

36V、2A 高调光比 LED 恒流驱动器

概要

SC0322是一个降压恒流转换器，可应用于白光LED的驱动。是一个低损耗且高效率的白光LED驱动IC。并且设计以简单的电阻设定方式，就可稳定的调整输出电流驱动单一或串联多颗的LED。SC0322也可以选择使用脉冲宽度调变(PWM)方式，或是选择以DC直流电压方式控制输出电，以达到调整LED亮度或开关的功能。SC0322低损耗且高效率的架构，可应用于大功率的LED照，例如MR-16的照明应用产，将可大幅提高效率，而且电路简化容易设计，更可提供稳定的恒流功能，增长LED的使用寿。

SC0322提供了纤小的ESOP8底部带散热片的封装形式，其额定的工作温度范围为 40℃至 85℃。

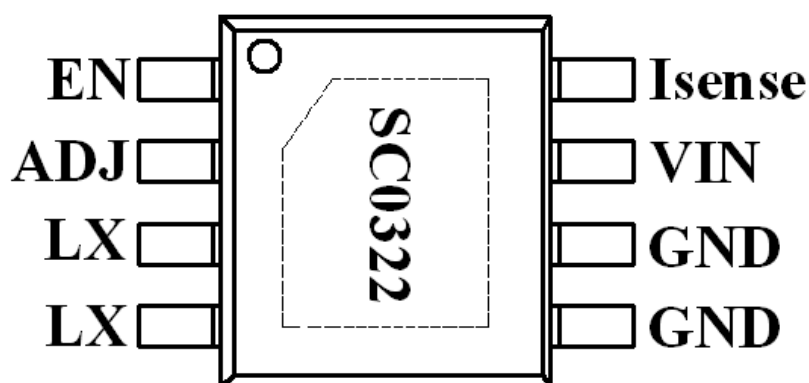
描述

- 输入电压范围：7V to 36V
- LED 恒流输出电流可达到2.0A
- 延迟软启动功能
- 可选用脉冲宽度调变(PWM)或是DC直流电压方式，单一信号接脚控制LED开关或调光
- 效率最高可达 97%
- 最高开关频率为 1MHz
- 输出电流偏移一般值为 5%
- ESOP-8 无铅封装

