开关式单节、双节锂电池充电管理芯片

描述

HM4061 是集成开关式单节、双节锂电池充电管理芯片,采用电压模 BUCK 的拓扑结构，最大充电电流达到 2A. HM4061 通过恒压控制环(CV)和恒流控制环(CC)来调整锂电池充电电压和恒流充电电流．同时，HM4061 还集成温度保护、最大充电时间限制、输出短路等保护功能，通过 NTC 检测电池温度，可以实现电池过热保护功能,两个LED指示灯指示电池充电状态. HM4061 采用 14-脚 TSSOP 封装.

应用

- 手持设备
- 隔离电源系统
- 移动 DVD
- 笔记本

特点

- 最大占空比 100%
- 满充电压精度 0.5%
- 恒流充电电流通过外接电阻可调
- 开关频率 400KHZ
- 电池检测
- 适用于单节、双节锂电池充电
- 软启动
- 电池过温保护
- 芯片过热保护
- 状态指示
- 输入最大耐压16V
- 环境温度范围: -20℃～70℃
- 14 脚 TSSOP 封装

典型应用

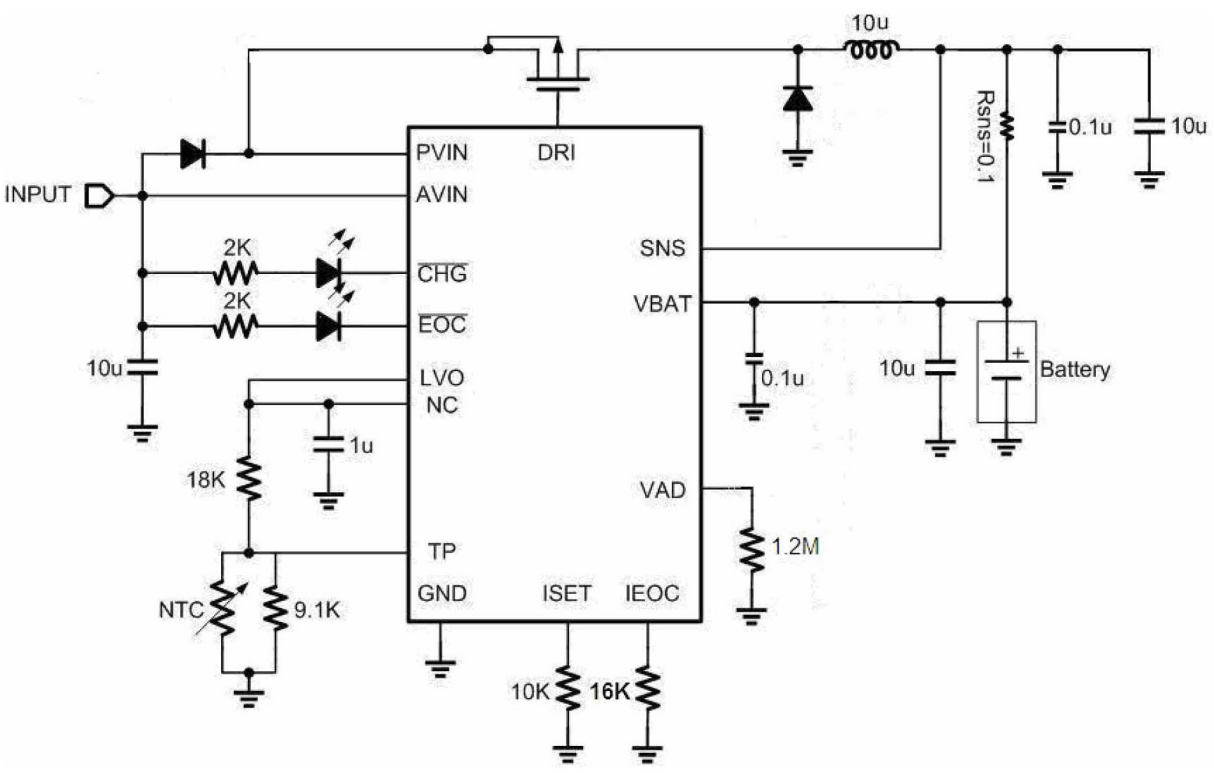


