

概述

PT4212A是一款带有源功率因数校正的高精度降压型LED恒流控制芯片,适用于85Vac-265Vac全电压输入范围的非隔离LED恒流电源。控制器集成了有源功率因数校正电路,可以实现很高的功率因数和很低的总谐波失真。由于工作准谐振模式,功率MOS管处于零电流开通状态,开关损耗得以减小,同时变压器的利用率也较高。

PT4212A采用独特的电流采样及恒流控制机制,可实现很高的输出电流批量一致性,芯片内部集成了线电压、负载电压以及温度补偿电路,可以实现输出电流优异的线电压调整率、负载调整率以及温度特性。

PT4212A提供PWM和模拟调光功能,通过DIM脚外加PWM信号或模拟信号,可实现LED输出电流的平滑调节。

PT4212A提供完善保护功能:包括LED开路保护、LED短路保护、芯片供电过压保护、欠压保护、输入欠压保护,逐周期限流保护,变压器绕组短路保护,过温保护等,所有的保护状态都具有自动重启功能。另外,芯片内置了软启动电路,可有效降低开关管以及LED灯珠的开机应力。

特点

- 固定导通时间,高PF值(>0.9)
- 准谐振控制模式
- 90%以上的转换效率
- $\pm 3\%$ LED 输出电流精度
- 优异的线电压调整率和负载调整率
- 优异的电流温度补偿特性
- PWM/模拟调光 (10%~100%)
- 软启动功能
- LED短路/开路保护
- 输入欠压保护(可选项)
- 芯片供电过压/欠压保护
- 电感绕组短路保护
- 逐周期电流限流
- 过温保护
- 采用SOP-8封装

应用

- LED球泡灯、射灯
- LED PAR30、PAR38灯
- LED 日光灯
- 其它LED照明

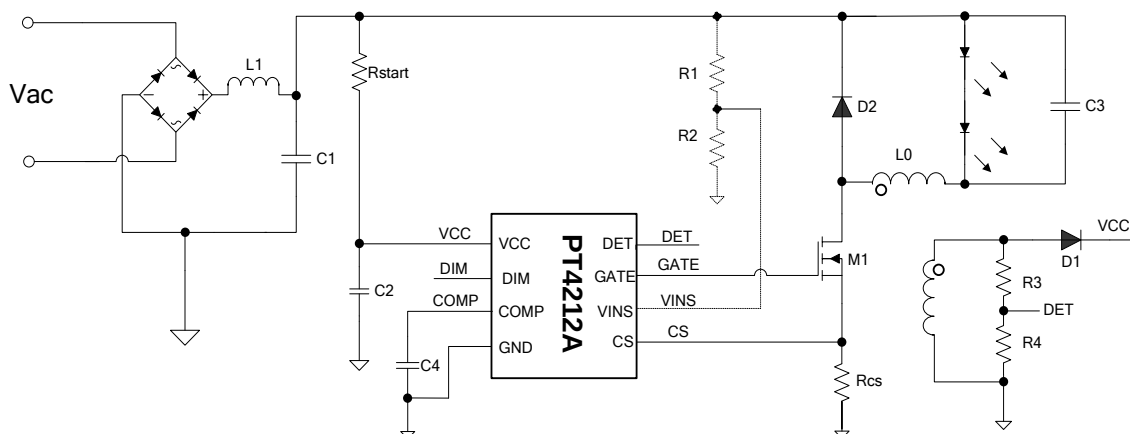
订购信息

封装	温度范围	订购型号	包装打印	产品打印
SOP-8	-40°C ~ 85°C	PT4212AESOH	2500 颗/盘 编带	 PT4212A xxxxxxX

