



MP1541 数据手册

1.3MHz 升压转换器

广州周立功单片机科技有限公司

地址：广州市天河北路 689 号光大银行大厦 12 楼 F4

网址：<http://www.zlgmcu.com>

目 录

MP1541: 1.3MHz 升压转换器	1
1.1 描述	1
1.2 特性	1
1.3 应用	1
1.4 典型应用	1
1.5 订购信息	2
1.6 电气特性 ⁽⁵⁾	4
1.7 典型工作特性	5
1.8 引脚功能	6
1.9 工作	6
1.10 应用信息	6
1.10.1 设置输出电压	6
1.10.2 选择输入电容	7
1.10.3 选择输出电容	7
1.10.4 选择电感	7
1.10.5 选择二极管	7
1.10.6 补偿	7
1.10.7 布线考虑	8
1.11 典型应用电路	9
1.12 封装信息	10

MP1541: 1.3MHz 升压转换器

1.1 描述

MP1541 是一个 5-脚 TSOT23 电流模式升压转换器，主要用于小型、低功率应用。MP1541 的开关频率为 1.3MHz，允许使用小巧、低成本的电容，电感高度等于或小于 2mm。内部软启动导致小浪涌电流并延长电池寿命。MP1541 可在低至 2.5V 的输入电压下工作，在 5V 输入电源、高达 300mA 的情况下可产生 12V 电压。

MP1541 包含欠压闭锁、电流限制和热过载保护，以防止在输出过载的情况下造成损坏。MP1541 采用小型的 5-脚 TSOT23 封装。

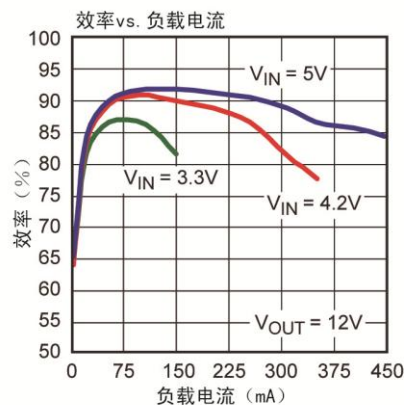
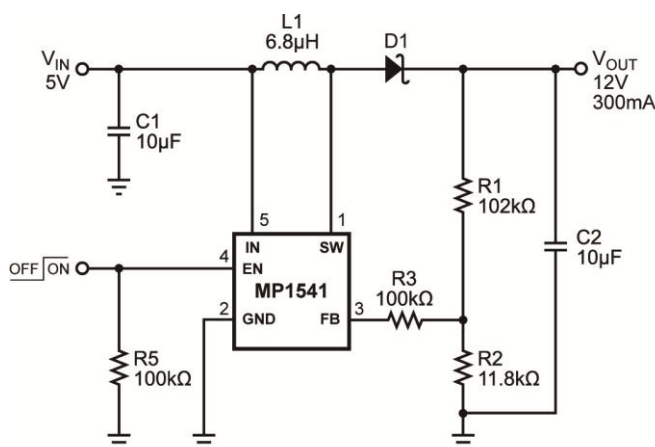
1.2 特性

- 内置功率 MOSFET；
- 使用小巧的电容和电感；
- 1.3MHz 固定的开关频率；
- 内部补偿；
- 内部软启动；
- 工作的输入电压低至 2.5V，输出电压高至 22V；
- 5V 输入电源、高达 300mA 的情况下可产生 12V 电压；
- UVLO、热关断；
- 内部电流限制；
- 采用 TSOT23-5 封装；

1.3 应用

- 照相机手机闪光；
- 掌上电脑和 PDA；
- 数码相机和摄像机；
- 外置调制解调器；
- 小型 LCD 显示器；
- 白光 LED 驱动器。

1.4 典型应用



1.5 订购信息

器件型号*	封装	顶部标识	大气温度 (T _A)
MP1541DJ	TSOT23-5	B3	-40℃~+85℃

* 对于带&卷封装，添加后缀-Z (如 MP1541DJ-Z)；

对于符合 RoHS 标准的封装，添加后缀-LF (如 MP1541DJ-LF-Z)。

封装参考



绝对最大额定值⁽¹⁾

SW 引脚.....	-0.3V ~ 25V
所有其他引脚	-0.3V ~ 6.5V
结温	150 ℃
连续功率消耗(T _A = +25 ℃) ⁽²⁾	
.....	0.47W
引脚温度	260 ℃
存储温度	-65 ℃ ~ +150 ℃

