 功能框图 | 4 |
| 绝对最大额定值 | 5 |
| 电气特性 | 6 |
| 应用信息 | 7 |
| 封装热阻 | 7 |
| 输出电流设定 | 7 |
| 系统设计优化以减少芯片的功耗 | 7 |
| 过温保护：线性降电流 | 7 |
| 典型工作特性曲线 | 8 |
| 封装规格 | 10 |
| 修订历史记录 | 12 |

封装形式及引脚定义

| 封装形式 | 引脚定义 |
|----------|------|
| SOT23-6 | |
| SOIC8-EP | |

引脚功能

| SOT23-6 | SOIC8-EP | 引脚名 | 功能 |
|---------|----------|-----|---------------------------------|
| 1 | 1 | VIN | 芯片输入端 |
| 2 | 2 | GND | 芯片地 |
| 3 | 3 | PWM | PWM信号输入 |
| 6 | 4, 5, 8 | NC | 空脚位 |
| 4 | 6 | SET | 外接电阻设定输出电流值 |
| 5 | 7 | LED | 电流输出端 |
| | EP | EP | 散热片，亦是芯片地。推荐连接到PCB上的GND以增加系统散热。 |

订购信息

工作温度范围： -40° C to +125° C

| 产品型号 | 封装 | 数量 |
|-----------------|----------|-----------|
| SLM411AAC-7GTR | SOT23-6 | 3000/Reel |
| SLM411ACB-13GTR | SOIC8-EP | 2500/Reel |
| SLM411ACB-GT | SOIC8-EP | 100/Tube |

