带米勒钳位的隔离式单通道栅极驱动芯片

概述

PN7902M是一款隔离式单通道栅极驱动芯片，该芯片可以作为大功率MOSFET、IGBT和SiC的驱动开关。PN7902M至少提供5A的隔离输出电流，并且具有3A拉电流的米勒钳位功能。输入逻辑控制管脚IN+和IN-能够在3V到18V的宽输入电压范围内工作，兼容3.3V和5V的信号控制。

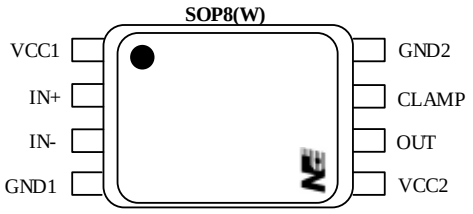
特性

- 宽电源电压范围：VCC1：3.1V～20V
  VCC2：13V～20V
- 5A峰值拉电流和灌电流
- 3A拉电流的米勒钳位功能
- 快速传播延时(典型值115ns)
- 快速上升和下降时间(典型值6ns)
- 当输入管脚悬空时，输出保持为低电平
- CMTI高达50kV/μs
- 欠压保护功能
- 安全相关认证：
  UL 1577: 5700V_{RMS} 1 minute
  DIN VDE V 0884-17:2021-10: 7000V_{PK}
  CQC GB4943.1-2022

应用

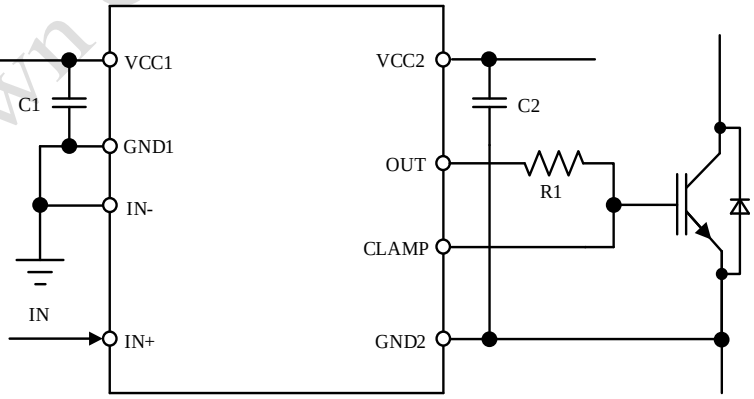
- 隔离式PFC、DC-DC转换器
- 隔离式MOSFET、IGBT和SiC栅极驱动器
- 电机驱动

封装/订购信息



订购代码	封装
PN7902MSN-A1	SOP8(W)