推荐工作条件⁽³⁾

供电电压 V _{IN}	2.5V ~ 6V
输出电压 V _{OUT}	3V ~ 22V
工作结温	-40 ℃ ~ +85 ℃
最大结温 (T _J)	+125 ℃

热电阻⁽⁴⁾

	θ_{JA}	θ_{JC}
TSOT25	220	110

注：

1) 超过这些额定值可能损坏器件。

2) 允许的最大功耗与最大结温 $T_{J(MAX)}$ 、结点到环境的热电阻 θ_{JA} 以及环境温度 T_A 有关。任意环境温度下允许的最大连续功耗由 $P_D(MAX) = (T_J(MAX) - T_A) / \theta_{JA}$ 计算得出。超出这个功耗会导致芯片温度过高，稳压器进入热关断模式。内部的热关断电路可以防止器件被永久损坏。

3) 若超出这个工作条件，不保证器件能正常操作。

4) 根据 JESD51-7，在 4 层 PCB 板上测得。

1.6 电气特性⁽⁵⁾

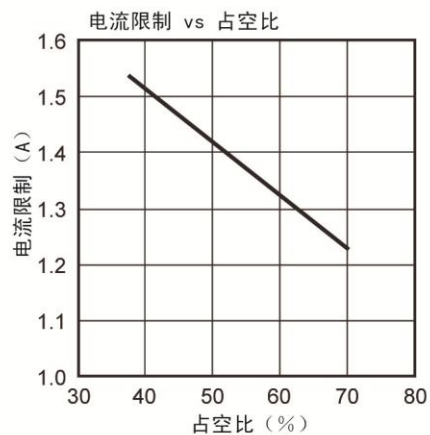
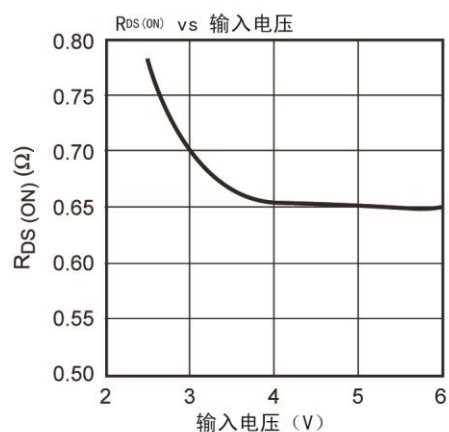
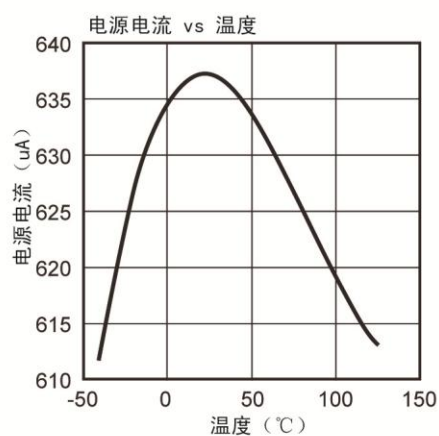
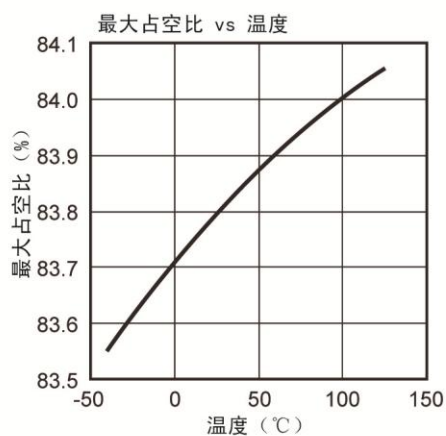
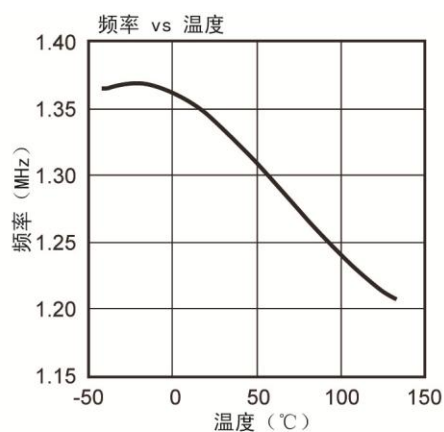
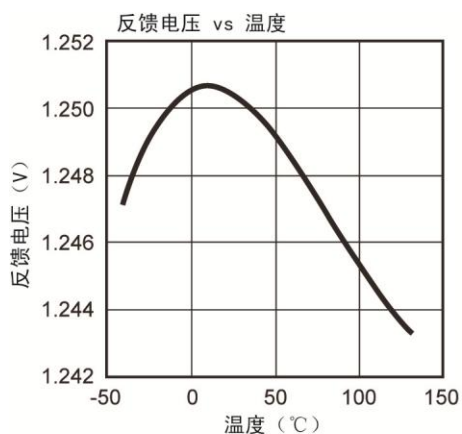
$V_{IN}=V_{EN}=5V$, $T_A = +25^{\circ}C$ (除非特别注明)。

