

2A开关型锂电/磷酸铁锂电池充电器 UCT3643

概述

UCT3643是一款开关型降压单节锰锂电池/磷酸铁锂电池充电管理芯片。

UCT3643具有宽输入电压范围，对电池充电自动分为涓流预充、恒流、恒压三个阶段。涓流预充电电流、恒流充电电流都可通过外部电阻调整，最大充电电流达2A。

UCT3643采用开关工作模式，高达800kHz的工作频率使它可以采用较小的外围器件，并在大电流充电中仍保持较低的发热量。

UCT3643内置功率PMOSFET、防倒灌电路，所以无需防倒灌肖特基二极管等外围保护。其QFN16超小型封装与简单的外围电路，使得UCT3643非常适用于便携式设备的大电流充电管理应用。

UCT3643内置输入过流及欠压保护、芯片过温保护、短路保护、电池温度监控、电池反接保护等功能，能够大大地提高电路的工作可靠性。

利用UCT3643的恒流功能，可以在2串锂电池或4串干电池输入情况下，用来恒流驱动0.5~7W白光LED。

主要特性

- ◇ 5 ~ 9V 宽输入工作电压
- ◇ 0.1 ~ 2A可编程恒流充电电流
- ◇ 10 ~ 100%可编程预充电电流
- ◇ 单节4.2V锰锂或3.6V磷酸铁锂电池充电或0.5 ~ 7W白光LED恒流驱动
- ◇ 内置功率MOSFET, 无需外接防倒灌二极管，外围电路简单
- ◇ 开关型工作模式，器件发热少
- ◇ 双路LED充电状态指示
- ◇ 芯片温度保护，过流保护，欠压保护
- ◇ 电池温度保护、电池反接停机、短路保护
- ◇ 开关频率800KHz，功率电感可低至2.2uH ~ 10uH
- ◇ 自动再充电功能
- ◇ 充电恒压控制精度≤1%
- ◇ 涓流、恒流、恒压三段充电，有效保护电池
- ◇ 散热良好的QFN16 4mm*4mm 超小型封装

应用范围

- ✓ 便携式设备
- ✓ 智能手机、PDA、对讲机
- ✓ MP4、MP5 播放器、平板电脑
- ✓ 矿灯
- ✓ 电动工具
- ✓ LED照明灯具
- ✓ 各种充电器

