

### 概述

PT4240是一款带有源功率因数校正的高精度降压型LED恒流驱动芯片，适用于85Vac-265Vac全电压输入范围的非隔离LED恒流电源。驱动器集成了有源功率因数校正电路，可以实现高功率因数和低的总谐波失真。由于工作在电感电流临界导通模式，功率MOS管处于零电流开通状态，开关损耗得以减小，同时电感的利用率也较高。

PT4240采用独特的电流采样及恒流控制机制，具备优异的线电压调整率、负载调整率以及输出电流温度特性。

PT4240提供完善的保护功能：包括LED短路/开路保护，逐周期限流保护，电感绕组短路保护等，所有的保护状态都具有自动重启功能。独特的过温调节功能使得系统在高温时自动降低电流从而有效地保护电源和负载。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

- 内置 600V 高压 MOSFET
- $\pm 3\%$  LED 输出电流精度
- 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
- 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
- 软启动功能
- LED短路/开路保护
- 电感绕组短路保护
- 逐周期电流限流
- 过温降电流功能
- 采用SOP-8 / SOP-7封装

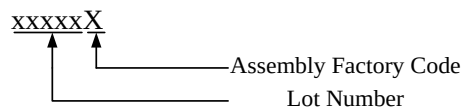
### 应用

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

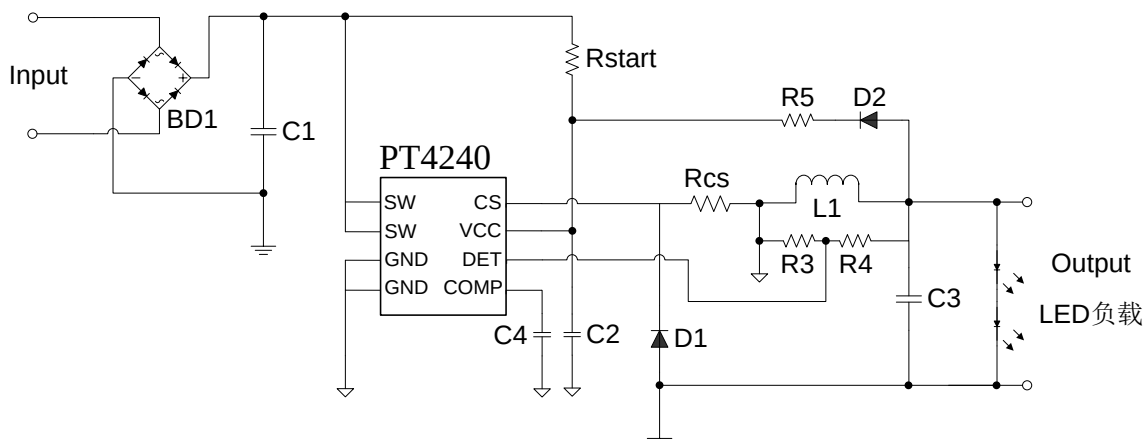
### ● 订购信息

| 封装    | 温度范围          | 订购型号       | 包装打印           | 产品打印                                                                                                   |
|-------|---------------|------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SOP-8 | -40°C to 85°C | PT4240ESOH | 2500 颗/盘<br>编带 |  PT4240<br>xxxxxX |
| SOP-7 | -40°C to 85°C | PT4240ESOG | 2500 颗/盘<br>编带 |  PT4240<br>xxxxxX |

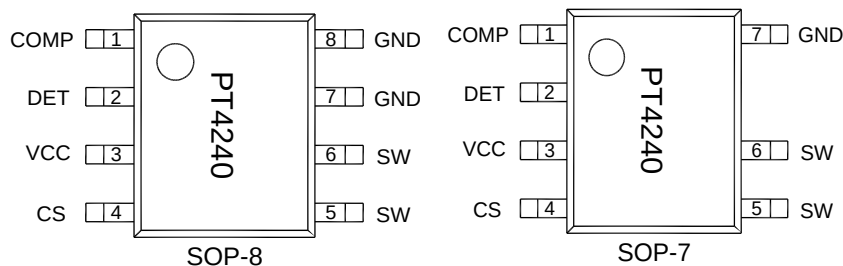
Note:

xxxxxX  


### 典型应用电路



## 管脚



## 管脚描述

| 引脚号码<br>SOP-8 | 引脚号码<br>SOP-7 | 引脚名称 | 引脚功能描述                   |
|---------------|---------------|------|--------------------------|
| 1             | 1             | COMP | 环路补偿脚                    |
| 2             | 2             | DET  | 反馈信号采样端，检测电感过零电流和LED灯串电压 |
| 3             | 3             | VCC  | 芯片供电电源                   |
| 4             | 4             | CS   | 电流采样端，采样电阻接在CS和GND端之间    |
| 5、6           | 5、6           | SW   | 功率开关脚                    |
| 7、8           | 7             | GND  | 接地引脚                     |

## 极限参数 (注 1)

| 符号               | 参数               | 参数范围     | 单位   |
|------------------|------------------|----------|------|
| $V_{SW\_MAX}$    | SW最大电压           | 600      | V    |
| $V_{VCC\_Clamp}$ | VCC 钳位电压         | 28       | 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   |
| $V_{CS}$         | CS 引脚电压范围        | -0.3~24  | 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   |
| $\Theta_{JA}$    | PN结到环境的热阻(SOP-8) | 184      | °C/W |
|                  | PN结到环境的热阻(SOP-7) | 184      | °C/W |
| HBM              | ESD 保护参数(注 2)    | 2        | kV   |

## 推荐工作范围

| 符号        | 参数   | 参数范围     | 单位 |
|-----------|------|----------|----|
| $T_{OPT}$ | 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:** ESD 放电人体模型，100pF 电容通过 1.5Kohm 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   |
|------------------------|---------------------|-----------------------------------------|-------|------|-------|------|
| 电源电压和电流(VCC)           |                     |                                         |       |      |       |      |
| V <sub>VCC_ON</sub>    | VCC 启动电压            | V <sub>CC</sub> 上升                      | 16.2  | 18   | 19.8  | V    |
| V <sub>VCC_OFF</sub>   | VCC 关断电压            | V <sub>CC</sub> 下降                      | 7.5   | 8.5  | 9.5   | V    |
| V <sub>VCC_Clap</sub>  | VCC 钳位电压            | I <sub>VCC</sub> =10mA                  |       | 28   |       | V    |
| I <sub>Startup</sub>   | VCC 启动电流            | V <sub>CC</sub> =15V                    |       | 35   | 80    | μA   |
| I <sub>VCC_QUIET</sub> | VCC 工作电流<br>(开关无动作) |                                         |       | 0.36 | 0.7   | mA   |
| I <sub>VCC_OPER</sub>  | VCC 工作电流<br>(开关动作)  | F <sub>GATE_AVG</sub> =50KHz            |       | 0.6  | 1     | mA   |
| 误差放大器                  |                     |                                         |       |      |       |      |
| V <sub>Ref</sub>       | 内部基准电压              |                                         | 0.194 | 0.2  | 0.206 | V    |
| V <sub>COMP_RANG</sub> | COMP 电压范围           |                                         | 0.8   |      | 2.5   | V    |
| G <sub>EA</sub>        | EA 跨导               |                                         |       | 35   |       | μA/V |
| 电流采样                   |                     |                                         |       |      |       |      |
| T <sub>LEB</sub>       | 电流采样前沿消隐时间          |                                         |       | 280  |       | ns   |
| V <sub>CS_Clap</sub>   | CS 钳位电压             |                                         | 0.94  | 1    | 1.06  | V    |
| V <sub>CS_Prot</sub>   | CS过流保护阈值            |                                         |       | 2.5  |       | V    |
| DET 反馈                 |                     |                                         |       |      |       |      |
| V <sub>ZCD</sub>       | 零电流检测阈值电压           | 下降沿                                     |       | 0    |       | V    |
| V <sub>ZCD_H</sub>     | 零电流检测迟滞电压           |                                         |       | 1.4  |       | V    |
| V <sub>DET_OVP</sub>   | 过压保护阈值              |                                         | 3.6   | 4    | 4.4   | V    |
| T <sub>ON_MAX</sub>    | 最大开通时间钳位            |                                         |       | 15   |       | μS   |
| T <sub>OFF_MIN</sub>   | 最小关断时间              |                                         |       | 5    |       | μS   |
| T <sub>Start</sub>     | 启动计时器周期             | V <sub>DET</sub> < 0.35V                |       | 50   |       | μS   |
| 功率 MOSFET              |                     |                                         |       |      |       |      |
| R <sub>DSON</sub>      | DS 导通阻抗             | VCC=10V,I <sub>D</sub> =1.25A           |       |      | 2.2   | ohm  |
| BV <sub>DS</sub>       | DS 击穿电压             | VCC=0,I <sub>D</sub> =250uA             | 600   |      |       | V    |
| I <sub>DSS</sub>       | DS 漏电电流             | VCC=0,V <sub>DS</sub> =600V<br>Tc=25°C  |       |      | 1     | uA   |
|                        |                     | VCC=0,V <sub>DS</sub> =600V<br>Tc=125°C |       |      | 100   | uA   |
| 热保护                    |                     |                                         |       |      |       |      |
| T <sub>REG</sub>       | 过热调节温度              |                                         |       | 150  |       | °C   |

### 概述

PT4501是一款高精度降压型三端LED恒流驱动芯片。芯片工作在准谐振模式，适用于85Vac~265Vac全范围输入电压的非隔离降压型LED恒流电源。

PT4501在单芯片上集成了500V功率MOS、高压自供电电路以及专利的采样电路，无需启动电阻以及反馈电阻。三个引脚的封装简化了PCB的设计，系统只需要很少的外围元件，极大的节约了系统成本和体积。

PT4501采用高可靠性的恒流控制方式实现了优异的线性调整率、负载调整率及温度特性。输出电流产量偏差在 $\pm 3\%$ 以内。

PT4501提供完善的保护功能: 包含LED开路/短路保护、电感短路保护以及过温保护等。

PT4501采用TO92-3L, SOT89-3L等封装。

### 特点

- 高压单芯片集成 500V 功率管，稳定性高
- BOM 业内最精简，外围仅 8 个元件
- 电感电流准谐振模式(QR)，降低开关损耗
- 带载最高12W，效率最高可达93%
- $\pm 3\%$ 电流精度
- 优异的线性调整率，负载调整率和温度特性
- LED 开路保护
- LED 短路保护
- 芯片供电欠压保护
- 过温保护
- 支持TO92-3L等多种封装

### 应用

- LED蜡烛灯，球泡灯
- LED筒灯，日光灯
- 其它LED照明

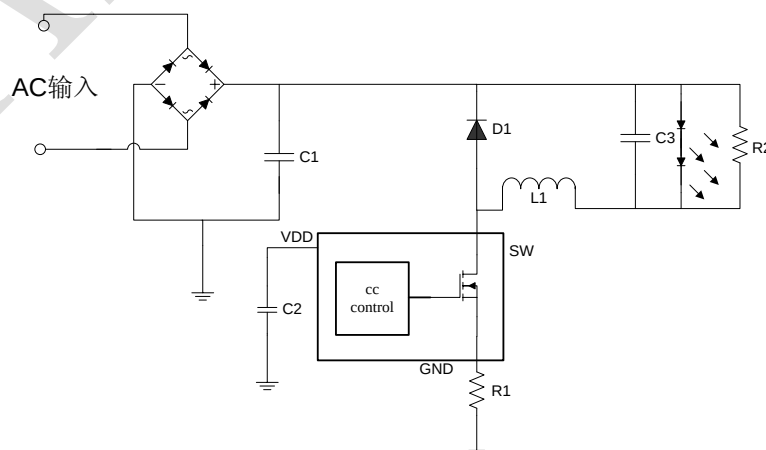
### 订购信息

| 封装       | 温度范围                                           | 订购型号       | 包装打印                        | 产品打印                                                                                                      |
|----------|------------------------------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TO92-3L  | $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ | PT4501E92C | 2000 颗/盘(编带)<br>500 颗/袋(袋装) | <br>PT4501<br>XXXXXX |
| SOT89-3L | $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ | PT4501E89C | 1000 颗/盘                    |  PT4501<br>XXXXXX    |

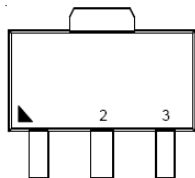
Note:

XXXXXX  
↑ Assembly Factory Code  
↑ Lot Number

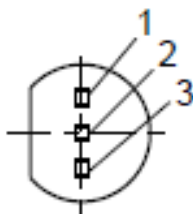
### 典型应用电路



## 管脚(顶视图)



SOT89-3L



T092-3L

## 管脚描述

| 引脚号码 | 引脚名称 | 引脚功能描述       |
|------|------|--------------|
| 1    | SW   | 内置高压MOSFET漏极 |
| 2    | GND  | 芯片接地端        |
| 3    | VDD  | 芯片电源端        |

## 极限参数 (注 1)

| 符号               | 参数            | 参数范围     | 单位   |
|------------------|---------------|----------|------|
| VDD              | 芯片供电电源        | 7        | V    |
| V <sub>SW</sub>  | SW 引脚电压范围     | -0.3~500 | V    |
| T <sub>OPT</sub> | 工作温度范围        | -40~125  | °C   |
| T <sub>STG</sub> | 贮存温度范围        | -55 ~150 | °C   |
| Θ <sub>JA</sub>  | PN结到环境的热阻     | 83       | °C/W |
| HBM              | ESD 保护参数(注 2) | 2        | kV   |

## 推荐输出功率

| 输入电压          | 最大带载能力 | 输出规格       |
|---------------|--------|------------|
| 90Vac-264Vac  | 6W     | 50V/120mA  |
| 176Vac-264Vac | 12W    | 100V/120mA |

**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。

**注 2:** 人体模型, 100pF 电容通过 1.5KΩ 电阻放电。

## 电气参数(注 4, 5)

(无特别说明  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{CC}=7\text{V}$ )

| 符号               | 参数             | 测试条件                             | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位                 |
|------------------|----------------|----------------------------------|-----|-----|-----|--------------------|
| <b>供电电压</b>      |                |                                  |     |     |     |                    |
| $V_{VDD}$        | VDD 工作电压       |                                  |     | 6.5 |     | V                  |
| $V_{VDD\_UVLO}$  | VDD 欠压锁定电压     | $V_{DD}$ 下降                      |     | 5.5 |     | V                  |
| $I_{START}$      | SW 给 VDD 提供的电流 |                                  |     | 1.2 |     | mA                 |
| $I_{VDD\_QUIET}$ | VDD 静态电流       | 无开关动作                            |     | 150 | 250 | $\mu\text{A}$      |
| $I_{VDD\_OPER}$  | VDD 工作电流       | $F_{SW}=50\text{KHz}$            |     | 200 | 300 | $\mu\text{A}$      |
| <b>电流采样</b>      |                |                                  |     |     |     |                    |
| $T_{LEB}$        | 电流采样前沿消隐时间     |                                  |     | 400 |     | nS                 |
| $V_{CS\_TH}$     | 逐周期限流阈值        |                                  |     | 0.5 |     | V                  |
| $V_{CS\_PROT}$   | 过流保护阈值         |                                  |     | 1.5 |     | V                  |
| <b>开关限制</b>      |                |                                  |     |     |     |                    |
| $T_{OFF\_MIN}$   | 最小关断时间         |                                  |     | 6   |     | $\mu\text{S}$      |
| $T_{OFF\_MAX}$   | 最长关断时间         |                                  |     | 240 |     | $\mu\text{S}$      |
| $T_{ON\_MAX}$    | 最长导通时间         |                                  |     | 40  |     | $\mu\text{S}$      |
| <b>功率开关</b>      |                |                                  |     |     |     |                    |
| $R_{DS\_ON}$     | 导通电阻           | $I_{DS}=0.1\text{A}$             |     | 14  | 17  | ohm                |
| $BV_{DS}$        | 源漏击穿电压         | $V_{GS}=0/I_{DS}=250\mu\text{A}$ | 500 |     |     | V                  |
| $I_{DSS}$        | 功率开关漏电流        | $V_{GS}=0/V_{DS}=500\text{V}$    |     |     | 10  | $\mu\text{A}$      |
| <b>热保护</b>       |                |                                  |     |     |     |                    |
| $T_{REG}$        | 过热调节温度         |                                  |     | 155 |     | $^{\circ}\text{C}$ |
| $T_{HYS}$        | 过热保护迟滞温度       |                                  |     | 15  |     | $^{\circ}\text{C}$ |

## 功能描述

PT4501 是一款专用于 LED 照明的恒流驱动芯片，应用于非隔离降压型 LED 驱动电源。芯片内部集成 500V 功率开关，只需要极少的外围组件就可以达到优异的恒流特性。而且无需辅助绕组供电和检测，系统成本极低。

### 启动和 VCC 欠压保护

系统上电后，母线电压通过恒流源对Vdd电容充电，当Vdd电压达到UVLO开启阈值时，芯片内部控制电路开始工作。PT4501内置稳压管，用于钳位Vdd电压。芯片正常工作时，需要的Vdd电流极低，所以无需辅助绕组供电。

