FAIRCHILD™

Is Now Part of

ON Semiconductor®

To learn more about ON Semiconductor, please visit our website at www.onsemi.com

Please note: As part of the Fairchild Semiconductor integration, some of the Fairchild orderable part numbers will need to change in order to meet ON Semiconductor's system requirements. Since the ON Semiconductor product management systems do not have the ability to manage part nomenclature that utilizes an underscore (_), the underscore (_) in the Fairchild part numbers will be changed to a dash (-). This document may contain device numbers with an underscore (_). Please check the ON Semiconductor website to verify the updated device numbers. The most current and up-to-date ordering information can be found at www.onsemi.com. Please email any questions regarding the system integration to Fairchild_questions@onsemi.com.

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR®

2011 年 12 月

RV4141A
低功率，接地故障中断器

特性

- 由交流线路供电
- 内置整流器
- 直接连接至 SCR
- 500μA 静态电流
- 精密感应放大器
- 可调延时
- 最少的外部组件
- 满足 UL 943 要求
- 兼容 110V 或 220V 系统
- 提供 8 引脚 SOIC 封装

说明

RV4141A 是交流电源插座接地故障电路中断器的低功率控制器。此类器件检测接地和地线与零线之间故障的危险电流路径。在发生有害或致命冲击前，电路中断器将负载从线路断开。

RV4141A 内部包含一个二极管整流器、电压调节器、精密感应放大器、参考电流、延时电路和 SCR 驱动器。

两个感应变压器、SCR、电磁阀、三个电阻和四个电容完成了基本电路中断器的设计。简单布局和最少的元件数目确保了应用简便和长期可靠。其他 GFCI 控制器所没有的功能包括一个低失调电压感应放大器，无需在感应变压器和感应放大器间增加一个耦合电容，还包含一个内部整流器来消除对高压整流二极管的需求。

RV4141A 仅在线路电压的正向半个期间供电，但始终能够感应电流默认值，与其相对于线路电压的相位无关。SCR 的栅极仅在线路电压的正半周期期间驱动。

订购信息

器件编号	工作温度范围	封装	包装方法
RV4141AN	-35 至 +80°C	8 引线，塑料双列直插封装 (DIP)	轨道
RV4141AMT	-35 至 +80°C	8 引线，塑料小外形集成电路 (SOIC)	卷带