UCT3643 内部框图

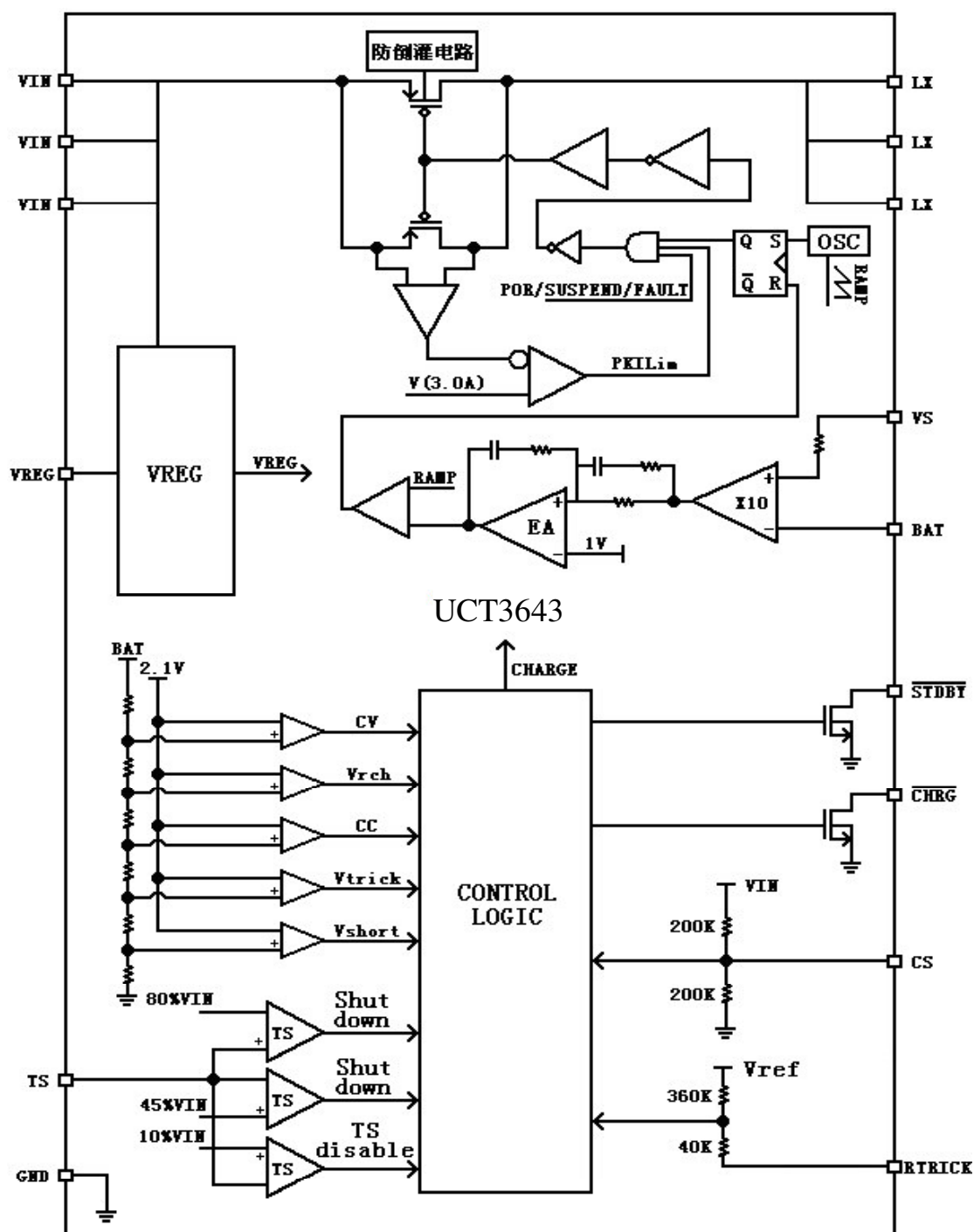
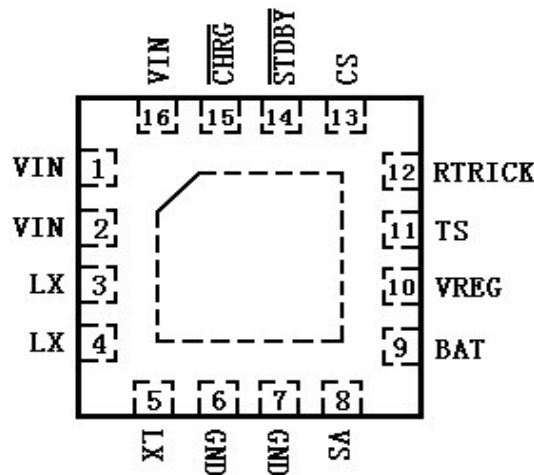


图 3 UCT3643 内部框图

引脚定义及位置



16 引脚4mm*4mmQFN16 封装顶视图（散热片接地）

引脚功能表

引脚号	名称	定义
1、2、16	VIN	输入电压正输入端。此管脚的电压为内部电路的工作电源，VIN的允许范围在4.5V至9V之间，并通过一个10 μ F的钽电容进行旁路。当VIN和VBAT压差低于30mV时，UCT3643 进入停机模式，从而使IBAT降至4 μ A。
3、4、5	LX	内置PMOSFET 功率管漏极连接点。LX 为UCT3643 的开关电流输出端，与外部功率电感及肖特基二极管相连。
6、7	GND	电源地。
8	VS	输出电流检测的正输入端。
9	BAT	电池电压检测及输出电流检测的负输入端。电池的正端连接到此管脚。
10	VREG	芯片内部电源。需要外接一个0.1 μ F 旁路电容到地。
11	TS	电池温度检测输入端。将TS 管脚接到电池的NTC（负温度系数热敏电阻）传感器的输出端。如果TS 管脚的电压小于输入电压的45%或者大于输入电压的80%，意味着电池温度过低或过高，则充电被暂停。如果TS 直接接GND，则电池温度检测功能取消，而充电功能正常。
12	RTRICK	涓流预充电流设置端，通过外接电阻可以设置预充电流。将RTRICK 引脚接地则预充电流为 10%恒流设置值，如果RTRICK 悬空则预充电流等于恒流电流。
13	CS	锂离子或磷酸铁锂电池选择输入端。CS 端高输入电平将使UCT3643 处于锂离子电池充电（4.2V）状态。CS 端悬空使UCT3643 处于磷酸铁锂电池（3.6V）充电状态。低输入电平使UCT3643 处于停机状态。CS 端可以被TTL 或者CMOS 电平驱动。
14	STDBY	充电完成指示端。当电池充电完成时STDBY被内部开关拉到低电平，表示充电完成。除此外，STDBY 管脚将处于高阻态。
15	CHRG	充电状态指示端。当电池充电时，CHRG 管脚被内部开关拉到低电平，表示充电正在进行；否则CHRG 管脚处于高阻态。