应用

- MR16/11 LED 射灯代替卤素灯
- 车载 LED 灯
- LED 舞台灯
- 太阳能 LED 灯
- LED 信号灯
- LED 路灯

引脚分布



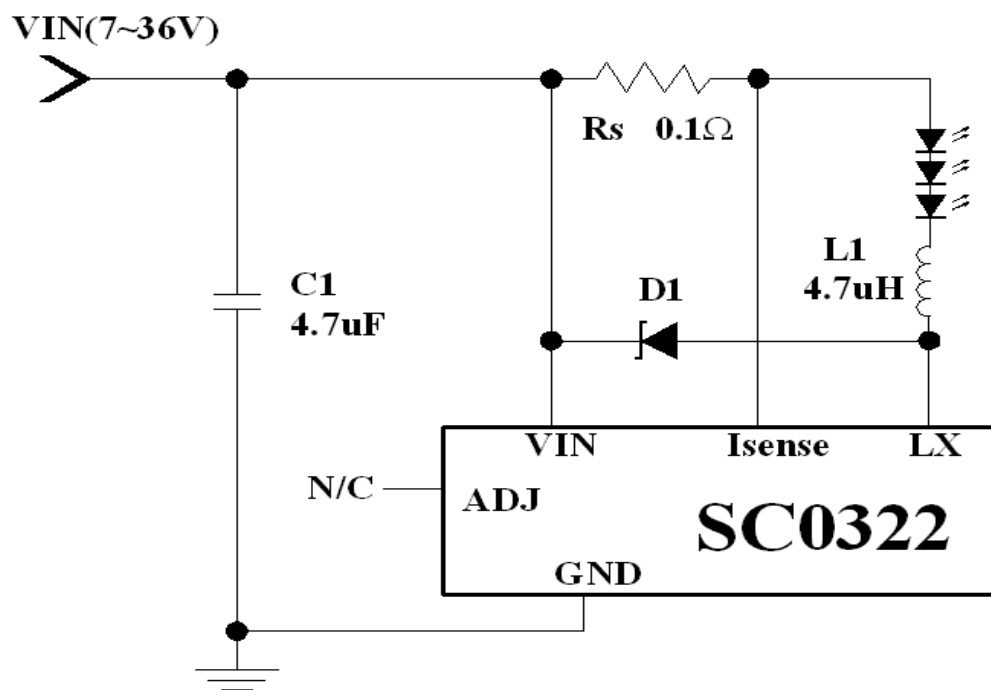
SC0322 ESOP_8L

引脚定义以及功能

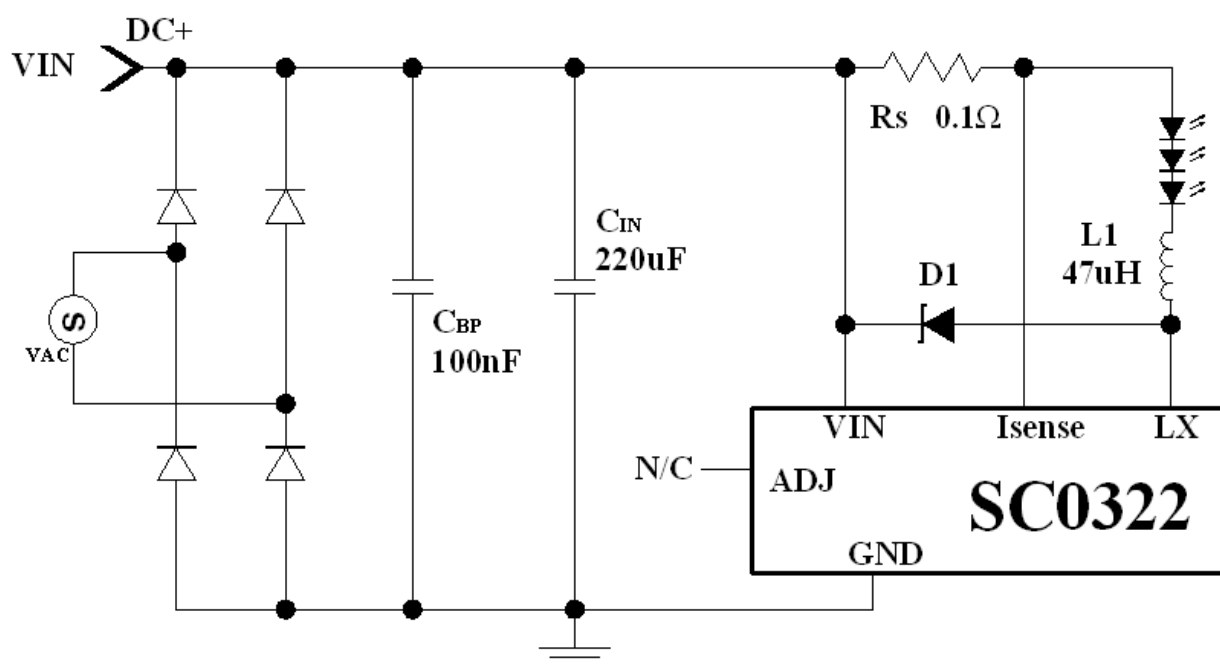
脚 位	定 义	描 述
1	EN	使能控制信号： 高电位, 使能启动; 低电位, 使能关闭
2	ADJ	开关和调光多功能控制接脚，一般空接状态： 1. ($V_{ADJ}=V_{REF}=1.25V$, 一般平均输出电流 $I_{OUT}=0.1/R_S$) 2. DC 直流电压控制状态 ($0V < V_{ADJ} < 2.5V$) 依电压的变化可调整输出电流 I_{OUT} 变化范围为 0% 到 200%。 3. 可使用开集极(open-collector)或开漏极(open-drain)方式来做脉冲宽度调变(PWM) 调整输出电流. $f > 10kHz$ 和 $f < 500Hz$ 时, I_{OUT} 调整范围为 0% 到 100%。
3、4	LX	开关切换接脚，连接到外接的电感器。
5、6	GND	接地
7	VIN	电源输入
8	Isense	连接外部电阻 R_S , 侦测此接脚与 VIN 接脚的平均电压差做为输出电流的设定, 输出电流 $I_{OUT} = 0.1/R_S$

