

## XWI8955 集成电流检测的四半桥驱动器

### 1 特点

- 四半桥驱动器可以驱动
  - 四个螺线管
  - 一个步进电机
  - 两个有刷直流电动机
  - 四个单向有刷直流电机
- 集成电流检测和调制功能
  - 无需检测电阻
  - $\pm 4\%$ 满量程电流精度
- 工作电源电压范围: 4.5V至42V
- 低导通电阻 $R_{DS(ON)}$ : 400 m $\Omega$  HS + LS, 条件 24 V, 25°C
- 高电流: 峰值4 A (有刷), 满摆幅2.5 A (步进)
- IN/EN控制接口
- 半桥可两路四路并联提高输出电流
- PWM可配置关断时间
  - 7、16、24或32 $\mu$ s
- 支持1.8 V、3.3 V、5.0 V逻辑输入
- 低电流休眠模式 (<1 $\mu$ A)
- 内置3.3V LDO具有对外30mA供电能力
- 保护功能
  - VM欠压闭锁 (UVLO)
  - 过流保护 (OCP)
  - 过温保护 (OTP)
  - 故障条件输出 (nFAULT)

### 2 应用

- 冰箱压缩机和制冰机
- 纺织机械
- 自动取款机和纺织机
- 办公和家庭自动化
- 洗衣机, 烘干机和洗碗机
- 游戏机
- 通用螺线管驱动

### 3 概述

XWI8955器件提供了四个可独立控制的半桥, 适用于各种工业应用。可用于驱动四个螺线管, 两个直流有刷电机, 一个双极步进电机或四个单向有刷直流电机。

驱动器的输出级由配置为四个半桥的N沟道功率MOSFET组成。集成电流检测, 无需大功率电流检测电阻, 节省电路板面积并降低系统成本。四个半桥可独立控制, 或者两路并联, 四路并联来提高输出电流。

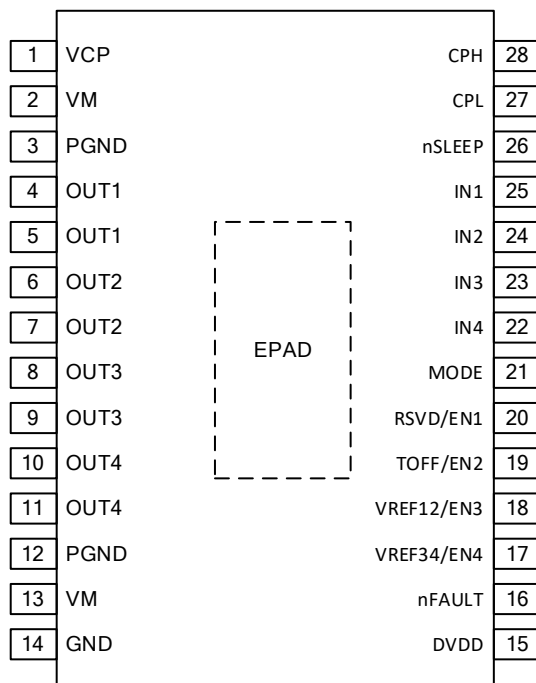
低功耗休眠模式通过关闭所有内部电路来实现超低静态电流消耗。针对电源欠压闭锁 (UVLO)、输出过流 (OCP) 和过温保护 (OTP) 提供内部保护特性。