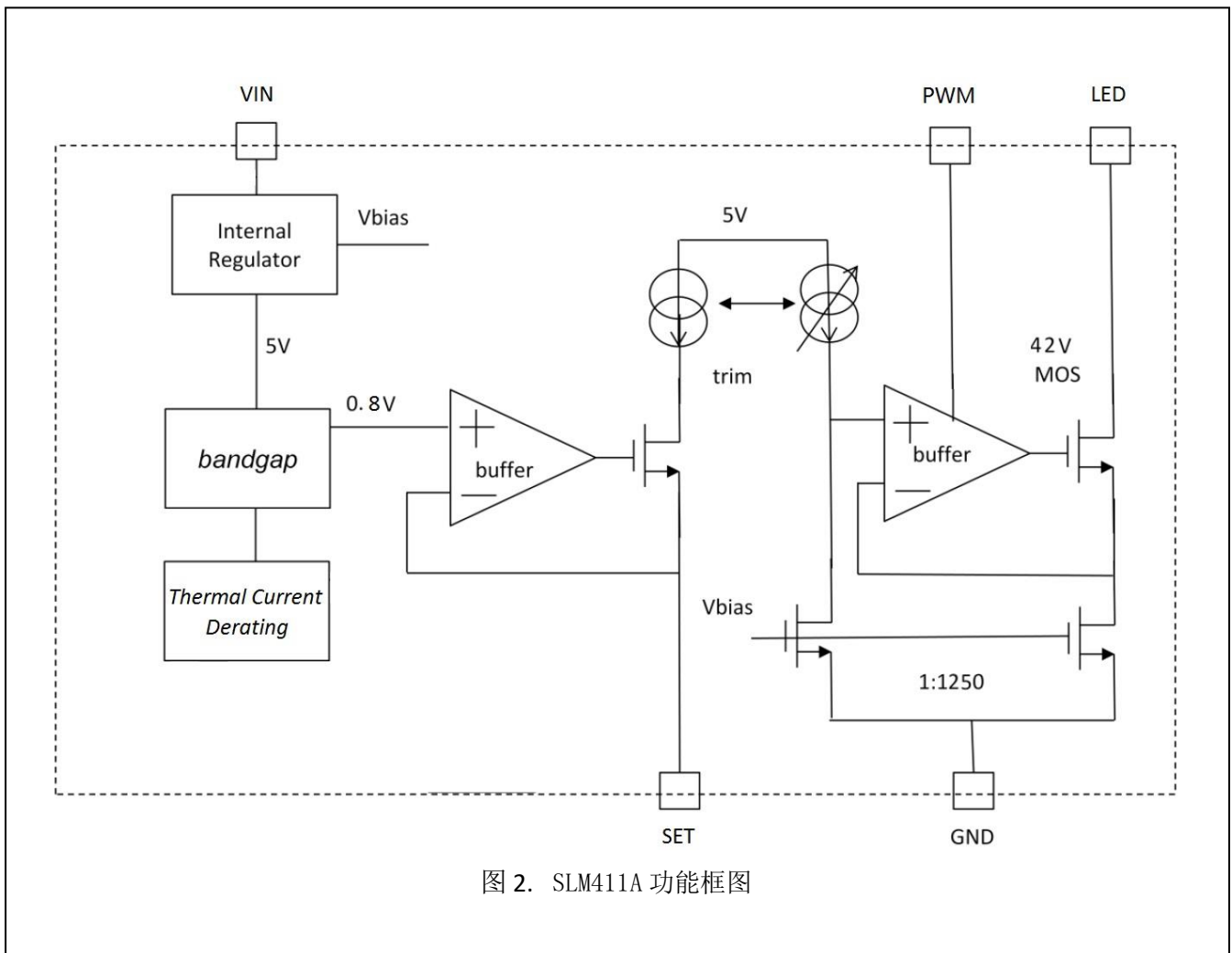
功能框图


图 2. SLM411A 功能框图

绝对最大额定值

| | | | |
|--------------------------|---|-------------------------------|----------|
| VIN, PWM, LED to Ground | | -0.3V ~ 48V | |
| SET to Ground | | -0.3V ~ 6.5V | |
| 输出电流 | | 380mA | |
| 总功耗, P _{TOT} | SOT23-6 | 0.7w (T _s ≤ 100°C) | |
| | SOIC8-EP | 1.6w (T _s ≤ 100°C) | |
| 最大结温, T _{JMAX} | | 150°C | |
| 存储温度范围, T _{STG} | | -65° ~ +150°C | |
| 工作结温, T _J | | -40°C ~ +125°C | |
| 封装热阻 | Junction to Ambient, R _{th-JA} | SOT23-6 | 150 °C/w |
| | | SOIC8-EP | 60 °C/w |
| | Junction to Case, R _{th-JC} | SOT23-6 | 40 °C/w |
| | | SOIC8-EP | 15 °C/w |
| ESD (HBM) | | 4000 V | |
| ESD (CDM) | | 1000 V | |
| Latch-up | | +/- 100mA | |

电气特性

 测试条件为 $T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ 。典型值均在 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ 时测得。

