HM4041 Boost Charger IC

简介

HM4041 是 5V 输入，升压模式充电管理 IC，适用于双节串联锂/聚合物电池。能自适应任意 5V 电源进行充电，并且有输入过压、欠压保护。采用同步整流架构，内置 MOSFET 高度集成，外围元件简单。通过调节外置电阻，可使升压充电电流最大达 2A ，效率 90%。芯片有多重保护功能：过温热反馈调节、过温关断、充电计时、电池过压与短路保护、电池温度检测、异常时停止充电并作灯号异常指示。

QFN 封装提供电池动态均衡的功能，在充电时自动均衡两节电池电压，此功能可以增加电池的使用寿命。

提供两种封装 SOP8-E（无均衡功能）和 QFN4X4-16L（带均衡功能）。

应用

- 蓝牙音箱
- POS 机，对讲机
- 电子烟
- 微型投影仪
- 应急灯
- 其他以双节锂/聚合物电池供电设备

订购信息

产品型号	封装规格	温度范围
HM4041Q	QFN4*4-16L	-40°C to 85°C
HM4041E	SOP8-E	-40°C to 85°C

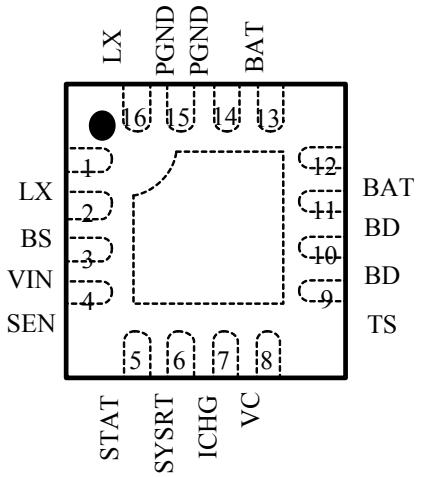
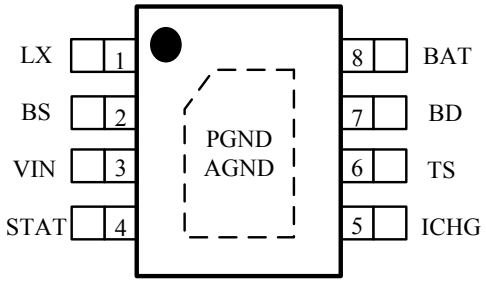
I： Industrial, -40°C ~85°C,
16:16pins；08: 8pins

