

BST6056——4.5V-55V 输入，5A 输出，异步降压转换器

概述

BST6056 是一款高耐压高效异步降压 DC/DC 转换器，能够提供高达 5A 负载电流。BST6056 可工作在 4.5V 至 55V 的宽输入电压范围内，内部集成了一个高边开关，其 $R_{DS(ON)}$ 仅为 $90m\Omega$ ，可减少导通损耗，提高电源转化效率。BST6056 的静态电流可低至 $170\mu A$ ，当 EN 为低电平时，芯片关断时，关断电流可低至 $2\mu A$ 。

BST6056 可通过调节 RT 引脚对地电阻的阻值，调节开关频率从 $150kHz$ 到 $1.5MHz$ 。BST6056 采用峰值电流控制模式，以及 PWM 和 PFM 混合调制方式，在轻载情况下，采用 PFM 调制模式来降低振荡器的频率，以提高轻载下的转化效率。芯片内部内置了软启动电路，可限制上电时的产生浪涌电流。

特性

- 输入电压范围：4.5V~55V
- 高边 MOSFET 内阻： $90m\Omega$
- $170\mu A$ 静态工作电流
- $2\mu A$ 关断电流
- 开关频率可调
- 轻载模式提高轻载效率
- $0.8V$ 内部基准电压
- 8 引脚 ESOP 封装
- 温度范围： $T_j = -40^{\circ}C \sim +150^{\circ}C$

应用

- 12V、24V 工业和商业低功率系统
- AEC-Q100 认证，汽车电子

典型应用电路

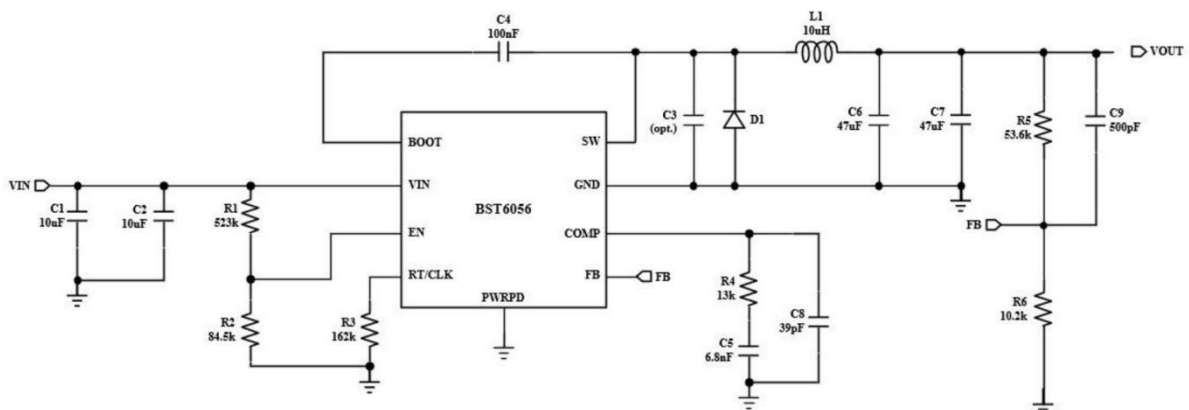


图 1 典型应用电路（输出电压5V）

引脚定义

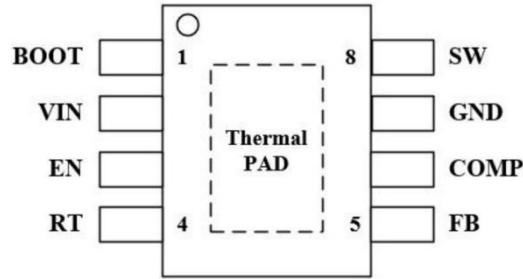


图 2 引脚定义图

表 1 引脚定义

引脚名称	引脚编号	引脚描述
BOOT	1	功率管驱动模块电源输入端。通过自举电容连接该管脚和管脚 SW。
VIN	2	芯片电源输入端。
EN	3	使能输入端。高有效，内置上拉电流，悬空或接高电平时芯片工作，接低电平芯片关断。
RT	4	工作频率设置端。接电阻到地，设置芯片工作频率。
FB	5	反馈输入端。通过电阻分压器连接到输出电容。
COMP	6	连接补偿输入端。调节环路稳定性的频率补偿，连接补偿 RC 网络到地。
GND	7	芯片地。
SW	8	开关输出端。功率 MOSFET 的源端，连接到续流二极管的阴极和电感。
裸露焊盘		连接到散热片区域和 GND。