系统正常工作后，Vdd电压需要降低到UVLO关断电压以下，系统才会停止工作，实现UVLO保护功能。

### 恒流控制，输出电流设置

芯片逐周期检测电感的峰值电流，CS端连接到内部的峰值电流比较器的输入端，与内部500mV阈值电压进行比较，当CS电压达到内部检测阈值时，功率管关断。

电感峰值电流的计算公式为：

$$I_{PK} = \frac{500}{R_{CS}} (mA) \quad -- \text{公式1}$$

其中， $R_{CS}$ 为电流采样电阻阻值。CS比较器的输出还包括一个400ns前沿消隐时间。

LED输出电流计算公式为：

$$I_{LED} = \frac{I_{PK}}{2} \quad -- \text{公式2}$$

其中， $I_{PK}$ 是电感的峰值电流。

### 储能电感

PT4501工作在准谐振模式，当功率管导通时，流过储能电感的电流从零开始上升，导通时间为：

$$T_{on} = \frac{L \times I_{PK}}{V_{IN} - V_{LED}} \quad -- \text{公式3}$$

其中， $L$ 是电感量； $I_{PK}$ 是电感电流的峰值； $V_{IN}$ 是经整流后的母线电压； $V_{LED}$ 是输出LED上的电压。

当功率管关断时，流过储能电感的电流从峰值开始往下

降，当电感电流下降到零后，芯片内部逻辑再次将功率管开通，功率管的关断时间为：

$$T_{off} = \frac{L \times I_{PK}}{V_{LED}} \quad -- \text{公式4}$$

储能电感的计算公式为：

$$L = \frac{V_{LED} \times (V_{IN} - V_{LED})}{f \times I_{PK} \times V_{IN}} \quad -- \text{公式5}$$

其中， $f$ 为系统工作频率。PT4501的系统工作频率和输入电压成正比关系，设置PT4501系统工作频率时，选择在输入电压最低时设置系统的最低工作频率，而当输入电压最高时，系统的工作频率也最高。

PT4501设置了系统的最小退磁时间和最大退磁时间，分别为6μs和240μs。由 $T_{OFF}$ 的计算公式可知，选择合适的电感值已保证系统持续工作在临界模式非常重要。

### 多种保护功能

PT4501 内置多种保护功能，包括LED开路/短路保护，Vdd欠压保护等。当输出LED开路时，系统会触发过压保护逻辑并停止开关工作。当LED短路时，系统工作在4KHz低频，CS关断阈值降低约一半，所以功耗很低。当有些异常的情况发生时，比如电感短路等，芯片内部的快速探测电路会触发保护逻辑，系统马上停止开关工作。

### 过压保护功能

当 LED 开路时，输出电压逐渐上升，退磁时间变短。因此可以根据下列公式选取合适的电感值需要设定的开路保护电压，退磁时间  $T_{OVP}$  固定为 6μs。

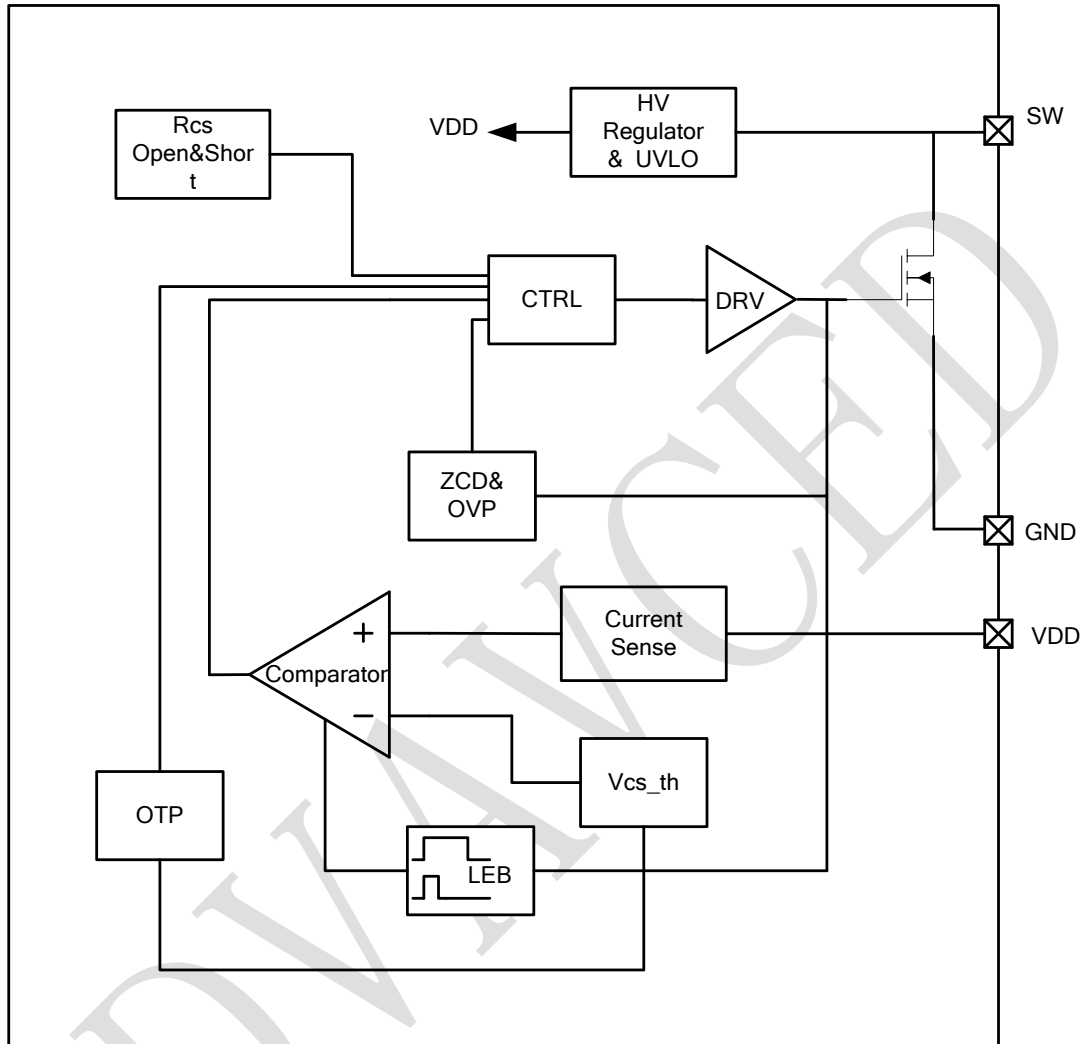
$$T_{OVP} \approx \frac{L \times V_{CS}}{R_{CS} \times V_{OVP}} \quad -- \text{公式 6}$$

其中， $V_{CS}$  是 CS 关断阈值（500mV）。

### 过热保护功能

PT4501具有过热保护功能，当芯片温度超过155℃时芯片关闭，系统会不断检测芯片温度，当芯片温度降到140度以下，系统恢复正常工作。

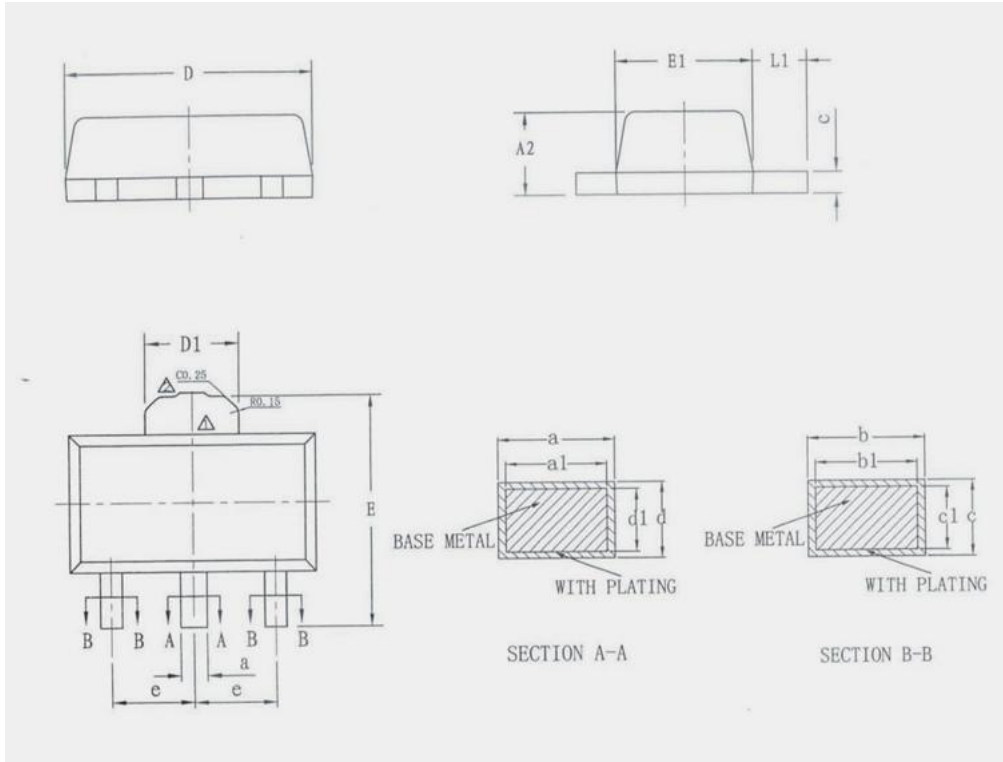
简化模块图





## 封装信息

### SOT89-3L



| Symbol | Millimeters |       | Inches   |       |
|--------|-------------|-------|----------|-------|
|        | Min         | Max   | Min      | Max   |
| A2     | 1.400       | 1.600 | 0.055    | 0.063 |
| b      | 0.380       | 0.470 | 0.015    | 0.019 |
| b1     | 0.370       | 0.430 | 0.015    | 0.017 |
| c      | 0.360       | 0.460 | 0.014    | 0.018 |
| c1     | 0.350       | 0.410 | 0.014    | 0.016 |
| a      | 0.460       | 0.560 | 0.018    | 0.022 |
| a1     | 0.450       | 0.510 | 0.018    | 0.020 |
| d      | 0.360       | 0.460 | 0.014    | 0.018 |
| d1     | 0.350       | 0.410 | 0.014    | 0.016 |
| D      | 4.300       | 4.700 | 0.169    | 0.185 |
| D1     | 1.700REF    |       | 0.067REF |       |
| E      | 4.000       | 4.400 | 0.157    | 0.173 |
| E1     | 2.300       | 2.700 | 0.091    | 0.106 |
| e      | 1.500BSC    |       | 0.059BSC |       |
| L1     | 0.800       | 1.200 | 0.031    | 0.047 |

### 概述

PT4501C是一款高精度降压型三端LED恒流驱动芯片。芯片工作在准谐振模式，适用于85Vac~265Vac全范围输入电压的非隔离降压型LED恒流电源。

PT4501C在单芯片上集成了500V功率MOS、高压自供电电路以及专利的采样电路，无需启动电阻以及反馈电阻。三个引脚的封装简化了PCB的设计，系统只需要很少的外围元件，极大的节约了系统成本和体积。

PT4501C采用高可靠性的恒流控制方式实现了优异的线性调整率、负载调整率及温度特性。输出电流量产偏差在+/-3%以内。

PT4501C提供完善的保护功能：包含LED开路/短路保护、电感短路保护以及过温降电流保护等。

PT4501C采用TO92-3L，SOT89-3L，SOT23-3L，SOP-8等封装。

### 特点

- 高压单芯片集成 500V 功率管，稳定性高
- BOM 业内最精简，外围仅 8 个元件
- 电感电流准谐振模式(QR)，降低开关损耗
- 带载最高7W，效率最高可达93%
- +/-5%电流精度
- 优异的线性调整率，负载调整率和温度特性
- LED 开路保护
- LED 短路保护
- 芯片供电欠压保护
- 过温降电流保护
- 支持SOT23-3L等多种封装

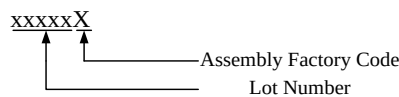
### 应用

- LED蜡烛灯，球泡灯
- LED筒灯，日光灯
- 其它LED照明

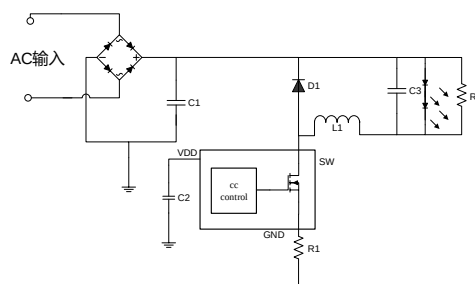
### 订购信息

| 封装       | 温度范围          | 订购型号        | 包装打印                        | 产品打印                                                                                                       |
|----------|---------------|-------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TO92-3L  | -40°C ~ +85°C | PT4501CE92C | 2000 颗/盘(编带)<br>500 颗/袋(袋装) | <br>PT4501C<br>XXXXXX |
| SOT89-3L | -40°C ~ +85°C | PT4501CE89C | 1000 颗/盘                    |  PT4501C<br>XXXXXX    |
| SOP-8    | -40°C ~ +85°C | PT4501CESOH | 2500 颗/盘                    |  PT4501C<br>XXXXXX    |
| SOT23-3L | -40°C ~ +85°C | PT4501CE23C | 3000 颗/盘(编带)                | 4501C                                                                                                      |

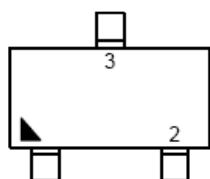
Note:



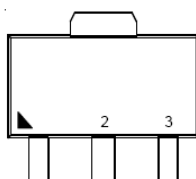
### 典型应用电路



## 管脚定义



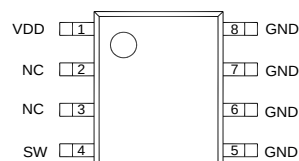
SOT23-3L



SOT89-3L



T092-3L



SOP-8

## 管脚描述

| 引脚号码<br>T092-3L<br>SOT89-3L | 引脚名称 | 引脚功能描述       |
|-----------------------------|------|--------------|
| 1                           | SW   | 内置高压MOSFET漏极 |
| 2                           | GND  | 芯片接地端        |
| 3                           | VDD  | 芯片电源端        |
| 引脚号码<br>SOT23-3L            | 引脚名称 | 引脚功能描述       |
| 1                           | SW   | 内置高压MOSFET漏极 |
| 2                           | VDD  | 芯片电源端        |
| 3                           | GND  | 芯片接地端        |
| 引脚号码<br>SOP-8               | 引脚名称 | 引脚功能描述       |
| 1                           | VDD  | 芯片电源端        |
| 2,3                         | NC   |              |
| 4                           | SW   | 内置高压MOSFET漏极 |
| 5,6,7,8                     | GND  | 芯片接地端        |

## 极限参数 (注 1)

| 符号                       | 参数            | 参数范围     | 单位   |
|--------------------------|---------------|----------|------|
| VDD                      | 芯片供电电源        | 7        | V    |
| V <sub>SW</sub>          | SW 引脚电压范围     | -0.3~500 | V    |
| T <sub>OPT</sub>         | 工作温度范围        | -40~125  | °C   |
| T <sub>STG</sub>         | 贮存温度范围        | -55 ~150 | °C   |
| Θ <sub>JA_T092-3L</sub>  | PN结到环境的热阻     | 83       | °C/W |
| Θ <sub>JA_SOT89-3L</sub> | PN结到环境的热阻     | 100      | °C/W |
| Θ <sub>JA_SOP-8</sub>    | PN结到环境的热阻     | 145      | °C/W |
| Θ <sub>JA_SOT23-3L</sub> | PN结到环境的热阻     | 220      | °C/W |
| HBM                      | ESD 保护参数(注 2) | 2        | kV   |

## 推荐输出功率

| 输入电压          | 推荐带载能力 | 输出规格       |
|---------------|--------|------------|
| 176Vac-264Vac | 15W    | 150V/100mA |
| 176Vac-264Vac | 10W    | 72V/150mA  |
| 176Vac-264Vac | 7W     | 36V/175mA  |

**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。

**注 2:** 人体模型，100pF 电容通过 1.5KΩ 电阻放电。

## 电气参数 (注 4, 5)

(无特别说明  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{CC}=7\text{V}$ )

| 符号               | 参数             | 测试条件                             | 最小值   | 典型值   | 最大值   | 单位                 |
|------------------|----------------|----------------------------------|-------|-------|-------|--------------------|
| <b>供电电压</b>      |                |                                  |       |       |       |                    |
| $V_{VDD}$        | VDD 工作电压       |                                  |       | 6.5   |       | V                  |
| $V_{VDD\_UVLO}$  | VDD 欠压锁定电压     | $V_{DD}$ 下降                      |       | 5.5   |       | V                  |
| $I_{START}$      | SW 给 VDD 提供的电流 |                                  |       | 1.2   |       | mA                 |
| $I_{VDD\_QUIET}$ | VDD 静态电流       | 无开关动作                            |       | 150   | 250   | $\mu\text{A}$      |
| $I_{VDD\_OPER}$  | VDD 工作电流       | $F_{SW}=50\text{KHz}$            |       | 200   | 300   | $\mu\text{A}$      |
| <b>电流采样</b>      |                |                                  |       |       |       |                    |
| $T_{LEB}$        | 电流采样前沿消隐时间     |                                  |       | 400   |       | nS                 |
| $V_{CS\_TH}$     | 逐周期限流阈值        |                                  | 0.582 | 0.600 | 0.618 | V                  |
| $V_{CS\_PROT}$   | 过流保护阈值         |                                  |       | 1.5   |       | V                  |
| <b>开关限制</b>      |                |                                  |       |       |       |                    |
| $T_{OFF\_MIN}$   | 最小关断时间         |                                  |       | 4.9   |       | $\mu\text{S}$      |
| $T_{OFF\_MAX}$   | 最长关断时间         |                                  |       | 400   |       | $\mu\text{S}$      |
| $T_{ON\_MAX}$    | 最长导通时间         |                                  |       | 50    |       | $\mu\text{S}$      |
| <b>功率开关</b>      |                |                                  |       |       |       |                    |
| $R_{DS\_ON}$     | 导通电阻           | $I_{DS}=0.1\text{A}$             |       | 13.5  |       | ohm                |
| $BV_{DS}$        | 源漏击穿电压         | $V_{GS}=0/I_{DS}=250\mu\text{A}$ | 500   |       |       | V                  |
| $I_{DSS}$        | 功率开关漏电流        | $V_{GS}=0/V_{DS}=500\text{V}$    |       |       | 10    | $\mu\text{A}$      |
| <b>热保护</b>       |                |                                  |       |       |       |                    |
| $T_{SD}$         | 过热调节温度         |                                  |       | 160   |       | $^{\circ}\text{C}$ |
| $T_{REG}$        | 过温降电流起始温度      |                                  |       | 140   |       | $^{\circ}\text{C}$ |
| $T_{HYS}$        | 过热保护迟滞温度       |                                  |       | 20    |       | $^{\circ}\text{C}$ |

