

XP2115M
固态照明 DC/DC 降压
调光稳流调节芯片
产品规格书

Rev. 0.2

1. 产品介绍

1.1. 产品概述

XP2115M 产品是一款用于固态照明 (Solid State Lighting) 的 DC/DC 降压 (Buck) 数字调光稳流调节专用芯片。此产品支持输入电压范围 20V~80V, 典型功率范围 5W~60W (取决于 PCB 设计, 应用规格, 应用参数选择和散热条件)。通过 Dim1 以及 Dim2 脚, XP2115M 可以实现低至 0.1% 无微闪, 无台阶感的平滑调光。同时, XP2115M 可以支持完全调灭, 并确保无回闪或鬼火。

在中高调光区间, XP2115M 工作在连续导通模式 (CCM) 下, 通过调节电感峰值以及平均电流实现纯直流 (DC) 调光功能。在低调光区间, XP2115M 工作在低纹波的组激发 (Group Burst) 模式下, 通过调节激发占空比实现调光。得益于 XPC™ 数字内核的精准控制, 无论在何种模式下, XP2115M 都将 LED 电流纹波控制在很低的水平。结合一定的输出电容, XP2115M 可真正实现高品质全程 DC 调光。

同时, XPC™ 数字内核使得 XP2115M 具备卓越的线性和负载调整率。无论输出电压低至 5V 还是高达 90% 的输入电压, LED 电流的偏差可以控制在 $\pm 3\%$ 以内。并且即使在最低调光点, XP2115M 的负载/线性调整率依然可以接近 100% 调光的水平。

XP2115M 有两个调光脚 DIM1 以及 DIM2。DIM1 接受 3.3V 或 5V 的占空比输入; 而根据不同 CFG 配置, DIM2 可以接受模拟电平输入或者 3.3V 或 5V 占空比输入。最终的调光百分比由 $\text{DIM1} \times \text{DIM2} (-0X)$ 决定; 或者 Dim1, Dim2 中最后动作的那个信号决定 $(-1X)$ 。XP2115M 的 Buck 开关频率和 Dim1/2 收到的占空比调光信号频率完全不相关, 使得系统设计更加灵活自由。

除了强大的性能外, XP2115M 具备丰富的配置选项, 以应对不同的应用场景。可配置的内容包括:

- 输入电压 Brown-In 阈值
- 是否激活输出过压 OVP 保护
- Dim2 信号类型: 占空比或电平
- Dim 信号抗噪抗抖动水平
- Dim 调灭阈值

XP2115M 也具备完整的保护以确保意外情况下的系统安全性, 保护功能包括:

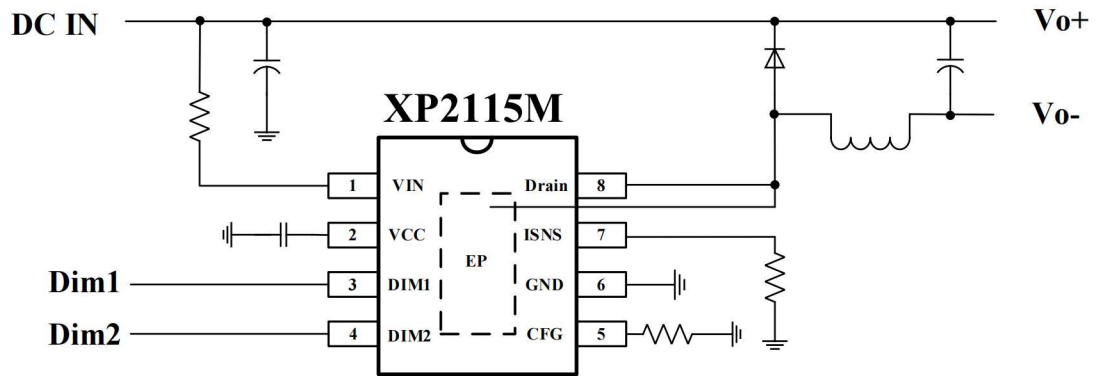
- 输出过压保护 (OVP)
- 输出短路保护 (OSP)
- 输入过压保护 (Vin OVP)
- 输入欠压保护 (Vin UVP)
- 过温保护 (OTP)
- 过温电流降额 (De-rating)