图 1.1.HM4061 单节充电典型应用图

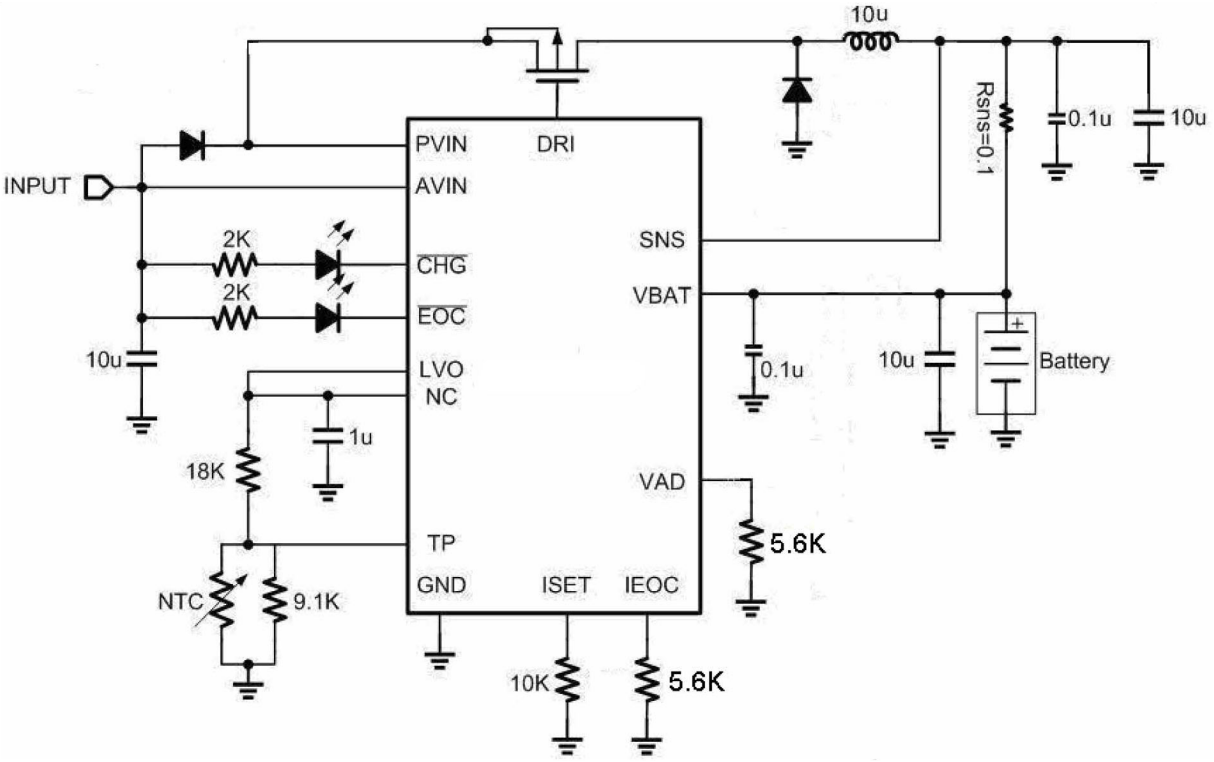


图 1.2.HM4061 双节充电典型应用图

极限参数

- 输入电压……16V
- 栅极驱动……(VIN-8) to VIN
- BAT,SNS……-0.3V to 12V
- $\overline{CHG}$,$\overline{EOC}$,TP……-0.3V to 3.3V
- ISET,IEOC,LVO……-0.3V to 3.3V
- 工作温度范围……-20℃～70℃
- 储藏温度……-60℃～125℃
- Lead Temperature…… 260℃
- HBM ESD Level..... 2000V

推荐工作条件

	最小	典型	最大	单位
输入电压	4.5(1)		12(2)	V
工作温度	-20		70	℃

(1) 当输入电压下降至小于 4.5V,HM4061 能够继续工作，但是不能正常充电，充电指示状态不正常.

(2) 开关噪声导致的电压尖峰不要超过管脚 PVIN 和 AVIN 的最大额定值.

