

# SM3201

## 特点

- ◆ 输出电流精度小于 $\pm 5\%$
- ◆ 输入电压范围宽：6V—20V
- ◆ 可调整输出驱动电流，最大输出可达 1.2A
- ◆ 内置模拟调光和 PWM 调光
- ◆ 开关频率最高可达 1MHz
- ◆ LED 开路保护功能
- ◆ 外围元件少
- ◆ 转换效率可达 97%
- ◆ 封装形式：SOT89-5

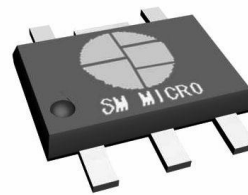
## 应用领域

- ◆ 低压 LED 射灯
- ◆ 车载 LED 灯
- ◆ LED 备用灯
- ◆ LED 信号灯

## 概述

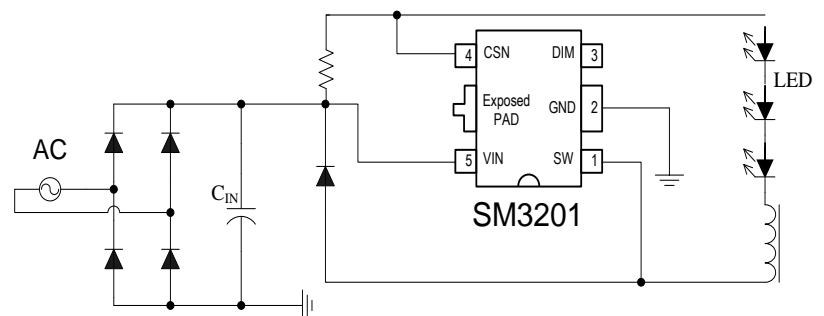
SM3201 是一个连续模式高端电流采样的降压型恒流 LED 驱动芯片，用于驱动一颗或多颗 LED。SM3201 芯片适用于 6V 到 20V 的输入电压范围，内置功率开关管，采用高端采样方式控制 LED 电流，并通过 DIM 引脚实现模拟调光和 PWM 调光功能，输出驱动电流最大可达 1.2A。根据不同的输入电外元件，SM3201 可以驱动高达数十瓦的 LED。