绝对最大额定值

- 输入电源电压 (V_{IN}) : 10V
- BAT引脚耐压: -4.2V~9V
- BAT引脚短路持续时间: 连续
- 最大结温: 145℃
- 工作环境温度范围: -40℃~85℃
- 贮存温度范围: -65℃~125℃
- 引脚温度 (焊接时间10 秒): 260℃

电性能参数

●表示该指标适合整个工作温度范围, 否则仅指 $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{IN}=6\text{V}$, 除非特别注明。

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}	输入电源电压		●	4.0	5	9.0	V
I_{CC}	输入电源电流	充电模式, $R_S=0.1\Omega$	●		250	500	μA
		待机模式 (充电终止)	●		180	250	μA
		停机模式 ($CS=GND$, $V_{IN}<V_{BAT}$, 或 $V_{IN}<V_{UV}$)	●		180	250	μA
					180	250	
V_{FLOAL}	充电截止电压	4.2V 锂离子电池		4.158	4.2	4.242	V
		3.6V 磷酸铁锂电池		3.564	3.6	3.636	V
I_{BAT}	BAT 引脚电流: (电流模式测试条件是 $CS=V_{IN}$ 、电池=3.8V)	$R_S=0.1\Omega$, 恒流模式	●	950	1000	1100	mA
		$R_S=0.067\Omega$, 恒流模式	●	1450	1500	1600	mA
		待机模式, $V_{BAT}=4.2\text{V}$	●	0	-4	-6	μA
		$V_{IN}=0\text{V}$, $V_{BAT}=4.2\text{V}$	●	0	-4	-6	μA
I_{TRIKL}	涓流预充电电流 RTRICK 引脚接地	$1.2\text{V}<V_{BAT}<V_{TRIKL}$, $R_S=0.067$	●	150	170	190	mA
F	振荡频率			650	800	950	KHz
D_{MAX}	最大占空比				100%		
D_{MIN}	最小占空比			0%			
V_{TRIKL}	涓流充电门限电压 (4.2V) (3.6V)	$R_S=0.067\Omega$, V_{BAT} 上升		2.8	2.9	3.0	V
				2.4	2.5	2.6	
V_{TRHYS}	涓流充电迟滞电压	$R_S=0.067\Omega$		60	80	100	mV
V_{UV}	V_{IN} 欠压闭锁门限	从 V_{IN} 低至高	●	3.5	3.7	3.9	V
V_{UVHYS}	V_{IN} 欠压闭锁迟滞		●	150	200	300	mV
V_{ASD}	$V_{IN}-V_{BAT}$ 闭锁门限电压	V_{DS} 从低到高		60	100	140	mV
		V_{DS} 从高到低		5	30	50	mV
I_{TERM}	C/10 终止电流门限	$R_S=0.067\Omega$	●	130	150	170	mA
V_{CHRG}	$\overline{CHRG}$ 引脚输出低电压	$I_{CHRG}=5\text{mA}$			0.3	0.6	V
V_{STDBY}	$\overline{STDBY}$ 引脚输出低电平	$I_{STDBY}=5\text{mA}$			0.3	0.6	V
V_{TEMP-H}	TEMP 引脚高端关机电压				>80	82	%* V_{IN}
V_{TEMP-L}	TEMP 引脚低端关机电压			43	<45		%* V_{IN}
ΔV_{RECHRG}	再充电电池门限电压	$V_{FLOAL}-V_{RECHRG}$		100	150	200	mV
T_{LIM}	芯片保护温度				145		$^{\circ}\text{C}$
R_{ON}	功率 FET “导通”电阻				260		$\text{m}\Omega$
t_{as}	软启动时间	$I_{BAT}=0$ 至 $I_{BAT}=0.1\text{V}/R_S$			20		μs
$t_{RECHARGE}$	再充电比较器滤波时间	V_{BAT} 高至低		0.8	1.8	4	mS
t_{TERM}	终止比较器滤波时间	I_{BAT} 降至C/10 以下		0.8	1.8	4	mS

工作原理（参见图4）

UCT3643 是专为单节4.2V 锂离子或3.6V磷酸铁锂电池而设计的开关型大电流充电器芯片，其内部具备功率晶体管对电池进行涓流、恒流和恒压充电控制，而且不需要另加防倒灌二极管。充电电流可以用外部电阻编程设定，最大持续充电电流可达2A。