## 功能描述

PT4501C 是一款专用于 LED 照明的恒流驱动芯片，应用于非隔离降压型 LED 驱动电源。芯片内部集成 500V 功率开关，只需要极少的外围组件就可以达到优异的恒流特性。而且无需辅助绕组供电和检测，系统成本极低。

### 启动和 VCC 欠压保护

系统上电后，母线电压通过恒流源对Vdd电容充电，当Vdd电压达到UVLO开启阈值时，芯片内部控制电路开始工作。PT4501C内置稳压管，用于钳位Vdd电压。芯片正常工作时，需要的Vdd电流极低，所以无需辅助绕组供电。

系统正常工作后，Vdd电压需要降低到UVLO关断电压以下，系统才会停止工作，实现UVLO保护功能。

### 恒流控制，输出电流设置

芯片逐周期检测电感的峰值电流，CS端连接到内部的峰值电流比较器的输入端，与内部600mV阈值电压进行比较，当CS电压达到内部检测阈值时，功率管关断。

电感峰值电流的计算公式为：

$$I_{PK} = \frac{600}{R_{CS}} (mA) \quad \text{-- 公式1}$$

其中， $R_{CS}$ 为电流采样电阻阻值。CS比较器的输出还包括一个400ns前沿消隐时间。

LED输出电流计算公式为：

$$I_{LED} = \frac{I_{PK}}{2} \quad \text{-- 公式2}$$

其中， $I_{PK}$ 是电感的峰值电流。

### 储能电感

PT4501C工作在准谐振模式，当功率管导通时，流过储能电感的电流从零开始上升，导通时间为：

$$T_{on} = \frac{L \times I_{PK}}{V_{IN} - V_{LED}} \quad \text{-- 公式3}$$

其中， $L$ 是电感量； $I_{PK}$ 是电感电流的峰值； $V_{IN}$ 是经整流

后的母线电压； $V_{LED}$ 是输出LED上的电压。

当功率管关断时，流过储能电感的电流从峰值开始往下降，当电感电流下降到零后，芯片内部逻辑再次将功率管开通，功率管的关断时间为：

$$T_{off} = \frac{L \times I_{PK}}{V_{LED}} \quad \text{-- 公式4}$$

储能电感的计算公式为：

$$L = \frac{V_{LED} \times (V_{IN} - V_{LED})}{f \times I_{PK} \times V_{IN}} \quad \text{-- 公式5}$$

其中， $f$ 为系统工作频率。PT4501C的系统工作频率和输入电压成正比关系，设置PT4501C系统工作频率时，选择在输入电压最低时设置系统的最低工作频率，而当输入电压最高时，系统的工作频率也最高。

PT4501C设置了系统的最小退磁时间和最大退磁时间，分别为4.9μs和400μs。由 $T_{OFF}$ 的计算公式可知，选择合适的电感值已保证系统持续工作在临界模式非常重要。

### 多种保护功能

PT4501C 内置多种保护功能，包括LED开路/短路保护，Vdd欠压保护等。当输出LED开路时，系统会触发过压保护逻辑并停止开关工作。当LED短路时，系统工作在4KHz低频，CS关断阈值降低约一半，所以功耗很低。当有些异常的情况发生时，比如电感短路等，芯片内部的快速探测电路会触发保护逻辑，系统马上停止开关工作。

### 过压保护功能

当 LED 开路时，输出电压逐渐上升，退磁时间变短。因此可以根据下列公式选取合适的电感值需要设定的开路保护电压，退磁时间  $T_{OVP}$  固定为 4.9μs。

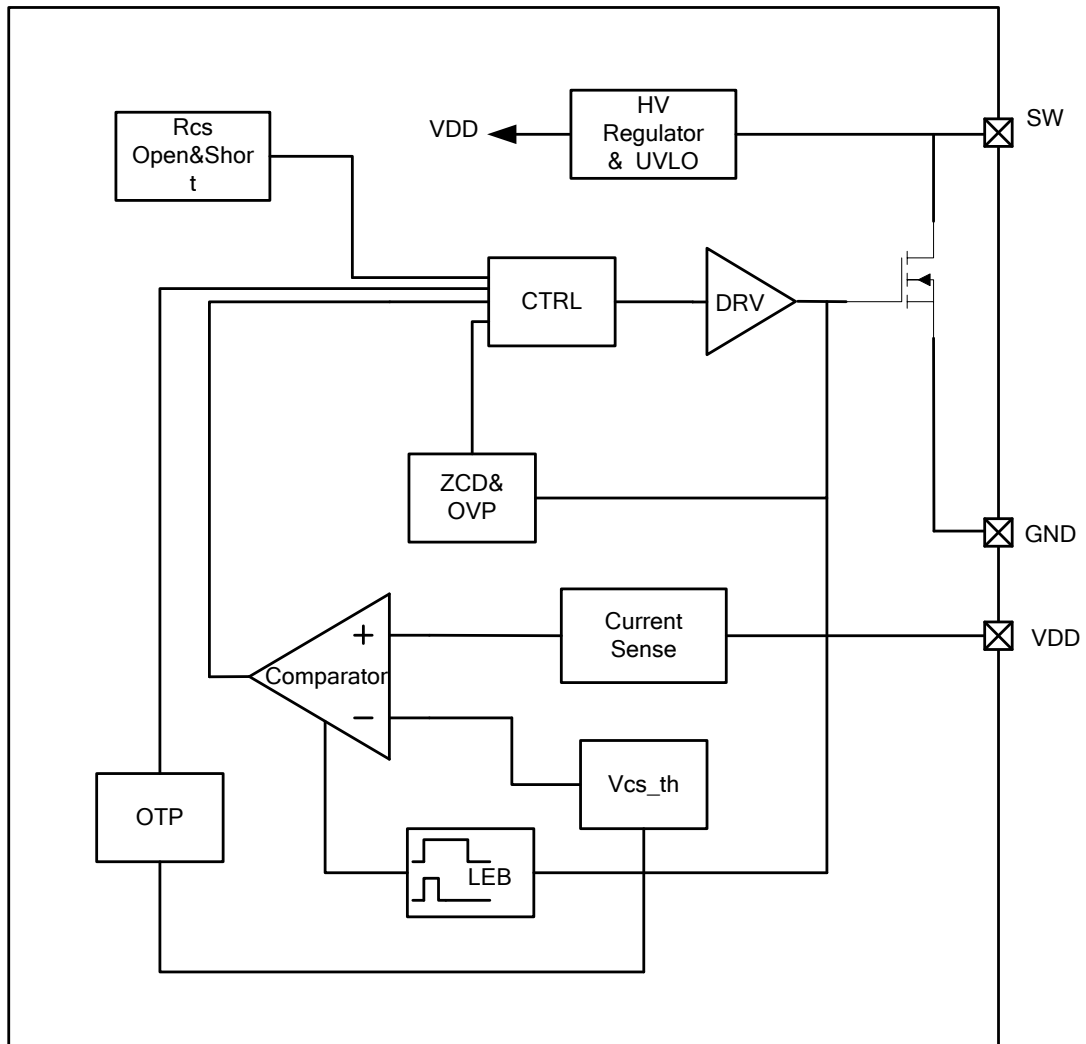
$$T_{OVP} \approx \frac{L \times V_{CS}}{R_{CS} \times V_{OVP}} \quad \text{-- 公式6}$$

其中， $V_{CS}$  是 CS 关断阈值（600mV）。

### 过热保护功能

PT4501C具有过热保护功能，当芯片温度超过160℃时芯片关闭，系统会不断检测芯片温度，当芯片温度降到140度以下，系统恢复正常工作。

## 简化模块图



### 概述

PT4501D是一款高精度降压型三端LED恒流驱动芯片。芯片工作在准谐振模式，适用于85Vac~265Vac全范围输入电压的非隔离降压型LED恒流电源。

PT4501D在单芯片上集成了500V功率MOS、高压自供电电路以及专利的采样电路，无需启动电阻以及反馈电阻。三个引脚的封装简化了PCB的设计，系统只需要很少的外围元件，极大的节约了系统成本和体积。

PT4501D采用高可靠性的恒流控制方式实现了优异的线性调整率、负载调整率及温度特性。输出电流产量偏差在 $\pm 3\%$ 以内。

PT4501D提供完善的保护功能：包含LED短路保护以及过温降电流保护等。

PT4501D采用SOT23-3L，SOP-8等封装。

### 特点

- 高压单芯片集成 500V 功率管，稳定性高
- BOM 业内最精简，外围仅 8 个元件
- 电感电流准谐振模式(QR)，降低开关损耗
- 效率最高可达93%
- $\pm 5\%$ 电流精度
- 优异的线性调整率，负载调整率和温度特性
- LED 短路保护
- 芯片供电欠压保护
- 过温降电流保护
- 支持SOT23-3L等多种封装

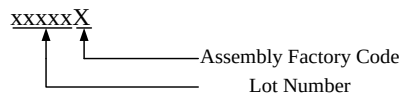
### 应用

- LED蜡烛灯，球泡灯
- LED筒灯，日光灯
- 其它LED照明

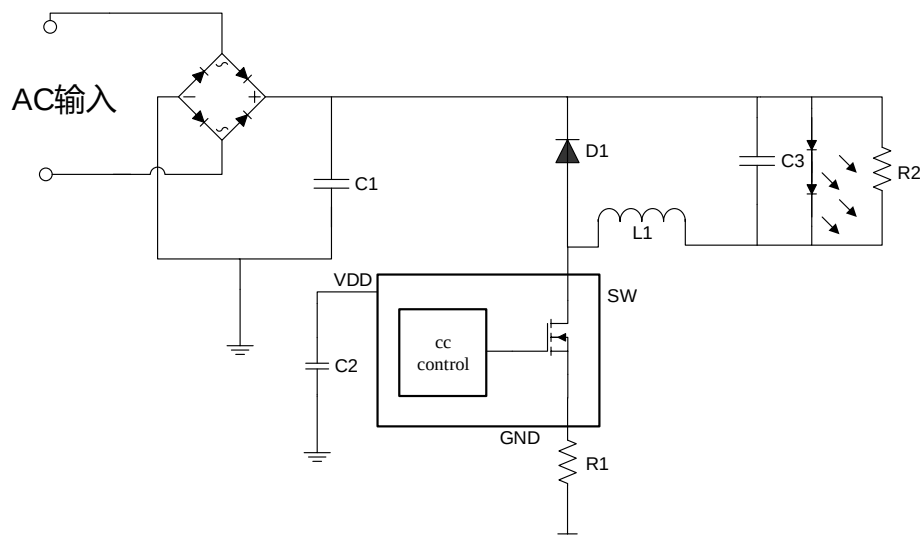
### 订购信息

| 封装       | 温度范围                                           | 订购型号        | 包装打印         | 产品打印                                                                                                    |
|----------|------------------------------------------------|-------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SOP-8    | $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ | PT4501DESOH | 2500 颗/盘     |  PT4501D<br>XXXXXX |
| SOT23-3L | $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ | PT4501DE23C | 3000 颗/盘(编带) | 4501D                                                                                                   |

Note:

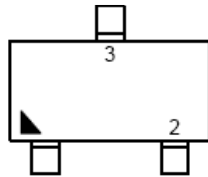


### 典型应用电路

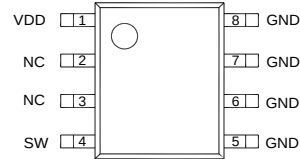




## 管脚定义



SOT23-3L



SOP-8

## 管脚描述

| 引脚号码<br>SOT23-3L | 引脚号码<br>SOP-8 | 引脚名称 | 引脚功能描述       |
|------------------|---------------|------|--------------|
| 1                | 4             | SW   | 内置高压MOSFET漏极 |
| 2                | 1             | VDD  | 芯片电源端        |
| 3                | 5,6,7,8       | GND  | 芯片接地端        |

## 极限参数（注 1）

| 符号                       | 参数            | 参数范围     | 单位   |
|--------------------------|---------------|----------|------|
| VDD                      | 芯片供电电源        | 7        | V    |
| V <sub>SW</sub>          | SW 引脚电压范围     | -0.3~500 | V    |
| T <sub>OPT</sub>         | 工作温度范围        | -40~125  | °C   |
| T <sub>STG</sub>         | 贮存温度范围        | -55 ~150 | °C   |
| Θ <sub>JA_SOP-8</sub>    | PN结到环境的热阻     | 145      | °C/W |
| Θ <sub>JA_SOT23-3L</sub> | PN结到环境的热阻     | 220      | °C/W |
| HBM                      | ESD 保护参数(注 2) | 2        | kV   |

## 推荐输出功率

| 输入电压          | 推荐带载能力 | 输出规格       |
|---------------|--------|------------|
| 176Vac-264Vac | 15W    | 150V/100mA |
| 176Vac-264Vac | 10W    | 72V/150mA  |
| 176Vac-264Vac | 7W     | 36V/175mA  |

**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。

**注 2:** 人体模型，100pF 电容通过 1.5KΩ 电阻放电。

## 电气参数 (注 4, 5)

(无特别说明  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{CC}=7\text{V}$ )

| 符号               | 参数             | 测试条件                             | 最小值   | 典型值   | 最大值   | 单位                 |
|------------------|----------------|----------------------------------|-------|-------|-------|--------------------|
| <b>供电电压</b>      |                |                                  |       |       |       |                    |
| $V_{VDD}$        | VDD 工作电压       |                                  |       | 6.5   |       | V                  |
| $V_{VDD\_UVLO}$  | VDD 欠压锁定电压     | $V_{DD}$ 下降                      |       | 5.5   |       | V                  |
| $I_{START}$      | SW 给 VDD 提供的电流 |                                  |       | 1.2   |       | mA                 |
| $I_{VDD\_QUIET}$ | VDD 静态电流       | 无开关动作                            |       | 150   | 250   | $\mu\text{A}$      |
| $I_{VDD\_OPER}$  | VDD 工作电流       | $F_{SW}=50\text{KHz}$            |       | 200   | 300   | $\mu\text{A}$      |
| <b>电流采样</b>      |                |                                  |       |       |       |                    |
| $T_{LEB}$        | 电流采样前沿消隐时间     |                                  |       | 400   |       | nS                 |
| $V_{CS\_TH}$     | 逐周期限流阈值        |                                  | 0.582 | 0.600 | 0.618 | V                  |
| $V_{CS\_PROT}$   | 过流保护阈值         |                                  |       | 1.5   |       | V                  |
| <b>开关限制</b>      |                |                                  |       |       |       |                    |
| $T_{OFF\_MIN}$   | 最小关断时间         |                                  |       | 3.0   |       | $\mu\text{S}$      |
| $T_{OFF\_MAX}$   | 最长关断时间         |                                  |       | 400   |       | $\mu\text{S}$      |
| $T_{ON\_MAX}$    | 最长导通时间         |                                  |       | 50    |       | $\mu\text{S}$      |
| <b>功率开关</b>      |                |                                  |       |       |       |                    |
| $R_{DS\_ON}$     | 导通电阻           | $I_{DS}=0.1\text{A}$             |       | 13.5  |       | ohm                |
| $BV_{DS}$        | 源漏击穿电压         | $V_{GS}=0/I_{DS}=250\mu\text{A}$ | 500   |       |       | V                  |
| $I_{DSS}$        | 功率开关漏电流        | $V_{GS}=0/V_{DS}=500\text{V}$    |       |       | 10    | $\mu\text{A}$      |
| <b>热保护</b>       |                |                                  |       |       |       |                    |
| $T_{SD}$         | 过热调节温度         |                                  |       | 160   |       | $^{\circ}\text{C}$ |
| $T_{REG}$        | 过温降电流起始温度      |                                  |       | 140   |       | $^{\circ}\text{C}$ |
| $T_{HYS}$        | 过热保护迟滞温度       |                                  |       | 20    |       | $^{\circ}\text{C}$ |

### 概述

PT4502是一款高精度降压型三端LED恒流驱动芯片。芯片工作在准谐振模式，适用于85Vac~265Vac全范围输入电压的非隔离降压型LED恒流电源。

PT4502在单芯片上集成了500V功率MOS、高压自供电电路以及专利的采样电路，无需启动电阻以及反馈电阻。三个引脚的封装简化了PCB的设计，系统只需要很少的外围元件，极大的节约了系统成本和体积。

PT4502采用高可靠性的恒流控制方式实现了优异的线性调整率、负载调整率及温度特性。输出电流量产偏差在+/-5%以内。

PT4502提供完善的保护功能：包含LED开路/短路保护、电感短路保护以及过温降电流保护等。

PT4502采用TO92-3L，SOT23-3L等封装。

### 特点

- 高压单芯片集成 500V 功率管，稳定性高
- BOM 业内最精简，外围仅 8 个元件
- 电感电流准谐振模式(QR)，降低开关损耗
- 带载最高7W，效率最高可达93%
- +/-5%电流精度
- 优异的线性调整率，负载调整率和温度特性
- LED 开路保护
- LED 短路保护
- 芯片供电欠压保护
- 过温降电流保护
- 支持SOT23-3L等封装

