BP2638

高 PF 低谐波的 Boost PFC 控制器

概述

BP2638 是一款具有极低谐波的 PFC 恒压控制芯片，专为中大功率 LED 照明领域的应用而设计。

BP2638 内置 THD 补偿功能，即使轻载条件下也能提供优异的 PF 和 THD，同时采用了增强型 EA，动态特性好，负载突变输出电压变化少，特别适用于 LED 调光灯具等应用。

BP2638 控制的 Boost PFC 电路工作于电感电流临界连续模式（BCM）或断续模式（DCM），因此功率二极管零电流关断，不存在反向恢复问题，有助于实现更高的转换效率，同时抑制电磁干扰(EMI)。

BP2638 内置多重保护功能，包括 UVLO 保护、输出过压保护、输入过欠压保护、逐周期限流保护、芯片温度过温保护等。

BP2638 采用 SOP-8 封装。

SOP-8 封装

特点

- 低谐波和高 PF，满足 IEC61000-3-2 标准
- BCM 和 DCM 混合模式控制，轻载下输出电压稳定
- 开机启动/负载切换无噪声
- 高精度内部参考电压(+/-2%)
- 宽 VCC 电压范围
- 低启动电流消耗
- 内部集成保护功能
  - 逐周期峰值过流保护
  - 输出过压保护
  - 集成式过温保护
  - 输入过欠压保护
- 采用 SOP-8 封装
- 全程谷底开通

