

## 产品概述

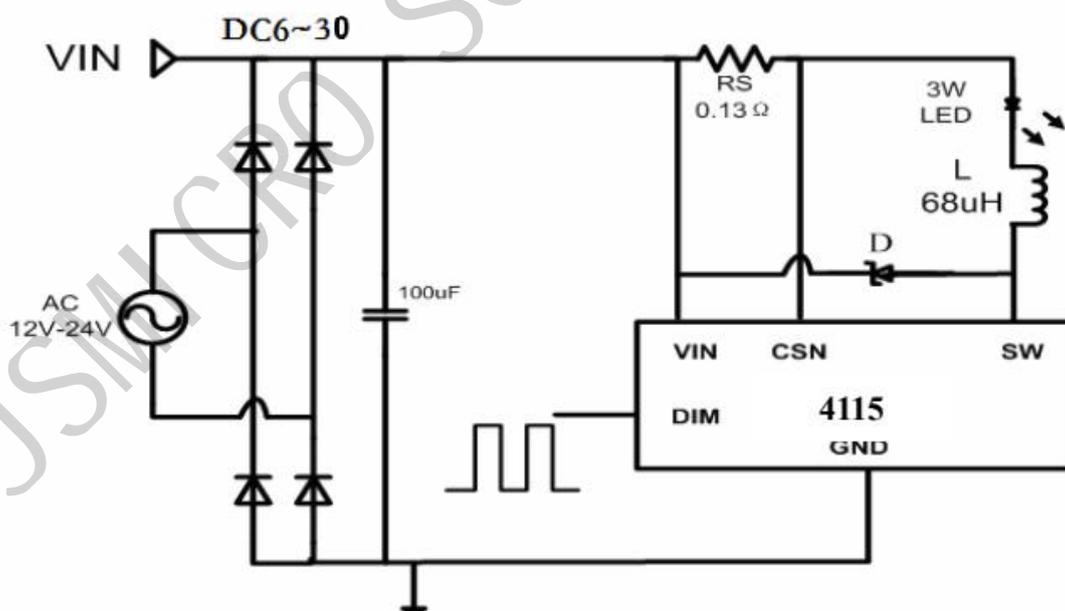
PT4115EE89E是一款连续电感电流导通模式的降压恒流源，用于驱动一颗或者多颗串联LED。芯片内置导通电阻为 $0.45\Omega$ 的功率开关，输入电压可以由6V到30V，并且根据不同外部器件，芯片可以驱动高达数十瓦的LED，最大输出电流可达1.2A。4115具有调光功能，通过DIM引脚实现模拟调光和宽范围PWM调光。当VDIM低于0.3V时，功率开关关断，芯片进入低功耗待机状态。

- 输入电压范围：6V to 30V
- 最大输出LED电流1.2A
- 5%的输出电流精度
- 高达97%的效率
- 极少的外部器件
- 复用DIM引脚进行LED开关、模拟调光和PWM调光
- LED开路保护
- 过热保护
- 输出电流可调节
- 具有输入欠压保护功能

