

带温度补偿功能的通用LED驱动器

概述

SN3910是一款峰值电流检测降压型LED驱动器，工作在恒定关断时间模式。它允许电压源范围从8VDC到450VDC或110VAC/220VAC驱动高亮度LED。

SN3910可以根据PWM信号调整LED亮度，可以接受的PWM控制信号占空比为0-100%。它还包括一个50-240mV线性调光输入，可用于LED电流线性调整和温度补偿。

SN3910采用峰值电流模式控制，该控制器不需要任何环路补偿，便能取得良好的输出电流调节。PWM调光的反应时间由电感电流的上升和下降速率决定的，从而有非常短的上升和下降时间。

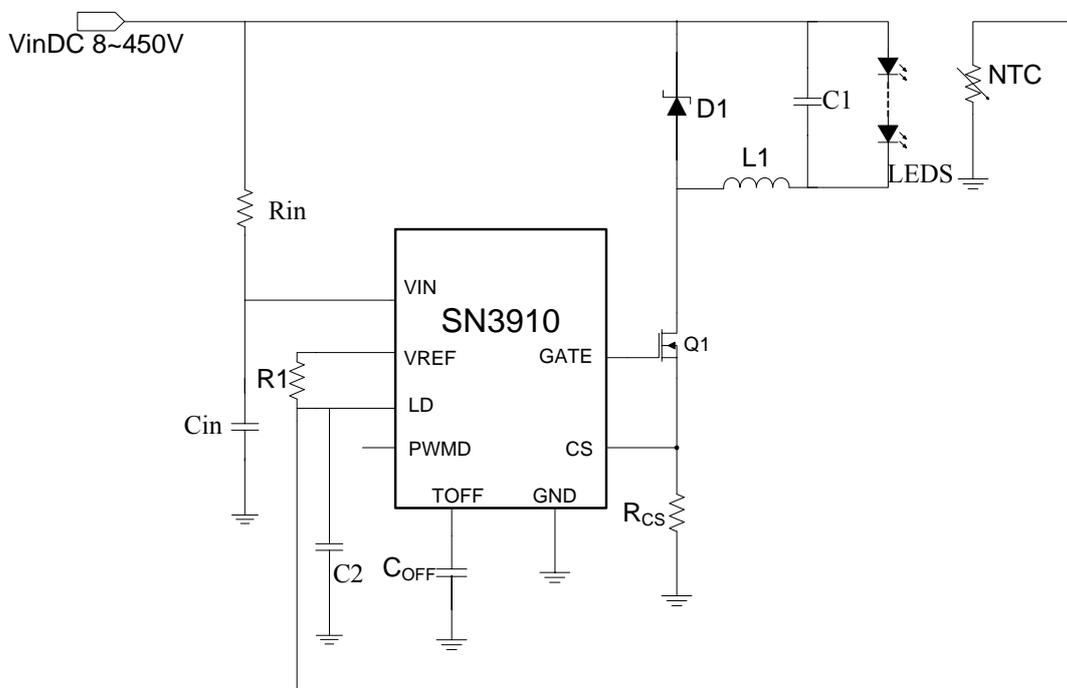
特点

- 宽输入电压范围：从8VDC到450VDC或110VAC/220VAC
- 输出电流可达1A
- 温度补偿功能
- 恒定关断时间模式
- 线性PWM调光
- 极少的外围器件