典型应用示意图

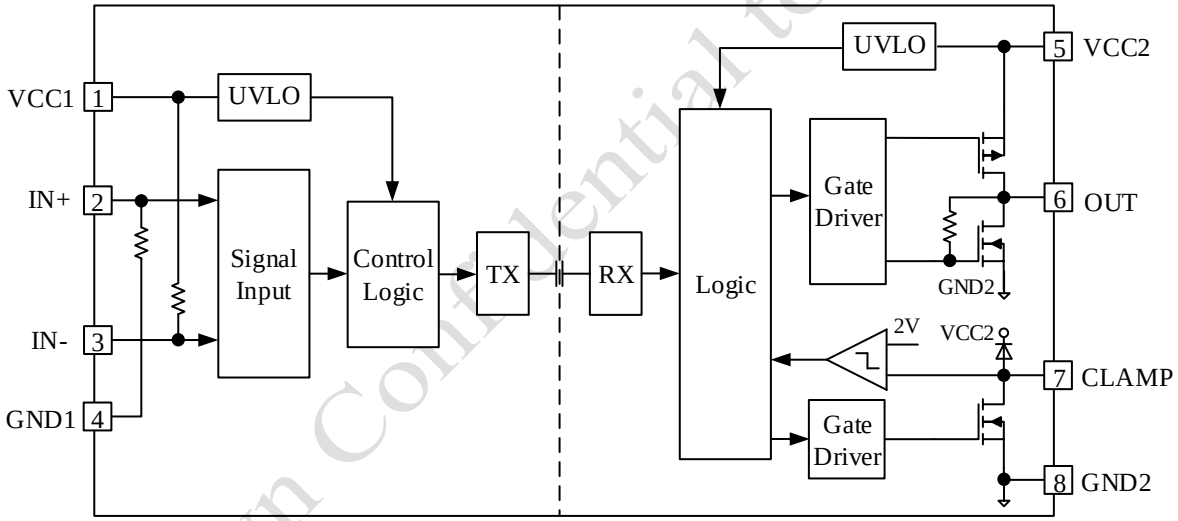


Chipown Confidential to

管脚定义

管脚名称	管脚标号	管脚功能描述
VCC1	1	初级电源。在VCC1和GNDI之间尽可能近地靠近芯片引脚放置一个去耦电容。
IN+	2	非反相驱动输入，高有效，默认拉低。如果不使用该引脚，建议将此引脚连接到GND1以获得更好的抗噪能力。
IN-	3	反相驱动输入，低有效，默认拉高。如果不使用该引脚，建议将此引脚连接到VCC1以获得更好的抗噪能力。
GND1	4	初级地。
VCC2	5	次级电源。在VCC2和GND2之间尽可能近地靠近芯片引脚放置一个去耦电容。
OUT	6	驱动输出。
CLAMP	7	米勒钳位脚。
GND2	8	次级地。

功能框图



Chipown Confidential to

绝对最大额定值(1) (2)

VCC1、VCC2 耐压……..…-0.3~24V
IN+、IN-耐压……-0.3~21V
OUT、CLAMP 耐压……-0.3~24V
（-2~VCC2 + 0.3V, duty cycle <1%, Repetitive pulse <200ns）

人体模式ESD能力(3)(HBM)……..……±2kV
存储温度范围……-55~150℃
最大结温 T_J……150°C
封装热阻 $\theta_{JC(top)}$(SOP8(W))……64°C/W

备注:

(1) 加在器件上的电压，电流或温度如果超过绝对最大额定值，可能会导致器件退化或永久性地损坏。这里只是给出能够承受的限值，并不意味在此条件下器件的功能性操作无误，器件长期工作在绝对最大额定值条件下会影响器件的可靠性。以上绝对最大额定值是指在T_A=25℃下获得，除非另有说明;

(2) VCC1、IN+和IN-是参考GND1电压，VCC2、OUT和CLAMP是参考GND2电压;

(3) 产品委托第三方严格按照芯片级ESD标准(ESDA/JEDEC JS-001-2017)中的测试方式和流程进行测试。

适用工作范围

VCC1.....3.1~20V
VCC2.....13~20V
IN+, IN-.....0~18V

OUT, CLAMP..... 0~20V
工作结温T_J.....-40~125℃

备注:

(1) VCC1、IN+和IN-是参考GND1电压，VCC2、OUT和CLAMP是参考GND2电压。

电气特性 (1)

(T_J=-40~125℃，VCC1=3.3V，VCC2=15V，IN=0 或 3.3V(slew rate =1V/ns)，OUT 接 1nF 电容到地，典型值是在 T_J=25℃测得，特殊情况另行说明。)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
VCC1、VCC2 管脚						
VCC1 工作电压	VCC1		3.1		20	V
VCC1 启动电压	$VCC1_{ON}$		2.6	2.85	3.1	V
VCC1 欠压保护阈值	$VCC1_{OFF}$		2.5	2.7	3.0	V
VCC1 欠压滞回值	V_{HYS1}	Δ ($VCC1_{ON}$ -$VCC1_{OFF}$)		0.15		V
VCC1 静态电流	I_{VCC1}	IN+ = H, IN- =L		0.8	2	mA
VCC2 工作电压	VCC2		13		20	V
VCC2 启动电压	$VCC2_{ON}$		11	12	13	V
VCC2 欠压保护阈值	$VCC2_{OFF}$		10	11	12	V
VCC2 欠压滞回值	V_{HYS2}	Δ ($VCC2_{ON}$ -$VCC2_{OFF}$)		1		V
VCC2 静态电流	I_{VCC2}	IN+ = H, IN- =L		1.4	3	mA