应用领域

- LED 驱动电源
- 开关电源

典型应用

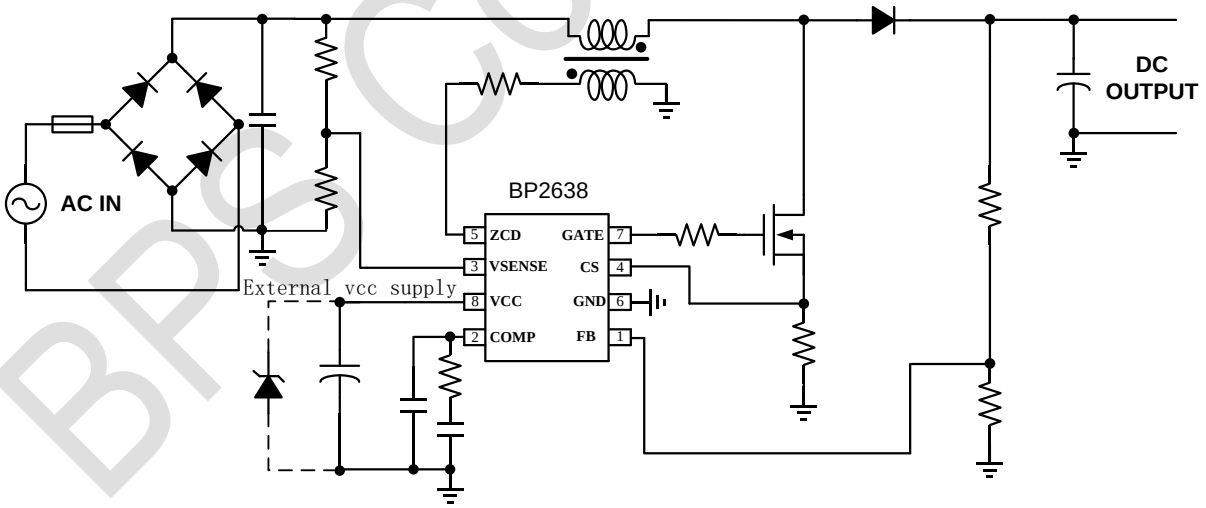


图 1　BP2638 典型应用电路

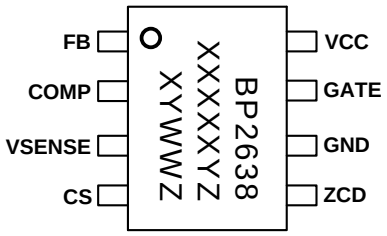
注：该线路及参数仅供参考，实际应用电路和参数请通过试验充分验证。

BPS Confidential

定购信息

定购型号	封装	包装形式	打印
BP2638	SOP-8	卷盘 4,000/盘	BP2638 XXXXXYZ XYWWZ

管脚封装



BP2638：产品型号
XXXXXY：批次
XY：标识
WW：周号
Z：预留

图 2 SOP-8 管脚封装图

管脚描述

管脚号	管脚名称	描述
1	FB	输出电压采样引脚，与电压误差放大器反相输入端相连。
2	COMP	电压环路补偿引脚，与内部误差放大器的输出端相连。
3	VSENSE	输入电压检测脚，实现输入过欠压保护。
4	CS	电流采样引脚，当 CS 电压达到控制电压或过流保护值时，停止开关导通。
5	ZCD	过零检测引脚，当 GATE 电压高时，通过流出 ZCD 引脚的电流检测输入电压。当 GATE 电压低时，通过检测 ZCD 的电平实现电感退磁检测。
6	GND	芯片地。
7	GATE	驱动信号输出引脚，与功率 MOSFET 的栅极连接。
8	VCC	芯片供电引脚，当 V_{CC} 电压大于 V_{CC_ON} 后开始工作。当 V_{CC} 电压低于 V_{CC_UVLO} 后停止工作。

BPS Confidential

极限参数(注 1)

符号	参数	参数范围	单位
Vcc	VCC 引脚最大电流@ V_{CC_CLAMP}	5	mA
V_{GATE}	GATE引脚电压范围	-0.3~30	V
V_{IO}	FB/CS/COMP/ZCD/VSENSE等引脚电压范围	-0.3~6	V
P_{DMAX}	功耗(注2)	0.45	W
θ_{JA}	PN结到环境的热阻(注3)	145	℃/W
T_J	工作结温范围	-40~150	℃
T_{STG}	储存温度范围	-55~150	℃

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。

注 2：温度升高最大功耗一定会减小，这也是由 T_{JMAX}, θ_{JA},和环境温度 T_A 所决定的。最大允许功耗为 $P_{DMAX} = (T_{JMAX} - T_A)/ \theta_{JA}$ 或是极限范围给出的数字中比较低的那个值。

注 3：1 平方英寸双层 PCB 板，按照 JEDEC 标准测试。

BPS Confidential

电气参数(注 4)（无特别说明情况下，T_A =25℃）

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压						
V_{CC_CLAMP}	V_{CC} 箝位电压	I_{CC}=1mA	24	26	28	V
V_{CC_ON}	V_{CC} 启动电压	V_{CC} 上升	9.8	10.5	11.2	V
V_{CC_UVLO}	V_{CC} 欠压保护阈值	V_{CC} 下降	7.2	8.4	9.5	V
I_{ST}	V_{CC} 启动电流消耗	V_{CC}= V_{CC_ON}-1V	65	95	120	μA
$I_{QUIESCENT}$	V_{CC} 静态工作电流	无开关动作	470	570	750	μA
误差放大器(COMP)						
Gm	误差放大器跨导		51	64	77	μA/V
V_{BURST}	BURST 模式 COMP 电压		0.45	0.5	0.56	V
I_{COMP}	误差放大器电流能力		6.5	9	11.5	μA
电流采样(CS)						
V_{OCP1}	逐周期限流阈值(注 5)			1		V
T_{LEB1}	前沿消隐时间(注 5)		140	200	260	ns
V_{OCP2}	过流保护阈值(注 5)		2	2.4	2.8	V
V_{CS_MIN}	CS 峰值最小电压		28	40	52	mV
电压检测(FB)						
V_{FB_REF}	内部电压基准		2.45	2.5	2.55	V
V_{FB_OVP1}	过压保护阈值	FB 上升	2.64	2.69	2.78	V
V_{FB_OVP2}	快速调节 OVP 阈值	FB 上升	2.58	2.63	2.72	V
V_{FB_UVP1}	快速调节 UVP 阈值 1	FB 下降	2.12	2.3	2.48	V
V_{FB_UVP2}	快速调节 UVP 阈值 2	FB 下降	2.09	2.27	2.45	V
V_{FB_EN}	FB 使能检测阈值电压	FB 上升	0.45	0.5	0.56	V
V_{FB_HYS}	FB 使能检测退出电压	FB 下降	0.34	0.42	0.5	V
过零检测(ZCD)						
V_{ZCD_TH1}	V_{ZCD} 上升沿阈值(注 5)			1		V
V_{ZCD_TH2}	V_{ZCD} 下降沿阈值(注 5)			0.5		V
内部时间控制						
F_{SW_MAX}	最大开关频率(注 5)			450		kHz