管脚定义

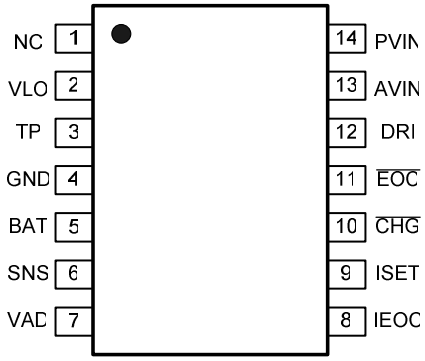


图 2. HM4061 管脚定义

表 1:管脚功能定义

PIN#	名称	I/O	描述		
1	NC		NC，正常状态下于 LVO 相连接		
2	LVO	O	3.2V 参考电压，提供内部低压供电. 外接 1uF 电容到地.		
3	TP	I	温度检测管脚. LVO 通过电阻与 NTC 进行分压输入.见典型应用图.		
4	GND	I	地.		
5	BAT	I	电池端口.		
6	SNS	I	充电电流检测正端输入. 在 SNS 与 BAT 管脚之间连接检流电阻 Rsns.		
7	VAD	I	满充电压微调管脚.		
8	IEOC	O	与地之间外接电阻，设置截止充电电流.		
9	ISET	O	与地之间外接电阻，设置恒流充电电流.		
10	$\overline{CHG}$	O	$\overline{EOC}$	$\overline{CHG}$	描述
			高	低	正在充电
			低	高	充电完成
11	$\overline{EOC}$	O	高	50%占空比	错误状态
			高	50%占空比	电池温度异常
12	DRI	O	栅极驱动管脚，HM4061 对双节电池进行充电时，注意选择功率管的栅源耐压值，保证功率管的栅源耐压值高于输入电压值		
13	AVIN	I	模拟电源输入		
14	PVIN	I	功率级电源输入		

