

750mA 同步升/降压 LED 恒流驱动器 UCT4801

简述:

对于便携式电源应用而言,要充分利用锂离子电池体积小、能量密度大的优点,就必须在整个电池放电电压范围内实现高效工作。这对于采用 3.3V 电源总线以及大功率白光 LED 驱动的锂离子电池供电系统而言是个设计难题。以驱动大功率白光 LED 为例,由于 WLED 的典型正向压降为 3.2~3.8V,在大多数电源拓扑中用锂离子电池供电都有问题,原因是在电池的不同放电阶段,驱动电路需要对其输出电压进行降压或升压,才能保证输出电流的恒定。UCT4801 的升/降压功能则很好地解决了这个问题。

UCT4801 是一款高效的同步升/降压恒流输出 DC/DC 转换器。其工作于 1MHz 固定频率的 PWM 模式下,能在输入电压高于、低于或等于输出电压的情况下稳定工作。因而能够充分利用满电池容量,具有效率高、成本低、部件数少及电路板面积较小等特点。从而成为输出电压处于电池电压范围内的单节锂离子电池、三节碱性电池或 NiMH 电池应用的理想选择。

如果驱动单颗 1 到 3W 白光 LED,UCT4801 能够为手电筒或闪光灯应用提供高达 700mA 的恒定电流。

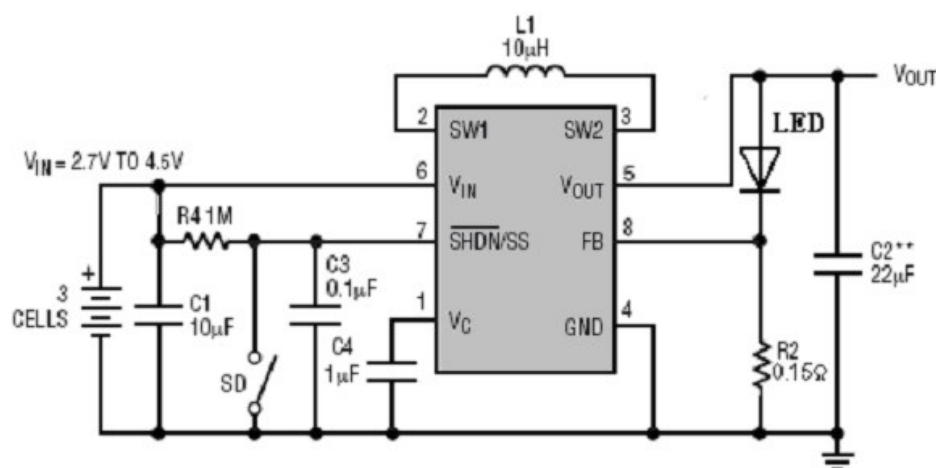
特点:

- 同步整流开关模式,高达95%的工作效率
- 高达750mA的输出电流
- 2.2V ~ 5.5V的输入电压范围
- 1MHz的固定开关频率
- 300uA的静态工作电流
- < 1uA的待机电流
- 最大输入电流限制及芯片过热保护
- 软启动功能
- DFN-10、HSOP-8封装

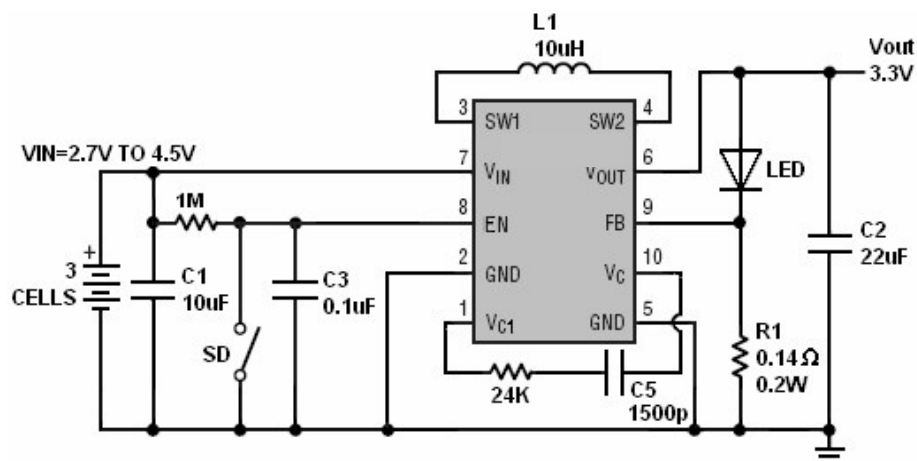
应用:

- ✧ 手电筒
- ✧ 照相机、手机闪光灯
- ✧ 数码相机
- ✧ PDA
- ✧ MP3/MP4播放机
- ✧ 各种便携式仪器

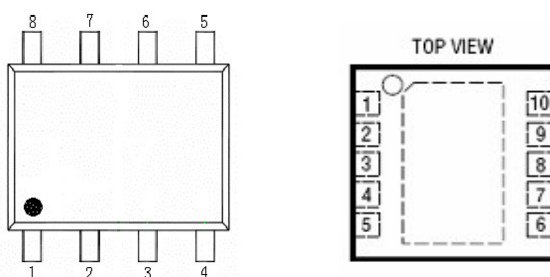
典型应用电路(HSOP-8)



典型应用电路(DFN-10)



引脚定义及说明



引脚序号		引脚名称	功能说明
DFN	HSOP		
1		V _{C1}	频率补偿端，在该引脚与V _c 引脚间接一个RC补偿电路
2,5	4	GND	信号地与电源地
3	2	SW1	H桥开关节点 1，内部PMOSFET-A与NMOSFET-B的公共点，该点与SW2间接功率电感
4	3	SW2	H桥开关节点 2，内部PMOSFET-D与NMOSFET-C的公共点，该点与SW1间接功率电感
6	5	V _{OUT}	同步升降压的输出端，接WLED的正端并通过一只22uF的陶瓷电容旁路到地。
7	6	V _{IN}	电源输入端，须通过一只10uF的陶瓷电容旁路到地
8	7	EN	芯片使能或PWM亮度控制引脚（高电平有效）
9	8	FB	输出电流反馈端，接WLED的负极和采样电阻
10	1	V _c	内部误差放大器输出端，在该引脚与V _{c1} 引脚间接一个RC补偿电路(DFN)或者对地接补偿电容(HSOP)