BPS Confidential

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
T_{ON_MIN}	最小开通时间		100	200	300	ns
T_{ON_MAX}	最大开通时间		24	30	36	μs
T_{OFF_MIN}	最小关断时间(注 5)			1		μs
T_{OFF_MAX}	最大关断时间		160	200	260	μs
栅极驱动(GATE)						
I_{SOURCE}	最大驱动上拉电流(注 5)	V_{GATE}=5V		430		mA
I_{SINK}	最大驱动下拉电流(注 5)	V_{GATE}=5V		630		mA
OTP 保护						
T_{OTP}	过温保护阈值(注 5)			150		℃
T_{OTP_HYS}	过温保护迟滞(注 5)			25		℃
输入电压检测(VSENSE)						
V_{SENSE}	输入欠压保护阈值		0.76	0.8	0.84	V
V_{SENSE_HYS}	输入欠压保护迟滞(注 5)			60		mV
T_{SENSE_UV}	输入欠压保护检测持续时间(注 5)			40		ms
V_{SENSE_OVP}	输入过压保护阈值(注 5)			3.2		V

注 4：规格书的部分最小、最大规范范围由测试保证，典型值由设计、测试或统计分析保证。

注 5：设计保证。

BPS Confidential

内部结构框图

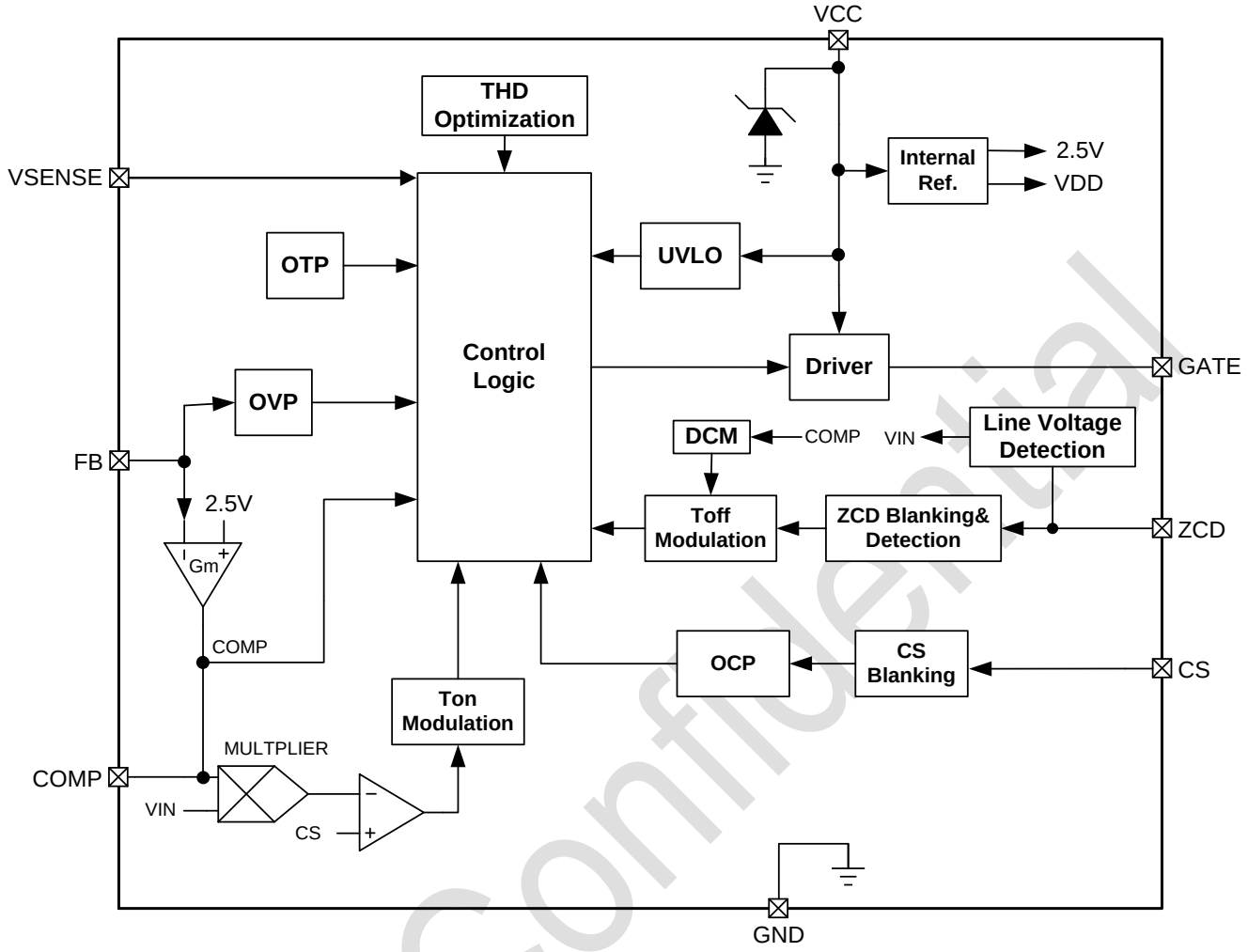


图 3　BP2638 内部框图

功能描述

BP2638 是一款具有低谐波的 PFC 恒压控制芯片，专为中大功率 LED 照明领域的应用而设计，同时具备优异的抗雷击能力。BP2638 内置 THD 补偿功能，即使轻载条件下也能提供优异的 PF 和 THD，特别适用于 LED 调光灯具等应用。

启动

系统上电以后，当 VCC 电压达到芯片开启阈值时，若 FB 电压大于 V_{FB_EN}，V_{SENSE} 到达开启条件，则芯片内部控制电路开始工作，COMP 电压开始快速上升，同时 BP2638 开始输出驱动信号，输出电压开始快速上升。

VCC 设计

在实际应用中，若 VCC 引脚会进入到钳位工作状态或长时间工作于钳位状态，则必须在 VCC 引脚并联稳压管，且稳压管的稳压值 V_Z 应小于 VCC 内部钳位电压最小值（24.5V），一般选择 18-22V。若在所有工作状态下，VCC 均不会进入钳位状态，则无需使用稳压管。

输出电压设置

BP2638 采用了闭环反馈机制对输出电压进行稳压，可实现高精度输出恒压控制。

Boost 稳态输出电压计算方法：