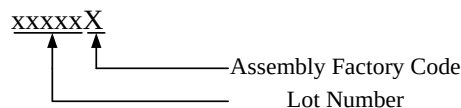
### 应用

- LED蜡烛灯，球泡灯
- LED筒灯，日光灯
- 其它LED照明

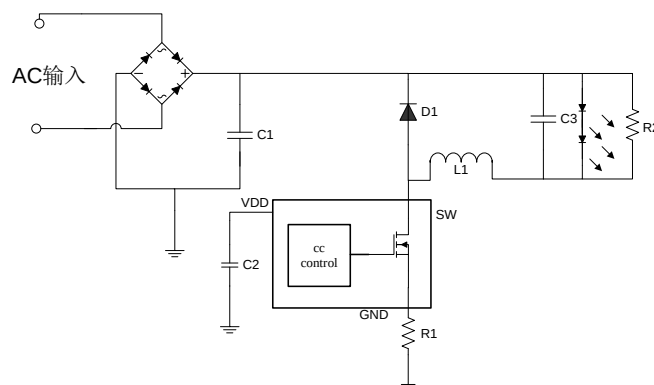
### 订购信息

| 封装       | 温度范围          | 订购型号       | 包装打印                        | 产品打印                                                                                                      |
|----------|---------------|------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TO92-3L  | -40°C ~ +85°C | PT4502E92C | 2000 颗/盘(编带)<br>500 颗/袋(袋装) | <br>PT4502<br>XXXXXX |
| SOT23-3L | -40°C ~ +85°C | PT4502E23C | 3000 颗/盘(编带)                | 4502                                                                                                      |

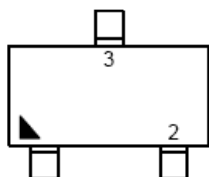
Note:



### 典型应用电路



## 管脚定义



SOT23-3L



T092-3L

## 管脚描述

| 引脚号码<br>T092-3L | 引脚号码<br>SOT23-3L | 引脚名称 | 引脚功能描述       |
|-----------------|------------------|------|--------------|
| 1               | 1                | SW   | 内置高压MOSFET漏极 |
| 2               | 3                | GND  | 芯片接地端        |
| 3               | 2                | VDD  | 芯片电源端        |

## 极限参数 (注 1)

| 符号                        | 参数            | 参数范围     | 单位   |
|---------------------------|---------------|----------|------|
| VDD                       | 芯片供电电源        | 7        | V    |
| V <sub>SW</sub>           | SW 引脚电压范围     | -0.3~500 | V    |
| T <sub>OPT</sub>          | 工作温度范围        | -40~125  | °C   |
| T <sub>STG</sub>          | 贮存温度范围        | -55 ~150 | °C   |
| Θ <sub>JA</sub> _T092-3L  | PN结到环境的热阻     | 83       | °C/W |
| Θ <sub>JA</sub> _SOT23-3L | PN结到环境的热阻     | 220      | °C/W |
| HBM                       | ESD 保护参数(注 2) | 2        | kV   |

## 推荐输出功率

| 输入电压          | 推荐带载能力 | 输出规格      |
|---------------|--------|-----------|
| 90Vac-264Vac  | 3W     | 36V/85mA  |
| 176Vac-264Vac | 7W     | 140V/50mA |

**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。

**注 2:** 人体模型, 100pF 电容通过 1.5KΩ 电阻放电。

## 电气参数 (注 4, 5)

(无特别说明  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{CC}=7\text{V}$ )

| 符号               | 参数             | 测试条件                             | 最小值   | 典型值   | 最大值   | 单位                 |
|------------------|----------------|----------------------------------|-------|-------|-------|--------------------|
| <b>供电电压</b>      |                |                                  |       |       |       |                    |
| $V_{DD}$         | VDD 工作电压       |                                  |       | 6.5   |       | V                  |
| $V_{DD\_UVLO}$   | VDD 欠压锁定电压     | $V_{DD}$ 下降                      |       | 5.5   |       | V                  |
| $I_{START}$      | SW 给 VDD 提供的电流 |                                  |       | 1.2   |       | mA                 |
| $I_{VDD\_QUIET}$ | VDD 静态电流       | 无开关动作                            |       | 150   | 250   | $\mu\text{A}$      |
| $I_{VDD\_OPER}$  | VDD 工作电流       | $F_{SW}=50\text{KHz}$            |       | 200   | 300   | $\mu\text{A}$      |
| <b>电流采样</b>      |                |                                  |       |       |       |                    |
| $T_{LEB}$        | 电流采样前沿消隐时间     |                                  |       | 400   |       | nS                 |
| $V_{CS\_TH}$     | 逐周期限流阈值        |                                  | 0.582 | 0.600 | 0.618 | V                  |
| $V_{CS\_PROT}$   | 过流保护阈值         |                                  |       | 1.5   |       | V                  |
| <b>开关限制</b>      |                |                                  |       |       |       |                    |
| $T_{OFF\_MIN}$   | 最小关断时间         |                                  |       | 4.5   |       | $\mu\text{S}$      |
| $T_{OFF\_MAX}$   | 最长关断时间         |                                  |       | 400   |       | $\mu\text{S}$      |
| $T_{ON\_MAX}$    | 最长导通时间         |                                  |       | 50    |       | $\mu\text{S}$      |
| <b>功率开关</b>      |                |                                  |       |       |       |                    |
| $R_{DS\_ON}$     | 导通电阻           | $I_{DS}=0.1\text{A}$             |       | 32    | 35    | ohm                |
| $BV_{DS}$        | 源漏击穿电压         | $V_{GS}=0/I_{DS}=250\mu\text{A}$ | 500   |       |       | V                  |
| $I_{DSS}$        | 功率开关漏电流        | $V_{GS}=0/V_{DS}=500\text{V}$    |       |       | 10    | $\mu\text{A}$      |
| <b>热保护</b>       |                |                                  |       |       |       |                    |
| $T_{SD}$         | 过热调节温度         |                                  |       | 160   |       | $^{\circ}\text{C}$ |
| $T_{REG}$        | 过温降电流起始温度      |                                  |       | 140   |       | $^{\circ}\text{C}$ |
| $T_{HYS}$        | 过热保护迟滞温度       |                                  |       | 20    |       | $^{\circ}\text{C}$ |

### 概述

PT4503是一款高精度降压型三端LED恒流驱动芯片。芯片工作在准谐振模式，适用于85Vac~265Vac全范围输入电压的非隔离降压型LED恒流电源。

PT4503在单芯片上集成了500V功率MOS、高压自供电电路以及专利的采样电路，无需启动电阻以及反馈电阻。三个引脚的封装简化了PCB的设计，系统只需要很少的外围元件，极大的节约了系统成本和体积。

PT4503采用高可靠性的恒流控制方式实现了优异的线性调整率、负载调整率及温度特性。输出电流量产偏差在 $\pm 5\%$ 以内。

PT4503提供完善的保护功能：包含LED开路/短路保护以及过温降电流保护等。

PT4503采用TO92-3L，SOP-8等封装。

### 特点

- 高压单芯片集成 500V 功率管，稳定性高
- BOM 业内最精简，外围仅 8 个元件
- 电感电流准谐振模式(QR)，降低开关损耗
- 带载最高20W，效率最高可达93%
- $\pm 5\%$ 电流精度
- 优异的线性调整率，负载调整率和温度特性
- LED 开路保护
- LED 短路保护
- 芯片供电欠压保护
- 过温降电流保护
- 支持SOP8等多种封装

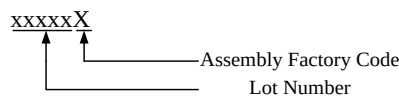
### 应用

- LED蜡烛灯，球泡灯
- LED筒灯，日光灯
- 其它LED照明

### 订购信息

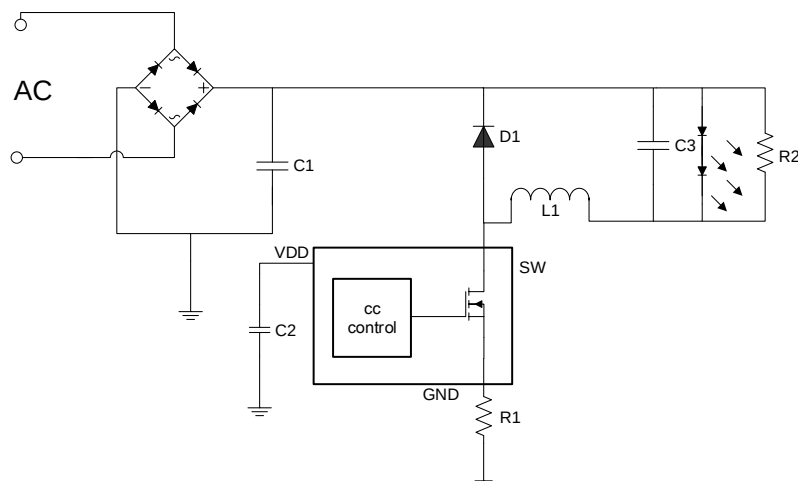
| 封装      | 温度范围          | 订购型号       | 包装打印                        | 产品打印                                                                                                      |
|---------|---------------|------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TO92-3L | -40°C ~ +85°C | PT4503E92C | 2000 颗/盘(编带)<br>500 颗/袋(袋装) | <br>PT4503<br>XXXXXX |
| SOP-8   | -40°C ~ +85°C | PT4503ESOH | 2500 颗/盘                    |  PT4503<br>XXXXXX    |

Note:



### 典型应用

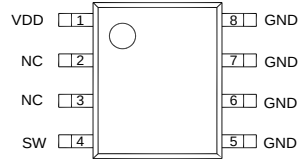
#### 电路



## 管脚定义



T092-3L



SOP-8

## 管脚描述

| 引脚号码<br>T092-3L | 引脚号码<br>SOP-8 | 引脚名称 | 引脚功能描述       |
|-----------------|---------------|------|--------------|
| 1               | 4             | SW   | 内置高压MOSFET漏极 |
| 2               | 5,6,7,8       | GND  | 芯片接地端        |
| 3               | 1             | VDD  | 芯片电源端        |

## 极限参数 (注 1)

| 符号                      | 参数            | 参数范围     | 单位   |
|-------------------------|---------------|----------|------|
| VDD                     | 芯片供电电源        | 7        | V    |
| V <sub>SW</sub>         | SW 引脚电压范围     | -0.3~500 | V    |
| T <sub>OPT</sub>        | 工作温度范围        | -40~125  | °C   |
| T <sub>STG</sub>        | 贮存温度范围        | -55 ~150 | °C   |
| Θ <sub>JA_T092-3L</sub> | PN结到环境的热阻     | 83       | °C/W |
| Θ <sub>JA_SOP-8</sub>   | PN结到环境的热阻     | 145      | °C/W |
| HBM                     | ESD 保护参数(注 2) | 2        | kV   |

## 推荐输出功率

| 符号                  | 参数范围                 | 单位 |
|---------------------|----------------------|----|
| I <sub>LED</sub>    | 176-264Vac@72V/200mA | mA |
| VLED <sub>min</sub> | >9                   | V  |

**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。

**注 2:** 人体模型, 100pF 电容通过 1.5KΩ 电阻放电。

## 电气参数 (注 4, 5)

(无特别说明  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{CC}=7\text{V}$ )

| 符号               | 参数             | 测试条件                             | 最小值   | 典型值   | 最大值   | 单位                 |
|------------------|----------------|----------------------------------|-------|-------|-------|--------------------|
| <b>供电电压</b>      |                |                                  |       |       |       |                    |
| $V_{DD}$         | VDD 工作电压       |                                  |       | 6.5   |       | V                  |
| $V_{DD\_UVLO}$   | VDD 欠压锁定电压     | $V_{DD}$ 下降                      |       | 5.5   |       | V                  |
| $I_{START}$      | SW 给 VDD 提供的电流 |                                  |       | 1.2   |       | mA                 |
| $I_{VDD\_QUIET}$ | VDD 静态电流       | 无开关动作                            |       | 150   | 250   | $\mu\text{A}$      |
| $I_{VDD\_OPER}$  | VDD 工作电流       | $F_{SW}=50\text{KHz}$            |       | 200   | 300   | $\mu\text{A}$      |
| <b>电流采样</b>      |                |                                  |       |       |       |                    |
| $T_{LEB}$        | 电流采样前沿消隐时间     |                                  |       | 400   |       | nS                 |
| $V_{CS\_TH}$     | 逐周期限流阈值        |                                  | 0.582 | 0.600 | 0.618 | V                  |
| $V_{CS\_PROT}$   | 过流保护阈值         |                                  |       | 1.5   |       | V                  |
| <b>开关限制</b>      |                |                                  |       |       |       |                    |
| $T_{OFF\_MIN}$   | 最小关断时间         |                                  |       | 6.0   |       | $\mu\text{S}$      |
| $T_{OFF\_MAX}$   | 最长关断时间         |                                  |       | 400   |       | $\mu\text{S}$      |
| $T_{ON\_MAX}$    | 最长导通时间         |                                  |       | 50    |       | $\mu\text{S}$      |
| <b>功率开关</b>      |                |                                  |       |       |       |                    |
| $R_{DS\_ON}$     | 导通电阻           | $I_{DS}=0.1\text{A}$             |       | 10    |       | ohm                |
| $BV_{DS}$        | 源漏击穿电压         | $V_{GS}=0/I_{DS}=250\mu\text{A}$ | 500   |       |       | V                  |
| $I_{DSS}$        | 功率开关漏电流        | $V_{GS}=0/V_{DS}=500\text{V}$    |       |       | 10    | $\mu\text{A}$      |
| <b>热保护</b>       |                |                                  |       |       |       |                    |
| $T_{SD}$         | 过热调节温度         |                                  |       | 160   |       | $^{\circ}\text{C}$ |
| $T_{REG}$        | 过温降电流起始温度      |                                  |       | 140   |       | $^{\circ}\text{C}$ |
| $T_{HYS}$        | 过热保护迟滞温度       |                                  |       | 20    |       | $^{\circ}\text{C}$ |



### 概述

PT4503D是一款高精度降压型三端LED恒流驱动芯片。芯片工作在准谐振模式，适用于85Vac~265Vac全范围输入电压的非隔离降压型LED恒流电源。

PT4503D在单芯片上集成了500V功率MOS、高压自供电电路以及专利的采样电路，无需启动电阻以及反馈电阻。三个引脚的封装简化了PCB的设计，系统只需要很少的外围元件，极大的节约了系统成本和体积。

PT4503D采用高可靠性的恒流控制方式实现了优异的线性调整率、负载调整率及温度特性。输出电流产量偏差在+/-5%以内。

PT4503D提供完善的保护功能：包含LED短路保护以及过温降电流保护等。

PT4503D采用TO92-3L，SOP-8等封装。

### 特点

- 高压单芯片集成 500V 功率管，稳定性高
- BOM 业内最精简，外围仅 8 个元件
- 电感电流准谐振模式(QR)，降低开关损耗
- 带载最高20W，效率最高可达93%
- +/-5%电流精度
- 优异的线性调整率，负载调整率和温度特性
- LED 短路保护
- 芯片供电欠压保护
- 过温降电流保护
- 支持SOP8等多种封装

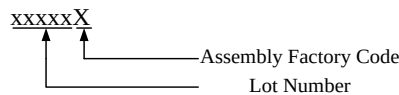
### 应用

- LED蜡烛灯，球泡灯
- LED筒灯，日光灯
- 其它LED照明

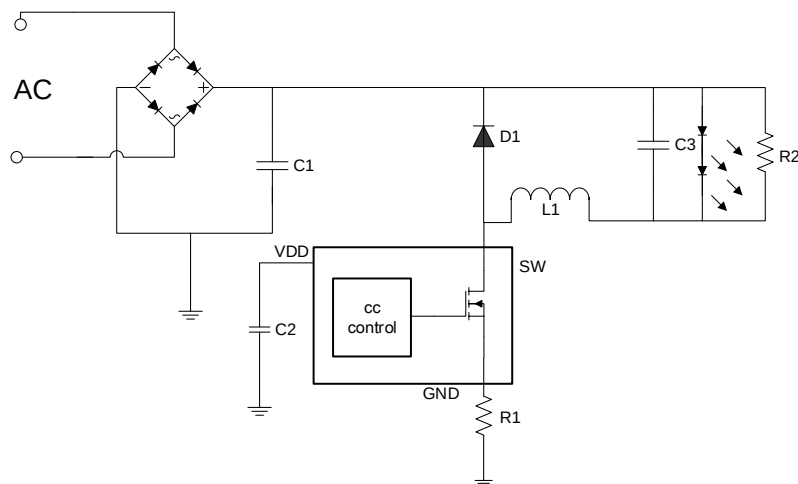
### 订购信息

| 封装      | 温度范围          | 订购型号        | 包装打印                        | 产品打印                                                                                                       |
|---------|---------------|-------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TO92-3L | -40°C ~ +85°C | PT4503DE92C | 2000 颗/盘(编带)<br>500 颗/袋(袋装) | <br>PT4503D<br>XXXXXX |
| SOP-8   | -40°C ~ +85°C | PT4503DESOH | 2500 颗/盘                    |  T4503D<br>XXXXXX     |

Note:



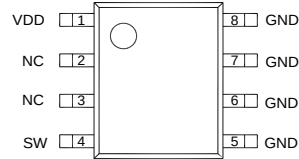
### 典型应用电路



## 管脚定义



T092-3L



SOP-8

## 管脚描述

| 引脚号码<br>T092-3L | 引脚号码<br>SOP-8 | 引脚名称 | 引脚功能描述       |
|-----------------|---------------|------|--------------|
| 1               | 4             | SW   | 内置高压MOSFET漏极 |
| 2               | 5,6,7,8       | GND  | 芯片接地端        |
| 3               | 1             | VDD  | 芯片电源端        |

