内置过压保护的白光 LED 升压型驱动器

特性

- 固有匹配的 LED 电流
- 高效率:84%（典型值）
- 可由一个 3.0V 电源驱动多达四个 LED
- 内置过压保护电路，无需外部齐纳二极管
- 稳定的28V双极开关
- 待机电流:<1μA
- 快速的 1.1M Hz 开关频率
- 采用高度仅 1mm 的纤小型电感器
- 采用扁平的 SOT23-6L 封装

SOT23-6L

-40℃～85℃

应用

- 蜂窝电话
- 数码相机
- MP3 播放器
- PDA、笔记本电脑
- GPS 接收机

描述

zcc5121是一种小功率升压型 DC/DC 变换器，特别为白光 LED 驱动而设计。zcc5121可以从低至3V的电压驱动多达六个LED，LED采取串联的连接形式，因此流过每个LED的电流都相同，从而获得相同的亮度。zcc5121采用高达 1.1M Hz 的工作频率，允许使用小巧的外部电感电容元件。250mV 的反馈电压使得在电流设定电阻上所消耗的功耗很小，尽可能地优化了在白光驱动应用时的转换效率。OVP 引脚可以用来采样输出电压，当负载 LED 没有接上或者发生开路故障时，zcc5121依然可以保持正常的工作和较小的工作电流，极大增强了应用的安全性。

zcc5121采用高度仅为 1mm 的 SOT23-6L 封装形式。

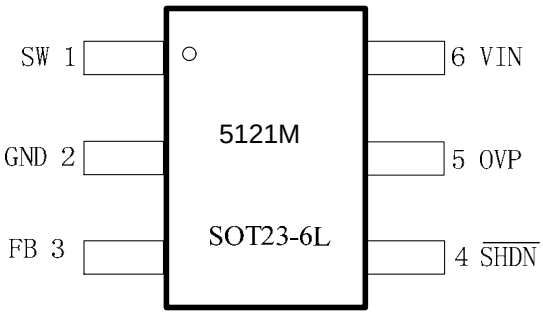
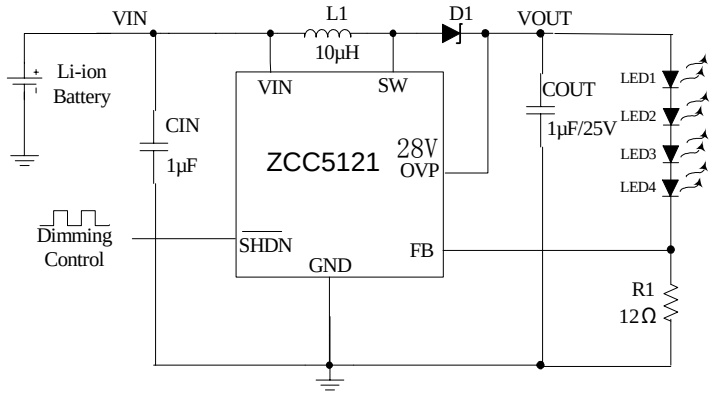


图 1 zcc5121封装引脚图

典型应用



Driving 4 LEDs

图 2 ZCC5121典型应用图

订购信息

芯片型号	工作温度范围	封装形式	RoHS	器件标记	发货形式
zcc5121ST	-40℃～85℃	SOT23-6L	是	5121m	3000 Pcs/盘

极限工作条件*

参数	范围
VIN 对地电压	-0.3V ~ 12 V
OVP SW对地电压	-0.3V ~ 28 V
$\overline{SHDN}$ FB 对地电压	-0.3V ~ 6 V
最大连续功耗（T_A= 25℃）	0.4 W
工作环境温度范围	-40℃~85℃
SOT23－6L 封装热阻 θ_{JA}	220℃/W
最大结温	125℃
贮存温度范围	-65℃~150℃
焊接温度（焊接时间 10 秒）	260℃
ESD 参数 人体模型（100pF 电容，串联 1.5KΩ）	2000 V
ESD 参数 机器模型(100pF 电容，无串联电阻)	200 V

*注意：如果器件工作条件超过上述各项极限值，可能对器件造成永久性损坏。上述参数仅是工作条件的极限值，不建议器件工作在推荐工作条件以外的情况。器件长时间工作在极限工作条件下，其可靠性可能受到影响。

