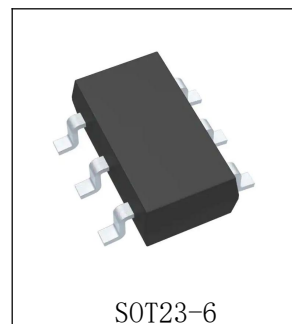


概述:

D4147 为低功率接地故障断路器（GFI）控制器，用于检测危险的到接地的电流路径以及接地对零线故障。D4147 的应用电路可以在电击造成伤害前断开负载。

D4147 内部包含一个二极管整流器、高精度 12V 带隙并联稳压器、精密低 V_{OS} 失调感应放大器、延时噪声滤波器、窗口检测比较器和一个晶闸管驱动器。通过尽可能少的外部器件，D4147 就能够侦测并防护火线对地故障和零线对负载短路。D4147 电路包含一个静态电流较低的内置整流器和并联稳压器，因此可搭配使用高阻值、低功率的限流电阻。内置具有温度补偿的并联稳压器、感应放大器以及偏置电路，从而可提供高精度对地故障检测。低 V_{OS} 失调感应放大器允许感应线圈直接耦合到放大器的反馈信号端，无需大容量的 50/60Hz 交流耦合电容。内置的延时滤波器能够滤除感性负载中的高频噪声尖峰，减少了虚假有害触发。内置的晶闸管驱动器具有温度补偿，该设计可以满足大多数外部晶闸管对于驱动电流的要求。



D4147 采用 SOT23-6 封装。

主要特点:

- 应用于 GFCI 和 RCD
- 内置精密感应放大器与带隙基准
- 内置桥式整流器
- 内置噪声滤波器
- 低压晶闸管禁用
- 直接直流耦合至感应线圈
- 晶闸管门极驱动器
- 漏电灵敏度可调
- 400 μ A 静态电流
- 所需外部器件少
- 符合 UL943 标准
- 适合 120V 或 220V 系统
- 采用 SOT23-6 封装

包装信息:

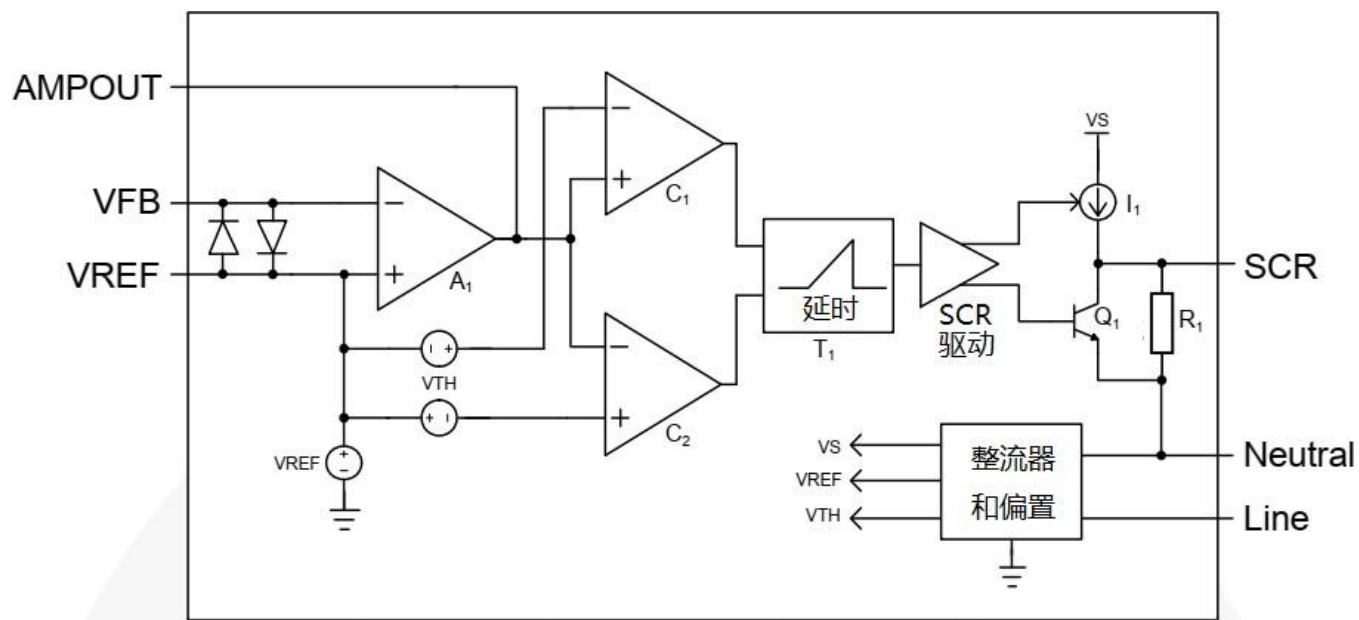
型号	封装形式	打印方式	包装方式
D4147	SOT23-6	D4147 SXXXX	3000只/盘