器件信息

PART NUMBER	PACKAGE
XWI8955	HTSSOP28

## 4 引脚配置和功能

顶视图



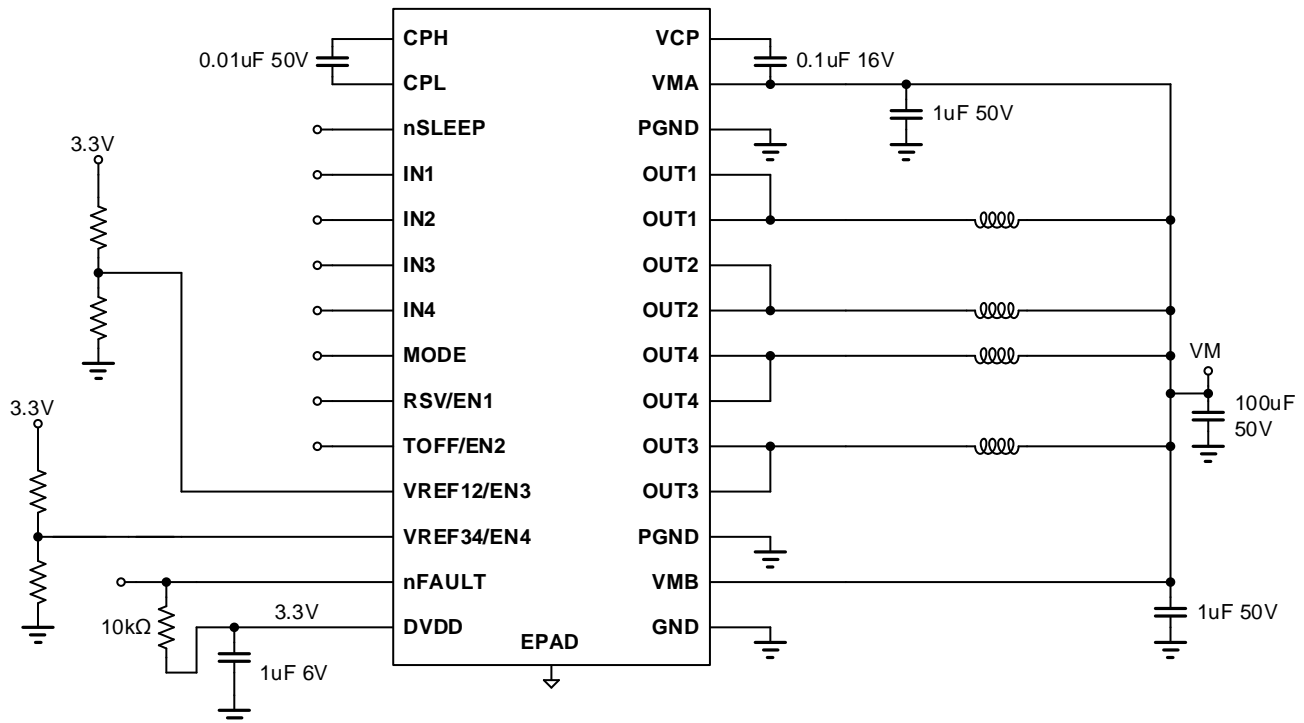
HTSSOP-28 package

管脚定义

NAME	PWP	TYPE	DESCRIPTION
IN1	25	I	PWM 输入. 控制半桥1; 内部下拉.
IN2	24	I	PWM 输入. 控制半桥2; 内部下拉.
IN3	23	I	PWM 输入. 控制半桥3; 内部下拉.
IN4	22	I	PWM 输入. 控制半桥4; 内部下拉.
OUT1	4, 5	O	半桥 1 输出.
OUT2	6, 7	O	半桥 2 输出.
OUT3	10, 11	O	半桥 3 输出.
OUT4	8, 9	O	半桥 4 输出.
VREF12/EN3	18	I	当MODE引脚为0、1或Hi-Z时, 该引脚作为参考电压输入引脚, 控制半桥1和半桥2的电流。当一个330k电阻从MODE引脚连接到地时, 该引脚上的逻辑高电平使能OUT3。
VREF34/EN4	17	I	当MODE引脚为0、1或Hi-Z时, 该引脚作为参考电压输入引脚, 控制半桥3和半桥4的电流。当一个330k电阻从MODE引脚连接到地时, 该引脚上的逻辑高电平使能OUT4
RSVD/EN1	20	-	当MODE引脚为0、1或Hi-Z时, 不连接该引脚。当一个330k电阻从MODE引脚连接到地时, 该引脚上的逻辑高电平使能OUT1。
MODE	21	I	MODE引脚上的电压用于设置半桥并联模式。MODE为0时, 可驱动4个独立的螺线管负载。当MODE为1时, 两个半桥并联, 可以用更高的输出电流驱动两个螺线管负载。当MODE开路时, 所有半桥并联, 可以驱动单个螺线管负载。当一个330k电阻从MODE连接到地时, 四个半桥独立工作并可以高阻。
CPH	28	PWR	电荷泵开关引脚, 两者之间接一个X7R, 0.01- $\mu$ F, 额定电压为VM的陶瓷电容
CPL	27		
GND	14	PWR	器件地
TOFF/EN2	19	I	当MODE引脚为0,1或Hi-Z时, 该引脚设置电流斩波时的衰减时间。当一个330k电阻从MODE连接到地时, 该引脚上的逻辑高电平使能OUT2。
DVDD	15	PWR	逻辑供电, 可给外部供电。到GND连接一个最小 0.47- $\mu$ F, 6.3-V 或者10-V 额定电压的陶瓷电容