推荐工作条件

参数	范围
电源电压 VIN	2.5V ~ 12 V
工作结温	-45℃~125℃

电气特性

测试条件：T_A=25℃, V_{IN}=3.6V, V_{SHDN}=3V（除非另有说明）

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压范围		2.5	3.6	12	V
反馈电压	3 LED 负载 I_{LED}=20mA	235	250	265	mV
FB 引脚电流		50	100	200	nA
工作电流	正常工作时		2.0	3.0	mA
	负载开路，OVP 引脚连接至 VOUT		3.0	5.0	mA
待机电流	$\overline{SHDN}$ =0V		0.5	1.0	μA
开关频率		0.8	1.1	1.4	MHz
最大占空比		85	90		%
开关电流限值		250	400	550	mA
开关饱和电压	I_{SW}=250mA		300		mV
开关漏电流	V_{SW}=5V		0.1	1	μA
$\overline{SHDN}$ 高电平		1.2			V
$\overline{SHDN}$ 低电平				0.4	V
$\overline{SHDN}$ 偏置电流	$\overline{SHDN}$ =2.8V		90		μA
软启动时间		1.7		2.2	uS
OVP钳位电压（注1）		27	28	29	V

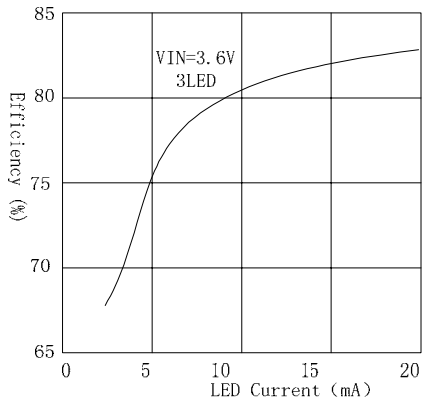
注 1：如果不需要 OVP 功能，请把 OVP 引脚悬空

引脚定义

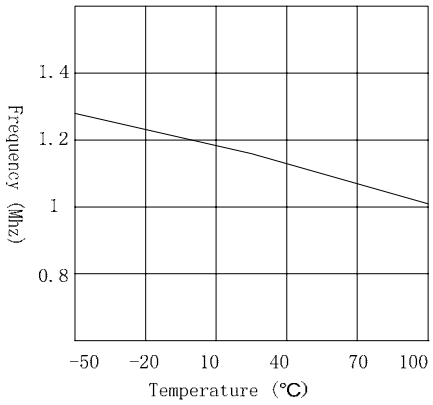
序号	名称	说明
1	SW	开关引脚。外接电感和二极管。设计时注意最大限度的缩小该引脚的连线长度以降低 EMI。
2	GND	接地引脚。
3	FB	电压反馈引脚。内部基准电压为 250mV。串连的 LED 最低端的阴极和电流采样电阻连接于此，LED 电流的计算公式为： I_{LED} = 250mV/R_1
4	$\overline{SHDN}$	停机引脚。该引脚电压高于 1.2V，器件开始工作，低于 0.4V，器件进入停机状态。
5	OVP	过压保护引脚。当该引脚电压高于28V（典型值）时，内部保护电路启动控制开关管的工作，如不需要此功能，该引脚悬空。
6	VIN	输入电源引脚。必须加 1μF 的旁路电容。