$$V_{out} \approx V_{REF} \times \left(\frac{R_{UP}}{R_{DOWN}} + 1 \right)$$

其中，

V_{REF} 是内部基准电压。

R_{UP} 是 FB 采样上电阻。

R_{DOWN} 是 FB 采样下电阻。

BPS Confidential

过零检测和输入电压检测

BP2638 通过 ZCD 引脚检测电感电流过零的状态。当 GATE 关断，负载绕组开始上升，续流二极管续流结束时，负载绕组电压开始下降，ZCD 电压也随之下降。当 ZCD 电压上升至 V_{ZCD_TH1}，且下降到 V_{ZCD_TH2} 时，BP2638 检测到退磁信号，并开始下一个导通周期。

ZCD 引脚还用来探测输入电压，用于 THD 补偿和导通时间控制。当 GATE 高电平时，辅助绕组电压变负，通过 ZCD 限流电阻的负向电流从 ZCD 往外流出。BP2638 通过检测该电流实现输入电压检测，用于 THD 补偿。

谐波补偿

BP2638 内置 THD 补偿，它通过 ZCD 引脚检测输入电压。当 MOS 导通时，ZCD 引脚流出电流。通过对该电流进行采样和保持可以检测到输入电压大小。当输入电压低时，BP2638 通过设置最小 CS 电压 V_{CS_MIN} 来加大 Ton 时间，从而减小整流桥的导通死区时间，改善 Boost PFC 因整流桥后薄膜电容引起的 THD 恶化。

由于 BP2638 设置的最小 CS 电压 V_{CS_MIN} 可跟随输入电压变化，因此当负载变轻、系统进入 DCM 模式后，输入电压波形也可得到改善，从而降低轻载时的输入电流谐波。

BCM 和 DCM 模式

BP2638 在负载较重时工作于电感电流临界连续模式（BCM），能够降低导通损耗和 EMI，具有良好的重载效率。但是轻载时，BCM 模式受制于芯片的最小 Ton 限制，必须进入间歇工作模式才能保持输出电压稳定，否则系统会进入 OVP 保护模式，给深度调光的 LED 驱动设计带来很大的稳定性问题。进入间歇工作模式的 Boost PFC 系统，PF 和 THD 都会严重变差。

此外，BCM 模式的 Boost PFC 系统，当负载变轻以后，开关频率升高，系统的轻载效率急剧下降，EMI 也会变差。

BP2638 轻载工作时进入 DCM 模式，有助于限制开关频率，降低开关损耗。BP2638 通过检测 COMP 电压，能够在轻载时自动进入 DCM 模式，从而保持 Boost 输出电压维持稳定，同时保证良好的 PF 和极低的输入电流谐波。

增强型 EA

BP2638 采用增强型 EA 优化动态特性。当 FB 电压大于 V_{FB_OVP2} 时，COMP 对地接入 33kΩ 的等效电阻，加快对 COMP 电压放电。当 FB 电压下降到 V_{FB_OVP2} 时，33kΩ 电阻断开。

