



## 过压保护控制器， 具有反向保护功能

### 概述

MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L/MAX4867 过压保护控制器可在高至 +28V、低至 -28V 的故障电压范围内保护低电压系统。这些器件驱动一个低成本的互补型 MOSFET。如果输入电压大于过压门限，这些器件关断 n 沟道 MOSFET，以保护元件免受损坏。如果输入电压低于地电压，器件关断 p 沟道 MOSFET，以保护元件免受损坏。器件采用内部电荷泵而无需外部电容来驱动 MOSFET GATE，实现简单、可靠的解决方案。

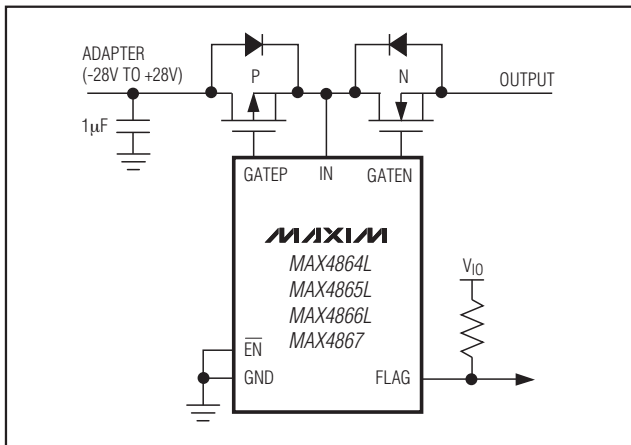
过压门限预设为 +7.4V (MAX4864L)、+6.35V (MAX4865L)、+5.8V (MAX4866L) 和 +4.65V (MAX4867)。当输入电压低于欠压锁定 (UVLO) 门限时，器件进入低电流待机模式 (8.5 $\mu$ A)。在关断模式下 ( $\overline{EN}$  置为逻辑高)，电流进一步减小 (0.4 $\mu$ A)。MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L 的 UVLO 门限为 +2.85V，MAX4867 的 UVLO 门限为 +2.5V。

此外，用 1 $\mu$ F 电容将输入旁路至地可实现  $\pm 15$ kV ESD 保护。所有器件均可提供小型、6 引脚 SOT23 和 6 引脚、2mm x 2mm  $\mu$ DFN 封装，工作温度范围为 -40°C 至 +85°C。

### 应用

蜂窝电话                      PDA 与掌上电脑设备  
数码照相机                    MP3 播放器

### 典型工作电路



### 特性

- ◆ 高至 +28V 过压保护
- ◆ 低至 -28V 反向保护
- ◆ 预设过压(OV)门限电平(7.4V、6.35V、5.8V 和 4.65V)
- ◆ 驱动低成本互补型 MOSFET
- ◆ 内置 50ms 启动延时
- ◆ 内置电荷泵
- ◆ 8.5 $\mu$ A 待机电流(UVLO 模式)
- ◆ 0.4 $\mu$ A 关断电流
- ◆ 过压故障 FLAG 指示
- ◆ 6 引脚(2mm x 2mm)  $\mu$ DFN 和 6 引脚 SOT23 封装

### 订购信息

PART	PIN-PACKAGE	OV TRIP LEVEL (V)	TOP MARK
<b>MAX4864L</b> EUT-T	6 SOT23-6	7.40	ABVO
MAX4864LELT	6 $\mu$ DFN	7.40	AAE
<b>MAX4865L</b> EUT-T	6 SOT23-6	6.35	ABVP
MAX4865LELT	6 $\mu$ DFN	6.35	AAF
<b>MAX4866L</b> EUT-T	6 SOT23-6	5.80	ABVQ
MAX4866LELT	6 $\mu$ DFN	5.80	AAG
<b>MAX4867</b> EUT-T	6 SOT23-6	4.65	ABVN
MAX4867ELT	6 $\mu$ DFN	4.65	AAD

注：所有器件均工作在 -40°C 至 +85°C 温度范围。  
T = 卷带包装。

功能框图在数据资料的最后给出。

# 过压保护控制器， 具有反向保护功能

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN to GND	-0.3V to +30V
GATEN, GATEP to GND	-0.3V to +12V
IN to GATEP	-0.3V to +20V
FLAG, $\overline{\text{EN}}$ to GND	-0.3V to +6V
Continuous Power Dissipation ( $T_A = +70^\circ\text{C}$ )	
6-Pin $\mu\text{DFN}$ (2mm x 2mm) (derate 2.1mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$ )	168mW
6-Pin SOT23 (derate 8.7mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$ )	696mW

Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
Junction Temperature	+150°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C
Soldering Temperature (reflow)	+240°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{\text{IN}} = +5\text{V}$  (MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L),  $V_{\text{IN}} = +4\text{V}$  (MAX4867),  $T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $+85^\circ\text{C}$ ,  $C_{\text{GATEN}} = 500\text{pF}$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ\text{C}$ .) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Voltage Range	$V_{\text{IN}}$			1.2		28.0	V
Overvoltage Trip Level	OVLO	$V_{\text{IN}}$ rising	MAX4864L	7.0	7.4	7.8	V
			MAX4865L	5.95	6.35	6.75	
			MAX4866L	5.45	5.8	6.15	
			MAX4867	4.35	4.65	4.95	
Overvoltage Lockout Hysteresis			MAX4864L		75		mV
			MAX4865L		65		
			MAX4866L		55		
			MAX4867		50		
Undervoltage Lockout Threshold	UVLO	$V_{\text{IN}}$ falling	MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L	2.65	2.85	3.05	V
			MAX4867	2.3	2.5	2.7	
Undervoltage Lockout Hysteresis			MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L		44		mV
			MAX4867		25		
IN Supply Current	$I_{\text{IN}}$	$\overline{\text{EN}} = \text{GND}$	MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L		77	120	$\mu\text{A}$
			MAX4867		68	110	
UVLO Supply Current	$I_{\text{UVLO}}$	$\overline{\text{EN}} = \text{GND}$	MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L, $V_{\text{IN}} = +2.6\text{V}$		8.5	22	$\mu\text{A}$
			MAX4867, $V_{\text{IN}} = +2.2\text{V}$		8	18	
Shutdown Supply Current	$I_{\text{SHD}}$	$\overline{\text{EN}} = 1.6\text{V}$	MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L, $V_{\text{IN}} = 3.6\text{V}$		0.4	2	$\mu\text{A}$
			MAX4867, $V_{\text{IN}} = 3.6\text{V}$		0.4	2	
GATEN Voltage	$V_{\text{GATEN}}$	1 $\mu\text{A}$ load	MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L	9	9.83	10	V
			MAX4867	7.5	7.85	8.0	
GATEN Pulldown Current	$I_{\text{PD}}$		$V_{\text{IN}} > \text{OVLO}$ , $V_{\text{GATEN}} = +5.5\text{V}$	12	32	65	mA
GATEP Clamp Voltage	$V_{\text{CLAMP}}$			13.5	16.5	19.5	V
GATEP Pulldown Resistor	$R_{\text{GATEP}}$			32	48	64	k $\Omega$
FLAG Output-Low Voltage	$V_{\text{OL}}$	$I_{\text{SINK}} = 1\text{mA}$				0.4	V
FLAG Leakage Current		$V_{\text{FLAG}} = +5.5\text{V}$				1	$\mu\text{A}$
$\overline{\text{EN}}$ Input-High Voltage	$V_{\text{IH}}$			1.5			V
$\overline{\text{EN}}$ Input-Low Voltage	$V_{\text{IL}}$					0.4	V

# 过压保护控制器， 具有反向保护功能

MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L/MAX4867

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{IN} = +5V$  (MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L),  $V_{IN} = +4V$  (MAX4867),  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ ,  $C_{GATEN} = 500pF$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$\overline{EN}$ Input Leakage Current	$I_{LKG}$	$\overline{EN} = GND$ or $+5.5V$			1	$\mu A$
<b>TIMING</b>						
Startup Delay	$t_{START}$	$V_{IN} > UVLO$ to $V_{GATEN} > 0.3V$ , Figure 1	20	50	80	ms
FLAG Blanking Time	$t_{BLANK}$	$V_{GATEN} > 0.3V$ to $V_{FLAG} < 0.3V$ , Figure 1	20	50	80	ms
GATEN Turn-On Time	$t_{GON}$	$C_{GATEN} = 500pF$ , $V_{GATEN} = 0.3V$ to $+8V$ (MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L) $V_{GATEN} = 0.3V$ to $+7V$ (MAX4867), Figure 1		10		ms
GATEN Turn-Off Time	$t_{GOFF}$	$V_{IN}$ rising at $3V/\mu s$ from $+5V$ to $+8V$ (MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L), or from $+4V$ to $+7V$ (MAX4867) $V_{GATEN} = 0.3V$ , $C_{GATEN} = 500pF$ , Figure 2		7	20	$\mu s$
FLAG Assertion Delay	$t_{FLAG}$	$V_{IN}$ rising at $3V/\mu s$ from $5V$ to $8V$ (MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L), or from $+4V$ to $+7V$ (MAX4867), $V_{FLAG} = 0.3V$ , Figure 2		3.5		$\mu s$
Initial Overvoltage Fault Delay	$t_{OVP}$	$V_{IN}$ rising at $3V/\mu s$ from $0V$ to $+9V$ , time from $V_{IN} = 5V$ to $I_{GATEN} = 80\%$ of $I_{PD}$ (GATEN pulldown current), Figure 3		1.5		$\mu s$
Disable Time	$t_{DIS}$	$\overline{VEN} = +2.4V$ , $V_{GATEN} = 0.3V$ , Figure 4		2		$\mu s$

**Note 1:** All parts are 100% tested at  $+25^{\circ}C$ . Electrical limits across the full temperature range are guaranteed by design and correlation.