Chipown Confidential to

电气特性（续）

(T_J=-40~125℃，VCC1=3.3V，VCC2=15V，IN=0 或 3.3V(slew rate =1V/ns)，OUT 接 1nF 电容到地，典型值是在 T_J=25℃测得，特殊情况另行说明。)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
IN 管脚（IN+、IN-）						
IN 有效高电平	V_{IH}	of VCC1	70			%
IN 有效低电平	V_{IL}	of VCC1			30	%
IN 有效高电平	V_{IH}		3.5			V
IN 有效低电平	V_{IL}				1.5	V
IN+下拉电阻	R_{PD}	V_{IN+}=5V	50	100	180	kΩ
IN+输入低电平电流	I_{IL1}	V_{IN+}=0V			1	μA
IN+输入高电平电流	I_{IH1}	V_{IN+}=5V	28	50	100	μA
IN-上拉电阻	R_{PU}	VCC1=5V，V_{IN-}=0V	100	200	360	kΩ
IN- 输入低电平电流	I_{IL2}	VCC1=5V，V_{IN-}=0V	14	25	50	μA
IN- 输入高电平电流	I_{IH2}	V_{IN-}=5V			1	μA
输出驱动能力						
High-side 功率管导通电阻	R_{ONSRC}	I_{SRC}=50mA	0.3	0.8	1.8	Ω
High-side 功率管峰值电(2)	I_{SRC}	C_{LOAD}=0.18μF, F_{SW}=1kHz		5		A
Low-side 功率管导通电阻	R_{ONSNK}	I_{SNK}=-50mA	0.2	0.6	1.4	Ω
Low-side 功率管峰值电(2)	I_{SNK}	C_{LOAD}=0.18μF, F_{SW}=1kHz		-5		A
输出上升时间(2) (3)	t_r	10% to 90% OUT		6		ns
输出下降时间(2) (3)	t_f	90% to 10% OUT		6		ns
输入信号 IN 到输出翻转为高电平传输延时(3)	t_{PLH}	C_{LOAD}=100pF, F_{SW}=20kHz, Duty cycle=50%	80	115	200	ns
输入信号 IN 到输出翻转为低电平传输延时(3)	t_{PHL}	C_{LOAD}=100pF, F_{SW}=20kHz, Duty cycle=50%	80	115	200	ns
输入最小响应脉宽(4)	t_{PW_MIN}	F_{SW}=20kHz，改变输出状态的最小输入脉宽		70	200	ns
输入输出信号失配时间	t_{PDISTO}	F_{SW}=20kHz, Duty cycle=50% $\lvert t_{PLH} - t_{PHL} \rvert$			40	ns

Chipown Confidential to

电气特性（续）

(T_J=-40~125℃，VCC1=3.3V，VCC2=15V， IN=0 或 3.3V(slew rate =1V/ns)，OUT 接 1nF 电容到地，典型值是在 T_J=25℃测得，特殊情况另行说明。)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
短路钳位						
钳位电压 (OUT) (2) (V_{OUT} - V_{VCC2})	V_{CLPout}	IN+ = H, IN- = L, I_{OUT} = 500mA, (pulse test, t_{CLPmax} = 10μs)		0.5		V
钳位电压(CLAMP) (2) (V_{VCLAMP}-V_{VCC2})	$V_{CLPclamp1}$	IN+ = H, IN- =L, I_{CLAMP} = 500mA, (pulse test, t_{CLPmax} = 10μs)		1		V
钳位电压(CLAMP)	$V_{CLPclamp2}$	IN+ = H, IN- = L, I_{CLAMP} = 20mA		0.7	1.1	V
米勒钳位						
低电平钳位电流(2)	$I_{CLAMP, PEAK}$	IN+ = L, IN- = L, V_{CLAMP} = 15V pulsed tpulse = 2μs	2			A
钳位阈值电压	V_{CLAMP}	Related to GND2	1.6	2.0	2.4	V
有源下拉						
有源下拉电压	V_{ACTSD}	I_{OUT-}/$I_{OUT-,PEAK}$=0.1, VCC2 open		2.4	2.8	V

