



# AN-9070 µMini-DIP SPM<sup>®</sup>封装的智能功率Motion-SPM™产品

目录	
目录	1
引言	2
设计理念	2
μMini-DIP SPM封装技术	2
功率器件	2
IGBT	2
FRD	5
门极驱动IC(HVIC, LVIC)	6
HVIC	6
	6
打发	6
外形与官脚况明	7
外形图/轮廓图	
输入与输出管脚的说明	
内部电路	
り	
大键奓级បけ指用	
起路电流保护(SCP)	
分流电阻的选型 => 检流电阻的选型	
内部延时的时间吊翼	
牧大町 地座检山中坡	I /
( 以 厚 制 出 电 路 	
信亏揤八电衉(V <sub>IN(H)</sub> , V <sub>IN(L)</sub> )	
日半电路的攻讦	
日半电始的工作尿理 白光中家的知 <u>地</u> 太中	
日半电谷的彻如兀电	
日半电谷的远望	
日半电谷的日昇氾冽	
Ŋ且日半→似目	
NIC 深敏电阻电焰(	
兴至应用电路小例	
屮帅线跗恹(r∪D)仰归用用	
均农风俗 相关资料	
们不贝什	
ev. 2.0.0 • 3/15/11	www.iaiicniidsemi.com

### 引言

本应用说明书仅支持采用μMini-DIP SPM<sup>®</sup> 封装的 Motion-SPM<sup>TM</sup>产品,它应该与 Motion-SPM产品的数据 表,飞兆SPM参考设计(*RD-344, RD-345*)以及相关的 应用说明书(*AN-9071: 热性能信息, AN-9072: 安装指南*)一道使用。

### 设计理念

采用μMini-DIP封装的 Motion-SPM产品的关键设计目标 就是创造可靠性改进的、封装最小和功耗最低的模块。 它的实现采用了新型三位一体的HVIC(门极驱动高压 集成电路)、先进硅技术的新型IGBT以及改进陶瓷衬 底基部压铸模封装技术。与现有Mini-DIP SPM封装相 比,这种新型μMini DIP SPM封装使得模块体积减少 40%,并大大提升了可靠性。

第二个重要的设计优势在于其产品系列专注于具体的应用领域。μMini-DIP SPM封装的Motion-SPM产品的目标应用场合为由逆变器供电的家用电器-电动机传动系统,包括空调、洗衣机、电冰箱和风机。

FNA4XX60X Motion-SPM专注于低开关频率(低于5kHz) 的应用场合,例如电冰箱和空调,得益于采用低V<sub>CE(SAT)</sub>的IGBT。

FNB4XX60X Motion-SPM专注于高开关频率(高于5kHz) 的应用场合,例如洗衣机、洗碗机和风机传动系统,得 益于采用低开关损耗(E<sub>sW(ON)</sub>,E<sub>sW(OFF)</sub>)的 IGBT/FRD。客户可以挑选最能满足设计规格的模块产 品。

第三个设计优势在于集成有NTC热敏电阻,可以测量处于相同衬底上的功率芯片温度,例如IGBT和FRD。由于温度对质量、可靠性、寿命提升都有影响,大多数客户都想掌握功率芯片的精确温度。鉴于模块内部的集成功率芯片(如IGBT、FRD)工作在高压条件下,因此这种愿望受到一定限制。外部NTC热敏电阻可以用来检测模块温度和散热器温度,无需直接检测功率芯片温度。虽然这种方法不能精确地反应功率元件的温度,但也是一种简单、低成本的解决方案。鉴于µMini-DIP SPM封装的NTC热敏电阻与功率芯片一同集成在陶瓷衬底上,因此可以更加精确地测量功率芯片的温度。

详细特征与集成功能包括:

- 超小封装尺寸(WxD: 39mmx23mm),用于三相逆变 桥模块
- 先进硅技术IGBT与 FRD,具有低功耗和高强度
- 内置NTC热敏电阻,用于检测功率芯片温度
- 内置自举二极管和独立VS管脚,便捷PCB(印刷线 路板)布局
- 600V/5A 至20A额定值,统一封装(机械布局相同)
- 先进陶瓷衬底压注模封装,带来高可靠性
- 三相IGBT逆变桥,包括门极驱动与保护的控制IC
  - 高端: 针对控制电压的UVLO(欠压闭锁)保 护,没有故障输出信号(V<sub>FO</sub>)
  - 低端: UVLO(欠压闭锁)保护与通过外部检 流电阻的SCP(短路电流保护),具有故障输 出信号(V<sub>FO</sub>)
- 保护功能执行中的软关断功能
- 内置HVIC,可以采用单地电源和无需光耦接口
- 驱动IC (HVIC/LVIC)具有最小待机电流,满足能量 规范
- 高有效输入信号逻辑,彻底解决了V<sub>CC</sub>(控制电源电压)与信号输入之间的开机与关机顺序限制,能够提供故障-安全运行,适应Motion-SPM产品与3.3VMCU或DSP之间直接连接,无需附加额外顺序逻辑
- 鉴于最小封装尺寸,隔离电压额定值为2000V<sub>rms</sub>, 持续一分钟

#### µMini-DIP SPM封装技术

#### 功率器件

μMini-DIP SPM封装性能的改善主要是源于在三相逆变器电路中功率器件(即 IGBT 和FRD)技术改进的成果。 设计目标在于降低功率损耗并提高功率器件的电流密度。

#### IGBT

μMini-DIP SPM封装凝聚了飞兆半导体的最新技术。凭 借先进NPT (非穿通型)技术的IGBT,该封装拥有合适的 SOA (安全工作区),适用于每一种电动机控制应用, 同时显著地降低了通态导通损耗或开通/关断损耗。

对于FNA4XX60X系列,因为在V<sub>CE(SAT)</sub>(集电极一发射极电压)与E<sub>SW(OFF)</sub>之间做出了折衷处理,牺牲了关断损

耗(Esw(OFF), IGBT 关断损耗),获得了较低的 V<sub>CE(SAT)</sub>°

对于FNB4XX60X系列,通过最大化增加现有NPT IGBT 的开关速度,降低了开通/关断损耗(Esw(ON), Esw(OFF))。

表1与图1显示出,与先前PT(穿通型)IGBT和NPT(非 穿通型) IGBT相比, FNA4XX60X系列的先进NPT IGBT 的芯片尺寸几乎降低30%,同时具有相同的DC性能。 这种改进的硅技术允许芯片尺寸大为缩减,同时性能保 持不变。与NPT IGBT相比,这种先进NPT IGBT的开关 损耗(尤其指关断损耗)增加60%。因此FNA4XX60X(应 用先进NPT IGBT) 主要应用在低开关频率的场合,例 如空调和电冰箱。

#### 集电极-发射极饱和电压与IGBT开通/关断损耗 表 1.

IGBT	发出日 <del>步</del> [out	V <sub>CE(SAT)</sub> [V] at I <sub>c</sub>	=10A, V <sub>cc</sub> =15V	E <sub>SW(OFF)</sub> [μJ], I <sub>C</sub> =10A, V <sub>CC</sub> =15V		
	心子 / J [hu]	T <sub>J</sub> =25°C	T <sub>J</sub> =125°C	T」=25°C	T <sub>J</sub> =125°C	
PT IGBT 10A	1.3	1.90	2.00	520	760	
NPT IGBT 10A	1.3	1.60	1.85	240	330	
Advanced NPT IGBT 10A	1.0	1.60	1.75	360	580	



#### Figure 1. 各种IGBT的典型VCE(SAT) (集电极-发射极电压) 比较



Figure 2. 各种IGBT的典型关断损耗比较(T」=25°C, 125°C)



Figure 3. 先进NPT IGBT与现有IGBT的关断波形



Figure 4. IGBT开关测试电路图 (开关条件: V<sub>DC</sub>=300V, V<sub>CC</sub>=15V, C<sub>VBS</sub>=6.8µF, C<sub>VCC</sub>=220µF, 总杂散电感 L<200nH)



Figure 5. TJ=125°C 时FNA41060的典型开通、关断波形

#### APPLICATION NOTE

#### FRD

FRD应用一种先进STEALTH™二极管,具有较低的正向导通压降和较高的击穿电压以及软恢复特性。

这种先进STEALTH™二极管经过优化设计,在高频硬 开关条件下的损耗较低。 在典型的工作条件下,先进STEALTH™二极管具有较低的反向恢复电流(I<sub>RM(REC)</sub>)和超常软恢复能力。