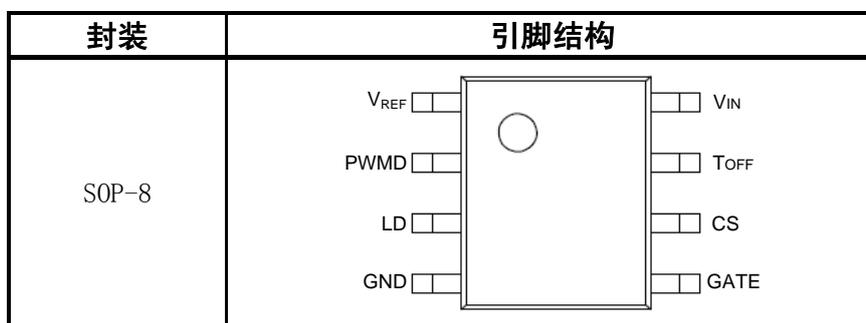
应用

- DC/DC或AC/DC恒流LED驱动器
- 通用恒流源
- 信号和装饰照明
- 背光LED驱动器

典型应用电路



引脚结构

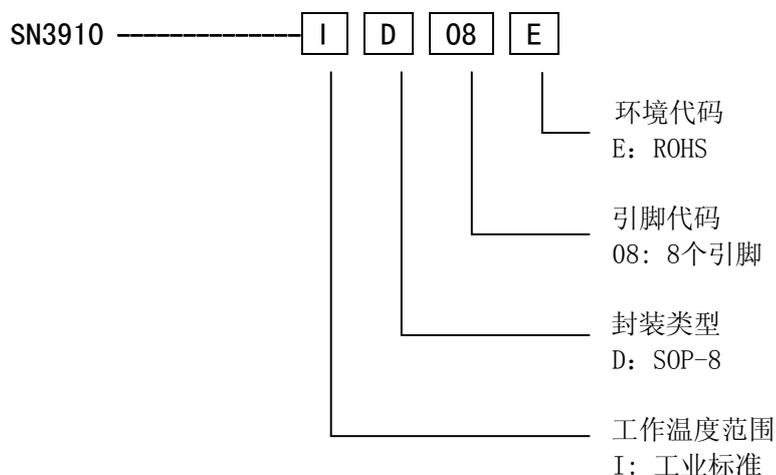


引脚描述

引脚名称	引脚序号	描述
V_{REF}	1	该引脚提供1.2V（典型值）参考电压，不需要附加旁路电容。
PWMD	2	PWM调光输入的引脚。当此引脚接地时栅极驱动器是关闭的。引脚接高时栅极驱动器是打开的。浮空时内部上拉到3.3V（典型值）。
LD	3	线性调光输入引脚。当该引脚电压小于240mV（典型值）时设置电流感应阈值。也可用来设置温度补偿阈值电压。
GND	4	所有内部电路的接地引脚。该引脚须连接到驱动电源的公共地。
GATE	5	该引脚连接到外部N沟道功率管的栅极。
CS	6	电流检测引脚。通过外部感应电阻检测MOSFET电流。
T_{OFF}	7	该引脚设置在恒定关断时间模式下功率MOSFET的关断时间。当浮空时，内部设定时间510ns。当 T_{OFF} 和GND之间连接一个电容器，关断时间增加。
V_{IN}	8	8V-450V电压通过一个电阻输入到该引脚。内部稳压在7.1V（典型值）。必须在该引脚就近接一个电容到地。

订货信息

产品型号	每卷数量	封装	工作温度范围
SN3910ID08E	2,500	SOP-8	-40 °C to 85°C



最大极限值

参数	最大限定范围	单位
V_{IN} 引脚对地电压	-0.3 - 8.0	V
CS, LD, PWM, GATE, T_{OFF} , V_{REF} 引脚对地电压	-0.3 - 6.0	V
V_{IN} 引脚输入电流范围 (注释一)	1-10	mA
结温范围	-40 - 150	°C
芯片储存温度	-65 - 150	°C
ESD (人体模型)	2000	V
$R_{\theta JA}$	128	°C/W

电特性 (测试条件: $V_{INDC}=10V$ (注释二), $R_{IN}=2K$, $T_A=25^\circ C$ 除非特别说明)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{INDC}	输入电压范围 (注释三)	在供电电压与 V_{IN} 引脚之间接一个合适的电阻	8		450	V
$V_{IN-clamp}$	V_{IN} 钳位电压		6.6	7.1	7.6	V
I_{IN}	工作电流范围	GATE引脚悬空	0.33	0.5	0.64	mA
UVLO	欠压闭锁阈值	V_{IN} 上升	6.1	6.5	6.8	V
$\Delta UVLO$	欠压闭锁迟滞	V_{IN} 下降		500		mV
$V_{EN}(lo)$	PWMD引脚逻辑低电压				1.2	V
$V_{EN}(hi)$	PWMD引脚逻辑高电压		2			V
R_{EN}	PWMD引脚内部上拉电阻		90	100	110	K Ω
$V_{CS, TH}$	电流检测端阈值电压		215	240	265	mV
V_{LD}	线性调整引脚输入低阈值			0.05		V
	线性调整引脚输入高阈值			0.24		
T_{BLANK}	电流检测消隐时间		400	478	550	nS
t_{DELAY}	输出延迟	在消隐时间 T_{blank} 之后 $V_{CS}=V_{CS, TH}+50mV$		30		nS
T_{OFF}	关断时间	Coff引脚悬空	480	510	550	nS
t_{RISE}	GATE输出上升时间	$C_{GATE}=500pF$		19		nS
t_{FALL}	GATE输出下降时间	$C_{GATE}=500pF$		29		nS
V_{REF}	V_{REF} 引脚电压		1.12	1.20	1.30	V
$V_{REFLOAD}$	V_{REF} 引脚负载偏差	$I_{REF}=0-500\mu A$, PWM=4.0V		0.5	2	mV