备注:

(1). 以上参数值均在上述对应的测试条件下得出;

(2). 设计保证;

(3). 具体参数定义见图 1;

(4). t_{PW_MIN} 是改变输出状态的最小输入脉宽，这并不意味着在此脉宽下可以保证其他动态时间参数在规格范围以内。

Chipown Confidential to

时序图

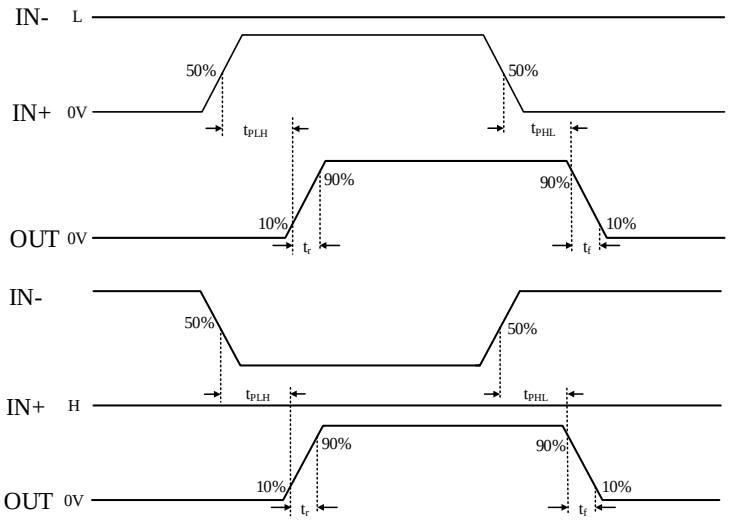


图 1. 输出上升/下降时间和传输延时

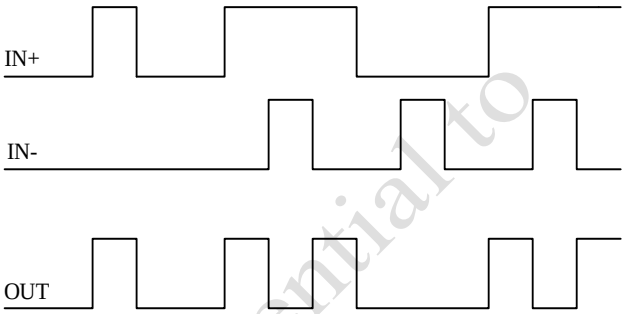


图 2. 输出特性

表 1. 真值表

VCC1	VCC2	IN+	IN-	OUT
H	H	L	L	L
H	H	L	H	L
H	H	H	L	H
H	H	H	H	L
H/L	L	H/L	H/L	L
L	H/L	H/L	H/L	L

Chipown Confidential to

绝缘耐压规格

参数	符号	条件	规格	单位
电气间隙	CLR	Min. External Air Gap (Clearance)	8.5	mm
爬电距离	CPG	Min. External Tracking (Creepage)	8.5	mm
绝缘穿通距离	DTI	Distance through the Insulation	21	μm
相对漏电起痕指数	CTI	Comparative Tracking Index, DIN EN 60112 (VDE 0303-11)	>600	V
材料组别		IEC 60664-1	I	
过压类别按 IEC 60664-1		Rated mains voltage ≤ 600 V_{RMS}	I-III	
		Rated mains voltage ≤ 1000 V_{RMS}	I-II	
气候类别			40/125/21	
污染等级			2	
隔离电压	V_{ISO}	$V_{TEST} = V_{ISO}$, t = 60s (qualification), $V_{TEST} = 1.2 \times V_{ISO}$, t = 1s (100% production)	5700	V_{RMS}
最大瞬态隔离电压	V_{IOTM}	$V_{TEST} = V_{IOTM}$, t = 60s (qualification) $V_{TEST} = 1.2 \times V_{IOTM}$, t = 1s (100% production)	7000	V_{PK}
最大隔离工作电压	V_{IOWM}	AC voltage (sine wave); time-dependent dielectric breakdown (TDDB) test	1500	V_{RMS}
		DC voltage;	2121	V_{DC}
最大重复峰值隔离电压	V_{IORM}	AC voltage (bipolar)	2121	V_{PK}
最大浪涌隔离电压	V_{IOSM}	Test method per IEC62368-1, 1.2/50μs waveform, $V_{TEST} = 1.6 \times V_{IOSM}$ (qualification)	8000	V_{PK}
绝缘阻抗	R_{IO}	V_{IO} = 500V, $T_{amb} = T_S$	$>10^9$	Ω
	R_{IO}	V_{IO} = 500V, 100°C ≤ T_{amb} ≤ 125°C	$>10^{11}$	Ω
绝缘电容	C_{IO}	f = 1MHz	1.2	pF
视在电荷	q_{pd}	Method a: After I/O safety test subgroup 2/3, $V_{ini} = V_{IOTM}$, t_{ini} = 60s; $V_{pd(m)} = 1.2 \times V_{IORM}$, t_m =10s	<5	pC
		Method a: After environmental tests subgroup 1, $V_{ini} = V_{IOTM}$, t_{ini} = 60s; $V_{pd(m)} = 1.6 \times V_{IORM}$, t_m=10s	<5	
		Method b1: At routine test (100% production) and preconditioning (type test), $V_{ini} = V_{IOTM}$, t_{ini} = 1s; $V_{pd(m)} = 1.875 \times V_{IORM}$, t_m = 1s	<5	