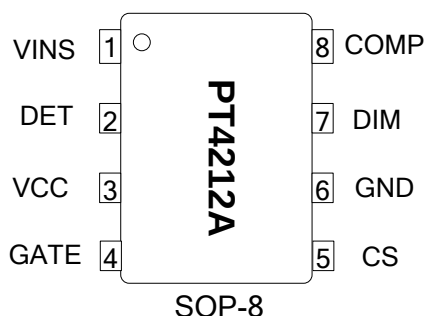
注:

xxxxxxX
↑
Assembly Factory Code
Lot Number

典型应用电路



管脚



管脚描述

引脚号码	引脚名称	引脚功能描述
1	VINS	输入电压检测端，未设置输入欠压保护时可悬空
2	DET	反馈信号采样端，检测电感过零电流和LED灯串电压
3	VCC	芯片供电电源
4	GATE	PWM脉冲输出端，接外部功率MOS管的栅极
5	CS	电流采样端，采样电阻接在CS和GND端之间
6	GND	接地端
7	DIM	模拟和 PWM 调光控制端
8	COMP	环路补偿端

极限参数 (注 1, 2)

符号	参数	参数范围	单位
V_{VCC}	芯片供电电源	30	V
V_{VCC_Clamp}	VCC 钳位电压	31	V
I_{VCC_Clamp}	VCC 钳位连续电流	10	mA
I_{DET_MAX}	DET 引脚最大电流	-50 ~ 10	mA
I_{GATE_MAX}	GATE 引脚最大输出电流	0.6	A
V_{GATE}	GATE 引脚电压范围	-0.3~31	V
V_{CS}	CS 引脚电压范围	-0.3~31	V
$V_{I/O}$	其他输入/输出电压引脚	-0.3~7	V
T_{OPT}	工作温度范围	-40~125	°C
T_{STG}	贮存温度范围	-55 ~ 150	°C
Θ_{JA}	PN结到环境的热阻	184	°C/W
HBM	ESD 保护参数(注 2)	2	kV

推荐工作范围

符号	参数	范围	单位
V _{VCC}	电源电压	10 ~ 23.5	V
T _{OPT}	环境温度	-40 ~85	°C

注 1: 最大极限值是指超出该工作范围，芯片有可能损坏。电气参数定义了器件在工作范围内并且在保证特定性能指标的测试条件下的直流和交流电参数规范。对于未给定上下限值的参数，该规范不予保证其精度，但其典型值合理反映了器件性能。

注 2: 人体模型，100pF 电容通过 1.5KΩ 电阻放电。

电气参数

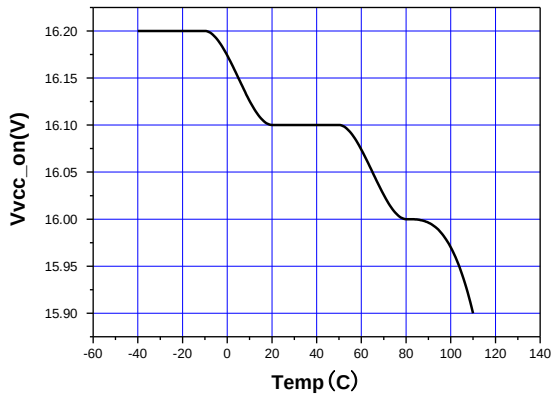
(无特别说明 $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{CC}=14\text{V}$)