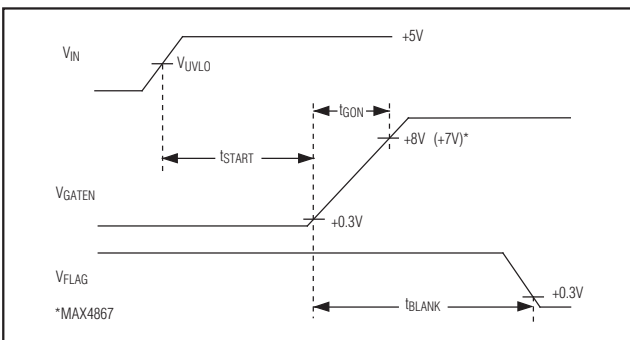


图1. 启动时序图

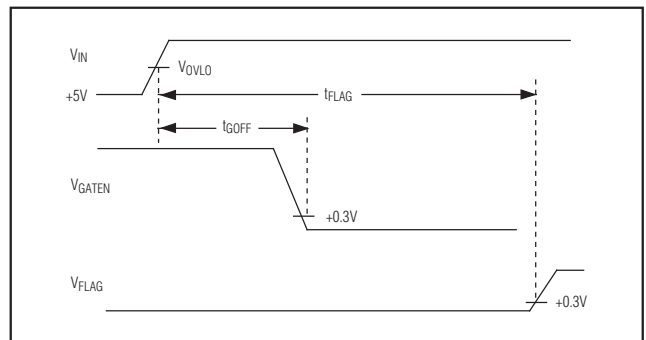


图2. 关断时序图

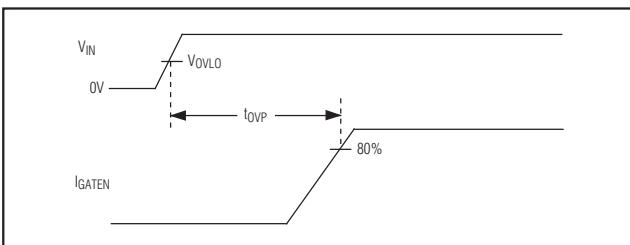


图3. 上电过压时序图

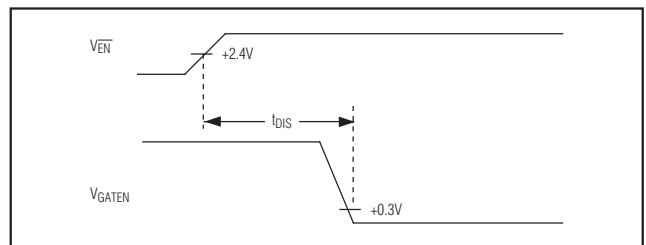


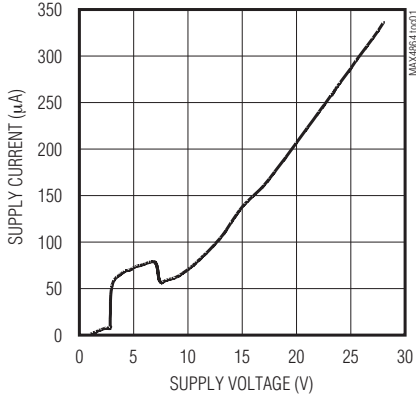
图4. 禁止时序图

# 过压保护控制器， 具有反向保护功能

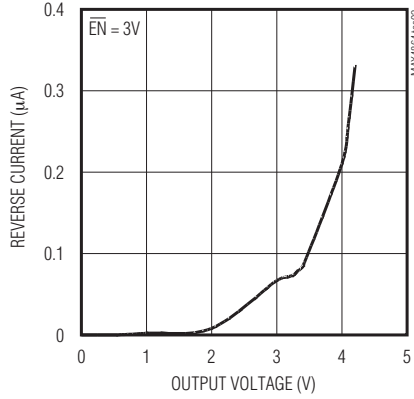
典型工作特性

( $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)

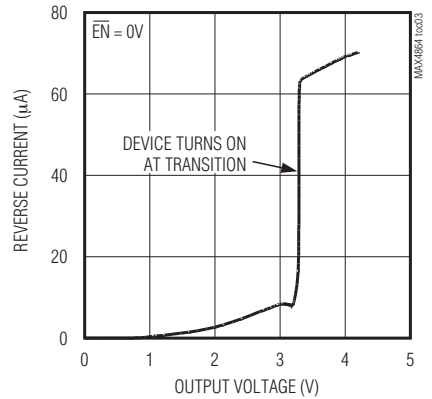
**SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE  
(MAX4864L)**



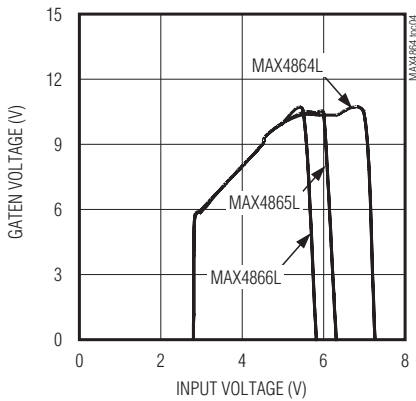
**REVERSE CURRENT vs. OUTPUT VOLTAGE  
(MAX4864L)**