安全极限特性

参数	符号	条件	规格	单位
最大输出功耗	P_{INPUT}	$R_{\theta JA}$=119 ℃/W, T_J=150 ℃, T_A=25 ℃	50	mW
	P_{Driver}		1000	mW
	P_{TOTAL}		1050	mW
最大输出电流	I_{Driver}	$R_{\theta JA}$=119 ℃/W, VCC2=15V, T_J=150 ℃, T_A=25 ℃	66.7	mA
		$R_{\theta JA}$=119 ℃/W, VCC2=20V, T_J=150 ℃, T_A=25 ℃	50	mA
最高温度	T_S		150	℃

Chipown Confidential

安全相关认证

VDE	UL	CQC
Certified according to DIN V VDE V 0884-17:2021-10	Certified according to UL 1577 Component Recognition Program	Certified according to GB4943.1-2022
Reinforced Insulation V_{IORM}=2121V_{PK}, V_{IOTM}=7000V_{PK}, V_{IOSM}=8000V_{PK}	Single Protection, 5700V_{RMS} Isolation Voltage	Reinforced Insulation
In progress	In progress	In progress

Chipown Confidential to

功能描述

PN7902M是一款隔离式单通道栅极驱动芯片，该芯片可以作为大功率MOSFET、IGBT和SiC的驱动开关。PN7902M至少提供5A的隔离输出电流，并且具有3A拉电流的米勒钳位功能。输入逻辑控制管脚IN+和IN-能够在3V到18V的宽输入电压范围内工作，兼容3.3V和5V的信号控制。

1. 电源供电

PN7902M可以在宽电压范围内工作。初级电源VCC1支持3.1V~20V，次级电源VCC2支持13V~20V，可以满足MOSFET、IGBT以及SiC的应用。在低成本设计的VCC2单电源供电的场合下，PN7902M带有米勒钳位功能，将CLAMP引脚直接连接到功率器件的栅极，可以防止米勒电容导致的寄生导通。

2. 输入

PN7902M有两种输入控制模式，在非反相模式下，IN-设置为低，IN+控制驱动器输出。在反相模式下，IN+设置为高，IN-控制驱动器输出。

PN7902M输入引脚（IN+和IN-）易于用逻辑电平控制信号驱动（例如来自3.3V微控制器的的电源系统），以IN+为例，V_{IH}高于0.7×VCC1，输出为高电平，V_{IL}低于0.3×VCC1，输出为低电平，典型值0.1×VCC1的迟滞电压具有良好的抗噪性和稳定性（VCC1<6V）。如果输入引脚悬空，内部100kΩ下拉电阻使IN+引脚变为低，200kΩ的上拉电阻使IN-引脚变为高。然而，如果输入引脚未使用，建议将其接地或接VCC1以提高噪声抗扰度。