1.2. 应用范围

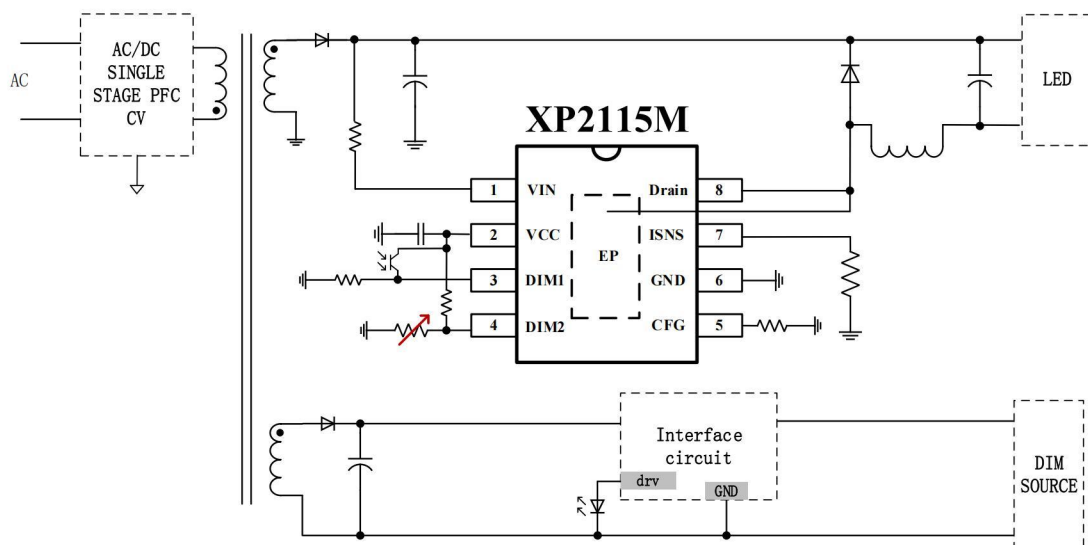
- 可调光/可配置 LED 照明驱动电源
- 可调光/可配置 LED 照明灯具

2. 简化应用电路

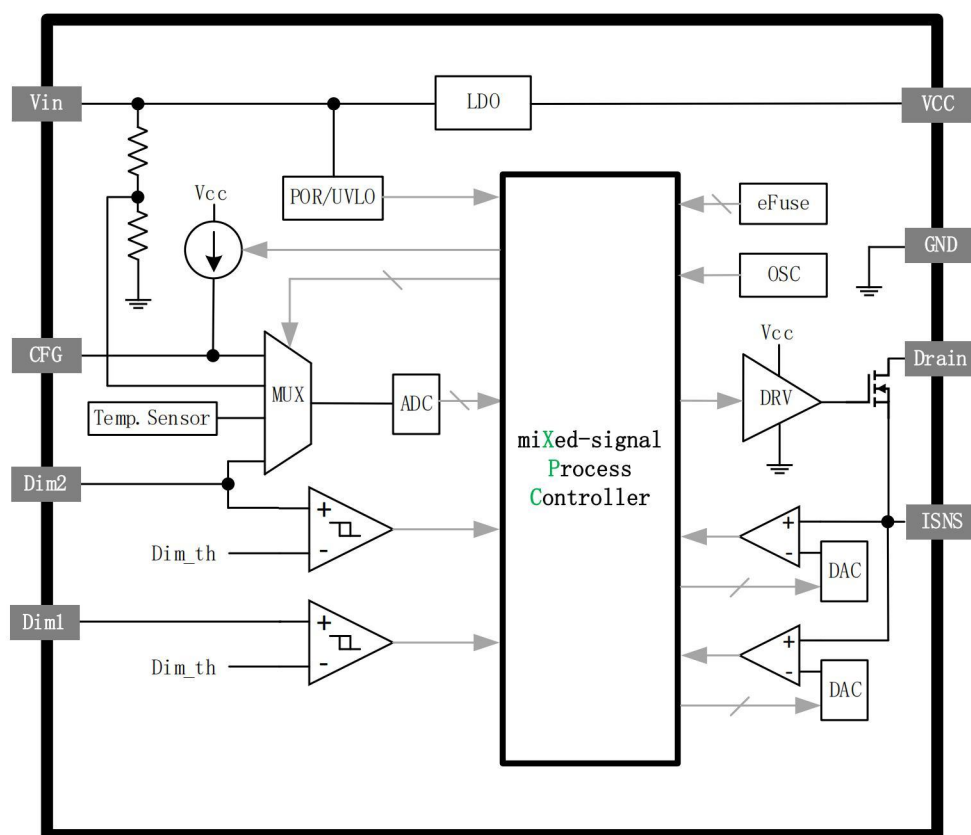
2.1. XP2115M 简化应用电路



2.2. XP2115M 在两级 LED 驱动内的应用电路

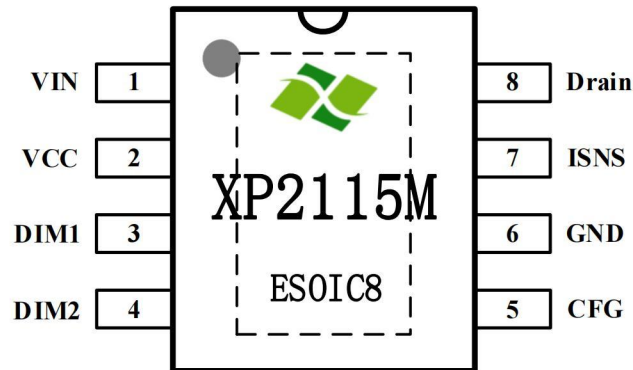


3. 芯片框图



4. 引脚定义

4.1. 引脚图



4.2. 引脚说明

引脚序号	名称	IO 类型 ⁽¹⁾	功能描述	外部连接
1	Vin	AI	外部供电和输入检测	100 ohm 电阻到输入电压
2	Vcc	P	6V 电源，片内 LDO 产生	2.2uF 电容到地
3	DIM1	AI	调光 1 脚	调光信号源
4	DIM2	AI	调光 2 脚	调光信号源
5	CFG	AI	配置脚	CFG 电阻到地
6	GND	P	地	地
7	ISNS	AI	开关电流检测	Isns 电阻到地
8	Drain	AI	内部开关 MOS 漏级	连功率电感和续流二极管交点
9	EP	AI	同 Drain pin	同 Drain pin