原理框图

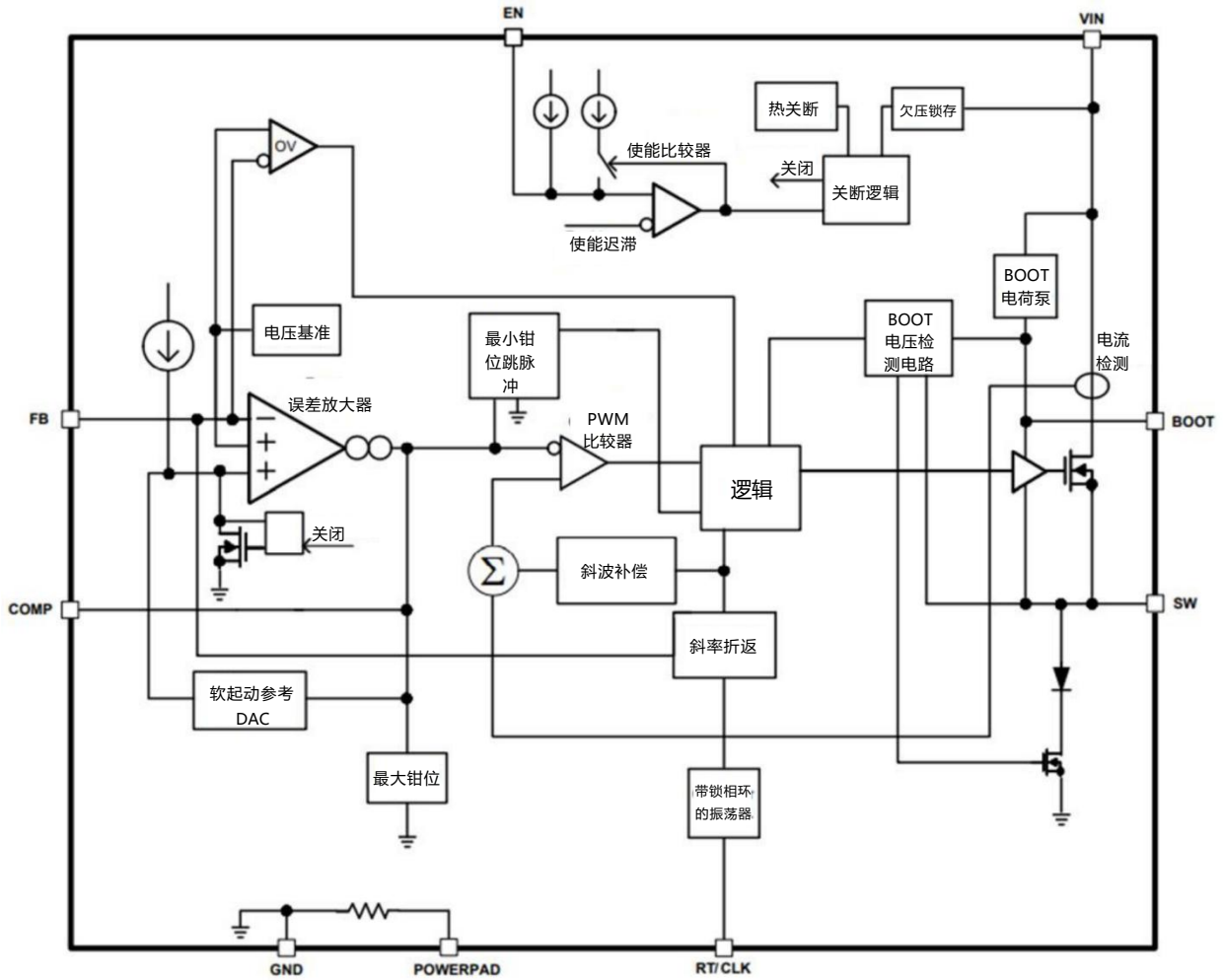


图 3 BST6056 内部模块框图

最大额定值^[1]