其中: D4147为产品名, SXXXX为周号。

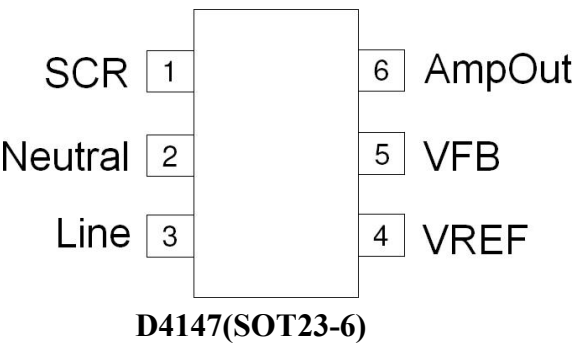
适用范围:

- GFCI 输出接口
- GFCI 电路断路器
- 便携式GFCI 线路

内部线路图:



管脚排列图：



管脚说明：

管脚号	名称	说明
1	SCR	外部晶闸管的门极驱动
2	Neutral	D4147电路的电源零线输入
3	Line	D4147电路的电源火线输入
4	VREF	电流感应放大器的正向输入
5	VFB	电流感应放大器的反向输入
6	Amp Out	VFB管脚上连接一个外部电阻，设置 I_{fault} 灵敏度阈值

极限值：(Ta=25℃) *

参数	条件	最小	最大	单位
电源电流	连续电流，火线到零线		15	mA
电源电压	连续电压，火线到零线	-1.2	16	V
所有其它管脚	连续电压到零线	-0.8	15	V
存贮温度范围		-40	+85	℃
ESD	人体模式		2.5	kV
	带电设备模式		1	
	机械模式		0.20	

*: 如果应力超过极限值，设备就会毁损。在推荐的工作条件之上，该设备可能无法正常运行或操作，且不建议让设备在这些条件下长期工作。此外，过度暴露在高于推荐的工作条件下，会影响器件的可靠性。极限值仅是额定应力值。

电特性: (除非特殊说明: $T_a = 25^{\circ}\text{C}$, $I_{\text{shunt}} = 1\text{mA}$)*1

参数	工作条件	最小	典型	最大	单位
电源并联稳压器电压	电源到零线	12.2	12.7	13.2	V
	电源到零线, $I_{\text{shunt}} = -2\text{mA}$	-0.9	-0.7		V
静态电流	电源到零线=10V	350	400	450	μA
基准电压	VREF到零线	5.8	6.0	6.2	V
触发阈值	Amp Out到VREF	3.4	3.5	3.6	V
放大器失调电压	RSET=511K Ω , RIN=500 Ω	-450	0	450	μV
放大器偏置电流*2	设计值	-50	0	50	nA
放大器开环增益*2	设计值		100		dB
放大器增益带宽	设计值		1.5		MHz
放大器正电压摆幅	Amp Out到VREF $I_{\text{FAULT}} = 10\mu\text{A}$	4.0			V
放大器负电压摆幅	VREF到Amp Out $I_{\text{FAULT}} = -10\mu\text{A}$	4.0			V
放大器陷电流	Amp Out=VREF+3V $V_{\text{FB}} = \text{VREF} + 100\text{mV}$	400			μA
放大器源电流	Amp Out=VREF-3V $V_{\text{FB}} = \text{VREF} - 100\text{mV}$	400			μA
延时时间	从C1触发到SCR L->H	0.65	1.0	1.35	ms
SCR输出阻抗	SCR到零线=250mV Amp out=VREF		0.5	1.0	k Ω
SCR输出电压	SCR到零线. Amp Out=VREF		1	10	mV
	SCR到零线 Amp Out=VREF+4V	2.5			V
SCR输出电流	SCR到零线=1V Amp Out=VREF+4V	350	500		μA