框图

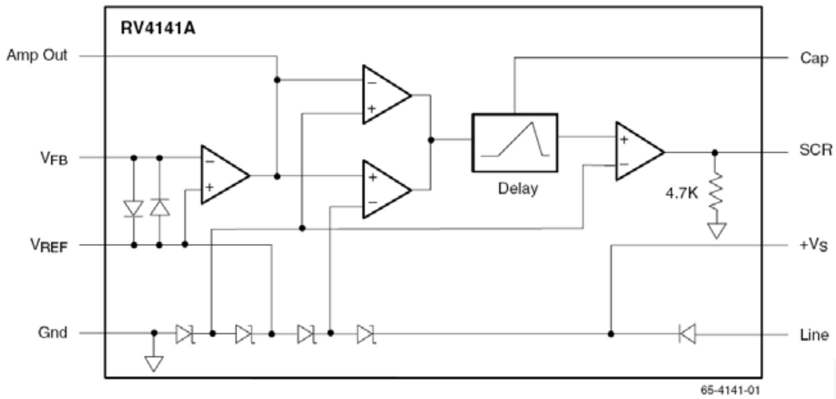


图 1. 框图

引脚布局

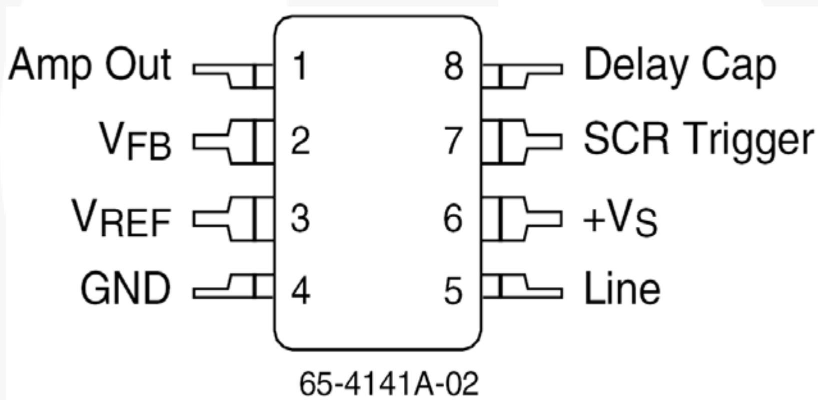


图 2. 引脚分配

引脚定义

引脚号	名称	说明
1	放大器输出	感测放大器输出– 到 V_{FB} 的外部电阻设置 I_{FAULT} 阈值
2	V_{FB}	感测放大器反向输入
3	V_{REF}	感测放大器同向输入 – $+V_S/2$ 内部偏置
4	GND	接地
5	Line	内部二极管阳极连接到电源电压
6	$+V_S$	RV4141A 电路的电源输入
7	SCR 触发	检测到故障时触发外部 SCR 的输出
8	延迟电容	一种连接到接地的外部电容，设置触发 SCR 前出现接地故障的延迟时间

绝对最大额定值

应力超过绝对最大额定值，可能会损坏器件。在超出推荐的工作条件的情况下，该器件可能无法正常工作，所以不建议让器件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。绝对最大额定值仅是应力规格值。

符号	参数		最小值	最大值	单位
V_{CC}	电源			10	mA
P_D	内部功耗			500	mW
T_{STG}	存储温度范围		-65	+150	°C
T_A	工作温度范围		-35	+80	°C
T_J	结温			+125	°C
T_L	引脚焊接温度	10 秒，SOIC		+260	°C
		60 秒，DIP		+300	

热性能

符号	参数		典型值	最大值	单位
Θ_{JA}	热阻	SOIC	240		°C/W
		DIP	160		

电气特性

I_{LINE} = 1.5mA 且 T_A = +25°C，R_{SET}= 650kΩ。

符号	参数	工作条件	最小值	典型值	最大值	单位
电压调节器（引脚 5 至 4）						
V_{REG}	调节后电压	I_{2-3} = 11μA	25	27	29	V
		I_{LINE} = 750μA, I_{2-3} = 9μA	25	27	29	
I_Q	静态电流	V_{5-4} = 24V		500		μA
感测放大器（引脚 2 至 3）						
V_{OFF}	失调电压		-200	0	200	μV
GBW	增益带宽	设计值		3		MHz
t_{SK}	压摆率	设计值		1		V/μS
I_{BIAS}	输入偏置电流	设计值		30	100	nA
SCR 触发（引脚 7 至 4）						
R_{OUT}	输出电阻	V_{7-4} = 开， I_{2-3} = μA	3.8	4.7	5.6	kΩ
V_{OUT}	输出电压	I_{2-3} = 9μA	0	0.1	10.0	mV
		I_{2-3} = 11μA	3.0	3.8	4.5	V
I_{OUT}	输出电流	V_{7-4} = 0V, I_{2-3} = 11μA	400	600		μA
参考电压（引脚 3 至 4）						
V_{REF}	参考电压	I_{LINE} = 750μA	12	13	14	V
延迟定时器（引脚 8 至 4）						
	放电/充电比率	I_{2-3} = 0/11μA	1.8	2.5	3.0	μA/μA
t_{DLY}	延迟时间[1]	C_{8-4} = 12nF		2		ms
I_{DLY}	延迟电流	I_{2-3} = 11μA	30	40	50	μA

注意：

1. 延迟时间定义为当瞬时感测电流 (I_{2-3}) 超过 6.5V/R_{SET} 到 SCR 触发电压 V_{7-6} 升到高电平的时间。

电路工作

（请参阅图 1 和图 3。）

连接到引脚 1 到 3 的精度运算放大器感测到感测变压器的次级中的故障电流流动，将其转换为引脚 1 处的电压。次级电流与输出电压的比率与反馈电阻成正比，R_{SET}。