绝对最大额定值

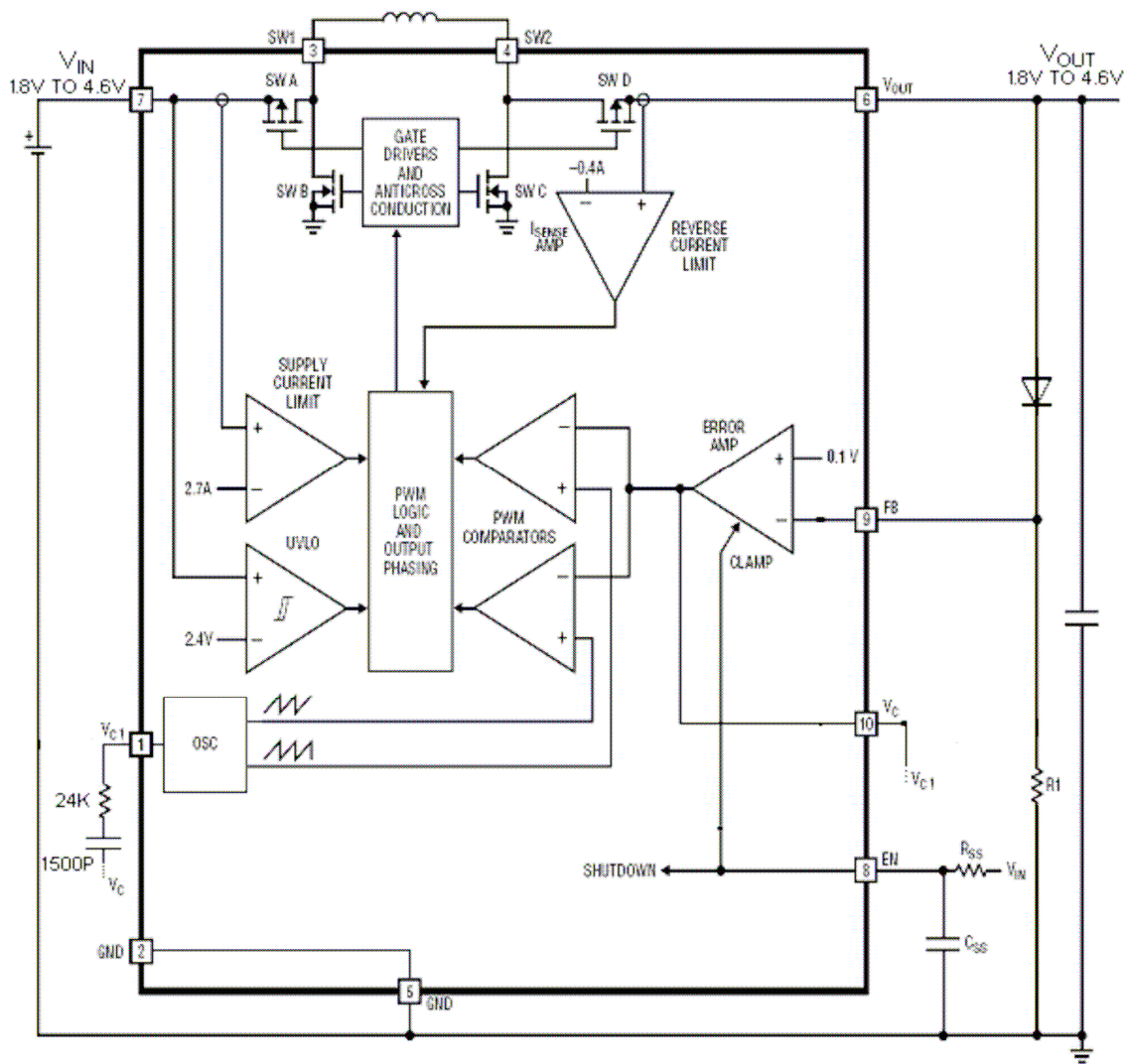
V_{IN} 、 V_{OUT} 引脚电压	- 0.3 V ~ + 6 V
VC、VC1、FB、EN引脚电压	- 0.3 V ~ + 6 V
SW1、SW2引脚电压	- 0.3 V ~ + 6 V
工作温度范围	- 40°C ~ + 85°C
贮存温度范围	- 65°C ~ + 150°C
引脚温度(焊接时间 10 秒)	+ 300°C

注：超出以上所列的极限参数可能造成器件的永久损坏。以上给出的仅仅是极限范围，在这样的极限条件下工作，器件的技术指标将得不到保证，长期在极限条件下工作会影响器件的可靠性。

电气特性 (如无特别说明，则： $V_{in} = V_{out} = 3.6V$ ， $T_a = 25^\circ C$)

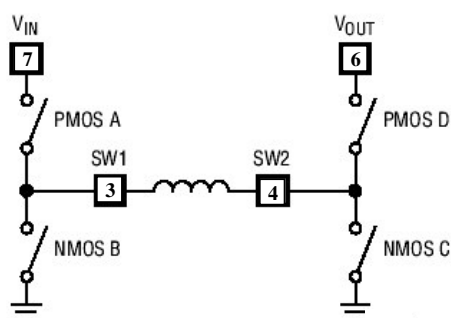
符号	参数描述	条件	最小	典型	最大	单位
V_{in}	输入电压范围		1.8		5.5	V
fsw	开关频率		0.8	1	1.2	MHz
IQ	静态电流	$V_{en} = 0V$ ，不含 MOSFET 开关漏电流		0.1	1	uA
		$V_{en} > 1.5V$		300		uA
V_{FB}	反馈电压		0.098	0.100	0.108	V
I_{FB}	FB 引脚电流	$V_{FB} = 0.1 V$		1	50	nA
V_{ENH}	使能输入高电平		1.5			V
V_{ENL}	使能输入低电平				0.4	V
I_{LeakN}	NMOS 管漏电流	NMOS 管 B 和 C		0.1	5	uA
I_{LeakP}	PMOS 管漏电流	PMOS 管 A 和 D			10	uA
R_{ONN}	NMOS 管导通电阻	NMOS 管 B 和 C		0.19		Ω
R_{ONP}	PMOS 管导通电阻	PMOS 管 A 和 D		0.22		Ω
I_{EN}	使能引脚输入电流	$V_{EN} = 5.533 V$		0.01	1	uA
DCMAX	最大占空比	升压模式 (NMOS 管 C)	55	75		%
		降压模式 (PMOS 管 A)	100			%
DCMIN	最小占空比				0	%
$I_{InLimit}$	输入电流限制值		1			A