典型应用

• DC 输入典型应用电路



• MR16 典型应用电路



极限参数表 ¹

● V_{IN} 输入电压	-----	-0.3 ~ 40V
● V_{ADJ} ADJ管脚输入电压	-----	-0.3 ~ 6V
● V_{LX} LX管脚输入电压	-----	-0.3 ~ 40V
● P_{DMAX} 功耗 ²	-----	1.33W
● V_{Isense} Isense电压	-----	$V_{IN}+0.3V$ to $-0.3V$ ($V_{IN}<5V$) / $V_{IN}+0.3V$ to $V_{IN}-5V$ ($V_{IN}>5V$)
● T_J 结工作温度范围	-----	-40 ~ 150°C
● T_{SDR} 引脚温度 (焊接10秒)	-----	260°C
● T_{STG} 存储温度范围	-----	-65 ~ 150°C

推荐工作环境

● V_{DD} 输入电压	-----	7~36V
● T_A 环境温度范围	-----	-40~85°C
● T_J 结温范围	-----	-40~120°C

热效应信息 ³

● $\theta_{JA(ESOP8)}$ 封装热阻--芯片到环境热阻	-----	40°C/W
● $\theta_{JA(ESOP8)}$ 封装热阻--芯片到封装表面热阻	-----	15°C/W

ESD范围

● ESD 范围HBM(人体静电模式)	-----	±4kV
● ESD 范围MM(机器静电模式)	-----	±400V

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. 温度升高最大功耗一定会减小, 这也是由 T_{JMAX} , θ_{JA} 和环境温度 T_A 所决定的。最大允许功耗为 $P_{DMAX} = (T_{JMAX} - T_A) / \theta_{JA}$ 或是极限范围给出的数字中比较低的那个值。
3. PCB 板放置 SC0322 的地方, 需要有散热设计. 使得 SC0322 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。

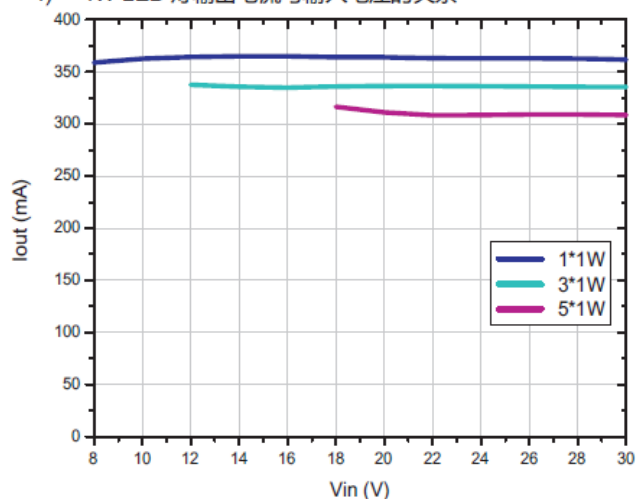
电气参数（无特别说明 $V_{IN}=12V$, $T=25^{\circ}C$ ）

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压						
V_{IN}	输入电压		7		36	V
V_{UVLO}	欠压保护	V_{IN} 下降		4.7		V
$V_{UVLO,HYS}$	欠压保护迟滞	V_{IN} 上升		100		mV
电流采样						
V_{Isense}	平均采样电压	$V_{IN}-V_{Isense}$	97	100	103	mV
$V_{Isense,hys}$	采样电压迟滞			± 15		%
I_{Isense}	I_{sense} 管脚输入电流	$V_{IN}-V_{Isense}=50mV$		8		μA
工作频率						
F_{LX}	最大工作频率				1	MHZ
关断电流						
I_{OFF}	关断电流	$V_{ADJ} < 0.3V$		100		μA
ADJ 输入						
V_{ADJ}	内部电路工作电压	ADJ 悬空		5		V
$V_{ADJ,H}$	ADJ 输入高电平		2.5			V
$V_{ADJ,L}$	ADJ 输入低电平				0.3	V
R_{ADJ}	ADJ 对内部工作电压上拉电阻			150		K Ω
I_{ADJ-L}	ADJ 接地漏电流	$V_{ADJ}=0$		33		μA
ADJ 调光						
$V_{ADJ,DC}$	模拟调光电压范围		0.5		2.5	V
f_{ADJ}	最大 PWM 调光频率	$f_{OSC}=500kHz$			50	Khz
$D_{PWM,LF}$	低频 PWM 调光占空比范围	$f_{ADJ}=100Hz$	0.05%		1	
	低频 PWM 调光比			2000: 1		
$D_{PWM,HF}$	高频 PWM 调光占空比范围	$f_{ADJ}=20KHz$	10%		1	
	高频 PWM 调光比			10: 1		
功率开关						
R_{LX}	LX 导通电阻			0.2		Ω
I_{LXmean}	LX 连续电流				0.5	A
I_{LEAK}	LX 漏电流			0.5	5	μA
过温保护						
T_{SD}	过热保护温度			150		$^{\circ}C$
T_{SD-hys}	过热保护迟滞			20		$^{\circ}C$