(1) AI: 模拟输入; DI: 数字输入; DO: 数字输出; DIO: 数字输入/输出; OD: 开漏输出; P: 电源

5. 技术规格

5.1. 电气特性绝对最大值

参数		最小值	最大值	单位
电压 ⁽¹⁾ ⁽²⁾	Vin, Drain, EP	-0.3	85	V
	DIM1, DIM2, ISNS, CFG	-0.3	7	V
	Vcc	-0.3	7	V
T _A 工作环境温度 ⁽³⁾		-40	105	℃
T _J 工作时结温		-40	150	℃
T _{STG} 储存温度		-60	150	℃

(1) 运行条件超过上述绝对最大值可能对器件造成永久性损坏，并影响器件的运行稳定性。上述条件仅为允许的最大值范围，非推荐的工作范围。器件运行在推荐工作范围之外可能导致部分功能不可用，并缩短器件的使用寿命。

(2) 所有电压均相对于地电位（GND）。

(3) 自然散热。

5.2. ESD 特性

参数	条件	值	单位
V _(ESD) 静电放电电压	空气放电（HBM 模型），ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准，所有引脚 ⁽¹⁾	±2,000	V
	接触放电（CDM 模型），JEDEC specification JESD22-C101 标准，所有引脚 ⁽²⁾	±500	V

(1) JEDEC 文档 JEP155 声明 500V HBM 模型可满足装配过程中的标准静电防护要求。

(2) JEDEC 文档 JEP157 声明 250V CDM 模型可满足装配过程中的标准静电防护要求。

5.3. 电器特性指标

参数	符号	条件 ⁽¹⁾	最小值	典型值	最大值	单位
Vin 脚						
Vin 工作电压范围	Vin		18		82	V
POR 阈值	Vin(por)	Vin 上升		18		V
UVLO 阈值	Vin(uvlo)	Vin 下降		14		V
Vin 启动电压*	Vin_st_th	CFG = 0, 7.5k, 27.4k CFG = 1.5k, 2.4k, 10k, 13k, 40.2k, 56.2k CFG = 3.9k, 5.6k, 17.4k, 21.5k, 76.8k, 105k	67 54 43		78	V
Vin 低点关机电压*	Vin_uvp_th	CFG = 0, 7.5k, 27.4k CFG = 1.5k, 2.4k, 10k, 13k, 40.2k, 56.2k CFG = 3.9k, 5.6k, 17.4k, 21.5k, 76.8k, 105k		58 47 37.5		V
Vin 高点关机电压	Vin_ovp_th			82		V
OVP 电压*	Ovp_th	CFG = 0, 7.5k, 27.4k CFG = 1.5k, 10k, 40.2k CFG = 3.9k, 17.4k, 76.8k		58 47 37.5		V
OSP 电压*	Osp_th			2.4		V
工作电流 (lightoff)	Iin_lp	Vin=70V, dim=0		770		uA
UVLO 状态电流	I _{IN-UVLO}	Vin=17V 上升			200	uA
Vcc 脚						
Vcc 输出电压	Vcc		5.5	6.0	6.5	V
Vcc 输出电流能力	Icc				2	mA
DIM1 脚						
PWM 调光输入信号频率*	Fpwm		0.2		25	KHZ
PWM 调光输入信号高电平阈值	Vhi			2.5		V
PWM 调光输入信号高/低电平回差	Vlo			500		mV
PWM 调光分辨率*	Pwm_res			0.1		%
DIM2 脚						
PWM 调光输入信号频率*	Fpwm		0.2		25	KHZ
PWM 调光输入信号高电平阈值	Vhi			2.5		V
PWM 调光输入信号高/低电平回差	Vlo			500		mV
PWM 调光分辨率*	Pwm_res			0.1		%
电平调光最低电流对应电压*	Vdim2_lo			0.256		V
电平调光最高电流对应电压*	Vdim2_hi			1.856		V
电平调光分辨率*	Ana_res			0.016		V
Drain 脚/EP						
最大 Ton 时间*	Ton_max			81.92		uS
最小 Ton 时间*	Ton_min			240		nS
最大 Toff 时间 (CCM 下)*	Toff_max			81.92		uS
最大占空比*	Duty_max			96		%
内部 MOS 的导通阻抗	Rds(on)	在 25c 时		0.15	0.2	ohm
MOS 关断漏电流	I _{lk}	MOS 关断时, Drain=80V			1	uA

