NS4116　1A 内置功率管 LED 恒流驱动器

1. 特性

- 宽输入电压范围：5-60V
- 最大 1A 的恒流输出
- 最高 1MHz 的开关频率
- 平均电流工作模式
- ±3%输出电流精度
- 单一管脚实现开/关使能、模拟和 PWM 调光
- 智能过热调节
- 极少的外部元器件
- 封装：SOT89-5

2. 应用范围

- 车载 LED 灯
- LED 备用灯
- LED 信号灯
- LED 舞台灯

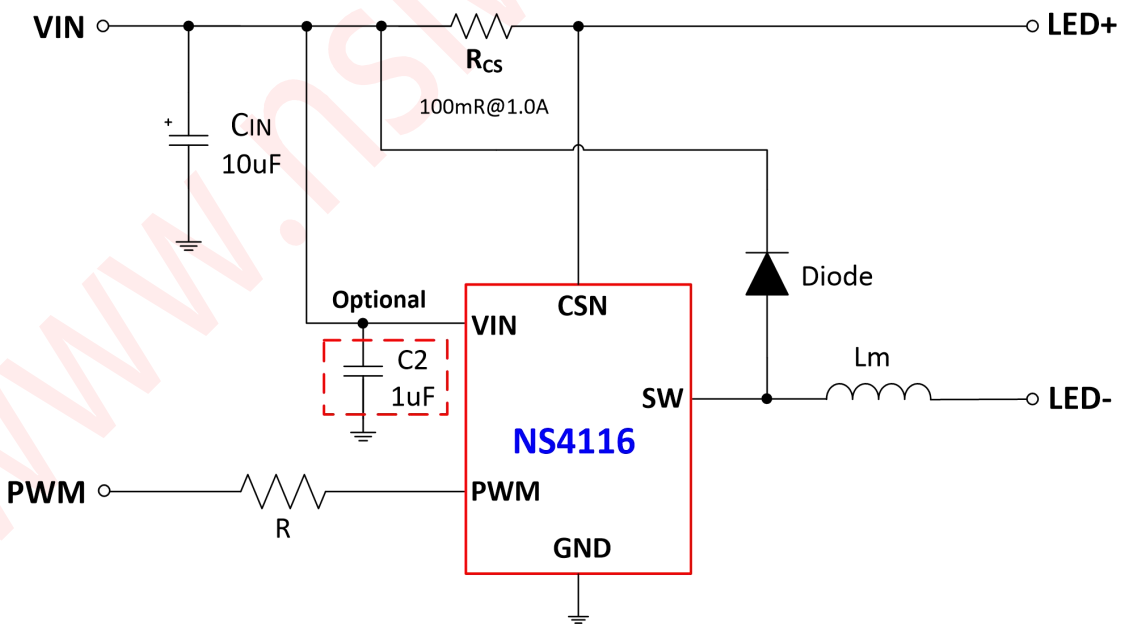
3. 说明

NS4116 是一款外围电路简单的连续电流模式的降压型 LED 恒流驱动芯片。在输入电压高于 LED 电压时可以有效地用于驱动一颗或者多颗串联 LED。其输出电流可调，最大可达 1A。适用于 5-60V 电压范围的非隔离式恒流 LED 驱动领域。

NS4116 内置功率开关管和一个高压电流检测模块，可以使用外部电阻设置 LED 平均电流。可以通过 PWM 引脚实现开/关使能、模拟和 PWM 调光功能。

NS4116 采用 SOT89-5 的标准封装。

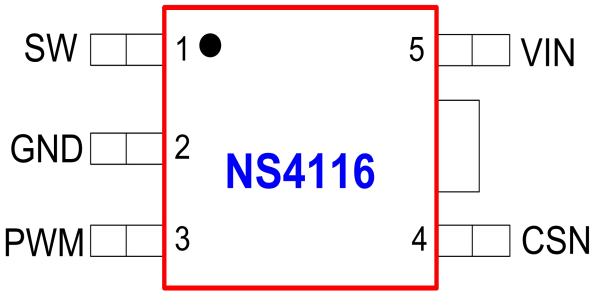
4. 典型应用电路



2024 Copyright © Nsiway Technology

5. 管脚配置

SOT89-5 封装引脚图：



编号	管脚名称	功能描述
1	SW	内置开关管漏极
2	GND	芯片地
3	PWM	开/关使能、模拟和 PWM 调光端
4	CSN	电流采样端，采样电阻接在 VIN 和 CSN 端之间
5	VIN	电源输入端

