

概述

BP3378A 是一款兼容 PWM/模拟调光信号的单级 APFC 的高精度原边反馈 LED 恒流控制芯片, 适用于 90Vac-277Vac 全范围输入电压。

BP3378A 芯片采用固定导通时间的控制机制, 能够实现功率因数校正的高 PF。内置 THD 优化模块进一步降低了 THD。开关工作在临界导通模式, 降低开关损耗及 EMI, 提升变压器的利用率。

BP3378A 可兼容 PWM 和模拟调光的应用要求。

BP3378A 采用 SOP-8 封装。

特点

- 输入 90-277Vac
- 高 PF 低 THD ($PF > 0.9$, $THD < 15\%$)
- 高精度电流参考 ($\pm 3\%$)
- 兼容 PWM/模拟调光
- 优异的线性、负载调整率
- 临界导通模式
- 低工作电流
- VCC 欠压锁定
- 逐周期限流
- 输出开路/短路保护
- 过温降电流
- 支持 SOP-8 封装

应用

- LED 内置/外置电源
- 高性能、可调光灯具

典型应用

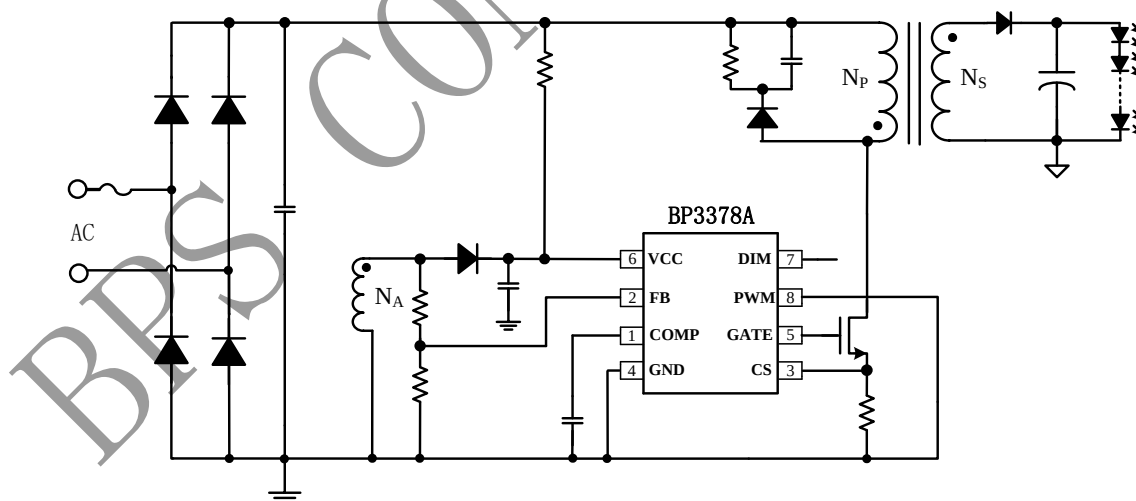


图 1 BP3378A 模拟调光典型应用图

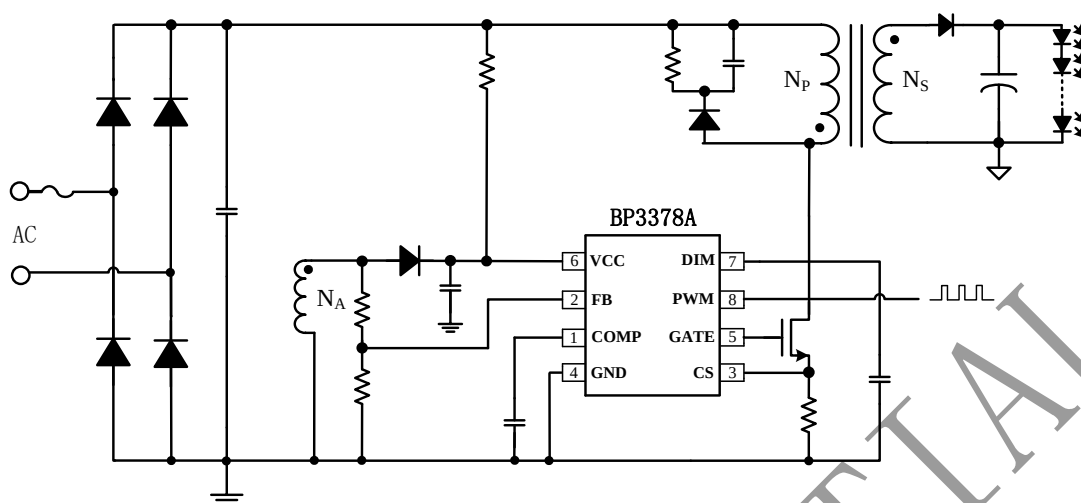
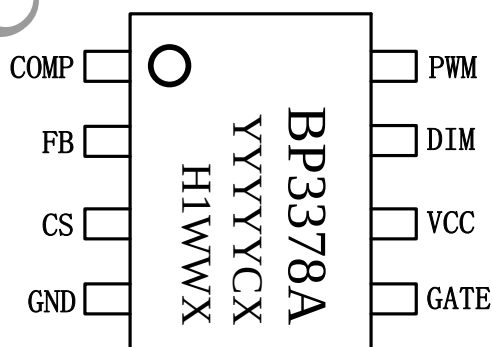