UCT3643包含两个漏极开路输出的状态指示端：充电状态指示端CHRG 和充电结束状态指示端STDBY。内部的功率管理电路在芯片的结温超过145℃时能够自动降低充电电流，这个功能可以使用户最大限度的利用芯片的功率处理能力，不用担心芯片过热而损坏芯片或者外部元器件。

当输入电压大于芯片启动阈值电压而且芯片使能输入端（CS）接高电平或者悬空时，UCT3643 开始对电池充电，此时CHRG 管脚输出低电平，表示充电正在进行。如果锂离子电池电压低于2.9V（磷酸铁锂电池电压低于2.5V），充电器用小电流对电池进行涓流预充电（预充电电流通过外接电阻可调）。当电池电压上升到超过预充电电压值时，转为正常恒流充电。恒流充电电流由VS 管脚和VBAT 管脚之间的电阻确定。当电池电压接近4.2V（磷酸铁锂电池接近3.6V）时，距离充电恒压电压约50mV（根据不同的电路连接电阻与电池内阻而不同），UCT3643 进入恒压充电模式，充电电流逐渐减小。当充电电流减小到截止电流时，充电周期结束，CHRG 端输出高阻态，STDBY 端输出低电位。此后，如果电池电压回落到再充电阈值（锂离子电池4.05V，磷酸铁锂电池3.45V），将自动开始新的充电周期。芯片内部的高精度电压基准源、误差放大器和电阻网络确保电池端恒压电压的精度在±1%以内，满足了锂离子电池和磷酸铁锂电池的充电要求。当输入电压掉电或输入电压低于电池电压时，充电器进入低功耗的停机模式，此时电池从芯片的倒灌电流小于4uA。

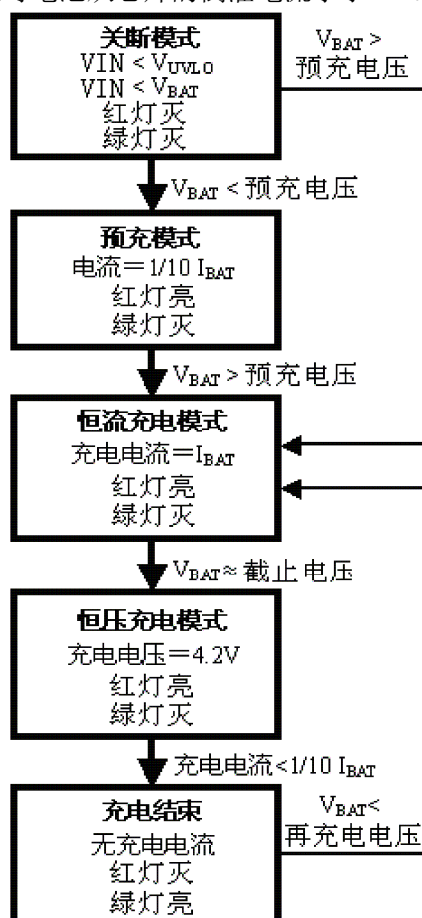


图4 典型锂离子电池充电循环状态图

应用信息

• 充电截止电压选择

UCT3643 具有单节锂离子/磷酸铁锂电池两种充电截止电压的选择。当CS 端连接高电位VIN 时，为4.2V 锂离子电池充电标准，截止电压4.2V。当CS 端悬空，为磷酸铁锂电池充电标准，截止电压3.6V。而当将CS 端接低电平GND 时，充电器停止充电。UCT3643 的CS 端的复合设计，可以通过外部控制充电模式与停机模式的切换。

4.2V 锂离子电池充电与停机模式的切换如图5 所示。通过一个开漏输出端口与CS 端连接，如果NMOS 管栅极输入低电平，N1 截止，此时CS 端接高电平，则充电截止电压为4.2V，UCT3643 为锂离子电池充电。当NMOS 管栅极输入高电平，N1 导通，此时CS 端被下拉到GND，UCT3643 为停机模式。

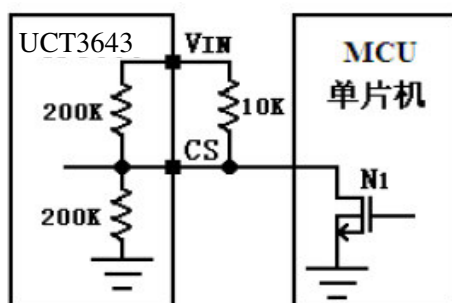


图5 4.2V 锂离子电池充电与停机状态的外部控制切换

3.6V 磷酸铁锂电池充电与停机状态的切换如图6 所示。如果NMOS 管栅极输入低电平，N1 截止，此时CS 端悬空，则充电截止电压为3.6V，UCT3643 为磷酸铁锂电池充电。当NMOS 管栅极输入高电平，N1 导通，CS 端被下拉到GND，UCT3643 为停机模式。

