



具有太阳能板最大功率点跟踪MPPT功能，最低1mA充电，
2A 同步降压型单节多类型锂电池充电管理IC

概要

IU5987T是一款5V输入，支持单节锂电池或锂离子聚合物电池的降压充电管理IC。IU5987T集成功率MOS，采用同步开关架构，使其在应用时仅需极少的外围器件，可有效减少整体方案尺寸，降低BOM成本。IU5987T转换器具有2A的充电电流能力，充电电流可以通过外部电阻灵活可调。

IU5987T除了内置的恒流（CC）环路、恒压（CV）环路、芯片温度调节环路来控制充电过程以外，当IU5987T使用太阳能板供电时，内部电路能够自动跟踪太阳能板的最大功率点，用户不需要考虑最坏情况，可最大限度地利用太阳能板的输出功率，非常适合利用太阳能板供电的应用。

IU5987T通过调节电池外部反馈电阻的分压比例，得到不同的恒压充电电压值，从而适配不同规格的单节锂电池。

IU5987T具有完善的保护功能，包括输入欠压/过压保护、电池过压和短路保护、电池温度保护NTC功能、芯片温度保护，充电超时保护。此外芯片通过外接的LED指示灯对充电过程实现全程监控。

封装

- DFN2X2_10L

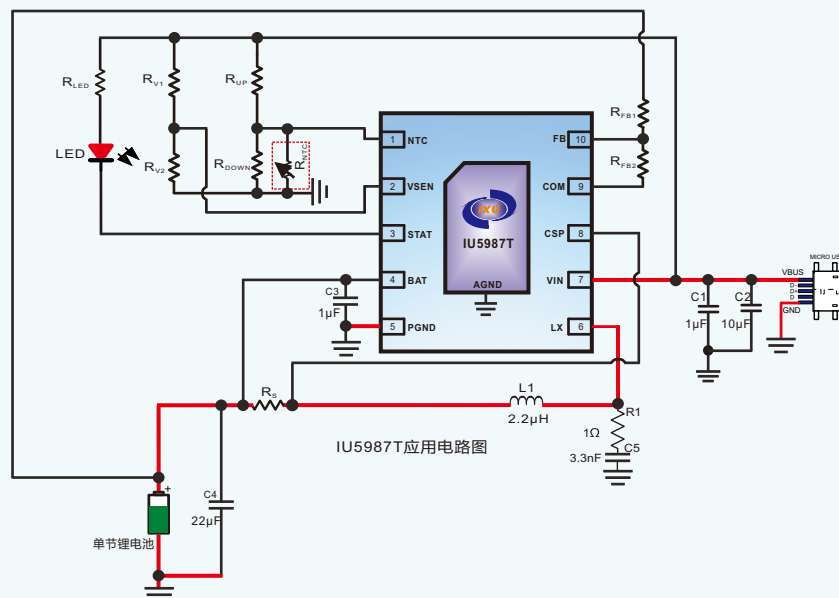
描述

- 同步降压充电
- 充电电流外部可调
- $\pm 1\%$ 电池恒压精度
- 太阳能板最大功率点跟踪功能
- NTC功能
- 恒压充电电压独立可调，适配不同规格的单节锂电池
- 最大充电时间限制
- 内置功率MOS
- 充电状态指示
- 芯片过温保护，芯片温度自适应调节
- 输入欠压和过压保护
- 电池短路和过压保护

应用

- 磷酸铁锂电池包
- 4.2V/4.3V/4.35V/4.4V锂电池电池包
- 其他类型单节锂电池包
- 利用太阳能板充电

典型应用图

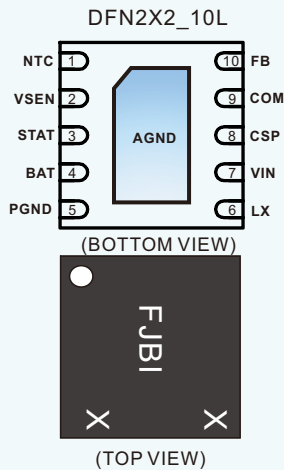


备注:

- (1) L1功率电感的饱和电流值须大于所设定的充电电流，并留有足够余量。
- (2) 功率电阻Rs用来设定充电电流值，须紧靠其两端进行抽头。
- (3) 功率电阻Rs的BAT抽头紧靠其贴片电容，其他贴片电容尽量靠近芯片管脚布局。
- (4) 功率电阻Rs的CSP抽头线不要围绕电感布局，建议直接从背部走线。
- (5) 图中红色实线为流大电流路径。