功能框图

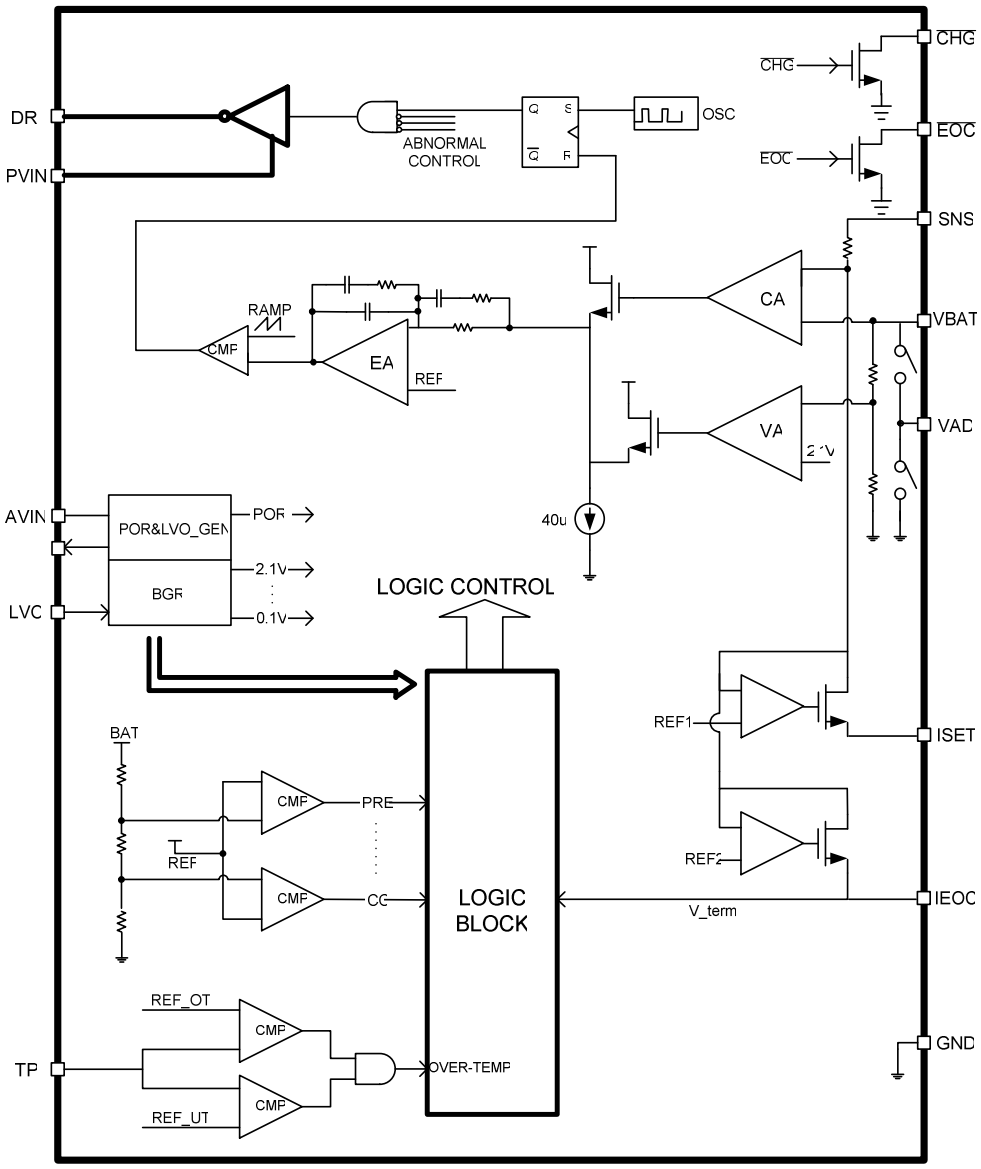


图 3. HM4061 功能框图

电学参数

V_{IN}=9V, T_A=25℃.

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
输入电压范围	V_{IN}		4.5		12	V
静态电流	I_Q				5	mA
电池反灌电流(1)		V_{BAT}=8.4V		10		uA
电压调整参数						
满充电压	V_{REG}		4.135	4.175	4.225	V/cell
再充电电压	V_{RCH}			4.175		V/cell
恒流充电						
恒流充电电流范围	I_{CC}	3V<V_{BAT}/cell<4V	200		2000	mA
检流电阻 R_{SNS} 上的电压降精度(2)	V_{SNS}	0.1V<V_{SNS}<0.2V	-10%		+10%	
恒流充电设置电压	V_{ISET}			1		V
恒流充电电流设定比例	K_{ISET}			1000		V/A
预充电电流						
预充电电池电压阈值	V_{LOWV}			3		V/cell
预充电电流/恒流充电电流	K_{PRE}			1/5		
预充电设置电压	V_{ISET}			200		mV
预充电电流设定比例	K_{ISET}			1000		V/A
充电截止检测						
截止充电电流/恒流充电电流	K_{TERM}	R_{IEOC}=2R_{ISET}		1/10		
截止充电检测电压	V_{IEOC}			150		mV
PWM						
振荡器频率	f_{OSC}			400		KHz
占空比范围	D		0		100%	
电池保护						
输出短路检测电压	V_{SHORT}			2		V/cell
输出短路电流	I_{SHORT}			30		mA
温度保护						
NTC 低温阈值		R_{NTC}=MFH103 -3950(0℃)		60		%V_{LVO}
NTC 高温阈值		R_{NTC}=MFH103 -3950(50℃)		14		%V_{LVO}

(1) 输入可采用二极管或者 MOS 管防反.

(2) 为了保证充电电流设置精度，可以设置 R_{SNS} 上的压降在恒流充电的时候高于 100mV. 但是如果压降设置过高会降低充电效率，R_{SNS} 上的压降推荐设置在 100mV 到 200mV 之间.

功能概述

HM4061 采用电压模控制的 buck 结构，内部采用了输入电压前馈对电压环路和电流环流进行控制，前馈的引入能够提高系统的瞬态反应速度. 电流和电压环路共用同一个误差放大器，采用了 III 型补偿.最大占空比可达到 100%. 图 4 是典型的锂电池充电曲线.