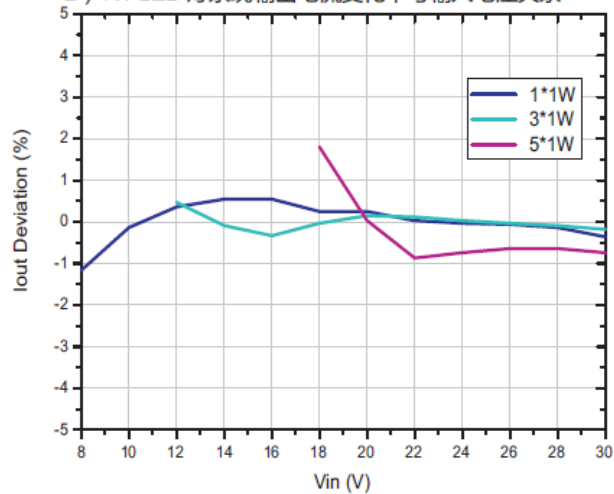
- 典型参数值为 $25^{\circ}C$ 下测得的参数标准。
- 规格书的最小、最大规范范围由测试保证，典型值由设计、测试或统计分析保证。
- 100%调光比率对应到 $V_{ADJ} = V_{ADJ(nom)} = V_{REF}$ 。驱动在 ADJ 接脚上的 V_{REF} 将增加 V_{SENSE} ，与输出电流成比例。
- 各项参数在量产测试并不是每项都做测试，是在设计上及分析各项参数所得，再做数据评估与处理管控，确保与设计值相同。

典型工作特性曲线(测试采用电感值为 47uH, $T_A=25^{\circ}\text{C}$)