参数	符号	条件 ⁽¹⁾	最小值	典型值	最大值	单位
CFG 脚						
CFG 配置电流	Icfg			17 75		uA
ISNS 脚						
Isns 参考电压	Viref			256		mV
Isns (MOS=on) 平均电流区间*	Viref_range		32		256	mV
Isns (MOS=on) 峰值电流范围*	Vipk_range		54		333	mV
前沿消隐时间	Tblk			240		nS
温度						
最高启动温度*	Vbe(st)			125		C
过温保护阈值*	OTP_th			150		C
降额起始温度*	Vbe(de)			125		C

*代表设计保证，非实测值

6. 应用说明

6.1. PIN 脚说明

6.1.1. VIN 脚

Vin 脚有两个作用，第一是用来给芯片的 Vcc 提供电源。另外一个是用来检测 Vin 电压是否符处于正常工作区间。如果 Vin 处于设定的工作区间，IC 可以正常启动或工作，否则 IC 不会启动或终止工作。Vin 外部通过一个 100 欧姆电阻连 DC/DC 的输入电源。

6.1.2. VCC 脚

Vcc 脚是芯片内部电路的供电脚。芯片内部从 Vin 到 Vcc 有一个高压 LDO，当 Vin 超过 Vin(por)后 LDO 开始工作，并给 Vcc 充电。Vcc 也可以用来偏置/上拉 dim1 和 dim2 的调光信号，但最大电流不宜超过 1.5mA。不推荐用 Vcc 给其他芯片提供电源。Vcc 应连接一个 1uF - 4.7uF 电容到地。

6.1.3. DIM1 脚

Dim1 脚用来检测调光控制信号 1。Dim1 脚只能接受 pwm 调光。PWM 接受范围可参考电器特性表。Dim1 连接外部 pwm 调光信号源，推荐和信号源之间加一个 RC 低通滤波来去除高频噪音干扰。

6.1.4. DIM2 脚

Dim2 脚用来检测调光控制信号 2。Dim1 脚可以接受 pwm 调光或模拟电平调光（需要通过 CFG 设置来选择）。PWM 接受范围可参考电器特性表。Dim1 连接外部 pwm 调光信号源，推荐和信号源之间加一个 RC 低通滤波来去除高频噪音干扰。当用做模拟调光或设定最大电流功能时，Dim2 外部应加 10nF 左右的去耦电容保证电平信号的稳定性。

6.1.5. CFG 脚

CFG 脚为配置脚，XP2115M 通过 CFG 脚提供多种配置，对不同应用可以做到分别优化。CFG 应连对应的 1%电阻到地，实现配置功能。其中 re-mapping 指的是 1%的 PWM duty 将映射到 0.1%的输出。具体配置如下：

针对应用	CFG 电阻值	Brown in 电压	Brown out 电压以及 ovp 电压	是否有 ovp	Dim2 模式	Dim 信号抗噪能力	Lightoff 进入退出阈值	Dim1 Re-mapping
Dim1=PWM Dim2=PWM 高精度调光， 蓝牙，DALI 等	0	67V	58V	有	Pwm	+ - 0.05%	0.05% / 0.15%	无
	1.5k	54V	47V	有	Pwm	+ - 0.05%	0.05% / 0.15%	无
	2.4k	54V	47V (仅 brown out)	无	Pwm	+ - 0.05%	0.05% / 0.15%	无
	3.9k	43V	37.5V	有	Pwm	+ - 0.05%	0.05% / 0.15%	无
	5.6k	43V	37.5V (仅 brown out)	无	Pwm	+ - 0.05%	0.05% / 0.15%	无
Dim1=PWM Dim2=电平 配合 XP1101 实现 0.1%调光深度。Dim2 设置最大功率	7.5k	67V	58V	有	电平	+ - 0.05%	0.05% / 0.15%	有
	10k	54V	47V	有	电平	+ - 0.05%	0.05% / 0.15%	有
	13k	54V	47V (仅 brown out)	无	电平	+ - 0.05%	0.05% / 0.15%	有
	17.4k	43V	37.5V	有	电平	+ - 0.05%	0.05% / 0.15%	有
	21.5k	43V	37.5V (仅 brown out)	无	电平	+ - 0.05%	0.05% / 0.15%	有
Dim1=PWM Dim2=电平 配合调光信号质量差的应用。Dim2 设置最大功率	27.4k	67V	58V	有	电平	+ - 0.15%	0.45% / 0.65%	无
	40.2k	54V	47V	有	电平	+ - 0.15%	0.45% / 0.65%	无
	56.2k	54V	47V (仅 brown out)	无	电平	+ - 0.15%	0.45% / 0.65%	无
	76.8k	43V	37.5V	有	电平	+ - 0.15%	0.45% / 0.65%	无
	105k	43V	37.5V (仅 brown out)	无	电平	+ - 0.15%	0.45% / 0.65%	无

