

BP83223

集成 GaN 原边反馈反激式 APFC 控制器

概述

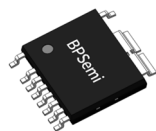
BP83223 是一款高 PF、原边反馈、反激恒压控制芯片。芯片内部集成了 700 V 高压 GaN 功率管、高压启动电路和输入电压采样电路，只需要很少的外围器件就可以实现高精度恒压输出、高功率因数和低电流谐波。

BP83223 采用 Ton 时间控制机制，内置了 PF 增强控制算法，可轻松满足轻载下的新 ErP 分次电流谐波标准。准谐振工作模式 (BCM 和 DCM) 在谷底开通功率管，可实现更高的效率和较优的 EMI 性能。BP83223 内置了动态加速模块，能有效地改善系统对负载的响应速度，提供稳定的输出电压性能。

BP83223 采用了频率折返控制技术，系统在较大负载时工作于 BCM 模式，随着负载减小进入 DCM 模式，同时降低开关频率，有利于提高轻载效率。

BP83223 内置多种保护，包括逐周期限流、输出短路保护、输出过压保护、次级整流管短路保护、过载保护、VCC 过压/欠压保护、输入欠压保护、以及过温保护等。

BP83223 采用 ESOP-10 封装，具备较好的散热性能，满足 MSL-3 潮敏等级。



ESOP-10 封装

特点

- 原边反馈恒压控制，无需光耦
- 集成 700 V 高压 GaN，输出功率可达 100 W
- 集成高压启动和输入电压采样电路，外围极简
- 增强的 PF 控制算法，实现较低的 THDi
- 功率管谷底开通，开关损耗小
- 低待机功耗 (< 100 mW@230 Vac)
- 优异的线性调整率和负载调整率
- 优化的动态响应速度
- ESOP-10 封装，散热更好
- 保护功能
 - 逐周期限流(OCP)
 - 输出短路保护(SCP)
 - 输出过压保护(OVP)
 - 次级整流管短路保护
 - 过载保护(OLP)
 - VCC 过压、欠压保护
 - 输入欠压保护(Brown-out)
 - 过温保护(OTP)