## 封装图

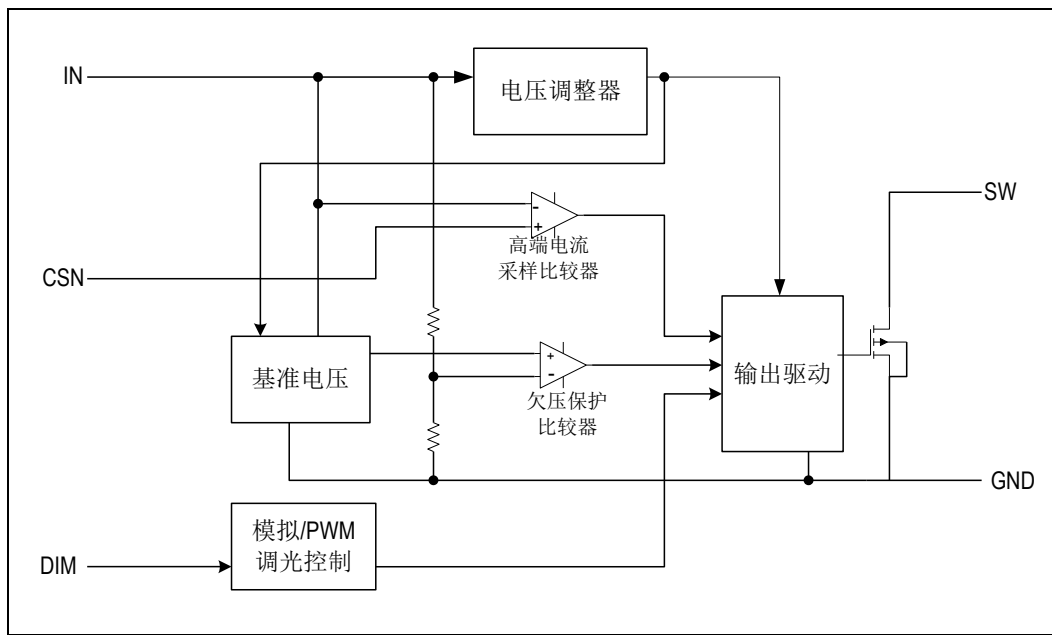


SOT89-5

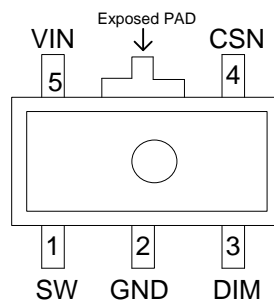
## 典型应用



### 内部结构框图



### 封装示意图



### 管脚说明

管脚顺序	管脚名称	功能描述
1	SW	功率开关的漏端
2	GND	芯片地
3	DIM	开关使能、模拟和 PWM 调光端
4	CSN	电流采样端，采样电阻接在 CSN 和 VIN 端之间
5	VIN	电源输入端，必须就近接旁路电容
	Exposed PAD	散热端，内部接地，贴在 PCB 板上减小热阻

## 极限参数

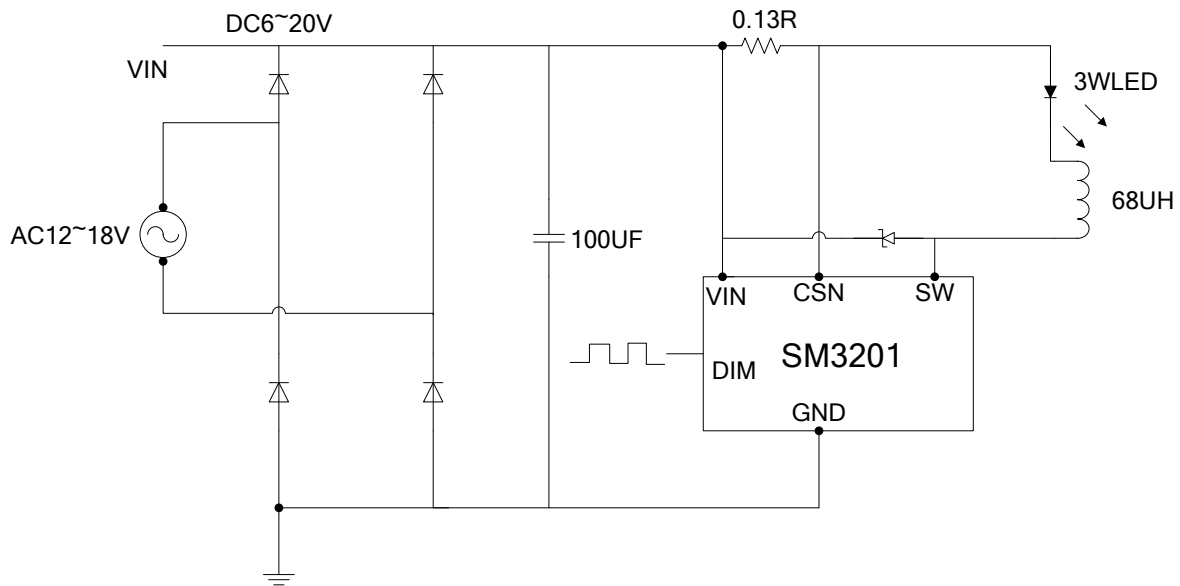
符号	说明	参考范围	单位
V <sub>IN</sub>	电源电压	-0.3~20.0	V
SW	功率开关的漏极电压	-0.3~20.0	V
CSN	相对 V <sub>IN</sub> 端的电压差	-6.0~0.3	V
DIM	开关使能, 模拟和 PWM 调光	-0.3~6.0	V
I <sub>SW</sub>	功率开关输出电流	1.2	A
P <sub>TR</sub>	热阻	68	°C/W
T <sub>OPT</sub>	工作温度	-40~125	°C
T <sub>STG</sub>	存储温度	-50~150	°C

## 电气参数

(除非特殊说明, 默认为 V<sub>IN</sub>=12V, T<sub>A</sub>=25°C)