引脚排列以及定义



管脚	管脚名称	输入/输出	功能
1	NTC	输入	热敏电阻输入端，通过外接热敏电阻检测电池温度
2	VSEN	输入	VIN 电压检测以及太阳能板最大功率点跟踪引脚
3	STAT	输出	充电状态指示端口，输出 0 电平或者高阻态
4	BAT	输入	电池连接端
5	PGND	-	功率地
6	LX	输入	开关节点，电感连接端
7	VIN	电源	输入电源
8	CSP	输入	电池充电电流检测正向输入端
9	COM	输出	电池电压检测电阻和芯片内部开关管连接端
10	FB	输入	电池电压反馈端
11	AGND	-	模拟地

极限参数表¹

参数	描述	数值	单位
V _{MAX}	VIN,BAT,LX,CSP,STAT,NTC,VSEN,FB,COM	-0.3~8	V
T _J	结工作温度范围	-40~150	°C
T _{STG}	存储温度范围	-55~150	°C
T _{SDR}	引脚温度（焊接 10s）	260	°C

推荐工作环境

参数	描述	数值	单位
V _{IN}	输入电源电压	3.5~7	V
T _J	结工作温度范围	-40~125	°C
T _A	环境温度范围	-40~85	°C

热效应信息²

参数	描述	数值	单位
θ _{JA}	封装热阻-芯片到环境热阻	80	°C/W

订购信息

产品型号	封装形式	器件标示	包装尺寸	卷带宽度	数量
IU5987T	DFN2X2_10L		7"	8mm	3000

ESD范围

ESD 范围 HBM(人体静电模式) ----- ±2KV

ESD 范围 MM(机器静电模式) ----- ±200V

- 上述参数仅仅是器件工作的极限值，不建议器件的工作条件超过此极限值，否则会对器件的可靠性及寿命产生影响，甚至造成永久性损坏。
- PCB板放置IU5987T的地方，需要有散热设计。使得IU5987T底部的散热片和PCB板的散热区域相连，并通过过孔和地相连。



电气参数 (除特殊说明外, $V_{IN}=5V$, $R_S=25m\Omega$, $L=2.2\mu H$)

参数	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}	电源电压		3.5	5	8	V
$V_{IN_{UVLO}}$	VIN 端欠压保护阈值	VIN Falling		3.5		V
$\Delta V_{IN_{UVLO}}$	VIN 端欠压保护滞回			200		mV
$V_{IN_{OVP}}$	VIN 端过压保护阈值	VIN Rising		8.47		V
$\Delta V_{IN_{OVP}}$	VIN 端过压保护滞回			240		mV
I_Q	芯片静态工作电流			1		mA
I_{SD}	芯片关断电流	$V_{VSEN}=0$		70		μA
I_{BAT}	电池泄漏电流	不插充电器 or $V_{VSEN}=0$			1	μA
		插充电器, $R_{FB1}=510K\Omega$, $R_{FB2}=160K\Omega$		20		
V_{VSEN}	VSEN 管脚调制电压			1		V
V_{FB}	反馈电压调制阈值		0.99	1	1.01	V
V_{CV}	充电浮充电压	$K=1+R_{B1}/R_{B2}$		$K*V_{FB}$		V
V_{RCH}	重充电电压阈值	V_{BAT} Falling		$0.975V_{CV}$		V
V_{TRK}	涓流转恒流电压阈值	V_{BAT} Rising		$0.6V_{CV}$		V
V_{SHORT}	电池短路电压阈值	V_{BAT} Falling		$0.25V_{CV}$		V
V_{OVPB}	BAT 端过压保护电压	V_{BAT} Rising		$1.1V_{CV}$		V
V_{SENSE}	最大电流检测电压			50		mV
I_{CC}	恒流模式充电电流	$R_S=25m\Omega$	1.8	2	2.2	A
I_{TC}	涓流模式充电电流			10%		ICC
I_{BF}	充电终止电流			10%		ICC
V_{cold}	NTC 端低温保护阈值	VIN 的百分比		80		%
V_{cold_hys}	NTC 端低温保护迟滞	VIN 的百分比		0.74		%
V_{hot}	NTC 端高温调节阈值	VIN 的百分比		45		%



电气参数 (除特殊说明外, $V_{IN}=5V$, $R_s=25m\Omega$, $L=2.2\mu H$)

