

具有有源功率因数校正（APFC）功能的降压型（BUCK）非隔离 LED 驱动控制芯片

特点

- 共地降压型（BUCK）拓扑架构
- 利用高压 JFET 从整流后的高压母线实现 VCC 供电，无需包括 VCC 电容在内的 VCC 外围供电电路元件，优化系统成本，提供更为精简的 PCB 布局 and 更为灵活的走线
- 独有的环路补偿技术，无需外围补偿电路元件即可实现高功率因数和高精度（ $\pm 3\%$ ）的恒流控制，优异的线电压调整率和负载调整率
- 基于固定导通时间的有源功率因数校正控制算法，无需输入电压采样，高功率因数，低谐波
- 电感电流临界连续工作模式配合 MOSFET 漏极电压谷底开通技术，高效率，低电磁干扰
- 优化的最低开关频率和最高开关频率钳位
- 外置 MOSFET 以适应更多需求
- 外置过温点设置功能（RTH 引脚）
- SOP8 封装

保护

- 可设置的系统过温调节
- LED 开/短路保护
- 芯片供电欠压/过压保护
- 电流采样前沿消隐
- 过零检测前沿消隐
- 逐周期限流保护

应用

- 具有有源功率因数校正（APFC）功能的降压型（BUCK）非隔离 LED 驱动

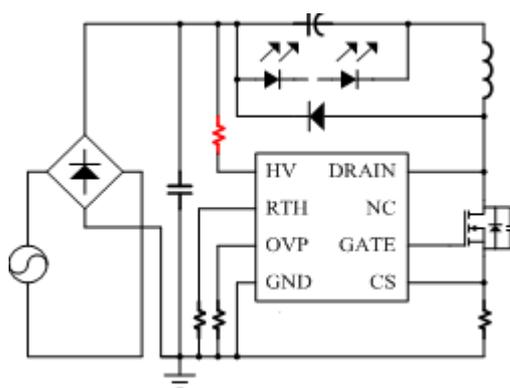


图 1 SR2368 应用示意

封装和订购信息

型号	材料情况	封装	工作环境温度范围	包装
SR2368	无卤	SOP8	-40 ℃至 105 ℃	编带卷装 4000 颗/卷

封装及引脚排布（俯视图）

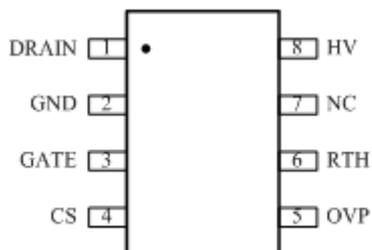


图 2 SR2368 的 SOP8 封装及引脚排布

引脚功能定义

管脚号	管脚名称	功能描述
1	DRAIN	连接到 MOS 的 DRAIN 引脚，实现可靠的过零检测。
2	GND	芯片地引脚。 芯片的“功率地”和“信号地”。
3	GATE	驱动引脚。
4	CS	电流采样引脚。 调整“CS”和“GND”之间的电流采样电阻以设定所需 LED 电流。 复用的电感电流过零检测引脚。
5	OVP	系统开路电压控制引脚。 通过将该引脚悬空、接 GND、通过一个 510kohm 的电阻接到 GND 和通过一个 68kohm 的电阻接到 GND 可以依次获得 115V, 90V, 175V 和 230V 的空载电压。
6	RTH	系统过温降电流点控制引脚。 通过将该引脚悬空、通过一个 510kohm 的电阻接到 GND 和通过一个 150kohm 的电阻接到 GND 可以依次获得 165 ℃, 145 ℃和 120 ℃的过温降电流点。
7	NC	悬空引脚。
8	HV	芯片高压供电引脚。 直接连接至整流后的高压直流母线，无需外接旁路电容。 必须在 HV 引脚和整流后的高压直流母线之间串联一个贴片电阻，该电阻建议选用 1206 封装，阻值取 13kohm。