(*)注释: 一、超过输入电流范围时, 输入电压 V_{IN} 可能不钳位在7.1V

二、 V_{INDC} 是电源输入电压, V_{IN} 和 V_{INDC} 之间需要有一个合适取值的电阻。器件量产测试是在25°C下进行。设计, 工艺和特征化分析可以保证芯片正常工作在其他温度。

三、这个参数由设计电路特性和具体应用决定

应用信息

SN3910采用优化的峰值电流模式控制方法驱动LED。这种控制方法不需要高位电流检测或设计任何闭环控制，便能获得相当准确的LED电流控制。该IC采用很少的外部元件，并且可以通过线性调光和PWM调光改变LED电流。

连接到T_{OFF}引脚的电容决定内部振荡器的关断时间。该振荡器产生周期脉冲。这些脉冲将作用于SN3910内部的SR触发器从而导致栅极驱动器打开。当MOSFET开启时，通过电感的电流开始增加。该电流流经外部感应电阻器R_{CS}，并在CS引脚产生一个斜坡电压。两个比较器不断将CS引脚的检测电压与LD引脚的电压，内部的240mV的电压同时进行比较。当消隐时间完成后，比较器的输出将重置触发器。无论哪个比较器的输出上升，触发器都将重置，GATE输出电压降低。

假设设置30%的纹波电流，则设置检测电流的电阻R_{CS}：

$$R_{CS} = \frac{0.24V(\text{or } V_{LD})}{1.15 \cdot I_{LED}(A)}$$

恒定关断时间峰值电流控制方案可以很容易地运行在占空比大于0.5，并且固有的输入电压抑制使得LED电流不随输入电压变化而变化。

输入电压调整

当为V_{IN}引脚提供一个电压和一个合适的上拉电阻时，V_{IN}引脚的电压将被钳位在7.1V（典型值）。该电压用来给芯片供电。V_{IN}引脚必须接一个低ESR电容器，以提供一个低阻抗的高频率电流路径来保证栅驱动电流。V_{IN}引脚的输入电流是内部电路的0.5mA电流和栅极驱动电流之和（而该电流又取决于开关频率和外部MOSFET的栅极电荷）。

$$I_{IN} \approx 0.5mA + Q_G \cdot f_s$$

在上述等式中，f_s是开关频率，Q_G是外部MOSFET的栅极电荷（可以从MOSFET的数据表中得到）

电流检测

CS端连接到内部的两个比较放大器的输入端。其中一个比较器的反向输入端接内部参考电压，而另一个比较器的反向输入端连接到LD引脚。两个比较器的输出均反馈到或门，通过或门输出反馈到触发器的重置引脚。因此，反向端电压低的比较器决定何时关闭输出。比较器的输出还包括一个典型的478ns消隐时间，防止外部MOSFET在峰值电流控制模式由于开关尖峰电流而造成的误关断。在一些特殊情况下，这种内部消隐可能没能有效地过滤掉开关尖峰电流。此时，需要在R_{CS}与CS引脚之间连接一个外部RC滤波器。

请注意，比较器的响应时间很快（典型的80ns的响应时间）。因此，适当的布局将最大限度地减小外部寄生电感引起的比较器误关断。

振荡器

SN3910内部的振荡器是由一个连接在T_{OFF}引脚的电容控制的。振荡器的关断时间是由以下方程式决定的：

$$T_{OFF_TIME}(s) = 0.51 \times 10^{-6} \times \left(1 + \frac{C_{OFF}}{10pF}\right)$$

线性调光

线性调光引脚用来控制LED电流，一个外部的50mV - 240mV电压可以连接到LD引脚来调整LED电流。有两种情况可能需要用到这个引脚：

在某些情况下，可能无法通过改变R_{CS}的值得到需要的LED电流。在这种情况下，一个从V_{IN}引脚连接到LD引脚的外部分压器可以用来获得一个低于240mV电压，相当于改变R_{CS}端的峰值检测阈值。