R_{SET} 将感测变压器次级电流转换为引脚 1 处的电压。由于虚拟接地是由其负反馈环在感测放大器输入端创建的，所以感测变压器的负担等于 R_{IN} 的值。从变压器角度来看，R_{IN} 的理想值是 0Ω。这使它像一个电流互感器，误差极小。然而，使 R_{IN} 等于零会在引脚 1 处形成较大的失调电压，因为感测放大器的直流增益非常高。应将 R_{IN} 选择得尽可能高，以便变压器的运行保持得像真正的电流互感器。R_{IN} 的典型值在 200 和 1000Ω 之间。

如等式 (1) 所示，最大化 R_{IN} 将使感测放大器输出端处的直流失调误差最小。引脚 1 处的直流失调电压对跳变电流误差有直接影响。引脚 1 处的失调电压为：

$$V_{OS} \times R_{SET} / (R_{IN} + RS_{EC}) \qquad (1)$$

其中：
V_{OS} = 感测放大器的输入失调电压；
R_{SET} = 反馈电阻；
R_{IN} = 输入电阻；
R_{SEC} = 变压器次级绕组电阻。

感测放大器有 200μV 的指定最大失调电压，以便最小化跳变电流误差。连接到感测放大器输出端的两个比较器配置为窗口检测器，其参考值为 -6.5V 和 +6.5V，以引脚 3 为参考。当感测变压器次级 RMS 电流超过 4.6/R_{SET} 时，窗口检测器的输出启动延迟电路。如果次级电流超出预先确定的跳变电流的时间大于延迟时间，则会在引脚 7 处出现电流脉冲，触发 SCR。

SCR 阳极直接连接到电磁阀或继电器线圈。SCR 只能在其阳极比其阴极电压大时触发。

电源电流要求

RV4141A 通过一个串联限流电阻（称为 R_{LINE}）从线路直接获得电源；其值在 24kΩ 和 91kΩ 之间。

控制器 IC 有内置的二极管 整流器，因此无需外部功率二极管。 R_{LINE} 的推荐值是 24kΩ 到 47k，Ω 对于 110V 系统，以及 47kΩ 到 91kΩ，对于 220V 系统。当 R_{LINE} 是 47kΩ 时，电压调节器电流限定为 3.6mA。推荐的最大峰值线路电流 （通过 R_{LINE}）是 10mA。

GFCI 应用

（请参阅图 3）

GFCI 通过感测火线和零线中电流的差异来检测接地故障。电流中的差异被假定为故障电流，它会形成从火线到地的潜在危险路径。因为火线和零线通过感测变压器的中央，所以仅有差模初级端电流被传输到次级。假定匝数比是 1:1000，则次级电流为故障电流的 1/1000。RV4141A 的感测放大器将次级电流转换为电压，与两个窗口检测器中任何一个的参考电压相比。如果故障电流超出了编程时间延迟期间的设计值，则 RV4141A 会给 SCR 的栅极发送电流脉冲。

检测地线与零线间故障更为困难。R_B 表示正常接地故障电阻。R_N 是负荷/零线和接地之间电路的导线电阻。R_G 表示地线与零线间故障条件。根据 UL 943，当 R_N = 0.4Ω，R_G = 1.6Ω 时，GFCI 必须跳变，且正常接地故障为 6mA。

假定接地故障电流为 5mA，则 1mA 和 4mA 分别通过 R_G 和 R_N，导致有效的 1mA 故障电流。此电流被感测变压器检测到，并被感测放大器放大。地线与零线和感测变压器被 R_G、R_N，以及零线接地环路相互耦合，在感测放大器周围产生正反馈环路。这个新建立的反馈回路导致感测放大器以一定频率震荡，该频率由地线/零线变压器次级电感和 C4 决定，在 8KHz 时发生。