VIN, EN, SW.....	-0.3V~60V
RT, FB, COMP.....	-0.3V~7V
BOOT-SW.....	5V
封装热阻 ^[2]	
θ_{JA}	42°C/W
结温.....	150°C
引线温度（10s 焊接）.....	260°C
存储温度范围.....	-65°C~150°C
ESD ^[3]	
V_{ESD_HBM}	-3000V~+3000V
V_{ESD_CDM}	-500V~+500V

推荐工作条件^[4]

输入电压.....	4.5V~55V
输出电流.....	0A~5A
工作环境温度.....	-40°C~125°C

主要电气参数

($V_{IN}=4.5V\sim 55V$, $T_A=25^\circ C$, 除非另有说明。这些值由测试设计或统计相关性保证)

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围	V_{IN}		4.5		55	V
欠压锁存阈值	V_{UVLO}	V_{IN} 电压上升		3.6		V
静态电流	I_Q	$V_{IN}=12V$, $V_{FB}=0.9V$, SW 引脚悬空, $T_J=25^\circ C$		170		μA
关断电流	I_{SHDN}	$V_{EN}=0V$, $V_{IN}=12V$, $T_J=25^\circ C$		2		μA
反馈参考电压	V_{REF}		0.784	0.8	0.816	V
高边 MOSFET 内阻	$R_{DS(ON)}$	$V_{IN}=12V$, (BST-SW) =5V		90		m Ω
电流限制阈值	$I_{LIM, TOP}$	$V_{IN}=12V$, $T_J=25^\circ C$		6		A
EN 上升阈值	V_{ENH}			1.2		V
开关频率精度	F_{SW}	$R_T=200k\Omega$	450	600	750	kHz
频率设定范围	$F_{SW, RNG}$		150		1500	kHz
软启动时间	T_{SS}			1		ms
热关断温度	T_{SD}			175		$^\circ C$
热关断迟滞	$T_{SD, HYS}$			25		$^\circ C$

[1]超过额定最大范围的应力条件可能对芯片造成永久性损坏，在超过推荐工作条件外的应力条件下运行时，芯片功能无法得到保障。长时间暴露在额定最大应力条件下可能会影响芯片的可靠性。

[2] θ_{JA} 是在两层 PCB 板上， $T_A=25^\circ C$ 的自然对流条件下测量的。

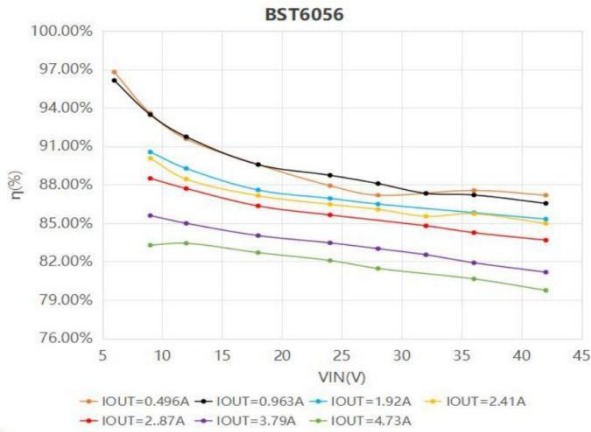
[3]ESD-HBM 依照 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准，ESD-CDM 依照 EIA-JEDEC JESD22-C101 标准。

[4]本设备不能保证在其工作条件外正常工作。

典型特性

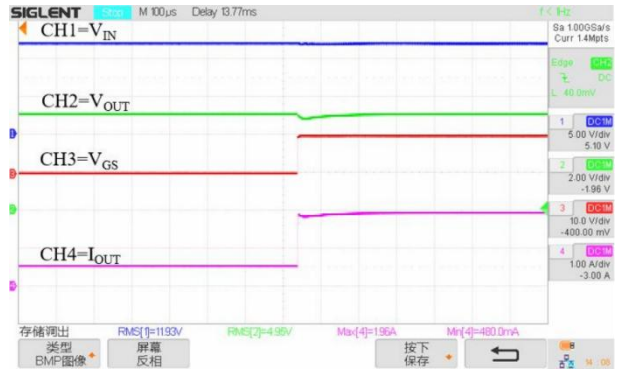
(典型应用电路, $T_A=25^\circ\text{C}$)