在V_{REF}引脚与LD引脚之间连接一个电阻，再在LD与地之间连接一个NTC热敏电阻（参见应用电路），便可实现温度补偿功能。当LD引脚电压低于50mV，该芯片将关闭。（更详细的内容详见温度补偿章节）

为了使用内部的240mV，可将LD引脚连接到PWMD引脚。

PWM调制

PWM调光可以通过在PWMD引脚施加低频率方波信号实现。当PWMD信号为低电平时，栅极驱动器被关闭；当PWMD信号为高电平时，栅极驱动器被启动。PWMD信号不会关闭该集成电路的其他部分，SN3910对PWMD信号的响应很快。LED电流的上升和下降的速度完全是由电感线圈电流上升和下降速率决定的。

如要禁用PWM调光功能，将PWMD引脚悬空。

温度补偿

SN3910具有温度补偿功能以保护LED。参考典型应用图，将NTC热敏电阻放置在靠近LED灯的地方将实现温度补偿功能。当LED的温度升高时，热敏电阻的阻值将下降，当LD引脚的电压低于0.24V。电流被LD引脚电平控制，温度补偿功能启用。计算公式如下：

$$\text{当 } \frac{R_{NTC} \cdot V_{REF}}{R_1 + R_{NTC}} < 0.24V, \text{ 温度补偿功能启用}$$

假设电感上有30%的纹波，在温度补偿时LED电流的表达式为：

$$I_{out} = \frac{R_{NTC} \cdot V_{ref}}{(R_1 + R_{NTC}) \cdot R_s \cdot 1.15} \quad (R_1 \text{ 的值必须大于 } 2k)$$

当NTC电阻值不断下降直至LD引脚电压低于0.05V时，芯片关断。

当LED温度回到正常值时，NTC电阻值变大，输出电流回到正常值。

应用举例 (注释六)

直流输入电压: $V_{INDC}=230V$

输出: $V_o=134.4V$ (驱动42个LED串联, $V_f=3.2V$)

$I_o=160mA$ (8串LED并联, 每路20mA)

1 IC输入电阻 (R_{IN}) 和电容器 (C_{IN})

因为 $I_{IN} \approx 0.5mA + Q_G \cdot f_s$ 假设 $I_{IN}=1mA$

$$R_{IN} = \frac{V_{INDC} - V_{IN}}{I_{IN}} = \frac{230 - 7.0}{1} \approx 223K\Omega$$

选择220K Ω , 用2个430K Ω , 0.5W的电阻并联以提高电阻使用寿命。

C_{IN} 可选择10 μF /40V电容。

2 T_{OFF}时间调节电容器 (C_{OFF}) 和T_{OFF}时间

对于高输出电压, 较低的输出电流的应用, 需要较小的T_{off}以降低电感感量。对于较高输出电流 (>300mA) 的应用, 建议的功率管的开关频率不超过50KHz (典型值25~30KHz)

$$\text{对SN3910, } T_{OFF_TIME} = 0.51 \times 10^{-6} \times (1 + \frac{C_{OFF}}{10pF})$$

设 $C_{OFF}=150pF$, 则 $T_{OFF}=8.16\mu s$

3 电流检测电阻 (R_{CS})

小的电流纹波可以提高电流精度, 但需选用较大感量的电感。但从成本考虑, 增大电流纹波以选用较小感量的电感。二者需折衷考虑。

可以在LED两端并联一个1 μF 电容来减少LED电流纹波, 而平均电流保持不变。

假设 $I_{RIPPLE}=I_o \cdot 50\%$, 可得

$$I_{Ripple} = 0.5 \cdot 50\% \cdot 160mA = 40mA$$

$$I_{O_PEAK} = 200mA$$

$$R_{CS} = \frac{0.24V}{200mA} = 1.2\Omega$$

4 电感线圈 (L_1)

电感线圈感量取决于LED的纹波电流。因为 $T_{OFF}=8.16\mu s$,

$$L = \frac{V_o \times T_{OFF}}{I_{Ripple}} = \frac{134.4 \times 8.16}{80} \approx 13.7mH$$