C2 用于编程在 SCR 被触发前，显示故障要经过的时间。有关如何计算 C2 值，请参阅等式 (2)。对于 2ms 延迟，其典型值是 12nF。R_{SET} 用于设置 GFCI 跳变时的故障电流。与 1:1000 感测变压器一同使用时，对于设计为在 5mA 时跳变的 GFCI，其典型值是 1MΩ。

R_{IN} 应该是可能的最高值，以确保从感测变压器流出的可预测的次级电流。如果 R_{IN} 设置得过高，则变压器磁导率的正常生产变差会导致次级电流出现器件间的变差。如果它太低，则在引脚 1 处会出现较大的失调电压误差。此电压反过来会形成与感测放大器的输入偏置电压成比例的跳变电流误差。例如，如果 R_{IN} 为 500Ω，R_{SET} 为 1MΩ，R_{SEC} 为 45Ω，且感测放大器的 VOS 为其最大值 200μV；跳变电流误差为 ±5.6%。

SCR 阳极直接连接到电磁阀或继电器线圈。它仅能在其阳极比其阴极更正时跳变。它必须有较高的 dV/dt 额定值，以确保线路噪音（由会发出电噪音的设备产生）不会错误触发它。SCR 还必须有小于 200μA 的栅极驱动要求。C3 是一种噪声滤波器，它可防止高频线路脉冲触发 SCR。继电器电磁阀的响应时间应小于等于 3ms，以满足 UL 943 的定时要求。

感测变压器和磁芯

感测和接地/零线变压器磁芯通常使用高磁导率的层叠钢环制造。它们的单圈初级由通过其磁芯中心的火线和零线产生。次级线圈通常是 200 到 1500 圈。可以使用 Magnetic Metals, Inc.生产的变压器，(www.magmet.com)。

计算 R_{SET} 和 C2 的值

确定标称接地故障跳变电流要求。在北美通常为 5mA，(117V_{AC}) 在英国和欧洲通常为 22mA (220V_{AC})。确定防止误触发所需的最小延迟，一般是 1 到 2ms。提供所需延迟时间所必需的 C2 的值：

$$C2 = 6 \times t \tag{2}$$

其中：
C2 单位为 Nf，而 t 是所需的延迟时间，单位 ms。

满足标称接地故障跳变电流规格的 R_{SET} 的值是：

$$R_{SET} = \frac{4.6 \times N}{I_{FAULT} \times COS\,180(t/P)} \tag{3}$$

其中：
R_{SET} 以 k
为单位，t 是延迟时间，单位 ms；
P 是线路频率的时间，单位 ms；
I_{FAULT} 是所需的接地故障跳变电流，单位 mA RMS；
N 是感测变压器次级圈的数量。