VCP	1	O	电荷泵输出，到VM接一个X7R, 0.1 $\mu$ F, 16-V 陶瓷电容
VM	2, 13	PWR	电源：在 VM 和 PGND 之间连接一个0.1~1 $\mu$ F, 额定电压为 VM 的陶瓷旁路电容器以及一个 $\geq 10\mu$ F、额定电压为 VM 的大容量电容器。
PGND	3, 12	PWR	功率地
nFAULT	16	O	故障指示。开漏输出，在故障状态下逻辑电平为低电平；需要外接上拉电阻。
nSLEEP	26	I	睡眠模式输入。逻辑高电平用于使能设备；逻辑低电平用于进入低功耗睡眠模式；内部下拉电阻。一个 nSLEEP 的低电平脉冲可清除nFAULT报错。
EPAD	-	-	散热脚，接地

## 5 典型应用



## 6 绝对最大额定值

超过工作温度范围（除非另有说明）

	MIN	MAX	UNIT
电源电压 (VM)	-0.3	45	V
电荷泵电压 (VCP、CPH)	-0.3	$V_{VM} + 7$	V
电荷泵负极开关引脚 (CPL)	-0.3	$V_{VM}$	V
nSLEEP引脚电压 (nSLEEP)	-0.3	$V_{VM}$	V
内部调节器电压 (DVDD)	-0.3	5.75	V
控制引脚电压 (IN1, IN2, IN3, IN4, nFAULT, RSV/EN1, TOFF/EN2, MODE, VREF12/EN3, VREF34/EN4)	-0.3	5.75	V
开漏输出电流 (nFAULT)	0	10	mA
连续输出节点引脚电压 (AOUT1、AOUT2、BOUT1、BOUT2)	-1	$V_{VM} + 1$	V
瞬态100 ns输出节点引脚电压 (AOUT1、AOUT2、BOUT1、BOUT2)	-3	$V_{VM} + 3$	V
峰值驱动电流 (AOUT1、AOUT2、BOUT1、BOUT2)	内部控制		A
工作环境温度, $T_A$	-40	125	$^{\circ}$ C

工作结温, $T_J$	-40	150	°C
储存温度, $T_{Stg}$	-65	150	°C

## 7 建议工作条件

超过工作温度范围（除非另有说明）

		MIN	MAX	UNIT
$V_{VM}$	正常（直流）工作的电源电压范围	4.5	42	V
$V_I$	逻辑电平输入电压	0	5.5	V
参考电压	参考RMS电压范围 (VREFA、VREFB)	0.05	3.3	V
$f_{PWM}$	施加的PWM信号 (APH、AEN、BPH、Ben、AIN1、AIN2、BIN1、BIN2)	0	100	kHz
$I_{FS}$	电机满摆幅电流 (xOUTx)	0	2.5	A
$I_{rms}$	电机RMS电流 (xOUTx)	0	1.8	A
$T_A$	工作环境温度	-40	125	°C
$T_J$	工作结温	-40	150	°C