Q: QFN16 E: ESOP8
E: Lead Free

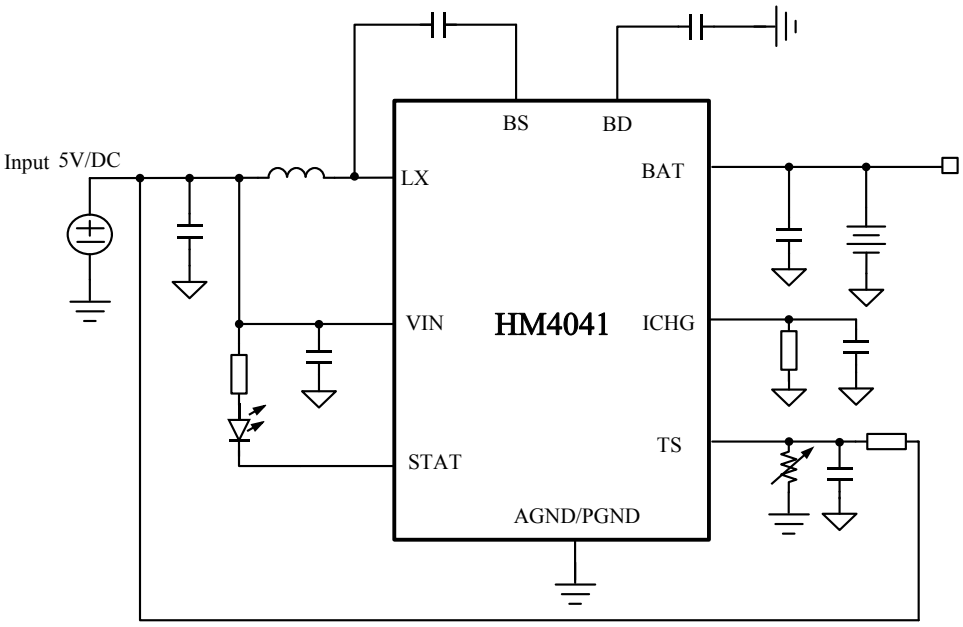
特点

- 功率 MOS 内置，输入 5V/2A，效率达 90%
- 自动调节输入电流，自适应任意 5V 供电设备
- 输入耐压可达 18V
- 电池饱充电压 8.4V（另有HM4041H，饱充电压 8.7V 可选）
- 动态均衡两节电池电压
- 短路涓流/预充涓流/定电流/定电压模式
- 充电电流由外部电阻灵活调节
- 双 LED 充电状态指示
- 输入过压、欠压保护
- 输出过流、过压、短路保护
- 支持充电 NTC 温度保护
- 芯片过温热反馈调节，过热关断保护
- 充电超时保护