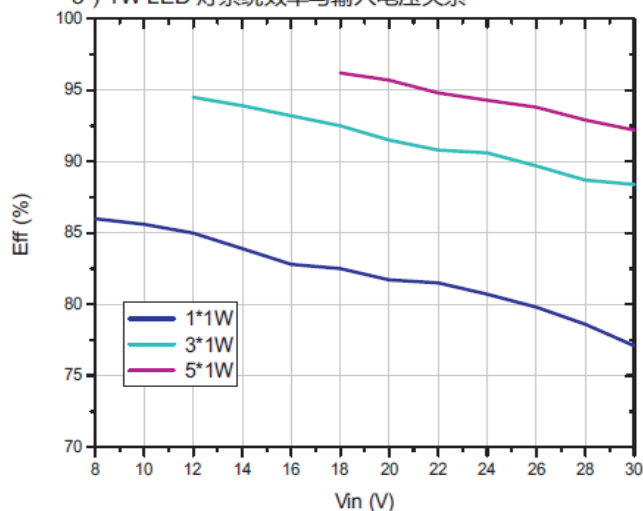
1) 1W LED 灯输出电流与输入电压的关系



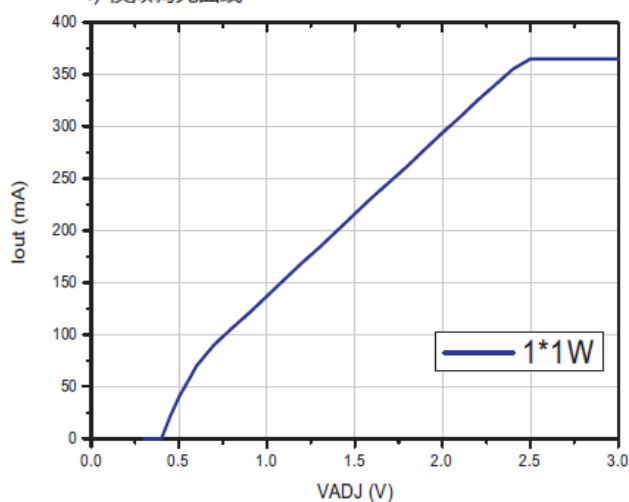
2) 1W LED 灯系统输出电流变化率与输入电压关系



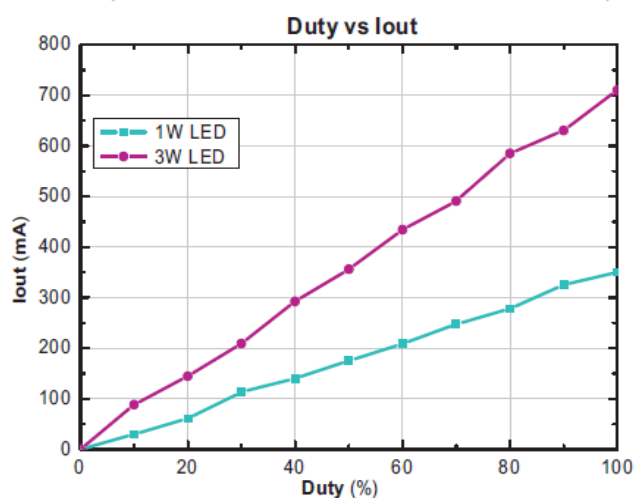
3) 1W LED 灯系统效率与输入电压关系



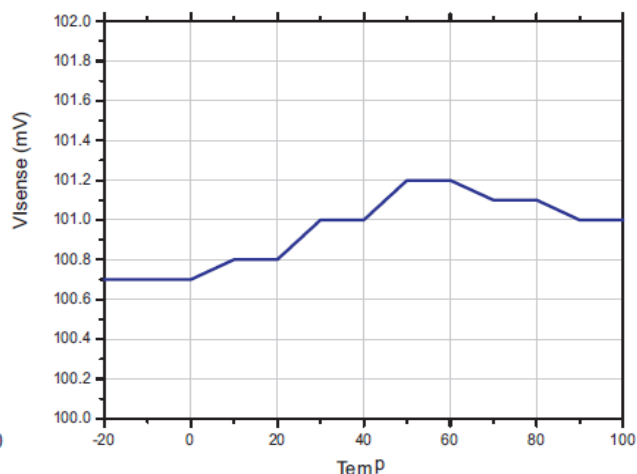
4) 模拟调光曲线



5) PWM 调光曲线
(10% 占空比、50% 占空比、90% 占空比, 200Hz)



6) Vlsense 与环境温度的关系



工作原理描述

SC0322是藉由连接电感和电流侦测电阻所组成的一个降压恒流转换器，可应用于白光LED的驱动。是一个低损耗且高效率的白光LED驱动IC。并且设计以简单的电阻设定方式，就可稳定的调整输出电流驱动单一或串联多颗的LED。

装置的运作方式

装置操作时最先可以知道ADJ接脚是否没有连接到其它装置，并且比较在这个接脚的电压(V_{ADJ})直接与比较器(+)输入做比较。首先当输入电压VIN第一次加上电源时。初始时并没有从感应电流的电阻电路上侦测到输出，所以在L1和 R_S 的初始值的电流为零，在这个情况下，比较器会把输出与地端做比较，若输出为高电位，则打开MN并且切换LX的接脚为低电位，造成电流从VIN通过 R_S 、L1和LED流到地端。而电流上升比率取决于VIN和L1电感中间的 R_S 上的压差(V_{SENSE})。而 V_{SENSE} 电压供应横跨内部电阻器R1的电压，这导致比较器的负端(-)电压上升，并依电流侦测感应处理电路而强制将内部电阻器R2和R3做电流比例。当到达设定的电压值(V_{ADJ})时，比较器输出切换到低电位，使MN关闭。这时另一个比较器经过内部电阻R3，使比较器输出到驱动级，并提供NMOS一些延迟的作用。当MN关闭时，在L1上的电流会继续的流过D1，再流回到VIN和 R_S 与LED，而R3的延迟的作用，一般是ADJ设定值的15%。而电流的减弱比率取决于LED和二极管的顺向电压，而当这个电压再回到 V_{ADJ} 的电位时，则比较器的输出再次切换到高电位，再次重复这个周期。而比较器输入端对重复周期的临界值最大为 $V_{ADJ} \pm 15\%$ 。