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压						
V_{VCC_ON}	VCC 启动电压	V_{CC} 上升	13.5	15	16.5	V
V_{VCC_OFF}	VCC 关断电压	V_{CC} 下降	7.5	8.5	9.5	V
V_{VCC_OVP}	VCC 过压保护阈值	V_{CC} 上升		26		V
$V_{VCC_OVP_HYS}$	VCC 过压迟滞			1.3		V
V_{VCC_Clamp}	VCC 钳位电压	$I_{VCC}=10\text{mA}$		31		V
$I_{Startup}$	VCC 启动电流	$V_{CC}=11\text{V}$		10	30	μA
I_{VCC_QUIET}	VCC 工作电流 (开关无动作)			1	2	mA
I_{VCC_OPER}	VCC 工作电流 (开关动作)	$F_{GATE_AVG}=70\text{KHz}$, $C_{GATE}=1\text{nF}$		2	5	mA
误差放大器						
V_{Ref}	内部基准电压		0.392	0.4	0.408	V
V_{COMP_RANG}	COMP 电压范围		0.8		5	V
G_{EA}	EA 跨导			35		$\mu\text{A/V}$
线电压采样						
V_{VINS}	VINS 悬空电压		5.5	6	6.5	V
V_{UV}	VINS 欠压保护阈值		0.9	1	1.1	V
I_{VINS}	VINS 上拉电流	$V_{VINS}=0.5\text{V}$		20		μA
电流采样						
T_{LEB}	电流采样前沿消隐时间			280		ns
V_{CS_Clamp}	CS 钳位电压		1.1	1.2	1.3	V
V_{CS_Prot}	CS过流保护阈值		2.2	2.5	2.8	V
DET 反馈						
V_{ZCD}	DET下降阈值电压	下降沿		0		V
V_{ZCD_H}	DET迟滞电压			1.4		V
V_{DET_OVP}	DET过压保护阈值		3.6	4	4.4	V
T_{OFF_MIN}	最小关断时间			5		μS
T_{Start}	启动计时器周期	$V_{DET} < 0.35\text{V}$		50		μS

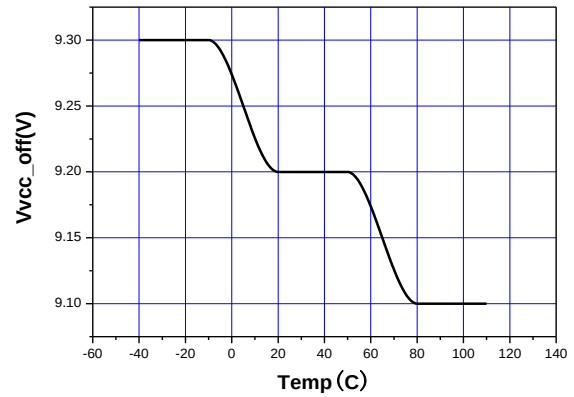
T_{ON_MAX}	最长导通时间			13		μS
DIM 调光输入						
V_{DIM}	DIM 悬空电压		5.5	6	6.5	V
V_{DIMH}	DIM 高电平		2.4			V
V_{DIML}	DIM 低电平				0.7	V
V_{DIM_DC}	DIM 模拟调光电压范围		0.7		2.4	V
I_{DIM}	DIM 上拉电流	$V_{DIM} = 0 V$		20		μA
驱动级						
V_{GATE_Clamp}	驱动钳位电压		11	14	17	V
I_{GATE_Source}	最大驱动拉电流			0.5		A
I_{GATE_Sink}	最大驱动灌电流			-0.6		A
热保护						
T_{SD}	热关断温度			150		$^{\circ}C$