应用领域

- 大功率 AC/DC 多口快充
- LED 照明

典型应用

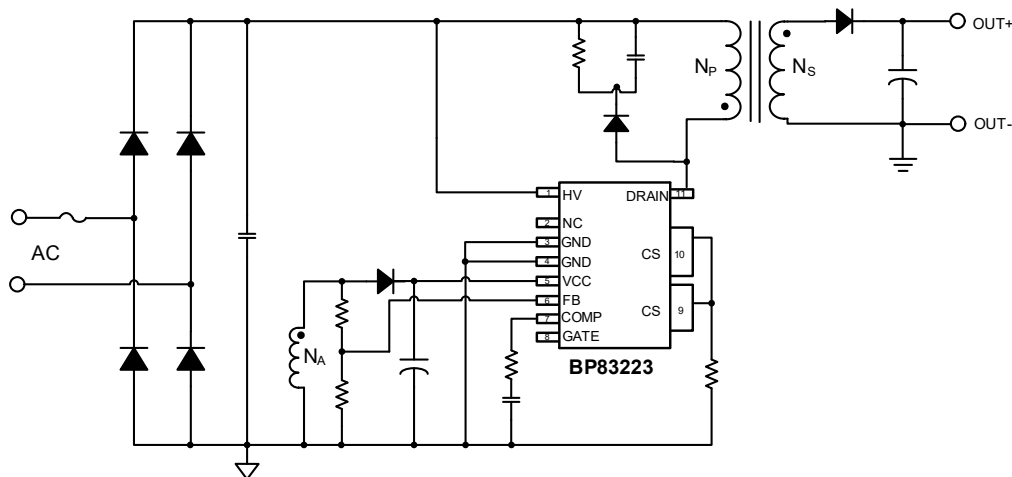


图 1. BP83223 典型应用电路

订购信息

订购型号	封装	包装形式	打印
BP83223	ESOP-10	卷盘 2500 颗/盘	BP83223 XXXXXXYY ZZZZWWX

管脚封装

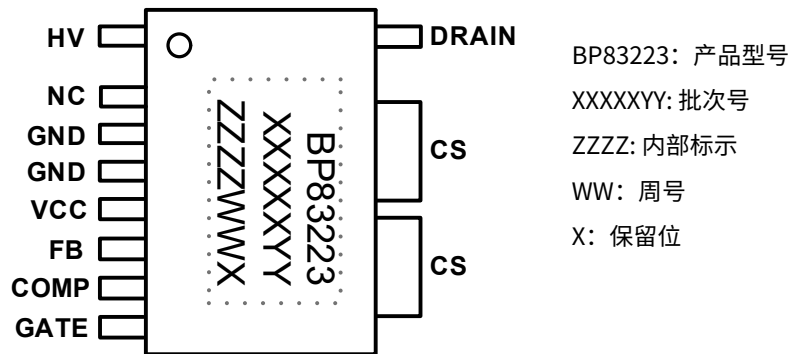


图 2. ESOP-10 管脚封装图（底部 pad 为 CS）

管脚描述

管脚号	管脚名称	描述
1	HV	高压启动、供电和输入电压检测
2	NC	无连接
3/4	GND	芯片地
5	VCC	芯片供电电源
6	FB	输出电压检测引脚，通过分压电阻连接到变压器辅助绕组，同时检测变压器退磁
7	COMP	环路补偿引脚，外接 RC 网络到 GND
8	GATE	内置 GaN 功率管栅极
9/10/底部 PAD	CS	电流采样输入端，内部连接至 GaN 功率管源极，外部需要接电流采样电阻
11	DRAIN	内置 GaN 功率管漏极

极限参数(注 1)

符号	参数	参数范围	单位
V_{DRAIN}	GaN 功率管耐压	-0.3~700	V
V_{HV}	HV 引脚电压	-0.3~700	V
V_{CC}	V_{CC} 电压	-0.3~30	V
I_{CC}	V_{CC} 电流	10	mA
V_{FB}	FB 反馈端电压	-0.3~6	V
V_{COMP}	COMP 电压	-0.3~6	V
V_{CS}	CS 引脚电压	-0.3~6	V
V_{GATE}	GATE 引脚电压	-0.3~7	V
P_{DMAX}	功耗(注 2)	1.47	W
θ_{JA}	结到环境的热阻(注 3)	85	°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
ESD	除 HV 引脚外(注 4)	2	kV
	HV 引脚	1	kV

注 1: 极限参数是指超出该范围, 有可能导致器件永久性损坏。极限参数为器件应力的额定值, 长期工作在极限参数条件可能会影响器件的可靠性。

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。

注 4: 人体模型, 100pF 电容通过 1.5k Ω 电阻放电。

电气参数(注 5) (无特别说明情况下, $T_A=25^{\circ}\text{C}$)

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
VCC 供电						
V _{CC_ON}	启动阈值电压	VCC 上升至 IC 开启	15	17	19	V
V _{CC_UVLO}	欠压保护电压	VCC 下降至 IC 关闭	8	9	10	V
V _{CC_CLAMP}	钳位电压	I _{CC} =1 mA		24		V
V _{CC_OV}	过压保护阈值	I _{CC} >10 mA	26	27	30	V
I _{CC_ST}	启动电流	V _{CC} = V _{CC_ON} - 1 V		5	15	μA
I _Q	静态工作电流	无开关动作		270		μA
I _{CC}	工作电流	C _L =100 pF, F _S =15 kHz	0.25	0.35	1	mA
HV 供电						
V _{CC_HV}	高压供电 VCC 电压		9	10	11	V
I _{HV1}	高压供电电流	V _{CC} < 4 V, V _{HV} = 40 V	0.4	0.6	1	mA
I _{HV2}		V _{CC} ≥ 4 V, V _{HV} = 40 V	4	4.5	10	mA
输入欠压保护						
V _{BR_OUT}	输入欠压保护阈值			70		Vac
t _{BR_delay}	Brown-out 检测时间			18		ms
FB 反馈与退磁检测						
V _{REF}	内部恒压基准		1.18	1.2	1.22	V
V _{FB_ST}	启动阶段判断阈值		0.26	0.31	0.36	V
V _{FB_H1}	快速响应 FB 过高阈值		1.27	1.31	1.38	V
I _{SINK}	COMP 快速下拉电流			7		mA
V _{FB_H2}	退出 FB 过高快速响应		1.15	1.28	1.35	V
V _{FB_L1}	退出 FB 过低快速响应		0.99	1.02	1.07	V
V _{FB_L2}	快速响应 FB 过低阈值		0.95	0.99	1.15	V
I _{SOURCE}	COMP 快速上拉电流		105	140	195	μA
V _{FB_OV}	FB 过压保护阈值		1.25	1.5	1.75	V
I _{FB_DET}	FB 故障检测电流		85	100	115	μA
V _{FB_OPEN}	FB 开路检测阈值		2.3	2.7	3.1	V
V _{FB_SHORT}	FB 短路检测阈值		0.30	0.35	0.40	V
V _{FB_FALL}	退磁检测 FB 下降阈值			0.1		V
V _{FB_RISE}	退磁检测 FB 上升阈值			0.2		V
V _{FB_OLP}	过载保护阈值电压			1		V
t _{FB_OLP}	过载保护屏蔽时间			410		ms
误差放大器						
G _m	跨导放大系数			50		μA/V
V _{COMP}	COMP 电压线性工作范围		0.2		2.7	V