图 2 BP3378A PWM 调光典型应用图

定购信息

定购型号	封装	温度范围	包装形式	打印
BP3378A	SOP-8	-40 °C 到 105 °C	4000pcs/盘	BP3378A YYYYYCX H1WWX

管脚封装



YYYYYY: Lot Number

C: 供应商

WW: 周号

X: 补位

图 3 管脚封装图



晶丰明源半导体

BP3378A

兼容 PWM/模拟调光单级 APFC 原边恒流控制器

管脚描述

管脚号	管脚名称	描述
1	COMP	环路补偿脚
2	FB	反馈信号采样脚
3	CS	原边电流采样脚，接采样电阻到地
4	GND	芯片地
5	GATE	驱动信号输出脚
6	VCC	芯片供电脚
7	DIM	模拟调光信号输入，PWM 调光时需接电容到芯片地
8	PWM	PWM 信号输入，模拟信号调光时需短接到芯片地

极限参数 (注 1)

符号	参数	参数范围	单位
I_{VCC_MAX}	VCC引脚最大电流	10	mA
V_{GATE}, V_{PWM}	GATE/PWM等引脚电压范围	-0.3~20	V
V_{IO}	CS/FB/COMP/DIM 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	150	°C/W
T_J	工作结温范围	-40 to 150	°C
T_{STG}	储存温度范围	-55 to 150	°C

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。



晶丰明源半导体

兼容 PWM/模拟调光单级 APFC 原边恒流控制器

BP3378A

规格参数 (注 4, 5):

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压 (VCC)						
V_{CC_CLAMP}	V_{CC} 钳位电压	1mA		17	19	V
V_{CC_ON}	V_{CC} 启动电压	V_{CC} 上升	13.5	15	16.5	V
V_{CC_UVLO}	V_{CC} 欠压保护阈值	V_{CC} 下降		7.5		V
$I_{QUIESCENT}$	V_{CC} 静态工作电流	无开关动作			0.27	mA
误差放大器 (COMP)						
G_m	误差放大器跨导			60		$\mu A/V$
V_{COMP}	COMP 线性工作范围		1.5		4.5	V
V_{REF}	内部基准电压		194	200	206	mV
电流采样 (CS)						
V_{CS_TH}	逐周期限流阈值			1		V
T_{LEB}	前沿消隐时间			300		ns
T_{DELAY}	芯片关断延迟			200		ns
调光 (DIM)						
V_{DIM_ON}	调光使能阈值			75		mV
V_{DIM_OFF}	调光关断阈值			37.5		mV
V_{DIM}	调光线性范围		0.075		1.4	V
PWM 调光 (PWM)						
V_{PWM_ON}	PWM 高电平有效	PWM 上升		1.5		V
V_{PWM_OFF}	PWM 低电平有效	PWM 下降		1.4		V
零电流检测及输出开路保护 (FB)						
V_{FB_FALL}	FB 下降阈值电压	FB 下降		0.1		V
V_{FB_HYS}	FB 迟滞电压	FB 上升		0.1		V
V_{FB_OVP}	FB 过压保护阈值		1.4	1.5	1.6	V
内部时间控制						
T_{ON_MAX}	最大开通时间			20		μs
T_{OFF_MIN}	最小关断时间			4.5		μs
T_{OFF_MAX}	最大关断时间			130		μs
栅极驱动 (GATE)						
I_{SOURCE}	最大驱动上拉电流			200		mA
I_{SINK}	最大驱动下拉电流			600		mA
过热调节部分						
T_{REG}	过热调节温度			150		$^{\circ}C$