与采用现有Mini-DIP SPM封装的现有超快二极管相比, 表2给出了µMini-DIP SPM封装中先进STEALTH™二极 管的性能优势。





#### 表 2. 超快二极管与先进STEALTH™二极管之间的特性比较

© 2009 Fairchild Semiconductor Corporation Rev. 2.0.0 • 3/15/11

### 门极驱动IC(HVIC, LVIC)

HVIC(门极驱动高压集成电路)与LVIC(门极驱动低压 集成电路)的设计,仅仅拥有小功率逆变器驱动所要求 的最小功能需求。

#### HVIC

这种µMini-DIP SPM 封装中三位一体的HVIC包括三个 HVIC功能,优化了封装设计。HVIC具有内置的高压电 平转移功能,允许以地电平参考的PWM信号直接发送 到Motion-SPM产品的高端IGBT门极电路,允许无光耦 接口,并简化了系统设计。HVIC 具有内置的针对VBS 的UVLO (欠压闭锁)保护。由于自举电荷泵电路在 Motion-SPM产品外部互联到低端Vcc 偏压,所以通过一 个以控制地为参考的15V控制电源,可以获得高端门极 驱动电源。而无需采用三个隔离的电压源驱动高端 IGBT门极,但是这种情况会出现在采用传统功率模块 的逆变器系统中。HVIC技术的最新进展表现在芯片尺 寸大为缩减和引进了晶圆精细加工技术。HVIC的逻辑 输入兼容标准的3.3/5.0V CMOS/LSTTL输出。在dv/dt较 高的环境中,HVIC的高压工艺以及共模噪声抑制技术 为高端驱动器提供了稳定的工作能力。所有的HVIC均 具有失效预防功能,例如dv/dt过高引起的闭锁/闩锁问 题。

#### LVIC

这种新型μMini-DIP SPM 封装中的LVIC具有较低的待 机电流和LVIC的逻辑输入,兼容标准的3.3/5.0V CMOS/LSTTL输出。该LVIC具有内置针对V<sub>cc</sub>的UVLO (欠压闭锁)和SCP(短路电流保护),还拥有针对内部 功率器件的OCP(过流保护)。

#### 封装

由于散热是限制功率模块的电流能力的一个重要因素, 因此在确定μMini-DIP SPM封装性能方面,散热特性是 至关重要的。需要在散热特性、封装尺寸以及绝缘特性 之间进行权衡。良好封装技术的关键在于优化封装尺寸 方面取得的成就,同时拥有杰出的散热特性,但是没有 消弱绝缘等级。

在μMini-DIP SPM 封装中,新技术得到了开发,具有良好散热特性的裸陶瓷直接附接在引线框架上。该技术已经在Mini-DIP SPM中得到了应用,但是通过采用新型粘附方法,该技术得到了改进。这使得改进可靠性和散热能力成为可能,同时保持有低成本和高效益。

图10给出了µMini-DIP SPM封装的外观和剖面。



Figure 10. µMini-DIP SPM封装的垂直结构

### 外形与管脚说明

### 外形图/轮廓图



Figure 11.SPM26-AAA,短引线与标准成型选项

27.08±0.30





9



#### AN-9070

### 输入与输出管脚的说明

表3中定义了µMini-DIP SPM 封装的Motion-SPM产品的 输入与输出管脚。



Figure 15. 管脚排列/配置

#### 表 3. 管脚说明

管脚号 #	名称	管脚说明
1	$V_{\text{TH}}$	热敏电阻偏压
2	$R_{TH}$	热敏电阻用的串联电阻(温度检测)
3	Р	直流环节输入正极
4	U	U相输出
5	V	V相输出
6	W	₩相输出
7	N <sub>U</sub>	U相的直流环节负极
8	$N_{V}$	V相的直流环节负极
9	Nw	W相的直流环节负极
10	$C_{\text{SC}}$	短路电流检测用的电容(低通滤波器)
11	$V_{FO}$	故障输出
12	IN(WL)	低端W相的信号输入
13	IN(VL)	低端V相的信号输入
14	IN(UL)	低端U相的信号输入
15	COM	公共电源地
16	V <sub>CC(L)</sub>	IC与IGBT驱动用的低端公共偏压
17	V <sub>CC(H)</sub>	IC与IGBT驱动用的高端公共偏压
18	IN(WH)	高端W相的信号输入
19	IN(VH)	高端V相的信号输入
20	IN(UH)	高端U相的信号输入
21	V <sub>S(W)</sub>	W相IGBT驱动用的高端偏压地
22	$V_{B(W)}$	W相IGBT驱动用的高端偏压