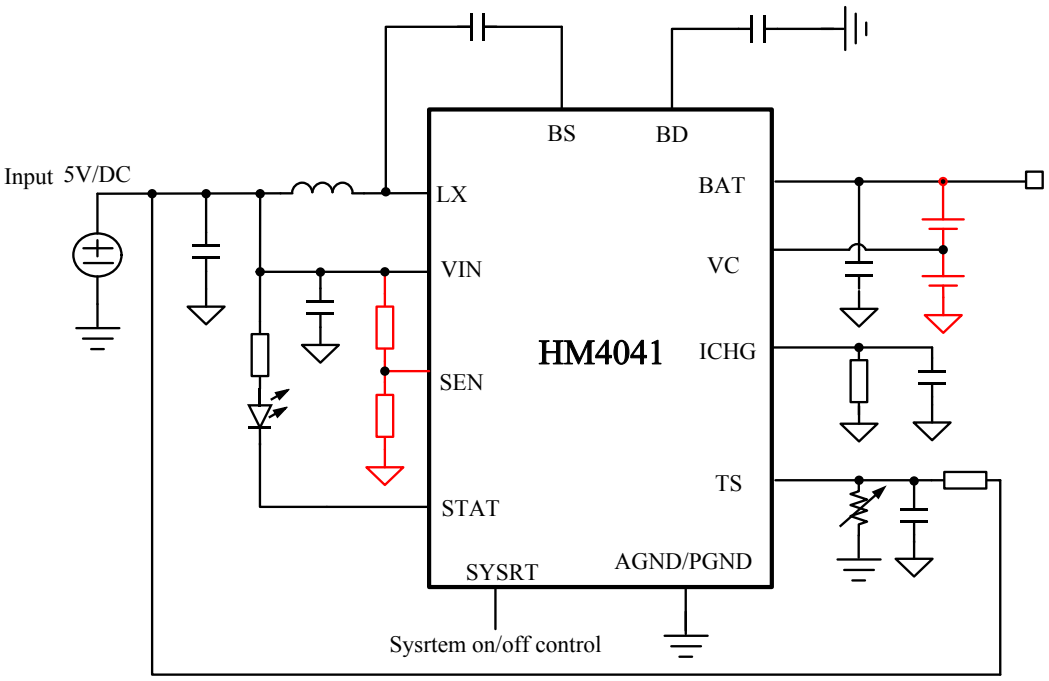
封装图

Package	TOP VIEW
QFN4*4-16L	
SOP8-E	

典型应用线路图

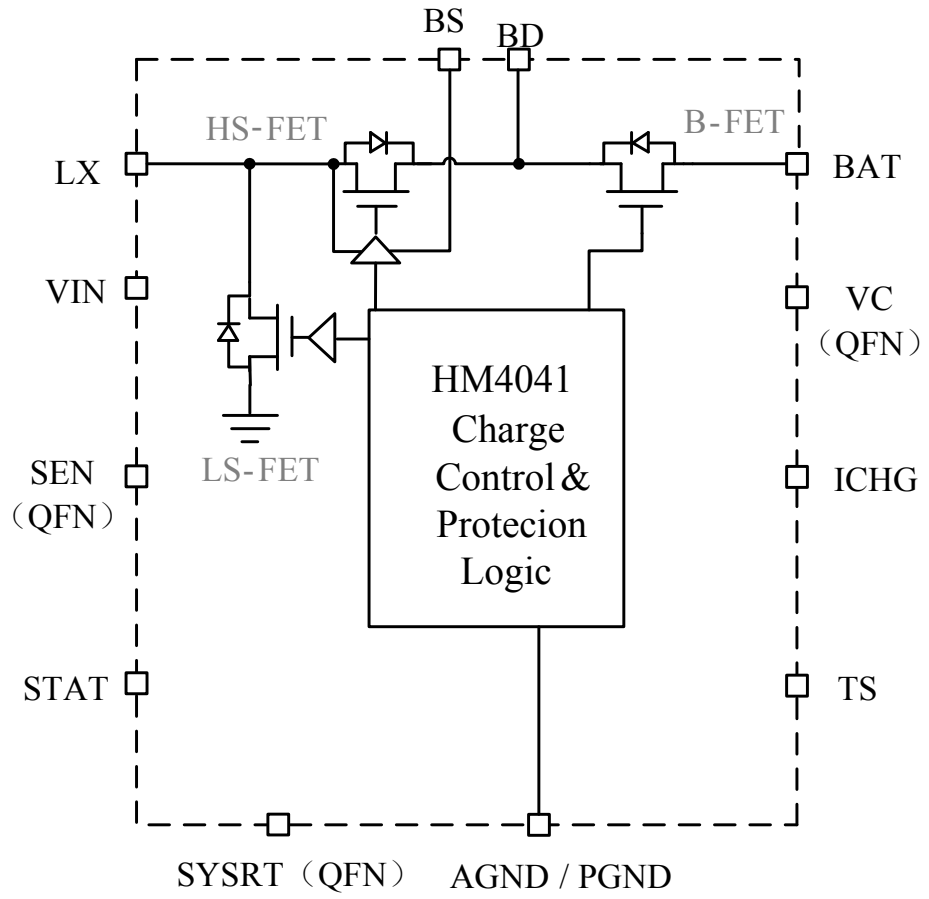


S0P8-E（图 1）



QFN4*4-16L（图 2）

内部框图



（图 3）

PIN Description

SOP8 PIN NO.	QFN4-X4 PIN NO.	Name	Description
1	1,16	LX	开关节点，连接电感，电感值使用 1.5uH。 (LX 到 BD 引脚之间可增加一个正向肖特基二极管以提高充电效率。)
2	2	BS	Boost-Strap 引脚。 提供同步整流的 FET 栅极驱动，使用电容 22nF，连接 LX 到 BS。
3	3	VIN	电源输入引脚，有欠压和过压防护功能，在充电过程中，使 VIN 电压在正常范围内。VIN 到地需连接 MLCC 的电容，建议使用 4.7uF~10uF。
	4	SEN	VIN 分压的检测输入。自动调节充电电流，芯片内部检测阈值 1.1 V。
4	5	STAT	显示充电状态，STAT 脚位为开漏极结构。 充电中 STAT 为 Lo，充饱为 Hi-Z，异常时以 1Hz 的频率在 Lo 和 Hi-Z 之间交互变换。

SOP8 PIN NO.	QFN4-X4 PIN NO.	Name	Description
	6	SYSRT	提供系统 ON/OFF 的使能信号。 当电池电压低于 6V，SYSRT 脚输出逻辑低；当电池高于 6V，SYSRT 脚输出逻辑高讯号。
5	7	ICHG	充电电流大小设定，外接电阻到 GND。相关公式如下： ICC=1V/RICHG x6800、ITC= ICC x0.2、ISHORT= ICC x0.1。
	8	VC	CELL1 电压检测输入引脚。电池均衡功能被开启时,由此引脚抽放电流。
6	9	TS	TS 温度保护的输入，该引脚接一个 NTC 电阻至 GND。低温保护阈值为 75%VIN；高温保护阈值为 30%VIN。 TS 接到 GND，可关闭 IC。
7	10,11	BD	连接到内部的 Block FET，旁路电容至少要接 10uF MLCC 到地。
8	12,13	BAT	电池连接引脚，电容 0.1uF 并联 10uF。
9	14	AGND	模拟地。(SOP8-E 的 EP)
9	14,15	PGND	电源地。(SOP8-E 的 EP)

最大额定值

Parameters	Maximum Ratings
LX、BAT、BD、STAT、TS、VC、BS、VIN	-0.3V to 18V
SYSRT、ICHG、SEN	-0.3V to 3.6V
AGND、PGND	-0.3V to 0.3V
LX Pin current continuous	5A
Junction temperature range	-40°C to 150°C
Storage temperature range	-65°C to 150°C
Lead Temperature	260℃
Maximum Power Dissipation	2.6W
ESD (HBM)	2KV