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
工作输入电压	V_{IN}		2.5		6	V
欠压闭锁				2.25	2.45	V
欠压闭锁滞后				92		mV
电源电流 (关断)		$V_{EN} = 0V$		0.1	1	μA
电源电流 (静态)		$V_{FB} = 1.3V$		635	850	μA
开关频率	f_{SW}		1.0	1.3	1.6	MHz
最大占空比		$V_{FB} = 0V$	80	85		%
EN 阈值		V_{EN} 上升	1.0	1.3	1.6	V
EN 阈值		V_{EN} 上升, $V_{IN} = 2.5V$		1.1		V
EN 滞后				100		mV
EN 输入偏置电流		$V_{EN} = 0V, 6V$			1	μA
FB 电压	V_{FB}		1.21	1.25	1.29	V
FB 输入偏置电流		$V_{FB} = 1.25V$	-100	-30		nA
SW 导通电阻 ⁽⁵⁾	$R_{DS(ON)}$			0.65		Ω
SW 电流限制 ⁽⁵⁾				1.9		A
SW 漏电流		$V_{SW} = 15V$			1	μA
热关断 ⁽⁵⁾				160		$^{\circ}C$

注：

5) 通过设计保证。

1.7 典型工作特性



1.8 引脚功能

引脚序号	名称	描述
1	SW	电源开关输出。SW 是内部 MOSFET 开关的漏极。连接电源电感和输出整流器到 SW。SW 可在 GND 和 22V 之间变动。
2	GND	地。
3	FB	反馈输入。FB 电压是 1.25V。连接一个电阻分压器到 FB。
4	EN	稳压器 On/Off 控制输入。EN 为高时使能转换器，EN 为低时禁能转换器。EN 不使用时，将其连接到输入电源以便自动启动。EN 引脚不能悬空。
5	IN	输入电源引脚。必须在本地图旁路（Must be locally bypassed）。

1.9 工作

MP1541 使用固定频率、峰值电流模式的升压稳压器结构来调节反馈引脚的电压。参考图 1 的功能框图可以了解 MP1541 的工作。在每个振荡器周期开始时，MOSFET 通过控制电路启用。为了防止在占空比大于 50% 时发生次谐波振荡，需要添加一个稳定的斜坡到电流检测放大器的输出，并且结果馈送到 PWM 比较器的负极输入。当这个电压等于误差放大器的输出电压时，功率 MOSFET 断开。误差放大器输出的电压是对 1.25V 带隙参考电压和反馈电压之间压差的放大。这样峰值电流电平保持调节的输出。如果反馈电压开始下降，那么误差放大器的输出上升。这就导致更多电流流经功率 MOSFET，从而提高了传输到输出的功率。