| 符号 | 参数 | 测试条件 | 最低 | 典型值 | 最高 | 单位 |
|----------------|--------------------------------------|--|-----|------|-----|-------------------------|
| V_{IN} | Input voltage operation range | | 4.5 | | 42 | V |
| I_Q | Chip quiescent current | $V_{IN} \geq 5V$ | 200 | 250 | 350 | μA |
| I_P | Sink current | $V_{IN} \geq 5V$ | 15 | | 350 | mA |
| I_{SKEW} | Sink current accuracy | $V_{IN} = 5V, V_{LED} = 3V$ | | | 5 | % |
| I_{LK} | Output leakage current | $V_{IN} = 0V, V_{LED} = 42V$ | | | 1 | μA |
| V_{LED_MIN} | Minimum drop out voltage | $V_{IN} \geq 5V, I_{LED} = 20\text{mA}$ | | 0.30 | | V |
| | | $V_{IN} \geq 5V, I_{LED} = 60\text{mA}$ | | 0.35 | | |
| | | $V_{IN} \geq 5V, I_{LED} = 150\text{mA}$ | | 0.6 | | |
| | | $V_{IN} \geq 5V, I_{LED} = 200\text{mA}$ | | 0.8 | | |
| | | $V_{IN} \geq 5V, I_{LED} = 350\text{mA}$ | | 1.0 | | |
| LDR | Sink current load regulation | $V_{IN} = 5V, V_{LED}$ from 3V to 42V | | 0.1 | | %/V |
| LNR | Sink current line regulation | V_{IN} from 5V to 42V, $V_{LED} = 3V$ | | 0.1 | | %/V |
| TR | Temperature regulation | $V_{IN} = 5V, V_P = 3V$ | | 0.1 | | %/ 10°C |
| V_{IH} | PWM Logic "1" input voltage | $V_{IN} \geq 5V$ | 1.4 | | | V |
| V_{IL} | PWM Logic "0" input voltage | $V_{IN} \geq 5V$ | | | 0.4 | |
| f_{REQ} | PWM Dimming frequency | | 0.1 | | 20 | kHz |
| DR | Dimming ratio | At 500Hz dimming | | 1024 | | |
| t_R | Dimming Rising Time | At 500Hz dimming | 2 | 3 | 4 | μs |
| t_F | Dimming Falling Time | At 500Hz dimming | 25 | 30 | 35 | ns |
| t_D | Dimming Propagation Delay | At 500Hz dimming | 1 | 2 | 3 | μs |
| T_{CD} | Thermal current derating temperature | | | 135 | | $^{\circ}\text{C}$ |
| T_{SD} | Thermal shutdown temperature | | | 160 | | $^{\circ}\text{C}$ |

应用信息

SLM411A 为线性恒流源芯片，产品应用简单，可为各种照明及背光系统提供高品质恒流驱动。

封装热阻

在应用时需充分考虑整个照明系统的功耗与散热问题。选用芯片电流值越高，越须降低 SLM411A 输出端压降，以避免芯片及系统本身过热。降低输出端电压的方法如下：

- 在能维持恒流的情况下，尽量降低电源电压。
- 在能维持恒流的情况下，尽量增加恒流串联回路中LED的数量。
- 在能维持恒流的情况下，于恒流串联回路中，加上降压电阻，以减少SLM411A的输出端电压。

产品的功耗取决于以下因素： θ_{JA} ，PCB版图，应用环境气流以及芯片结温与环境温差。

芯片的最大功耗可以根据以下公式换算：

$$P_{D(MAX)} = \frac{T_{J(MAX)} - T_A}{\theta_{JA}}$$

$T_{J(MAX)}$ 是最高结温；

T_A 是环境温度；

θ_{JA} 是热阻。

芯片最高结温是125° C，最高工作环境温度可由SLM411功耗及热阻来计算。SLM411A的 SOT23-6 和SOIC8-EP封装在 51 x 51mm 2oz双层 PCB板上的热阻分别约为 150° C/W和60° C/W，因此在25° C 工作温度下的最大功耗是：

$$P_{D(MAX)} = \frac{125^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}}{150} = 0.7\text{w} \text{ --- SOT23-6}$$

$$P_{D(MAX)} = \frac{125^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}}{60} = 1.6\text{w} \text{ --- SOIC8-EP}$$

如果增加环境的空气对流，或者选用更好散热条件的PCB板，则产品可以支持更高的应用功耗。

输出电流设定

RSET脚用于设定输出电流，在使芯片管脚外接一个电流设定电阻SET到地，输出的电流就可以由下式算出：

$$I_{LED} = (1000/R_{SET}) \text{ A}$$

如外接电阻 5k0hm，则输出电流为 200mA。

如外接电阻 5k0hm，则输出电流为 200mA。

系统设计优化以减少芯片的功耗

由于SLM411是一颗线性恒流芯片，在照明系统的应用中，输入电压越高，同等电流的情况下，芯片上所承受的功耗越高。所以为了降低芯片的功耗，同时提高整个系统的效率，输入电压在满足芯片恒流工作的情况下，需要尽可能的小。下述方法可以有效降低芯片上的功耗：