注：

2. 此公式假定使用的是理想感测变压器。使用非理想变压器时，R_{SET} 的计算值可能需要改变，最多达 30%。

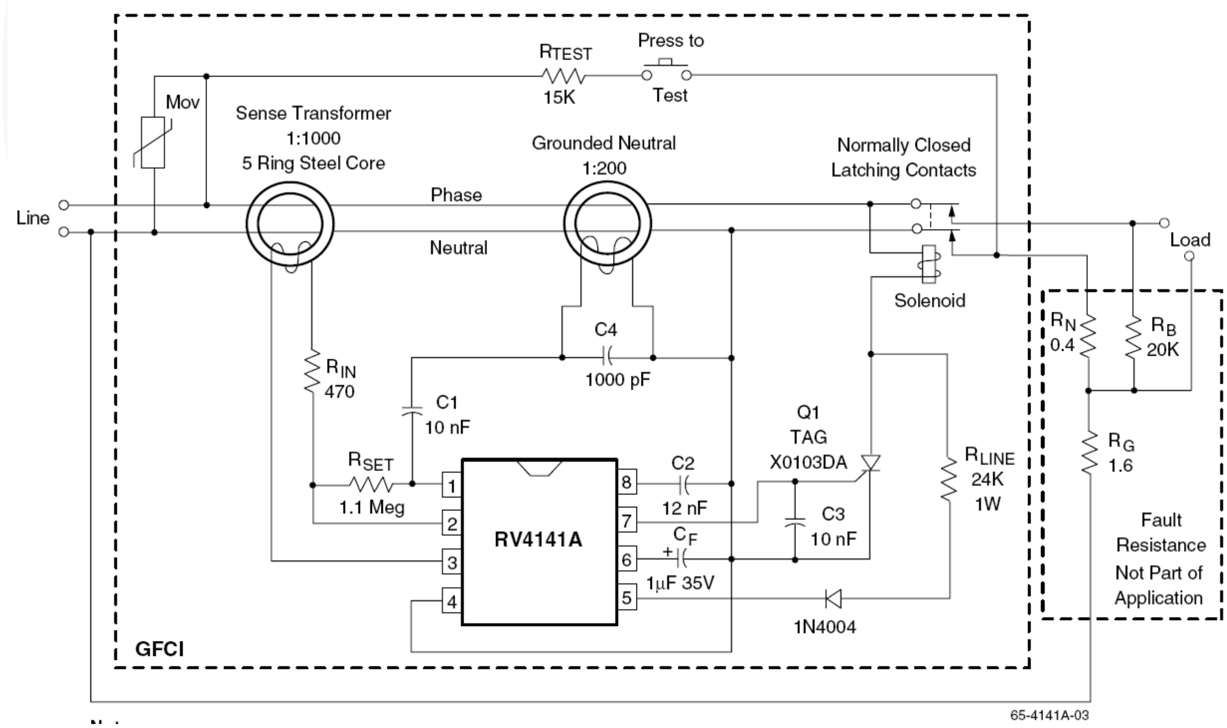
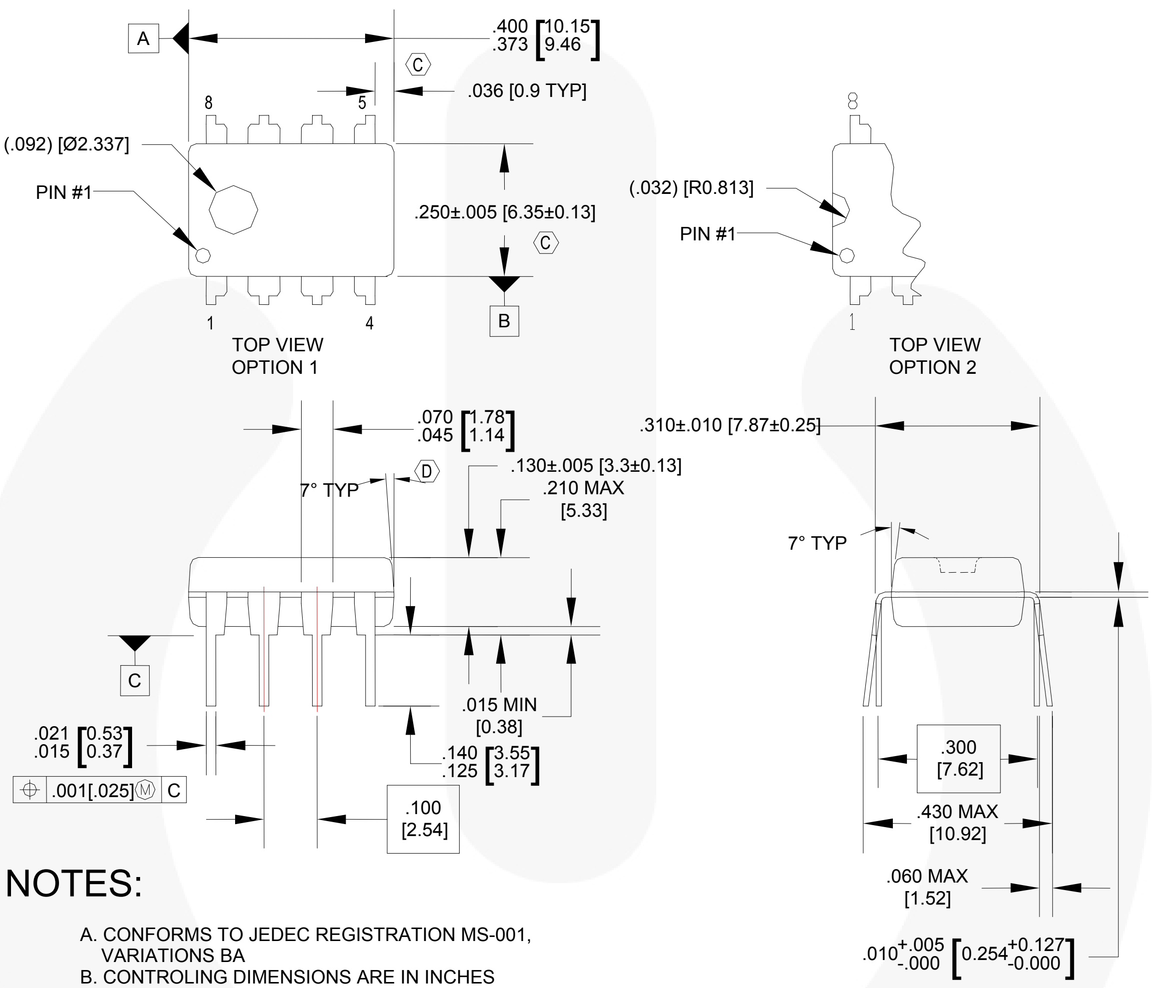