6.1.6. ISNS 脚

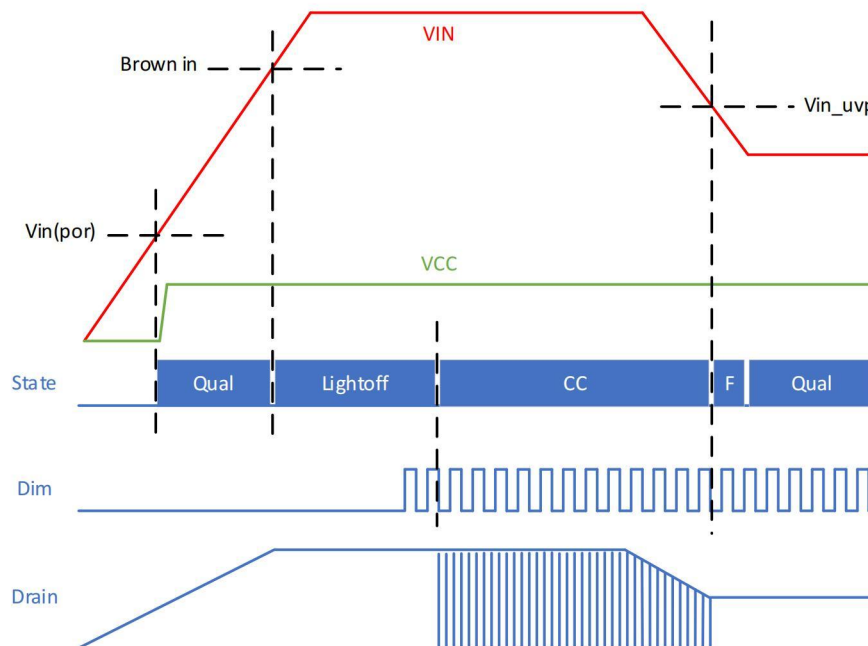
Isns 脚为电流检测脚，IC 通过 Isns 波形来调节开关频率和 Ton 时间，以实现恒流。Isns 脚接 Isns 电阻，而 Isns 电阻另一端则接地。Isns 电阻地最好是输入电解电容地。注意 IC 地应该单点接 Isns 电阻地，不应该和功率回路地混合。

6.1.7. DRAIN 脚/EP

Drain 和 EP 作为内部功率 MOS 的 drain 应连接续流二极管和 Buck 电感的交点。工作时，Drain 和 EP 会在 Vin 和 Isns 电压之间高速跳转。注意 Drain 和 EP 必须在 PCB 上相连，并且提供尽可能好的散热条件。

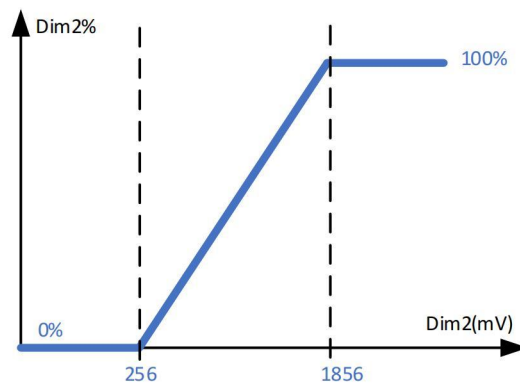
6.2. 工作时序

工作时序可以分为四个主状态：启动检测，恒流，灭灯，报错。当 Vin 超过 Vin(por) 电压以后，IC 进入检测状态，如果结温小于 Vbe(st) 且 Vin 超过 Brown in 电压后 (CFG 可配置)，IC 可以正常启动。正常启动后，IC 先进入灭灯状态并且开始检测 dim 信号。如果检测到的信号超过 Lightoff 退出阈值 (CFG 可配置)，则 IC 进入恒流工作状态。否则维持在灭灯。在恒流工作中，如果 dim 的信号低于了 lightoff 阈值，则 IC 可以从恒流状态再次转换到灭灯状态，两者之间可以随时转换。当工作条件不满足时，例如 Vin 过低或者温度过高，IC 检测到错误并停止工作。取决于错误类型，IC 将使用不同的重启间歇时间一直 auto restart，并进行开机检测。如果启动条件满足以后，IC 又将重新工作。