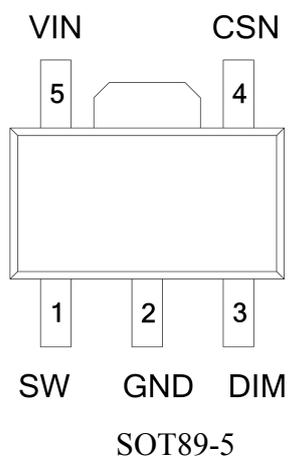
## 应用

- 低压LED射灯代替卤素灯
- 车载LED灯
- LED备用灯、LED信号灯

## 典型应用电路图



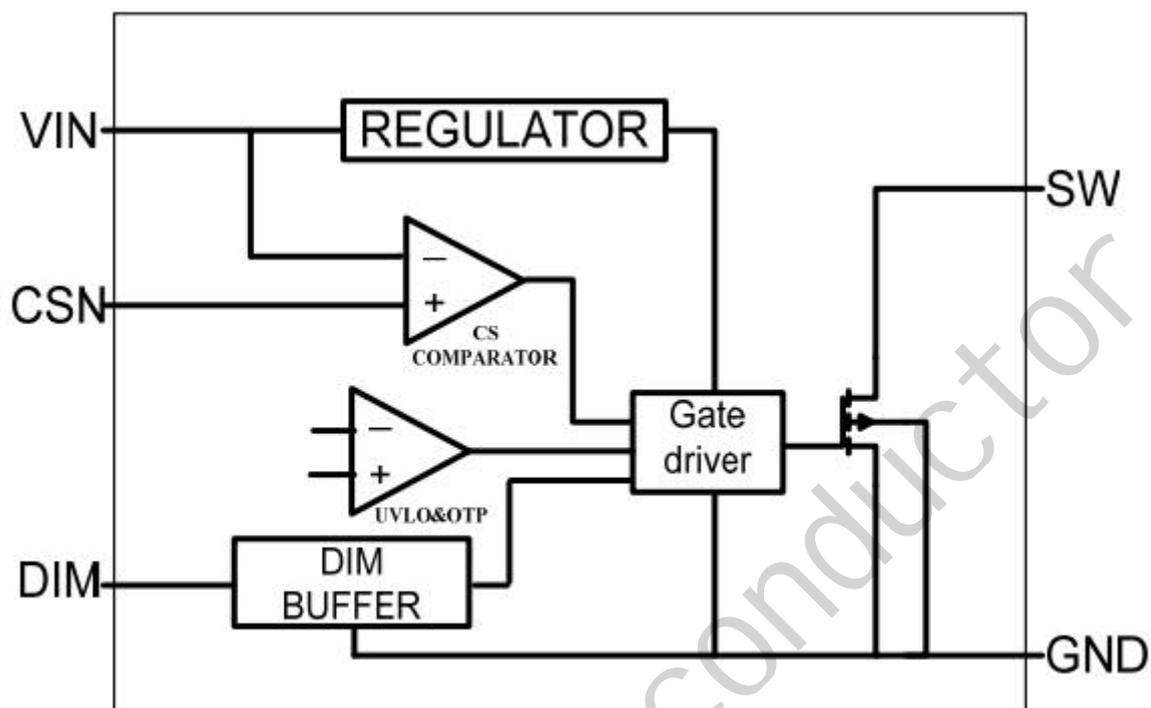
## 封装及管脚分配



## 管脚描述

管脚序号	管脚名称	管脚类型	描述
1	SW	输入/输出	功率开关的漏端
2	GND	地	信号和功率地
3	DIM	输入	开关使能、模拟调光和 PWM 调光
4	CSN	输入	电流采样端, 采样电阻接在 VIN 和 CSN 端之间
5	VIN	输入	电源输入端

## 内部电路方框图



## 极限工作条件

- 电源电压, VIN ----- -0.3V to 35V
- SW 端电压, SW ----- -0.3V to (VIN + 0.3V)
- CSN 端电压 ----- -0.3V to (VIN - 6V)
- DIM 端电压 ----- -0.3V to 6V
- 结温 ----- 150°C
- 存放温度范围 ----- -55°C to 150°C
- SOP89-5,  $\theta_{JA}$  ----- 45°C/W
- 功耗 ----- 1.2W
- ESD 保护(HBM 人体模式) ----- 2kV

## 推荐使用条件

- 电源电压, VIN ----- 6V to 36V
- 工作温度 ----- -40°C to 85°C

## 电气参数

如果没有特别说明，下列性能的测试条件为  $V_{IN} = 12V$ ， $T_A = 25^{\circ}C$

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{IN}$	输入电压		6		30	V
$V_{UVLO}$	欠压保护电压	$V_{IN} = V_{CS}$ , $V_{DIM} = V_{CC}$ , $V_{IN}$ 电压从 0V 上升		5.1		V
$V_{HYS}$	欠压保护 滞回电压			0.4		V
$F_{SW\_MAX}$	最大开关频率				1	MHz
电流采样						
$V_{CSN}$	平均采样电压	$V_{IN} - V_{CSN}$	95	100	105	mV
$V_{CSNHS}$	采样电压迟滞			$\pm 20$		%
$I_{CSN}$	CSN 管脚输入电流			10		$\mu A$
DIM 输入						
$F_{DIM}$	最大调光频率				20	KHz
$V_{DIM}$	DIM 脚悬空电压	DIM 悬空		5		V
$V_{DIMH}$	DIM 输入高电平		2.5			V
$V_{DIML}$	DIM 输入低电平				0.3	V
$V_{DIM\_DC}$	模拟调光范围		0.5		2.5	V
$R_{DIM}$	DIM 上拉电阻			500		$k\Omega$
功率开关						
$R_{DSON}$	MOS 导通电阻	$V_{IN} = 6V \sim 30V$		450		$m\Omega$
过热保护						
TSD	过热调节			150		$^{\circ}C$