*1: 电特性表中给出的是电路实际运行时的参数条件。按表中推荐的工作条件运行电路，可以满足表中所列的规范值。芯谷科技不推荐在给定范围之外运行电路，也不建议将运行条件设计到靠近极限值。（除非特殊说明，请参照应用线路图）

2: 由设计保证，不做量产测试。

应用说明:

（参考内部线路图和应用线路图）

D4147 是一个 GFCI 控制器，专门应用于交流接地故障断路器。在交流市电的正半周，内部的整流器可以给电路供电。内置的 12V 并联稳压器采用了精密温度补偿带隙基准。电路同时具有精密的基准电路与精

密的感应放大器，从而能提供精确的接地故障容差。以上这些使得外围元件的选取更加经济和多样。由于 D4147 电路所需的静态电流较低，因此可搭配使用高阻值、低功率的限流电阻（R1）。12V 并联稳压器为感应放大器（A1）的正向输入端（AC 接地参考）提供基准电压，并且给延时定时器（T1）、比较器（C1 & C2）和晶闸管驱动器提供偏压。

感应线圈的次级绕组连接至引脚4（VREF），电阻RIN 直接直流耦合到感应放大器的反相输入端引脚 5（VFB）。反馈电阻RSET 将感应线圈的次级绕组电流在引脚 6(Amp Out)处转换成电压。该电压与内置窗口比较器（C1 和 C2）进行比较，如果 Amp Out 的电压超过阈值电压 $\pm V_{TH}$ ，窗口比较器就会触发内部延时定时器。窗口比较器的输出必须在延时定时器 T₁ 充电时保持高电平。此时如果窗口比较器的输出为低电平，延时定时器 T₁ 将开始复位。如果窗口比较器的高电平能一直保持到延时定时器 T₁ 充电结束，则晶闸管驱动器启动电流源 I₁，并使 Q₁ 截止。然后电流源 I₁ 开启外部晶闸管，给电磁阀通电，打开连接负载的接触开关，从而消除有害接地故障。窗口比较器允许检测正的或负的 I_{FAULT} 信号，不依赖于电源电压的相位。

感应线圈有一个由叠层钢环或固体铁氧体材料制成的环形铁心。一般情况下，变压器次级要求由 40# 线在该环形磁芯上绕 800 匝至 1500 匝。变压器初级通常为 1 到 2 匝，交流火线和零线穿过该环形磁芯中央。当接地故障出现时，流入火线与零线的电流出现偏差。通过将初级差动电流除以初级与次级之间的匝比就可得到了变压器的次级电流。

零线在零线负载侧接地时出现接地零线故障。

接地零线故障引起的接地故障电流较低，感应线圈较难侦测，且取决于零线接地时的阻抗。要侦测到该故障需应用到正向反馈原理。出现这种情况时，感应线圈和零线线圈双向耦合，可以在感应放大器周围产生正向反馈路径。这种正向反馈使得感应放大器出现共振。峰值共振电压超过比较器触发阈值时，将启动内置延时定时器。由于放大器输出信号能跨越窗口比较器的触发阈值电压，且频率典型值为 6kHz，延迟定时器将在故障和无故障侦测之间转换。故障和无故障侦测时间的比率将决定 SCR 驱动器能否被开启。接地零线侦测的灵敏度随零线线圈匝数和 C2, C3 值而变化。