注 4: 典型参数值为 25 $^{\circ}C$ 下测得的参数标准。

注 5: 规格书的最小、最大规范范围

内部结构框图

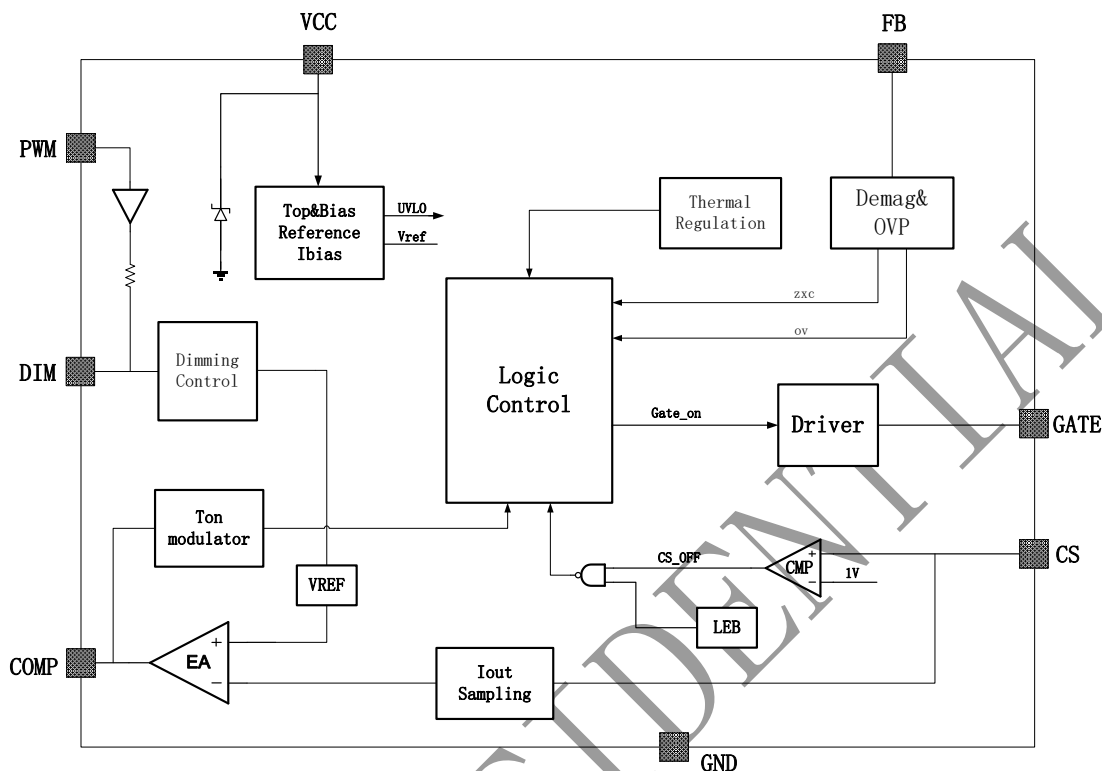


图 4 BP3378A 内部框图

应用信息

BP3378A 是一款兼容 PWM/模拟调光信号的单级 APFC 的高精度原边反馈 LED 恒流控制芯片, 适用于 90Vac-277Vac 全范围输入电压, 支持隔离/非隔离 Buck-Boost 电路。

1 启动

系统上电以后, 母线电压通过启动电阻对 VCC 电容充电, 当 VCC 电压达到芯片开启阈值时, 芯片内部控制电路开始工作, COMP 电压被快速上拉到 1.7V 左右。然后 BP3378A 开始输出脉冲信号, 系统刚开始工作在 7kHz。当 FB 引脚检测到正向电平大于 0.4V 以后, BP3378A 转为闭环工作, 并读取 DIM 引脚电压控制输出电流。

2 恒流控制, 输出电流设置

BP3378A 采用了专有的电流采样机制, 工作于原边反馈模式, 无需次级反馈电路, 即可实现高精度输出恒流控制。

最大亮度时 LED 输出电流计算方法:

$$I_{out} \approx \frac{V_{REF}}{2 \times R_{CS}} \times \frac{N_P}{N_S}$$

其中,

V_{REF} 是内部基准电压

N_P 是变压器主级绕组的匝数

N_S 是变压器次级绕组的匝数

R_{CS} 是电流采样电阻的值

3 反馈网络

BP3378A 通过 FB 引脚检测输出电流过零的状态, FB 的下降阈值电压设置在 0.1V, 迟滞电压为 0.1V。FB 引脚还用来探测输入电压, 并根据输入电压大小延长开关的开通时间。建议按照下式选择 FB 的上分压电阻:

$$R_{FBH} \approx \frac{\sqrt{2} \times V_{AC_max}}{420\mu A} \times \frac{N_A}{N_P}$$