典型工作特性曲线

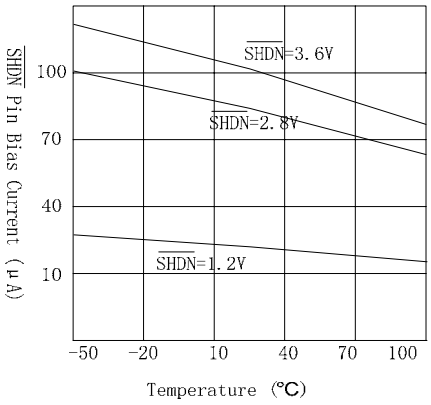
Efficiency Vs. LED Current



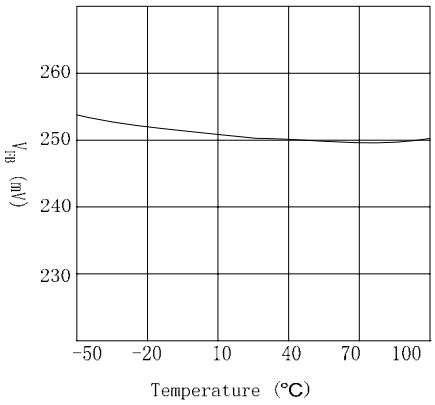
Switching Frequency



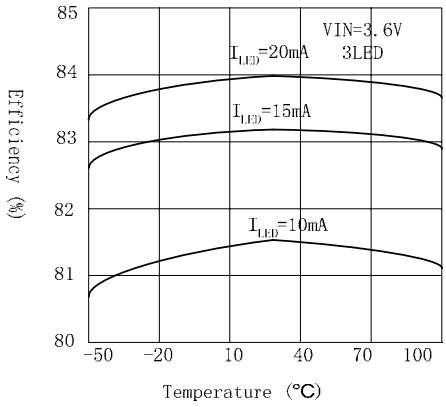
$\overline{SHDN}$ Pin Bias Current



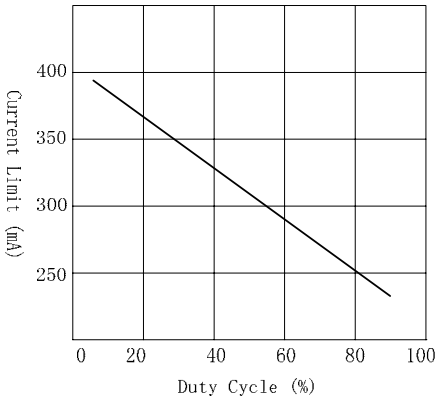
V_{FB} Vs. Temperature



Efficiency Vs. Temperature



Current Limit Vs. Duty Cycle



注：除非另有说明，VIN=3.6V, T_A=-25℃ L1=10μH COUT=1μF

功能方框图

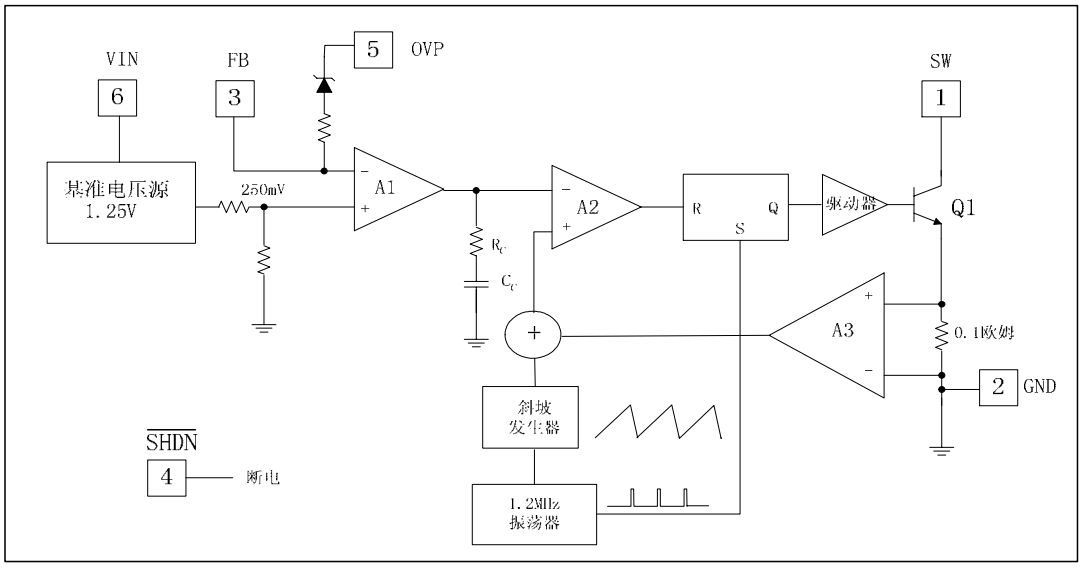


图 3 功能方框图

工作原理

zcc5121是一种恒定频率的电流模式控制的 DC/DC 变换器，可以提供优秀的电压和负载调节能力。zcc5121的工作原理参考上面的功能方框图。zcc5121具备一个内置的 1.1MHz 的振荡器，在每个振荡周期的起始，RS 锁存器被置位，开关管 Q1 导通。一个 0.1 欧姆的电阻采样开关管 Q1 的电流，并且把与电流成比例的电压反馈回去与斜坡发生器产生的斜坡电压相叠加，然后这个电压被送到比较器 A2 的正端。A2 的负输入端的电压是来自于反馈电压 FB 与内部的基准电压 250mV 之差的放大信号，并且为了环路稳定，该信号经过内部的 RC 和 CC 的滤波处理。误差放大器 A1 在整个环路的稳定中起到了重要的作用，如果反馈电压比较低，误差放大器的输出电压增大，将导致开关管开启的时间更长，有更多的电流被传递至输出端，如果反馈电压较高，误差放大器的输出电压减小，将导致开关管 Q1 的开启时间变短，将会有更少的电流被传递至输出端。在轻负载的情况下，zcc5121开始进入到脉冲跳跃式工作状态，内部的开关管 Q1 不再是每个工作周期都打开关闭，而是每几个工作周期才打开一次，从而减轻了轻负载时的开关损耗，提高了在轻负载时的工作效率。一个大约28V的齐纳二极管和一个电阻内部连接在 OVP 引脚和 FB 引脚之间，如果 OVP 引脚被连接到外部 VOUT 端，当 LED 发生故障或者发生其他于开路状态时可提供过压保护功能。