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
电流采样						
V _{CS_ST}	启动阶段 CS 限流值		0.38	0.45	0.52	V
V _{CS_MIN}	最小限流值			100		mV
V _{CS_MAX}	最大限流值		0.6	0.7	0.8	V
V _{CS_FT}	故障保护限流阈值		0.85	1	1.15	V
t _{LEB}	前沿消隐时间			300		ns
内部时间控制						
f _{S_MAX}	最高开关频率限制值			120		kHz
f _{S_MIN}	最低开关频率限制值			200		Hz
t _{ON_MAX}	最大开通时间			20		μs
t _{ON_MIN}	最小开通时间			500		ns
t _{ZCD_SKIP}	退磁检测屏蔽时间			1.8		μs
t _{ZCD}	退磁检测时间			5		μs
t _{DELAY}	开通延时			500		ns
t _{OFF_MAX_ST}	启动过程最大关断时间			130		μs
t _{SHORT}	短路保护屏蔽时间			50		ms
t _{FAULT}	故障保护重启间隔时间			400		ms
GaN 功率管						
BV _{DSS}	漏源电压		700			V
I _{DSS}	关断漏电流	V _{DS} = 700 V, T _J = 25 °C		0.7	25	μA
		V _{DS} = 700 V, T _J = 150 °C		6	200	
R _{DS_ON}	导通电阻	V _{GS} = 6 V, I _D = 5 A, T _J = 25 °C		106	140	mΩ
		V _{GS} = 6 V, I _D = 5 A, T _J = 150 °C		230		
I _D	漏极连续电流	T _C = 25 °C		17		A
V _{GS_TH}	栅极阈值电压	I _D = 17 mA, T _J = 25 °C	1.2	1.6	2.5	V
		I _D = 17 mA, T _J = 150 °C		1.5		
Q _G	栅极电荷	V _{GS} = 0 to 6V, V _{DS} = 400V		3		nC
C _{iss}	输入电容	V _{GS} = 0V, V _{DS} = 400V, f _s =100 kHz		110		pF
C _{oss}	输出电容			30		pF
C _{rss}	逆导电容			0.46		pF
C _{o_er}	等效输出电容(能量相关)	V _{GS} = 0V, V _{DS} = 0 to 400V		42		pF
C _{o_tr}	等效输出电容(时间相关)			68		pF
过温保护						
T _{OTP}	过温保护阈值			150		°C
T _{HYS}	过温保护迟滞			30		°C

注 5： 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。最小值和最大值由测试保证，典型值由设计、测试或统计分析保证。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。