当 FB 电压低于 V_{FB_UVP2} 时，COMP 通过 39kΩ 的等效电阻上拉到内部 VDD 电压，加快环路响应速度。当 FB 电压介于 V_{FB_UVP2} 和 V_{FB_UVP1} 之间时，COMP 与 VDD 的上拉电阻变为 77kΩ。当 FB 电压大于 V_{FB_UVP1} 时，上拉电阻断开。

增强型 EA 有助于减小负载突变时的输出电压过冲和跌落，提高系统的稳定性，降低器件应力，对后级调节器更加有利。

保护功能

BP2638 内置多种保护功能，保证了系统可靠性。保护功能包括：输出过压保护（OVP）、VCC 欠压保护、输入过欠压保护、逐周期限流保护、FB 短路保护、芯片过热保护等。

输出过压保护

Boost 过压保护电压基准为 V_{FB_OVP1}。一旦因负载或输入电压突变导致 FB 电压达到 V_{FB_OVP1}，芯片立即停止开关动作。当 FB 电压下降 50mV 后，芯片又重新开始进行开关动作。当 FB 电压大于 V_{FB_OVP1} 时，内部增强型 EA 会对 COMP 电压加速放电，若 COMP 电压低于 V_{BURST}，BP2638 也不会进行开关动作。

当负载持续变轻以后，COMP 电压会逐渐下降，一旦低于 V_{BURST}，BP2638 立即停止开关。此后输出电压开始下降，在补偿环路的调节作用下，COMP 又上升到 V_{BURST} 以上，BP2638 又开始开关动作，输出电压开始上升。这种打嗝机制可以有效避免轻载和空载时输出电压飘高。

VCC 欠压保护

当 VCC 电压低于 V_{CC_UVLO} 时，BP2638 立即停止开关动作，随后进入停止工作状态，此时芯片消耗的电流相对也较少。

输入过欠压保护

输入欠压保护阈值为 V_{SENSE}，引脚检测整流桥后电阻分压信息，当输入电压逐渐增加，V_{SENSE} 引脚电压大于 0.8V，芯片解除欠压保护逻辑。输入电压若持续增加引脚检测电压大于 V_{SENSE_OVP} 停止打开关。

逐周期峰值过流保护

BP2638 逐周期检测功率管的峰值电流，CS 端连接到芯片内部峰值电流比较器的输入端，与内部阈值电压进行比较，当 CS 电压达到内部检测阈值时，功率管关断。

逐周期保护电感峰值电流的计算公式为：

$$I_{PK} = \frac{V_{OCP1}}{R_{CS}}$$

其中：

BPS Confidential

V_{OCP1} 为逐周期过流保护阈值；
R_{CS} 是电流采样电阻；

FB 短路保护

BP2638 的 FB 引脚具有短路保护功能。若 FB 电压低于 V_{FB_EN}，BP2638 立即停止开关动作，GATE 引脚不输出开关信号。对于智能调光系统，用户也可通过 FB 脚的短路保护功能对 BP2638 进行 ON/OFF 控制，从而降低系统的待机功耗。