内部框图

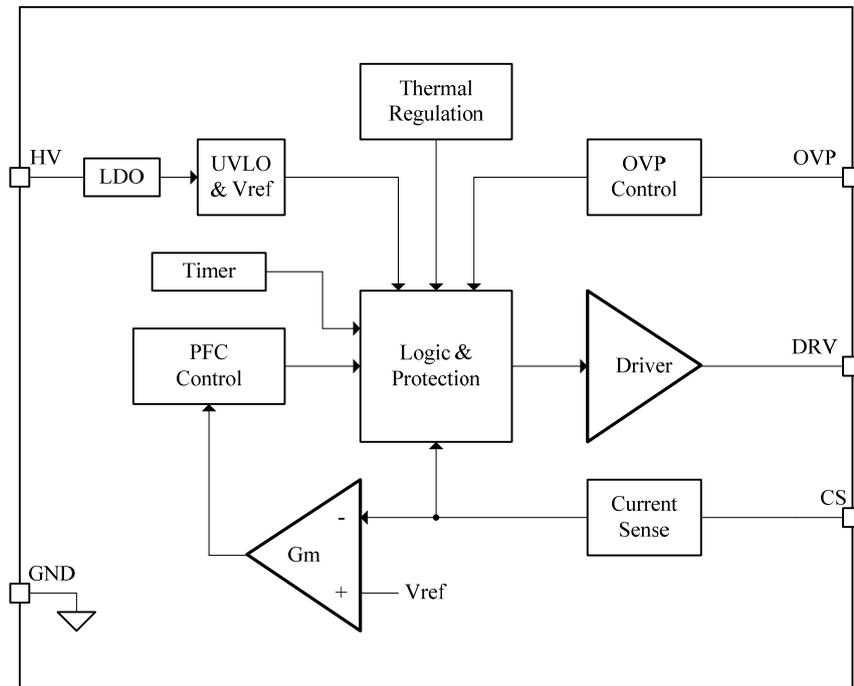


图 3 SR2368 内部框图

极限参数^{注2}

参数	符号	值	单位
“HV”引脚电压范围	V_{CC}	-0.3 ~ 700	V
“CS”，“RTH”，“OVP”和“DRV”引脚电压范围	V_{CS} , V_{RTH} , V_{OVP} , V_{DRV}	-0.3 ~ 6	V
人体模型静电放电能力 ^{注3}	ESD_{hbm}	2000	V
工作结温范围	T_j	-40 ~ 150	°C
工作环境温度范围	T_a	-40 ~ 105	°C
存储环境温度范围	T_{stg}	-40 ~ 150	°C
引脚温度最大值 (< 20 s 焊接)	T_{lead}	260	°C
SOP 封装结到环境热阻最大值	θ_{thja_S8}	145	°C/W

注2：“极限参数”是指工作点超出该参数，芯片有可能永久性损坏；工作点长时间近似等于该参数，芯片可靠性有可能降低。

注3：带电元件和电路板会在不易被觉察的情况下放电。尽管本产品具有专用静电保护电路，但是在高能静电放电情况下，芯片仍有可能会受到损伤而导致性能退化或功能丧失。因此，用户仍然有必要采取适当的ESD预防措施。

电气参数^{注4} (如无特别说明, $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$)

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VCC						
VCC 启动电压阈值	V_{CC_ON}	V_{CC} 上升		7		V
芯片静态工作电流	I_{CC_Q}			200		μA
PWM						
内部基准电压	V_{REF}		0.192	0.200	0.208	V
最小开通时间	T_{on_min}			1.2		μs
最大开通时间	T_{on_max}			35		μs
最小关断时间	T_{off_min}			2		μs
最大关断时间	T_{off_max}			400		μs
最大开关频率	f_{max}			95		kHz
CS						
内部基准电压	V_{REF}		0.192	0.200	0.208	V
电流采样限制电压	V_{CS_LMT}			1.2		V
电流采样前沿消隐时间	T_{LEB_CS}			350		ns
芯片关断延时	T_{DELAY}			200		ns
OVP						
OVP 引脚悬空电压	V_{OVP_NC}	$V_{OVP} > 4.2\text{V}$		115		V
OVP 引脚接电阻510K 后的电压	V_{OVP_RES}	$V_{OVP} = [1.1, 3.4]\text{V}$		175		V
OVP 引脚接电阻68K 后的电压	V_{OVP_RES}	$V_{OVP} = [0.12, 0.95]\text{V}$		230		V
OVP 引脚接地电压	V_{OVP_SC}	$V_{OVP} < 0.12\text{V}$		90		V
过温调节						
过温调节阈值	T_{OTR_TH1}	R_{OTR} 悬空		165		$^\circ\text{C}$
过温调节阈值	T_{OTR_TH2}	$R_{OTR} = 510\text{ kohm}$		145		$^\circ\text{C}$
过温调节阈值	T_{OTR_TH3}	$R_{OTR} = 150\text{ kohm}$		120		$^\circ\text{C}$