开关临界值

R1与R2和R3比率定义了 V_{SENSE} 开关平均临界值100mV(测量 I_{SENSE} 和VIN之间压差)，平均输出电流 I_{OUT} 是根据 R_S 这个电压定义的，

$I_{OUT} = 100mV/R_S$ ，一般纹波电流是 $\pm 15mV/R_S$ 。

输出电流的调整

ADJ接脚经过内部的低通滤波器和电流限制电阻(一般值为200Kohm)到比较器参考电压之间，这样可以在ADJ接脚的直流电位或脉冲信号超过一般值时，可以改变 V_{SENSE} 开关的临界值，调整输出的电流，滤波器截止频率一般为4KHz。

输出关闭

当输入电压下降到临界值时，内部的低通滤波器输出驱动控制信号，将内部电源转换电路和输出关闭，在关闭期间，需提供参考电压给关闭电路偏压，一般偏压电流为35uA，且漏电流在5uA以下。

应用说明

外部电阻 R_S 设定一般平均的输出电流：一般设定流经LED的输出电流值，是用一个外部电阻(R_S)连接在VIN和 I_{SENSE} 两个接脚之间来侦测感应输出电流，电阻值的计算方式如下：

$$I_{OUT} = 0.1/R_S \text{ [在 } R_S \geq 0.066 \text{ ohm]}$$

下表为一般应用常用的输出电流设定值与 R_S 阻值的对照表：

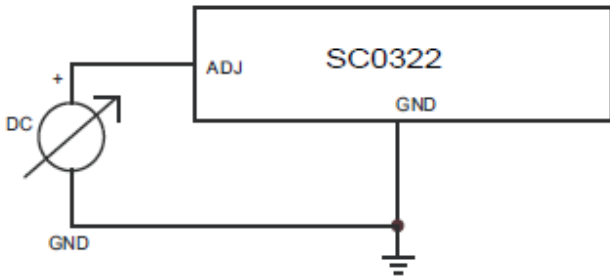
RS (ohm)	0.066	0.1	0.142	0.285
一般 平均 输出 电流 (mA)	1500	1000	700	350

以上的设定值是在ADJ接脚为空接的状况下，ADJ接脚为空接时的一般电压值为 V_{REF} ($=1.25V$)。

备注：在最大的开关输出电流的条件下， $R_S = 0.066ohm$ 这是RS感应电阻所允许的最小值。如果在ADJ接脚从外部工给一个电压驱动时， R_S 可能是不同的值。

外部直流电压控制调整输出电流

ADJ接脚可以使用外部的直流电压(V_{ADJ})来控制调整输出电流(如下图)，对 R_S 调整输出电流的一般定义平均值如下：



一般输出电流在这个模式下计算方式为：

$$I_{OUTdc} = (V_{ADJ} / 1.25) \times (0.1V / R_S),$$

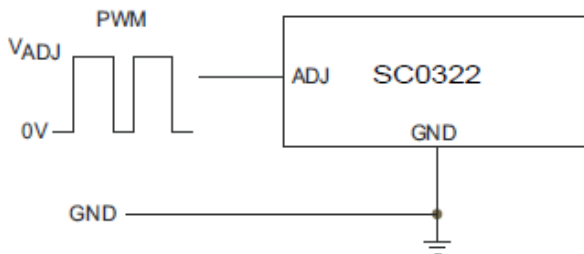
[在 $0 < V_{ADJ} < 2.5V$ 条件下]

备注：当用ADJ接脚为1.25V驱动100%的调光时，设定是相对于 $V_{ADJ} = V_{REF}$ ，若是ADJ接脚为1.25V以上，则必须增加RS的比例，以防止输出电流超过 I_{OUTdc} 最大值1.5A. ADJ接脚的输入阻抗为 $200K\Omega \pm 25\%$.