- 在满足恒流工作的情况下，降低输入电压
- 在满足恒流工作的情况下，串更多的灯珠
- 在电路中串接分压电阻，需要考虑电阻的功耗
- 建议在输入电源端和地之间接一个0.1uF~10uF的陶瓷电容，以有效提高系统的稳定性
- 建议在LED管脚和地之间接一个100nF的陶瓷电容以提高系统的可靠性，特别是对于汽车电子的应用场景。

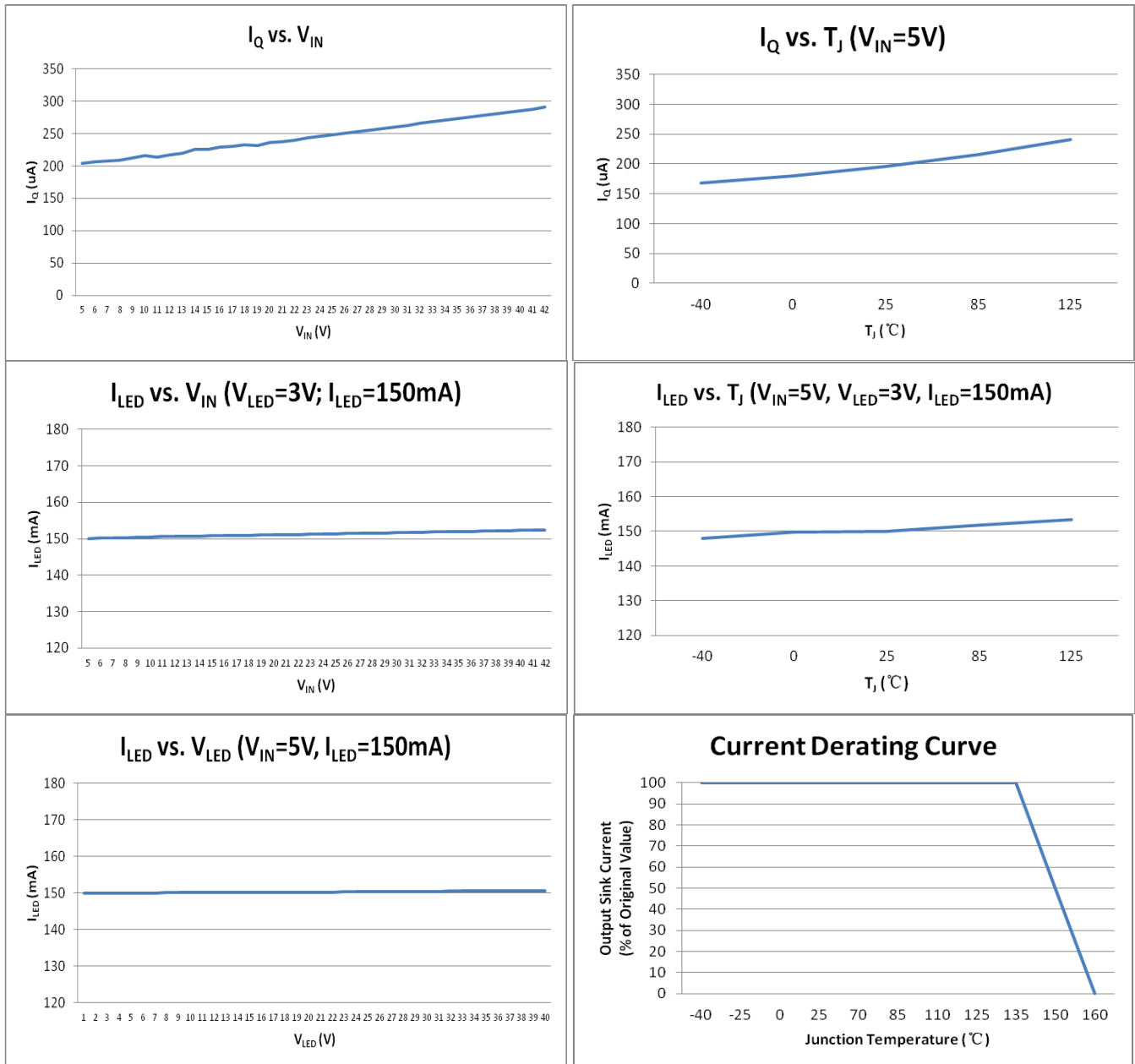
过温保护：线性降电流

IC结温过高可能会造成芯片损坏、系统发热着火等不可弥补的损失。过高的结温可能由大电流工作、线路板设计差或环境温度高等因素造成。

SLM411A具有过温保护功能。在SLM411A结温上升到135° C时，过温保护电路会开始限制芯片输出电流。输出电流在芯片结温达到160° C时，输出电流会线性降低到0。

典型工作特性曲线

测试条件为: $T_J = 25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5.0\text{V}$, $V_P = 3.0\text{V}$ 。



贴片条件及温度曲线

| Profile Feature | Pb-Free Assembly |
|---|------------------|
| Preheat & Soak | |
| Temperature min (T _{smin}) | 150°C |
| Temperature max (T _{smax}) | 200°C |
| Time (T _{smin} to T _{smax}) (t _s) | 60-120 seconds |
| Average ramp-up rate (T _{smax} to T _p) | 3°C/second max. |
| Liquidous temperature (T _L) | 217°C |
| Time at liquidous (t _L) | 60-150 seconds |
| Peak package body temperature (T _p)* | Max 260°C |
| Time (t _p)** within 5°C of the specified classification temperature (T _c) | Max 30 seconds |
| Average ramp-down rate (T _p to T _{smax}) | 6°C/second max. |
| Time 25°C to peak temperature | 8 minutes max. |