由于PN7902M的输入侧与输出驱动器完全隔离，因此输入信号幅度可以大于或小于VCC2，只要不超过推荐的极限值，但不得高于VCC1。

3. 驱动输出

输出驱动器部分使用MOSFET提供轨到轨输出。只要驱动器的供电稳定，此特性可以在导通状态和短路状态维持严格的栅极电压控制。由于低内部压降，MOSFET的开关特性主要由栅极电阻控制。此外，它还降低了驱动功耗。

4. 欠压锁定（UVLO）

PN7902M提供欠压保护功能。当VCC上升到开启电压时，输出为高电平，$VCC1_{ON}$典型值2.85V，$VCC2_{ON}$典型值12V。当VCC下降到欠压保护阈值时，输出为低电平，$VCC1_{OFF}$典型值2.7V，$VCC2_{OFF}$典型值11V。图3显示了UVLO功能。

当PN7902M处于欠压锁定状态时，不论输入信号（IN+和IN-）处于何种状态，输出始终被有源下拉功能拉至低电平，详见真值表和有源下拉功能描述。

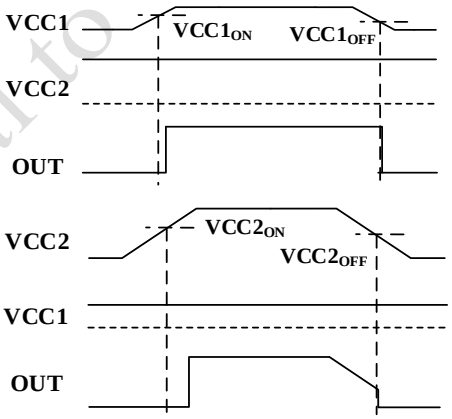


图3. UVLO功能

5. 有源下拉

有源下拉功能用于在VCC2没有供电的情况下，将MOSFET、IGBT或SiC的栅极电压拉低。此功能可防止功率器件误导通。

当输出级没有电源或处于UVLO状态时，PN7902M通过有源钳位电路限制输出电压上升，驱动器输出保持为低。在这种情况下，上管PMOS通过上拉电阻保持关闭，而下管NMOS栅极通过一个电阻连接到驱动器输出。此时，输出被有效钳位到低于NMOS的阈值电压，该电压约为2.4V。

Chipown confidential to

6. 短路钳位

在短路期间，短路钳位功能将驱动器OUT和CLAMP引脚电压限制到略高于VCC2电压。短路钳位功能有助于保护MOSFET，IGBT或SiC过压击穿或退化。内部二极管可流过最大500mA电流，持续时间为10μs。使用外部肖特基二极管可以提高电流能力。

7. 米勒钳位

米勒钳位功能用于防止由于米勒电流引起的功率器件误导通。在驱动器关闭期间，监测栅极电压，当栅极电压低于2V，米勒钳位管开启，从而为功率管栅极和GND2之间增加一条低阻抗电流路径。