MP1541 具有内部软启动，可限制启动的输入电流以及输出的过冲量。在给定的 120μs 总软启动时间内，电流限制每 40μs 增加四分之一。

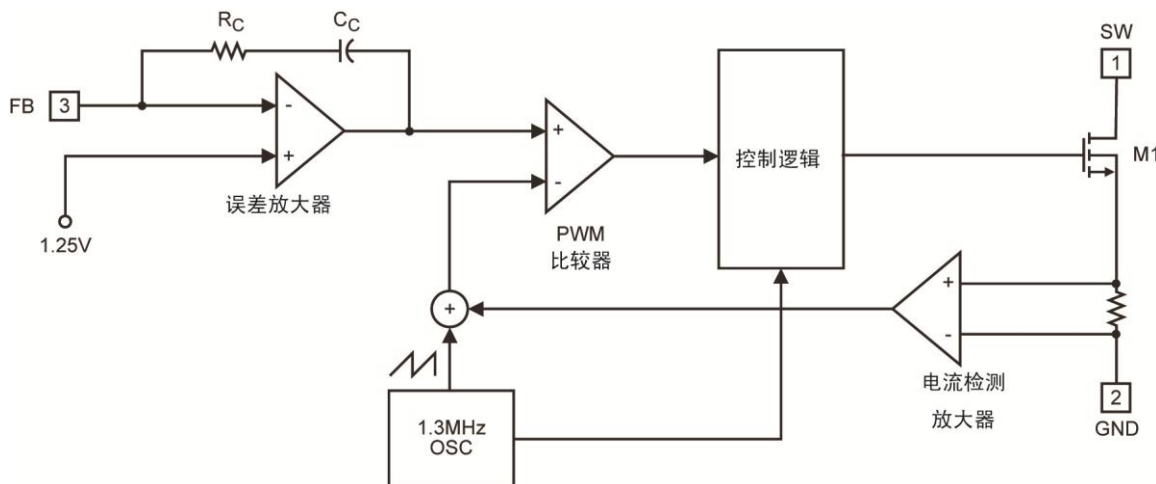


图 1 功能框图

1.10 应用信息

1.10.1 设置输出电压

通过选择电阻分压器的分压比来设置输出电压。分压器的低侧电阻 R2 使用 11.8kΩ。高侧电阻 R1 由下面的等式决定：

$$R1 = \frac{R2 \times (V_{OUT} - V_{FB})}{V_{FB}}$$

其中， V_{OUT} 是输出电压。

由于 $R2=11.8k\Omega$ 且 $V_{FB}=1.25V$ ，因此 $R1(k\Omega) = 9.44k\Omega (V_{OUT} - 1.25V)$ 。

1.10.2 选择输入电容

需要一个输入电容给电感提供 AC 纹波电流，同时限制输入源的噪声。这个电容必须有低的 ESR，因此陶瓷是最好的选择。

使用输入电容的值为 $4.7\mu\text{F}$ 或 $4.7\mu\text{F}$ 以上。这个电容必须靠近 IC 引脚放置。由于它减少了在 IN 引脚出现的电压纹波，因此它也减少了沿着该线路流到其它电路的 EMI 量。

1.10.3 选择输出电容

对于大多数应用，一个 $4.7\mu\text{F}\sim 10\mu\text{F}$ 的陶瓷电容通常提供了足够的输出容量。如果需要更大的容量来改良线路支持和瞬态响应，那么可将钽电容与陶瓷电容并联。开关频率的陶瓷电容的阻抗由电容容量决定，因此输出电压纹波通常与 ESR 没有关系。输出电压纹波 V_{RIPPLE} 可通过下式来计算：

$$V_{\text{RIPPLE}} = \frac{I_{\text{LOAD}} (V_{\text{OUT}} - V_{\text{IN}})}{V_{\text{OUT}} \times C2 \times f_{\text{sw}}}$$

其中， V_{IN} 是输入电压， I_{LOAD} 是负载电流， $C2$ 是输出电容的容量， f_{sw} 是 1.3MHz 开关频率。

1.10.4 选择电感

需要使用电感使输出电压更高，而同时由较低的输入电压驱动。选择一个电感，使它在 SW 电流限制时不饱和。确定电感的正确规则是允许峰-峰纹波电流约为最大输入电流的 30%~50%。在占空比用来防止由于电流限制变化而导致的调节损耗时，确保峰值电感电流低于典型电流限制的 75%。

用下面的等式来计算所需的电感值：

$$L = \frac{V_{\text{IN}} (V_{\text{OUT}} - V_{\text{IN}})}{V_{\text{OUT}} \times f_{\text{sw}} \times \Delta I}$$

$$I_{\text{IN(MAX)}} = \frac{V_{\text{OUT}} \times I_{\text{LOAD(MAX)}}}{V_{\text{IN}} \times \eta}$$

$$\Delta I = (30\% - 50\%) I_{\text{IN(MAX)}}$$

其中， $I_{\text{LOAD(MAX)}}$ 是最大的负载电流， ΔI 是峰-峰电感纹波电流， η 是效率。对于 MP1541，对于少于 3.3V 的输入电压建议使用 $4.7\mu\text{F}$ ，而大于 3.3V 的输入电压建议使用 $10\mu\text{F}$ 。

1.10.5 选择二极管

当内部 MOSFET 关闭时，输出整流二极管为电感提供电流。为了减少由于二极管正向电压和恢复时间所造成的损耗，使用肖特基二极管。选择最大反向电压额定值大于最大输出电压的二极管。在大多数应用中，对于少于 20V 的输出电压，建议选择 MBR0520。这个二极管用于少于 500mA 的负载电流。如果平均电流大于 500mA，那么使用 Microsemi UPS5817 是一个好的选择。

