

集成15A高效率异步升压DC-DC转换器以及低电池泄漏电流1.3A线性充电管理电源IC

概要

CS5359E是一款面向系统有马达应用场景的电源管理芯片。CS5359E集成高压工艺升压型开关稳压器以及高压低电池泄漏电流线性充电管理的系统级电源管理电路。内置的15A开关管以及最高15V的电压输出，可以为电机或者负载提供充足的能量。最高1.3A的充电电流可以快速的为便携式设备恢复能量补充。

CS5359E内置功率MOS与基于高压工艺的芯片设计，只需极简的外围电路，可以最大限度的保证电源模块的可靠性以及避免电源模块设计的复杂化。

CS5359E集线性充电与DC-DC异步升压输出于一体，其线性充电功能与升压功能，都可以分别通过独立管脚使能控制，极大方便系统设计。芯片集成独特的抖频功能，极大优化了系统的EMI特性。

应用:

- 数码设备
- 安防设备
- GPS设备
- 数码相框

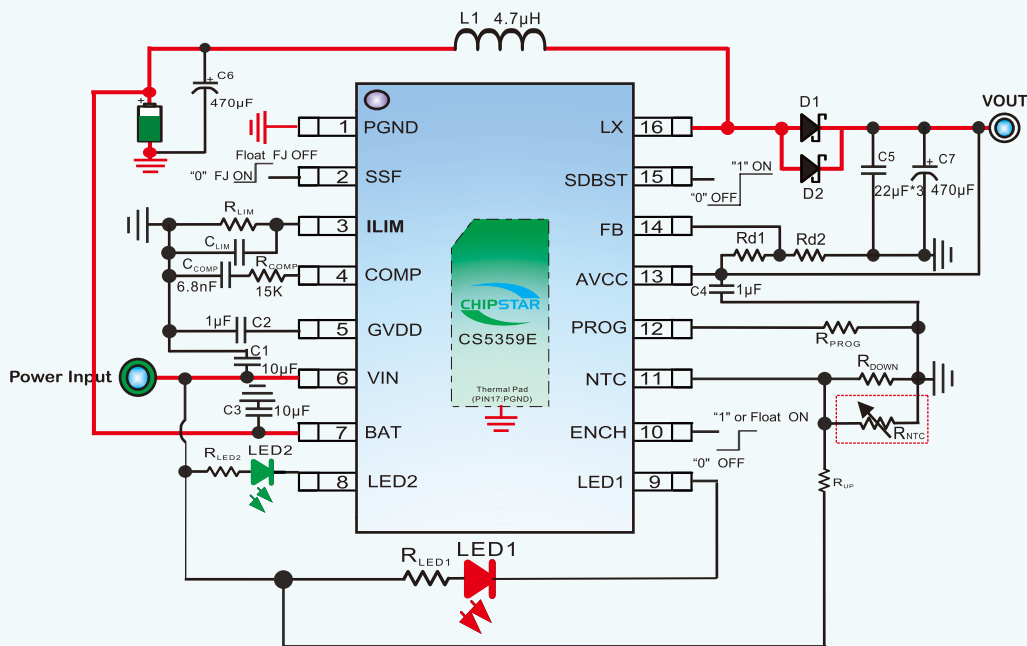
描述

- 升压模块内置15mΩ, 15A, 20V的MOSFET开关管
- 升压模块可调电压输出最高至15V
- 升压模块软启动功能
- 升压模块开关频率: 340KHz, 最高93%的升压效率
- 升压模块反馈参考电压: 1V (±2%)
- 升压模块过温保护功能
- 充电模块充电电压精度为1%, 10%充电电流精度
- 最大1.3A充电电流, 充电电流外部电阻可调
- 充电模块具有NTC功能
- 充电模块低电池泄漏电流
- 充电模块输入耐压高达36V
- 充电模块输入电压具有6.55V输入过压保护 (OVP)
- 充电电源过载保护, PROG短路保护, 输出短路保护
- 充电模块具有温度自适应功能以及过温保护
- 独特的抖频功能, 优化EMI特性
- 充电模块充电超时保护功能