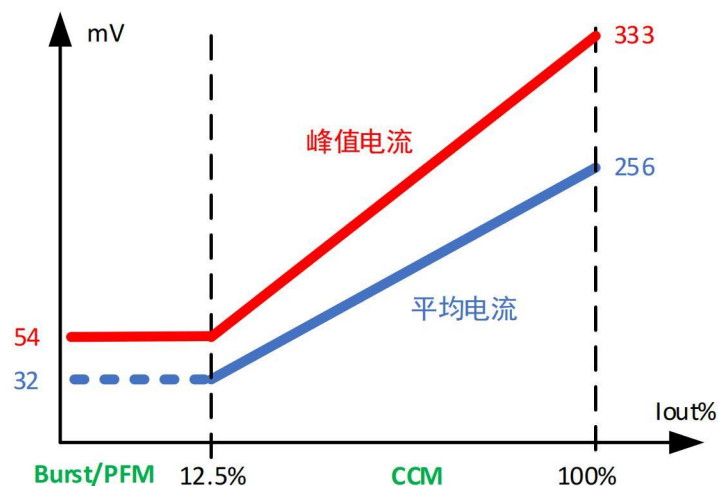
6.3. 调光信号检测

调光控制脚 Dim1 Dim2 能检测 PWM 占空比信号。同时 Dim2 也可以检测模拟电平信号 (CFG 配置)。Dim1 和 Dim2 的关系在 XP2115M-0X 上是相乘。即 $\text{Dim \%} = \text{Dim1 \%} * \text{Dim2 \%}$ 。这样可以使用 Dim2 做最大电流配置，而 Dim1 作为调光脚。在 XP2115M-1X 里，Dim1 和 Dim2 是“或”的关系。也就是哪个 Dim 口最后动作，Dim% 就会听从哪个 dim 口。开机时默认 Dim1 位最后动作的脚。例如开机 Dim1 设定 30%，dim2 设定 100%，则 dim% = 30%；此时如果 dim2 从 100% 调到 90%，则 Dim% 从 30% 直接跳到 90%。如果后续 Dim1 从 30% 变为 40%，则 Dim% 从 90% 又跳到 40%。即遵循所谓的谁最后动听谁的原则。模拟电压调光时，Dim2% 和 Dim2 模拟电压的关系如下图所示：



6.4. 调光工作模式

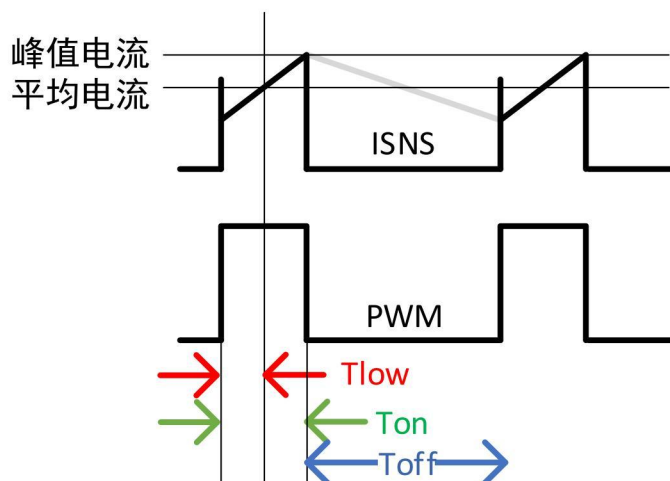
XP2115M 的调光工作模式分为三个模式：CCM, burst, PFM。电感的峰值电流以及平均电流（LED 电流） vs. 调光百分比的对照图如下。电流=电压 mV / Rsns。



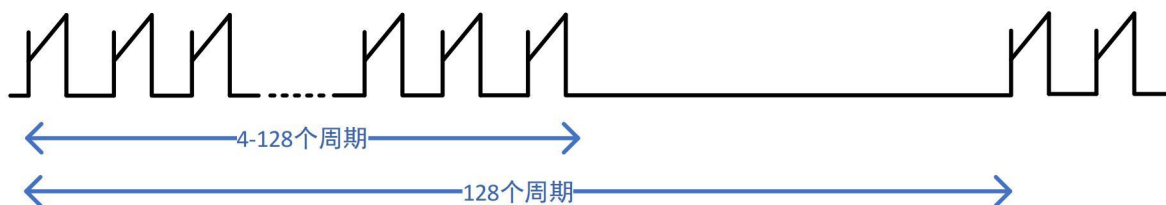
当 Dim%处于 100%-12.5%之间时，XP2115M 工作在 CCM 模式下。此时 IC 控制电感的平均电流正比于 Dim%实现调光。为了控制平均电流，IC 通过控制电感峰值电流和电感谷值电流实现，即 $I_{out} = (I_{pk} + I_{val}) / 2$

具体方法如下：当内部 MOS 导通时，也就是 T_{on} 时，电感电流可以通过 I_{sns} 脚被检测到。当 I_{sns} 高于目标的平均电流后，XP2115M 记录从开始导通到此刻的时间，并记录为 T_{low} 。当 I_{sns} 进一步上升并高于目标的峰值电流后，内部 MOSFET 关断， T_{on} 结束，XP2115M 记录 T_{on} 时间。从 buck 的工作原理来说，只要 $T_{low} = 1/2 * T_{on}$ ，IC 就能确保电感平均电流（即 I_{OUT} ）等于目标值。因此，IC 通过调节 T_{off} 时间来实现 $T_{low} = 1/2 * T_{on}$ 。即当 $T_{low} < 1/2 * T_{on}$ 时，增加下一个开关周期的 T_{off} ，反之亦然。