6. 极限工作参数

符号	说明	范围	单位
V_{IN}	芯片工作电源	-0.3 ~ 75	V
CSN	电流采样端电压	-0.6 ~ +5.0（相对 VIN）	V
SW	SW 电压	-0.3~75	V
PWM	PWM 电压	-0.3~6.0	V
T_A	工作温度	-20~125	℃
T_{STG}	存储温度	-40~150	℃
T_J	结温	150	℃
	HBM 人体放电模式	>2	KV

注：极限参数是指工作在上表极限条件下可能会影响器件的可靠性；超过上表中规定的工作范围可能会导致器件损坏。

2024 Copyright © Nsiway Technology

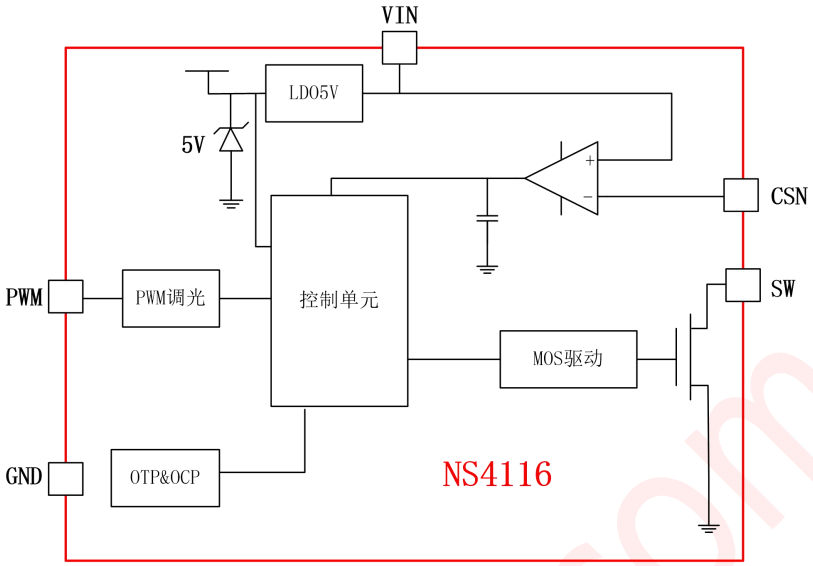
7. 电气特性

无特殊说明，Ta=25℃

符号	参数名称	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}	工作电压范围		5		60	V
V_{UVLO}	最低启动电压	V_{IN} 上升		4		V
V_{UVLO_HYS}	UVLO 迟滞电压	V_{IN} 下降		200		mV
I_Q	静态电流	PWM 悬空, VIN=12V		900		uA
ΔV_{CSN}	平均采样电压	$\Delta V_{CSN}=V_{IN}-V_{CSN}$		100		mV
ΔV_{CSN_HY}	采样电压迟滞			±15		%
R_{PWM}	PWM 引脚内置上拉电阻			42		kΩ
I_{PWM_LK}	关断模式漏电流	V_{PWM}=0V, V_{IN}=12V		500		uA
V_{PWM_on}	打开系统时 PWM 引脚电压	V_{PWM} 升高		0.5		V
F_{PWM}	PWM 调光频率	FSW=500KHz			20	KHz
V_{PWM_DC}	模拟调光的电压范围		0.5		2.5	V
I_{sw_mean}	SW 输入平均电流				1	A
D_{PWM}	低频 PWM 调光占空比范围	PWM 频率小于 500Hz 振幅在 2.5-5.5V	0.1		100	%
	低频 PWM 调光比			1000:1		
T_{ON_min}	功率开关最小打开时间		100			ns
T_{ON_MAX}	功率开关最大打开时间		30			us
F_{lx_max}	最大工作频率				1	MHz
R_{SW}	功率开关导通电阻			0.4		Ω
T_{ST}	过热调节温度起始点			135		℃