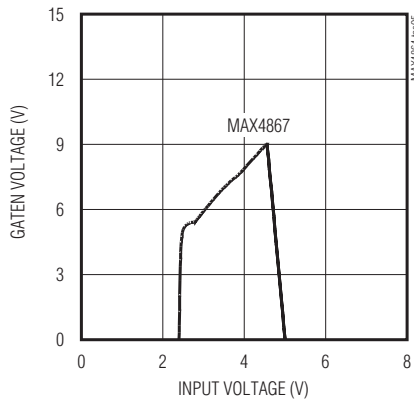
**REVERSE CURRENT vs. OUTPUT VOLTAGE  
(MAX4864L)**



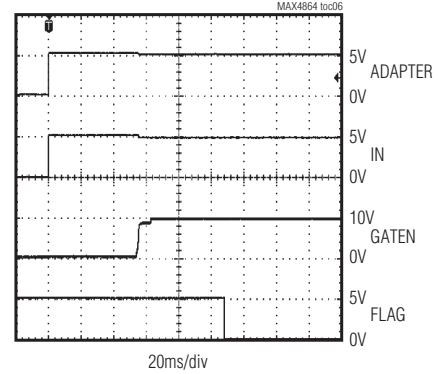
**MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L  
GATEN VOLTAGE vs. INPUT VOLTAGE**



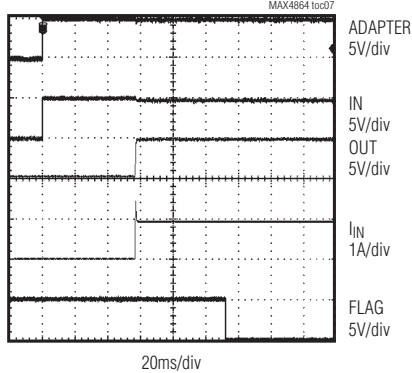
**MAX4867  
GATEN VOLTAGE vs. INPUT VOLTAGE**



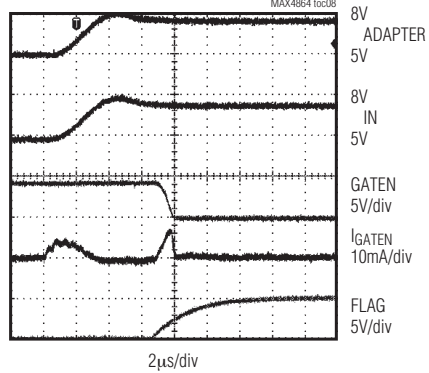
**POWER-UP RESPONSE**



**POWER-UP RESPONSE**



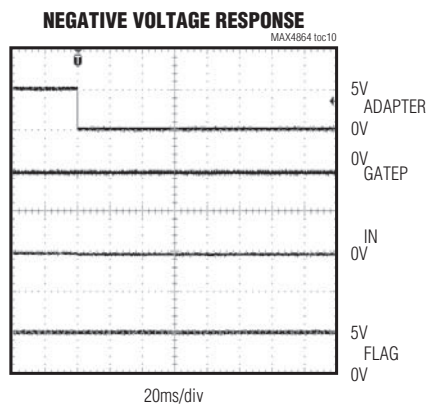
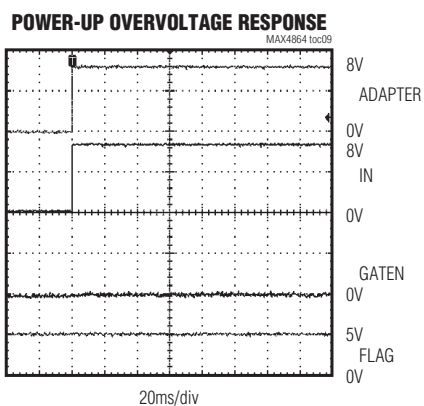
**OVERVOLTAGE RESPONSE**



# 过压保护控制器， 具有反向保护功能

典型工作特性(续)

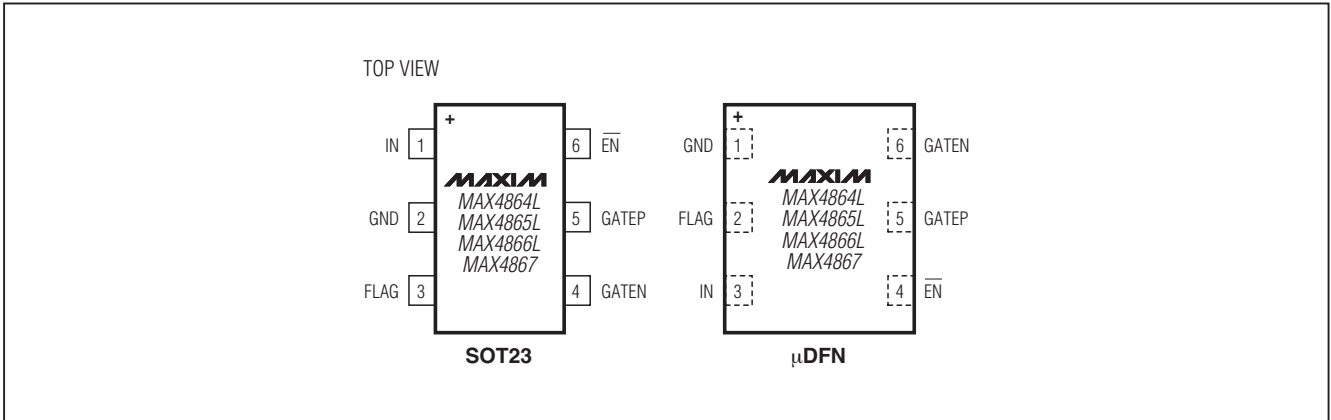
(T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted.)



MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L/MAX4867

# 过压保护控制器， 具有反向保护功能

## 引脚配置



## 引脚说明

引脚		名称	功能
MAX4864LEUT/ MAX4865LEUT/ MAX4866LEUT/ MAX4867EUT	MAX4864LELT/ MAX4865LELT/ MAX4866LELT/ MAX4867ELT		
1	3	IN	电压输入。输入端同时用作供电电源输入和过压检测输入。
2	1	GND	地。
3	2	FLAG	故障指示输出。 $\overline{EN}$ 置为高电平时，FLAG变为高阻抗。在欠压锁定和过压锁定情况下，FLAG报警输出高电平。在正常工作情况下，FLAG报警解除。FLAG为开漏极输出。
4	6	GATEN	n沟道MOSFET栅极驱动输出。GATEN是片内电荷泵的输出。当 $V_{UVLO} < V_{IN} < V_{OVLO}$ 时，GATEN拉高以打开外部n沟道MOSFET。
5	5	GATEP	p沟道MOSFET栅极驱动输出。当输入高于地电压时总是打开GATEP，输入降至低于地电压时总是关断GATEP。
6	4	$\overline{EN}$	低电平有效使能输入。正常工作时该引脚接地。驱动 $\overline{EN}$ 至高电平，可关断器件并进入关断模式。

# 过压保护控制器， 具有反向保护功能

MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L/MAX4867

## 详细说明

MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L/MAX4867 为低电压系统提供高至 +28V 的过压保护以及负电压保护。如果输入电压大于过压门限电平，MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L/MAX4867 会关断低成本外部 n 沟道 MOSFET，以防止被保护元件的损坏。器件也可以驱动外部 p 沟道 MOSFET，以防止负电压输入造成系统损坏。内部电荷泵 (参考功能框图) 驱动 MOSFET GATEN，实现简单、可靠的解决方案。上电时，在驱动 GATEN 至高电平之前器件等待 50ms。GATEN 拉高之后，在解除报警前开漏极 FLAG 输出继续保持 50ms 高阻态。出现过压故障时，FLAG 立刻报警输出高电平。

## 欠压锁定(UVLO)

MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L 的典型 UVLO 门限为 +2.85V 固定值，MAX4867 的 UVLO 门限为 +2.5V。当  $V_{IN}$  低于 UVLO 时，GATEN 驱动器保持低电平，并且 FLAG 产生报警输出。

## 过压锁定(OVLO)

MAX4864L 的典型 OVLO 门限为 +7.4V；MAX4865L 的典型 OVLO 门限为 +6.35V；MAX4866L 的典型 OVLO 门限为 +5.8V；MAX4867 的典型 OVLO 门限为 +4.65V。当  $V_{IN}$  高于 OVLO 时，GATEN 驱动器保持低电平，并且 FLAG 产生报警输出。

## FLAG 输出

当出现输入电压故障时，开漏极 FLAG 输出用于通知主机系统。上电时，在 GATEN 拉高之后，FLAG 仍保持高阻态 50ms，然后解除报警。出现过压和欠压故障时，FLAG 立刻报警。当故障消除后，FLAG 在 GATEN 打开后 50ms 解除报警。需在 FLAG 与主机系统的逻辑 I/O 电源之间连接上拉电阻。

## GATEN 驱动器

片内电荷泵用于驱动 GATEN 至高于 IN 电压的电平上，可以使用低成本的 n 沟道 MOSFET。电荷泵工作于内部 +5.5V 稳压器电压。

在  $V_{IN}$  超过 +5.5V，或者超过 OVLO 门限电平之前，无论哪种情况先出现，实际的 GATEN 输出电压大约为  $V_{IN}$  的两倍。MAX4864L 的 OVLO 典型值为 +7.4V，因此在 +5.5V <  $V_{IN}$  < +7.4V 时，GATEN 保持相对稳定，大约为 +10.5V。MAX4866L 具有 +5.8V 的 OVLO 典型值，但该值可能低至