封装

- EQA16L

典型应用图

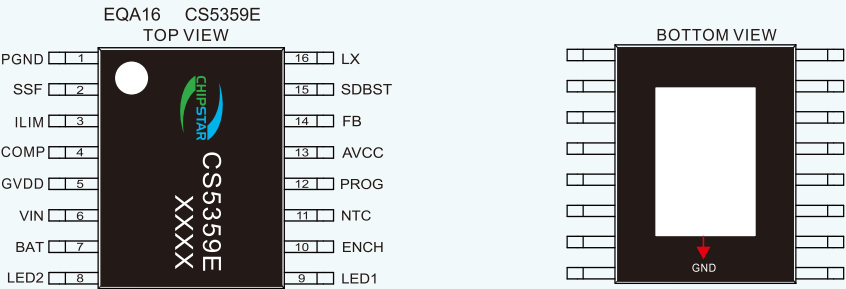


CS5359E应用电路图

备注:

- (1) 功率电感L1的饱和电流得足够, D1, D2 为肖特基二极管。所有贴片电容都需要尽量靠近芯片管脚布局。
- (2) 如果不用充电的NTC功能, 必须把芯片第11脚NTC直接接地。
- (3) 芯片第8、9脚为状态指示脚, 输出0电平或高阻态。如果确定不用对应的管脚, 建议直接接地。
- (4) 从电池正极经过电感和肖特基二极管, 再经过分压反馈电阻Rd1, Rd2最后到地, 有一条天然的通路。
- (5) 为了进一步降低开关波形的过冲毛刺以及优化EMI, 建议在LX管脚对地加RC吸波电路。
- (6) 图中红色实线为流大电流路径。

引脚排列以及定义



序号	说明	I/O	功能
1	PGND	P	功率地
2	SSF	I	BOOST模块抖频功能使能管脚，接地开启此功能
3	ILIM	I	BOOST模块电流限制管脚
4	COMP	I	BOOST模块外部补偿管脚
5	GVDD	P	功率管栅驱动电压
6	VIN	P	外部电源输入端
7	BAT	O	充电端口输出端，接锂电池
8	LED2	O	开漏输出充电完成指示端
9	LED1	O	开漏输出充电状态指示端
10	ENCH	I	充电模块使能，接低充电模块关闭，接高或浮空充电模块工作
11	NTC	I	充电模块热敏电阻输入端，通过外接热敏电阻检测电池温度
12	PROG	I	充电模块恒流充电电流设定端口
13	AVCC	P	BOOST模块内部电源管脚
14	FB	I	BOOST反馈管脚
15	SDBST	I	BOOST使能控制管脚，高电平工作，低电平关断升压模块
16	LX	I	BOOST开关切换管脚，连接外部电感器
17	底部散热片	P	必须和PGND相连接，必须大面积覆铜以增加散热性能

极限参数表¹

参数	描述	数值	单位
V _{MAX}	VIN, NTC, LED1, LED2, ENCH	-0.3~33	V
	BAT, AVCC, LX, SDBST	-0.3~20	V
	PROG, FB, COMP, GVDD, SSF, LIMIT	-0.3~6	V
T _J	结工作温度范围	-40~150	°C
T _{STG}	存储温度范围	-60~150	°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	4.5~6.5	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} (EQA16)	封装热阻-芯片到环境热阻	45	°C/W
θ _{JC} (EQA16)	封装热阻-芯片到封装表面热阻	10	°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
CS5359E	EQA16L		13"	12mm	4000

ESD范围

HBM(人体静电模式) ----- ±2kV
MM(机器静电模式) ----- ±200V

1. 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。
2. PCB板放置CS5359E的地方, 需要有散热设计。使得CS5359E底部的散热片和PCB板的散热区域相连。

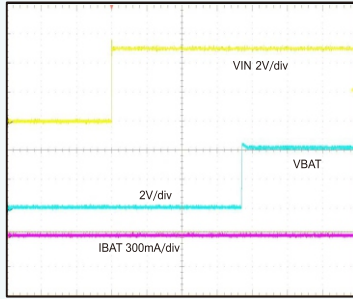
电气参数 (除特殊说明外, VIN=5V)