应用信息

电感器的选择

对于大多数应用，推荐采用一个 10μH 的电感。要求该电感在 1.1M Hz 的条件下具有低磁芯损耗和低的 DCR（铜线电阻）。

表 1　推荐使用的电感

产品型号	电感值	铜线电阻	额定电流	厂家
LQH32CN100K23	10μH±10%	0.44ohm±30%	300mA	MURATA

电容器的选择

陶瓷电容因其小巧的外形尺寸而成为zcc5121应用的理想选择。推荐使用 X5R 或者 X7R 类型陶瓷电容，因为这两种电容能够在更宽的电压和温度范围内保持其电容值不变，而 X7R 的容值会在更宽的温度范围内保持不变。对于大多数应用来说，采用一个 1μF 的输入电容和一个1μF的输出电容就够了，对于输出电容，由于输出电压可能高达28伏，推荐使用额定耐压值为50V的陶瓷电容。

二极管的选择

对于二极管的要求是要有低的正向电压和快速的反向恢复特性，因而肖特基二极管是一个比较好的选择。肖特基二极管的正向压降代表了二极管中的传导损耗，而二极管电容代表了开关损耗。对于二极管的选择而言，正向压降和二极管电容都是需要考虑的，额定电流较高的肖特基二极管通常具有较低的正向压降和较大的二极管电容，这样有利于提高整个电路的转换效率。

表 2　推荐使用的二极管

产品型号	正向导通电流	压降	二极管电容	厂家
RB551V-20	500mA	0.47V	<10pF	ROHM
SS0520	100/500mA	0.3/0.385V	170pF	POWER SEMICONDUCTORS

LED 电流控制

LED 电流由反馈电阻来控制，反馈基准电压为 250mV，LED 电流为：

$$I_{LED}=250mV/R1$$

为了获得准确的 LED 电流，可选择精度为 1%的电阻。

表 3　R1 阻值和 LED 电流关系对应表

R1 阻值 (ohm)	LED 电流 (mA)
12.4	20
16.5	15
21	12
24.9	10
49.9	5

开路保护

zcc5121具备内置的输出过压保护功能。当 LED 发生故障而导致开路时，如果这时 OVP 引脚被连接到VOUT端，内部的过压保护电路将会开始起作用，VOUT电压会被限制在28V左右，同时芯片内部的工作电流也会被限制在 3mA 左右。这样，即便在 LED 开路的故障状态或者负载 LED 没有被接入的状态下，都保证芯片不会损坏，并且保持较小的电流消耗。