芯片过热保护

BP2638 具有过温保护功能，在驱动电源过温时会停止工作，从而降低电源温度，以提高系统的可靠性。芯片内部设定过温保护温度点为 150℃。

PCB Layout 指南

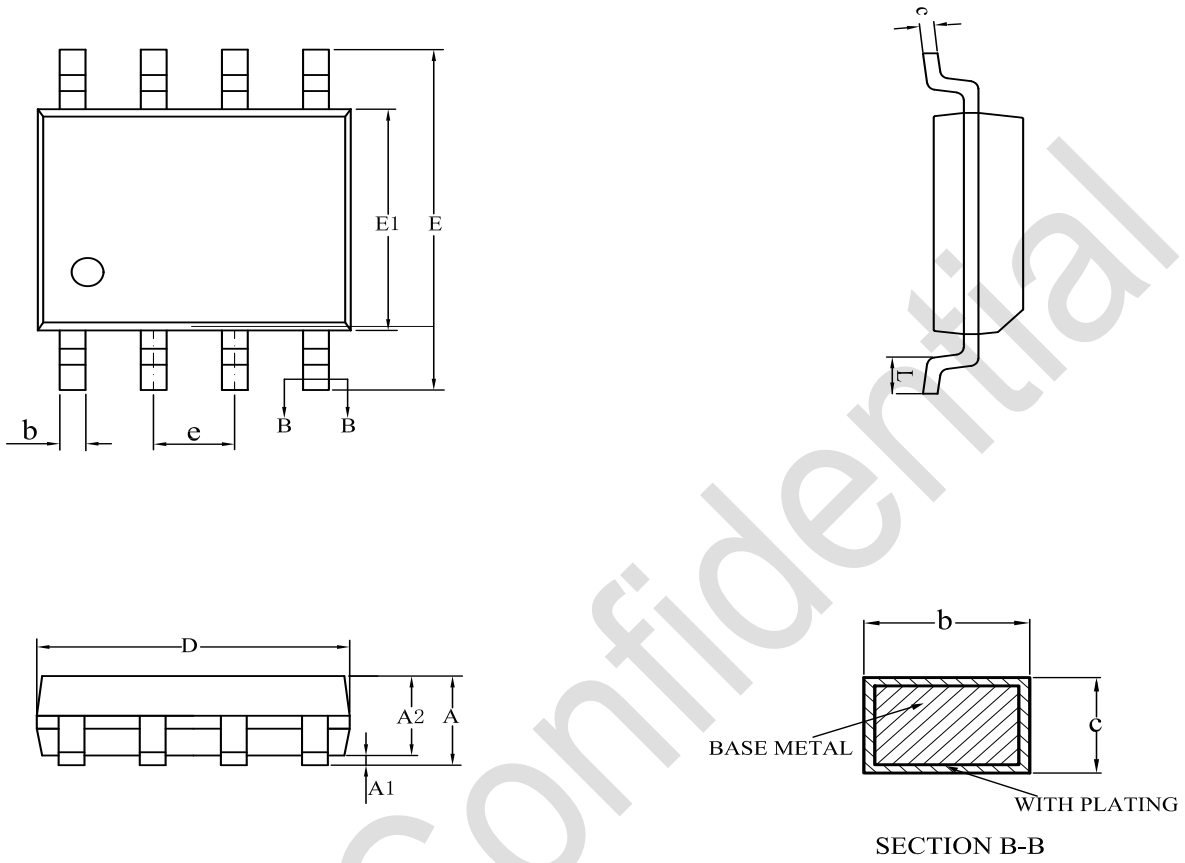
在设计 BP2638 PCB 板时，需要注意以下事项：

1) VCC 的旁路电容需要紧靠芯片 VCC 和 GND 引脚。
2) Boost 输出电解电容的功率地走线尽可能粗且尽量靠近芯片地，以保证输出电压采样的准确性。功率管电流采样电阻的地必须尽量靠近芯片 CS 引脚。另外，信号地应单点连接到功率地。
3) 减小功率环路的面积，如母线电容、Boost 电感、功率管的环路面积以及母线电容、Boost 电感、续流二极管和输出电容的环路面积。芯片不应放置在功率环路内。
4) 连接 FB 引脚的分压电阻必须靠近 FB 引脚，且节点要远离变压器的动点，否则系统噪声容易误触发 FB OVP 保护功能。为防止误触发，可在 FB 引脚并联瓷片电容增强抗干扰性。
5) 连接 ZCD 引脚的电阻必须靠近 ZCD 引脚，且节点要远离变压器的动点，否则系统噪声容易影响过零信号的检测。

BPS Confidential

封装信息

SOP-8 封装外形尺寸



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	1.30	—	1.80
A1	0.05	—	0.25
A2	1.25	1.40	1.65
b	0.33	—	0.51
c	0.17	—	0.25
D	4.70	4.90	5.10
E	5.80	6.00	6.30
E1	3.70	3.90	4.10
e	1.27BSC		
L	0.40	—	1.00

BPS Confidential

版本信息

版本	日期	记录
REV.1.0	2025/12	首次发行

BPS Confidential

免责声明

晶丰明源尽力确保本产品规格书内容的准确和可靠，但是保留在没有通知的情况下，修改规格书内容的权利。

本产品规格书未包含任何针对晶丰明源或第三方所有的知识产权的授权。针对本产品规格书所记载的信息，晶丰明源不做任何明示或暗示的保证，包括但不限于对规格书内容的准确性、商业上的适销性、特定目的的适用性或者不侵犯晶丰明源或任何第三人知识产权做任何明示或暗示保证，晶丰明源也不就因本规格书本身及其使用有关的偶然或必然损失承担任何责任。

BPS Confidential

电子器件报废说明

该产品在生命周期结束后，由客户按照一般电子产品的报废流程进行处理。

BPS Confidential