ADJ接脚直接用PWM占空比控制方式驱动

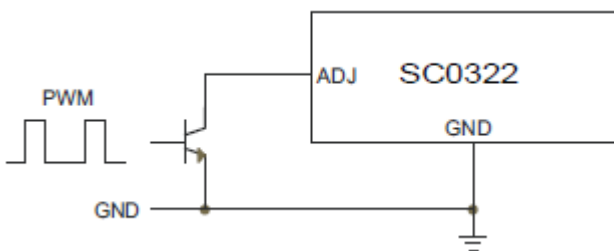
调整输出电流

ADJ接脚适用于直接用PWM脉冲宽度占空比控制方式驱动调整输出电流(如下图)，输出电流的值，会在RS设定的一般平均值以下：



使用晶体管开集极的方式驱动 ADJ 接脚

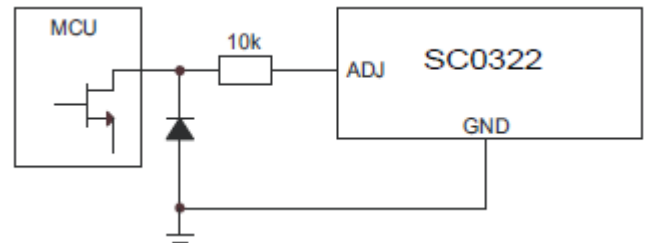
驱动 ADJ 接脚的PWM脉冲信号振幅波形，建议使用一个小功率NPN开关晶体管的方式来做控制，如下图：



这个电路的外部晶体管和ADJ接脚的参考电压之间，内部会有一个200K的提升电阻。

使用微控制器来做为驱动 ADJ 接脚的输入

也可以使用微控制器以开泄极的另一种方式来做控制，如下图：



如果微控制器输出端NMOS的泄极和源极有较大的电容值存在，这样的配置容易产生一些负向的突波到ADJ接脚，为避免这样的情形发生，可以在SC0322的ADJ接脚输入端加上一个肖特基二极管到地端，肖特基二极管的负端串接一个10K的电阻接到ADJ接脚做为抑制用。详细控制方法，可参考PWM调光控制的部份说明。

关机模式

若是 EN接脚的输入电压低于0.8V，且时间长度超过100us，则电流输出端会关闭输出电流，在这状况下的待机电流一般值为35uA。

电容器的选择

输入电容器可从来源稳定输入电压和使大电流纹波减到最小。电容器的值取决于输入来源，使用低等效串联阻抗(ESR) 陶瓷电容器以47uF的值会是适当的。而VDD建议使用一个0.22uF的电容做高频的率波，以避免高频噪声的干扰。当内部MOSFET 切换时，要让纹波电压平顺，输出电容器需使用可承受输出的电压。更大输出纹波需更多的线性调整，如果输入电压改变，意味LED 电流变化变大。使用低 ESR 电

容器可降低纹波的电压变化。使用50mOhm 到150mOhm 低ESR, 47uF 的陶瓷输出电容, 会有较好的线性调整, 并提高工作的效率与稳定度。而在对于温度和电压的工作稳定, 建议使用X7R和X5R或是工作特性的更好的电容, 而Y5V的电容则比较不适合用在这种应用电路上。

肖特基二极管的选择

二极管在DC-DC 交换器是最大的损失来源, 而影响效率的最重要的参数是顺向电压(VF)损耗, 和反向恢复时间。当电压横跨二极管, 电流流经二极管时, 顺向电压下降而产生损失。当二极管是反向偏压, 由于少数载体从P-N接点快速通过, 而电流看上去实际上落后二极管, 造成反向恢复时间引起损失。一个特性好的肖特基二极管, 就要有较低的顺向偏压, $V_F = 0.3\text{ V}$, 电感若输出大的电流和电压, 较小的反向漏电流, 可以快速补偿反向恢复的切换时间。

电感的选用

SC0322的建议使用的电感器的电感值在范围在33uH到100uH之间, 依所需之操作电压和电流做调整。建议的电感值范围是为了在高电压供应的操作状况下, 使开关的延迟时间减小, 并避免产生纹波和效率的降低, 电感值的大小, 会影响到电压变动和输出电流的变化范围。电感值的大小选用取决于操作的频率占空比和开关的'on'/'off' 时间, 而最大的额定值也要超过操作的电压和电流的最大值。

*LX 切换 on时间:

$$t_{on} = L\Delta I / (V_{IN} - V_{LED} - I_{avg}(R_S + r_L + R_{LX}))$$

note: $t_{onmin} > 240\text{ns}$

*Lx切换off 时间 :

$$t_{off} = L\Delta I / (V_{LED} + V_D + I_{avg}(R_S + r_L))$$

note: $t_{offmin} > 200\text{ns}$

批注:

“L”: 电感值 (H)

“ ΔI ”: 电感峰对峰的最大电流值 (A) [内定为 $0.3 \times I_{avg}$]

“ r_L ”: 电感的电感抗阻值 (ohm)