+5.5V。GATEN 输出电压是输入电压的函数，如典型工作特性所示。

## GATEP 驱动器

当输入电压降至低于地电压时，GATEP 拉高并关断外部 p 沟道 MOSFET。当输入电压高于地电压时，GATEP 拉低并打开 p 沟道 MOSFET。内部箝位电路用于保护 p 沟道 MOSFET，以确保当输入(IN)升至 +28V 时 GATEP 至 IN 端的电压不超过 +16V。

## 器件操作

MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L/MAX4867 具有片上状态控制机制，用于控制器件操作。流程图如图 5 所示。初始上电时，如果  $V_{IN} < UVLO$  或者  $V_{IN} > OVLO$ ，GATEN 保持 0V，FLAG 为高电平。

如果  $UVLO < V_{IN} < OVLO$ ，经过 50ms 内部延时后器件进入启动过程。内部电荷泵打开，并开始驱动 GATEN 至高于  $V_{IN}$  的电平上。FLAG 在启动过程中保持高阻态，直到 FLAG 屏蔽周期结束，通常在 GATEN 开始拉高后延续 50ms。此时，器件进入正常工作状态。

在任何时候，如果  $V_{IN}$  降至低于 UVLO，则 FLAG 驱动至高电平，GATEN 驱动至地。

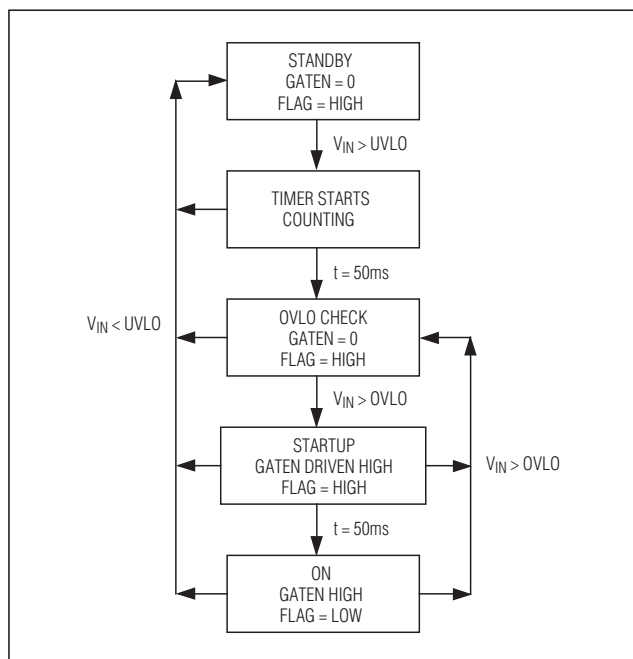


图 5. 状态图

## 过压保护控制器， 具有反向保护功能

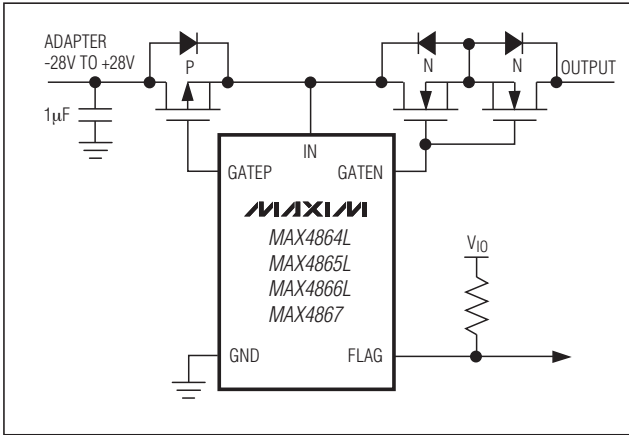


图6. 背对背外部MOSFET配置

### 应用信息

#### MOSFET配置

MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L/MAX4867既可采用典型工作电路所示互补型MOSFET配置，也可采用图6所示单p沟道MOSFET和背对背n沟道MOSFET配置。

MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L/MAX4867既可以驱动互补型MOSFET，也可以驱动单p沟道MOSFET和背对背n沟道MOSFET。未接适配器或者适配器电压低于UVLO门限时，背对背配置结构的反向电流几乎为零。

如果不关心反向漏电流问题，可使用单个MOSFET。这种方式的损耗为采用类似MOSFET型号的背对背配置结构的一半，是一种较低成本的方案。注意，如果实际输入被拉低，由于MOSFET存在寄生体二极管，输出也会

拉低。如果不允许出现这种情况，那么应使用背对背配置。

#### MOSFET选型

MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L/MAX4867设计用于互补型MOSFET或者单p沟道和双背对背n沟道MOSFET配置。在大多数情况下， $R_{ON}$ 定义在 $V_{GS}$ 为4.5V下，这种MOSFET工作情况良好。同样，MOSFET的 $V_{DS}$ 应达到+30V，以耐受MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L/MAX4867最大+28V的IN输入范围。表1给出了适用于MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L/MAX4867的MOSFET型号。

#### IN旁路设计

对于大多数应用，应使用1μF陶瓷电容旁路适配器至GND。若长引线引起较大的电源电感，应注意防止LC谐振电路引起过冲。如有必要，需提供保护以防止输入端电压超过+30V极限参数值。