## 极限参数 (注 1)

| 符号                      | 参数            | 参数范围     | 单位   |
|-------------------------|---------------|----------|------|
| VDD                     | 芯片供电电源        | 7        | V    |
| V <sub>SW</sub>         | SW 引脚电压范围     | -0.3~500 | V    |
| T <sub>OPT</sub>        | 工作温度范围        | -40~125  | °C   |
| T <sub>STG</sub>        | 贮存温度范围        | -55 ~150 | °C   |
| Θ <sub>JA_T092-3L</sub> | PN结到环境的热阻     | 83       | °C/W |
| Θ <sub>JA_SOP-8</sub>   | PN结到环境的热阻     | 145      | °C/W |
| HBM                     | ESD 保护参数(注 2) | 2        | kV   |

## 推荐输出功率

| 符号                  | 参数范围                 | 单位 |
|---------------------|----------------------|----|
| I <sub>LED</sub>    | 176-264Vac@72V/200mA | mA |
| VLED <sub>min</sub> | >9                   | V  |

**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。

**注 2:** 人体模型, 100pF 电容通过 1.5KΩ 电阻放电。

## 电气参数 (注 4, 5)

(无特别说明  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{CC}=7\text{V}$ )

| 符号               | 参数             | 测试条件                             | 最小值   | 典型值   | 最大值   | 单位                 |
|------------------|----------------|----------------------------------|-------|-------|-------|--------------------|
| <b>供电电压</b>      |                |                                  |       |       |       |                    |
| $V_{VDD}$        | VDD 工作电压       |                                  |       | 6.5   |       | V                  |
| $V_{VDD\_UVLO}$  | VDD 欠压锁定电压     | $V_{DD}$ 下降                      |       | 5.5   |       | V                  |
| $I_{START}$      | SW 给 VDD 提供的电流 |                                  |       | 1.2   |       | mA                 |
| $I_{VDD\_QUIET}$ | VDD 静态电流       | 无开关动作                            |       | 150   | 250   | $\mu\text{A}$      |
| $I_{VDD\_OPER}$  | VDD 工作电流       | $F_{SW}=50\text{KHz}$            |       | 200   | 300   | $\mu\text{A}$      |
| <b>电流采样</b>      |                |                                  |       |       |       |                    |
| $T_{LEB}$        | 电流采样前沿消隐时间     |                                  |       | 400   |       | nS                 |
| $V_{CS\_TH}$     | 逐周期限流阈值        |                                  | 0.582 | 0.600 | 0.618 | V                  |
| $V_{CS\_PROT}$   | 过流保护阈值         |                                  |       | 1.5   |       | V                  |
| <b>开关限制</b>      |                |                                  |       |       |       |                    |
| $T_{OFF\_MIN}$   | 最小关断时间         |                                  |       | 3.0   |       | $\mu\text{S}$      |
| $T_{OFF\_MAX}$   | 最长关断时间         |                                  |       | 400   |       | $\mu\text{S}$      |
| $T_{ON\_MAX}$    | 最长导通时间         |                                  |       | 50    |       | $\mu\text{S}$      |
| <b>功率开关</b>      |                |                                  |       |       |       |                    |
| $R_{DS\_ON}$     | 导通电阻           | $I_{DS}=0.1\text{A}$             |       | 10    |       | ohm                |
| $BV_{DS}$        | 源漏击穿电压         | $V_{GS}=0/I_{DS}=250\mu\text{A}$ | 500   |       |       | V                  |
| $I_{DSS}$        | 功率开关漏电流        | $V_{GS}=0/V_{DS}=500\text{V}$    |       |       | 10    | $\mu\text{A}$      |
| <b>热保护</b>       |                |                                  |       |       |       |                    |
| $T_{SD}$         | 过热调节温度         |                                  |       | 160   |       | $^{\circ}\text{C}$ |
| $T_{REG}$        | 过温降电流起始温度      |                                  |       | 140   |       | $^{\circ}\text{C}$ |
| $T_{HYS}$        | 过热保护迟滞温度       |                                  |       | 20    |       | $^{\circ}\text{C}$ |

### 概述

PT4226A/27A/29A是一款应用于LED照明的高精度原边反馈恒流转换器。该转换器无须次级反馈环路即可对输出电流实现精确控制。

PT4226A/27A/29A集成了高压MOSFET开关，振荡器，电流检测电路，恒流控制电路，软驱动电路以及一套完整的保护电路。保护电路可以针对包括输出开/短路、输入欠压，过温等在内的系统异常状况提供保护。

PT4226A 采用 SOP-7/SOP-8/DIP-8 封装，PT4227A/PT4229A采用DIP-8封装。

### 特点

- 无须次级反馈环路的高精度恒流控制
- 内置高压MOSFET
- 变压器电感补偿
- 低启动电流(<10μA)
- 可调整的原边限流
- FB 过压保护
- VCC/FB 欠压锁定
- 反馈环路开路保护
- 过温保护
- 满足RoHS标准

### 应用

- LED照明

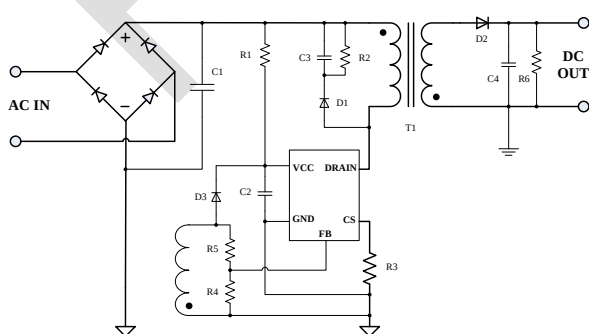
### 订购信息

| 封装    | 温度范围          | 订购型号        | 包装运输                        | 产品打印                                                                                                     |
|-------|---------------|-------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SOP-7 | -40°C to 85°C | PT4226AESOG | Tape and Reel<br>4000 units |  PT4226A<br>xxxxxxX  |
| SOP-8 | -40°C to 85°C | PT4226AESOH | Tape and Reel<br>4000 units |  PT4226A<br>xxxxxxX |
| DIP-8 | -40°C to 85°C | PT4226AEDIH | Tube<br>50 units            |  PT4226A<br>xxxxxxX |
| DIP-8 | -40°C to 85°C | PT4227AEDIH | Tube<br>50 units            |  PT4227A<br>xxxxxxX |
| DIP-8 | -40°C to 85°C | PT4229AEDIH | Tube<br>50 units            |  PT4229A<br>xxxxxxX |

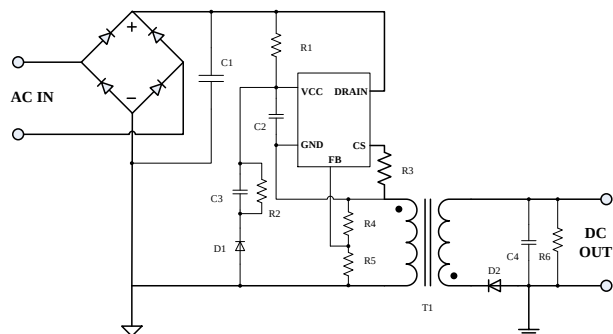
Note:

xxxxxxX  
↑ Assembly Factory Code  
↑ Lot Number

### 典型应用电路

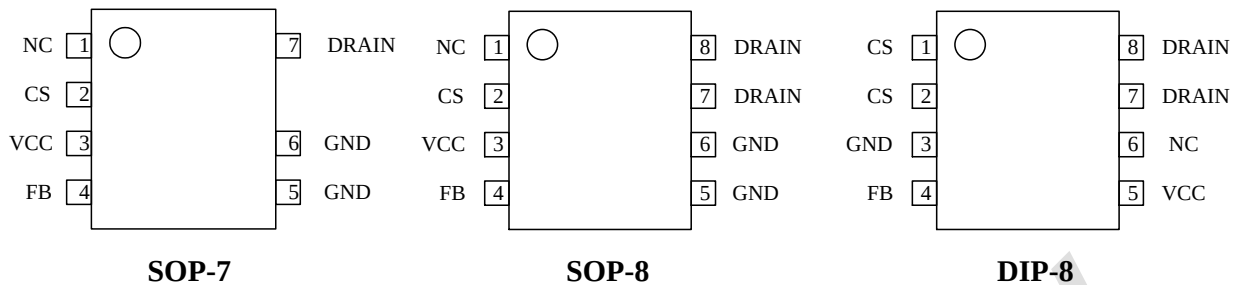


三绕组应用



双绕组应用

### 封装及引脚排列



### 引脚说明

| 引脚号<br>SOP-7 | 引脚号<br>SOP-8 | 引脚号<br>DIP-8 | 引脚名称  | 描述          |
|--------------|--------------|--------------|-------|-------------|
| 2            | 2            | 1,2          | CS    | 原边电流检测端     |
| 5,6          | 5,6          | 3            | GND   | 接地端         |
| 4            | 4            | 4            | FB    | 辅助绕组电压检测端   |
| 3            | 3            | 5            | VCC   | 芯片供电电源      |
| 1            | 1            | 6            | NC    | 无连接         |
| 7            | 7,8          | 7,8          | DRAIN | 内置MOSFET输出端 |

### 极限参数 (注 1)

| 符号                 | 参数           | 参数范围     | 单位   |
|--------------------|--------------|----------|------|
| VCC                | 芯片供电电源       | -0.3~25  | V    |
| V <sub>FB</sub>    | 反馈输入电压       | -0.3~5   | V    |
| V <sub>CS</sub>    | CS 引脚电压      | -0.3~5   | V    |
| V <sub>DRAIN</sub> | DRAIN 引脚电压   | -0.3~650 | V    |
| T <sub>opt</sub>   | 工作温度范围       | -40~150  | °C   |
| T <sub>stg</sub>   | 贮存温度范围       | -55~150  | °C   |
| ESD                | 人体模式         | 2000     | V    |
| R <sub>θJA</sub>   | SOP-7/ SOP-8 | 184      | °C/W |
|                    | DIP-8        | 107      | °C/W |

**注 1:** 最大极限值是指超出该工作范围，芯片有可能损坏。推荐工作范围是指在该范围内，器件功能正常，但并不完全保证满足个别性能指标。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。

### 推荐工作范围

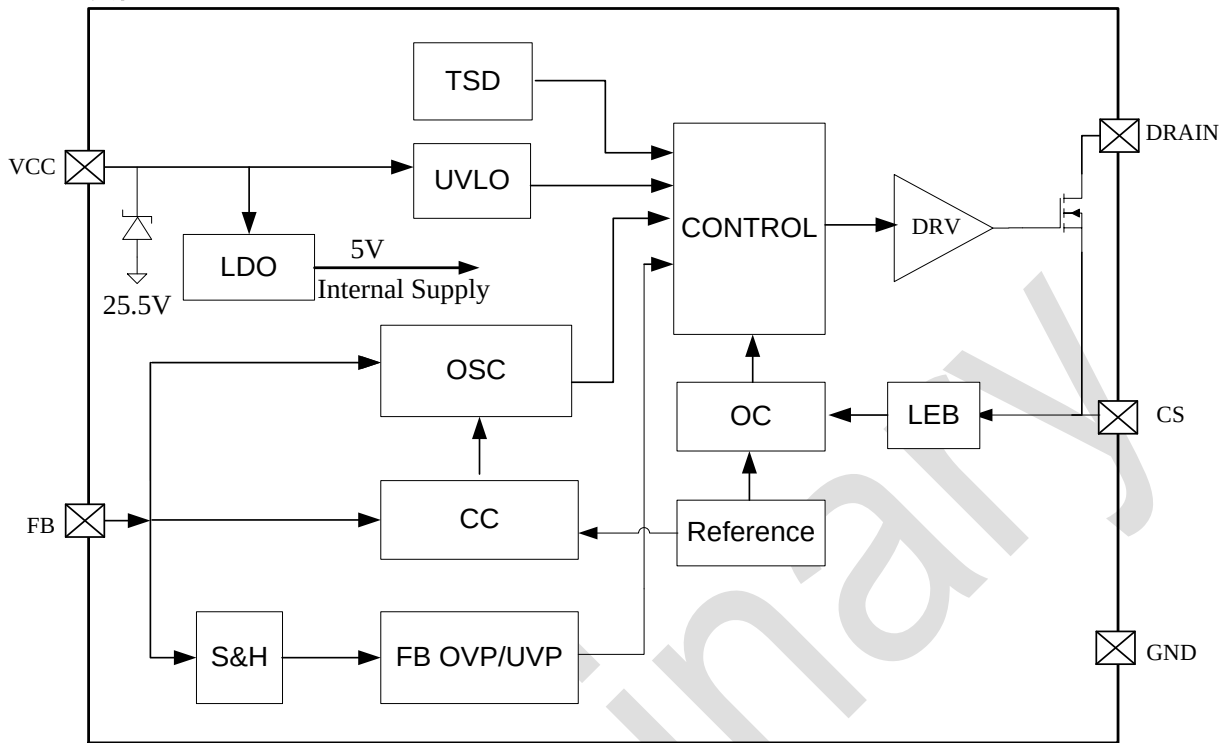
| 符号  | 参数   | 范围     | 单位 |
|-----|------|--------|----|
| VCC | 电源电压 | 9.5~25 | V  |
| TA  | 环境温度 | -20~85 | °C |

## 电气参数

 (无特别说明  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{CC}=16$ ,  $f_{sw}=65\text{kHz}$ )

| 符号                | 参数         | 测试条件                                            | 最小值  | 典型值  | 最大值  | 单位                 |
|-------------------|------------|-------------------------------------------------|------|------|------|--------------------|
| <b>供电电压 (VCC)</b> |            |                                                 |      |      |      |                    |
| $I_{START}$       | VCC 启动电流   | $V_{CC}=13.0\text{V}$                           |      | 1    | 10   | $\mu\text{A}$      |
| $V_{VCC\_ON}$     | VCC 启动电压   | VCC 上升                                          | 12.5 | 14.0 | 15.5 | V                  |
| $V_{VCC\_OFF}$    | VCC 最小工作电压 | VCC 下降                                          | 7.5  | 8.5  | 9.5  | V                  |
| $V_{VCC\_Clamp}$  | VCC 钳位电压   | $I_{VCC}=10\text{mA}$                           |      | 25.5 |      | V                  |
| $I_{VCCQ}$        | VCC 工作电流   | 无开关动作                                           |      | 350  | 700  | $\mu\text{A}$      |
| <b>反馈电压 (FB)</b>  |            |                                                 |      |      |      |                    |
| $V_{FBMAX}$       | FB 过压保护    |                                                 | 2.4  | 2.5  | 2.6  | V                  |
| $V_{FBMIN}$       | FB 最小电压    |                                                 |      | 0.8  |      | V                  |
| $I_{FB\_OPEN}$    | FB 开路保护电流  |                                                 |      | -85  |      | $\mu\text{A}$      |
| <b>电流检测 (CS)</b>  |            |                                                 |      |      |      |                    |
| VCS               | 电流限流阈值     | $I_{fb}=0$                                      | 490  | 500  | 510  | mV                 |
| $T_{LEB}$         | 电流检测前沿消隐时间 |                                                 |      | 250  |      | ns                 |
| <b>输出 (DRAIN)</b> |            |                                                 |      |      |      |                    |
| $R_{DS(ON)}$      | 导通状态       | $V_{CC}=16\text{V}$ (PT4226A)                   |      | 9.2  | 12   | $\Omega$           |
|                   |            | $V_{CC}=16\text{V}$ (PT4227A)                   |      | 4    | 4.5  |                    |
|                   |            | $V_{CC}=16\text{V}$ (PT4229A)                   |      |      | 3.08 |                    |
| $I_{DS}$          | 关断漏电流      | $V_{CC}=0\text{V}$ , $V_{DS}=650\text{V}$       |      |      | 10   | $\mu\text{A}$      |
| $BV_{DS}$         | DRAIN 击穿电压 | $V_{CC}=0\text{V}$ , $I_{DRAIN}=250\mu\text{A}$ | 650  |      |      | V                  |
| <b>热保护</b>        |            |                                                 |      |      |      |                    |
| $T_{SD}$          | 过温保护关断阈值   |                                                 |      | 150  |      | $^{\circ}\text{C}$ |

### 简化模块图



### 功能描述

PT4226A/27A/29A 由高压 MOSFET 开关, 振荡器, 反馈电路, 过温保护电路, 抖频电路, 限流电路, 前沿消隐电路, 恒流控制电路组成。控制器通过对开关调频实现输出恒流特性。PT4226A/27A/29A 对变压器原边检测调节输出电流, 实现高精度、高可靠性和低成本的 LED 照明应用。

#### 工作原理

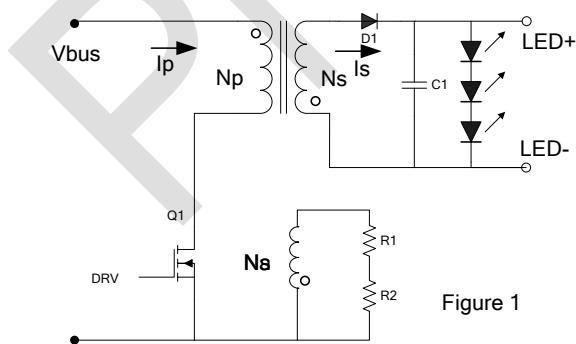


图1 反激变换器简化图

如图1, 当开关 Q1 打开, 当开关 Q1 打开, 通过原边绕组的电压为  $V_{bus}$ 。假设 Q1 的压降为 0, Q1 的电流以  $V_{bus}/L_p$  斜率线性上升。当 Q1 的电流达到预先定义的  $I_{peak\_pri}$

值, 控制器强制 Q1 关断。在 Q1 导通期间, 续流二极管 D1 反偏, 负载电流  $I_o$  由副边电容 C1 提供。当 Q1 关断, D1 导通, 储存的能量便传递到输出。