R_{SET} 电阻的计算

Amp Out 的信号必须超过窗口比较器的阈值电压 V_{TH} ，持续时间超过延时定时器时间。因此：

$$V_{TH} = I_{FAULT} \times 1.41 \times R_{SET} \times \cos(2\pi \times (T/2P)) / N$$

$$R_{SET} = (V_{TH} \times N) / (1.41 \times I_{FAULT} \times \cos(\pi \times T/P))$$

其中：

$$V_{TH} = 3.5V$$

$$I_{FAULT} = 5mA \text{ (UL943)}$$

$$T = 1ms \text{ (定时器延时)}$$

$$P = \text{交流电源周期 (1/60Hz)}$$

$$N = \text{次级与初级匝比 (1000:1)}$$

$$R_{SET} = 505K\Omega \text{ (511K}\Omega \text{ 标准 1\%)}$$

在实际使用中，由于变压器不理想，可能需要调节R_{SET}，范围高达 30%，才能获得所需的 I_{fault} 触发阈值。

VOS 触发阈值误差的计算

由于感应线圈直接连接到感应放大器的反馈端，V_{OS} 失调电压会引入一个 I_{fault} 阈值误差。误差的计算方法为：

$$\%Error = 100 \times (V_{OS} \times R_{SET}) / (R_{IN} + R_{LDC} + R_{LAC}) / V_{TH}$$

其中：

$$V_{OS} = \pm 450\mu V \text{ (最坏情况)}$$

$$= \pm 150\mu V \text{ (典型值)}$$

$$R_{SET} = 511K\Omega$$

$$R_{IN} = 470\Omega \text{ (典型值)}$$

$$R_{LDC} = 75\Omega \text{ (感应线圈次级直流电阻)}$$

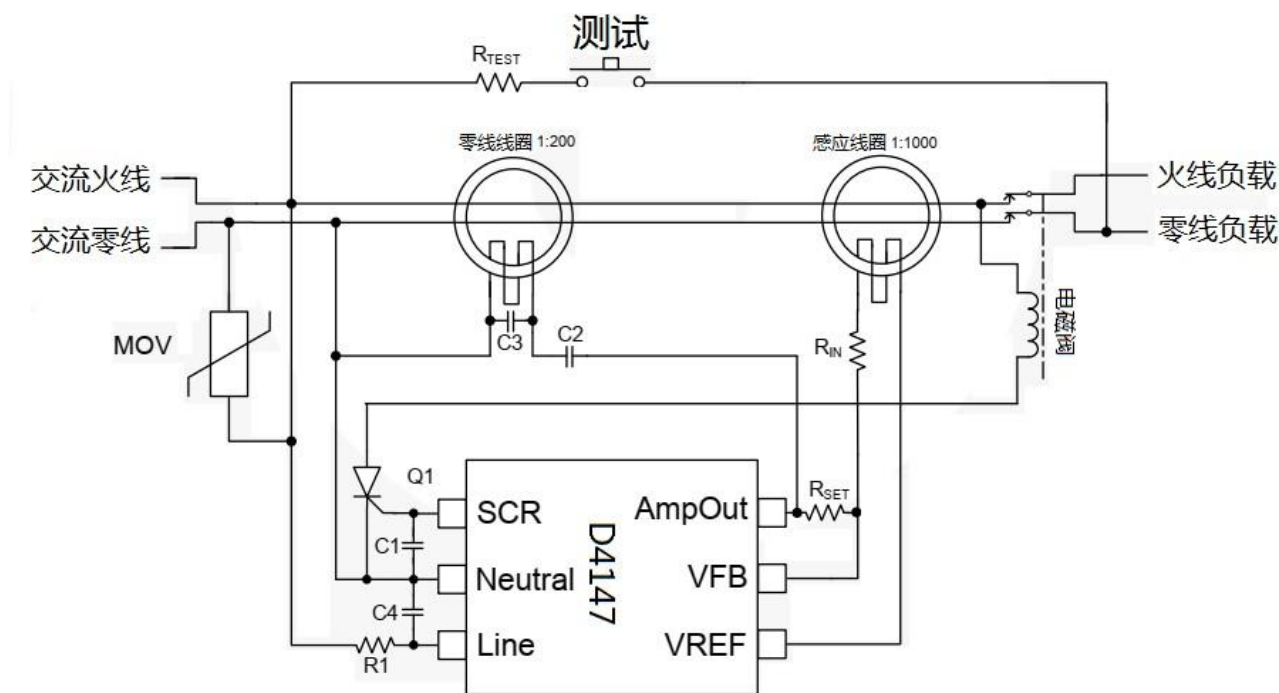
$$R_{LAC} = 1.5K\Omega \text{ (AC}_{(j\omega L)} \text{ 感应线圈阻抗)}$$
$$(L = 4H, \text{Freq} = 60Hz)$$