外置功率管采用 P 型 MOS 管.芯片内部对功率管的驱动电压进行嵌位，使得功率管的栅源电压差不超过 8V, 由于电压嵌位，因此可采用低阈值电压、低导通阻抗的 P 型 MOS 管，极大地提高了系统充电效率.

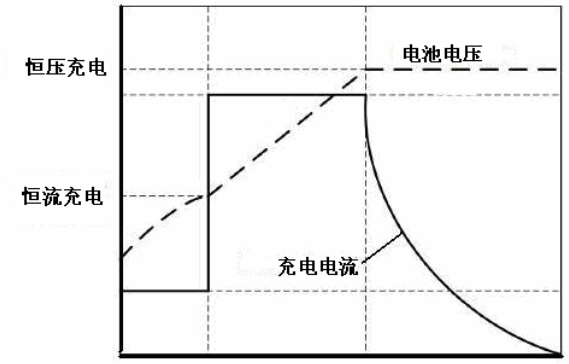


图 4. 电池充电曲线

充电过程

完整的充电过程可分为三个阶段：预充电、恒流充电(CC)、恒电压充电(CV).当电池电压低于 V_{LOWV}，芯片对电池进行涓流充电 ，即预充电，充电电流为恒流充电的 1/5.如果预充电时间超过 30 分钟，将会触发 “超时”信号，芯片停止充电. 当电池电压高于 V_{LOWV},将进入恒电流充电阶段.在恒流充电阶段，充电电流恒定,电池电压会快速上升. 当充电电流开始下降，充电进入恒压充电阶段. 当充电电流下降到 I_{EOC} 以下， HM4061 给出“充电结束” (EOC)信号，结束充电.

自动再充电

如果充电过程完成，电池和电源均为拔除，此时，如果电池由于自耗电或者其他方式开始放电，当电池放电至电池电压低于 4.1V/节 ,芯片会自动对电池进行重新充电.

充电状态指示

HM4061 有两个漏极开路的输出驱动端口: $\overline{CHG}$、$\overline{EOC}$，分别接红色和绿色 LED 灯，表 1 描述了 LED 指示状态和充电状态的对应关系.

NTC 检测电池包温度

如图 5. HM4061 内置 NTC 电阻窗口比较器, 在电池包内的 NTC 电阻阻值随着电池温度的变化而变化，NTC 的阻值变化将通过 TP 输入到芯片内部，从而实现对电池的温度保护，保证电池工作在安全的温度范围内.

R_T 取适当的值，和 NTC 电阻一起对 LVO 进行分压输入到 TP 管脚. TP 的电压 由 R_T 和 NTC 电阻的分压比例决定，因此会随着 NTC 阻值的变化而变化. 当 TP 的电压超出内部窗口范围，HM4061 会停止充电. 对典型的 10K 阻值的 NTC 电阻, 在 50℃时阻值为 4.2K, 由此 R_T 可取 24K.如果要禁止温度保护功能，只需要用和 R_T 阻值相同的普通电阻代替 NTC 电阻.

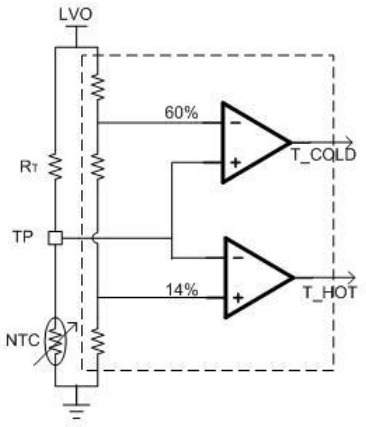


图 5. NTC 应用-1

用户也可以通过加两个外接电阻改变温度窗口值.如图 7, R_{T1} 的典型值 18K, R_{T2} 为 9.1K,电池的过温保护为 50℃. 用户可以修改 R_{T1} 和 R_{T2} 的取值，从而设定不同的温度保护范围.