*高于绝对最大额定值部分所列数值的应力有可能对器件造成永久性的损害，在任何绝对最大额定值条件下暴露的时间过长都有可能影响器件的可靠性和使用寿命。

建议工作条件

Parameters	Maximum Ratings
VIN	4V to 5.5V
LX、BAT、BD、STAT、VC、BS	0V to 16V
SYSRT、ICHG、SEN、TS	0V to 3.3V
AGND、PGND	0V
LX Pin current continuous	<4.5A

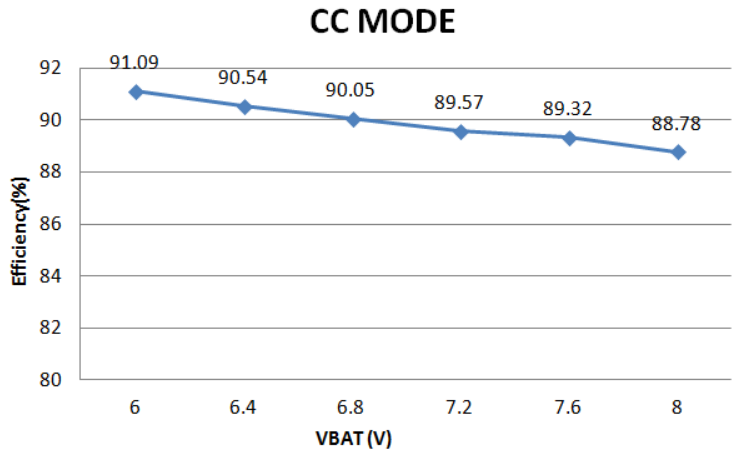
Electrical Characteristics

TA=25°C,VIN=5V,GND=0V,CIN=4.7uF,L=1.5uH,R_{ICHG}=6.8kΩ,unless otherwise specified。

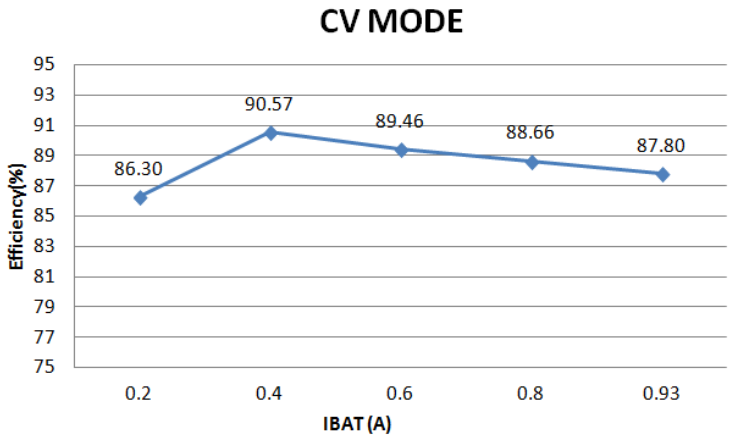
PARAMETERS		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
QUIESCENT CURRENT						
I_{BAT}	Battery discharge current	Shutdown IC, V_{BAT}=8.4V,VIN=0V		10		μA
I_{IN}	Input quiescent current	Disable Charge, VIN=5V		1.5		mA
Bias Supply (V_{VIN})						
VIN	Supply voltage		4		6	V
V_{UVLO}	VIN under voltage lockout threshold	VIN rising and measured from VIN to GND		4		V
ΔV_{UVLO}	VIN under voltage lockout hysteresis	Measured from VIN to GND		400		mV
V_{OVP}	Input overvoltage protection	VIN rising and measured from VIN to GND		6.2		V
ΔV_{OVP}	Input overvoltage protection hysteresis	Measured from VIN to GND		0.7		V
Oscillator and PWM						
f_{SW}	Switching frequency			900		kHz
D_{MAX}	Max N-FET on Duty			85		%
T_{MINON}	Main N-FET minimum on time			100		ns
Power MOSFET						
R_{NFET_M}	RDS(ON) of Main N-FET			80		mΩ
R_{NFET_R}	RDS(ON) of Rectified N-FET			40		mΩ
R_{NFET_B}	RDS(ON) of Blocking N-FET			40		mΩ
Voltage Regulation						
V_{BAT_REG}	2-Cell Regulation Voltage,HM4041		8.36	8.4	8.44	V
ΔV_{RCH}	2-Cell Recharge Voltage		100	200	300	mV
V_{TRK}	2-cell Trickle Current charge mode battery voltage threshold	Rising edge threshold	5.4	5.6	5.8	V
Charge Current						