#### ESD测试条件

ESD性能取决于若干条件。当适配器采用1μF陶瓷电容旁路至地时，MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L/MAX4867在输入端上可耐受典型值为±15kV的ESD。

#### 人体模型

图7所示为人体模型，图8所示为人体模型向低阻抗放电时所产生的电流波形。此模型包括一个100pF电容，该电容充电至所要求的ESD电压，然后通过1.5kΩ电阻向器件放电。

表1. MOSFET推荐型号

PART	CONFIGURATION/ PACKAGE	$V_{GS}$ MAX (V)	$V_{DS}$ MAX (V)	$R_{ON}$ AT 4.5V (mΩ)	MANUFACTURER
Si5504DC	Complementary MOSFET/1206-8	±20	+30	143 (n-MOSFET)	Vishay Siliconix
			-30	290 (p-MOSFET)	
Si5902DC	Dual/1206-8	±20	+30	143 (n-MOSFET)	
Si1426DH	Single/μDFN-6	±20	+30	115 (n-MOSFET)	
Si5435DC	Single/1206-8	±20	-30	80 (p-MOSFET)	
FDC6561AN	Dual/SSOT-6	±20	+30	145 (n-MOSFET)	Fairchild Semiconductor
FDG315N	Single/μDFN-6	±20	+30	160 (n-MOSFET)	
FDC658P	Single/SSOT-6	±20	-30	75 (p-MOSFET)	
FDC654P	Single/SSOT-6	±20	-30	125 (p-MOSFET)	



# 过压保护控制器， 具有反向保护功能

MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L/MAX4867

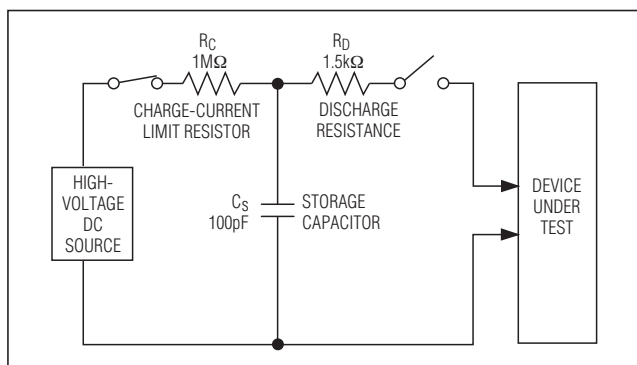


图7. 人体ESD测试模型

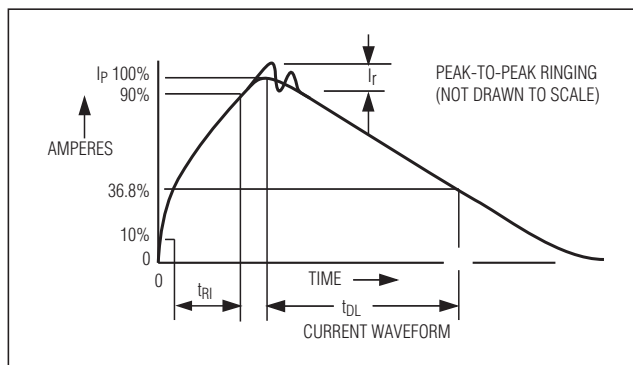


图8. 人体模式电流波形

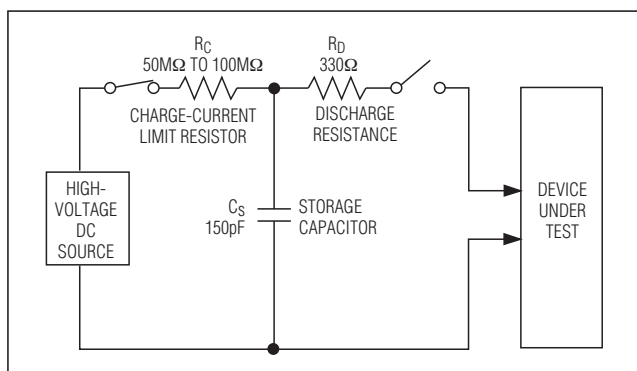


图9. IEC 1000-4-2 ESD测试模型

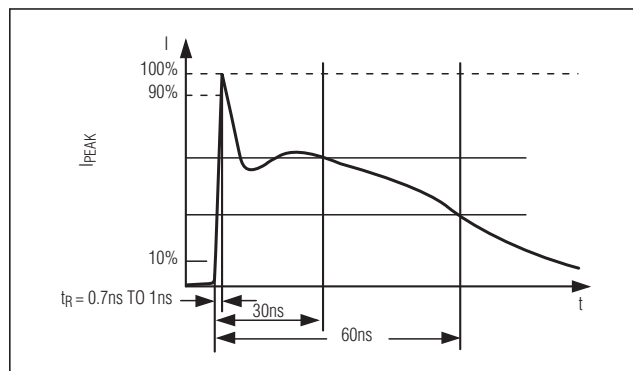


图10. IEC 1000-4-2 ESD发生器电流波形

## IEC 1000-4-2

从1996年1月开始，所有在欧盟制造和/或销售的设备必须满足严格的IEC 1000-4-2规范。IEC 1000-4-2标准涵盖成品设备的ESD测试和性能规范。该规范并不专门针对IC。MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L/MAX4867能够帮助用户设计满足IEC 1000-4-2第3级规范的设备，而无需额外的ESD保护元件。