图 3. GFI 应用电路

物理尺寸



NOTES:

A. CONFORMS TO JEDEC REGISTRATION MS-001, VARIATIONS BA
B. CONTROLING DIMENSIONS ARE IN INCHES REFERENCE DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
C. DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH OR PROTRUSIONS. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS SHALL NOT EXCEED .010 INCHES OR 0.25MM.
D. DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSIONS. DAMBAR PROTRUSIONS SHALL NOT EXCEED .010 INCHES OR 0.25MM.
E. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ASME Y14.5M-1994.

N08EREVG

图 4. 8 引线，塑料双列直插封装 (DIP)

封装图纸是作为一项服务而提供给考虑选用飞兆半导体产品的客户。具体参数可能会有变化，且不会做出相应通知。请注意图纸上的版本和/或日期，并联系飞兆半导体代表核实或获得最新版本。封装规格并不超出飞兆公司全球范围内的条款与条件，尤其指保修，保修涵盖飞兆半导体的全部产品。

随时访问飞兆半导体在线封装网页，可以获得最新的封装图：
http://www.fairchildsemi.com/packaging/。

物理尺寸

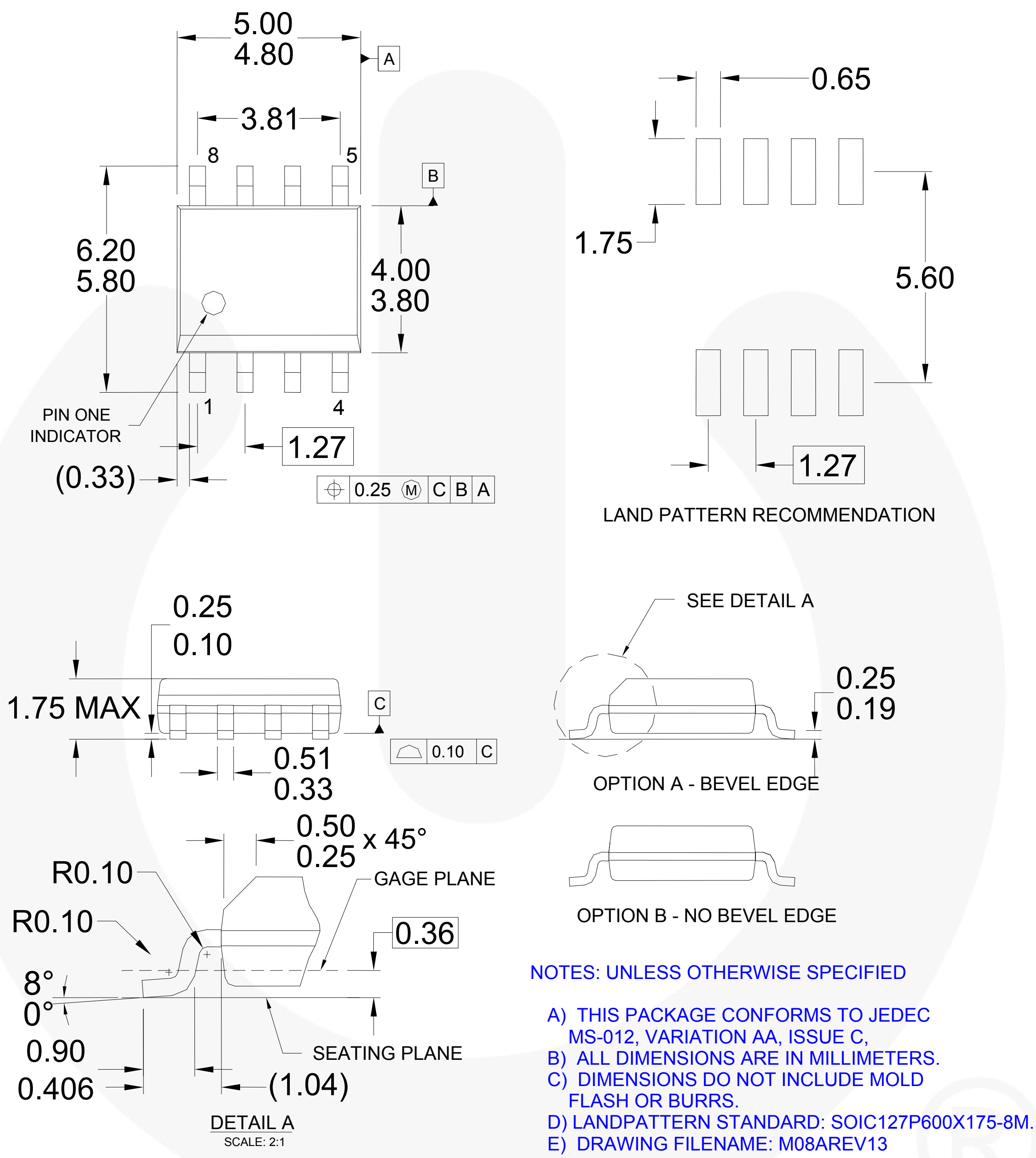


图 5. 8 引线，塑料小外形集成电路 (SOIC)

封装图纸是作为一项服务而提供给考虑选用飞兆半导体产品的客户。具体参数可能会有变化，且不会做出相应通知。请注意图纸上的版本和/或日期，并联系飞兆半导体代表核实或获得最新版本。封装规格并不超出飞兆公司全球范围内的条款与条件，尤其指保修，保修涵盖飞兆半导体的全部产品。

随时访问飞兆半导体在线封装网页，可以获得最新的封装图：
http://www.fairchildsemi.com/packaging/。

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR

TRADEMARKS

The following includes registered and unregistered trademarks and service marks, owned by Fairchild Semiconductor and/or its global subsidiaries, and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

2Cool™
AccuPower™
Auto-SPM™
AX-CAP™*
BitSiC™
Build it Now™
CorePLUS™
CorePOWER™
CROSSVOLT™
CTL™
Current Transfer Logic™
DEUXPEED®
Dual Cool™
EcoSPARK®
EfficientMax™
ESBC™
®
Fairchild®
Fairchild Semiconductor®
FACT Quiet Series™
FACT®
FAST®
FastvCore™
FETBench™
FlashWriter®*