符号	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V <sub>IN</sub>	输入电压		6	12	20	V
V <sub>UVLO</sub>	欠压保护	V <sub>IN</sub> 下降	-	5.5	-	V
V <sub>UVLO-HYS</sub>	欠压保护迟滞	V <sub>IN</sub> 上升	-	500	-	mV
F <sub>SW</sub>	最大工作频率		-	-	1	MHz
V <sub>CSN</sub>	平均采样电压	V <sub>IN</sub> -V <sub>CSN</sub>	93.2	98.5	103.5	mV
V <sub>CSN-hys</sub>	采样电压迟滞		-	±15	-	%
I <sub>CSN</sub>	CSN 管脚输入电流	V <sub>IN</sub> -V <sub>CSN</sub> =50mV	-	10	-	μA
I <sub>OFF</sub>	关断电流	V <sub>DIM</sub> <0.3V	-	100	-	μA
V <sub>DIM</sub>	内部电路工作电压	DIM 浮空	-	5.0	-	V
V <sub>DIM-H</sub>	DIM 输入高电平		2.50	-	-	V
V <sub>DIM-L</sub>	DIM 输入低电平		-	0.33	-	V
V <sub>DIM-DC</sub>	模拟调光电压范围		0.33	-	2.50	V
f <sub>DIM</sub>	最大 PWM 调光频率	f <sub>OSC</sub> =500kHz	-	-	15	kHz
D <sub>PWM-LF</sub>	低频 PWM 调光占空比范围	f <sub>DIM</sub> =100Hz	0.02	-	100	%
	低频 PWM 调光比		-	5000:1	-	-
D <sub>PWM-HF</sub>	高频 PWM 调光占空比范围	f <sub>DIM</sub> =20KHz	4	-	100	%
	高频 PWM 调光比		-	25:1	-	-
R <sub>DIM</sub>	DIM 对内部工作电压上拉电阻		-	350	-	KΩ
I <sub>DIM-L</sub>	DIM 接地漏电流	V <sub>DIM</sub> =0	-	15	-	uA
R <sub>SW</sub>	SW 导通电阻	V <sub>IN</sub> =24V	-	0.45	-	Ω
		V <sub>IN</sub> =12V	-	0.60	-	
I <sub>SWmean</sub>	SW 连续电流		-	-	1.2	A
I <sub>LEAK</sub>	SW 漏电流	V <sub>IN</sub> =CSN=SW=12V,DIM 接地	-	-	1	μA
T <sub>SD</sub>	过热保护温度		-	150	-	°C
T <sub>SD-hys</sub>	过热保护迟滞		-	20	-	°C

## 电路原理图



## 功能描述

SM3201、电感（L）和电流采样电阻（RS）形成一个自振荡的降压型恒流 LED 控制系统。VIN 上电时，电感（L）和电流采样电阻（RS）的初始电流为零，LED 输出电流也为零。直到 VIN 电压上升高于欠压保护阈值，芯片开始正常工作，CS 比较器的输出为高，内部功率开关导通，SW 的电位为低。电流通过电感（L）、电流采样电阻（RS）、LED 和内部功率开关从 VIN 流到地，电流上升的斜率由 VIN、电感（L）和 LED 压降决定，在 RS 上产生一个压差  $V_{CSN}$ ，当  $(VIN - V_{CSN}) > 115mV$  时，CS 比较器的输出变低，内部功率开关关断，电流以另一个斜率流过电感（L）、电流采样电阻（RS）、LED 和肖特基二极管（D）。当  $(VIN - V_{CSN}) < 85mV$  时，功率开关重新打开，这样使得在 LED 上的平均电流为：

$$I_{out} = \frac{0.085 + 0.115}{2 * R_S} = \frac{0.1}{R_S}$$

高端电流采样结构使得外部元器件数量很少，采用 1%精度的采样电阻，LED 输出电流控制在  $\pm 5\%$  的精度。

SM3201 可以在 DIM 管脚加 PWM 信号进行调光，DIM 管脚电压低于 0.33V 关断 LED 电流，高于 2.5V 全部打开 LED 电流，PWM 调光的频率范围从 100Hz 到 20KHz 以上。

DIM 管脚也可以通过外加直流电压 ( $V_{DIM}$ ) 调小 LED 电流（模拟调光），最大 LED 电流由采样电阻 RS 决定。直流电压 ( $V_{DIM}$ ) 的有效的调光范围是 0.5V 到 2.5V。当直流电压 ( $V_{DIM}$ ) 高于 2.5V，输出 LED 电流保持恒定，并由  $(0.1/RS)$  设定。LED 电流还可以通过 DIM 到地之间接一个电阻到进行调节，内部有一个上拉电阻（典型 200K 欧姆）接在内部稳压电压 5V 上，DIM 管脚的电压由内部和外部的电阻分压决定。