其中,

V_{AC_max} 为最高输入交流电压的有效值。

N_p 是变压器主级绕组的匝数

N_A 是变压器辅助绕组的匝数

FB 引脚也可以用来探测输出过压保护 (OVP), 阈值为 1.5V。FB 的上下分压电阻比例可以设置为:

$$\frac{R_{FBL}}{R_{FBL} + R_{FBH}} \approx \frac{1.5V}{V_{OVP_FB}} \times \frac{N_S}{N_A}$$

其中,

R_{FBL} 是反馈网络的下分压电阻

R_{FBH} 是反馈网络的上分压电阻

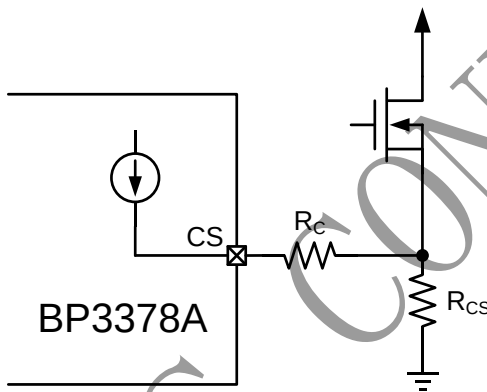
V_{OVP_FB} 是输出电压过压保护设定点

N_S 是变压器次级绕组的匝数

N_A 是变压器辅助绕组的匝数

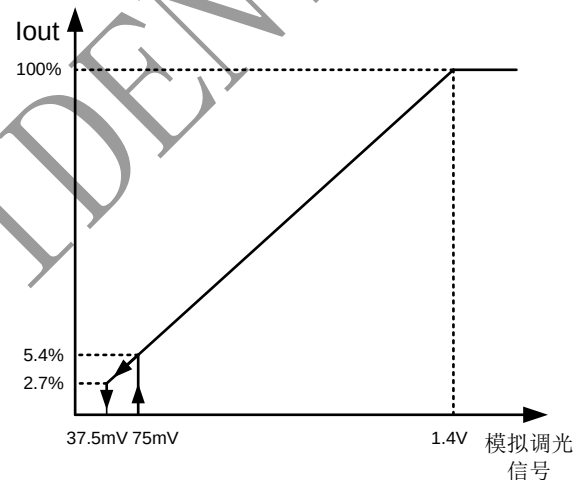
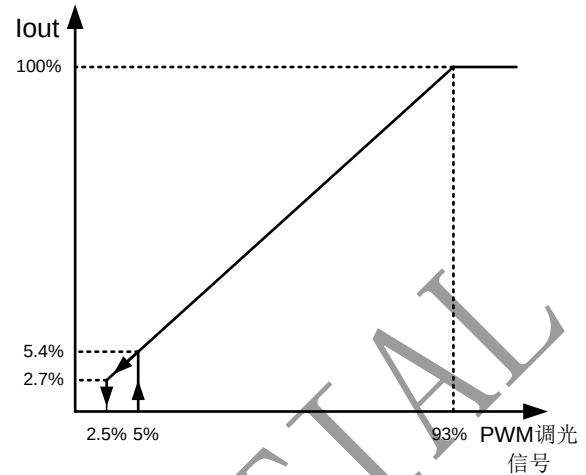
4 线电压补偿

BP3378A 内置线电压补偿功能, 对于宽电压输入的应用, 可以通过 CS 引脚的电阻 R_C 进行线电压补偿。



5 PWM 调光和模拟调光

BP3378A 可以接受 PWM 信号或模拟信号进行调光。如采用 PWM 引脚的 PWM 信号进行调光, DIM 引脚需要接一颗 1uF 左右的电容进行滤波。如采用 DIM 引脚的模拟信号进行调光, PWM 引脚应接地。PWM 调光信号的频率建议大于 800Hz。无论是 PWM 调光或模拟调光, 最终都通过 DIM 引脚的电平去控制芯片内部电流环的参考电压 V_{REF} 。DIM 引脚的电压范围为 0-1.5V。具体调光曲线如下:



6 过温调节功能

BP3378A 具有过热调节功能, 在驱动电源过热时逐渐减小输出电流, 从而控制输出功率和温升, 使电源温度保持在设定值, 以提高系统的可靠性。芯片内部设定过热调节温度点为 150°C。

7 保护功能

BP3378A 内置多重保护功能, 保证了系统可靠性。

当 LED 开路时, 输出电压逐渐上升, FB 检测到的电压也会跟随上升。当 FB 检测到的电压升高到 1.5V OVP 阈值时, 会触发保护逻辑并停止开关工作, 芯片进入故障保护状态。



当 LED 短路时, FB 检测不到退磁信号, 系统工作在 7 kHz 低频。若经过 100 个连续的开关周期后仍未解除输出短路故障状态, 芯片进入故障保护状态。

系统进入故障保护状态后, VCC 电压开始下降, 当 VCC 到达欠压保护阈值时, 系统将重启。同时系统不断的检测系统状态, 如果故障解除, 系统会重新开始正常工作。

当输出短路或者变压器饱和时, CS 峰值电压会比较。当 CS 电压上升到内部限制值(1V)时, 该开关周期马上停止。此逐周期限流功能可以保护功率 MOS 管、变压器和输出续流二极管。

8 PCB 设计

在设计 BP3378A PCB 板时, 需要注意以下事项:

旁路电容

VCC 的旁路电容需要紧靠芯片 VCC 和 GND 引脚。
DIM 的旁路电路需要紧靠芯片 DIM 和 GND 引脚。

地线

电流采样电阻的功率地线尽可能粗, 且要离芯片的地(Pin4)尽量近, 以保证电流采样的准确性, 否则可能会影响输出电流的调整率。线电压补偿用的电阻必须尽量靠近芯片 CS 引脚。另外, 信号地需要单独连接到芯片的地引脚。

功率环路的面积

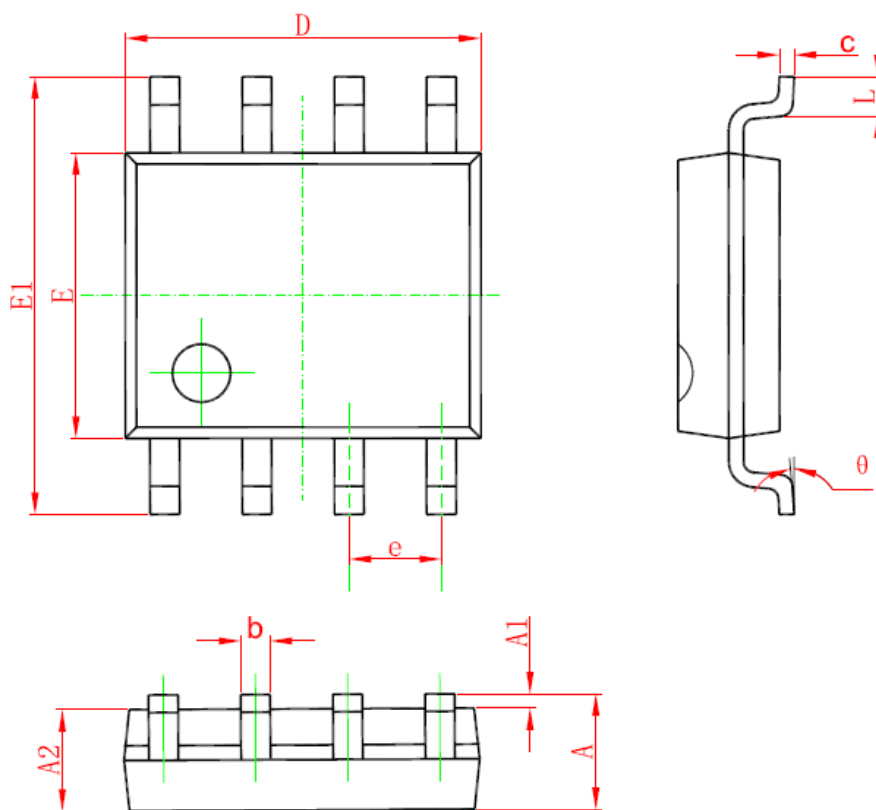
减小大电流环路的面积, 如变压器主级、功率管及吸收网络的环路面积, 以及变压器次级、次级二极管、输出电容的环路面积, 以减小 EMI 辐射。

FB 引脚

接到 FB 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。

封装信息

SOP8 PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.006	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.200
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270 (BSC)		0.050 (BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°