PT4226A/27A/29A 设计工作在断续模式 (DCM), DCM 模式下, 储存在原边绕组的能量在每个周期内被完全传递至副边。输出电流取决于  $R_{cs}$  和变压器的原副边匝比。假设变压器的原副边匝比为  $N_{ps}$ , 输出电流由下面公式给出:

$$I_{out} = \frac{0.1125}{R_{cs}} * N_{ps}$$

#### 启动

如图 2, 一旦 AC 电压施加到应用电路中,  $V_{bus}$  通过电阻 R1 给 VCC 充电。当 VCC 电压超过  $V_{VCC\_ON}$  阈值, 控制器开始输出开关脉冲至 Q1, 然后辅助绕组开始给 VCC 供电。由于启动电流可以很小, 启动电阻很大使得功耗可以降低到最低。对于典型的 90-264V AC 输入电压范围, 一个 0.5-3 MΩ 的 1/8W 电阻 R1 和一个 4.7μF/50V 的电容 C3 构成一个简单可靠的启动电路。

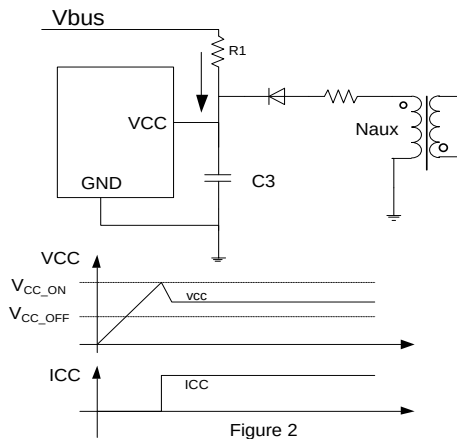


图2 启动原理图

### 恒流(CC)原理

PT4226A/27A/29A 通过对原边控制调整输出电流。开关频率随着 FB 脚电压变化，调频控制输出电流恒流。

### 原边电感补偿

由于电感补偿功能，输出电流对原边电感变化不敏感。如果原边电感量太高或太低，变换器将会自动调整振荡器频率保证输出恒流。

### 电流检测和 LEB

原边电流流过外部的功率开关，通过连接在 CS 和 GND 之间的电阻转变为电压信号。在每个开关周期内，当 CS 输入的电压达到内部的阈值后，功率管经过极短延时后关断。CS 脚电压的阈值和流过功率管的电流的关系遵从以下公式：

$$I_{PK\_PRI} = V_{CS} / R_{CS}$$

$I_{PK\_PRI}$  是流过外部功率管的峰值电流， $V_{CS}$  是 CS 脚的阈值电压， $R_{CS}$  为采样电阻。

由于吸收电路和副边续流二极管反向恢复导致在开关导通时，CS 脚电压不可避免的会产生过冲尖峰。PT4226A/27A/29A 内置了 LEB（前沿消隐）电路，在 LEB 时间内，电流检测比较器不工作，因此开关导通时的尖峰不会被检测，外部的 RC 滤波器也可以去除。

### 限流补偿

限流电路检测流过  $R_{CS}$  的电流， $R_{CS}$  将电流信号转变为电压信号给 CS 脚。当 CS 脚的电压达到内部阈值  $V_{CS}=500mV$  时，功率管关断专利的线性调整控制技术保证了优异的线性调整率。

### 短路保护

系统发生输出短路现象，PT4226A/27A/29A 进入如下所述的保护模式。在变压器去磁期间，FB 脚电压降至  $0.8V$  以下，PT4226A/27A/29A 进入短路保护模式，此时功率管将在 FB 采样延时  $30ms$  后关断。VCC 电压由于内部功耗降低，当 VCC 降至  $V_{VCC\_OFF}$  以下时，PT4226A/27A/29A 将会彻底关断，VCC 下电。之后 VCC 重新充电，芯片将反复重启直到异常状况解除。

### 开路保护

系统发生输出开路现象，PT4226A/27A/29A 进入如下所述的路开路保护模式。在变压器去磁期间，FB 脚电压上升超过  $2.5V$ ，PT4226A/27A/29A 进入短路保护模式，开关频率降低，峰值电流降为  $50\%$ 。如果过压持续  $8$  个开关周期，PT4226A/27A/29A 将会关断。

### 频率抖动技术

PT4226A/27A/29A 内置抖频功能。振荡器频率被调制以使能量分散。分散的能谱尽可能降低了 EMI 因而简化了系统 EMI 设计。

### 过温保护

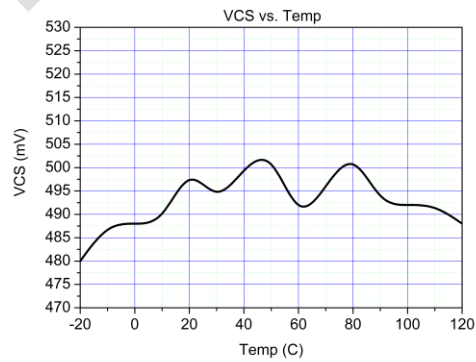
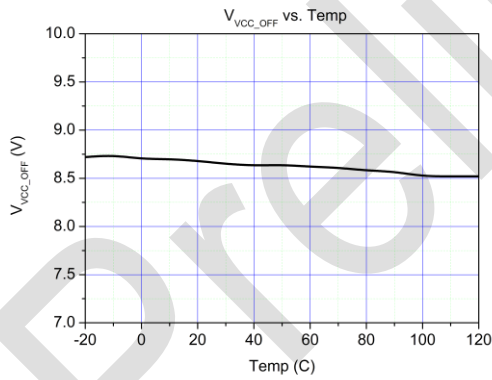
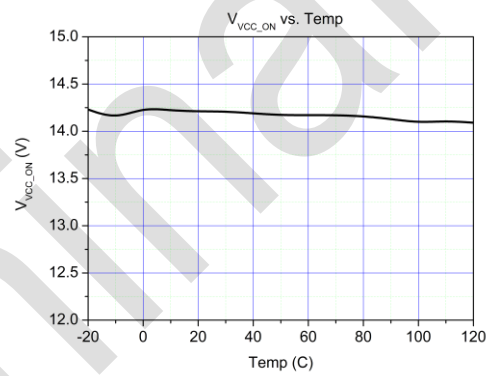
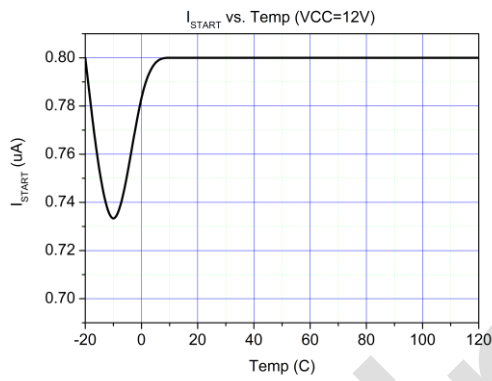
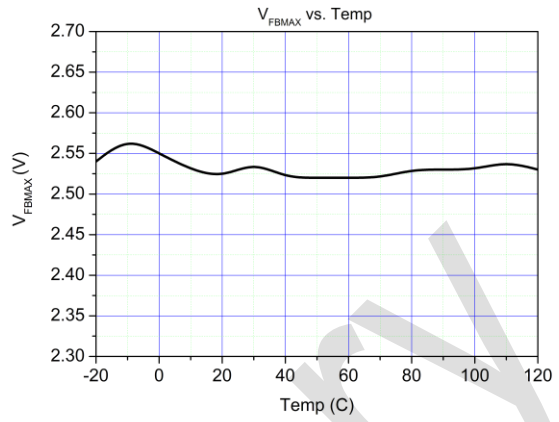
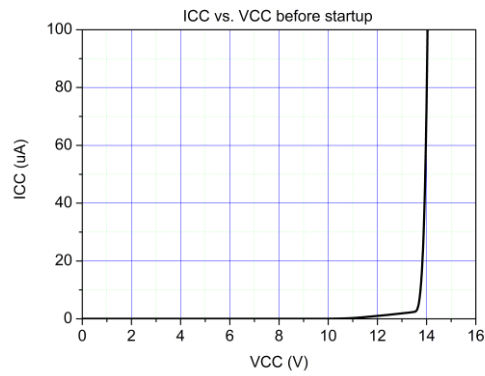
热关断电路检测芯片温度，当芯片温度超过  $150^{\circ}C$ ，功率管关断直到温度降低  $20^{\circ}C$ ，保护解除。

### 驱动输出

GATE 脚输出驱动功率 MOS 的栅极。优化的推挽驱动提供了良好 EMI 和驱动能力。另外 GATE 输出电压被内部钳位电路钳位在  $15V$ ，因此可以有效保护功率 MOS 的栅极。在 GATE 和 GND 之间存在一个电阻，以使系统工作之前初始化 gate 电压。



### 典型特性曲线



### 概述

PT4227是一款应用于LED照明的高精度原边反馈恒流转换器。该转换器无须次级反馈环路即可对输出电流实现精确控制。

PT4227集成了高压MOSFET开关, 振荡器, 电流检测电路, 恒流控制电路, 软驱动电路以及一套完整的保护电路。保护电路可以针对包括输出开/短路、输入欠压, 过温等在内的系统异常状况提供保护。

PT4227采用DIP-8封装。

### 特点

- 无须次级反馈环路的高精度恒流控制
- 内置高压MOSFET
- 变压器电感补偿
- 低启动电流(<10μA)
- 可调整的原边限流
- VCC/FB 过压保护
- VCC/FB 欠压锁定
- 反馈环路开路保护
- 过温保护
- 满足RoHS标准

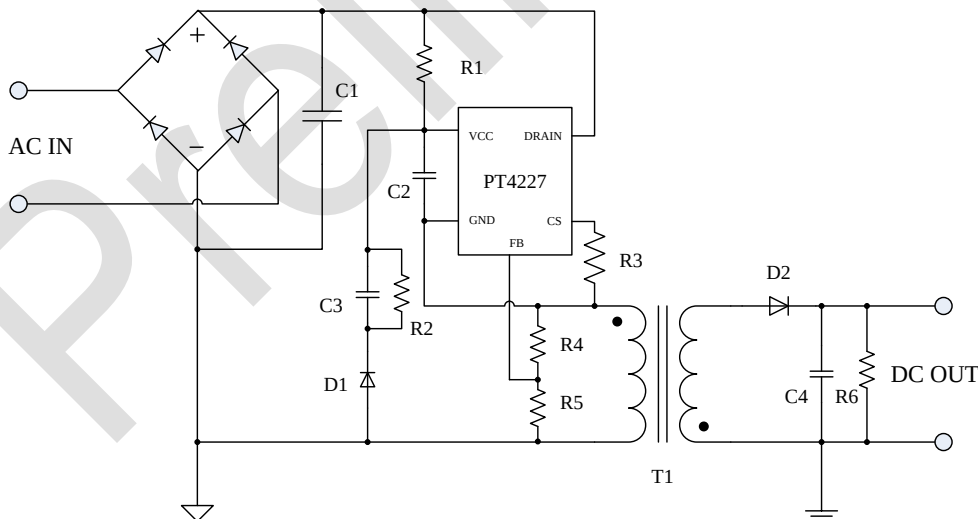
### 应用

- LED照明

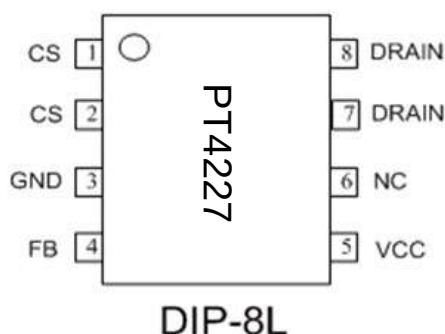
### 订购信息

| 封装    | 温度范围          | 订购型号       | 包装运输             | 产品打印             |
|-------|---------------|------------|------------------|------------------|
| DIP-8 | -40°C to 85°C | PT4227EDIH | Tube<br>50 units | PT4227<br>xxxxxX |

### 典型应用电路



## 封装及引脚排列



## 引脚说明

| 引脚号  | 引脚名称  | 描述          |
|------|-------|-------------|
| 1, 2 | CS    | 原边电流检测端     |
| 3    | GND   | 接地端         |
| 4    | FB    | 辅助绕组电压检测端   |
| 5    | VCC   | 芯片供电电源      |
| 6    | NC    | 无连接         |
| 7, 8 | DRAIN | 内置MOSFET输出端 |

## 极限参数 (注 1)

| 符号                 | 参数         | 参数范围       | 单位   |
|--------------------|------------|------------|------|
| VCC                | 芯片供电电源     | -0.3~30    | V    |
| V <sub>FB</sub>    | 反馈输入电压     | -0.3~5     | V    |
| V <sub>CS</sub>    | CS 引脚电压    | -0.3~5     | V    |
| V <sub>DRAIN</sub> | DRAIN 引脚电压 | -0.3~600   | V    |
| T <sub>opt</sub>   | 工作温度范围     | -40 to 150 | °C   |
| T <sub>stg</sub>   | 贮存温度范围     | -55 to 150 | °C   |
| ESD                | 人体模式       | 2000       | V    |
| RO <sub>JA</sub>   | DIP-8      | 107        | °C/W |

**注 1:** 最大极限值是指超出该工作范围，芯片有可能损坏。推荐工作范围是指在该范围内，器件功能正常，但并不完全保证满足个别性能指标。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。

## 推荐工作范围

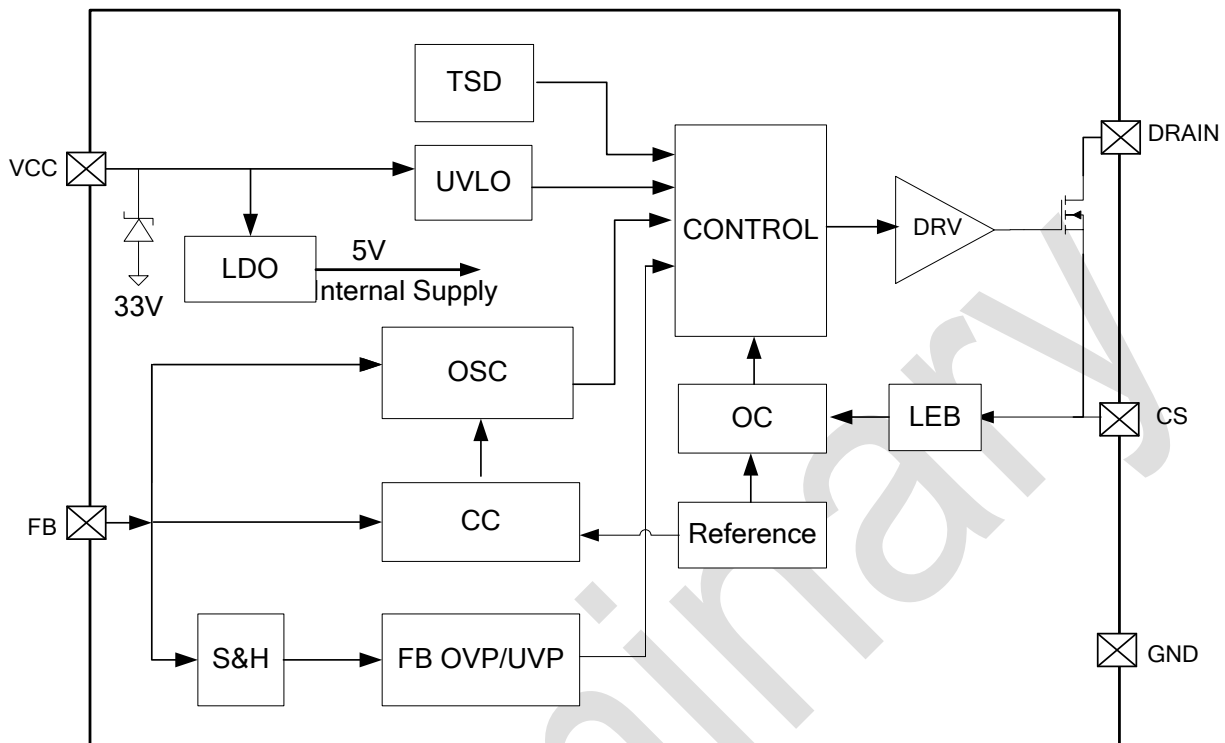
| 符号  | 参数   | 范围      | 单位 |
|-----|------|---------|----|
| VCC | 电源电压 | 9.5~26  | V  |
| TA  | 环境温度 | -20~ 85 | °C |

## 电气参数

 (无特别说明  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{CC}=16$ ,  $f_{sw}=65\text{kHz}$ )

| 符号                | 参数         | 测试条件                                            | 最小值  | 典型值  | 最大值  | 单位                 |
|-------------------|------------|-------------------------------------------------|------|------|------|--------------------|
| <b>供电电压 (VCC)</b> |            |                                                 |      |      |      |                    |
| $I_{START}$       | VCC 启动电流   | $V_{CC}=13.0\text{V}$                           |      | 1    | 10   | $\mu\text{A}$      |
| $V_{VCC\_ON}$     | VCC 启动电压   | VCC 上升                                          | 13.5 | 15.0 | 16.5 | V                  |
| $V_{VCC\_OFF}$    | VCC 最小工作电压 | VCC 下降                                          | 8.0  | 9.0  | 10.0 | V                  |
| $V_{VCC\_Clamp}$  | VCC 钳位电压   | $I_{VCC}=10\text{mA}$                           |      | 33   |      | V                  |
| $V_{VCC\_OVP}$    | VCC 过压保护阈值 |                                                 | 26   | 27.5 | 29   | V                  |
| $I_{VCCQ}$        | VCC 工作电流   | 无开关动作                                           |      | 350  | 700  | $\mu\text{A}$      |
| <b>反馈电压 (FB)</b>  |            |                                                 |      |      |      |                    |
| $V_{FBMAX}$       | FB 过压保护    |                                                 | 2.4  | 2.5  | 2.6  | V                  |
| $V_{FBMIN}$       | FB 最小电压    |                                                 |      | 0.8  |      | V                  |
| $I_{FB\_OPEN}$    | FB 开路保护电流  |                                                 |      | -85  |      | $\mu\text{A}$      |
| <b>电流检测 (CS)</b>  |            |                                                 |      |      |      |                    |
| VCS               | 电流限流阈值     | $I_{fb}=0$                                      | 490  | 500  | 510  | mV                 |
| $T_{LEB}$         | 电流检测前沿消隐时间 |                                                 |      | 250  |      | ns                 |
| <b>输出 (DRAIN)</b> |            |                                                 |      |      |      |                    |
| $R_{DS(ON)}$      | 导通状态       | $V_{CC}=16\text{V}$                             |      | 4    | 4.5  | $\Omega$           |
| $I_{DS}$          | 关断漏电流      | $V_{CC}=0\text{V}$ , $V_{DS}=600\text{V}$       |      |      | 1    | $\mu\text{A}$      |
| $BV_{DS}$         | DRAIN 击穿电压 | $V_{CC}=0\text{V}$ , $I_{DRAIN}=250\mu\text{A}$ | 650  |      |      | V                  |
| <b>热保护</b>        |            |                                                 |      |      |      |                    |
| $T_{SD}$          | 过温保护关断阈值   |                                                 |      | 150  |      | $^{\circ}\text{C}$ |