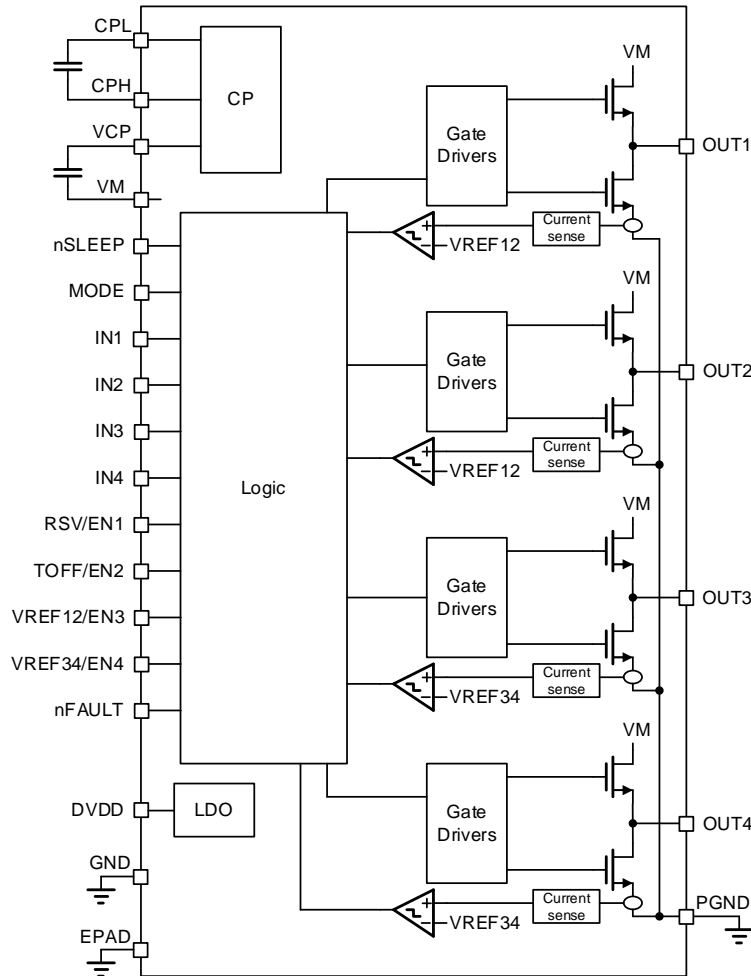
## 8 电气特性

4.5 V ≤  $V_{VM}$  ≤ 42 V, -40°C ≤  $T_J$  ≤ 125°C（除非另有说明）。典型值为 $T_J=25^\circ\text{C}$ 和 $V_{VM}=24\text{ V}$ 。

参数	测试条件	MIN	TYP	MAX	UNIT
<b>供电 (VM, DVDD)</b>					
$I_{VM}$	VM 工作电流	nSLEEP = 1, No motor load	1.5		mA
$I_{VMQ}$	VM 睡眠电流	nSLEEP = 0	0.01	1	μA
$t_{WAKE}$	唤醒时间	nSLEEP = 1 to output transition	300		μs
$t_{ON}$	ULVO唤醒时间	VM > UVLO to output transition	300		μs
$V_{DVDD}$	LDO电压		3.3	3.4	V
<b>电荷泵 (VCP, CPH, CPL)</b>					
$V_{VCP}$	VCP 电压	6 V < $V_{VM}$ < 45 V	$V_{VM} + 5$		V
<b>逻辑电平</b>					
$V_{IL}$	逻辑低电平电压			0.5	V
$V_{IH}$	逻辑高电平电压			5.5	V
$V_{HYS}$	逻辑高低滞回电压		200		mV
$I_{IL}$	逻辑低输入电流	$V_{IN} = 0\text{ V}$	-1	1	μA
$I_{IH}$	逻辑高输入电流	$V_{IN} = 5\text{ V}$	18		μA
<b>四电平输入 (DECAY, TOFF)</b>					
$V_{I1}$	逻辑低对应电平	Tied to GND	0	0.6	V
$V_{I2}$	330kΩ 到地对应电平	330kΩ ± 5% to GND	1	1.25	V
$V_{I3}$	输入高阻对应电平	Hi-Z (>500kΩ to GND)	1.8	2	V
$V_{I4}$	逻辑高对应电平	Tied to DVDD	2.7	5.5	V
<b>逻辑输出(nFAULT)</b>					
$V_{OL}$	输出逻辑低电压	$I_o = 5\text{ mA}$		0.5	V
$I_{OH}$	输出逻辑高漏电		-1	1	μA
<b>电机驱动输出</b>					
$R_{DS(ONH)}$	高侧 FET 导通电阻	$T_J = 25^\circ\text{C}$ , $I_o = -1\text{ A}$		210	mΩ
$R_{DS(ONL)}$	低侧 FET 导通电阻	$T_J = 25^\circ\text{C}$ , $I_o = 1\text{ A}$		190	mΩ
<b>电流调制</b>					
$K_v$	跨阻增益	$V_{REF} = 3.3\text{V}$ , MODE = 0 or 330k to GND		0.825	V/A
		$V_{REF} = 3.3\text{V}$ , MODE = 1		0.41	V/A