参数	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{hot_hys}	NTC 端高温调节迟滞	VIN 的百分比		0.74		%
F_{SW}	最大开关频率			900		KHz
TMR_{TC}	TC 阶段充电时间限制			14		Hour
$TMR_{CC/CV}$	CC/CV 阶段充电时间限制			23		Hour
T_{REG}	芯片热调节阈值			120		°C
T_{SD}	芯片热保护温度			150		°C
ΔT	芯片热保护温度滞回			40		°C



IU5987T应用要点

1. 充电过程

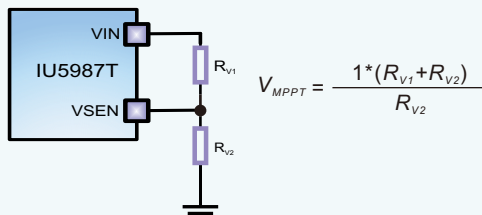
IU5987T采用完整的TC/CC/CV充电过程。当单节锂电池的电压小于涓流点时，系统以10% I_{CC} 充电电流充电；当单节锂电池的电压大于涓流点时，系统以 I_{CC} 充电电流充电；当电池电压接近所设定的浮充电电压时，系统进入恒压充电，充电电流持续减少，当充电电流小于10% I_{CC} 时，系统会停止充电；当电池充满电后，由于自身放电或者负载耗电导致电池电压跌落至设定的重充电电压时，系统会重新恢复充电状态。

2. 太阳能板最大功率点跟踪MPPT功能

IU5987T内置特殊的环路可以自动调节充电电流的大小，避免输入的直流电源进入过驱动状态，从而防止任何不当设置导致的拉垮适配器现象。

在太阳能板的伏安特性曲线中，当环境温度一定时，在不同的日照强度下，输出最大功率点所对应的输出电压基本相同，亦即只要保持太阳能板的输出端电压为恒定电压，就可以保证在该温度下光照强度不同时，太阳能板输出最大功率。根据上述原理，利用输入自适应功能，让芯片利用太阳能板做为输入，根据不同的太阳能板特性，采用恒电压法跟踪太阳能板的最大功率点，从而最大限度利用太阳能板的输出功率。

IU5987T太阳能板最大功率点跟踪端VSEN管脚的电压被控制在1V，通过选择 R_{V1} 、 R_{V2} 两个电阻，来确定输入电压能被降低到的最低值 V_{MPPT} 。具体计算公式如下所示：



该管脚若接VIN，则禁用此功能；若接地，则禁止充电。

3. 保护功能

IU5987T具有完善的电池充电保护功能。当芯片出现输入端过压，输出端过压或芯片过温时，系统充电会被禁止一直到保护状态解除；当电池电压低于1V时，输出短路保护功能启动；当输入电压低于欠压保护阈值3.5V时，芯片主要功能模块会全部关闭以避免系统由于电源电压过低而误动作；除此以外，系统具有充电过时保护功能。锂电池如果出现就会导致充电时间过长，当TC阶段充电时间大于12小时或者CC充电时间大于20小时，充电过时保护功能会启动，强制终止充电过程，当系统重新上电或者电池状态发生改变时才会重新计时。

4. 充电指示功能

芯片的STAT状态脚，输出0电平或者高阻态。如果不接LED灯，而是直接与主控相连，须有一个上拉电阻把高阻态转化成确切的高电平。

- 充电过程常亮，充电完毕熄灭。
- 当出现输入过压、电池过压、电池短路、NTC端口检测到温度异常、芯片过温以及充电超时情况时，LED指示灯会以2Hz的频率闪烁。

5. 充电电流设定

恒流充电电流可以通过电阻 R_s 设定，具体计算公式如下：

$$I_{CC} = \frac{50mV}{R_s(m\Omega)} (A)$$

如果需要获得2A的充电电流 I_{CC} ，只需要选择阻值为25m Ω 的检测电阻 R_s 就可以了。从而TC阶段的充电电流 I_{TC} 由以下公式确定：

$$I_{TC} = 10\%I_{CC} = \frac{5mV}{R_s(m\Omega)} (A)$$

特别注意当充电电流为1A的时候，对应 R_s 的额定功率大于0.1W(0805 100m Ω 1/8 W)，充电电流2A的时候，对应 R_s 的额定功率大于0.2W(1206 50m Ω 1/4 W)。