效率与负载电流



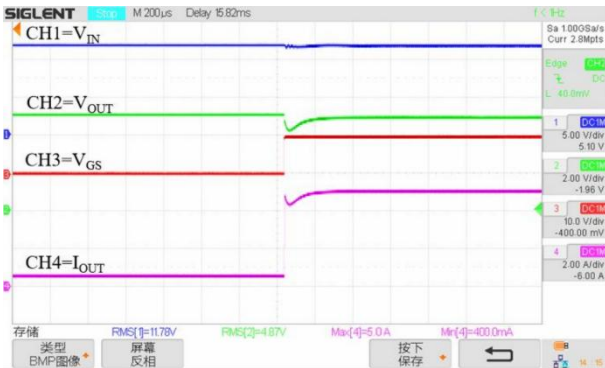
负载瞬态响应

($V_{IN}=12\text{V}$; $V_{OUT}=5\text{V}$; $I_{OUT}=0.5\text{A}\sim 2\text{A}$)



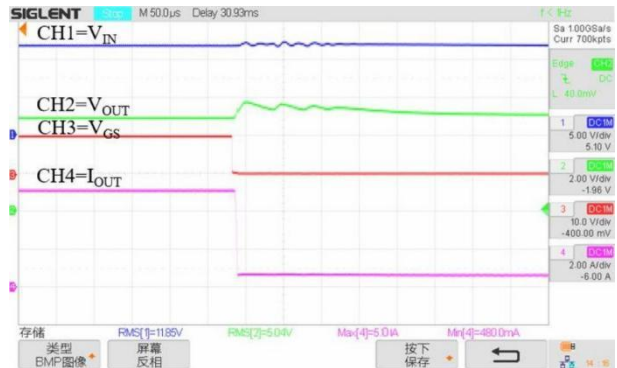
负载瞬态响应

($V_{IN}=12\text{V}$; $V_{OUT}=5\text{V}$; $I_{OUT}=0.4\text{A}\sim 5\text{A}$)



负载瞬态响应

($V_{IN}=12\text{V}$; $V_{OUT}=5\text{V}$; $I_{OUT}=5\text{A}\sim 0.4\text{A}$)



电源启动

($V_{IN}=12\text{V}$; $V_{OUT}=5\text{V}$; $I_{OUT}=3.5\text{A}$)



电源关断

($V_{IN}=12\text{V}$; $V_{OUT}=5\text{V}$; $I_{OUT}=3.5\text{A}$)



使能启动

($V_{IN}=12V$; $V_{OUT}=5V$; $I_{OUT}=2A$)



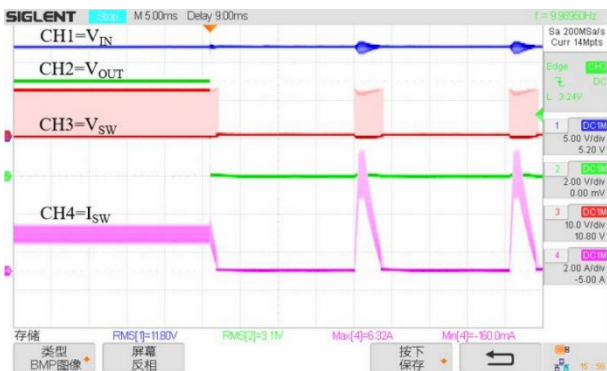
使能关断

($V_{IN}=12V$; $V_{OUT}=5V$; $I_{OUT}=2A$)