		VREF = 3.3V, MODE = Hi-Z		0.2		V/A
t <sub>OFF</sub>	PWM 衰减时间	TOFF = 0		7		μs
		TOFF = 1		16		
		TOFF = Hi-Z		24		
		TOFF = 330 kΩ to GND		32		
ΔI <sub>TRIP</sub>	电流斩波精度	10% to 20% of ITRIP setting	-10	10		%
		20% to 40% of ITRIP setting	-6	6		
		40% to 100% ITRIP setting	-4	4		
<b>保护电路</b>						
V <sub>UVLO</sub>	VM 欠压保护阈值	VM falling, UVLO falling		4.1		V
		VM rising, UVLO rising		4.3		
I <sub>OCP</sub>	过流保护阈值	Current through any FET (MODE = 0 or 330k to GND)	5			A
		Current through any FET (MODE = 1)	10			A
		Current through any FET (MODE = Hi-Z)	20			A
T <sub>OTP</sub>	过温保护阈值	Die temperature T <sub>J</sub>	150	165	180	°C
T <sub>HYS_OTSD</sub>	过温保护滞回	Die temperature T <sub>J</sub>		20		°C

### 9 功能框图



### 10 半桥控制

MODE引脚配置半桥并联模式以支持更高的负载电流。下表显示了四种可能的设置。

MODE 脚输入	半桥数	独立高 阻模式	RdsON (HS + LS)	最大斩波电流 $I_{TRIP}$	输入控制管脚	电流控制
0	四个	无	400 mΩ	2.5 A	IN1, IN2, IN3, IN4	VREF12控制OUT1和 OUT2 的斩波电流 $I_{TRIP}$ , VREF34控制OUT3和OUT4的斩波电流 $I_{TRIP}$ .
1	两个 (OUT1和 OUT2并联, OUT3和OUT4 并联)	无	200 mΩ	5 A	IN2控制OUT1和 OUT2, IN4控制OUT3和 OUT4	VREF12控制OUT1和 OUT2 的斩波电流 $I_{TRIP}$ , VREF34控制OUT3和OUT4的斩波电流 $I_{TRIP}$ .
Hi-z	一个 (四路并联)	无	100 mΩ	10 A	IN4 控制四路输出	VREF12和VREF34短路在一起控制四路 的斩波电流 $I_{TRIP}$ .
330kΩ to GND	四个 (四路可 独立高阻)	有	400 mΩ	No ITRIP control available.	IN1, IN2, IN3, IN4, EN1, EN2, EN3, EN4	没有电流调制功能, 电流大小只能通过PMW 占空比控制, VREF和TOFF管脚被配置为半 桥使能 ENx

下表为MODE = 0, 1 or Hi-Z时的控制逻辑。H-Bridge Logic (for MODE = 0, 1 or Hi-Z)

nSLEEP	INx	OUTx	DESCRIPTION
0	X	Hi-Z	Sleep mode; Half-bridge disabled (Hi-Z)
1	0	L	OUTx Low-side ON
1	1	H	OUTx High-side ON

下表为MODE = 330k to GND时的控制逻辑。H-Bridge Logic (for MODE = 330k to GND)

nSLEEP	INx	ENx	OUTx	DESCRIPTION
0	X	X	Hi-Z	Sleep mode; Half-bridge disabled (Hi-Z)
1	X	0	Hi-Z	Individual outputs disabled (Hi-Z)
1	0	1	L	OUTx Low-side ON
1	1	1	H	OUTx High-side ON

## 11 电流调制

MODE引脚为0、1或Hi-Z时，负载电流达到到 $I_{TRIP}$ 水平会触发电流调制功能。

当MODE = 0时，可以计算出 $I_{TRIP}$ 电流为： $I_{TRIP} (A) = V_{REF} (V) / 0.825 (V/A)$ 。

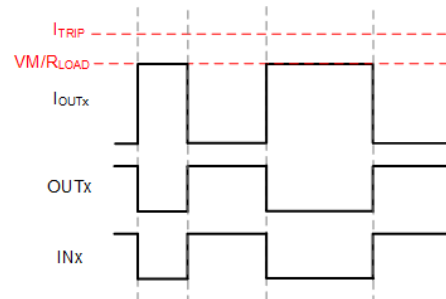
当MODE = 1时， $I_{TRIP} (A) = V_{REF} (V) / 0.41 (V/A)$ 。

当MODE = Hi-Z时， $I_{TRIP} (A) = V_{REF} (V) / 0.2 (V/A)$ 。

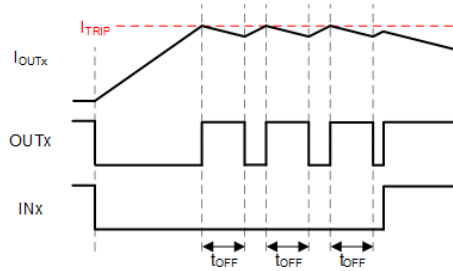
$V_{REF}$ 电压可以通过从DVDD引脚电阻分压得到。两个VREF引脚可以接在一起，为所有输出通道设置相同的 $I_{TRIP}$ 电流。