调光控制

在白光 LED 驱动应用中，zcc5121支持四种类型的调光电路，这四种方式见下面的图示。

1．采用一个 PWM 信号至 $\overline{\text{SHDN}}$ 引脚

利用加在 $\overline{\text{SHDN}}$ 引脚的 PWM 信号来快速的接通和关断zcc5121。LED 的平均电流随 PWM 信号的占空比成比例增加，0%的占空比将完全关断zcc5121，这时 LED 将完全没有电流，100%的占空比则对应于满电流。zcc5121可以在高至200KHz的PWM调光频率下工作。 由于芯片有2uS的软启动时间，采用PWM调光时，PWM占空比的最短间应大于等于2.5uS为宜。

2．采用一个 DC 电压

利用一个可变 DC 电压来调节 LED 电流。随着 DC 电压的上升，R2 的压降增加，R1 压降减小，LED 电流变小。R2 和 R3 要选择合适的阻值，使来自可变 DC 电源的电流远小于 LED 的电流，又远大于 FB 引脚的输入电流。图示的电路可以在 0V 至 2V 的 VDC 范围内获得 0mA 到 20mA 的 LED 电流。

3．采用一个滤波 PWM 信号

滤波 PWM 信号可被看作成一个可变的 DC 电压，通过改变 PWM 的占空比来改变 PWM 信号对 FB 电压的影响，从而改变 LED 电流。

4．采用 MOS 管控制

利用逻辑信号来控制 NMOS 的开启和关断。R1 决定最小的 LED 电流，RINC 决定当 NMOS 导通时 LED 所增加的电流。当 PWM 信号加在 MOS 管的栅极时，可以获得更多的亮度调节。

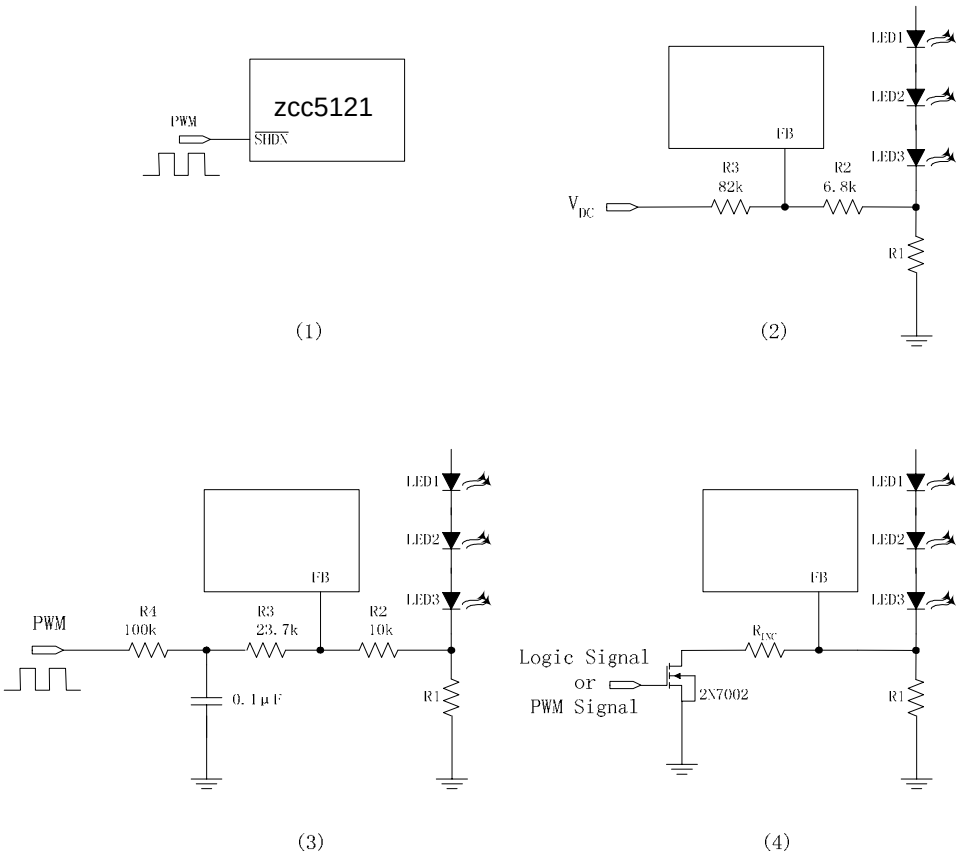


图 4　四种调光控制方法

启动和涌入电流

为了实现最短的启动延时，zcc5121部没有做软启动电路。在未采用外部软启动电路的情况下上电时，涌入电流为 400mA 左右。如果需要进行软启动，推荐使用如下图的电路。如果软启动和调光都被使用，则建议采用低于 10KHz 的 PWM 频率或通过 FB 引脚来控制。