参数	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VIN	电源电压		4.5	5	6.5	V
VIN _{UVLO}	VIN 端欠压保护阈值	VIN Falling		3.6		V
ΔVIN _{UVLO}	VIN 端欠压保护滞回			100		mV
VIN _{OV}	VIN 端过压保护阈值	VIN Rising		6.55		V
ΔVIN _{OV}	VIN 端过压保护滞回			100		mV
VIN_DPM	VIN电源过载保护阈值			4.35		V
I _Q	VIN端芯片静态工作电流	SDBST=0		0.6		mA
I _{SD}	VIN端芯片关断电流	SDBST=ENCH=0		12		μA
I _{BAT}	流入BAT端的电池泄漏电流	不插充电器		0.5		μA
		充满电停止充电		10		μA
V _{CV}	充电浮充电压		4.16	4.2	4.23	V
V _{RCH}	重充电电压阈值	VBAT Falling		4.06		V
V _{TRK}	涓流转恒流电压阈值	VBAT Rising		2.55		V
ΔV _{TRK}	涓流转恒流电压滞回			100		mV
V _{SHORT}	电池短路电压阈值	VBAT Falling		1.8		V
V _{OV}	BAT 端过压保护电压	VBAT Rising		4.6		V
I _{CC}	恒流模式充电电流	R _{PROG} =1kΩ	0.90	1	1.1	A
I _{TC}	涓流模式充电电流			10%*I _{CC}		A
I _{BF}	充电终止电流			10%*I _{CC}		A
K _{PROG}	恒流充电系数	I _{CC} =K _{PROG} /R _{PROG}		1000		AΩ
R _{PROG}	恒流充电可编程范围		770		3300	Ω
V _{cold}	NTC 端低温保护阈值	VIN 的百分比		80	83	%
V _{hot}	NTC 端高温调节阈值	VIN 的百分比	42	45		%
TMR _{TC}	TC 阶段充电时间限制			3.7		Hour
TMR _{CC/CV}	CC/CV 阶段充电时间限制			21		Hour

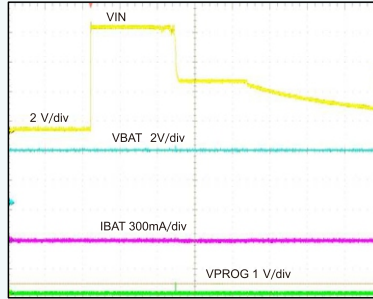
电气参数 (除特殊说明外, VIN=5V)

参数	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
TREG	芯片充电模块热调节阈值			120		°C
TSD	芯片热保护温度			150		°C
ΔT	芯片热保护温度滞回			30		°C
V _{ENCH_H}	充电使能开启高电平		1.5			V
V _{ENCH_L}	充电使能关断低电平				0.3	V
I _{Q_BOOST}	电感端芯片静态工作电流	ENCH=0 V _{FB} =1V No switching		0.2		mA
		ENCH=0 V _{FB} =1V switching		2		mA
I _{SD_BOOST}	电感端芯片关断电流	SDBST=ENCH=0			35	μA
f _{osc}	开关频率		300	340	380	KHz
T _{DUTY}	Maximum Duty Cycle			93		%
$\Delta f/\Delta V$	Frequency Change with Voltage			5		%
V _{REF}	Reference Voltage		0.98	1	1.02	V
S _V	Line Regulation			0.2		%/V
R _{DS(ON)}	On Resistance of Driver MOSFET	ILX=4A		15		mΩ
I _{OCP}	OCP Current		13	14	15	A
V _{SDBST_H}	BOOST使能开启高电平		1.5			V
V _{SDBST_L}	BOOST使能关断低电平				0.3	V

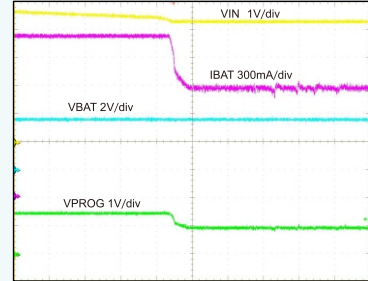
特征曲线 (VIN = 5 V, V_{BAT} = 3.6 V, unless otherwise noted)