内部电路框图



工作原理：

UCT4801 采用如下图所示的标准 H 桥升/降压功率级，内部同时包含与单个电感器连接的降压及升压两种 MOSFET 配置。UCT4801 采用特有的控制器设计，通过对 4 个内部 MOSFET 的相应的相位控制，能够在输入电压高于、低于或等于输出电压的条件下，实现高效率、低噪声的稳定工作。



当 $V_{in} > V_{out}$ 时，UCT4801 处于降压（Buck）工作模式，此时 PMOSFET D 始终接通而 NMOSFET C 始终关断。这样一来 PMOSFET A 和 NMOSFET B 就像一个典型的 PWM 控制的同步降压型 DC/DC 转换器一样交替工作：PMOSFET A 在每个工作周期中定时开通，而 NMOSFET B 在前者关断期间作为同步整流功能而接通。随着负载电流的增加或者 V_{in} 的下降，PMOSFET A 的接通占空比也增加，直到达到降压模式下的额定最大占空比，此时意味着 V_{in} 已经接近 V_{out} ，UCT4801 将切换到升/降压模式。

当 $V_{in} \approx V_{out}$ 时，UCT4801 进入升/降压（Buck/Boost）模式。在该模式下，首先 PMOSFET A 和 NMOSFET C 接通， V_{in} 对功率电感充电；然后 PMOSFET A 和 NMOSFET C 关断，NMOSFET B 和 PMOSFET D 接通，功率电感对负载放电；最后是 NMOSFET B 和 NMOSFET C 关断，PMOSFET A 和 PMOSFET D 接通，功率电感的能量与输入电源叠加对负载放电。随着负载电流的增加或者 V_{in} 的下降，PMOSFET A 和 NMOSFET C 的接通占空比增加，而 NMOSFET B 和 PMOSFET D 的接通占空比减少直到消失，最后只留下 PMOSFET A 和 NMOSFET C 与 PMOSFET A 和 PMOSFET D 交替接通工作，电路逐步切换到升压模式。

当 $V_{in} < V_{out}$ 时，UCT4801 处于升压（Boost）工作模式，这时 PMOSFET A 始终接通而 NMOSFET B 始终关断，PMOSFET D 和 NMOSFET C 就像一个典型的 PWM 控制的同步升压型 DC/DC 转换器一样交替工作：NMOSFET C 在每个工作周期中定时开通，而 PMOSFET D 在前者关断期间作为同步整流功能而接通。同样道理，随着负载电流的增加或者 V_{in} 的下降，NMOSFET C 的接通占空比也增加，直到达到升压模式下的额定最大占空比。

当使能引脚 EN 被拉至低电平时，UCT4801 处于待机模式，PMOSFET A 和 PMOSFET D 均处于关断状态，从而实现输入输出间的完全隔离，同时 IC 的静态电流下降到 1 μ A 以下。

如果 UCT4801 的内部结温由于某种原因而超过 130 $^{\circ}$ C，则内部 4 个 MOSFET 将被立即关断，实现过热保护。

如果输入电流瞬间超过额定保护值，则 PMOSFET A 将被立即关断，NMOSFET B 和 PMOSFET D 则在该周期余下的时间里接通，以便以最快的速率将功率电感上的反向电流释放掉。