内部结构框图

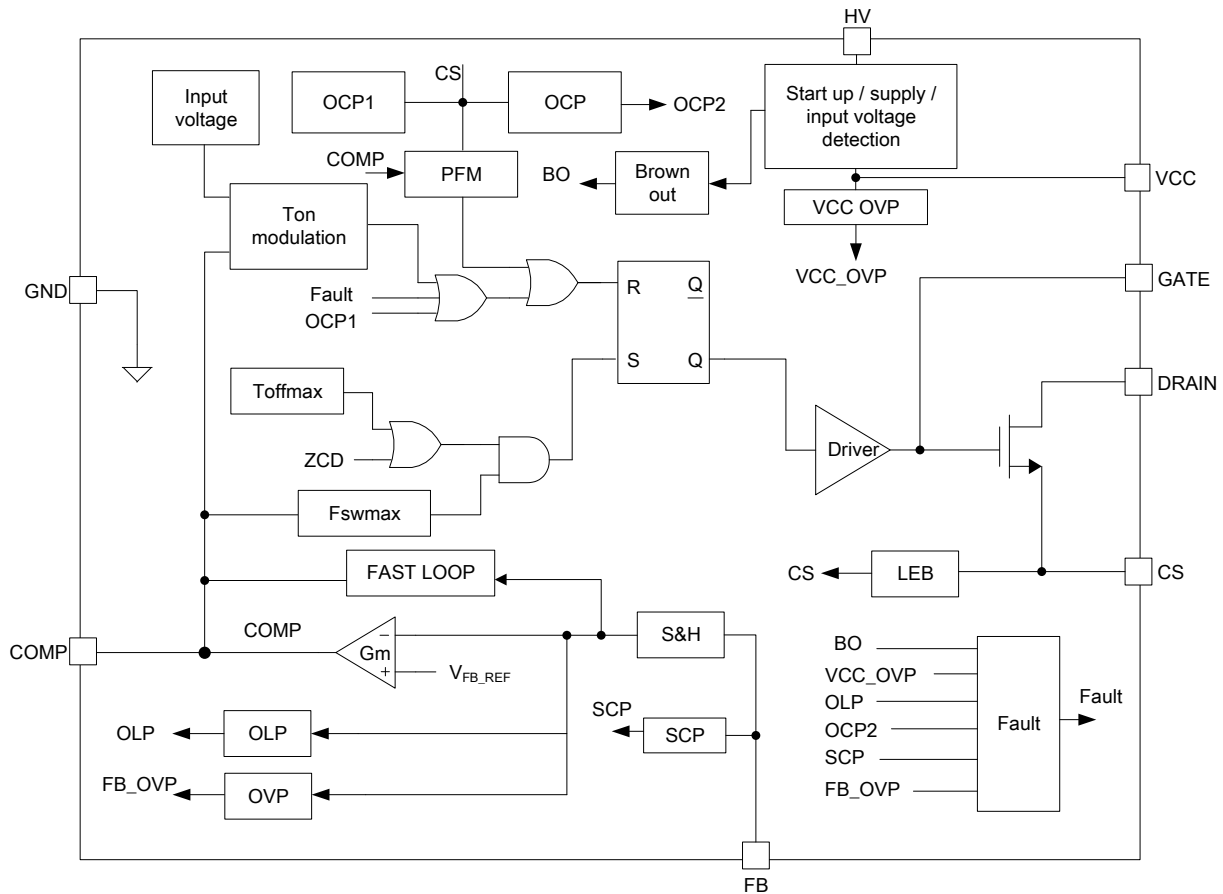


图 3. BP83223 内部框图

功能描述

BP83223 是一款原边反馈恒压控制的单级反激 APFC 控制芯片，主要应用于高 PF 恒压输出的应用领域。反激变换器工作于非连续模式时，原边峰值电流：

$$I_{peak} = \frac{V_{in}}{L_m} * t_{on}$$

一个开关周期的平均电流为：

$$I_p = \frac{1}{2} * I_{peak} * d = \frac{V_{in}}{2L_m} * t_{on} * d$$

其中

$$V_{in} = \sqrt{2}V_{ac} \cos \theta$$

当原边输入电流 I_p 与 V_{in} 同频同相时，THD 和 PF 性能最优，此时 $t_{on} * d$ 需要为常数，令

$$k_0 * d * t_{on} = V_{comp}$$

$k_0 * d$ 为内部斜坡信号的斜率， t_{on} 由斜坡信号与 comp 电压决定，则

$$I_p = \frac{V_{in}}{2L_m * k_0} * V_{comp} = \frac{V_{in}}{R_{in}}$$

其中 R_{in} 为原边等效输入阻抗

$$R_{in} = \frac{2L_m * k_0}{V_{comp}}$$

由于 V_{comp} 电压在一个工频周期内不变，因此等效输入阻抗在一个工频周期内为常数，输入电流与输入电压成线性关系，从而实现高功率因数。

高压启动与供电

系统上电后，当 VCC 电压小于 4V 时，母线电压直接通过 HV 引脚以电流 I_{HV1} 对 VCC 电容芯片。当 VCC 电压大于 4V 时，HV 电流变为 I_{HV2} 。以避免 VCC 电容短路时芯片损耗太大引起发热。当 VCC 电压达到芯片开启阈值 V_{CC_ON} 时，芯片内部控制电路开始工作，此时由 VCC 电容提供芯片的工作电流，直到辅助供电达到正常。