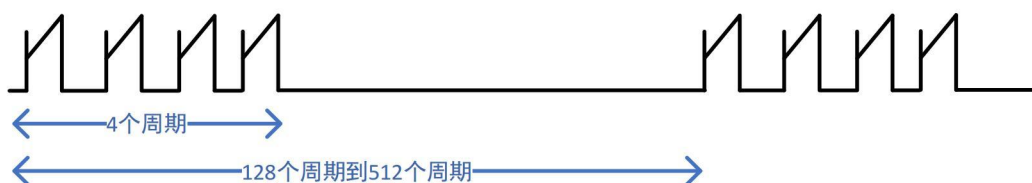
当处于 Dim=100%时，电感峰值电流大约等于 1.3 倍的 I_{out} 。而当处于 12.5%的调光时，电感峰值电流大约等于此时 I_{out} 的 1.7 倍，但由于此时 I_{out} 仅为 1/8 的满载 I_{out} ，因此电感电流回差（峰值减去谷值）只有满载时的 30%。这样可以优化进入 burst 和 PFM 后的纹波，实现 DC 调光。



当 Dim% 处于 12.5% 到 0.39% 之间时，IC 工作在 Burst 模式下。每簇 burst 以 128 个开关（CCM）周期为组，当 Dim% 下降后，burst 的占空比下降。例如处于 Dim%=6.5% 时，IC 将工作 64 个开关周期，停止 64 个开关周期。此时 64 个工作的开关周期内，电感平均电流和峰值电流都和 Dim%=12.5% 时（CCM 模式最底端）保持一致。



当 Dim% 处于 0.39% 到 0.1% 时，IC 处于 PFM 模式。以四个开关（CCM）周期为一组，IC 通过增加 Burst Toff 时间来进一步降低 Iout%。即 burst 周期不再遵循 128 个开关（CCM）周期，而是根据 dim% 做反比增加。即 Dim% 越低，burst toff 时间越长。最长可达到 512 个开关（CCM）周期。



6.5. 保护功能

6.5.1. 输出开路保护 OVP

当输出电压高于 OVP 阈值（CFG 可配置）并持续 32 个开关周期，IC 将停止工作并保护。OVP 触发后，IC 进入等待重启。大约每 2 秒重启一次。如果开路情况持续，将一直保持打嗝状态。直到故障消失后可以正常恢复工作。

6.5.2. 输出短路保护 OSP

当输出电压低于 OSP 阈值（2.5V）并且持续 2048 个开关周期，IC 将停止工作并保护。OSP 触发后，IC 进入等待重启。大约每 2 秒重启一次。如果开路情况持续，将一直保持打嗝状态，直到故障消失后可以正常恢复工作。

6.5.3. 输入过压保护 VIN OVP

当输入电压高于 Vin OVP 阈值并且持续 100μs，IC 将停止工作并保护。Vin OVP 触发后，IC 将重启进入开机检测，如果输入电压高于最高启动电压，IC 将无法通过检测，直到输入电压低于最高启动电压才能退出检测开始工作。

6.5.4. 输入欠压保护 VIN UVP

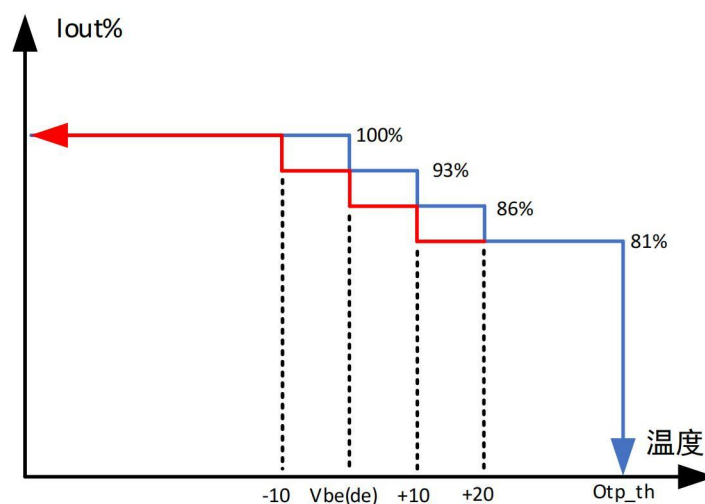
当输入电压低于 Vin UVP 阈值（CFG 可配置）并且持续 100uS，IC 将停止工作并保护。Vin UVP 触发后，IC 将重启进入开机检测，如果输入电压低于 brown in 启动电压，IC 将无法通过检测，直到输入电压高于 brown in 电压才能退出检测开始工作。

6.5.5. 过温保护

当 IC 内部节温高于 OTP 阈值并且持续 80mS 后，IC 将停止工作并保护。OTP 触发后，IC 将重启进入开机检测，如果温度高于 Vbe(st)，IC 将无法通过开机检测，直到温度低于最高启动温度才能退出检测开始工作。

6.5.6. 过温降额

当 IC 内部节温高于 Vbe(de) 后，IC 将降低输出电流，以避免温度进一步上升。XP2115M 一共有三档降额，从降额起点算起，温度每升高 10 度，降额大约 7% 左右。实行降额和回调降额有 10 度的回差，以避免出现输出电流来回震荡。具体降额工况见下图：