应用信息

1. 输出电流的设置

输出电流通过连接在 V_{FB} 引脚（LED 负极）与地之间的电流取样电阻 $R1$ 来设定。其计算公式为：

$$I_{LED} = V_{FB} / R1 \quad \text{或者} \quad R1 = V_{FB} / I_{LED}$$

其中： $V_{FB} = 0.1V$

为保证产品输出电流的一致性，建议该电阻采用 1%的精度，同时应该注意该电阻的耗散功率应该有足够的富裕量。

2. 功率电感的选择

UCT4801 高达 1MHz 的工作频率允许使用较小量值的功率电感，从而减少元件的体积。但是，为了获得高效率、稳定的工作状态，应该注意以下三点：

①选择采用高频铁氧体磁性材料的功率电感器以减少磁芯损耗。

②该功率电感应该具有较低的 ESR（等效串联电阻）以减少 I^2R （铜损）损耗。

③所选用的功率电感必须具有足够的 DC 工作电流容量（一般应该大于输出电流的 2 倍），否则电感会发生磁饱和，造成电路的效率大大下降，甚至不能正常输出稳定电流。这意味着不能采用磁芯尺寸太小的功率电感。

综合以上考虑，推荐使用工字磁芯或罐状磁芯（对 EMI 要求较高时）的功率电感，量值可取 10uH。常见的一个典型例子是：CD43-10uH。

3. 输入、输出电容的选择

为了减少电源内阻对电路效率和稳定性的影响，UCT4801 的 V_{in} 引脚必须就近接入一个低 ESR 的陶瓷旁路电容器。同样，为了降低输出电流的纹波，需要在 V_{out} 引脚与地间接入一个低 ESR 的陶瓷滤波电容器。

输入、输出电容建议使用温度系数小的 X5R 材质的陶瓷贴片电容，容量分别不小于 10uF 和 22uF，例如可选用 TDK 的：C2012X5R0J106MT（10uF 6.3V 0805）和 C2012X5R0J226MTJ（22uF 6.3V 0805）。

4. 软启动

为了避免开机时的浪涌电流，在 V_{in} 与 EN 引脚间接入的 RC 电路可以增加软启动功能。典型的 1M Ω 电阻加上 0.1uF 的电容可以带来大约 70mS 的启动延时。

5. 亮度控制

EN 引脚是使能以及亮度控制输入端。

当作为使能端使用时，EN 接低电平（ $V_{EN} < 0.4V$ ），则内部功率 MOSFET 管关闭，IC 停止工作。如果 EN 接高电平（ $V_{EN} > 1.5V$ ），则驱动电路正常工作，内部功率 MOSFET 管按照一定的时序正常输出开关信号。