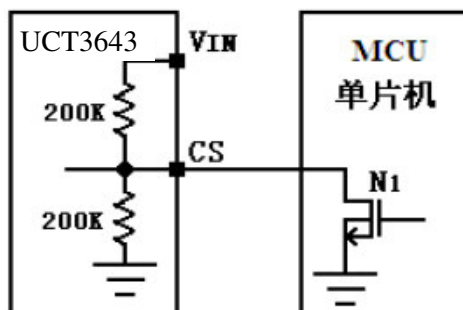


图6 受外部控制的磷酸铁锂电池充电状态与停机状态的切换

• 充电电流设置

电池充电的电流 I_{BAT} ，由外部电流检测电阻 R_S 确定（见图7）， R_S 可由该电阻两端的调整阈值电压 V_S 和恒流充电电流的比值来确定，恒流状态下 R_S 两端的电压为100mV。设定电阻器和充电电流采用下列公式来计算：

$$R_S = 0.1 V / I_{BAT} \text{ (电流单位A, 电阻单位 } \Omega \text{)}$$

举例：

需要设置充电电流1A，带入公式计算得 $R_S=0.1 \Omega$

为方便快速设计，表2 给出了一些设置不同电流所对应的 R_S 电阻。

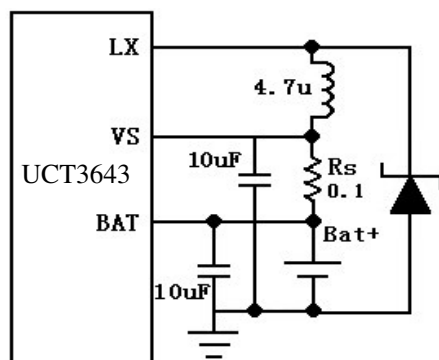


图7 充电电流取样及设置电阻

表 2: 不同 R_s 及其对应的恒流充电电流

R_s (Ω)	I_{BAT} (mA)
1	100
0.2	500
0.1	1000
0.067	1500
0.05	2000

- 涓流预充电电流设置

如果电池电压低于预充电门限电压，UCT3643 将启动一个预充电过程对电池充电，UCT3643 的预充电电流可以通过TRICK端口设置。预充电电流是采用一个连接在TRICK 管脚与地之间的电阻器来设定的。

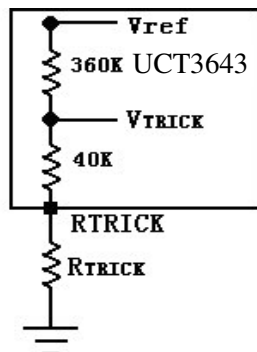


图8 TRICK 端内部电路图

从上图中可以看出，如果 R_{TRICK} 端口直接接地，电阻分压得到的电压比例即为预充电涓流与恒流充电电流的比例。那么预充电电流为恒流充电电流的1/10；而如果 R_{TRICK} 端口悬空，则预充电电流等于恒流充电电流。

此引脚仅更改涓流电流，关断电流不受此影响，仍为10%恒流电流。

设定电阻器和预充电电流采用下列公式来计算：

$$R_{TRICK} = \frac{400kI_{TRICK} - 40kI_{BAT}}{I_{BAT} - I_{TRICK}}$$

为了方便快速设计，表3 给出了 R_{TRICK} 及其设定的预充电涓流电流与恒流电流 I_{BAT} 的关系。

R_{TRICK} (k)	I_{TRICK} (mA)
0	10% I_{BAT}
50k	20% I_{BAT}
114k	30% I_{BAT}
320k	50% I_{BAT}
引脚悬空	100% I_{BAT}

表3: R_{TRICK} 及其设定的涓流电流与恒流电流 I_{BAT} 的关系

- 充电终止

在恒压阶段, 当充电电流降到恒流充电值的1/10 时, 充电循环被终止。该条件是通过采用一个内部滤波比较器对 R_S 的压降进行监控来检测的。当 R_S 两端电压差低至10mV以下的时间超过 t_{TERM} (一般为1.8ms)时, 充电终止。