特性曲线

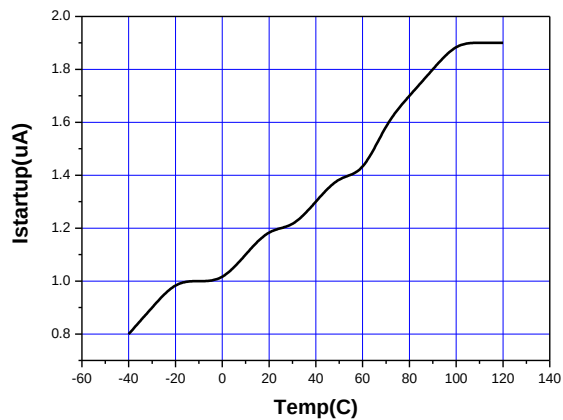
VCC 启动电压温度特性



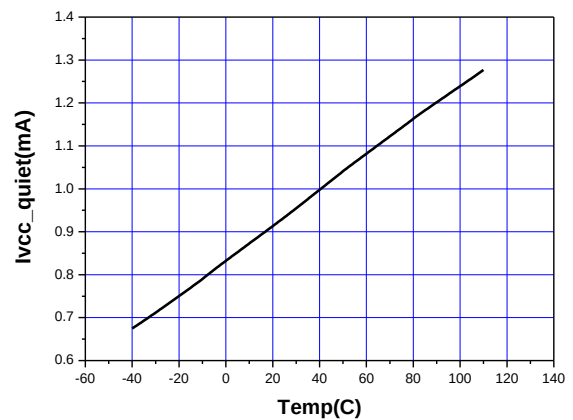
VCC 关断电压温度特性



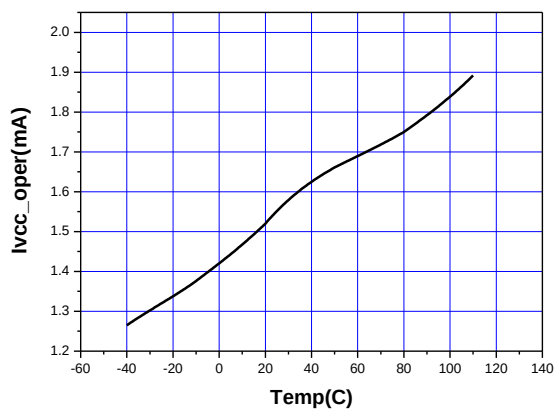
启动电流温度特性



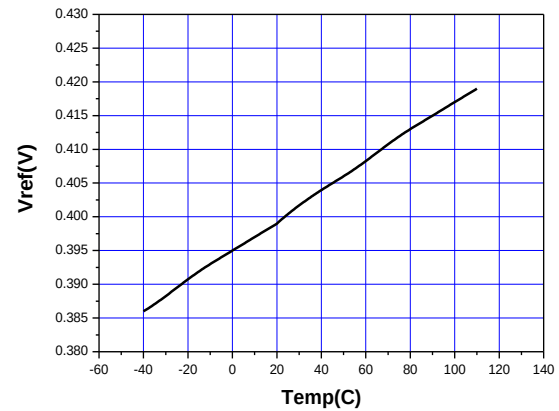
静态电流温度特性



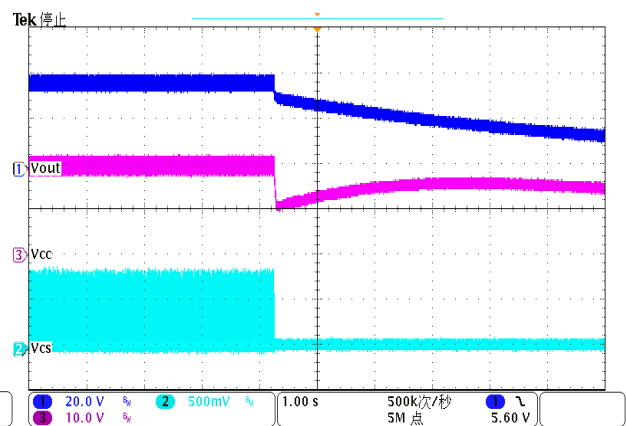
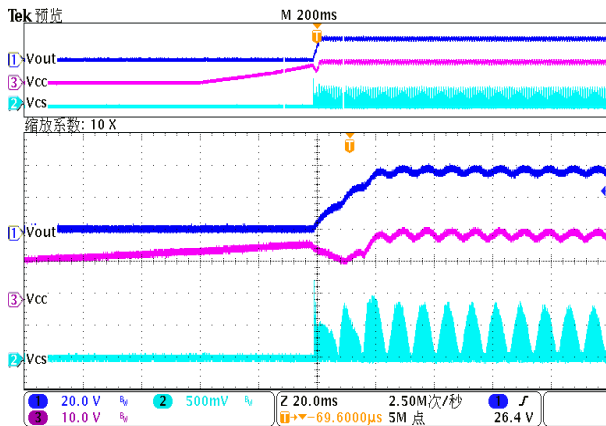
工作电流温度特性