$$V_{TH} = 3.5V$$

$$\%Error = \pm 3.2\% \text{ (最坏情况)}$$

$$= \pm 1.1\% \text{ (典型值)}.$$

应用线路图:



典型值

R_1 : 91K Ω

R_{SET} : 511K Ω ⁽²⁾

C_1 : 22nF

C_3 : 1nF

R_{TEST} : 15K Ω

R_{IN} : 470 Ω

C_2 : 10nF

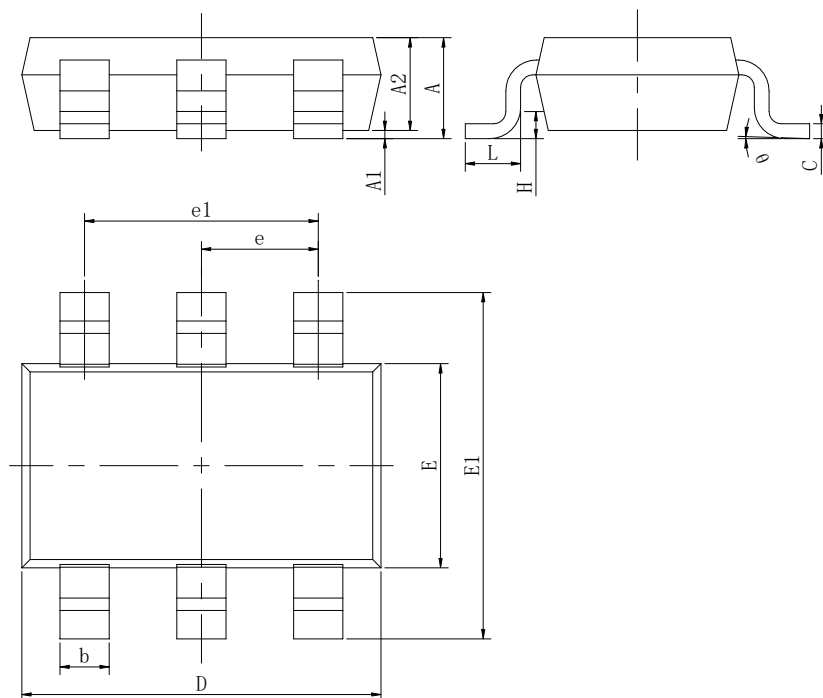
C_4 : 10nF

器件值取决于感应线圈的特性以及应用。

封装外形图:

SOT23-6

单位: mm



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	0.700	0.900	0.028	0.035
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	0.700	0.800	0.028	0.031
b	0.350	0.500	0.014	0.020
c	0.080	0.200	0.003	0.008
D	2.820	3.020	0.111	0.119
E	1.600	1.700	0.063	0.067
E1	2.650	2.950	0.104	0.116
e	0.95 (BSC)		0.037(BSC)	
e1	1.90 (BSC)		0.075(BSC)	
L	0.300	0.600	0.012	0.024
θ	0°	8°	0°	8°

声明:

- 芯谷科技保留产品说明书的更改权，恕不另行通知！客户在下单前，需确认获取的资料是否为最新版本，并验证相关信息的完整性。
- 任何半导体产品在特定的条件下都有失效或发生故障的可能，买方有责任在使用芯谷科技产品进行系统设计和整机制造时遵守安全标准，并采取相应的安全措施，以避免潜在失败风险可能造成人身伤害或财产损失情况的发生！
- 产品提升永无止境，芯谷科技将竭诚为客户提供性能更佳、质量更优的集成电路产品。