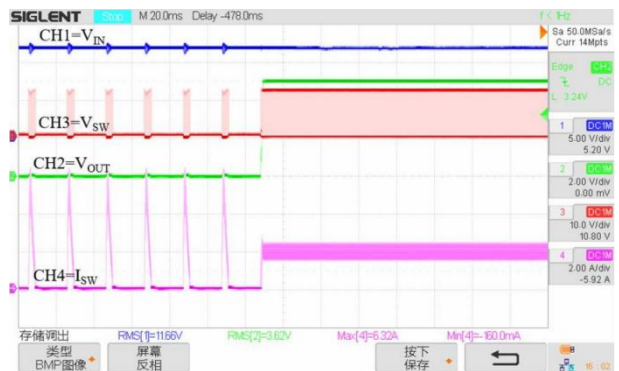
短路保护与恢复

($V_{IN}=12V$; $V_{OUT}=5V$; $I_{OUT}=2A\sim$ 短路)



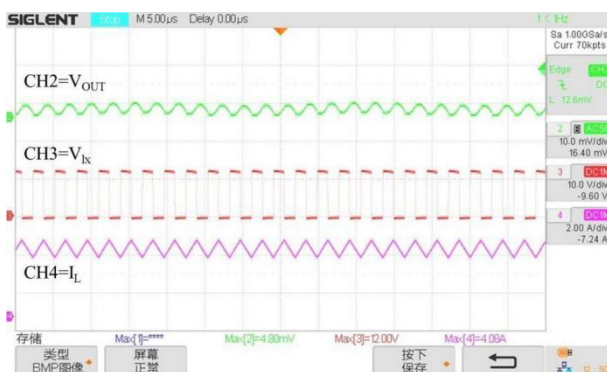
短路保护与恢复

($V_{IN}=12V$; $V_{OUT}=5V$; $I_{OUT}=\text{短路}\sim 2A$)



输出纹波

($V_{IN}=12V$; $V_{OUT}=5V$; $I_{OUT}=3.5A$)



输入电压过压保护

($V_{IN}=59V\sim 60V\sim 59V\sim 58V$; $V_{OUT}=5V$; $I_{OUT}=200mA$)



总体描述

BST6056 是一款高耐压高效异步降压 DC/DC 转换器，能够提供高达 5A 负载电流。BST6056 可工作在 4.5V 至 55V 的宽输入电压范围内，内部集成了一个高边开关，其 $R_{DS(ON)}$ 仅为 90mΩ，可减少导通损耗，提高电源转化效率。

BST6056 采用峰值电流控制模式，以及 PWM 和 PFM 混合调制方式。BST6056 可通过调节 RT 引脚对地电阻的阻值，调节开关频率从 150kHz 到 1.5MHz。同时芯片采用 PWM 和 PFM 混合调制模式，在轻载情况下，采用 PFM 调制模式来降低振荡器的频率，以提高轻载下的转化效率；在重载情况下，采用 PWM 调制模式，芯片工作在 RT 引脚接地电阻设定的频率下，以保证重载情况下的转化效率。芯片内部内置了软启动电路，可限制上电时的产生涌流电流。

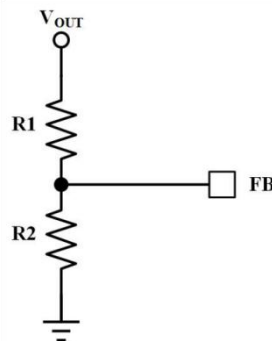
应用信息

BST6056 芯片的集成度较高，基于该 DC/DC 降压转换器的应用电路相对简单，只需要为目标应用规格选择输入电容 C_{IN} 、输出电容 C_{OUT} 、电感 L、二极管 D 和反馈电阻 (R_1 和 R_2)。

反馈电阻分压器 R_1 和 R_2

选择 R_1 和 R_2 来设置适当的输出电压。为了最大限度地降低轻负载下的功耗，最好为 R_1 和 R_2 选择较大的电阻值。建议使用 1% 的公差或更高精度的分压电阻，两个电阻的阻值在 10k 到 1M 之间。若 V_{OUT} 为 5V，选择 $R_2=20k$ ，则利用下式可计算出 R_1 为 105k:

$$R_1 = R_2 * \frac{V_{out} - 0.8V}{0.8V}$$



输入电容 C_{IN}

通过输入电容的纹波电流计算如下:

$$I_{CIN_RMS} = I_{OUT} * \sqrt{D(1-D)}$$

为了最大限度地减少噪声问题，建议使用典型的 X5R 或更高等级的陶瓷电容放置在非常靠近 VIN 和 GND 引脚的位置。应注意尽量减少 C_{IN} 和 VIN/GND 引脚形成的环路面积。在典型应用情况下，建议使用 10uF 以上的低 ESR 陶瓷电容。