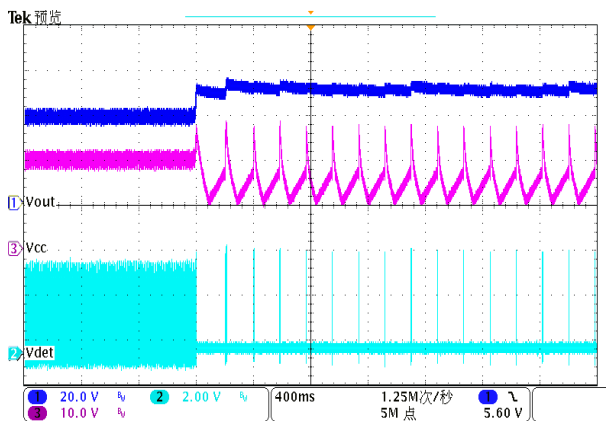
恒流参考电压温度特性



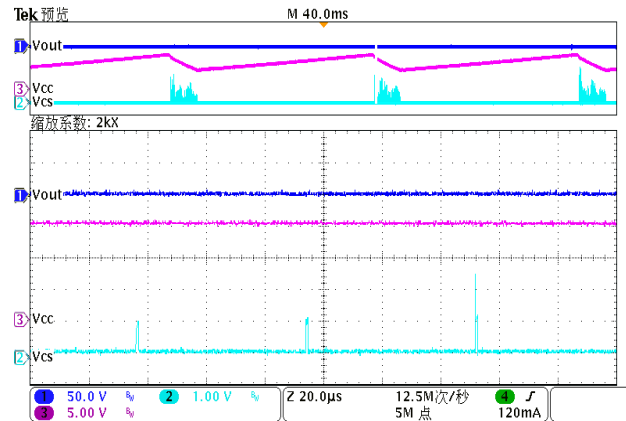
典型工作波形



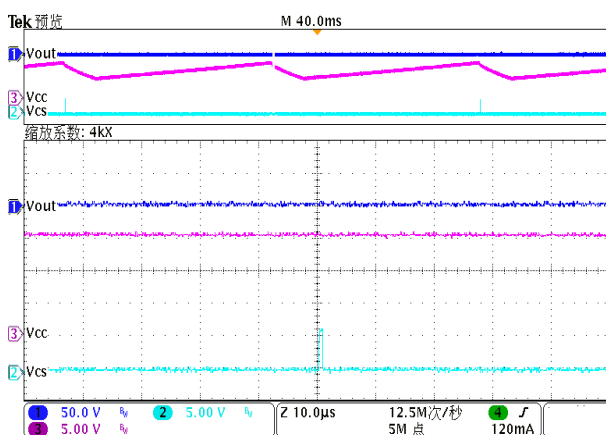
启动波形



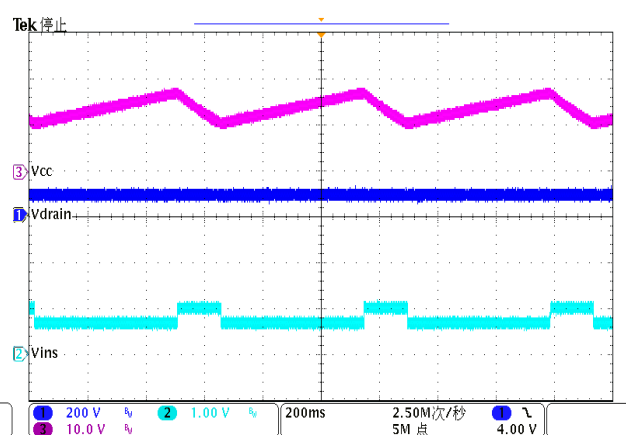
掉电波形



LED开路保护