Chipown Confidential to

布局建议

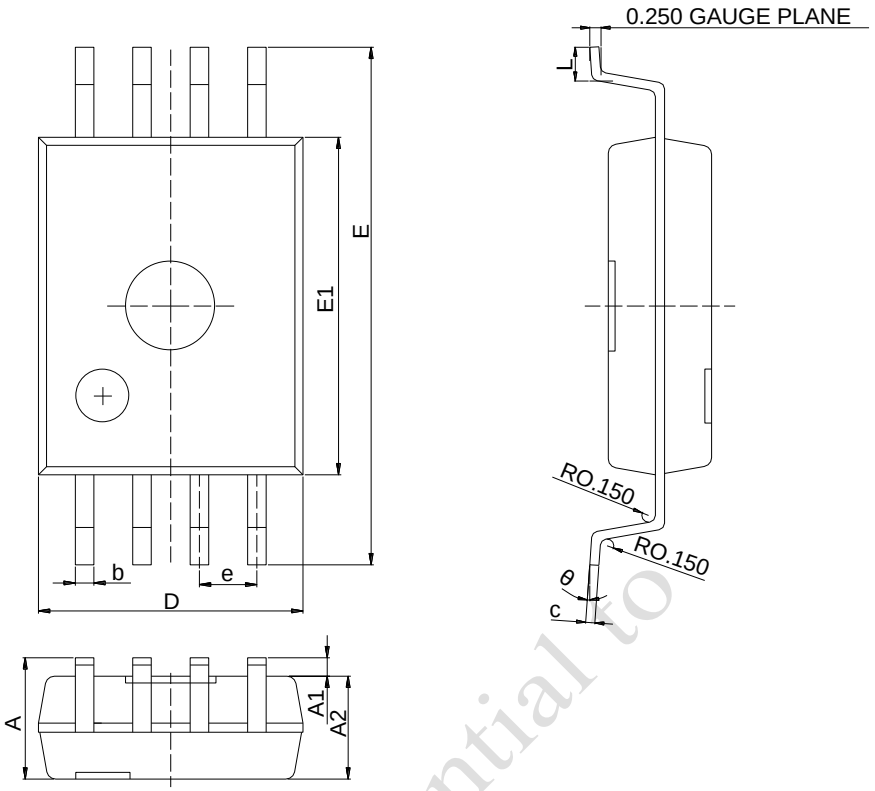
在 PCB 布局时，应考虑以下建议以确保 PN7902M 正常工作。

1. 必须靠近 VCC1 和 GND1 以及 VCC2 和 GND2 之间放置低 ESR 和 ESL 电容以旁路噪声，并在外部功率管开关时支持高峰值电流。
2. 必须将功率管栅极充放电的高峰值电流限制在最小面积。这样可以降低环路电感并使功率管栅极端子上的噪声最小化。栅极驱动器必须尽可能靠近功率管。
3. 为确保初次级之间的隔离性能，请避免在驱动器下方放置任何 PCB 走线。建议使用 PCB 开槽，以防止影响隔离性能。
4. 如果驱动电压高、负载重或开关频率高，PN7902M 可能会消耗较大功率。恰当的 PCB 布局有助于将热量从芯片传递到 PCB，并尽量减少与电路板的连接热阻。
5. 建议将连接到 VCC2 和 GND2 引脚的走线加宽。但必须遵守前面提到的高压注意事项。
6. 如果系统是多层板，建议通过多个尺寸合适的通孔将 VCC2 和 GND2 引脚连接到内部接地或电源平面。这些通孔应位于 IC 引脚附近，使热导率最大化。注意，不同高压走线或铺铜不要重叠。
7. 使用标准 FR-4 UL94V-0 印刷电路板，因为它在高频下的介电损耗更低，吸湿性更小，强度和刚度更高，并且具有更好的阻燃特性。

Chipown Confidential to

封装信息

封装外形尺寸 SOP8(W)



尺寸 / 符号	最小（mm）	最大（mm）	尺寸 / 符号	最小（mm）	最大（mm）
A	-	2.800	E	11.250	11.750
A1	0.360	0.460	E1	7.400	7.600
A2	2.186	2.386	e	1.140	1.400
b	0.310	0.510	L	0.500	1.000
c	0.153	0.303	θ	0 °	8 °
D	5.750	5.950			

表层丝印	封装
PN PN7902M YWWXXXXX	SOP8(W)

备注：Y：年份代码；WW：周代码；XXXXX：内部代码

Chipown Confidential to

备注：

1. 此制图可以不经通知进行调整；
2. 器件本体尺寸不含模具飞边。

重要声明

无锡芯朋微电子股份有限公司保留更改规格的权利，恕不另行通知。无锡芯朋微电子股份有限公司对任何将其产品用于特殊目的的行为不承担任何责任，无锡芯朋微电子股份有限公司没有为用于特定目的产品提供使用和应用支持的义务。无锡芯朋微电子股份有限公司不会转让其专利许可以及任何其他的相关许可权利。

任何半导体产品在特定条件下都有一定的失效或者发生故障的可能，买方有责任在使用我司产品进行系统设计、试样和整机制造时遵守安全标准并采取安全措施，充分进行验证，以避免潜在失败风险可能造成人身伤害或者财产损失情况的发生。

Chipown Confidential to