2024 Copyright © Nsiway Technology

8. 内部框图



9. 应用说明

NS4116 是一款外围电路简单的平均电流型 LED 恒流驱动器，适用于 5-60V 电压范围的非隔离式恒流 LED 驱动领域。通过对 R_{CS} 电阻电流采样来实现电流的控制，可以通过 PWM 引脚实现开/关使能、模拟和 PWM 调光功能，拓展了系统应用。

9.1. 输出电流

输出电流由芯片内部的误差放大器采样之后和内部的基准进行比较放大，从而实现系统的恒流控制。系统工作时会在 R_{CS} 电阻上产生一个压差 ΔV_{CS}（V_{IN} 与 V_{CSN} 差值），此压差的平均值为 0.1V，这样输出平均电流计算公式如下：

$$I_{OUT} = \frac{0.1V}{R_{CS}}(A)$$

其中 I_{OUT} 为输出电流，R_{CS} 为电流采样电阻，建议采用 1%精度。

9.2. 芯片启动

系统上电后通过 VIN 脚对芯片供电，当 VIN 电压高于 4V 后，芯片电路开始工作。为了芯片有更好的稳定性，建议 VIN 最小工作电压在 5V 以上，VIN 脚和 GND 引脚之间建议并接一个 1uF 旁路电容。

9.3. PWM 调光设置

芯片可以通过外加 PWM 脉宽调制信号连接到 PWM 端口来调节输出电流，从而实现调光功能。当 PWM 脉宽电平电压小于 0.5V 时会关断 LED 电流。当 PWM 脉宽电平电压高于 2.5V 时会以 100%恒流电流工作。当 PWM 脉宽电平电压处于 0.5V-2.5V 之间时会以一定比例恒流电流工作。PWM 调光信号频率推荐 100Hz-10KHz 之间。

2024 Copyright © Nsiway Technology

9.4. 模拟调光设置

芯片可以在 PWM 引脚通过外加直流电压（V_{DC}）调整 LED 电流大小。当 V_{PWM} 电压高于 2.5VDC 时会以 100%恒流电流工作。此时的恒流电流值由 R_{CS} 电阻决定。当 V_{PWM} 电压低于 0.5VDC 时会关断 LED 电流。当 V_{PWM} 电压处于 0.5V-2.5V 之间会以一定比例恒流电流工作。

9.5. PWM 引脚功能设置

PWM 引脚内置上拉 42KΩ 电阻，由内部稳压管 5V 供电。V_{PWM} 引脚的电压可以由内部的上拉电阻和外置的电阻分压决定。根据此特性，客户可以通过外置 NTC 电阻网络来实现温度热调节。

9.6. 电感选择

由于芯片原理设定，不同的电感值，会影响到驱动的开关频率。电感值决定了输出电流在开关时的升降斜率，而电流斜率决定了 FET 开关时电流从波谷到波峰和波峰到波谷消耗的时间。

$$T_{ON} = \frac{L \times \Delta I}{VIN - V_{LED} - I_{OUT} \times (FET_{R_{DS}(ON)} + DCR_L + R_{CS})}$$

$$T_{OFF} = \frac{L \times \Delta I}{V_{LED} + V_{Diode} + I_{OUT} \times (DCR_L + R_{CS})}$$

DCR_L 是电感的直流电阻值，V_{LED} 是 LED 的压降，$FET_{RDS(ON)}$是功率 MOSFET 的导通电阻，V_{Diode} 为续流二极管的压降，R_{CS} 为采样电阻。