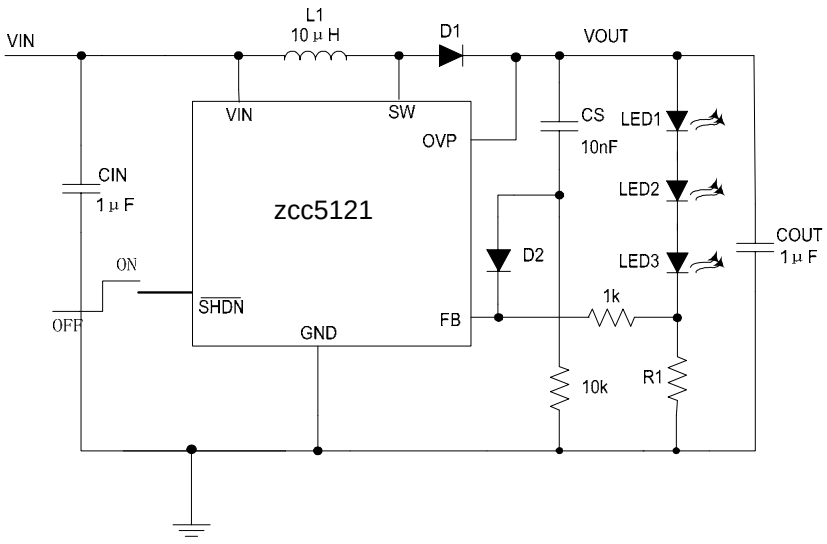


图 5 软启动应用电路

电路板布局考虑

与所有的开关稳压器一样，必须格外注意 PCB 的布置和元件布局。SW 引脚的电压信号具有陡峭的上升沿和下降沿。应最大限度的缩短所有连接至 SW 引脚连线的长度和面积,电感和肖特基二极管尽可能的放置在离芯片比较近的位置。VIN 到地的旁路电容尽可能放置在靠近芯片的位置。地尽可能采取铺铜的方式，并且和其他易受干扰的模块地分开。