## 简化模块图



## 功能描述

PT4227 由高压 MOSFET 开关, 振荡器, 反馈电路, 过温保护电路, 抖频电路, 限流电路, 前沿消隐电路, 恒流控制电路组成。控制器通过对开关调频实现输出恒流特性。PT4227 对变压器原边检测调节输出电流, 实现高精度、高可靠性和低成本的 LED 照明应用。

## 工作原理

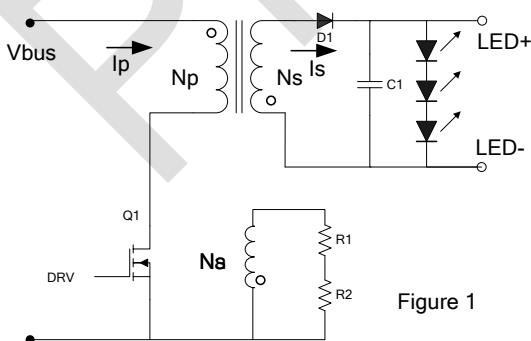


图1 反激变换器简化图

当开关 Q1 打开,当开关 Q1 打开, 通过原边绕组的电压为  $V_{bus}$ 。假设 Q1 的压降为 0, Q1 的电流以  $V_{bus}/L_p$  斜率线性上

升。当Q1的电流达到预先定义的 $I_{peak\_pri}$ 值，控制器强制Q1关断。在Q1导通期间，续流二极管D1反偏，负载电流 $I_o$ 由副边电容C1提供。当Q1关断，D1导通，储存的能量便传递到输出。

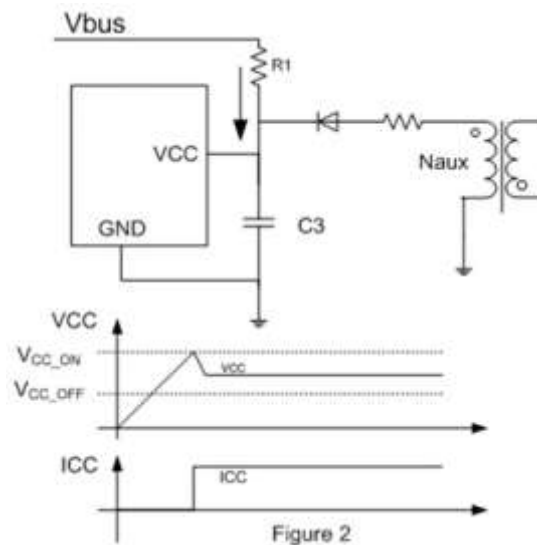
PT4227设计工作在断续模式(DCM),DCM 模式下,储存在原边绕组的能量在每个周期内被完全传递至副边。输出电流取决于 $R_{CS}$ 和变压器的原副边匝比。假设变压器的原副边匝比为 $N_{PS}$ ,输出电流由下面公式给出:

$$I_{out} = \frac{0.1125}{R_{cs}} * N_{ps}$$

启动

一旦 AC 电压施加到应用电路中,  $V_{bus}$  通过电阻 R1 给 VCC 充电。当 VCC 电压超过  $V_{VCC\_ON}$  阈值, 控制器开始输出开关脉冲至 Q1, 然后辅助绕组开始给 VCC 供电。由于启动电流可以很小, 启动电阻很大使得功耗可以降到最低。对于典型的 90-264V AC 输入电压范围, 一个 0.5-3 Meg ohm 的 1/8W 电阻和一个 4.7uF/50V 电容 C3 构成一个

简单可靠的启动电路。



### 恒流(CC)原理

PT4227 通过对原边控制调整输出电流。开关频率随着 FB 脚电压变化，调频控制输出电流恒流。

### 原边电感补偿

由于电感补偿功能，输出电流对原边电感变化不敏感。如果原边电感量太高或太低，变换器将会自动调整振荡器频率保证输出恒流。

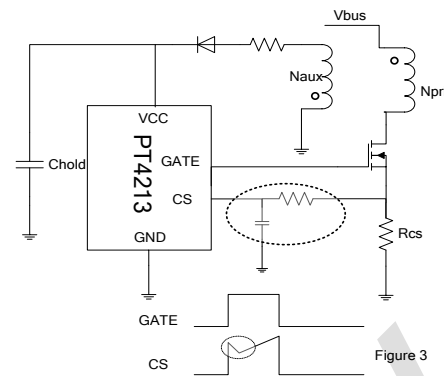
### 电流检测和 LEB

原边电流流过外部的功率开关，通过连接在 CS 和 GND 之间的电阻转变为电压信号。在每个开关周期内，当 CS 输入的电压达到内部的阈值后，功率管经过极短延时后关断。CS 脚电压的阈值和流过功率管的电流的关系遵从以下公式：

$$I_{PK\_PRI} = V_{CS} / R_{CS}$$

$I_{PK\_PRI}$  是流过外部功率管的峰值电流， $V_{CS}$  是 CS 脚的阈值电压， $R_{CS}$  为采样电阻。

由于吸收电路和副边续流二极管反向恢复导致在开关导通时，CS 脚电压不可避免的会产生过冲尖峰。PT4227 内置了 LEB（前沿消隐）电路，在 LEB 时间内，电流检测比较器不工作，因此开关导通时的尖峰不会被检测，外部的 RC 滤波器也可以去除。



### 限流补偿

限流电路检测流过  $R_{CS}$  的电流， $R_{CS}$  将电流信号转变为电压信号给 CS 脚。当 CS 脚的电压达到内部阈值  $V_{CS}=500mV$  时，功率管关断专利的线性调整控制技术保证了优异的线性调整率。

### 短路保护

系统发生输出短路现象，PT4227 进入如下所述的保护模式。在变压器去磁期间，FB 脚电压降至  $0.8V$  以下，PT4227 进入短路保护模式，此时功率管将在 FB 采样延时  $30ms$  后关断。VCC 电压由于内部功耗降低，当 VCC 降至  $V_{VCC\_OFF}$  以下时，PT4227 将会彻底关断，VCC 下电。之后 VCC 重新充电，芯片将反复重启直到异常状况解除。

### 开路保护

系统发生输出开路现象，PT4227 进入如下所述的开路保护模式。在变压器去磁期间，FB 脚电压上升超过  $2.5V$ ，PT4227 进入短路保护模式，开关频率降低，峰值电流降为  $50\%$ 。如果过压持续  $8$  个开关周期，PT4227 将会关断。

### 频率抖动技术

PT4227 内置抖频功能。振荡器频率被调制以使能量分散。分散的能谱尽可能降低了 EMI 因而简化了系统 EMI 设计。

### 过温保护

热关断电路检测芯片温度，当芯片温度超过  $150^{\circ}C$ ，功率管关断直到温度降低  $20^{\circ}C$ ，保护解除。

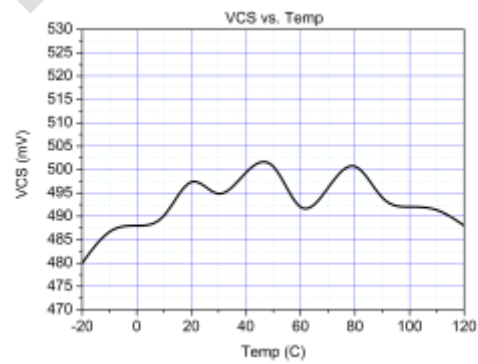
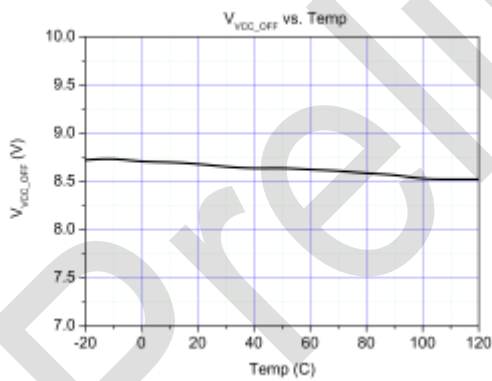
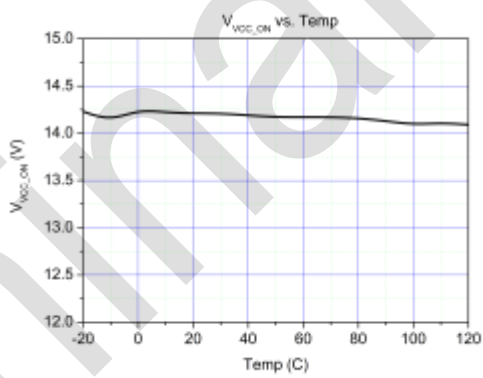
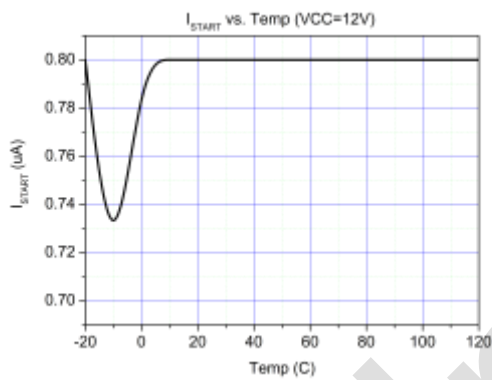
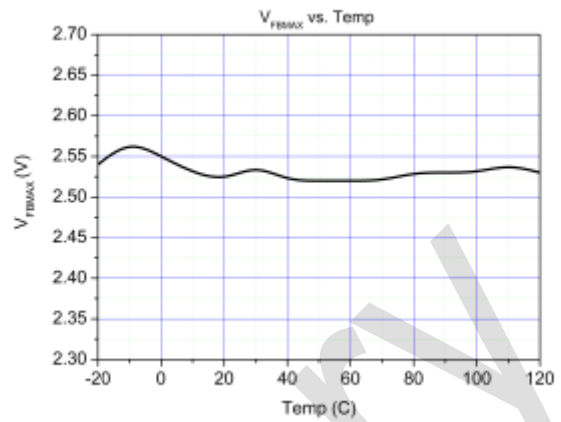
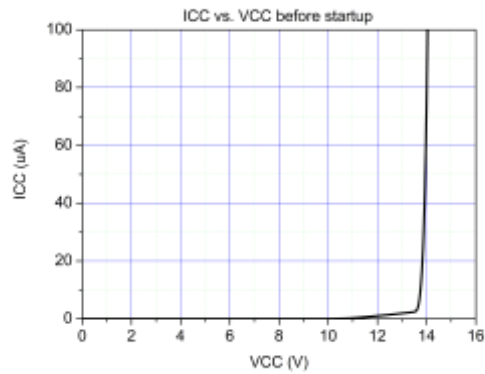
### VCC 过压保护

VCC 过压保护是电路在输入过压状况下保护芯片免受损害。当 VCC 电压达到过压阈值  $OVP$  后，功率管关断，由于芯片内部功耗导致 VCC 降低。PT4227 在 VCC 电压降至  $OVP$  解除阈值以下后将恢复开关动作。

### 驱动输出

GATE 脚输出驱动功率 MOS 的栅极。优化的推挽驱动提供了良好 EMI 和驱动能力。另外 GATE 输出电压被内部钳位电路钳位在  $15V$ ，因此可以有效保护功率 MOS 的栅极。在 GATE 和 GND 之间存在一个电阻，以使系统工作之前初始化 gate 电压。

## 典型特性曲线





### 概述

PT4229是一款应用于LED照明的高精度原边反馈恒流转换器。该转换器无须次级反馈环路即可对输出电流实现精确控制。

PT4229集成了高压MOSFET开关, 振荡器, 电流检测电路, 恒流控制电路, 软驱动电路以及一套完整的保护电路。保护电路可以针对包括输出开/短路、输入欠压, 过温等在内的系统异常状况提供保护。

PT4229采用DIP-8封装。

### 特点

- 无须次级反馈环路的高精度恒流控制
- 内置高压MOSFET
- 变压器电感补偿
- 低启动电流(<10μA)
- 可调整的原边限流
- VCC/FB 过压保护
- VCC/FB 欠压锁定
- 反馈环路开路保护
- 过温保护
- 满足RoHS标准

### 应用

- LED照明

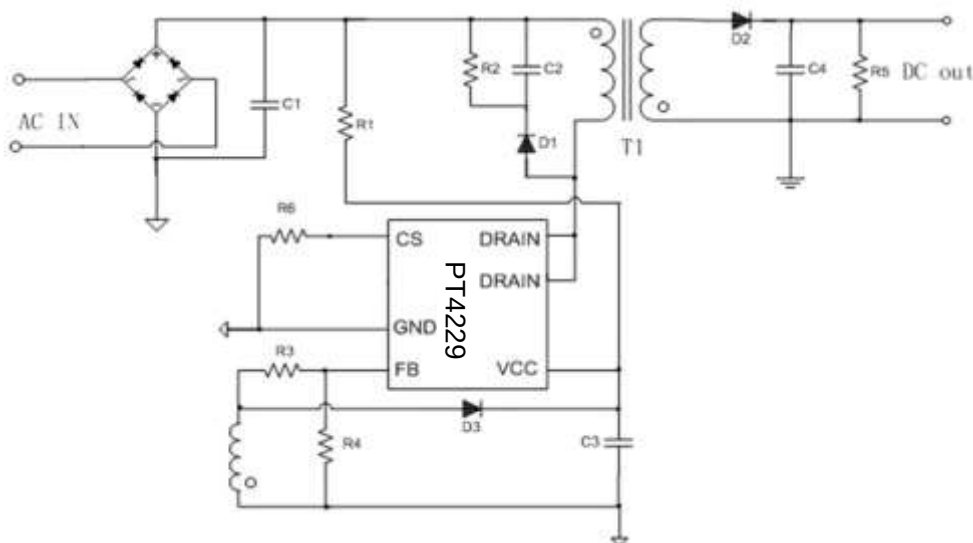
### 订购信息

| 封装    | 温度范围          | 订购型号       | 包装运输             | 产品打印                                                                                                  |
|-------|---------------|------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIP-8 | -40°C to 85°C | PT4229EDIH | Tube<br>50 units |  PT4229<br>xxxxxX |

Note:

xxxxxX  
↑ Assembly Factory Code  
↑ Lot Number

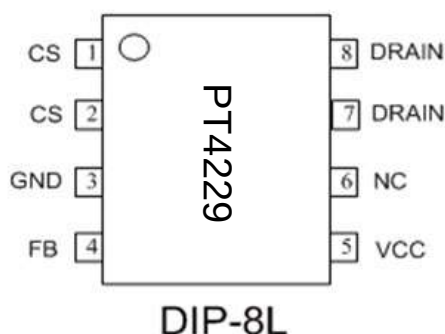
### 典型应用电路



DIP-8



## 封装及引脚排列



## 引脚说明

| 引脚号  | 引脚名称  | 描述          |
|------|-------|-------------|
| 1, 2 | CS    | 原边电流检测端     |
| 3    | GND   | 接地端         |
| 4    | FB    | 辅助绕组电压检测端   |
| 5    | VCC   | 芯片供电电源      |
| 6    | NC    | 无连接         |
| 7, 8 | DRAIN | 内置MOSFET输出端 |

## 极限参数 (注 1)

| 符号                 | 参数         | 参数范围       | 单位   |
|--------------------|------------|------------|------|
| VCC                | 芯片供电电源     | -0.3~30    | V    |
| V <sub>FB</sub>    | 反馈输入电压     | -0.3~5     | V    |
| V <sub>CS</sub>    | CS 引脚电压    | -0.3~5     | V    |
| V <sub>DRAIN</sub> | DRAIN 引脚电压 | -0.3~600   | V    |
| T <sub>opt</sub>   | 工作温度范围     | -40 to 150 | °C   |
| T <sub>stg</sub>   | 贮存温度范围     | -55 to 150 | °C   |
| ESD                | 人体模式       | 2000       | V    |
| RO <sub>JA</sub>   | DIP-8      | 107        | °C/W |

**注 1:** 最大极限值是指超出该工作范围，芯片有可能损坏。推荐工作范围是指在该范围内，器件功能正常，但并不完全保证满足个别性能指标。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。

## 推荐工作范围

| 符号  | 参数   | 范围      | 单位 |
|-----|------|---------|----|
| VCC | 电源电压 | 9.5~26  | V  |
| TA  | 环境温度 | -20~ 85 | °C |