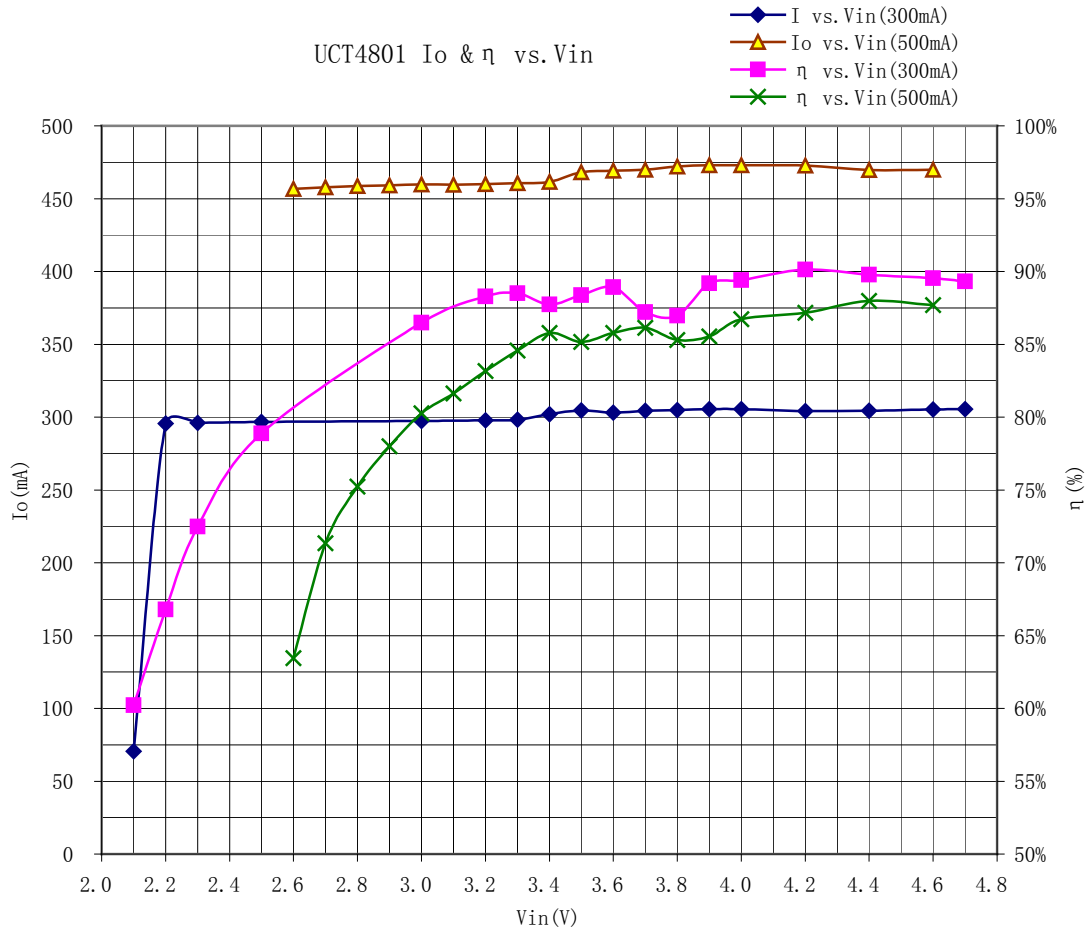
通过在 EN 管脚加入可变占空比的 PWM 信号可以调小输出电流以实现 PWM 调光，通过 PWM 调光，LED 的输出电流可以从 0% 到 100% 变化。LED 的亮度是由 PWM 信号的占空比决定的，例如 PWM 信号为 25% 占空比，则 LED 的平均电流为 $(0.1/R1)$ 的 25%。建议设置 PWM 调光频率在 100Hz 以上，以避免人的眼睛可以看到 LED 的闪烁，PWM 调光比模拟调光的优势在于不会改变 LED 的色度。

6. 关于芯片的散热

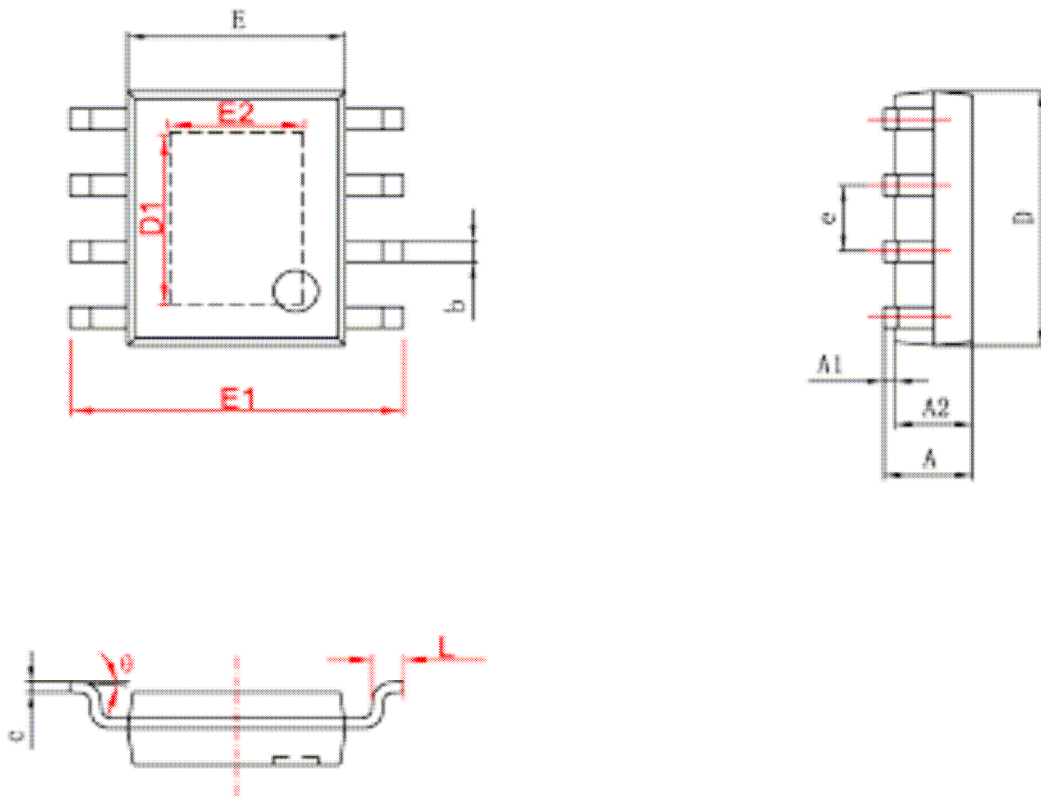
UCT4801 内部集成了 4 个 MOSFET 开关管，这些开关管在工作中的损耗将转换为热能，如果这些热量不能有效地散发，则会使芯片的温度不断上升，直到过热保护功能启动，电路停止工作。