注4: “电气参数”典型值由设计和测试统计保证, 最小值和最大值由测试统计保证。

功能描述和应用建议

SR2368 是一款外置 MOSFET，专为具有有源功率因数校正功能的降压型非隔离高性能 LED 驱动器开发的专用恒流控制芯片。该芯片集成了高压 JFET，可以直接给芯片供电，无需包括旁路电容在内的任何 VCC 外围电路元件。同时，该芯片利用电容放电电路，将环路补偿电容集成到芯片内部，进一步节省了系统成本。

芯片启动和 VCC 供电

系统接入电网后，母线电压 (Vbus) 通过芯片内部 JFET 给芯片供电，当 VCC 引脚电压 (VCC) 上升到芯片启动阈值电压 (VCC_ON) 后，芯片开始工作。如果母线电压降落，导致芯片 VCC 引脚电压低于欠压保护阈值 (VCC_UVLO)，则芯片停止工作，直到下一次 VCC 电压高于芯片启动阈值电压 (VCC_ON)。

有源功率因数校正和电感电流临界连续工作模式

SR2368 采用固定导通时间 (T_{on}) 配合电感电流 (i_L) 临界连续模式 (BCM: Boundary Conduction Mode) 工作以实现有源功率因数校正，满足 LED 驱动器对高功率因数和低谐波失真的需求。

在 MOSFET 固定 T_{on} 内，电感充电， i_L 由零线性升高至电感电流峰值 (i_{pk})；当 MOSFET 关断，续流二极管导通， i_L 由 i_{pk} 线性降为零并触发下一个开关周期。

图 4 展示了 Buck 单级有源功率因数校正电路的关键输入电压、电流波形。

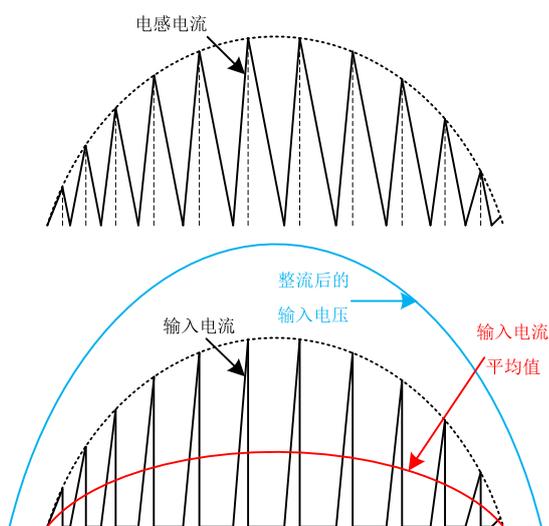


图 4 Buck 单级有源功率因数校正电路的关键输入电压电流波形

恒流控制和输出电流设置

为了实现高精度 ($\pm 3\%$) 的输出电流 (I_o) 控制，优异的线电压调整率和负载调整率，SR2368 采用电感电流临界连续工作模式，并且对电感电流峰值进行采样。 I_o 的计算方法可以参照公式 (1)

$$I_o = \frac{V_{ref}}{R_{cs}} \quad (1)$$

其中， V_{ref} 是芯片内部基准电压， R_{cs} 是电流采样电阻阻值。

ZCD 采样和 MOSFET 漏极电压谷底开通技术

SR2368 通过复用的 CS 引脚检测电感电流 (i_L) 过零点，以此实现 MOSFET 漏极电压谷底开通和 i_L 临界连续模式工作。设置 ZCD 前沿消隐时间 (T_{LEB_ZCD}) 以防止 MOSFET 关断后产生的寄生振荡造成 ZCD 误触发。