## 电气参数

 (无特别说明  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{CC}=16$ ,  $f_{sw}=65\text{kHz}$ )

| 符号                | 参数         | 测试条件                                            | 最小值  | 典型值  | 最大值  | 单位                 |
|-------------------|------------|-------------------------------------------------|------|------|------|--------------------|
| <b>供电电压 (VCC)</b> |            |                                                 |      |      |      |                    |
| $I_{START}$       | VCC 启动电流   | $V_{CC}=13.0\text{V}$                           |      | 1    | 10   | $\mu\text{A}$      |
| $V_{VCC\_ON}$     | VCC 启动电压   | VCC 上升                                          | 13.5 | 15.0 | 16.5 | V                  |
| $V_{VCC\_OFF}$    | VCC 最小工作电压 | VCC 下降                                          | 8.0  | 9.0  | 10.0 | V                  |
| $V_{VCC\_Clamp}$  | VCC 钳位电压   | $I_{VCC}=10\text{mA}$                           |      | 33   |      | V                  |
| $V_{VCC\_OVP}$    | VCC 过压保护阈值 |                                                 | 26   | 27.5 | 29   | V                  |
| $I_{VCCQ}$        | VCC 工作电流   | 无开关动作                                           |      | 350  | 700  | $\mu\text{A}$      |
| <b>反馈电压 (FB)</b>  |            |                                                 |      |      |      |                    |
| $V_{FBMAX}$       | FB 过压保护    |                                                 | 2.4  | 2.5  | 2.6  | V                  |
| $V_{FBMIN}$       | FB 最小电压    |                                                 |      | 0.8  |      | V                  |
| $I_{FB\_OPEN}$    | FB 开路保护电流  |                                                 |      | -85  |      | $\mu\text{A}$      |
| <b>电流检测 (CS)</b>  |            |                                                 |      |      |      |                    |
| VCS               | 电流限流阈值     | $I_{fb}=0$                                      | 490  | 500  | 510  | mV                 |
| $T_{LEB}$         | 电流检测前沿消隐时间 |                                                 |      | 250  |      | ns                 |
| <b>输出 (DRAIN)</b> |            |                                                 |      |      |      |                    |
| $R_{DS(ON)}$      | 导通状态       | $V_{CC}=16\text{V}$                             |      | 4    | 4.5  | $\Omega$           |
| $I_{DS}$          | 关断漏电流      | $V_{CC}=0\text{V}$ , $V_{DS}=600\text{V}$       |      |      | 1    | $\mu\text{A}$      |
| $BV_{DS}$         | DRAIN 击穿电压 | $V_{CC}=0\text{V}$ , $I_{DRAIN}=250\mu\text{A}$ | 650  |      |      | V                  |
| <b>热保护</b>        |            |                                                 |      |      |      |                    |
| $T_{SD}$          | 过温保护关断阈值   |                                                 |      | 150  |      | $^{\circ}\text{C}$ |

## 概述

PT4230是一款应用于LED照明的高精度原边反馈恒流转换器。该转换器无须次级反馈环路即可对输出电流实现精确控制。

PT4230集成了高压MOSFET开关, 振荡器, 电流检测电路, 恒流控制电路, 软驱动电路以及一套完整的保护电路。保护电路可以针对包括输出开/短路、输入欠压, 过温等在内的系统异常状况提供保护。

PT4230采用SOP-8封装。

## 特点

- 无须次级反馈环路的高精度恒流控制
- 内置高压MOSFET
- 变压器电感补偿
- 低启动电流(<10μA)
- 可调整的原边限流
- FB 过压保护
- VCC/FB 欠压锁定
- 反馈环路开路保护
- 过温保护
- 满足RoHS标准

## 应用

- LED照明

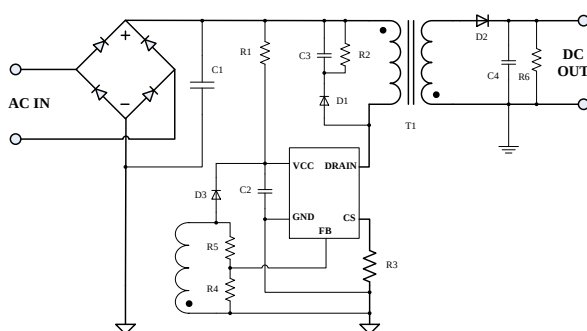
## 订购信息

| 封装    | 温度范围          | 订购型号       | 包装运输                        | 产品打印                                                                                                  |
|-------|---------------|------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SOP-8 | -40°C to 85°C | PT4230ESOH | Tape and Reel<br>4000 units |  PT4230<br>xxxxxX |

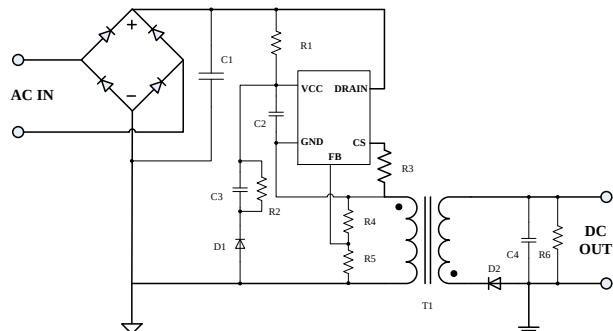
Note:

xxxxxX  
 ↑ Assembly Factory Code  
 ↑ Lot Number

## 典型应用电路

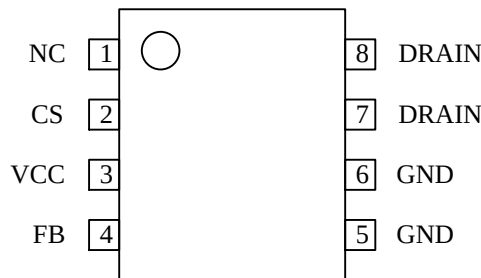


三绕组应用



双绕组应用

## 封装及引脚排列



**SOP-8**

## 引脚说明

| 引脚号<br>SOP-8 | 引脚名称  | 描述          |
|--------------|-------|-------------|
| 2            | CS    | 原边电流检测端     |
| 5,6          | GND   | 接地端         |
| 4            | FB    | 辅助绕组电压检测端   |
| 3            | VCC   | 芯片供电电源      |
| 1            | NC    | 无连接         |
| 7,8          | DRAIN | 内置MOSFET输出端 |

## 极限参数 (注 1)

| 符号                 | 参数         | 参数范围     | 单位   |
|--------------------|------------|----------|------|
| VCC                | 芯片供电电源     | -0.3~25  | V    |
| V <sub>FB</sub>    | 反馈输入电压     | -0.3~5   | V    |
| V <sub>CS</sub>    | CS 引脚电压    | -0.3~5   | V    |
| V <sub>DRAIN</sub> | DRAIN 引脚电压 | -0.3~600 | V    |
| T <sub>opt</sub>   | 工作温度范围     | -40~150  | °C   |
| T <sub>stg</sub>   | 贮存温度范围     | -55~150  | °C   |
| ESD                | 人体模式       | 2000     | V    |
| R <sub>ΘJA</sub>   | SOP-8      | 184      | °C/W |

## 推荐工作范围

| 符号             | 参数   | 范围     | 单位 |
|----------------|------|--------|----|
| VCC            | 电源电压 | 9.5~25 | V  |
| T <sub>A</sub> | 环境温度 | -20~85 | °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。

## 电气参数

(无特别说明  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{CC}=16$ ,  $f_{sw}=65\text{kHz}$ )

| 符号                | 参数         | 测试条件                                                                      | 最小值  | 典型值  | 最大值  | 单位                 |
|-------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------|------|------|------|--------------------|
| <b>供电电压 (VCC)</b> |            |                                                                           |      |      |      |                    |
| $I_{START}$       | VCC 启动电流   | $V_{CC}=13.0\text{V}$                                                     |      | 1    | 10   | $\mu\text{A}$      |
| $V_{VCC\_ON}$     | VCC 启动电压   | VCC 上升                                                                    | 12.5 | 14.0 | 15.5 | V                  |
| $V_{VCC\_OFF}$    | VCC 最小工作电压 | VCC 下降                                                                    | 7.5  | 8.5  | 9.5  | V                  |
| $V_{VCC\_Clamp}$  | VCC 钳位电压   | $I_{VCC}=10\text{mA}$                                                     |      | 25.5 |      | V                  |
| $I_{VCCQ}$        | VCC 工作电流   | 无开关动作                                                                     |      | 350  | 700  | $\mu\text{A}$      |
| <b>反馈电压 (FB)</b>  |            |                                                                           |      |      |      |                    |
| $V_{FBMAX}$       | FB 过压保护    |                                                                           | 2.4  | 2.5  | 2.6  | V                  |
| $V_{FBMIN}$       | FB 最小电压    |                                                                           |      | 0.8  |      | V                  |
| $I_{FB\_OPEN}$    | FB 开路保护电流  |                                                                           |      | -85  |      | $\mu\text{A}$      |
| <b>电流检测 (CS)</b>  |            |                                                                           |      |      |      |                    |
| VCS               | 电流限流阈值     | $I_{fb}=0$                                                                | 490  | 500  | 510  | mV                 |
| $T_{LEB}$         | 电流检测前沿消隐时间 |                                                                           |      | 250  |      | ns                 |
| <b>输出 (DRAIN)</b> |            |                                                                           |      |      |      |                    |
| $R_{DS(ON)}$      | 导通状态       | $V_{CC}=16\text{V}$                                                       |      |      | 5.5  | $\Omega$           |
| $I_{DS}$          | 关断漏电流      | $V_{CC}=0\text{V}$ , $V_{DS}=600\text{V}$<br>( $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ) |      |      | 1    | $\mu\text{A}$      |
| $BV_{DS}$         | DRAIN 击穿电压 | $V_{CC}=0\text{V}$ , $I_{DRAIN}=250\mu\text{A}$                           | 600  |      |      | V                  |
| <b>热保护</b>        |            |                                                                           |      |      |      |                    |
| $T_{SD}$          | 过温保护关断阈值   |                                                                           |      | 150  |      | $^{\circ}\text{C}$ |

### GENERAL DESCRIPTION

The PT4213 is a primary side regulated constant current controller, which is designed for LED lighting applications. The device regulates output current without the secondary feedback loop.

The device integrates an oscillator, a current sense circuit, CC control circuit, a pre-driver and a complete set of protection circuits to protect against all fault conditions including output open/short circuit, line under-voltage, and over temperature protection. The PT4213 is available in SOT23-6 package.

### FEATURES

- CC Without Secondary Feedback
- Inductance Compensation
- Low Startup Current (<10uA)
- Adjustable Primary Side Current limit
- VCC/FB Over Voltage Protection
- VCC/FB UVLO
- Feedback Loop Open Circuit Protection
- Over Temperature Protection
- RoHS compliant

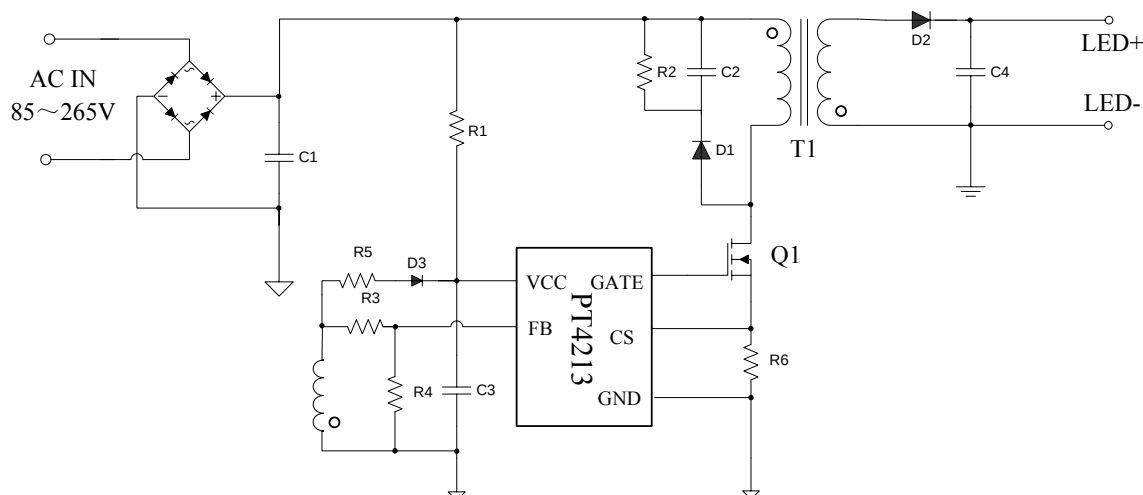
### APPLICATIONS

- Off-line High Brightness General LED Lighting
- Integrated LED Lamps such as GU10, E27, PAR20/20/38 LED Lamps

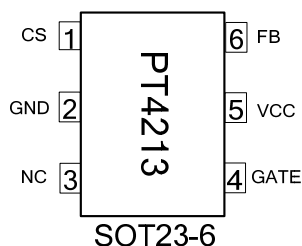
### ORDERING INFORMATION

| PACKAGE          | TEMPERATURE RANGE | ORDERING PART NUMBER | TRANSPORT MEDIA    | MARKING |
|------------------|-------------------|----------------------|--------------------|---------|
| SOT23-6, Pb free | -40°C to 85°C     | PT4213E23F           | 3000/Tape and Reel | 4213    |

### TYPICAL APPLICATION CIRCUIT



### PIN ASSIGNMENT



### PIN DESCRIPTIONS

| PIN No. | PIN NAMES | DESCRIPTION                                                   |
|---------|-----------|---------------------------------------------------------------|
| 1       | CS        | Primary Side Current Sense Input                              |
| 2       | GND       | Ground                                                        |
| 3       | NC        | Not connected                                                 |
| 4       | GATE      | Drive output                                                  |
| 5       | VCC       | Power supply, the device is supplied by an auxiliary winding. |
| 6       | FB        | Auxiliary Winding Voltage Sense Input                         |

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (note1)

| SYM               | PARAMETER                      | VALUE      | UNIT |
|-------------------|--------------------------------|------------|------|
| VCC               | VCC pin Voltage                | -0.3~30    | V    |
| V <sub>FB</sub>   | FB pin Input Voltage           | -0.3~5     | V    |
| V <sub>CS</sub>   | CS pin Voltage                 | -0.3~5     | V    |
| V <sub>GATE</sub> | GATE pin output voltage        | -0.3~15    | V    |
| T <sub>opt</sub>  | Operating Junction Temp. Range | -40 to 150 | °C   |
| T <sub>stg</sub>  | Storage Temp. Range            | -55 to 150 | °C   |
| ESD               | HBM                            | 2000       | V    |
| R <sub>θJA</sub>  | SOT23-6                        | 250        | °C/W |

**Note 1:** Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Recommended Operating Range indicates conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular test conditions which guarantee specific performance limits. This assumes that the device is within the Operating Range. Specifications are not guaranteed for parameters where no limit is given, however, the typical value is a good indication of device performance.

### RECOMMENDED OPERATING RANGE

| SYM            | PARAMETER                     | VALUE  | UNIT |
|----------------|-------------------------------|--------|------|
| VCC            | VCC pin Operating Voltage     | 9.5~26 | V    |
| T <sub>A</sub> | Operating Ambient Temperature | -20~85 | °C   |

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(T<sub>A</sub>=25°C, V<sub>CC</sub>=16V, f<sub>sw</sub>=65KHz unless specified otherwise)

| SYMBOL                                  | PARAMETER                                | TEST CONDITION         | MIN  | TYP  | MAX  | UNIT |
|-----------------------------------------|------------------------------------------|------------------------|------|------|------|------|
| <b>SUPPLY VOLTAGE (VCC)</b>             |                                          |                        |      |      |      |      |
| I <sub>START</sub>                      | Start up current                         | VCC=12.0V              |      | 1    | 10   | uA   |
| V <sub>VCC_ON</sub>                     | VCC turn on threshold                    | VCC Rising             | 12.5 | 14.0 | 15.5 | V    |
| V <sub>VCC_OFF</sub>                    | VCC minimum operating voltage            | VCC Falling            | 7.5  | 8.5  | 9.5  | V    |
| V <sub>VCC_Clap</sub>                   | VCC Clamp Voltage                        | I <sub>cc</sub> =10mA  |      | 33   |      | V    |
| V <sub>VCC_OVP</sub>                    | VCC Over Voltage Protection Threshold    |                        | 26   | 27.5 | 29   | V    |
| I <sub>VCCQ</sub>                       | VCC Supply Current                       | No switching           |      | 350  | 700  | uA   |
| <b>FEED BACK VOLTAGE SENSE PIN (FB)</b> |                                          |                        |      |      |      |      |
| V <sub>FBMAX</sub>                      | FB Over Voltage Protection               |                        | 2.4  | 2.5  | 2.6  | V    |
| V <sub>FBMIN</sub>                      | FB Minimum Voltage                       |                        |      | 0.8  |      | V    |
| I <sub>FB_OPEN</sub>                    | FB Open Loop Current                     |                        |      | -85  |      | uA   |
| <b>CURRENT SENSE INPUT PIN (CS)</b>     |                                          |                        |      |      |      |      |
| V <sub>CS</sub>                         | Current Limit Threshold                  | I <sub>fb</sub> =0     | 490  | 500  | 510  | mV   |
| T <sub>LEB</sub>                        | Current sense Leading Edge Blanking Time |                        |      | 250  |      | nS   |
| <b>DRIVE OUTPUT (GATE)</b>              |                                          |                        |      |      |      |      |
| D <sub>max</sub>                        | Maximum driving pulse duty cycle         |                        |      | 65   |      | %    |
| T <sub>r</sub>                          | Rising time                              | C <sub>gate</sub> =1nF |      | 220  |      | nS   |
| T <sub>f</sub>                          | Falling time                             | C <sub>gate</sub> =1nF |      | 120  |      | nS   |
| V <sub>GS_MAX</sub>                     | Gate clamp voltage                       |                        |      | 15   |      | V    |
| <b>PROTECTION</b>                       |                                          |                        |      |      |      |      |
| T <sub>SD</sub>                         | Thermal Shut Down Threshold              |                        |      | 150  |      | °C   |