1.10.6 补偿

与大多数电流模式调节器一样，MP1541 使用一个放大器，而不是传统的跨导放大器，来补偿反馈环路。通过内部电阻与电容以及外部电阻来提供频率补偿。系统使用两个极点和一个零极来稳定控制环路。极点 f_{p1} 由输出电容和负载电阻设置， f_{p2} 由内部补偿电容 C_C 、误差放大器的增益和反馈节点 R_{EQ} 的电阻来设置。零极 f_{z1} 内部设置为大约 20kHz。这些值由下面的等式计算得出：

$$f_{p1} = \frac{1}{\pi \times C2 \times R_{LOAD}}$$

$$f_{p2} = \frac{1}{2 \times \pi \times (7.9 \times 10^{-9}) \times R_{EQ}}$$

$$f_{z1} = 20\text{kHz}$$

其中, R_{LOAD} 是负载电阻, R_{EQ} 由下面等式计算得出:

$$R_{EQ} = R3 + \frac{R1 \times R2}{R1 + R2}$$

其中 $R1$ 、 $R2$ 和 $R3$ 如图 2 所示。

DC 环路增益为:

$$A_{VDC} = 500 \times \frac{V_{IN} \times R_{LOAD} \times V_{FB}}{V_{OUT}^2}$$

还有一个右半平面零极 (f_{RHPZ}), 它存在于所有连续模式 (电感电流在每个周期不降至零) 的升压转换器中。右半平面零极的频率为:

$$f_{RHPZ} = \frac{V_{IN}^2 \times R_{LOAD}}{2 \times \pi \times L \times V_{OUT}^2}$$

为了稳定调节控制环路, 交叉频率 (环路增益降到 0dB 或增益为 1 时的频率) 应至少为右半平面零极频率的十分之一, 最高为 75kHz。 f_{RHPZ} 在最大输出负载电流 (R_{LOAD} 为最少) 和最小输入电压时的频率最低。

对于 MP1541, 建议将一个 47kΩ~100kΩ 的电阻与 FB 引脚串联放置, 电阻分压器如图 2 所示。对于大多数应用, 这样可以稳定操作。如果需要更大的相位裕度, 则串联电阻和电容应与高侧电阻 $R1$ 并联, 如图 2 所示。极点和零极由超前-滞后补偿网络来设置:

$$f_{p3} = \frac{1}{2 \times \pi \times C3 \times (R4 + \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}})}$$

$$f_{z2} = \frac{1}{2 \times \pi \times C3 \times (R1 + R4)}$$

1.10.7 布线考虑

高频开关调节器需要非常仔细的布线来获得稳定的操作和低噪声。所有元件必须尽可能靠近 IC 放置。使 $L1$ 、 $D1$ 和 $C2$ 之间的连接走线非常短来最大限度减少噪声和响声。 $C1$ 必须靠近 IN 引脚放置以更好去耦。所有反馈元件必须靠近 FB 引脚以防止 FB 引脚走线上的噪声干扰。 $C1$ 和 $C2$ 的接地回路应靠近 GND 引脚。请见 MP1541 演示板布线以供参考。