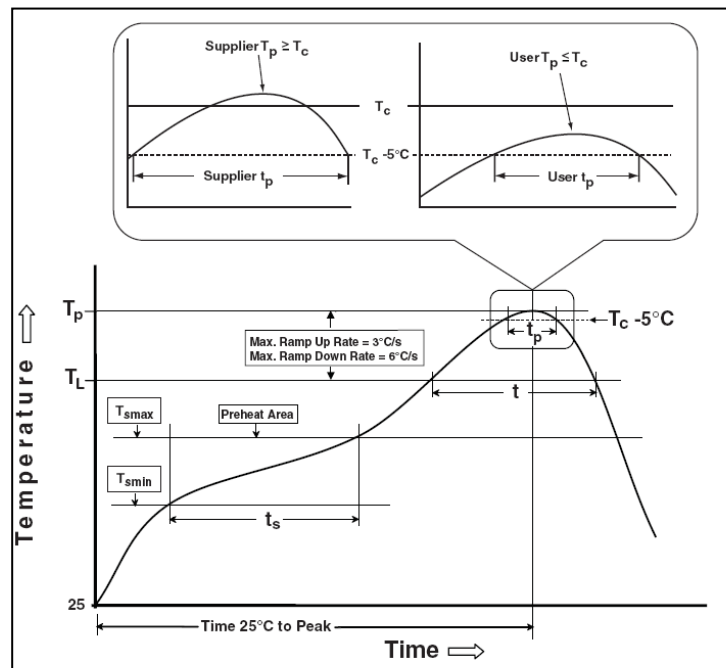
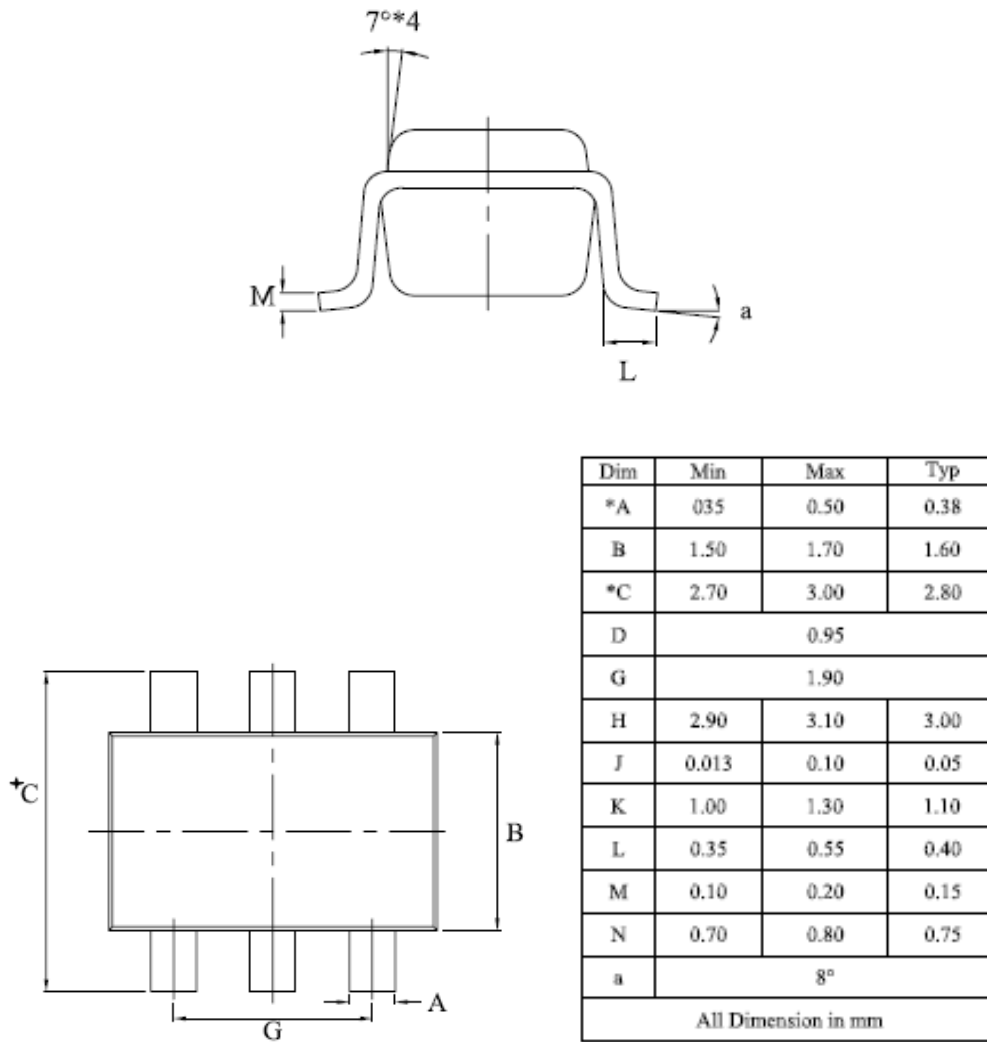