充电电流被关断后, UCT3643 进入待机模式, 此时输入电源电流降至170 μ A以下, 电池倒灌电流约4 μ A。在待机模式, UCT3643 对BAT引脚电压进行连续监控。如果电池引脚电压降到4.05V (磷酸铁锂电池电压降到3.45V) 的再充电门限 V_{RECHRG} 以下, 则新的充电循环开始充电器再次向电池输出电流。

- 充电状态指示

UCT3643 有两个漏极开路输出端: CHRG 和STDBY, 可在这两个引脚处接上LED作为充电 / 充电结束的状态指示。当充电器处于充电状态时, CHRG 被拉到低电平, 在其他状态CHRG 则处于高阻态; 当充电器处于充电结束状态时, STDBY 被拉到低电平, 在其他状态STDBY 则处于高阻态。当电池的温度处于正常温度范围之外时, CHRG 和STDBY 管脚都输出高阻态。如果不用状态指示功能时, 可将不用的引脚连接到地。

绿灯 STDBY	红灯 CHRG	充电状态
灭	亮	正在充电状态
亮	灭	电池充满状态
灭	灭	欠压, 电池温度过高、过低等故障状态或无电池接入 (TS端使用)
绿灯亮, 红灯闪烁 F=0.5-2S		BAT端接10 μ 电容, 无电池待机状态 (TS接地)

表 4: 充电指示状态

- 电池温度保护

为了防止温度过高或者过低对电池充电造成的损害, UCT3643内部集成有电池温度检测电路。电池温度检测是通过测量TS 管脚的电压实现的, TS 管脚的电压是取自电池内部的NTC热敏电阻和一个上拉电阻构成的分压网络的, 如图9 所示。

UCT3643 将TS 管脚的电压同芯片内部的两个阈值 V_{LOW} 和 V_{HIGH} 相比较, 以确认电池的温度是否超出正常范围。在UCT3643 内部, V_{LOW} 被固定在45% $\times V_{CC}$, V_{HIGH} 被固定在80% $\times V_{CC}$ 。如果TS 管脚的电压 $V_{TS} < V_{LOW}$ 或者 $V_{TS} > V_{HIGH}$, 则表示电池的温度太高或者太低, 充电过程将被暂停; 如果TS 管脚的电压 V_{TS} 在 V_{LOW} 和 V_{HIGH} 之间, 充电周期则继续。如果将TS 管脚接地, 电池温度检测功能将被禁止。

举例: 常温25 $^{\circ}$ C下 R_{NTC} =10k, 设定保护温度60 $^{\circ}$ C, 60 $^{\circ}$ C 下 R_{NTC} =3k, 则计算得 R =3.6k

时，NTC 电阻分压比例为45%电源电压，即60℃时UCT3643 停止充电。

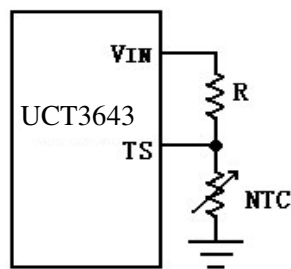


图 9 NTC 连接示意图

- 芯片内部过热保护

充电时，如果芯片温度试图升至约145℃的预设值以上，则一个内部热反馈环路将减小充电电流，直到芯片温度不再升高。该功能可防止UCT3643 过热，并允许用户提高给定电路板功率处理能力的上限而没有损坏UCT3643 的风险。从而保证充电器可在最坏情况条件下通过减小电流来维持工作。设计时可根据典型（而不是最坏情况）环境温度来设定充电电流。

- 限流及输出短路保护

UCT3643 内部集成多重保护功能：芯片输入端限流，最大峰值电流为3.5A，以防止电流过大引起芯片损坏；如果输出端电压低于约1.2V，则芯片进入短路保护模式；芯片输入电流限流为最大峰值电流的10%约350mA，电流大小随输入电压的不同有差异。

- 输入欠压保护

一个内部欠压闭锁电路UVLO对输入电压进行监控，并在Vin 升至欠压闭锁门限以上之前使充电器保持在停机模式，电池无放电电流。如果UVLO 比较器发生跳变，则在VIN 升至比电池电压高50mV 之前充电器将不会退出停机模式。这样客户不用担心在输入电源不足情况下电池电量被泄放。

- 自动再充电

一旦充电循环被终止，UCT3643 立即采用一个具有 1.8ms 滤波时间（ $t_{RECHARGE}$ ）的比较器来对 BAT 引脚上的电压进行连续监控。当电池电压降至再充电阈值以下时，充电循环重新开始。这确保了电池被维持在（或接近）一个满充电状态。在再充电循环过程中，CHRG 引脚输出重新进入一个强下拉状态。