当 $INx = 0$ 时，低侧场效应管导通，直到电流增加到 $I_{TRIP}$ 。一旦负载电流等于 $I_{TRIP}$ ，电流调节自动触发。低侧FET关断，高侧FET导通一段由TOFF引脚决定的衰减时间。衰减时间结束后，低侧场效应管再次开启，循环重复。

对于与VM相连的电阻性负载，当 $I_{TRIP}$ 大于 $(VM / R_{LOAD})$ 时，负载电流在 $INx = 0$ 时等于 $VM / R_{LOAD}$ 。对于与VM相连的感性负载，应确保每周期电流衰减足够，以防止电流失控到触发过流保护。不同的场景如下所示。



负载为连接到VM的阻性负载， $I_{TRIP}$  大于  $VM/R_{LOAD}$



负载为接到VM的感性负载，触发固定时间衰减电流斩波

Off-Time Settings

TOFF	OFF-TIME $t_{OFF}$
0	7 $\mu$ s
1	16 $\mu$ s
Hi-Z	24 $\mu$ s
330k $\Omega$ to GND	32 $\mu$ s

## 12 保护电路

### VM欠压闭锁 (UVLO)

无论何时，只要VM引脚上的电压降至电源电压的UVLO阈值电压以下，所有输出均会被禁用，且nFAULT引脚变为低电平。当VM欠压条件消除时，恢复正常操作，nFAULT释放。

### 过流保护 (OCP)

任何一个功率管的电流超过过流保护阈值，会触发过流保护，并且nFAULT拉低。经过OCP重试时间或施加nSLEEP复位脉冲或电源循环后，将恢复正常工作。

### 过温保护 (OTP)

如果芯片温度超过热关断限值 ( $T_{OTP}$ )，H桥中的所有MOSFET都会被禁用，nFAULT引脚变为低电平。结温降至过温阈值下限值之后，器件恢复正常工作。

## 13 功能模式

### 睡眠模式 (nSLEEP=0)

器件的状态由nSLEEP引脚管理。当拉低nSLEEP引脚，器件进入低功耗睡眠模式，此时所有内部电路都被关闭。

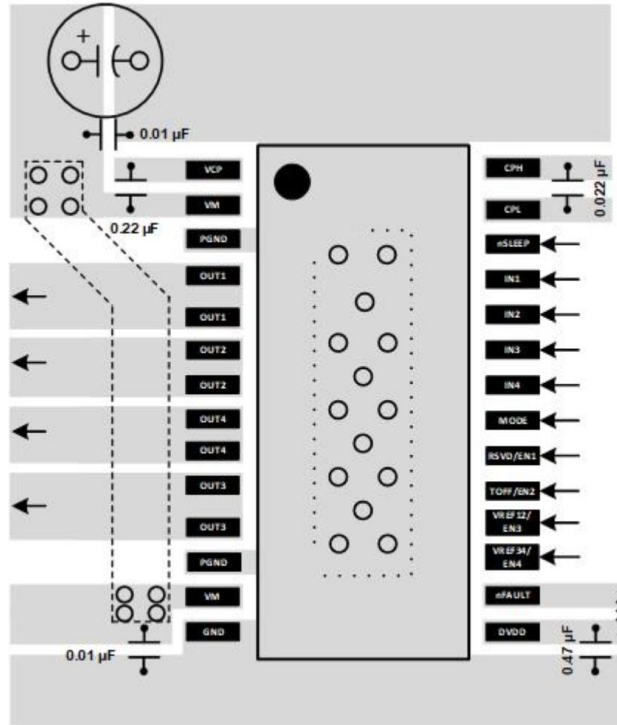
### 工作模式 (nSLEEP=1)

当nSLEEP引脚拉高，且 $VM > UVLO$ ，经过 $t_{WAKE}$ 时间，器件开始接受输入信号，进入工作模式。

### nSLEEP复位脉冲

锁存故障(nFAULT拉低状态)可通过快速nSLEEP脉冲清除。此脉冲宽度必须大于20 $\mu$ s。如果nSLEEP的低电平持续时间超过20 $\mu$ s但小于~2000 $\mu$ s，则故障将被清除，器件不会关闭。

## 14 布局指南



### 15 封装信息