6. 芯片温度自适应调节功能

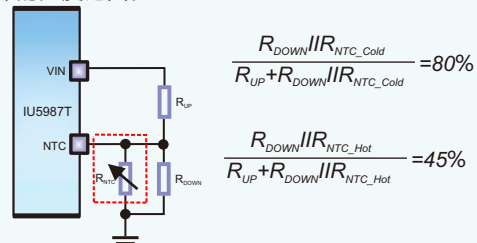
IU5987T内置温度自适应调节环路，当芯片处于充电过程时，如果温度升高至120 $^{\circ}C$ 时温度控制环路开始起作用，充电电流开始逐渐降低，芯片温度会随之下降，最终芯片温度会稳定在设定值，从而起到保护芯片的作用。

7. NTC电阻设定

电池充电支持NTC保护功能，通过NTC引脚检测电池温度的高低。当NTC检测到电池温度在所设定的温度窗口区间之内时正常充电；当NTC检测到电池温度低于所设定的低温保护点或者高于所设定的高温保护点时，则停止充电并报警。

如不用NTC功能，必须将该引脚接地。

下图为内部通过分压电阻分别设定的高温参考点和低温参考点，其中低温参考点为VIN*80%，高温参考点为VIN*45%。通过选择合适的外部电阻来设定NTC的正常工作的温度范围。



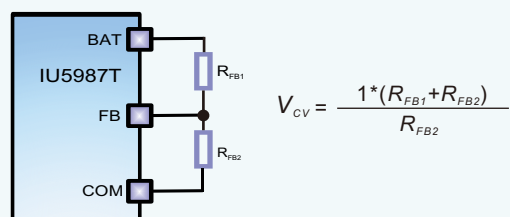
上面式中 R_{NTC_Cold} 为NTC电阻在设定的低温点所对应的阻值，而 R_{NTC_Hot} 为NTC电阻在设定的高温点所对应的阻值。由于 R_{DOWN} 和 R_{UP} 这两个电阻可以分别独立设定低温和高温窗口，使得IU5987T可以满足大部分NTC电阻型号，这为应用带来了极大的便利。电阻 R_{DOWN} 和 R_{UP} 与NTC电阻之间的关系可以通过上述定义给出下列公式：

$$R_{UP} = \frac{35 * R_{NTC_Hot} * R_{NTC_Cold}}{36 * (R_{NTC_Cold} - R_{NTC_Hot})}$$

$$R_{DOWN} = \frac{35 * R_{NTC_Hot} * R_{NTC_Cold}}{9 * R_{NTC_Cold} - 44 * R_{NTC_Hot}}$$

8. 电池浮充电电压设定

芯片FB管脚对应的内部钳位电压阈值为1V，根据该电压和外部两个分压电阻 R_{FB1} 和 R_{FB2} ，即可设定电池充电的浮充电电压值，具体公式如下所示：





9. 电感值选取

为了选择合适的电感量，需要在成本，尺寸和效率之间进行折中。较小的电感值具有小的体积但会导致高的峰值电流和高的磁损以及大的输出滤波电容。相反，大的电感值具有小的峰值电流和小的输出滤波电容，但其高的DCR会导致大的功率损耗。基于实践经验，电感的峰值电流值在最差情况下不应超过最大充电电流值的30%。电感量具体值的确定可按照下面公式确定：

$$L = \frac{VIN - V_{BAT}}{\Delta I_{L_MAX}} * \frac{V_{BAT}}{VIN * F_s}$$

其中VIN、V_{BAT}和F_s分别表示输入电压、电池电压和系统工作频率。ΔI_{L_MAX}为最大的电感峰峰值电流，一般取CC充电电流的30%，如下所示：

$$\Delta I_{L_MAX} = 30\% * I_{CC}$$

同时应该注意，选取的电感的饱和电流应该至少大于2.6A并留有一定的余量。为了更好的系统效率，选取的电感的直流电阻值应该小于50mΩ。

10. 输入电容选取

输入电容用于吸收降压变换器的输入尖峰电流，选取的输入电容应该确保由于尖峰电流导致的温升的值不能大于10℃。由于其较小的温度系数和较低的ESR，可以选取介电常数为X5R或者X7R的陶瓷电容。对于大多数应用，22μF的电容就能满足要求。

11. 输出电容选取

输出电容和电池并联，可以吸收高频开关尖峰电流并平滑输出电压，其阻抗必须要比电池小很多从而确保其可以吸收大部分的高频电流，22μF的电容就能满足要求。可以选取具有小的ESR和小体积的陶瓷电容。输出电压纹波的值由以下公式给出：

$$\Delta r_o = \frac{\Delta V_o}{V_o} = \frac{1 - \frac{V_o}{VIN}}{8C_o F_s^2 L}$$