输出电容 C_{OUT}

选择输出电容来处理输出纹波噪声要求。在选择该电容时，必须考虑稳态纹波和瞬态要求。为了获得最佳性能，建议使用容量大于 22μF 的 X5R 或更高等级的陶瓷电容器。

电感 L

选择电感有以下几个考虑因素：

(1) 选择电感以提供所需的纹波电流。建议选择纹波电流为最大平均输入电流的40%左右。电感的计算公式为：

$$L = \frac{V_{OUT}(1 - V_{OUT}/V_{IN, MAX})}{F_{SW} \times I_{OUT, MAX} \times 40\%}$$

其中 F_{SW} 是开关频率，I_{OUT, MAX} 是最大负载电流。

BST6056 对不同的纹波电流幅度具有很强的容忍度。因此，电感的最终选择可能会略微偏离计算值，而不会对性能产生重大影响。

(2) 电感的饱和电流额定值必须选择在满载条件下大于峰值电感电流：

$$I_{SAT, MIN} > I_{OUT, MAX} + \frac{V_{OUT}(1 - V_{OUT}/V_{IN, MAX})}{2 \times F_{SW} \times L}$$

(3) 电感的DCR 和开关频率下的磁芯损耗必须足够低，才能达到所需的效率要求。最好选择 DCR<50mΩ的电感器，以实现良好的整体效率。

二极管 D

肖特基二极管具有正向压降低、反向恢复快的特点，是高效运行的良好选择。肖特基二极管反向击穿电压应高于输出电压。肖特基二极管的正向导通电流额定值必须大于满载条件下峰值电感电流值。

外部自举电容

该电容为内部高边 MOSEFET 提供栅极驱动电压。需要在 BOOT 引脚和 SW 引脚之间连接一个低 ESR 的小陶瓷电容，陶瓷电容的值应为 0.1μF。建议使用额定电压为 10V 或更高的 X7R 或 X5R 级介质的陶瓷电容。

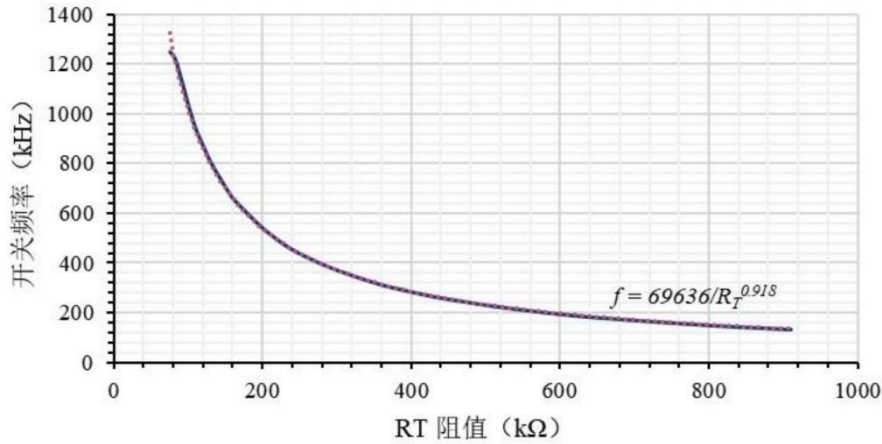
开关频率设置

从 RT 引脚连接一个电阻到 GND 以调节开关频率，开关频率从 150kHz 到 1.5MHz 可调。开关频率可由下式计算：

$$RT(k\Omega) = \frac{69636}{f_{sw}(kHz)^{0.918}}$$

下图给出了RT 引脚对地电阻阻值和频率的对应关系，图示曲线基于 V_{IN}=36V、I_{OUT}=3A 的测试条件给出。可通过上式设定开关频率，由于 BST6056 采用PWM 和 PFM 混合调制方式，