- 白光LED 驱动

可以将UCT3643 设计工作在4.2V 锂电池充电模式，利用2 串锂电池输入(8.4v)或4串干电池作输入(6v)，输出直接恒流驱动WLED。这是由于白光LED 导通工作电压一般在 3 ~3.6V 左右，此时充电器正好处于恒流阶段。

UCT3643 可以为单颗白光LED 或者多颗并联的白光LED 提供高效、稳定驱动电流，并有输出4.2V 限压保护。驱动电流的调整根据Rs设置，可以驱动0.5W-7W 白光LED。

- 输入、输出及VS 端电容

可以使用多种类型电容器，但需要高品质的电容。用多层陶瓷电容器时尤其必须谨慎，有些类型的陶瓷电容器具有高EMI值的特点，因此，在某些条件下（比如将充电器输入与一个工作中的电源相连）有可能产生高的电压瞬态信号损坏芯片，建议采用10uF 钽电容或X5R 或X7R 级别陶瓷电容，如果要使用电解电容，则需另加一个0.1uF 的陶瓷电容进行旁路，并且安装位置务必靠近芯片 VCC引脚。

• 散热考虑

虽然QFN16 封装的外形尺寸很小，其散热特性却很好，但这点需要PCB 版的设计配合，采用一个热设计精良的PCB 板布局可以最大程度地将芯片的热量散出以增加可使用的充电电流。

用于IC耗散所产生热量的散热通路是从芯片至引线框架，并通过芯片底部散热片到达PCB 板铜面，由其将热量散发出去。与引脚相连的铜箔面积也应尽可能地宽阔，并向外延伸至较大的铜面积，以便将热量散播到周围环境中。建议多加通孔至内部或背部铜电路层，可改善充电器的总体热性能。当进行PCB 板布局设计时，电路板上与充电器无关的其他热源也是必须予以考虑的，因为它们将对总体温升和最大充电电流有所影响。

• 功率电感选择

为了保证电路稳定性，在预充电和恒流充电阶段，系统需要保证工作在连续模式(CCM)。根据电感电流公式：

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

其中 ΔI 为电感纹波、FS 为开关频率，为了保证在预充电和恒流充电均处于CCM 模式， ΔI 取预充电电流值，即为恒流充电的1/5，根据输入电压要求可以计算出电感值。电感取值一般在2.2uH ~ 10uH，推荐使用4.7uH。电感选用额定电流要大于充电电流，并且内阻较低的功率电感。

使用注意事项

1. 电路中电容都应尽量靠近芯片。
2. VS端VIN端与BAT端使用钽电容、X5R或X7R级别陶瓷电容或电解电容加0.1uF陶瓷电容。
3. 电感请选用电流能力足够的功率电感。
4. 肖特基二极管选用导通压降小电流能力大于等于2A的肖特基二极管。
5. 对于VIN及LX主电流回路的走线应尽量宽。
6. 注意各电容接地线节点位置，应尽量使接地点集中，良好接地。
7. 注意芯片底部散热片与PCB 散热铜箔的良好焊接，保证散热良好。

其他应用电路

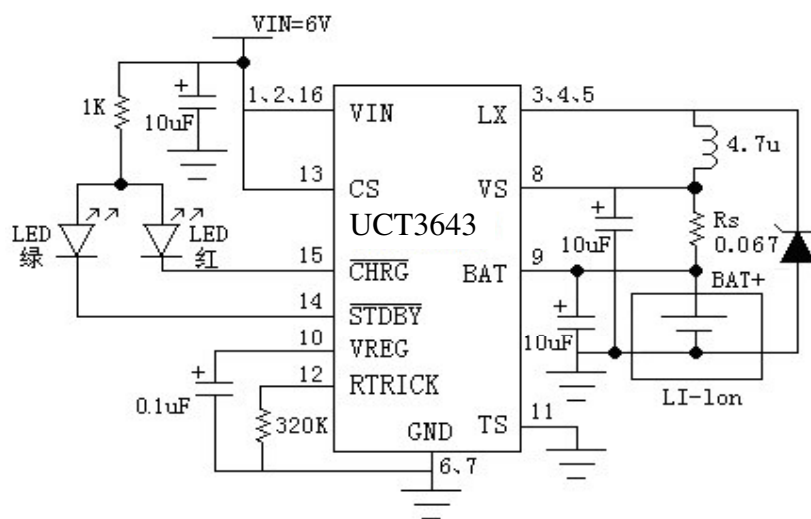


图10 4.2V锂离子电池充电应用示意图
(CS引脚接高，无电池温度保护，涓流0.75A/恒流1.5A)