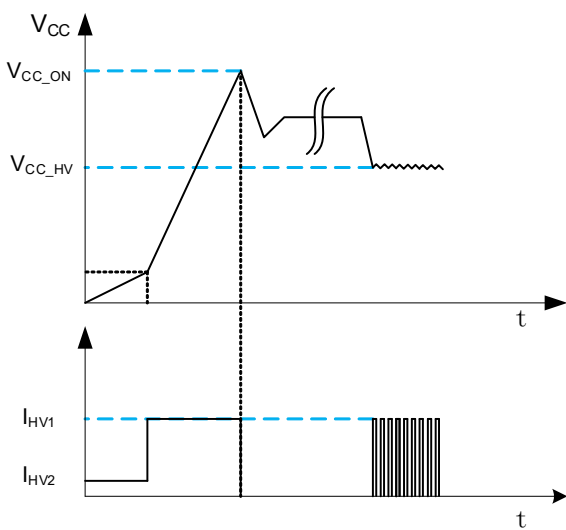


图 4. VCC 启动时序

异常情况下，当辅助供电不足时，VCC 电压下降，当下降到 V_{CC_HV} 时，高压供电再次开启。虽然 HV 可以提供 VCC 工作电流以保证芯片正常工作，但是由于是从高压供电，损耗较大，长时间工作会导致芯片过热，因此正常工作时，需要保证辅助绕组供电充足，使得 VCC 电压高于 V_{CC_HV} 。

VCC 过压、欠压保护

当芯片检测到 VCC 引脚的电压高于 V_{CC_OV} 时，则触发 VCC 过压保护，芯片停止开关动作，等待 t_{FAULT} 时间后再次检测 VCC 电压，如果故障消除则重新启动，否则继续等待 t_{FAULT} 时间。当 VCC 电压低于 V_{CC_UVLO} 时，则触发 VCC 欠压保护，系统复位，HV 高压电流源重新给 VCC 电容充电。

输出电压采样

原边反馈恒压控制能够省去副边反馈电路和光耦，从而降低了系统成本。为了在原边实现副边恒压控制，需要通过辅助绕组检测输出电压。当功率管关断时，辅助绕组的电压为：

$$V_{AUX} = \frac{N_A}{N_S} * (V_{OUT} + V_D)$$

其中， N_A 为辅助绕组的圈数， N_S 为副边绕组的圈数， V_D 为输出续流二极管的正向压降。输出电压计算：

$$V_{OUT} = \frac{N_S}{N_A} * \frac{R_{FBH} + R_{FBL}}{R_{FBL}} * V_{REF} - V_D$$

其中， V_{REF} 为内部参考电压， 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。

退磁检测和谷底开通

BP83223 通过 FB 引脚检测退磁信号。当 FB 电压下降到 V_{FB_RISE} 时，ZCDA 信号高；当 FB 电压 V_{FB_FALL} 时，ZCDA 信号低。ZCD 信号为 ZCDA 信号的下降沿。退磁检测的屏蔽时间为 t_{ZCD_SKIP} 以避免功率管关断瞬间漏感引起的振荡误触发。具体时序如下：

- 1) 如果 t_{SW_MIN} 结束后， t_{ZCD} 时间内检测到了退磁信号 ZCD，则延时 t_{DELAY} 后开通功率管。

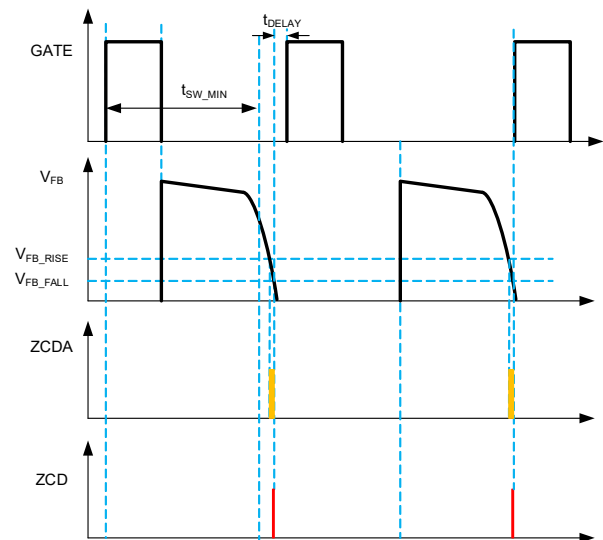


图 5. BCM 模式谷底开通

- 2) 如果 t_{SW_MIN} 结束前已经检测到了退磁信号 ZCD，开关并不立即开通，等到 t_{SW_MIN} 结束后，若在 t_{ZCD} 时间内检测到了退磁信号 ZCD，则延时 t_{DELAY} 后开通功率管。