为了避免过热，必须考虑适当的散热措施。一个散热性能良好的 PCB 对稳定地输出最大电流很关键。集成电路产生的热是通过封装的金属引线到框架到管脚再散到外面，PCB 上的铜层起着散热片的作用，所以在设计 PCB 板时，IC 的每个管脚（尤其是 GND 管脚）的铜箔面积应尽可能大，适当多放些通孔也能提高热处理能力，可以利用通孔将热量传导到 PCB 反面的铜箔上以便增加散热量。

典型特性:

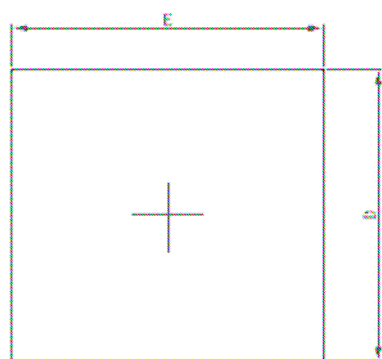


封装信息：(HSOP-8)

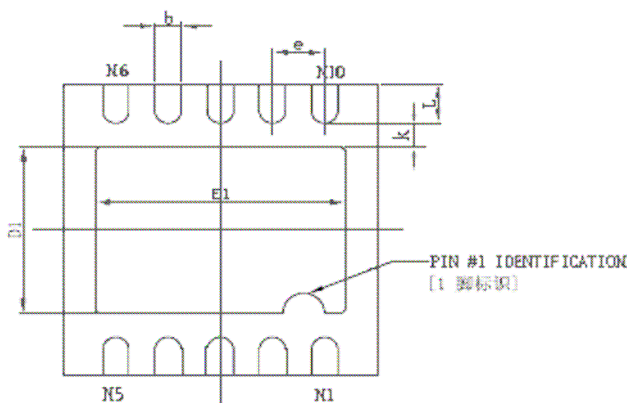


字符	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.050	0.150	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.006	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.200
D1	3.202	3.402	0.126	0.134
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	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°

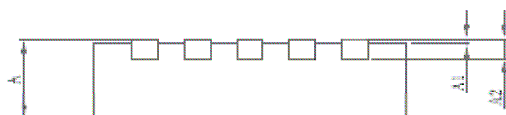
封装信息 (DFN-10) :



Top View



Bottom View



Side View

符号	单位为毫米			
	最小值	最大值	最小值	最大值
A	0.820	1.100	0.032	0.043
A1	0.020	0.150	0.001	0.006
A2	0.750	0.950	0.030	0.037
b	0.180	0.280	0.007	0.011
c	0.090	0.230	0.004	0.009
D	2.900	3.100	0.114	0.122
e	0.50(BSC)		0.020(BSC)	
E	2.900	3.100	0.114	0.122
E1	4.750	5.050	0.187	0.199
L	0.400	0.800	0.016	0.031
θ	0°	8°	0°	8°