DIM 管脚在正常工作时可以浮空。当加在 DIM 上的电压低于 0.33V 时，内部功率开关关断，LED 电流也降为零。关断期间，内部稳压电路保持待机工作，静态电流仅为 100uA。

此外，为了保证可靠性，SM3201 内部包含过热保护功能 ( $T_{SD}$ )，封装含有散热 PAD。过热保护功能在芯片过热 ( $150^{\circ}C$ ) 时保护芯片和系统，外部的散热 PAD 增强了芯片功耗，于是，SM3201 能够安全地输出较大电流。

SM3201 还可以通过 DIM 管脚外接热敏电阻 (NTC) 到 LED 附近, 检测温度动态调节 LED 电流保护 LED。

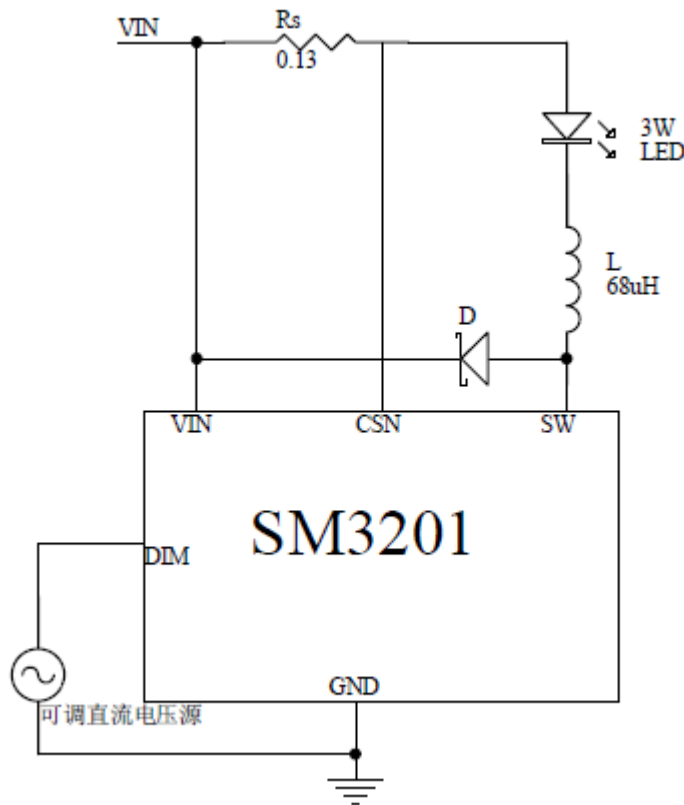
## 应用说明

通过外部电流采样电阻  $R_S$  设定 LED 平均电流。LED 的平均电流由连接在 VIN 和 CSN 两端的电阻  $R_S$  决定:

$$I_{out} = \frac{0.1}{R_S} \quad (R_S \geq 0.082\Omega)$$

上述等式成立的前提是 DIM 端浮空或外加 DIM 端电压高于 2.5V (但必须低于 5V)。RS 设定了 LED 的最大输出电流, 通过 DIM 端调整, LED 实际输出电流可以调小到任意值。

通过在 DIM 端口加一个支流电压实现模拟调光, 最大 LED 输出电流由  $(0.1/R_S)$  设定, 如图所示:



LED 平均输出电流计算公式:

$$I_{out} = \frac{0.1 * V_{DIM}}{2.5 * R_S} \quad (0.5V \leq V_{DIM} \leq 2.5V)$$

$V_{DIM}$  在  $(2.5V \leq V_{DIM} \leq 5V)$  范围内 LED 保持 100% 电流等于  $I_{out} = \frac{0.1}{R_S}$

通过 PWM 信号实现调光 LED 的最大平均电流由连接在 VIN 和 CSN 两端的电阻  $R_S$  决定, 通过在 DIM 管脚加入可变占空比的 PWM 信号可以调小输出电流以实现调光, 计算方法如下所示:

$$I_{out} = \frac{0.1 * D}{R_S} \quad (0 \leq D \leq 100\%, 2.5V \leq V_{pulse} \leq 5V)$$

如果高电平小于 2.5V, 则:

$$I_{out} = \frac{V_{pulse} * 0.1 * D}{2.5 * R_S} \quad (0 \leq D \leq 100\%, 0.5V \leq V_{pulse} \leq 2.5V)$$