“ R_S ”: 电流感应电阻的电阻值

“ I_{avg} ”: 需求的 LED 驱动电流 (A)

“ V_{IN} ”: 输入电压 (V)

“ V_{LED} ”: LED的全部顺向电压总合 (V)

“ R_{LX} ”: 开关的电阻值 (ohm) [一般为0.3 ohm]

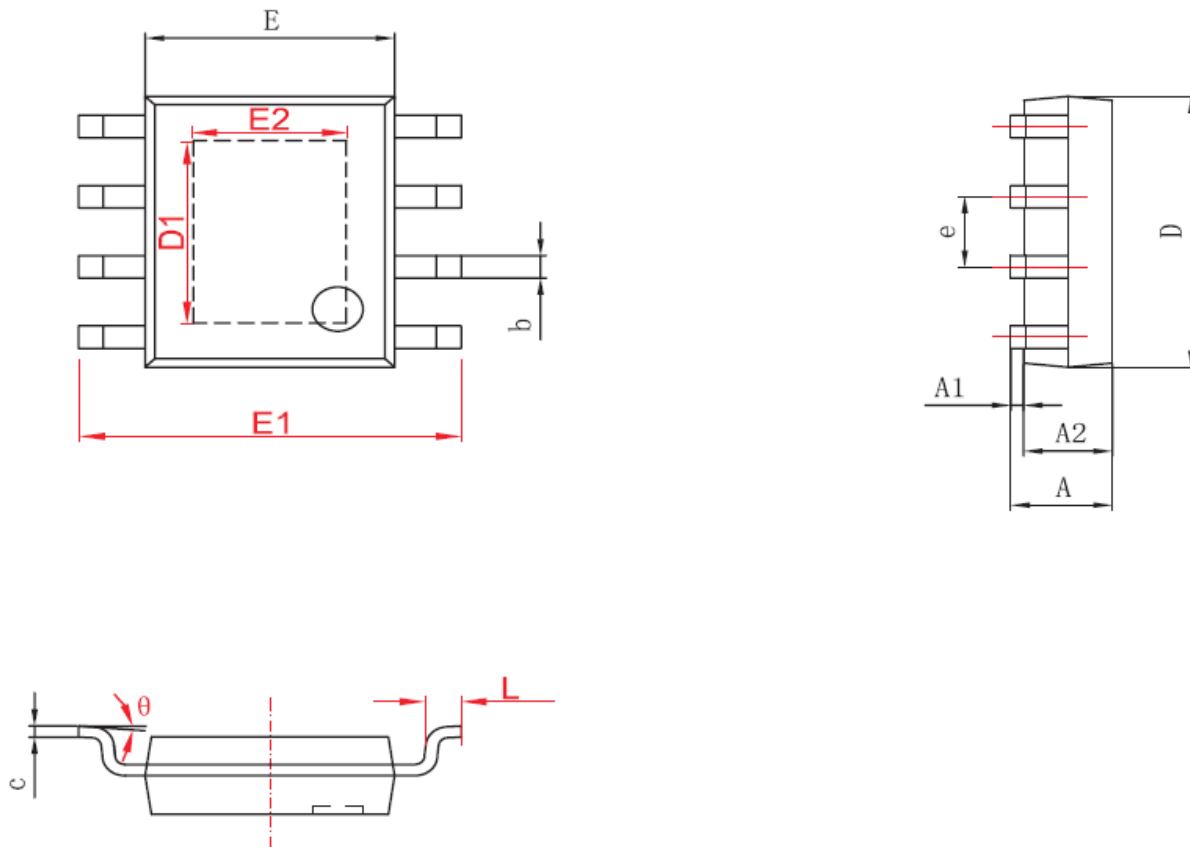
“ V_D ”: 所需求输出电流条件下的二极管顺向电压 (V)

布线考虑

高切换频率的印刷电路板布线设计是很重要的, 好的设计在对地端的回馈线路, 和电压递减变化到最小, 连接电感器, 输入滤波电容器, 和输出滤波电容器, 尽可能接近, 并保持他们的路径较短和宽, 减少功率损失以便改进效率。连接的地端单点共地, 并让地端的铺地铜箔尽量加大。输出电容尽量靠近输出端。

封装信息

SC0322 ESOP8L



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°

Notes:

- (1) 所有尺寸都为毫米
- (2) 参考JEDEC MO-187标准