I_{CC}_%	Internal charge current accuracy for Constant Current Mode	I_{CC}=1000mA	-10		10	%
I_{TC}_%	Internal charge current accuracy for Trickle Current Mode	I_{TC}=200mA	-50		50	%
I_{TERM}	Termination current	R_{ICHG}=6.8kΩ	50	100	150	mA
Battery Voltage OVP						
V_{BOVP}	Output voltage OVP threshold		105%	110%	115%	V_{CV}
Input Voltage Threshold for Adaptive Current Limit						
V_{SEN_TH}	Voltage reference of VSEN	QFN16	1.071	1.1	1.119	V
V_{IN_DPM}	VIN DPM Voltage	SOP8-E		4.30		V
Short Circuit Protection						
V_{SHORT}	Output short protection threshold	V_{BAT} falling	1.70	2.00	2.30	V
System ON/OFF Control						
V_{HSYSRT}	High logic of system ON/OFF control			3.3		V
V_{LSYSRT}	Low logic of system ON/OFF control			0		V
V_{SYSRT_TH}	SYSRT threshold	V_{BAT} voltage		6.0		V
V_{HYSSYS}	Hysteresis for SYSRT threshold			100		mV
Linear charger Mode						
I_{SC}	Battery Charger current when the blocking FET is in linear mode	$V_{BAT} < V_{SHORT}$		10%		ICC
I_{LPEAK}	Peak linear current when Battery is absent			0.2		A
V_{BD}	Bus voltage regulation		5.8	6.0	6.2	V
V_{TRON}	Blocking FET fully turn on threshold VTRON=VBAT-VIN	$V_{BAT} > V_{TRK}$		100		mV
Battery Thermal Protection NTC						
UTP	Under temperature protection		70%	75%	80%	V_{VIN}
	Under temperature protection hysteresis	Falling edge		5%		
OTP	Over temperature protection		28%	30%	32%	
	Over temperature protection hysteresis	Rising edge		3%		
Thermal Regulation And Thermal shutdown						
T_{REG}	Thermal regulation threshold	Rising Threshold		125		℃
	Thermal regulation fold back ratio			0.25		ICC
T_{SD}	Thermal shutdown temperature	Rising Threshold		160		℃
T_{SDHYS}	Thermal shutdown temperature hysteresis			30		℃

典型性能特性曲线



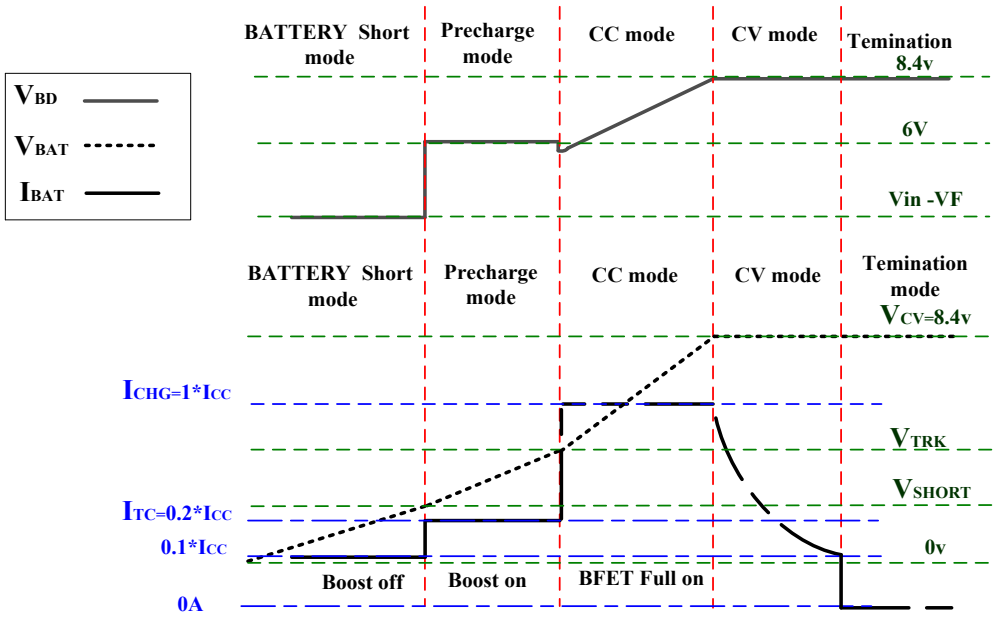
恒流充电效率 vs. 电池电压（VIN=5.1V, RICHG=6.8K ohm, L=1.5uH）（图 4）