FPS™
F-PFS™
FRFET®
Global Power Resource℠
GreenBridge™
Green FPS™
Green FPS™ e-Series™
G*max*™
GTO™
IntelliMAX™
ISOPLANAR™
Making Small Speakers Sound Louder and Better™
MegaBuck™
MICROCOUPLER™
MicroFET™
MicroPak™
MicroPak2™
MillerDrive™
MotionMax™
Motion-SPM™
mWSaver™
OptoHiT™
OPTOLOGIC®
OPTOPLANAR®

®
PowerTrench®
PowerXS™
Programmable Active Droop™
QFET®
QS™
Quiet Series™
RapidConfigure™
™
Saving our world, 1mW/W/kW at a time™
SignalWise™
SmartMax™
SMART START™
Solutions for Your Success™
SPM®
STEALTH™
SuperFET®
SuperSOT™-3
SuperSOT™-6
SuperSOT™-8
SupreMOS®
SyncFET™
Sync-Lock™
SYSTEM GENERAL®*

The Power Franchise®
the power franchise
TinyBoost™
TinyBuck™
TinyCalc™
TinyLogic®
TINYOPTO™
TinyPower™
TinyPWM™
TinyWire™
TranSiC™
TriFault Detect™
TRUECURRENT®*
μSerDes™
μSerDes™
UHC®
Ultra FRFET™
UniFET™
VCX™
VisualMax™
VoltagePlus™
XS™

* Trademarks of System General Corporation, used under license by Fairchild Semiconductor.

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION, OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS. THESE SPECIFICATIONS DO NOT EXPAND THE TERMS OF FAIRCHILD'S WORLDWIDE TERMS AND CONDITIONS, SPECIFICALLY THE WARRANTY THEREIN, WHICH COVERS THESE PRODUCTS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury of the user.
2. A critical component in any component of a life support, device, or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

ANTI-COUNTERFEITING POLICY

Fairchild Semiconductor Corporation's Anti-Counterfeiting Policy. Fairchild's Anti-Counterfeiting Policy is also stated on our external website, www.fairchildsemi.com, under Sales Support.

Counterfeiting of semiconductor parts is a growing problem in the industry. All manufacturers of semiconductor products are experiencing counterfeiting of their parts. Customers who inadvertently purchase counterfeit parts experience many problems such as loss of brand reputation, substandard performance, failed applications, and increased cost of production and manufacturing delays. Fairchild is taking strong measures to protect ourselves and our customers from the proliferation of counterfeit parts. Fairchild strongly encourages customers to purchase Fairchild parts either directly from Fairchild or from Authorized Fairchild Distributors who are listed by country on our web page cited above. Products customers buy either from Fairchild directly or from Authorized Fairchild Distributors are genuine parts, have full traceability, meet Fairchild's quality standards for handling and storage and provide access to Fairchild's full range of up-to-date technical and product information. Fairchild and our Authorized Distributors will stand behind all warranties and will appropriately address any warranty issues that may arise. Fairchild will not provide any warranty coverage or other assistance for parts bought from Unauthorized Sources. Fairchild is committed to combat this global problem and encourage our customers to do their part in stopping this practice by buying direct or from authorized distributors.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative / In Design	Datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	Datasheet contains preliminary data; supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice to improve design.
No Identification Needed	Full Production	Datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice to improve the design.
Obsolete	Not In Production	Datasheet contains specifications on a product that is discontinued by Fairchild Semiconductor. The datasheet is for reference information only.

Rev. I60

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

LITERATURE FULFILLMENT:
Literature Distribution Center for ON Semiconductor
19521 E. 32nd Pkwy, Aurora, Colorado 80011 USA
Phone: 303−675−2175 or 800−344−3860 Toll Free USA/Canada
Fax: 303−675−2176 or 800−344−3867 Toll Free USA/Canada
Email: orderlit@onsemi.com

N. American Technical Support: 800−282−9855 Toll Free USA/Canada
Europe, Middle East and Africa Technical Support:
Phone: 421 33 790 2910
Japan Customer Focus Center
Phone: 81−3−5817−1050

ON Semiconductor Website: **www.onsemi.com**

Order Literature: http://www.onsemi.com/orderlit

For additional information, please contact your local Sales Representative