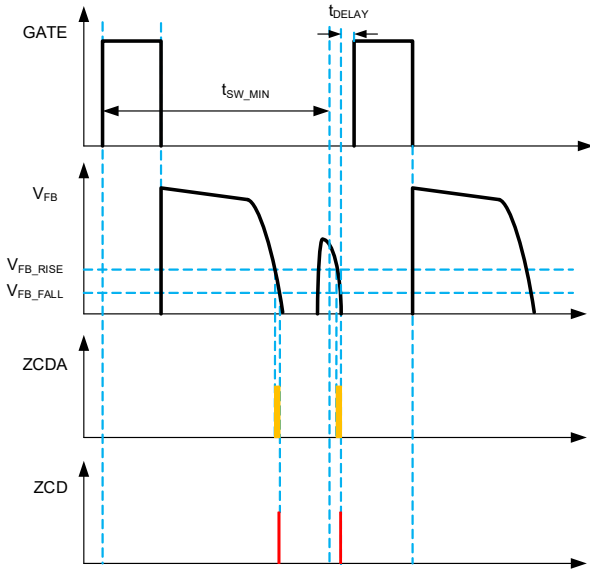


图 6. DCM 模式谷底开通

- 3) 如果 t_{SW_MIN} 结束前已经检测到了退磁信号 ZCD，开关并不立即开通，等到 t_{SW_MIN} 结束后，若在 t_{ZCD} 时间内无法检测到退磁信号，则在 t_{ZCD} 结束时刻立即开通功率管。

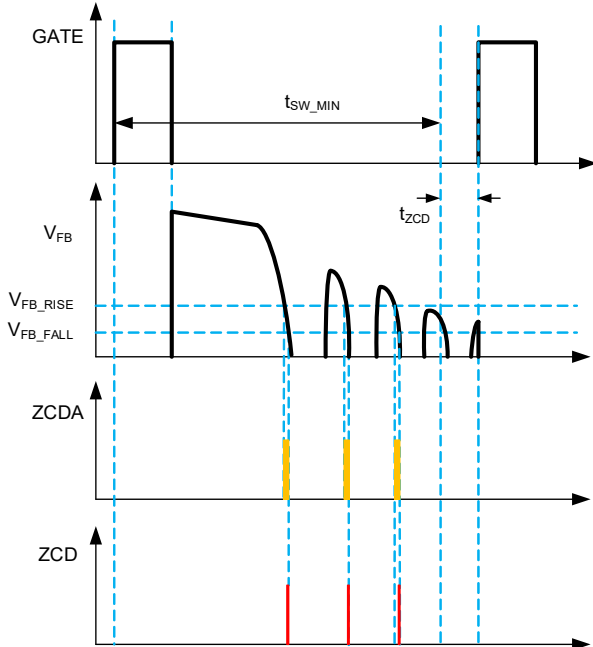


图 7. DCM 模式无谷底开通

导通时间与频率控制

BP83223 的开关频率和 t_{on} 时间受 COMP 电压（电压误差放大器输出）调制。重载时工作于 PWM 模式，当负载越大，COMP 电压越高， t_{on} 越大，同时允许的最高开关频率

越高。当到达第一个谷底时，芯片工作于临界模式，锁定第一个谷底， t_{on} 随负载增加继续增加，但是频率曲线开始反转。当负载减小，COMP 电压降低， t_{on} 变小，允许的最高开关频率降低。当 t_{on} 减小到 t_{on_min} 时，不再减小。COMP 电压与开关频率和开通时间的关系如下图所示：

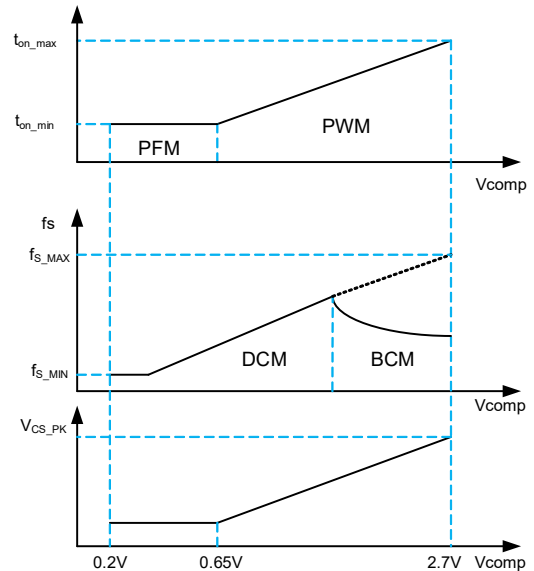


图 8. 导通时间和频率调制

动态性能优化

为了改善对负载动态变化的响应，控制器采用了动态性能优化设计。当 FB 电压上升到 V_{FB_H1} 时，COMP 被拉低，控制器马上减小能量输出，当 FB 下降到 V_{FB_H2} ，COMP 回归正常状态。当 FB 电压下降到 V_{FB_L2} 时，COMP 被拉高，控制器马上增加能量输出，当 FB 上升到 V_{FB_L1} ，COMP 回归正常状态。