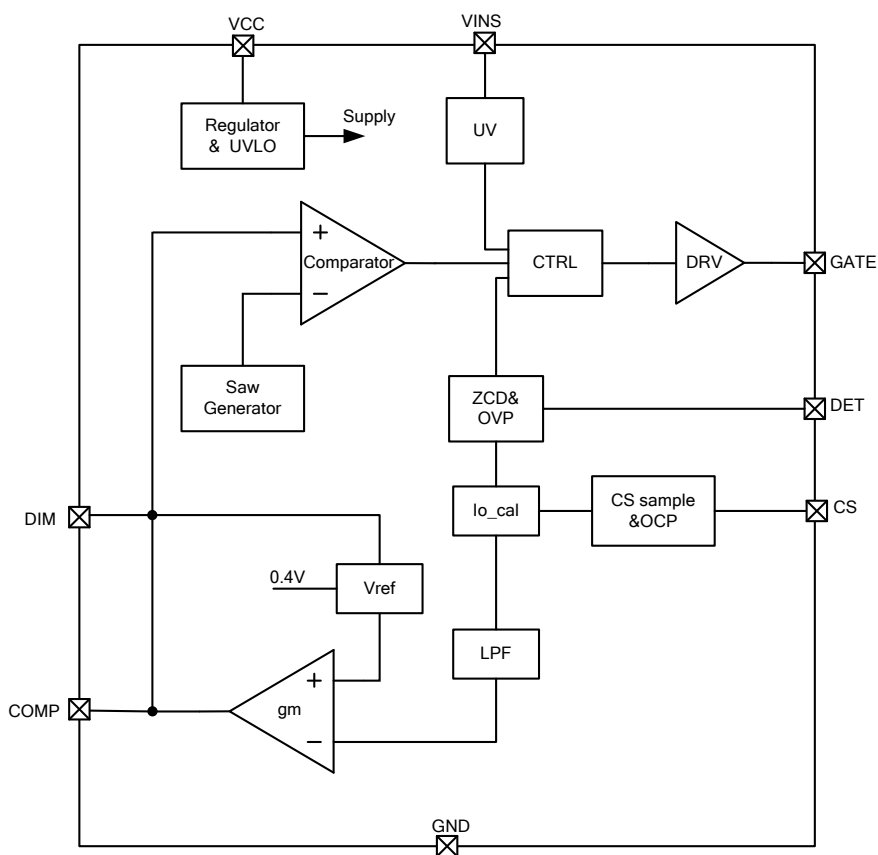
LED短路保护



电感绕组短路保护

输入欠压保护

简化模块图



功能描述

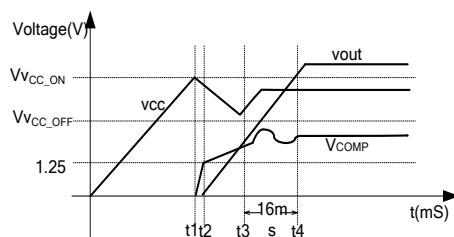
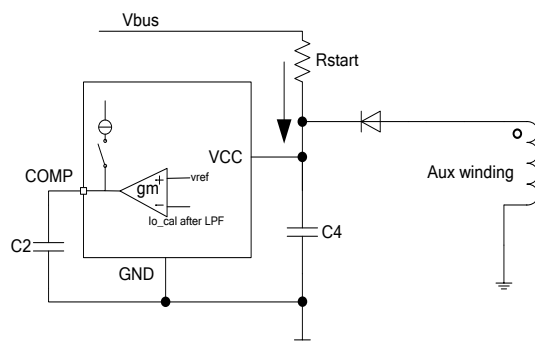
PT4212A 是一款带有源功率因数校正的高精度降压型 LED 恒流控制芯片，适用于 85Vac-265Vac 全电压输入范围的非隔离 LED 恒流电源。