使用人体模型和IEC 1000-4-2进行测试的主要区别在于IEC 1000-4-2具有更高的峰值电流。由于IEC 1000-4-2测试模型(图9)的串联阻抗较低，对应该标准所测量的ESD耐受电压通常低于使用人体模型测量的电压。图10给出

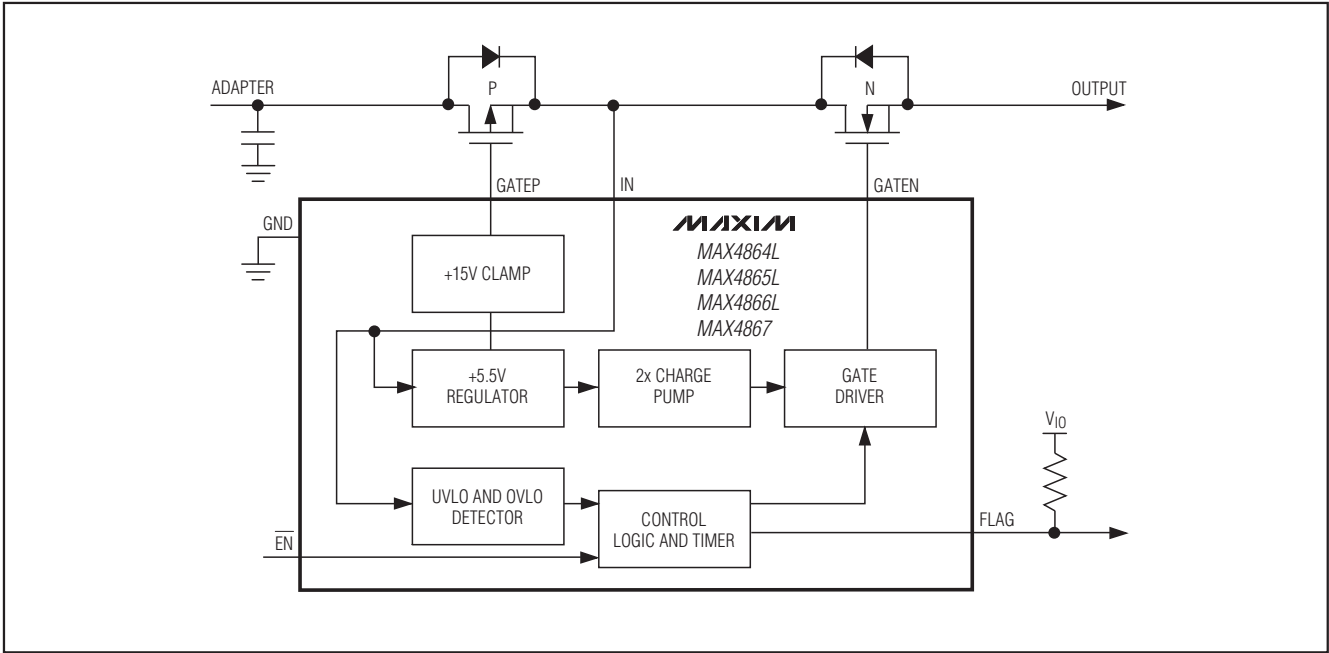
了±8kV IEC 1000-4-2第4级ESD接触放电测试的电流波形。气隙放电测试使用充电的探针靠近器件。接触放电方法则是在探针充电前将探针与器件连接。

## 芯片信息

PROCESS: BiCMOS

# 过压保护控制器， 具有反向保护功能

功能框图



## 封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局，请查询 [china.maxim-ic.com/packages](http://china.maxim-ic.com/packages)。请注意，封装编码中的“+”、“#”或“-”仅表示RoHS状态。封装图中可能包含不同的尾缀字符，但封装图只与封装有关，与RoHS状态无关。

封装类型	封装编码	文档编号
6 $\mu$ DFN	L622-1	<a href="#">21-0164</a>
6 SOT23	U6-1	<a href="#">21-0058</a>

# 过压保护控制器， 具有反向保护功能

修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
2	5/10	从订购信息表中删除了封装编码；更新了引脚配置、图7和图9；删除了芯片信息部分中的晶体管数量信息。	1, 6, 9, 10

MAX4864L/MAX4865L/MAX4866L/MAX4867

## Maxim 北京办事处

北京 8328 信箱 邮政编码 100083

免费电话：800 810 0310

电话：010-6211 5199

传真：010-6211 5299

Maxim 不对 Maxim 产品以外的任何电路使用负责，也不提供其专利许可。Maxim 保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。

**Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600** \_\_\_\_\_ 11