PF 增强控制

由于输入端 X 电容充放电会引起输入电流产生相移，特别是轻载时，PF 值会显著下降。BP83223 内置 PFC 提升功能，对 X 电容充放电引起的电流相移进行了补偿。

短路保护

BP83223 连续 t_{SHORT} 时间检测不到退磁信号，则触发输出短路保护，等待 t_{FAULT} 时间后重新检测故障状态。

逐周期限流保护

芯片逐周期检测电感的峰值电流，CS 端连接到峰值电流比

较器的输入端，与内部限流阈值电压进行比较，当 CS 电压达到内部检测阈值时，功率管保护并关断。启动时，当 FB 电压低于 V_{FB_ST} 时，系统处于启动阶段，COMP 电压拉高至最大值，此时 CS 峰值电流限值为 V_{CS_ST} ，一旦当 FB 电压大于 V_{FB_ST} 后，系统退出启动阶段，环路开始起作用。

输出二极管短路保护

当电感或输出二极管短路时，CS 电压迅速上升。若 CS 电压大于 V_{CS_FT} ，系统进入故障保护状态。等待 t_{FAULT} 以后重新检测故障状态。

输出过压保护

当 FB 电压开关周期连续大于 2 次检测到大于 V_{FB_OV} ，系统进入故障保护状态，等待 t_{FAULT} 以后重新检测故障状态。

过载保护

当检测到 FB 电压低于 V_{FB_OLP} 并持续超过 t_{FB_OLP} 时间，系统进入故障保护状态。等待 t_{FAULT} 以后重新检测故障状态。

输入欠压保护

当输入电压小于 V_{BR_OUT} 并持续 t_{BR_delay} ，系统进入故障保护状态，等待 t_{FAULT} 以后重新检测故障状态。

FB 开/短路保护

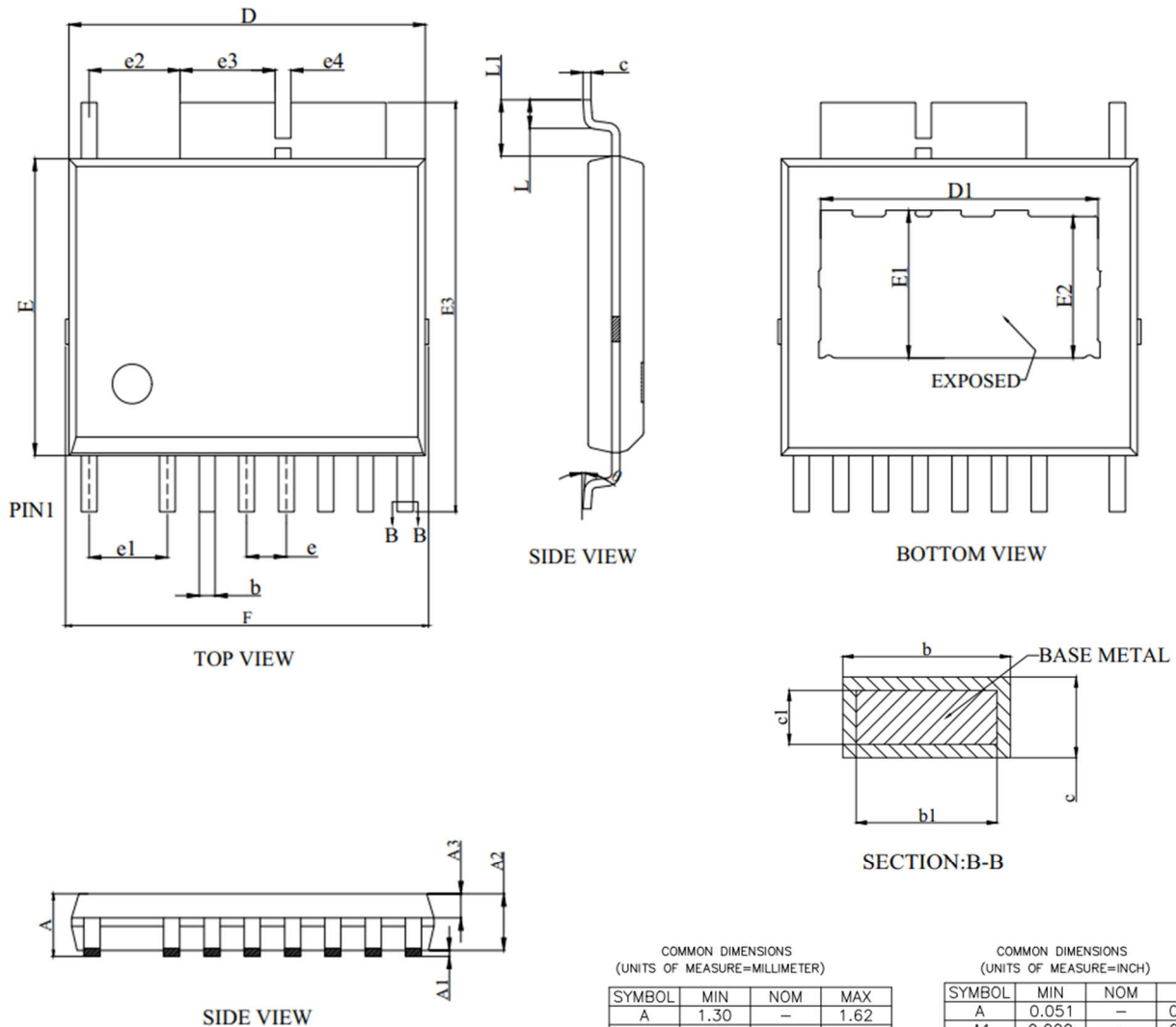
启动后 FB 脚流出检测电流 I_{FB_DET} ，若 FB 电压大于 V_{FB_OPEN} 或者小于 V_{FB_SHORT} ，系统进入故障保护状态。等待 t_{FAULT} 以后重新检测故障状态。