6.6. 应用信息

用户可以通过 Rsns 电阻设定满载 (Dim = 100%) LED 电流：

$$I_{out}(100\%) = 256\text{mV} / R_{sns}$$

电感电流的峰值电流可以通过以下公式计算：

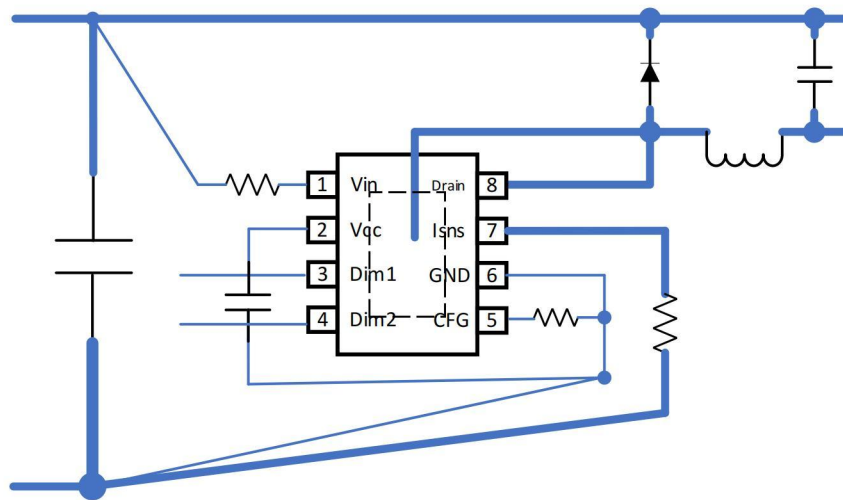
$$I_{pk}(\text{max}) = 333\text{mV} / R_{sns}$$

电感量推荐值如下：

$$L_{m(\text{uH})_min} = 1000 * R_{sns}$$

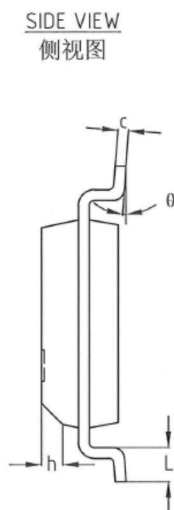
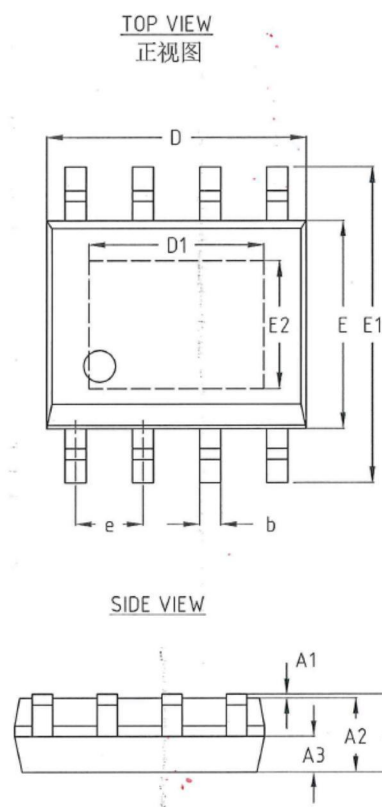
$$L_{m(\text{uH})_max} = 2000 * R_{sns}$$

推荐的 PCB layout 示意图如下，IC 以及信号，单点接地到输入电容地；功率回路也单点接大电容地。



7. 封装和包装信息

7.1. ESOP8 封装尺寸图



机械尺寸/mm Dimensions			
字符 SYMBOL	最小值 MIN	典型值 NOMINAL	最大值 MAX
A	1.50	1.60	1.70
A1	0.10	-	0.25
A2	1.35	1.45	1.55
A3	0.65	0.70	0.75
b	0.35	-	0.50
c	0.19	-	0.25
D	4.80	4.90	5.00
D1	3.20	3.30	3.40
E	3.80	3.90	4.00
E1	5.80	6.00	6.20
E2	2.30	2.40	2.50
e	1.27 BSC		
h	0.30	-	0.50
L	0.50	-	0.80
θ	0°	-	8°

NOTE:

1. 以上封装外形未严格按比例绘制;
2. 所有标注数据的单位均为毫米;

8. 订购信息

表 8-1 订购信息

订购号	功能及驱动接口	封装	编带
XP2115M-00	Dim1 乘 Dim2, Dim = Dim1 x Dim2	ESOP8	4Kpcs/编带
XP2115M-10	Dim1 或 Dim2, Dim=最晚动作的信号	ESOP8	4Kpcs/编带
XP2115M-01	关闭 Vin uvp, ovp, osp 保护	ESOP8	4Kpcs/编带

9. 重要声明和免责声明

芯格诺微电子所提供的产品规格书、参考设计、应用建议等技术资料，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的明示或暗示的担保。给出的典型应用仅供设计参考，非芯格诺微电子产品的一部分，芯格诺微电子不保证参考设计的完整性和精确性。设计人员应自行根据应用要求选择合适的器件，并对设计方案进行充分的验证和测试。

所述资源供专业开发人员应用芯格诺微电子产品进行设计使用，如有变更，恕不另行通知。

联系地址：北京市海淀区知春路 1 号学院国际大厦 1707

邮政编码：100191

邮箱：13691661579@163.com

Copyright © 2023 北京芯格诺微电子有限公司