电感的磁饱和和电流应当大于芯片输出电流的峰值; 电感的可连续工作的电流应该大于芯片输出电流的平均值。

同时, 电感的DCR (等效电阻) 也是重要指标, 因为大的DCR会使得电感发热增大, 温度升高, 引起感量降低。

越低的电感值将导致越大的纹波电流, 这将减小输出电流的平均值。

5 MOSFET管与二极管 (D1)

场效应管的峰值电压等于最大输入电压。但要预留50%的余量。

$$V_{FET} = 1.5 \times V_{INDC}$$

通过MOSFET的最大平均电流依赖于最大电流。因此MOSFET的最大平均电流为:

$$I_{FET} = I_{PEAK} \cdot 150\%$$

因此, 选择600V, 2A, 的NMOSFET。如: 2N60

二极管的峰值额定电压与MOSFET相同。

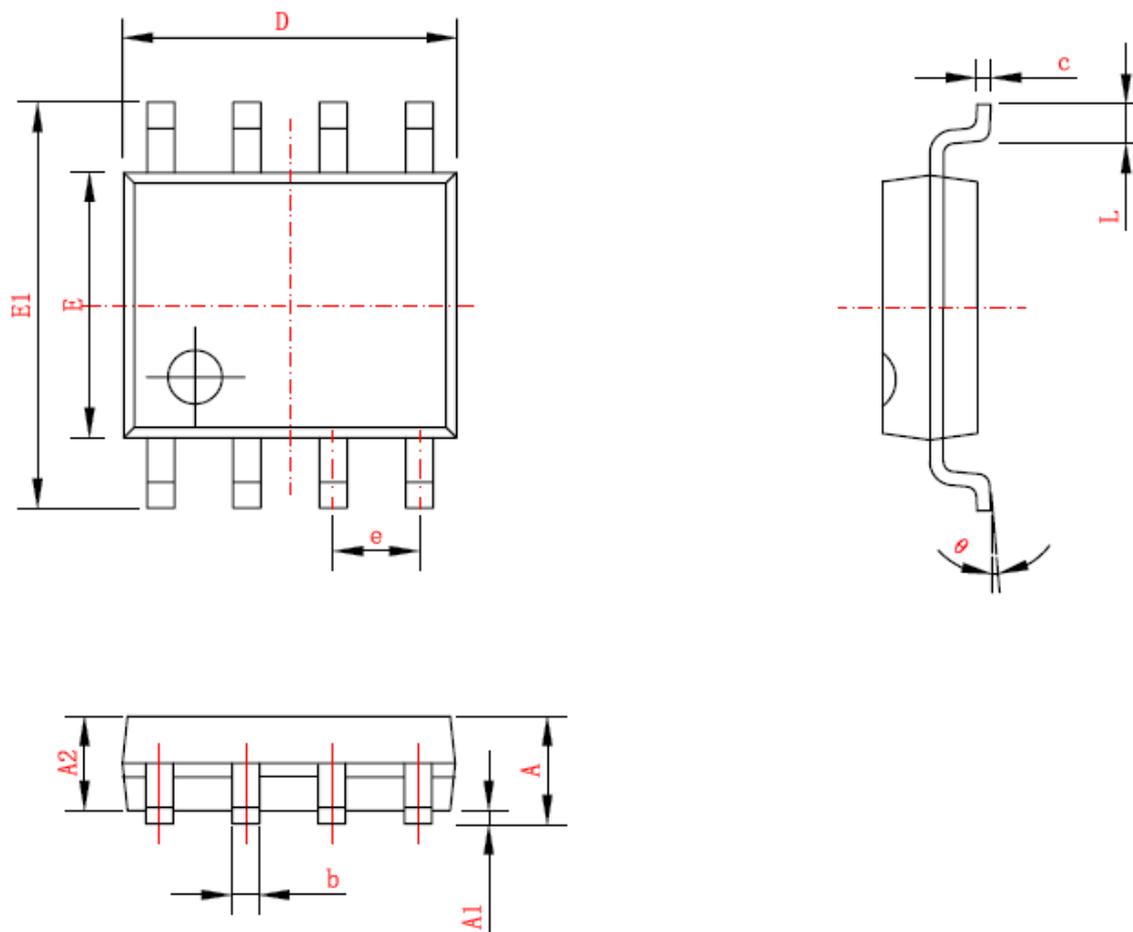
电流幅值为: $I_{diode} = I_{PEAK} \cdot 150\%$

推荐选用600V/2A的快恢复二极管

注释六: 具体应用问题请联系矽恩技术支持

封装信息

SOP-8



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.450TYP		0.057TYP	
b	0.350	0.490	0.014	0.019
c	0.178	0.250	0.007	0.010
D	4.800	5.000	0.189	0.197
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.240	0.228	0.246
e	1.270TYP		0.050TYP	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°		