启动

在系统上电后，母线电压通过启动电阻给VCC电容充电，当VCC电压上升到启动阈值电压后，PT4212A开始输出脉冲信号，通过变压器将输入能量传递到输出，随着输出电压的上升，辅组绕组的正向电压跟着逐渐增大，当辅组绕组正向电压超过此时的VCC电压时，VCC供电回路二极管因承受正向电压而导通，VCC电压转为辅助绕组供电。

由于传统PFC控制环路的带宽很窄，导致开启时间长、输出过冲大。PT4212A采用独特的动态环路控制技术，避免了输出电压超调，并实现了快速启动。t1~t2阶段：当VCC电压达到启动阈值电压，内部电流源给COMP引脚电容充电，COMP电压达到1.25V时移除电流源并输出脉冲信号。t2~t3阶段：芯片采用20倍稳态带宽进行环路调节，t3~t4阶段：当DET引脚电压达到1.4V，20倍带宽的工作状态继续维持16ms，快速而平稳的输出启动

特性，t4时刻输出电压已基本建立，电路进入稳态带宽工作状态。



固定导通时间和准谐振控制模式

PT4212A采用固定导通时间控制，电感电流峰值包络近似为正弦波，并跟踪输入交流电压相位，从而实现较高的功率因素。由于PT4212A采用了降压式拓扑架构，当母线电压小于输出LED灯压时，存在导通死区，导致功率因素的下降，实际应用时建议限制输出电压幅值，85~265Vac全电压输入范围应用时，建议输出LED灯压小于60V。

PT4212A采用准谐振控制模式，当变压器电感电流下降到零之后，变压器激磁电感与开关管的结电容发生谐振，为了更精准的采样到谷底电压而降低开关损耗，芯片采用了第二个谷底开通模式，通过采样到的第一个谐振周期推算二次谐振到达谷底时间，从而实现精确的谷底采样。

输出电流设置

PT4212A采用了独特的电流采样及恒流控制机制，可以实现高电流精度，LED输出电流计算方法：

$$I_{OUT} = \frac{1}{2} \frac{V_{ref}}{R_{CS}}$$

其中：

VREF是内部基准电压，固定为400mV

RCS是电流采样电阻的阻值

反馈网络

PT4212A通过DET检测电感过零电流过零，同时用于检测输出过压保护（OVP），阈值为4.0V。DET的上下分压电阻比例可以设置为：

$$\frac{R_{DETL}}{R_{DETL} + R_{DETH}} = \frac{4.0}{V_{OVP}} \times \frac{N_P}{N_A}$$

其中：

RDETL是反馈网络的下分压电阻

RDETH是反馈网络的上分压电阻

V_{OVP}是输出电压过压保护设定点

N_P是变压器主级绕组的匝数

Layout 注意事项

在进行PT4212A PCB板Layout时，需要注意以下事项：

1. 减小功率环路面积，如变压器主级、功率管、输入和输出电容的环路面积，变压器主级、续流二极管和输出电容的环路面积，以减小EMI辐射。
2. VCC及COMP引脚的旁路电容需要紧靠芯片引脚。

N_A是变压器辅助绕组的匝数

上分压电阻的选择关系到输出电流线电压补偿效果，可以设置为：

$$R_{DETH} = \frac{113K \times 6 \times N_A}{N_P}$$

实际应用可在设计值上下一倍参数范围进行调整，以达到最佳的线调整率特性。

PWM/模拟调光

PT4212A通过DIM引脚检测PWM调光信号（10% - 100%），用来调节芯片内部基准电压，从而进行输出电流控制。建议调光频率设定为20KHz以上，以避免音频噪声。

DIM引脚同时可以同来检测模拟调光信号（0.7~2.4V），芯片内部控制模块将其转换为PWM信号，其占空比与模拟调光信号电平成正比，调光原理与PWM调光相同。

保护功能

PT4212A提供完善的保护功能：包括LED开路保护、LED短路保护、芯片供电过压及欠压保护、输入欠压保护，逐周期限流保护，变压器绕组短路保护，过温保护等。当LED开路时，随着输出电压的升高，当DET电压连续3个脉冲超过DET过压保护阈值时，停止开关工作，VCC电压开始下降，当VCC到达欠压保护阈值时，系统将重启。