在轻载情况下，芯片使用PFM 调制方式会降低振荡器的频率，因此建议在大负载电流、芯片完全工作于 PWM 模式的条件下，对芯片进行开关频率测试，以便检查所设定开关频率准确性。



软启动

BST6056 内置软启动功能，可控制输出电压的上升速率并限制芯片启动时的浪涌电流。

短路保护

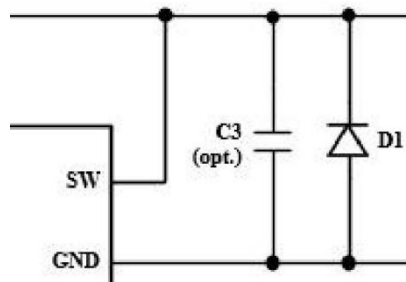
BST6056 集成了打嗝模式的短路保护功能。当芯片输出电压 V_{OUT} 低于设定值的 25% 时，将启动短路保护模式，芯片将关断大约 20ms，然后重启，进入软启动周期。如果短路情况仍然存在，另一个关断和重启的“打嗝”循环将持续下去。

过温保护 (OTP)

BST6056 集成了过温保护 (OTP) 电路，以防止芯片过热损坏。由于功率耗散，当结温超过 175°C 时，芯片将关闭功率管开关；当结温下降约 25°C，芯片将自动恢复正常工作，并完成软启动。对于大功率连续工作情况，建议提供足够的散热，以使结温不超过 OTP 阈值。

负载瞬态注意事项

BST6056 在某些应用中，可以选择在 SW 和 GND 之间并联一个 200pF 的电容，以消除或减小负载跳变引起的内部电路 noise 尖峰。



Layout 布局

BST6056 的布局设计相对简单。为了获得最佳效率和最小噪声问题，我们应该将以下器件放置在芯片附近： C_{IN} ，L，D， R_1 和 R_2 。

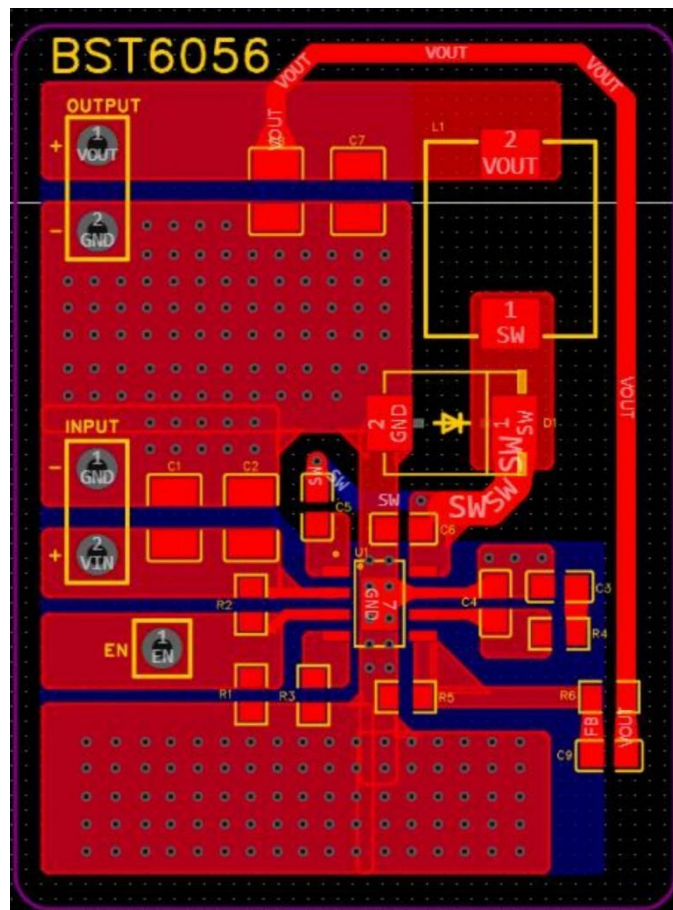
为了获得最佳的散热和噪声性能，我们希望将连接到 GND 引脚的 PCB 铜面积最大化。如果电路板空间允许，建议使用接地平面。