:	管脚号 #	名称	管脚说明
	23	$V_{S(V)}$	V相IGBT驱动用的高端偏压地
	24	$V_{B(V)}$	V相IGBT驱动用的高端偏压
	25	$V_{S(U)}$	U相IGBT驱动用的高端偏压地
	26	$V_{B(U)}$	U相IGBT驱动用的高端偏压

# 驱动IGBT的高端偏压管脚 / 驱动IGBT的高端偏压地管脚

- ► 管脚: V<sub>B(U)</sub>-V<sub>S(U)</sub>, V<sub>B(V)</sub>-V<sub>S(V)</sub>, V<sub>B(W)</sub>-V<sub>S(W)</sub>
  - 属于驱动电源管脚,为高端IGBT提供门极驱动电源。
  - 自举电路方案的优点在于驱动高端IGBT无需额外外 部电源。
  - 相应的低端IGBT导通时, V<sub>CC</sub> 电源为每只自举电容 充电。
  - 为了防止电源电压的噪声和纹波引起的功能失常, 高品质(低ESR,低ESL)滤波电容应该就近安装 在这些管脚处。

#### 低端偏压管脚 /高端偏压管脚

- ► 管脚: V<sub>CC(L)</sub>, V<sub>CC(H)</sub>
  - 属于内置控制IC的控制电源管脚。
  - 这两个管脚应该在外部接线。
  - 为了防止电源电压的噪声和纹波引起的故障,高品质(低ESR,低ESL)滤波电容应该就近安装在这些管脚处。

#### 低端公共电源地管脚

- ► 管脚: COM
  - Motion-SPM产品公共管脚需要连接到内部IC的控制 地。
  - 重要提示!为了避免噪声影响,不允许主功率电路
     电流侵扰该管脚。

#### 信号输入管脚

- ► 管脚: IN<sub>(UL)</sub>, IN<sub>(VL)</sub>, IN<sub>(WL)</sub>, IN<sub>(UH)</sub>, IN<sub>(VH)</sub>, IN<sub>(WH)</sub>
  - 这些管脚负责控制内置IGBT的工作
  - 这些管脚由电压型输入信号激励。这些端子在内部 连接到一个兼容5V电平的CMOS施密特触发器电 路。
  - 这些管脚的信号逻辑为高有效(HIGH)。当一个 足够的逻辑电压施加到这些管脚时,相应IGBT将会 开通。
  - 每路输入的布线应该尽可能短,以便保护Motion-SPM产品免于噪声影响。
  - 为了防止信号振荡,推荐采用如图32所示的RC耦合。

#### 短路电流检测管脚

- ► 管脚: C<sub>SC</sub>
  - 检测短路电流时,检流电阻应该连接在管脚C<sub>SC</sub>与低端地COM之间(参考图20)。
  - 检流电阻的选型应该满足特定应用的检测取值。RC 滤波器应连接至Csc管脚以消除噪声。
  - 检流电阻与C<sub>SC</sub> 管脚之间接线长度应该最短。

#### 故障输出管脚

- ► 管脚: V<sub>FO</sub>
  - 故障输出报警管脚。当SPM中出现故障状态条件 时,在该管脚呈现有效低LOW输出。
  - 报警条件指SCP(短路电流保护)或低端偏置 UVLO(欠压闭锁)动作。
  - V<sub>FO</sub>输出属于开漏配置。应该采用大约4.7kΩ电阻将
     V<sub>FO</sub>信号线路上拉至5V逻辑电源。

#### 热敏电阻偏压

- ► 管脚: V<sub>TH</sub>
  - 该管脚为内部热敏电阻的偏压管脚。该管脚应该连接到5V逻辑电源。

#### 热敏电阻用的串联(温度检测)

- ► 管脚: R<sub>TH</sub>
  - 用于壳温(T<sub>C</sub>)检测,该管脚应该连接到一个外部串 联电阻。
  - 外部串联电阻的选型应该与特定应用指标相匹配 (关于细节,参考图42)。

#### 直流环节正极管脚

- ► 管脚: P
  - •属于逆变器的直流正极电源管脚。
  - 这些管脚内部连接到高端IGBT的集电极。
  - 为了抑制由直流环节布线或PCB布线电感引起的浪 涌电压,靠近该管脚连接一个平滑滤波电容(典型 地,采用金属膜电容).