## 功能描述

### 工作原理描述

PT4115EE89E是一款内置 30V 功率开关的高端电流检测降压型高精度高亮度 LED 恒流驱动控制器。系统通过一个外接电阻设定输出电流，最大输出电流可达 1.2A；电流检测精度高达±5%；外围仅需很少的元件。

PT4115EE89E和电感（L）、电流采样电阻（RCS）形成一个自震荡连续电感电流模式的降压型恒流 LED 驱动器。PT4115EE89E通过检测电流采样电阻（RCS）上的电压  $V_{rs}$  ( $V_{in}-V_{csn}$ ) 来决定内部功率管的打开与关断。当  $V_{IN}$  上电时，电感（L）、电流采样电阻（RCS）初始电流为0，继而  $V_{rs}$  电压为 0，这时芯片将内部功率管打开，这样  $V_{IN}$  和地之间通过电感、电流采样电阻、LEDs、功率管形成闭合回路，电流逐渐上升， $V_{rs}$  电压也上升（电流上升的斜率由  $V_{IN}$ 、电感 L、LED 上的压降所决定）。直到  $V_{rs}$  电压上升至 120mV 时，这时芯片将内部功率管关断，这时电流会在电感、电流采样电阻、LEDs、肖特基二极管（D）形成的回路中流动并减小。当  $V_{rs}$  电压降至 80mV 时，芯片又重新开启功率管，LED 电流转而增大。这样 LED 的平均电流为

$$I_{LED} = \frac{0.12 + 0.08}{2 * R_{CS}} = \frac{0.1}{R_{CS}}$$

此系统对于电感电流的控制模式称为电感电流滞环控制模式，其对负载瞬变具有非常快的响应，对输入电压具有高的抑制比，其电感电流纹波为+/-20%。

### 电流取样电阻选择

由前面叙述可知，电流取样电阻  $R_{CS}$  上的电流与负载 LED 上电流相等，于是电阻  $R_{CS}$  的取值决定了负载电流的大小。

$$I_{LED} = \frac{0.1}{R_{CS}}$$

### 电感选择

电感值的大小决定系统工作频率。稳定时，假设负载 LED 电压为  $V_{LED}$ ，输入电压  $V_{IN}$ ，电感电流纹波  $0.4 * I_{LED}$ ，则功率管导通时间：

$$T_{ON} = \frac{0.4 * I_{LED} * L}{V_{IN} - V_{LED}}$$

功率管关断时间：

$$T_{OFF} = \frac{0.4 * I_{LED} * L}{V_{LED}}$$

可得系统工作频率

$$F_{SW} = \frac{(V_{IN} - V_{LED}) * V_{LED}}{0.4 * V_{IN} * I_{LED} * L}$$

为保证芯片可靠稳定工作，建议其工作频率低于系统最大工作频率 1MHz。

## 辉度控制

DIM 引脚是辉度控制输入端。DIM 接低电平则 DRV 输出低电平，DIM 接高电平则 DRV 按照一定的占空比正常输出开关信号。为保证辉度控制的线性一致性，建议其最大辉度控制频率低于 20KHz。如果不需要辉度控制功能则将 DIM 端悬空。

## DIM 调光

1) 模拟调光：DIM 端可以外加一个直流电压 (VDIM) 调小 LED 输出电流，最大 LED 输出电流由 (0.1/Rs) 设定。

LED 平均输出电流计算公式：

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

VDIM 在(2.5V ≤ VDIM ≤ 5V)范围内 LED 保持 100%电流，等于

$$I_{OUT} = \frac{0.1}{RCS}$$

2) PWM 调光：LED 的最大平均电流由连接在 VIN 和 CSN 两端的电阻 RCS 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：

$$I_{OUT} = \frac{0.1 * D}{RCS} \quad (0 \leq D \leq 100\%, 2.5V \leq V_{DIM} \leq 5V)$$