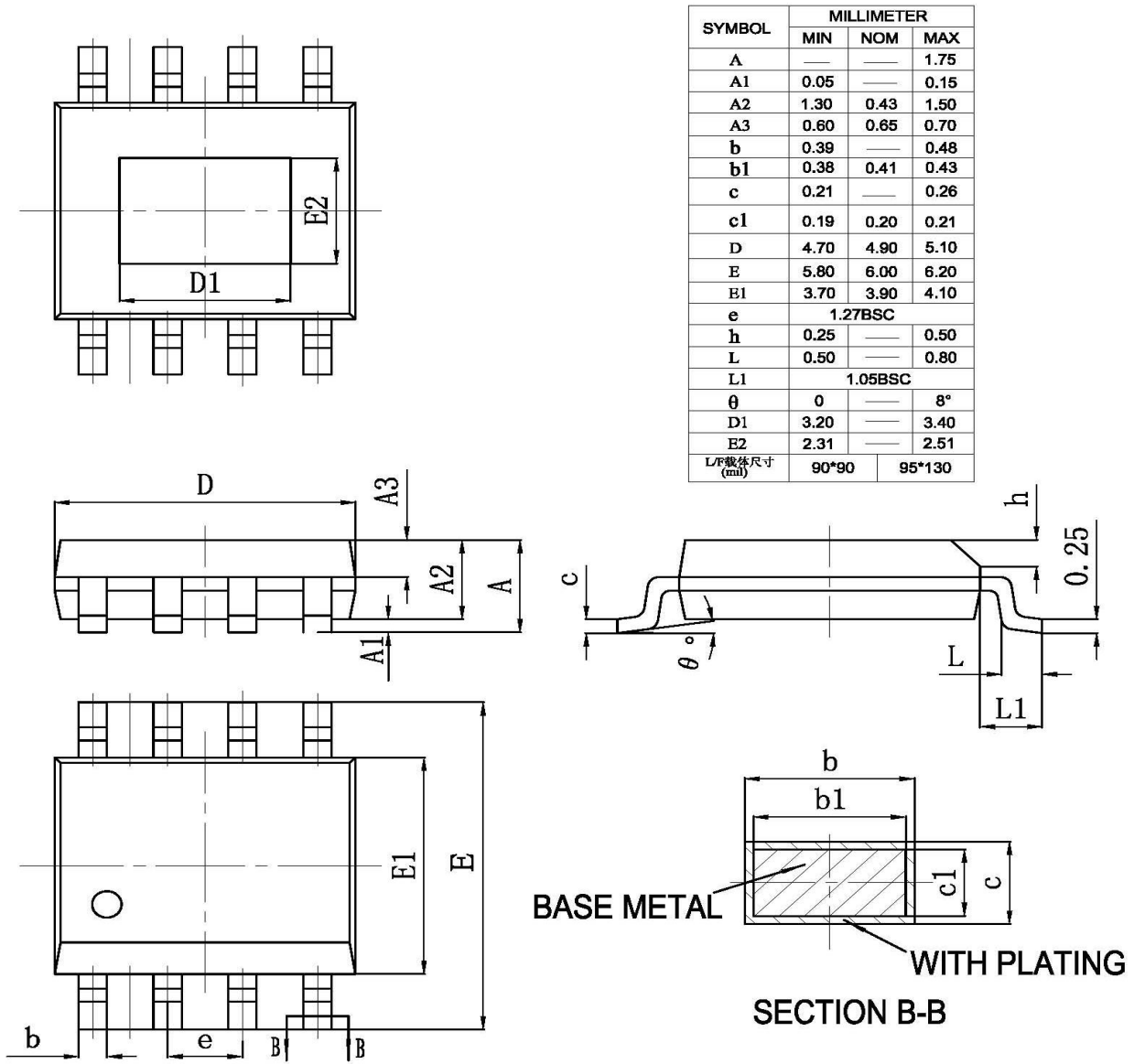
图 3.贴片温度曲线

封装规格



Note: All dimensions in millimeters unless otherwise stated.

图 4. S0T23-6 封装尺寸



Note: All dimensions in millimeters unless otherwise stated.

图 5. S0108-EP 封装尺寸

修订历史记录

注：之前版本的页码可能与当前版本有所不同。

| 页码或者项目 | 修改内容 |
|------------------------|-------------------|
| REV.1.0 数据手册，2019/8/29 | |
| | 第一版规格书发布 |
| Rev1.1 规格书，2022/4/13 | |
| 整篇文档 | 数明半导体标识变动及规格书格式变动 |