过温保护

BP83223 具有过热保护功能，在驱动电源过热时立即停止开关，避免芯片温度上升，以提高系统的可靠性。芯片内部设定过热保护温度为 T_{OTP} ，温度迟滞为 T_{HYS} 。

封装信息

ESOP-10 封装外形尺寸



COMMON DIMENSIONS (UNITS OF MEASURE=MILLIMETER)			
SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	1.30	—	1.62
A1	0.00	—	0.12
A2	1.30	1.40	1.50
A3	0.60	0.65	0.70
b	0.37	—	0.47
b1	0.35	—	0.45
c	0.17	—	0.27
c1	0.15	—	0.25
D	8.90	9.00	9.10
D1	6.77	—	6.97
E	7.40	7.50	7.60
E1	3.465	—	3.665
E2	3.365	—	3.565
E3	10.14	10.34	10.54
F	9.00	—	9.40
e	1.00 BSC		
e1	1.98 BSC		
e2	2.20	2.30	2.40
e3	2.295	2.395	2.495
e4	0.40 BSC		
L	0.62	0.72	0.82
L1	1.32	1.42	1.52
θ	0°	3°	6°

COMMON DIMENSIONS (UNITS OF MEASURE=INCH)			
SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	0.051	—	0.064
A1	0.000	—	0.005
A2	0.051	0.055	0.059
A3	0.024	0.026	0.028
b	0.015	—	0.019
b1	0.014	—	0.018
c	0.007	—	0.011
c1	0.006	—	0.010
D	0.350	0.354	0.358
D1	0.267	—	0.274
E	0.291	0.295	0.299
E1	0.136	—	0.144
E2	0.132	—	0.140
E3	0.399	0.407	0.415
F	0.354	—	0.370
e	0.039 BSC		
e1	0.078 BSC		
e2	0.087	0.091	0.094
e3	0.090	0.094	0.098
e4	0.016 BSC		
L	0.024	0.028	0.032
L1	0.052	0.056	0.060
θ	0°	3°	6°

NOTES:

- △1. DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS, MOLD FLASH, PROTRUSIONS AND GATE BURRS SHALL NOT EXCEED 0.008 INCH(0.20mm) PER SIDE.
- △2. DOES NOT INCLUDE INTER-LEAD FLASH OR PROTRUSIONS INTER-LEAD FLASH AND PROTRUSIONS SHALL NOT EXCEED 0.010 INCH(0.25mm) PER SIDE.

版本信息

版本	日期	记录
Rev. 1.0	2025/05	正式发行

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。

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。