最大关断时间

设置最大关断时间 (T_{off_max}) 以防止由于 ZCD 模块未能检测到电感电流过零点而造成系统停机。

最小关断时间

设置最小关断时间 (T_{off_min}) 以限制最大开关频率 (f_{sw_max})，从而保证较低的开关损耗和电磁干扰。如图 5 所示，ZCD 模块会在 T_{off_min} 之后的第一个谷底触发 PWM 开通。

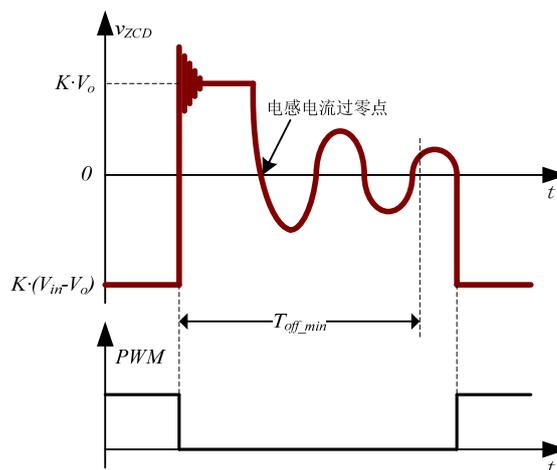


图 5 最小关断时间示意

CS 前沿消隐

设置 CS 前沿消隐时间 (T_{LEB_CS}) 以防止 MOSFET 开通后产生的寄生振荡造成 CS 误触发。

逐周期限流保护

当发生输出短路或者电感饱和等情况时，CS引脚电压 (V_{CS}) 峰值会迅速升高，一旦 V_{CS} 达到电流采样限制电压 (V_{CS_LMT})，PWM 会立即停止输出以防止过额电流损坏 MOSFET、二极管等功率回路器件。

过温调节功能

当芯片结温超过过温调节阈值 (T_{TH_OTR}) 时，SR2368 通过降低芯片内部基准电压 V_{ref} 来降低输出电流 I_o ，从而调节系统温度，这保证了 LED 驱动芯片本身和 LED 灯珠可以同时稳定工作，提高了 LED 灯具系统的可靠性。图 6 展示了 SR2368 的过温调节效果，其中 I_{o1} 为过温调节前 LED 驱动的输出电流； I_{o2} 为触发过温调节后 LED 驱动重新回到稳定工作点的输出电流，此时芯片结温为 T_{j2} 。