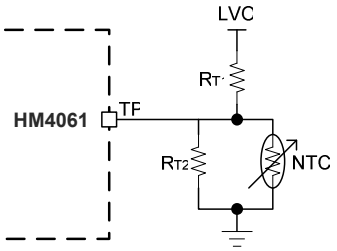


图 6. NTC 应用-2

电池检测

当电池包移除后，HM4061 会自动检测电池是否存在. 在管脚 BAT 输出一个检测脉冲，HM4061 首先下拉一个电流 I_{DISCHG}，下拉时间为 T_{DISCHG}，检测 BAT 脚电压是否被拉低；然后，施加一个充电电流 I_{CHG}，时间为 T_{CHG}，检测 BAT 脚电压是否被拉高.如果电池存在，则 BAT 管脚的电压会维持不变，如果电池不存在，BAT 脚电压会在 0V 和 V_{BAT} 之间来回变化.为了正确检测电池，输出电容最好不要超过 150uF.

应用

设置恒流充电电流

通过设置 R_{SNS} 和 R_{ISET} 的值可以设定电池恒流充电电流，R_{ISET} 为连接 ISET 管脚的外接电容，首先选择检流电阻 R_{SNS}.为了兼顾电流检测精度和充电效率， R_{SNS} 上的压降 V_{SNS} 最好设定在 100mV 到 200mV 之间.

$$R_{SNS}=\frac{V_{SNS}}{I_{CC}} \quad (1)$$

如果 R_{SNS} 计算值不是标准电阻值，则取最接近的电阻值.得到 R_{SNS} 的值后，可以通过下面得公式计算 R_{ISET}:

$$R_{ISET}=\frac{K_{ISET}\times V_{ISET}}{R_{SNS}\times I_{CC}} \quad (2)$$

(K_{ISET}=1000)

V_{ISET} 是 ISET 管脚的电压，内部设定为 1V. K_{ISET} 是电流检测系数，典型值为 1000.

例如,如果设置恒流充电电流 1A，首先选择 V_{SNS}=100mV, 通过公式(1)可得到 R_{SNS}=0.1Ω. 然后通过公式(2)可得到 R_{ISET} =10KΩ.

设置预充电电流

预充电电流设计为恒流充电电流的 1/5. 恒流充电电流设置完毕，预充电电流也同时设定完成.

充电截止电流设置

充电截止电流可通过 8 脚（IEOC）对地电阻进行设置，推荐使用典型值，客户可根据需求设置不同的值。8 脚对地电阻值越大，充电截止电流越小；反之，电阻值越小，充电截止电流越大。

电感选择

电感上的电流纹波可以通过下式计算:

$$\Delta I=\frac{1}{L\times f_S}\left(\frac{V_{IN}-V_{BAT}}{V_{IN}}\right)\times V_{BAT} \quad (5)$$

ΔI 为电感上的电流纹波值, f_S 为 PWM 振荡频率.

从减小噪声上考虑, ΔI 一般取最大充电电流的 30%到 50%. 大多数应用场合，电感可以取 10uH 或者 22uH.

输出电容选择

从环路稳定性上考虑,电感和输出电容的选择要满足以下方程:

$$\frac{1}{2\pi\times\sqrt{L\times C}}\le 12K \quad (6)$$

L、C 分别是电感值和输出电容值.

当选择更大的输出电容，输出电压纹波会减小.然而，考虑到电池检测，输出电容最好选择在 10uF 和 47uF 之间.

满充电压微调

满充电压可通过在管脚 VAD 和 BAT 之间、或者 VAD 到地之间连接电阻进行调整.如图 7.

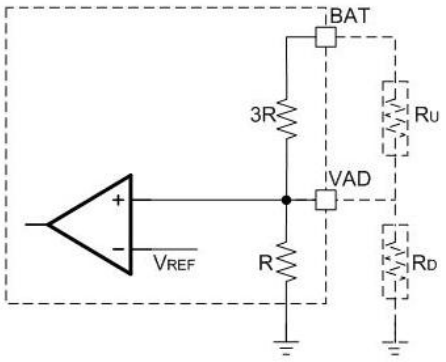


图 7.满充电压微调

假设满充电压为 V_F, 如果需要调整 V_F 到(V_F+ΔV), 需要在管脚 VAD 和 GND 之间接入电阻,设为 R_D. R_D 可以按下式计算:

$$R_D=\frac{3R\times V_F}{4\times\Delta V} \quad (7)$$

相应地, 可将 V_F 调整到(V_F-ΔV). 计算公式如下：

$$R_U=\frac{9R\times V_F}{4\times\Delta V}-3R \quad (8)$$

R 可通过测量管脚 VAD 到地之间的电阻获得.