开关频率可由下公式计算：

$$f_{SW} = \frac{1}{T_{ON} + T_{OFF}}$$

电感值越大，输出电流的开关越缓慢。由于 CS 检测到 MOSFET 的开关之间存在延时时间，使得期望值和真实的纹波电流之间存在差异。选择电感时电流要满足电流峰值超过电感的额定饱和电流。推荐使用的电感参数范围 27uH-100uH。

9.7. 续流二极管

注意续流二极管的额定平均电流应大于流过二极管的平均电流。平均电流计算公式如下：

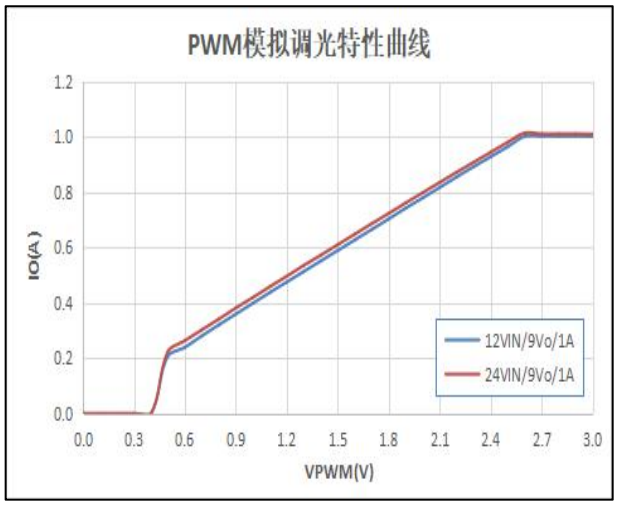
$$I_{avg_diode} = I_{OUT} \times \frac{T_{OFF}}{T_{ON} + T_{OFF}}$$

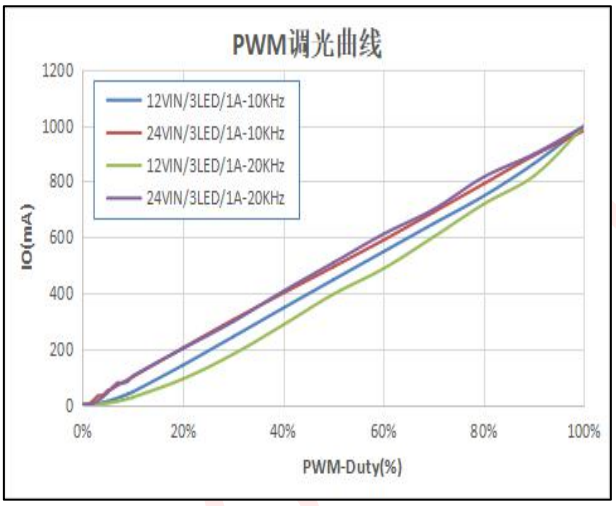
注意，二极管应具有承受反向峰值电压的能力。建议选择反向额定电压大于 VIN 的二极管。为了提高效率，建议选择快恢复的肖特基二极管。