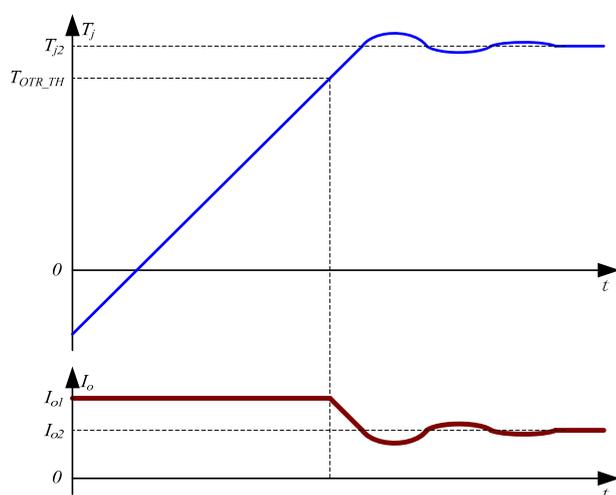


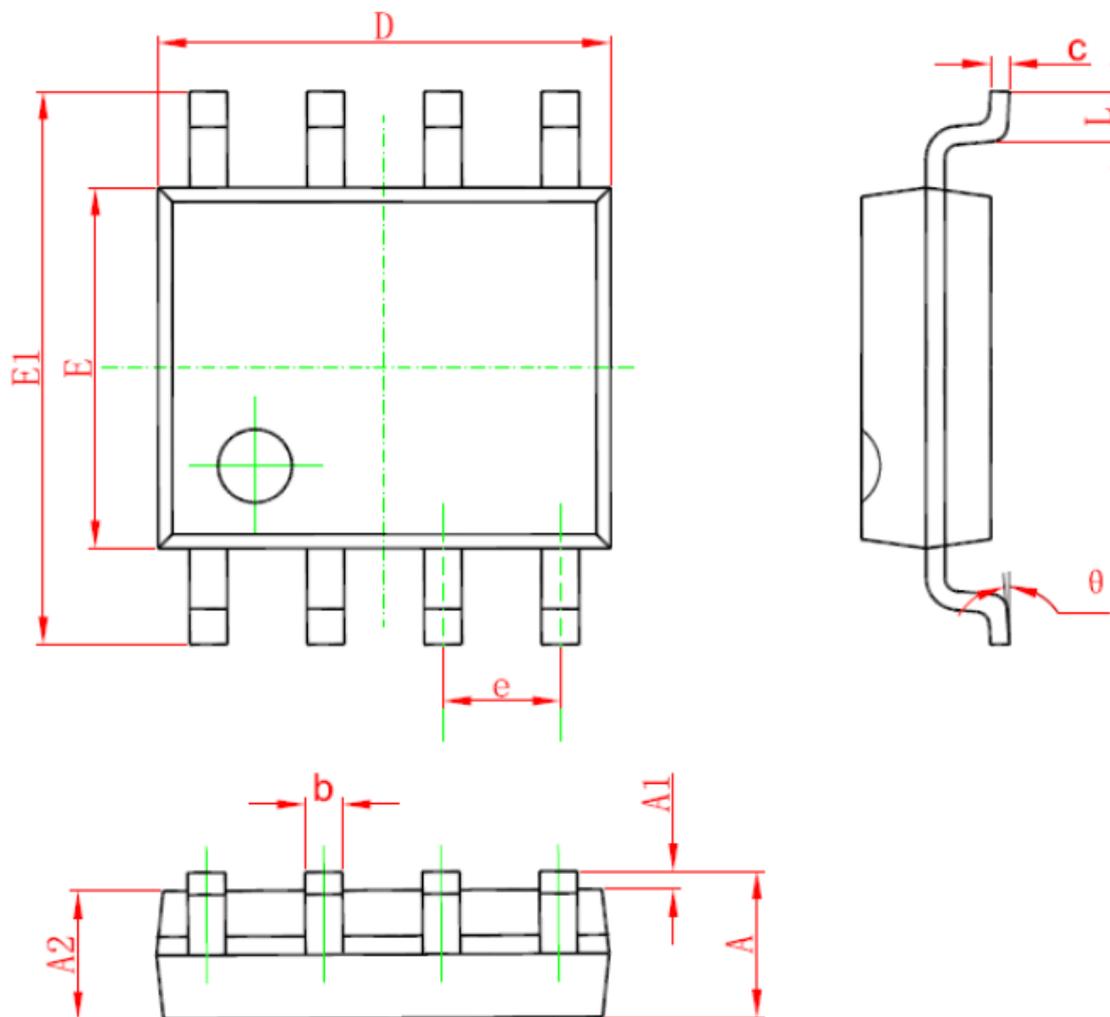
图6 SR2368过温调节效果示意

PCB设计注意事项

1. 电流采样电阻 (R_{cs}) 紧靠芯片，尽量缩小CS引脚经 R_{cs} 到GND引脚的环路面积，同时在保证MOSFET源极和续流二极管阴极到 R_{cs} 间通流能力的前提下尽量缩小CS引脚等电位布线面积以减小电磁干扰。
2. 注意区分功率地和信号地。电流采样电阻 (R_{cs}) 和电感 (L_o) 之间的连线属功率地，且为跳动电位，在保证足够通流能力的前提下尽量缩小该功率地布线面积以减小电磁干扰。功率地和信号地采用单点连接至GND引脚。
3. 在保证通流能力的前提下尽量缩小输入电容 (C_{in})，MOSFET和续流二极管构成的环路面积以减小电磁干扰。

封装

SOP8



符号	毫米尺寸		英寸尺寸	
	最小值	最大值	最小值	最大值
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.600	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
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270 (中心到中心的基本尺寸)		0.050 (中心到中心的基本尺寸)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°

版本历史

版本	日期	描述
A0	2019年11月	初稿
A1	2020年6月	初稿