1.11 典型应用电路

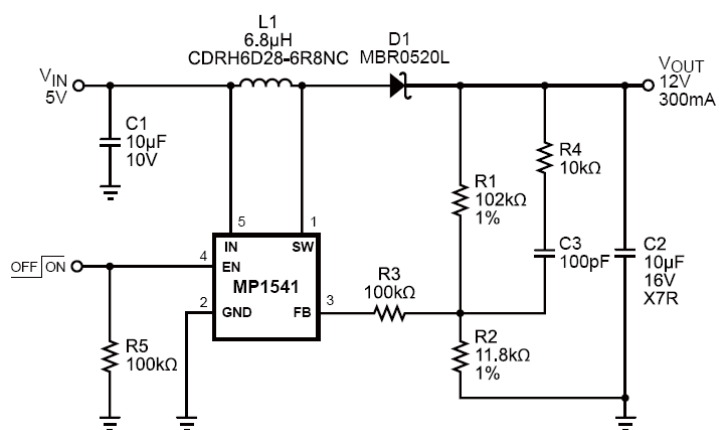


图 2 $V_{IN}=5V$, $V_{OUT}=12V$, $I_{OUT}=300mA$ 升压电路

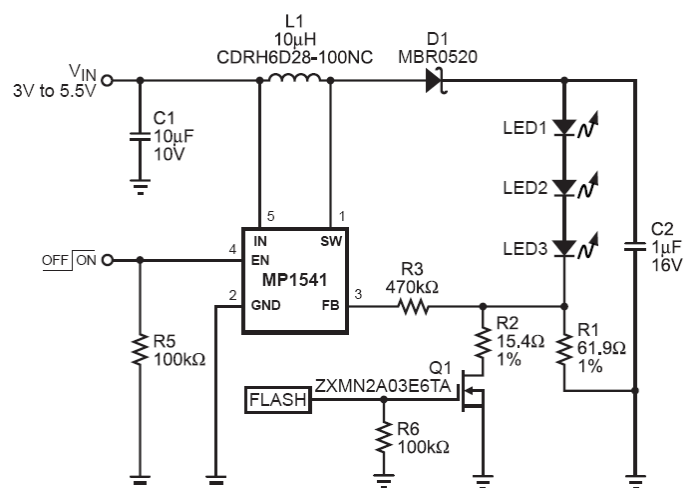
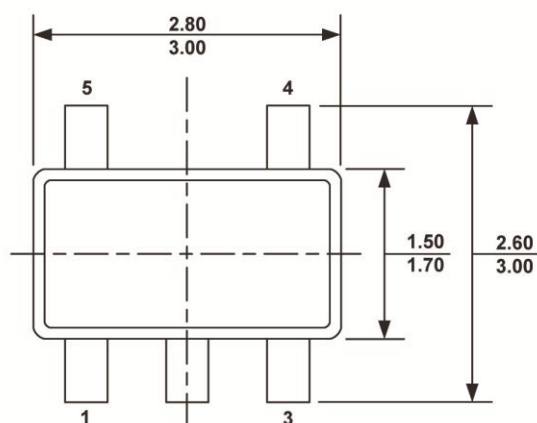


图 3 驱动 Flashlight LED 的典型应用电路

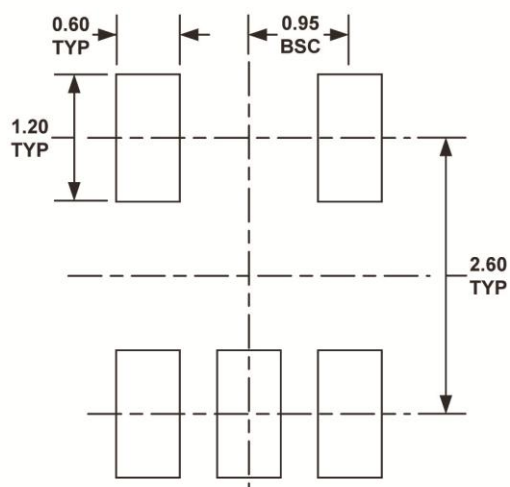
(20mA Torch 电流, 100mA Flash 电流)

1.12 封装信息

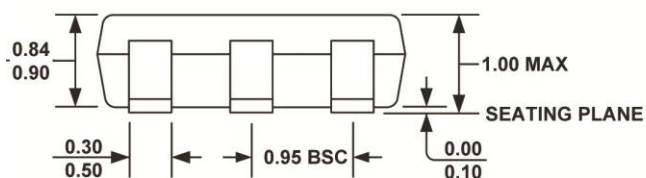
TSOT23-5



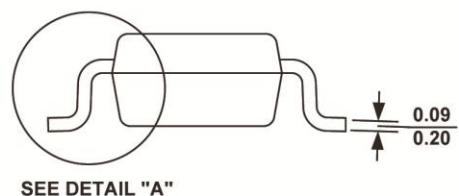
俯视图



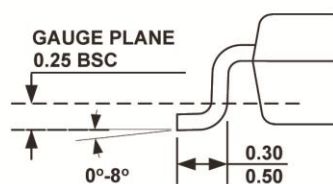
建议焊盘图案



前视图



侧视图



DETAIL A

注:

- 1) 所有尺寸以毫米为单位。
- 2) 封装长度不包括模具溢料、突出部分或门毛边。
- 3) 封装宽度不包括引脚间溢料或突出部分。
- 4) 引脚共面 (成型后引脚的底部) 最大应为0.10毫米。
- 5) 绘制符合JEDEC MO-193, VARIATION AA。
- 6) 不按比例绘制。