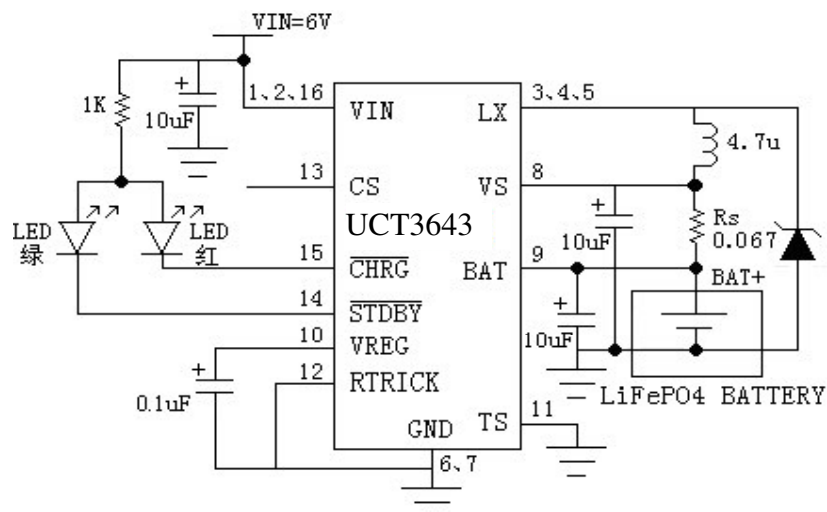


图 11 磷酸铁锂电池充电应用图
(CS 引脚悬空, 无电池温度保护, 涓流 0.15A/恒流 1.5A)

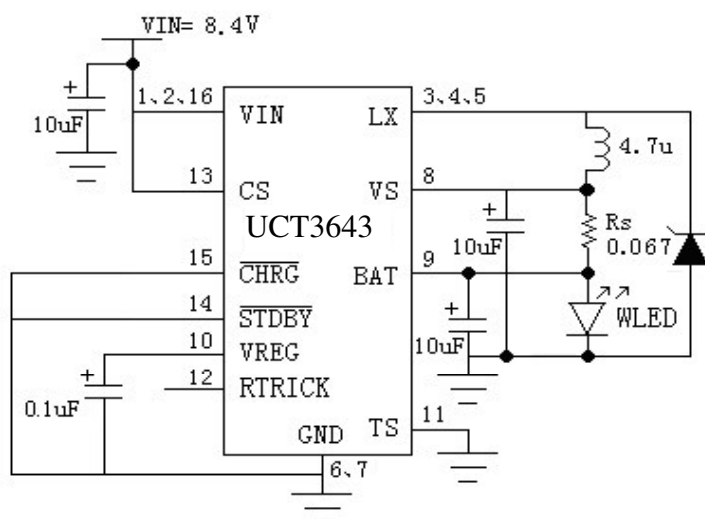
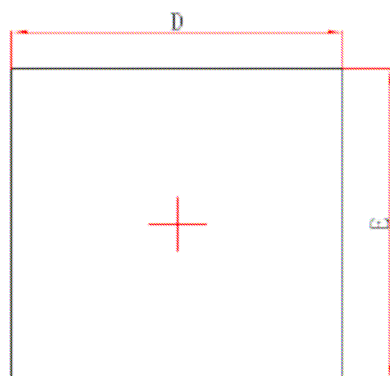


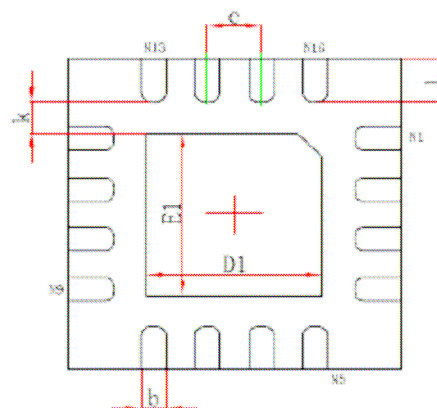
图12 两节锂电池输入, 驱动5W WLED 应用图
(RTRICK 引脚悬空)

封装描述

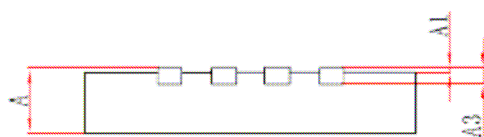
4mm*4mm 16 引脚 QFN 封装



Top View



Bottom View



Side 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

封装	卷盘	只/盘	盘/盒	盒/箱	只/箱
QFN4*4	13 寸	5000	1	8	40000