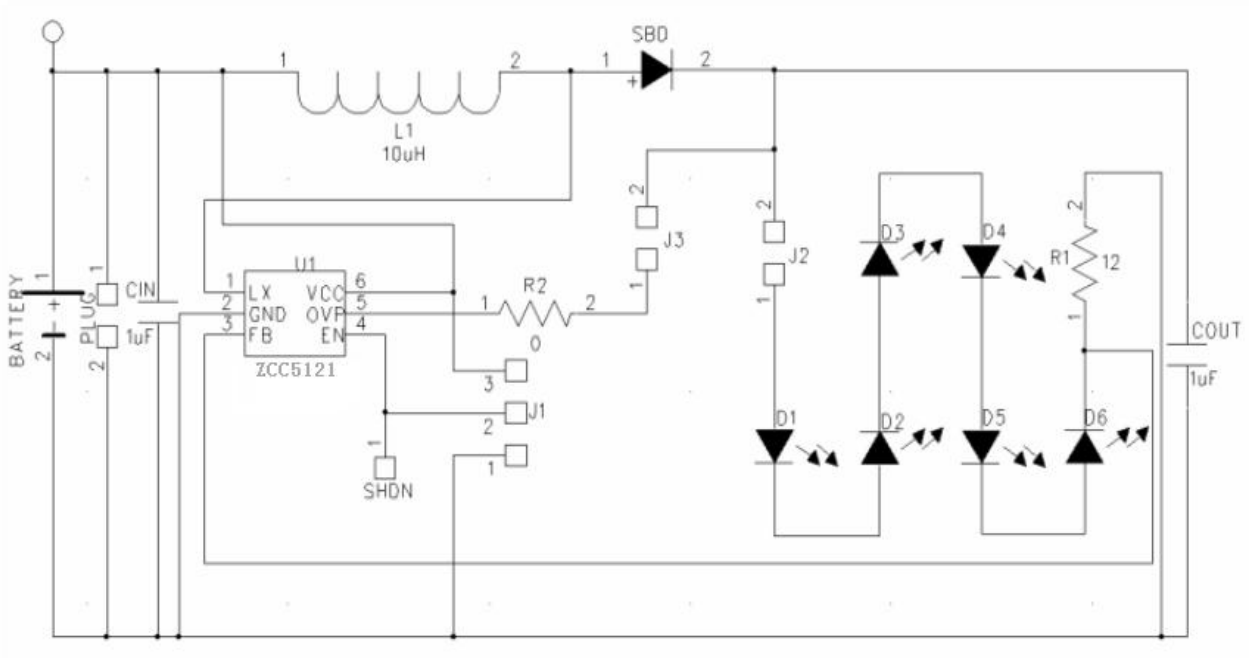


图 6 zcc5121演示板电路图

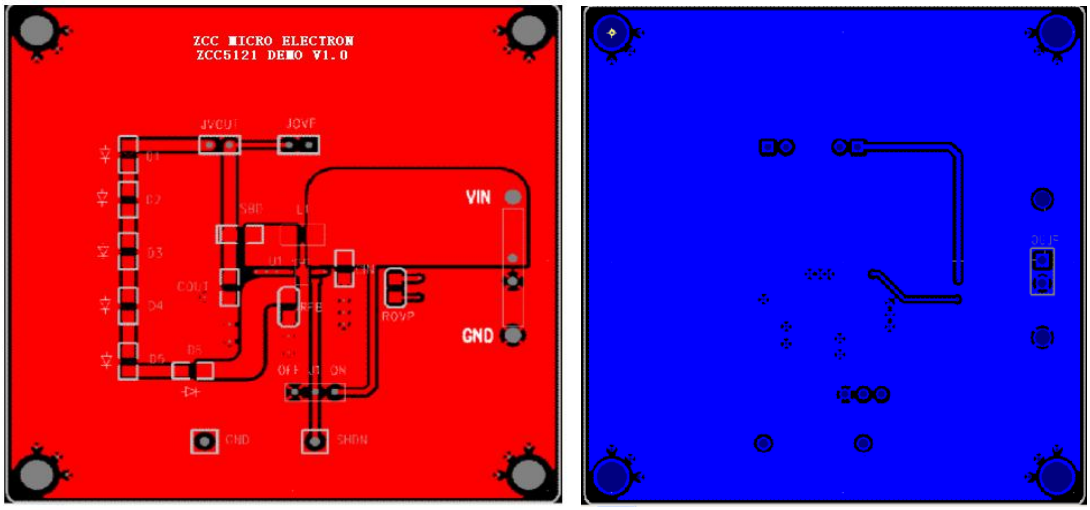
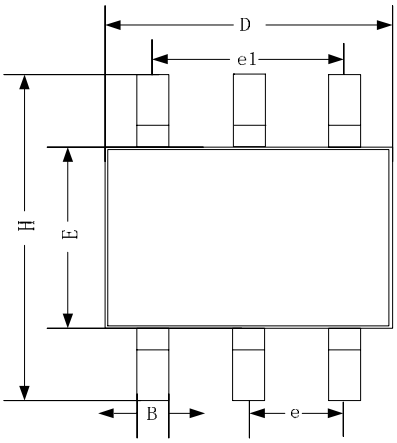
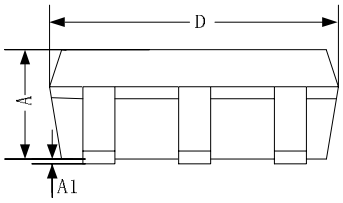
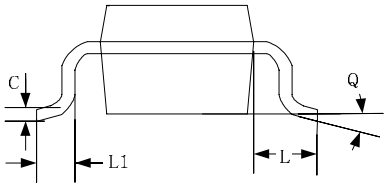


图 7 zcc5121 PCB Layout 顶层/底层图

封装描述



SOT23-6L Package Outline

REF	Unit:mm		REF	Unit: mm	
	Min.	Max.		Min.	Max.
A	0.90	1.10	E	1.50	1.70
A1	0.01	0.13	e	0.95	
B	0.30	0.50	e1	1.90	
C	0.09	0.20	L1	0.20	0.55
D	2.80	3.10	L	0.35	0.80
H	2.50	3.10	Q	0°	10°