如果高电压小于 2.5V，则：

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

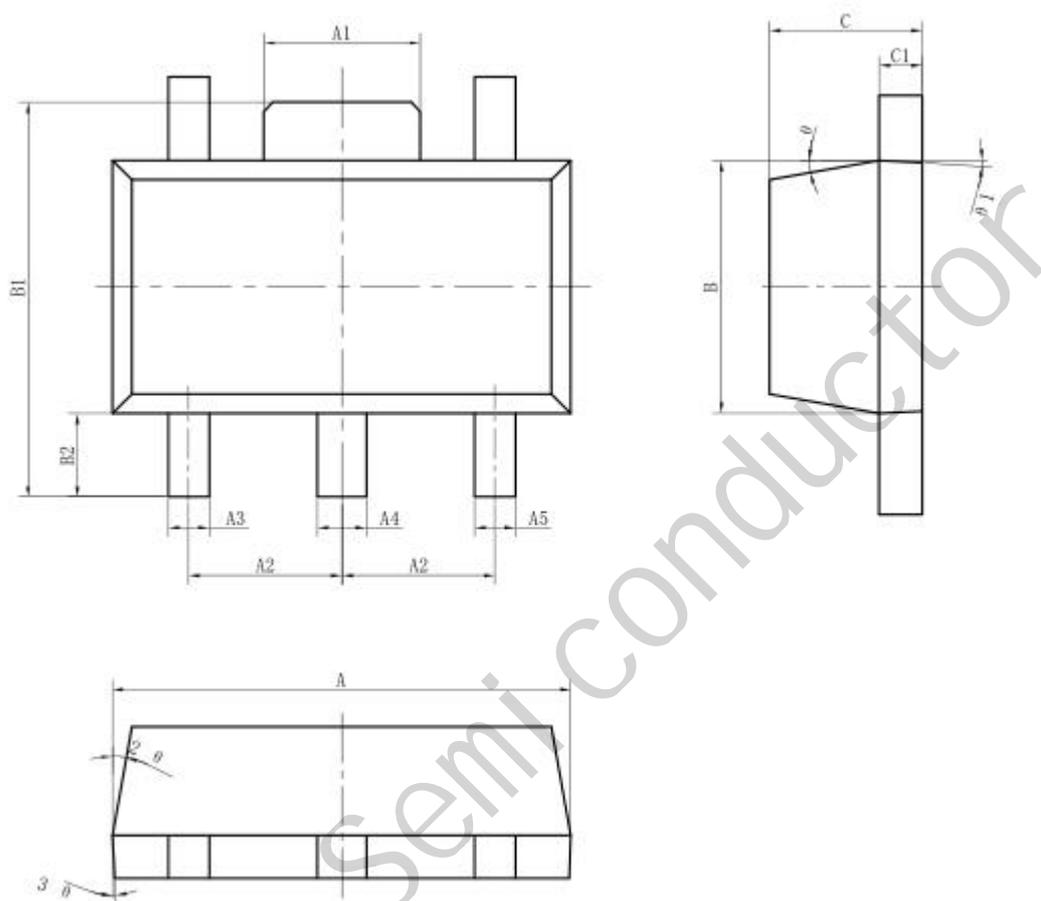
通过 PWM 调光，LED 的输出电流可以从 0%到 100%变化。LED 的亮度是由 PWM 信号的占空比决定的。例如 PWM 信号 25%占空比，LED 的平均电流为 (0.1/RS) 的 25%。建议设置 PWM 调光频率在 100Hz 以上，以避免人的眼睛可以看到 LED 闪烁。PWM 调光比模拟调光的优势在于不改变 LED 的色度。PT4115EE89E调光频率最高可超过 20KHz。

## 过温保护

内部集成了过温保护 (OTP) 模块当芯片温度过高时，典型情况下当芯片内部温度超过 150 度以上时，过温调节开始起作用：随温度升高输入电流逐渐减小，从而限制输入功率，增强系统可靠性。

## 封装信息

### SOT89-5 封装参数



标注	尺寸	最小 (mm)	最大 (mm)	标注	尺寸	最小 (mm)	最大 (mm)
A		4.40	4.60	B2		0.80	1.20
A1		1.55REF		C		1.40	1.60
A2		1.50BSC		C1		0.37	0.47
A3		0.35	0.45	$\theta$		6°	
A4		0.43	0.53	$\theta 1$		3°	
A5		0.35	0.45	$\theta 2$		6°	
B		2.40	2.60	$\theta 3$		3°	
B1		4.00	4.40				