恒压充电效率 vs. 电池充电电流 （VIN=5.1V, RICHG=6.8K ohm, L=1.5uH）（图 5）

功能描述

HM4041 是适用于任意 5V 适配器的 2 节锂电池充电 IC。充电模式包括预充电模式、恒流充电和恒压充电模式。典型的充电模式如下图所示：



Charge profile（图 6）

1. 充电电流设置 ：

I_{CHG} 引脚设置了充电的最大电流，充电电流公式是：$I_{CHG} = \frac{1}{R_{ICHG}} \times 6.8K$

例如，在 I_{CHG} 引脚接 6.8kΩ 设置充电电流为 1A。在高温环境下，充电电流将会相应减小以保持芯片的温度不超过 125℃ 。

2. 电池短路保护

当适配器接入时，如 V_{BAT} 小于 V_{SHORT}（典型值为 2V）， HS-FET 将被关闭， V_{BD} 通过 HS-FET 的二极管充电， B-FET 进入线性模式并且提供 10%的恒流充电电流给电池充电。

3. 预充电模式

当电池电压处在 V_{SHORT} 和 V_{TRK} 之间，升压启动，V_{BD} 设置在 6V 进入预充电模式，B-FET 仍旧处于线性模式并且提供 20%的恒流充电电流给电池充电。如果预充电模式时间超过 30 分钟，而电池电压无法达到 V_{TRK} 阈值，充电模式将会关闭并在 STAT 上指示异常。

4. 恒流充电模式

当电池电压超过 V_{TRK} 阈值，芯片进入恒流充电模式，恒流充电电流$I_{CHG} = \frac{1}{R_{ICHG}} \times 6.8K$。

5. 恒压充电模式

当电池电压等于恒压电压阈值，芯片进入恒压充电模式，充电电流减小。

6. 充电截止

在恒压充电模式，芯片监控充电电流的大小，当充电电流小于 10%的恒流充电电流时，STAT 输出为高阻表示电池充饱。

7. 充电状态指示

- 充电中–STAT 被拉低;
- 充电完成 – STAT 为高阻，被外部上拉拉高
- 充电异常 – STAT 高低交替;

在 VIN 和 STAT 之间连接 LED。 (1). LED 灯亮表示充电中。 (2) LED 灯灭表示充电完成。 (3).LED 闪烁表示充电异常。

8. 温度保护

电池温度由 TS 引脚的电压测量得到，建议在 TS 引脚和地之间接一个 100nF 的瓷片电容。TS 的电压由一个 NTC 电阻和外部的电阻分压器得到， 芯片比较 TS 的电压，当电压处于 VLTF 和 VHTF 之间时，允许充电。如果电池的温度超出这个区间，芯片停止充电，直到电池温度回到 VLTF 和 VHTF 之间。