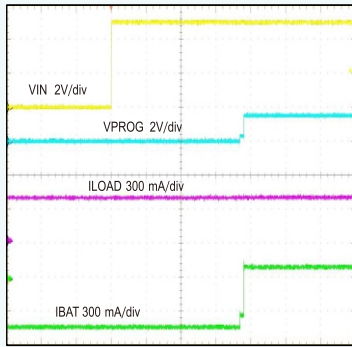
No Battery, No Load
Power Up Timing



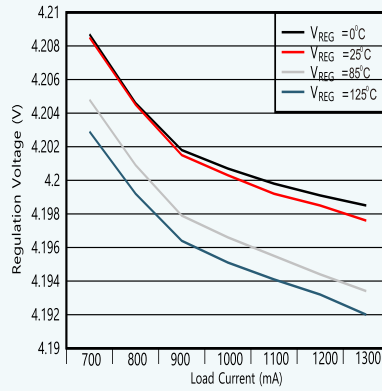
Hot Plug
OVP7-VAdaptor



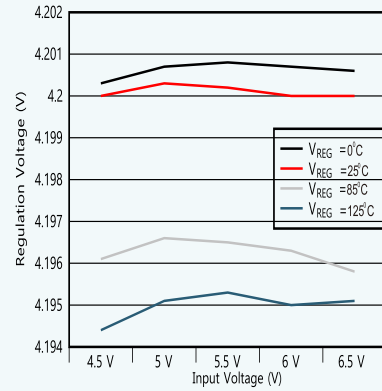
V_{IN} Regulated
DPM-AdaptorCurrentLimits



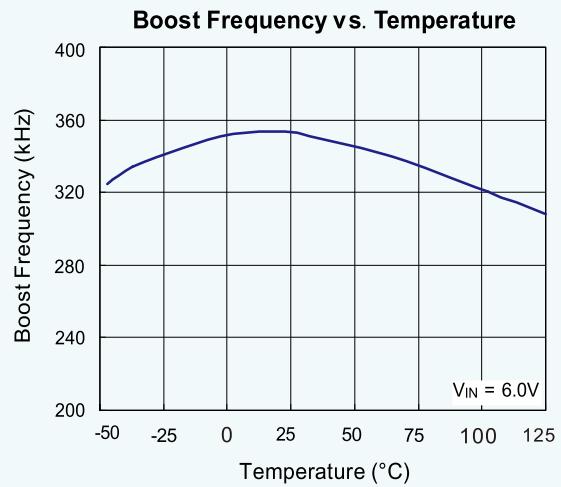
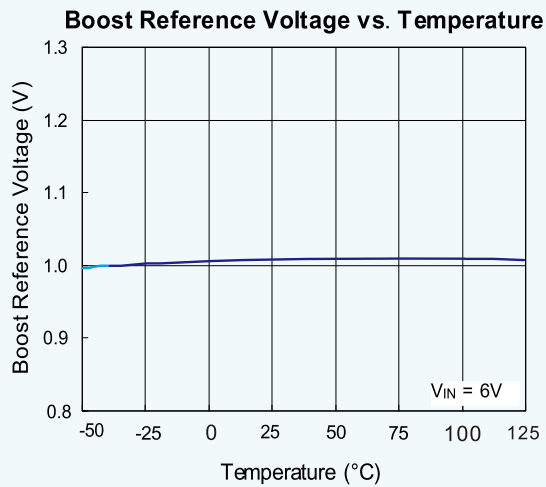
400-mA Load, 500-mA ICHG
Power Up



Load Regulation Over Temperature



Line Regulation Over Temperature



CS5359E应用要点

1. 充电过程

CS5359E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。

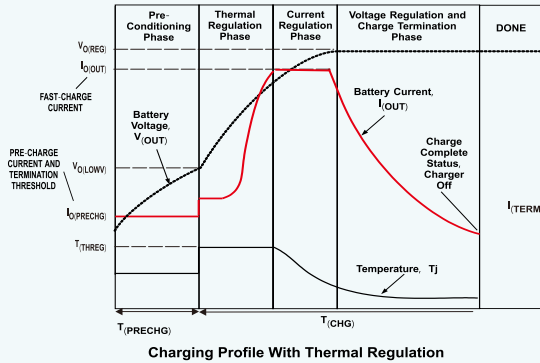
2. 电源过载保护 (IN-DPM)

当VIN电源端电压出现过载并达到CS5359E过载保护点的时候，CS5359E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。

3. 充电模块保护功能

CS5359E具有以下安全充电的特征：输入端过压 (OVP)，输入端欠压 (UVLO)，输出BAT端短路/过压，芯片恒温自调节充电保护，芯片过温保护，PROG短路保护。除此以外，系统具有充电超时保护功能。锂电池如果出现问题就会导致充电时间过长，当TC阶段充电时间大于3.7小时或者CC/CV充电时间大于21小时，充电超时保护功能会启动，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。