当LED短路时，系统工作在20kHz频率，同时CS电平被钳位在0.5V，从而降低短路状态电路功耗，短路期间，随着辅助绕组供电能量的消失，VCC电压开始下降，当到达欠压保护阈值时，系统重启。

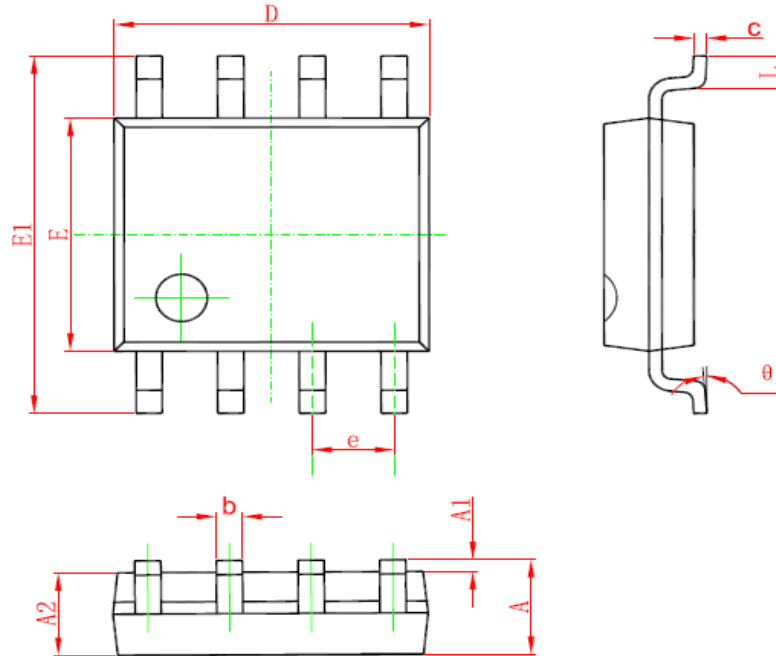
当变压器绕组短路（或者饱和）时，一旦开关管导通，电流快速上升，当CS脚电压超过2.5V时，芯片内部的快速检测电路会马上关闭开关脉冲，从而保护电路。

系统进入保护状态后，不断的检测负载状态，如果故障解除，系统会重新开始正常工作。

3. 电流采样电阻的功率地线尽可能短，且靠近母线电容与芯片地，其它小信号地线与功率地单点接到母线电容的地端。
4. 接到DET的分压电阻尽量靠近DET引脚，且节点远离变压器跳变点。

封装信息

SOP-8



符号	公制 (mm)		英制 (inch)	
	最小	最大	最小	最大
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.250	1.650	0.049	0.065
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.201
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270(BSC)		0.050(BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.05
θ	0°	8°	0°	8°

重要声明

华润矽威(POWTECH)有权对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改，并有权中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息，并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的华润矽威销售条款与条件。

华润矽威保证其所销售的产品的性能符合产品销售时半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在华润矽威保证的范围内，且华润矽威认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定，否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

华润矽威对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用华润矽威的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险，客户应提供充分的设计与操作安全措施。

华润矽威产品未获得用于FDA Class III（或类似的生命攸关医疗设备）的授权许可，除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些华润矽威特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的华润矽威产品才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意，对并非指定面向军事或航空航天用途的华润矽威产品进行军事或航空航天方面的应用，其风险由客户单独承担，并且由客户独立负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

华润矽威未明确指定符合ISO/TS16949 要求的产品不能应用于汽车。在任何情况下，因使用非指定产品而无法达到ISO/TS16949 要求，华润矽威不承担任何责任。