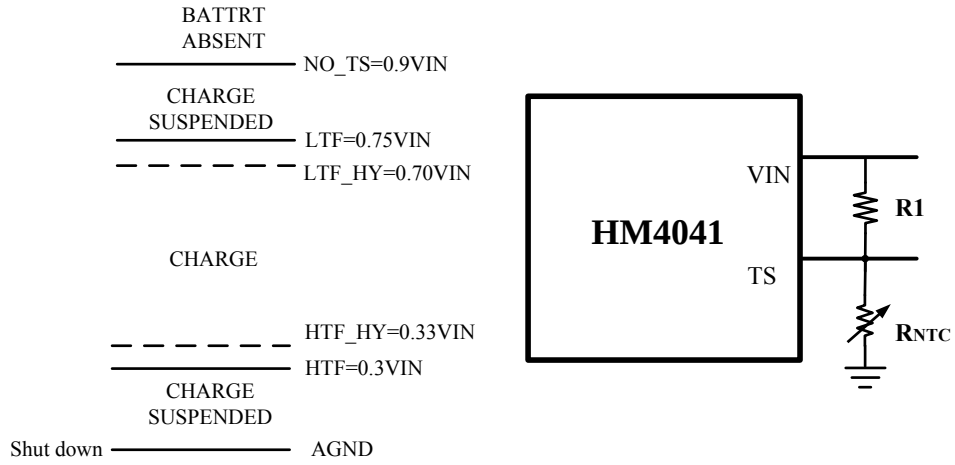


Figure 6. TS 引脚温度检测阈值

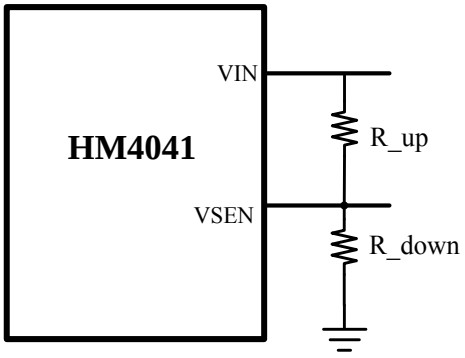
9. 输入电压调节

- SOP8-E 封装 :

  为防止适配器超出负荷能力，当 V_{IN} 电压小于 4.3V 时，充电电流将会减小，使 V_{IN} 可以钳位在 4.3V 的电压。

- QFN16 封装:

  输入自适应电压可以通过在 V_{IN} 的电阻分压来设置，V_{SEN} 的调节阈值为 1.1V，当 V_{IN} 下降导致 V_{SEN} 电压下降到阈值时，自适应环路将会把电压调节在设计值。



$$V_{INT} = \frac{VSEN \times (R_{DOWN} + R_{UP})}{R_{DOWN}}$$

10. 电池均衡 (QFN16)

当电池电压超过 8V，电池均衡线路启动，检测两节电池的电压。如其中一节电池电压超过另外一节电池电压 80mV，电池均衡线路增加电压较小的电池的充电电流或者减小电压较大的电池的充电电流，从而让两节电池的电压最终达到均衡。

应用信息

HM4041 的高度集成让应用外围线路相当简易，用户只需要根据应用情况配置输入电容、输出电容和电感。

1. 输入电容 CIN:

输入电容的电流纹波超过

$$I_{CIN_RMS} = \frac{V_{IN} * (V_{out} - V_{IN})}{2\sqrt{3} * L * F_{SW} * V_{out}}$$

建议使用超过 4.7uF 的瓷片电容处理这个电流纹波。

2. 输出电容 COUT :

输出电容用来处理输出的电压纹波需求，该电压纹波和输出电容的容值和等效串联电阻（ESR）相关。建议使用 X5R 或者更高等级的低等效串联电阻来达到比较好的效果。输出电容的耐压值需高于输出电压的最大值。最小的输出电容值可以计算如下：

$$C_{out} = \frac{ICC}{F_{SW} \times V_{out} \times V_{RIPPLE}}$$

其中，V_{RIPPLE} 是输出纹波波峰，ICC 是设定的充电电流。HM4041 的输出电容是 CBD 和 CBAT 的并联，建议使用两个超过 10uF 的电容以抑制输出纹波。

3. 电感 L:

在选择电感时需考虑以下参数：

1）选择电感值来设定电流纹波。建议把电流纹波设置在平均电流的 40%，电感值计算如下：

$$L = \left(\frac{V_{IN}}{V_{OUT}}\right)^2 \times \frac{(V_{OUT} - V_{IN})}{I_{CC} \times F_{SW} \times 40\%}$$

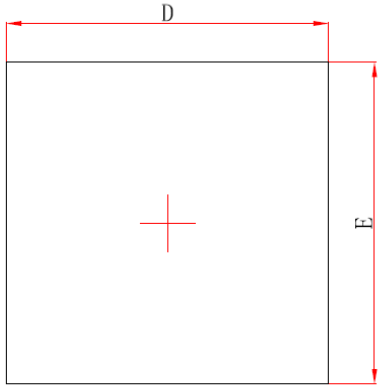
其中，F_{SW} 是开关频率， ICC 是设定的充电电流。不同的电流纹波对HM4041 影响很小，因此，最终的电感值选择可以和计算值有所偏差。

2）电感的饱和电流必须比满负荷工作时的尖峰电流大。

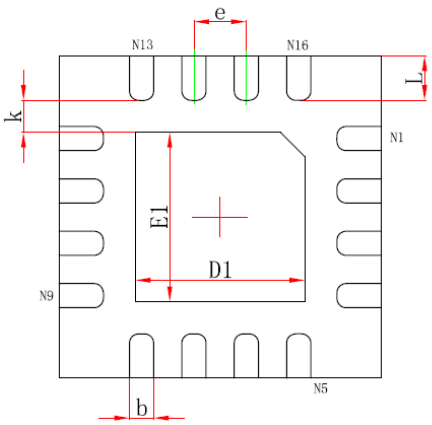
$$I_{SAT_MIN} > \left(\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right) \times I_{CC} + \left(\frac{V_{IN}}{V_{OUT}}\right)^2 \times \frac{(V_{OUT} - V_{IN})}{2 \times F_{SW} \times L}$$