CS5359E在输入没有电源或者输入电源电压降低到比输出端电池电压低时，具有自动断电功能，防止电池端向芯片和电源端倒灌电流，极大地延长电池的使用寿命。



4. 充电指示功能

芯片的第8、9脚为状态指示脚，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。

- 充电过程中，LED1脚灯亮，LED2灯灭；
- 充电完毕后，LED1脚灯灭，LED2灯亮；
- 当出现VIN输入过压/欠压、电池短路、NTC端口检测到电池温度异常、芯片过温、充电超时情况时，两路LED指示灯会以1.5Hz的频率交替闪烁。

5. 充电电流设定

通过在PROG端加对地电阻R_{PROG}来设置恒流充电电流I_{CC}：

$$I_{CC} = 1000 / R_{PROG} \text{ (A)}$$

恒流电流的可设定范围300mA~1.3A。R_{PROG}的取值范围为0.77~3.3KΩ。默认涓流充电为恒流充电电流的10%，截止充电电流为恒流充电电流的10%。

6. 芯片温度自适应调节功能

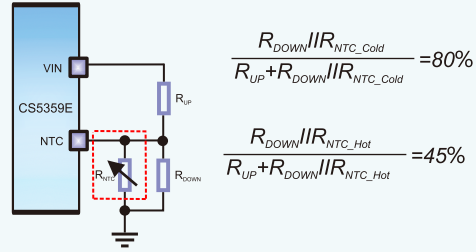
CS5359E内置温度自适应调节环路，当芯片处于充电过程时，如果温度升高至120°C时，温度控制环路开始起作用，充电电流开始逐渐降低，芯片温度随之下降，最终芯片温度会稳定在设定值，从而起到保护芯片的作用。

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TEMP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NTC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CS5359E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. 使能功能

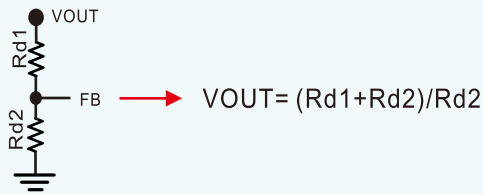
CS5359E的充电功能和升压功能，可以通过ENCH和SDBST两个使能管脚分别独立控制，极大的方便了系统的设计。

9. 软启动功能

CS5359E的升压模块，为了避免电源上的浪涌电压，在芯片内部集成了软启动功能。在芯片启动之后，通过内部软启动功能来控制误差放大器的输出，使得脉宽增长缓慢，从而减小输入浪涌电流。

10. 输出电压设定

如下图中所示，输出电压由连接到反馈脚的分压电阻Rd1, Rd2设定，反馈脚电压VFB为1V，则输出电压可以设定如下：



而过小的电感电流纹波率，会导致大的电感量及电感体积，必须确定一个最小纹波率，由此得到电感的最大值 L_{max} 。另一方面，大的纹波率导致大的电容电流有效值影响效率，需要在两者间折衷。在使用小ESR电容时，可以增大电流纹波率以减小电感体积。为避免电感饱和，电感的额定电流必须大于芯片的过流限制点，CS5359E电流峰值限制典型值为14A。推荐使用4.7uH，饱和电流超过18A的功率电感。

11. 电流限制以及软启动功能

通过ILIMIT引脚对地设置一个下拉电阻和电容，可实现对BOOST电感的峰值电流进行限制，并实现电源软启动功能。下表列出了不同的电阻和电容条件下，软启动时间和电感电流的有效值，以供参考。

电感	R_{LIM}	软启动时间			瞬态输入电流均值
		$C_{LIM}=10nF$	$C_{LIM}=100nF$	$C_{LIM}=220nF$	
4.7uH	110K	1.8ms	18ms	36ms	14A
	82K	1.7ms	17ms	34ms	11A
	68K	1.6ms	16ms	32ms	8A
	51K	1.6ms	16ms	32ms	2A

12. 扩频功能

CS5359E通过SSF管脚设置芯片的扩频模式。当SSF管脚悬空的时候，CS5359E进入独特的扩频调制模式，在这种模式下，频谱成份在较宽的频带范围内展开，可有效的优化EMI。开关频率在中心频率340K附近 $\pm 25K$ 的范围内随机变化。调制方式不变，但是锯齿波的频率随周期改变。这样能量分散到随频率变化的整个频带上，而不是将大量的频谱能量集中在开关频率的倍频处。当SSF管脚接地的时候，CS5359E扩频调制模式关闭。