2024 Copyright © Nsiway Technology

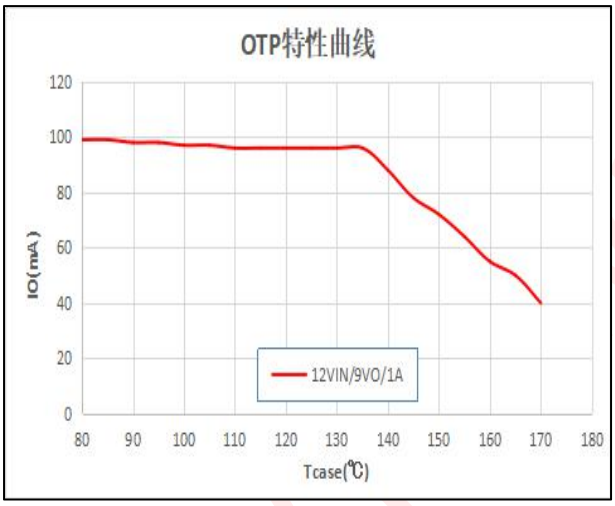
10. 典型特性曲线

10.1. PWM 调光特性

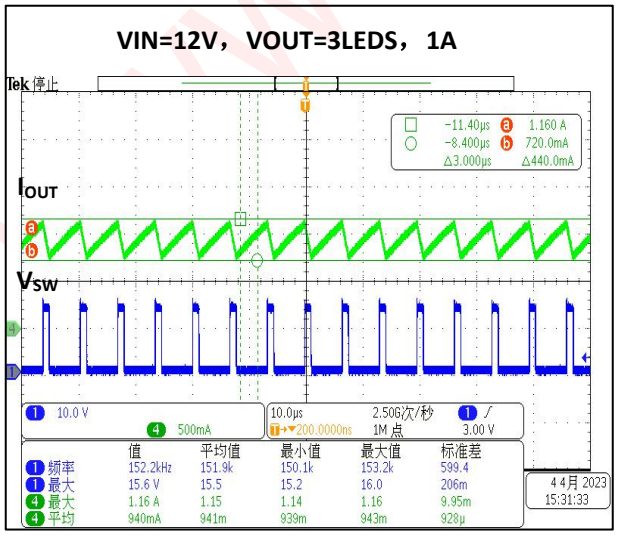


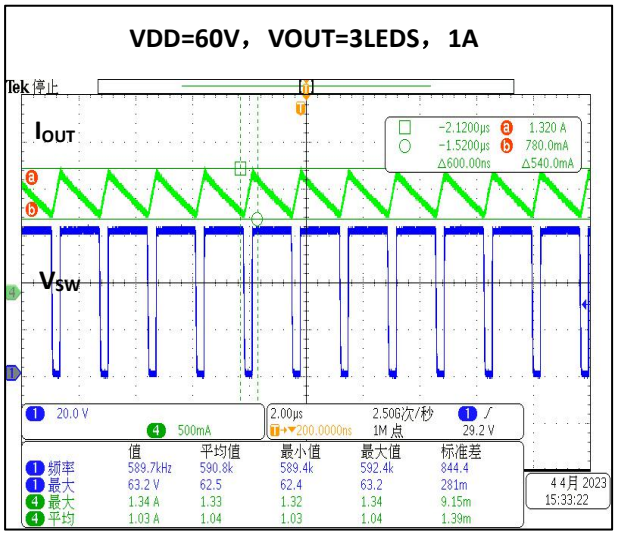


10.2. OTP 特性



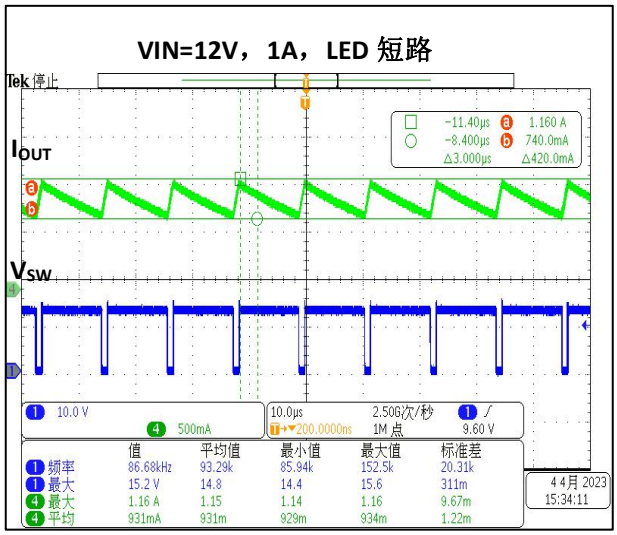
10.3. 稳态工作波形

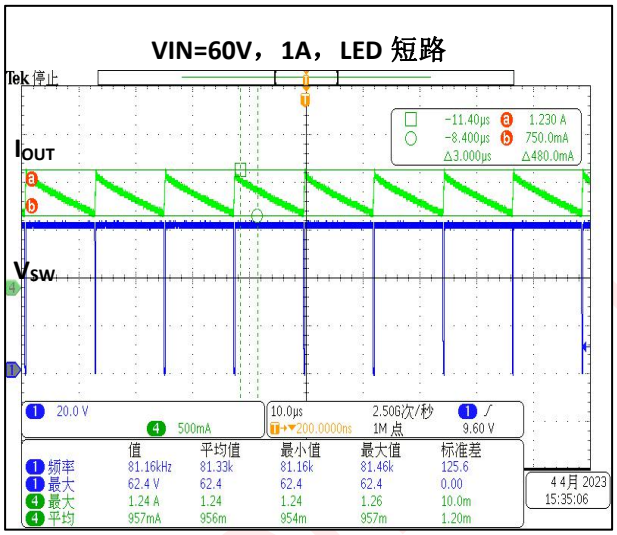




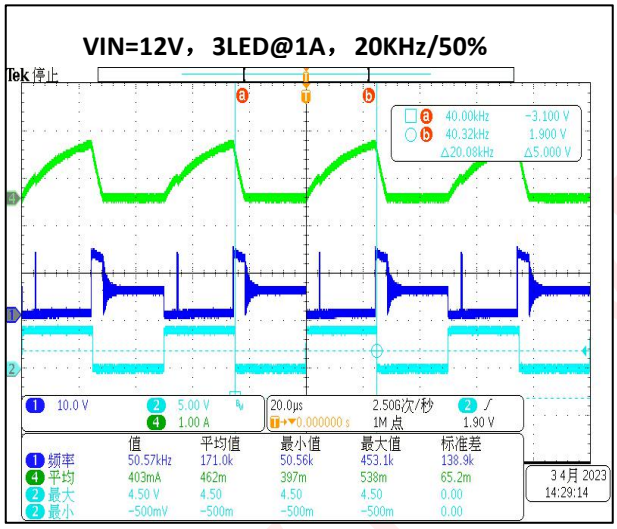
2024 Copyright © Nsiway Technology