为了保证±1%的输出电池电压精度，最大的输出电压纹波不能高于1%。

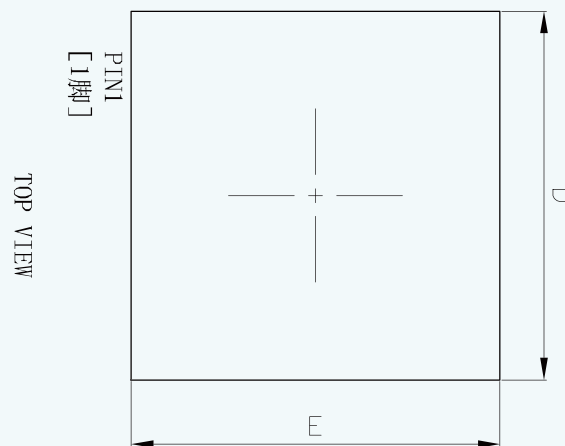
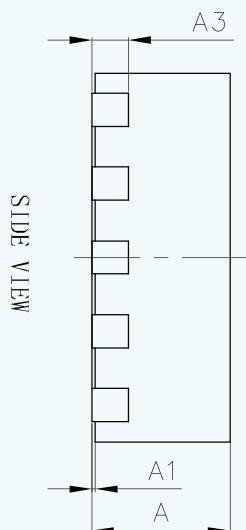
12. PCB注意事项

我司DEMO板所示PCB只作为参考，不代表客户一定完全按照DEMO来布局布线自己的产品。请根据实际所用元器件和产品需求进行布局布线，但有其通用性原则：

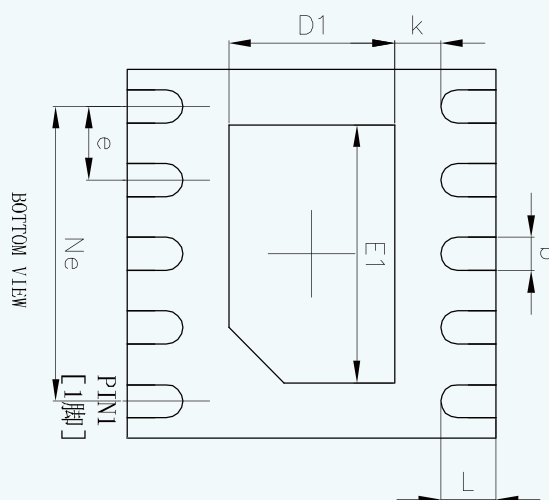
- 电源走线应尽量宽，单独从电源走线为芯片供电。
- 地线在同一层走线，避免过孔跳线，同时短而粗。
- LX走线尽量短，以减少EMI。
- 电感和R_s电阻连接短而粗，避免过孔跳线。
- 电源端的电容应尽可能的靠近芯片放置。

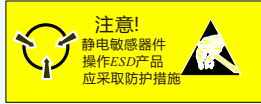
封装信息

IU5987T DFN2X2_10L



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	0.700	0.750	0.800
A1	0.000	0.025	0.050
A3	0.203REF.		
D	1.900	2.000	2.100
E	1.900	2.000	2.100
D1	0.800	0.900	1.000
E1	1.300	1.400	1.500
k	0.250REF.		
b	0.155	0.180	0.205
e	0.400BSC		
Ne	1.600BSC		
L	0.250	0.300	0.350





MOS电路操作注意事项:

静电在很多地方都会产生, 采取下面的预防措施, 可以有效防止 MOS 电路由于受静电放电影响而引起的损坏:

- 操作人员要通过防静电腕带接地。
- 设备外壳必须接地。
- 装配过程中使用的工具必须接地。
- 必须采用导体包装或抗静电材料包装或运输。

声明:

- 上海埃诚攸微电子有限公司保留说明书的更改权, 恕不另行通知! 客户在使用前应获取最新版本资料, 并验证相关信息是否完整和最新。
- 任何半导体产品在特定条件下都有一定的失效或发生故障的可能, 买方有责任在使用上海埃诚攸微电子有限公司产品进行系统设计和整机制造时遵守安全标准并采取安全措施, 以避免潜在失败风险可能造成人身伤害或财产损失情况的发生!
- 产品品质的提升永无止境, 上海埃诚攸微电子有限公司将竭诚为客户提供更优秀的产品!