13. 功率电感的选择

在确定的输入输出电压的情况下，电感量决定了电感电流的上升斜率及下降斜率。电感电流纹波率:

$$r = \frac{\Delta I_L}{I_{L-avg}} = \frac{R_o * (1-D) * D}{L * f}$$

其中 R_o 为输出负载等效阻抗， f 为CS5359E的开关频率。函数 $r=f(D)$ 在1/3处有最大值。在其他条件不变的情况下，电流纹波率 r 与电感量 L 成反比，要保证系统工作在连续工作模式，必须满足 $r < 2$ ，由此得到电感的最小值:

$$L_{min} = \frac{R_o * (1-D)^2 * D}{2 * f}$$

14. 输入输出电容的选择

输出电容的选择主要取决于所需要的输出电压纹波，为减小输出电流纹波，必须使用低ESR的电容，可以采用多个电容并联的方式。同时，在应用时，由于负载在某段时间内将超出系统的最大输出功率，所以必须采用较大的电容避免输出电压大的下掉。

15. 输出二极管的选择

输出二极管的选择取决于输出电压和输出电流。二极管的平均电流等于系统的输出电流，使用的二极管的额定电流必须大于输出电流，同时二极管上的损耗正比于二极管正向导通压降，应选取正向压降小的二极管。在二极管关断阶段，二极管的反向电压为输出电压，应选取反向耐压大于输出电压的二极管。推荐使用SS54或更高耐压更大电流的肖特基二极管。

16. Layout注意事项

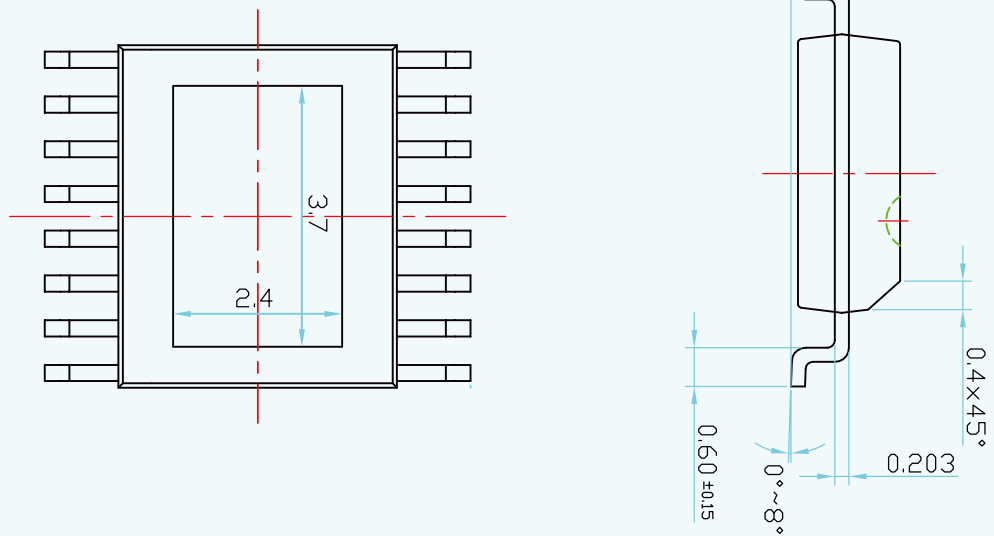
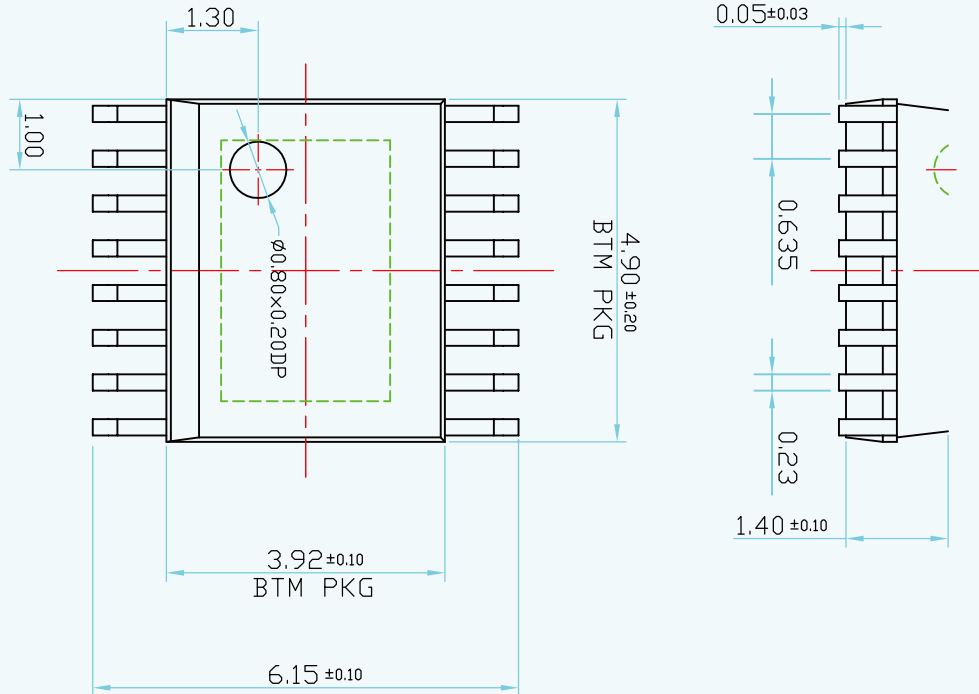
为了提供升压系统的设计可靠性，请在设计CS5359E的PCB Layout的时候，要特别注意以下几点:

所有的GND包括各个电容的GND都应该有良好的连接，可以就近与大面积的铺铜相连接，尽可能减小地回路的电阻和电感。芯片的大电流路径为: BAT $\rightarrow$ 电感 $\rightarrow$ LX $\rightarrow$ 肖特基二极管 $\rightarrow$ 输出滤波电容 $\rightarrow$ GND，电流路径上的走线要尽可能的短、粗。

- 电感应该尽可能靠近芯片，以缩短LX到电感的走线距离，LX走线尽可能短粗，有利于性能、效率、EMI的提升。
- 肖特基二极管和电感紧邻放置，尽可能缩短走线距离，PCB底部做铺铜处理加大散热面积，放置过孔焊盘。
- 升压输出的走线也要尽可能粗，输出滤波电容在肖特基附近，电容地尽可能离芯片底部地近，取样脚与取样点的走线尽量短。

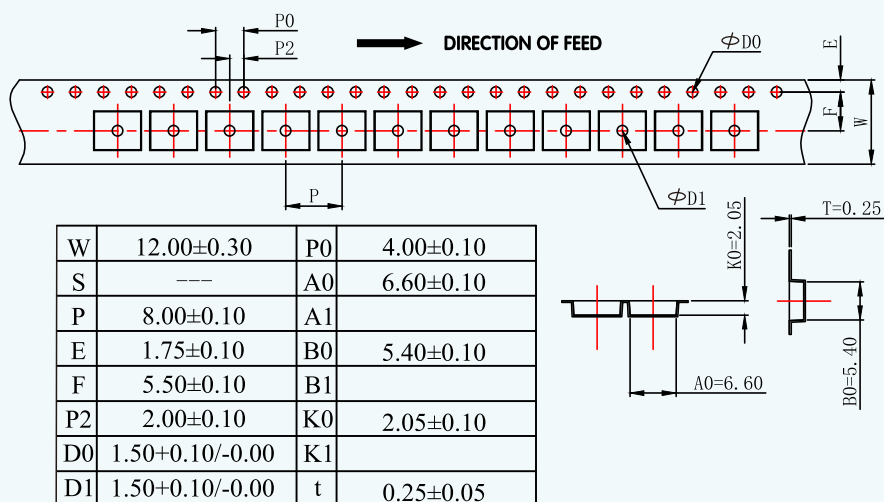
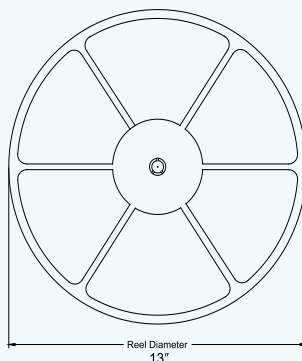
封装信息

CS5359E EQA16(95*145) PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS UNITS:MM



TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS



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
- 必须采用导体包装货防静电材料包装或运输



声明:

- 上海智浦欣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智浦欣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, 上海智浦欣微电子有限公司将竭诚为客户提供更优秀的产品!