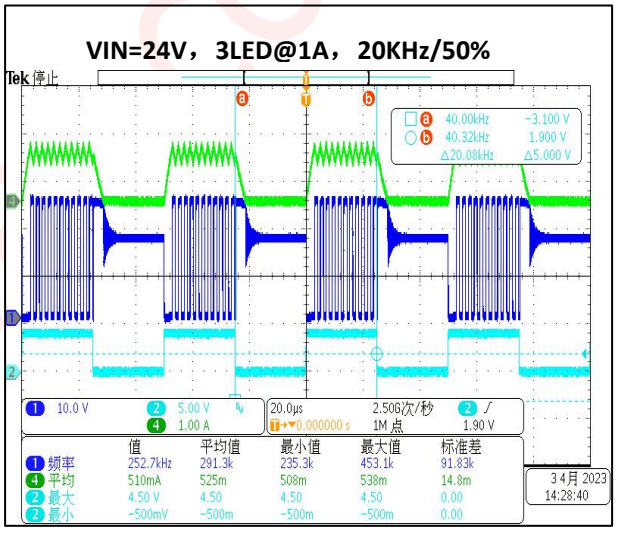
10.4 LED 灯串短路波形

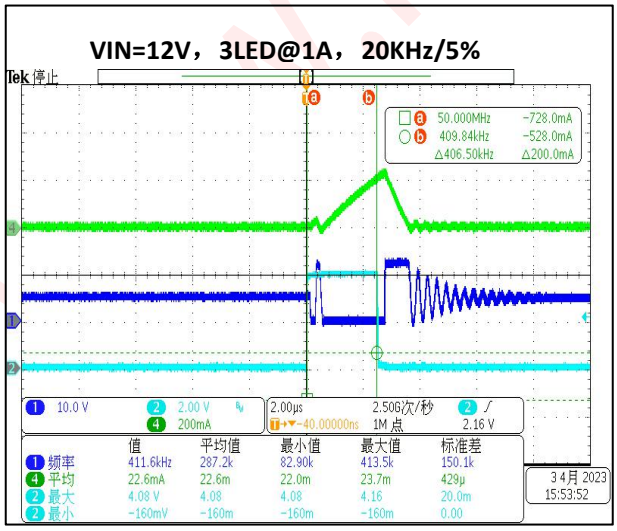


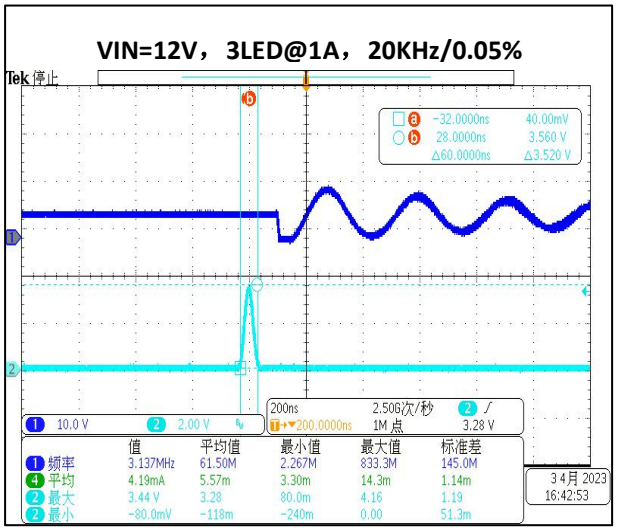


10.5 PWM 调光波形





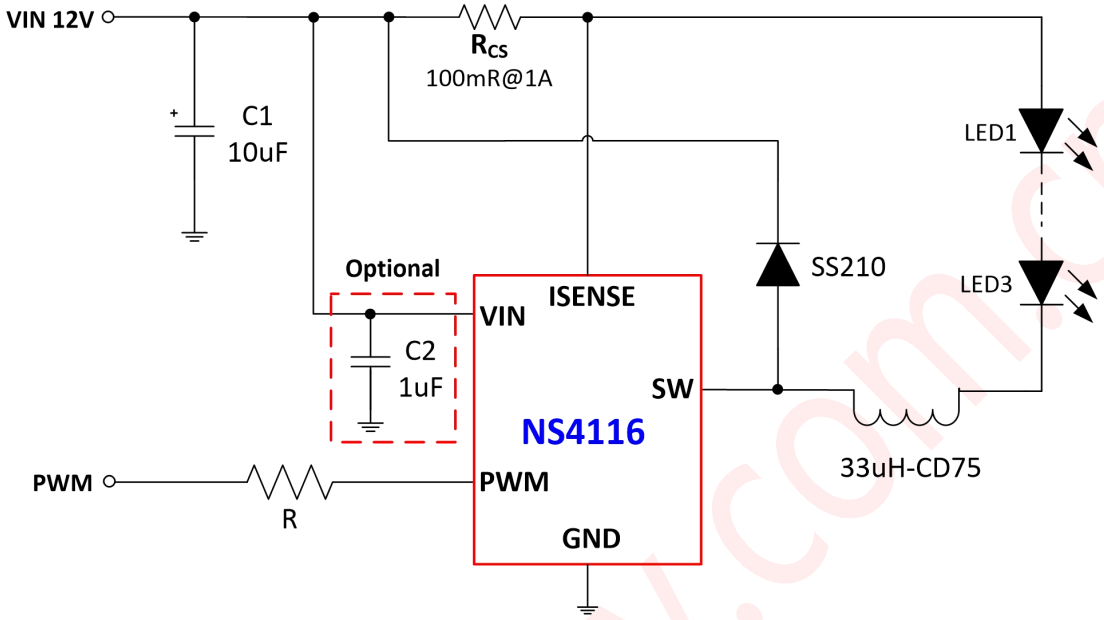




2024 Copyright © Nsiway Technology

11. 典型应用方案

11.1. RCS 电阻放置 LED 灯串前端应用（12VIN/3LED/1A 电流设置）



12. PCB 设计注意事项

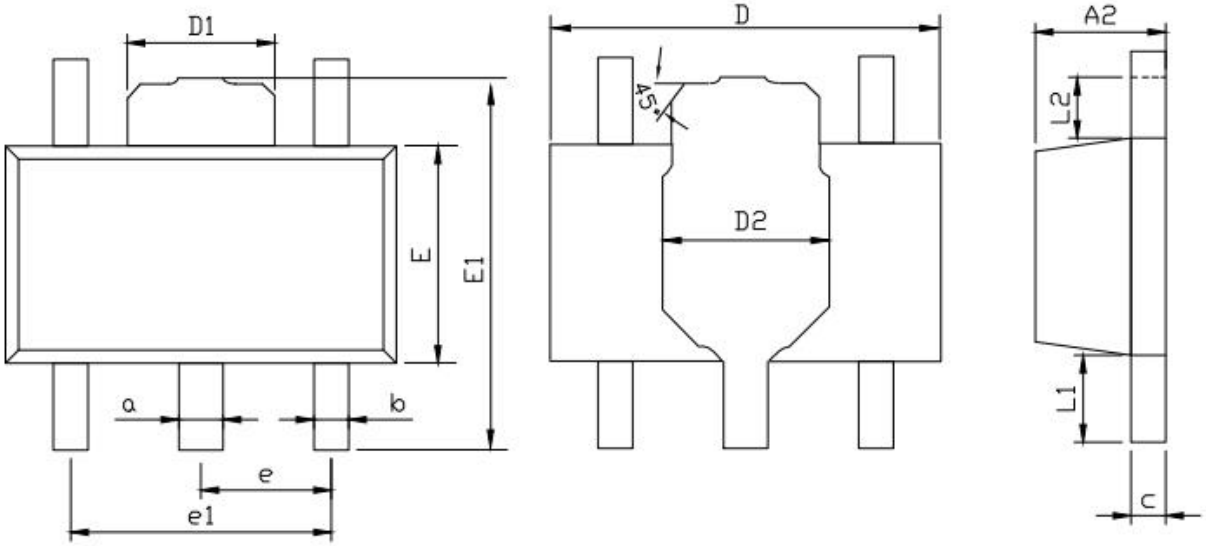