通过 PWM 调光，LED 的输出电流可以从 0%到 100%变化。LED 的亮度是由 PWM 信号的占空比决定的。例如 PWM 信号 25%占空比，LED 的平均电流为(0.1/RS)的 25%。建议设置 PWM 调光频率在 100Hz 以上，以避免人的眼睛可以看到 LED 的闪烁。 PWM 调光比模拟调光的优势在于不改变 LED 的色度。SM3201 调光频率最高可超过 15KHz。

◆ 关断模式

通过在 DIM 端接入 0.3V 以下的电压，实现系统关断，通常情况下，系统的静态电流保持在 100μA 以下。

◆ 软启动模式

通过在 DIM 接入一个外部电容，使得启动时 DIM 端电压缓慢上升，这样 LED 的电流也缓慢上升，从而实现软启动。通常情况下，软启动时间和外接电容的关系大约为 0.8ms/nF。

◆ LED 开路

SM3201 具有内在开路保护功能，负载一旦开路，芯片的 SW 处于悬空状态，芯片将被设置于安全的低功率模式，因此 LED 负载开路时 LED 和芯片都是安全的。负载重新连接后进入正常的工作状态。

◆ 旁路电容

在电源输入必须就近接一个低等效串联电阻（ESR）的旁路电容，ESR 越大，效率损失会变大。该旁路电容要能承受较大的峰值电流，并能使电源的输入电流平均，减小对输入电源的冲击。直流输入时，该旁路电容的最小值为 4.7uF，在交流输入或低电压输入，旁路电容需要 100uF 的钽电容或类似电容。该旁路电容尽可能靠近芯片的输入管脚。

◆ 选取电感

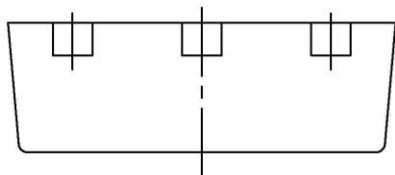
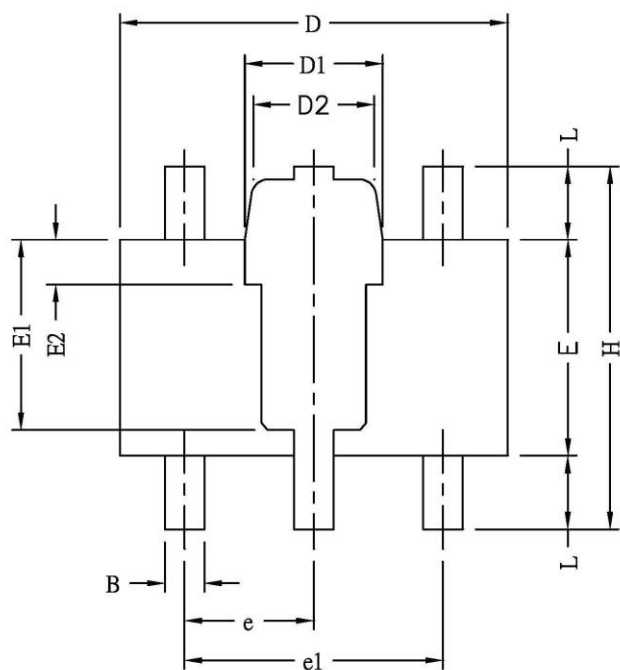
SM3201 推荐使用的电感参数范围为 27uH ~ 100uH。电感的饱和电流必须要比输出电流高 30%到 50%。LED 输出电流越小，建议采用的电感值越大。在电流能力满足要求的前提下，希望电感取得大一些，这样恒流的效果会更好一些。电感器在布板时请尽量靠近 VIN 和 SW，以避免寄生电阻所造成的效率损失。

下表给出电感选择建议：

输出电流	电感值	饱和电流
$I_{out} > 1A$	27-47uH	大于输出电流 1.3-1.5 倍
$0.8A < I_{out} \leq 1A$	33-82uH	
$0.4A < I_{out} \leq 0.8A$	47-100uH	
$I_{out} \leq 0.4A$	68-220uH	

## 封装形式

SOT89-5



REF.	DIMENSIONS	
	Millimeters	
	Min.	Max.
A	1.40	1.60
B	0.40	0.52
c	0.35	0.41
D	4.40	4.60
D1	1.50	1.70
D2	1.30	1.50
E	2.40	2.60
E1	2.20 REF.	
E2	0.52 REF.	
e	1.50 REF.	
e1	3.00 REF.	
F	5° TYP.	
H	4.05	4.25
L	0.80	-