Package Information (QFN4X4_16L)

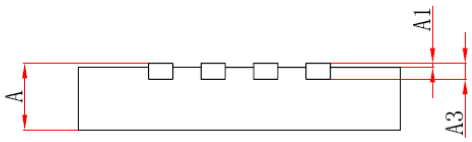
QFNWB4×4-16L(P0.65T0.75/0.85) PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS



Top View



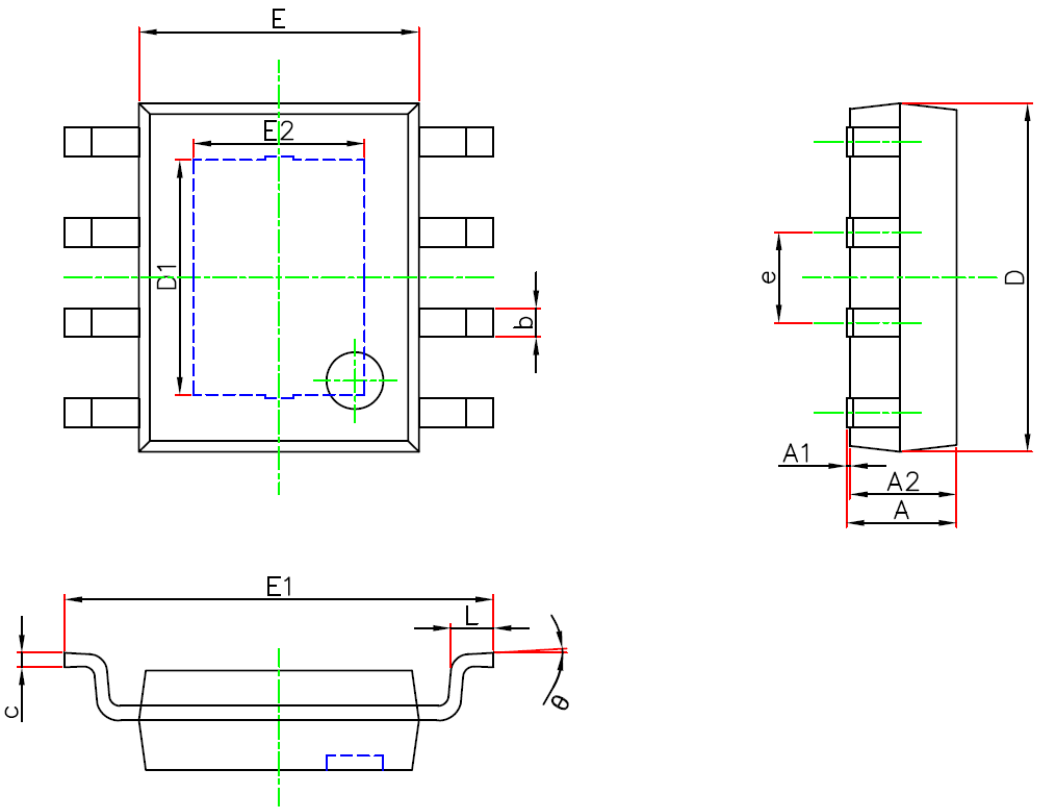
Bottom View



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	0.700/0.800	0.800/0.900	0.028/0.031	0.031/0.035
A1	0.000	0.050	0.000	0.002
A3	0.203REF.		0.008REF.	
D	3.900	4.100	0.154	0.161
E	3.900	4.100	0.154	0.161
D1	2.000	2.200	0.079	0.087
E1	2.000	2.200	0.079	0.087
k	0.200MIN.		0.008MIN.	
b	0.250	0.350	0.010	0.014
e	0.650TYP.		0.026TYP.	
L	0.450	0.650	0.018	0.026

Package Information (SOP8-E)

SOP8/PP(95×130) PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	1.300	1.700	0.051	0.067
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.201
D1	3.202	3.402	0.126	0.134
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
E2	2.313	2.513	0.091	0.099
e	1.270(BSC)		0.050(BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°