一个好的 PCB 设计能够最大程度地提高系统的稳定性、终端产品的量产良率。为了提高 NS4116 系统 PCB 的设计水准，请尽可能遵循以下布局布线规则：

1. 芯片 SW 端与续流二极管、功率电感的布线覆铜尽可能长度短、线宽大。
2. RCS 电流取样电阻走线尽可能短；并且从 RCS 电阻两焊盘端单独取样连接到 VIN 和 CSN 脚。
3. 芯片的 VIN 旁路电容尽可能靠近芯片布局，系统的输入电容尽可能靠近芯片布局，保证输入电容达到最好的滤波效果。

2024 Copyright © Nsiway Technology

13. 封装信息

SOT89-5 封装尺寸图：



Symbol	Dimensions in millimeters		Dimensions in inches	
	Min	Max	Min	Max
A2	1.40	1.60	0.055	0.063
a	0.45	0.55	0.017	0.022
b	0.38	0.47	0.015	0.019
c	0.36	0.46	0.014	0.018
D	4.40	4.60	0.173	0.181
D1	1.60	1.80	0.063	0.071
D2	1.750 (BSC)		0.069 (BSC)	
E	2.30	2.60	0.091	0.102
E1	4.00	4.30	0.157	0.169
e	1.500 (BSC)		0.060 (BSC)	
e1	2.95	3.05	0.116	0.120
L1	0.95	1.05	0.037	0.041
L2	0.65	0.75	0.026	0.030

声明：深圳市纳芯威科技有限公司保留在任何时间，并且没有通知的情况下修改产品资料和产品规格的权利，本手册的解释权归深圳市纳芯威科技有限公司所有，并负责最终解释。

2024 Copyright © Nsiway Technology