R=12.5k.

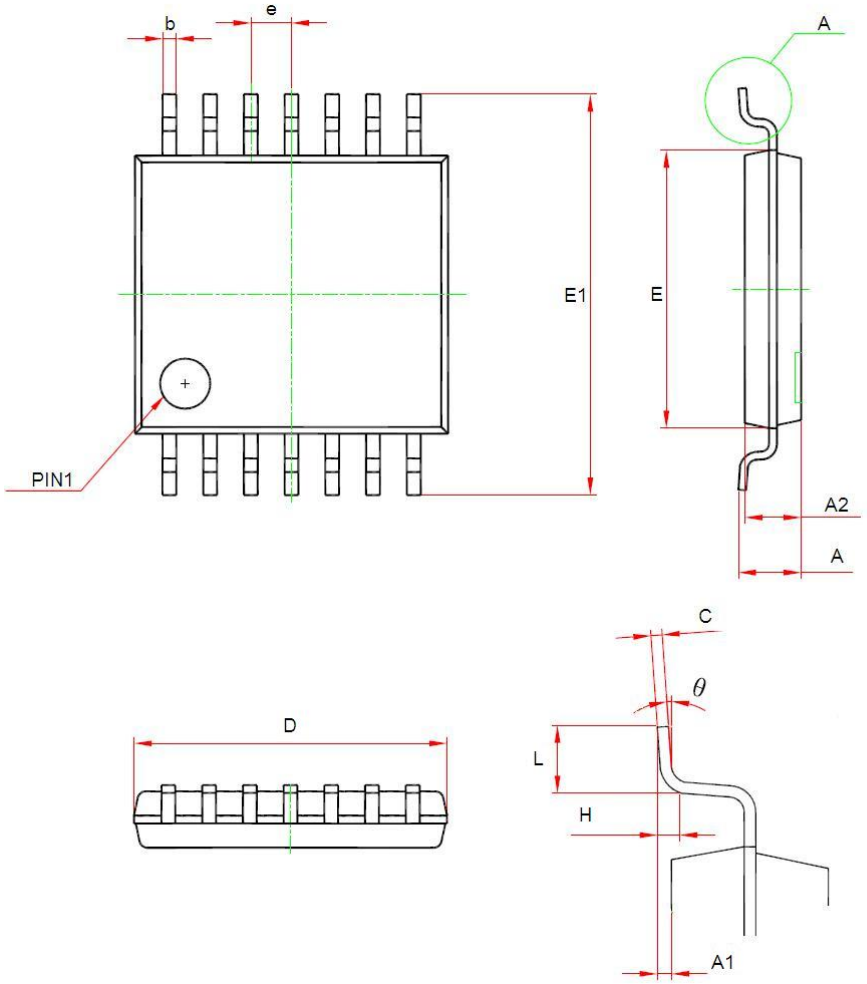
PCB 版图建议

1. 电容尽量靠近相应的管脚，特别是模拟输入脚的电容.

2. PVIN 可接 10uF 的电容稳压.

3. DRI 输出一个脉冲波，为了减小辐射,续流二极管、功率管和输入旁路电容走线尽量短.

封装



符号	毫米		英寸	
	最小	**最大**	**最小**	**最大**
D	4.900	5.100	0.193	0.201
E	4.300	4.500	0.169	0.177
b	0.190	0.300	0.007	0.012
c	0.090	0.200	0.004	0.008
E1	6.250	6.550	0.246	0.258
A		1.200		0.047
A2	0.800	1.000	0.031	0.039
A1	0.050	0.150	0.002	0.006
e	0.65(BSC)		0.026(BSC)	
L	0.500	0.700	0.020	0.028
H	0.25(TYP)		0.01(TYP)	
θ	1^o	7^o	1^o	7^o