C_{IN} 必须靠近引脚 VIN 和 GND。必须使 C_{IN} 和 GND 形成的环路面积最小。

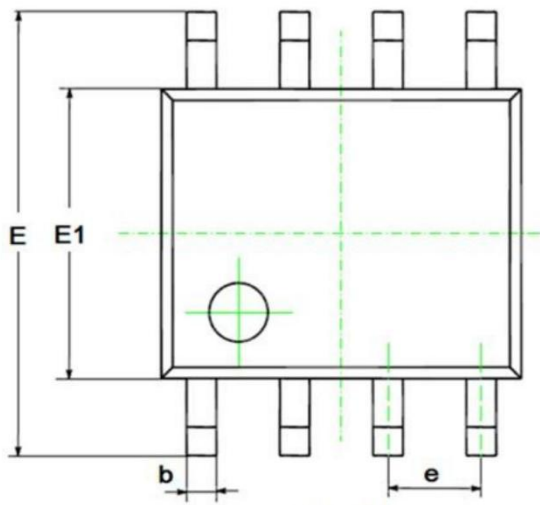
与 SW 引脚相关的 PCB 铜面积必须最小化，以避免潜在的噪声问题

器件 R_1 和 R_2 以及连接到 FB 引脚的走线不能靠近 PCB 布局上的 SW 走线，以避免噪声问题。

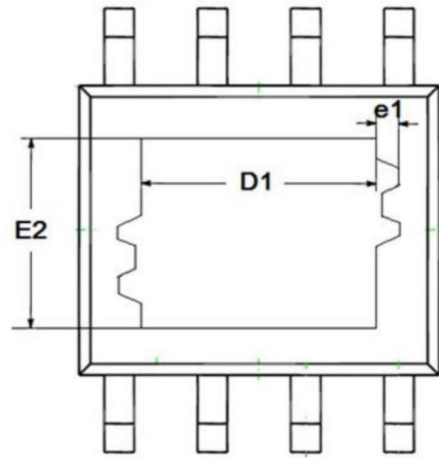
如果与 EN 引脚连接的芯片在关断模式下具有高阻抗状态，并且 VIN 引脚直接连接到锂离子电池等电源，则需要在 EN 和 GND 引脚之间添加一个下拉的 $1M\Omega$ 电阻，以防止噪声在关断模式下错误地打开转换器。



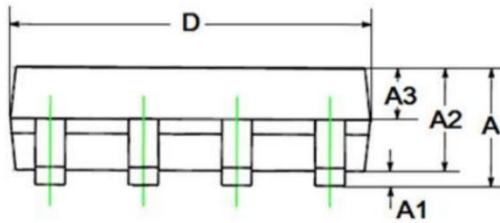
封装信息



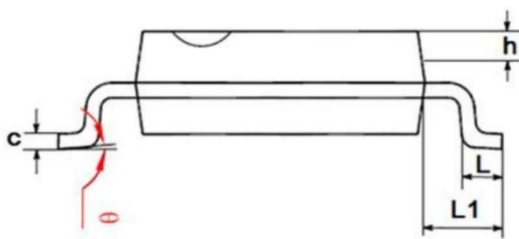
顶视图



底视图



侧视图



端视图

符号	毫米		
	最小值	典型值	最大值
A	-	-	1.65
A1	0.05	-	0.15
A2	1.30	1.40	1.50
A3	0.60	0.65	0.70
b	0.39	-	0.48
b1	0.38	0.41	0.43
c	0.21	-	0.25
c1	0.19	0.20	0.21
D	4.70	4.90	5.10
D1	3.10REF		
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.70	3.90	4.10
E2	2.21REF		
e	1.27BCS		
e1	0.10REF		
h	0.25	-	0.50
L	0.50	0.60	0.80
L1	1.05BSC		
θ	0	-	8°

ESOP8 封装外形图

订购信息

型 号	封 装	最小包装
BST6056	ESOP8	4k/盘