#### 直流环节负极管脚

- ► 管脚: N<sub>U</sub>, N<sub>V</sub>, N<sub>W</sub>
  - •属于逆变器的直流环节电源管脚(电源地)。
  - •这些管脚需要连接到每相输出的低端IGBT发射极。

#### 逆变器功率输出管脚

- ►管脚: U, V, W
  - 连接逆变器负载(例如电动机)的逆变器输出管脚。

## 内部电路

图16给出了μMini-DIP SPM封装Motion-SPM方框图。说明: Motion-SPM内置有三相IGBT逆变器电路的功率模块、用于控制功能的两个驱动IC、用于温度检测的一个NTC热敏电阻以及三个自举二极管。



Figure 16. 内部框图





Figure 17.顶部标志信息

表 4. 封装选项

后缀	衬底/基底	NTC 热敏电阻	产品 选项
A	陶瓷	是	常规
В	陶瓷	是	快速
D	陶瓷	否	常规
E	陶瓷	否	快速

### 关键参数设计指南

#### 短路电流保护(SCP)

μMini-DIP SPM封装采用一个外部分流电阻,进行短路 电流保护,如图18所示。LVIC具有内置短路电流保护 功能,可以检测至C<sub>SC</sub>管脚的电压。如果该电压超过模 块数据表中指定的V<sub>SC(REF)</sub>(短路电流的阈值电压动作值) (V<sub>SC(REF),Typ.</sub>为0.5V),则声明一个故障信号,所有低端 IGBT关断。典型地,最大短路电流幅值与门极电压有 关。较高的门极电压(V<sub>CC</sub> & V<sub>BS</sub>)将导致较高的短路电 流。为了此消除潜在问题,最大短路电流动作取值通常 设置低于1.7倍的集电极标称额定电流。LVIC短路电流 保护时序如图19所示。



Figure 18.短路电流保护的工作原理



C5.故障输出定时运行启动: 故障输出宽度(t<sub>FOD</sub>)=最短30μs C6.输入"L": IGBT 断态

C7. 输入"H": IGBT 通态。但是在故障输出有效期内, IGBT保持不开通

C8. IGBT 断态

© 2009 Fairchild Semiconductor Corporation Rev. 2.0.0 • 3/15/11

#### AN-9070

### 检流电阻的选型

图20给出了一 SC保护电路示例,检测N侧直流环节的线路电流,保护信号通过RC输出。如果电流超过SC参考取值,所有N侧三相IGBT的门极被封锁进入断态,Fo故障信号被传输至MCU。由于SC保护为非重复性的,当Fo故障信号发出时,IGBT应该立即停止工作。



#### Figure 20.采用单检流电阻的短路电流保护电路示例

检流电阻的阻值计算公式如下:

最大SC电流动作取值:

I<sub>SC(max)</sub>=1.5 x I<sub>C</sub>(额定电流) (1)

SC动作参考电压:

V<sub>SC</sub>=最小值 0.45V, 典型值 0.5V, 最大值0.55V

检流电阻阻值为:

I<sub>SC(max</sub>)=V<sub>SC(max</sub>/R<sub>SHUNT(min</sub>)→R<sub>SHUNT(min</sub>)=V<sub>SC(max</sub>/I<sub>SC(max</sub>) (3) 如果检流电阻的偏差被限制低于±5%,则:

R<sub>SHUNT(typ)</sub> = R<sub>SHUNT(min)</sub>/0.95, R<sub>SHUNT(max)</sub> = R<sub>SHUNT(typ)</sub> X 1.05(4) 实际SC动作电流取值成为:

I<sub>SC(typ)</sub>=V<sub>SC(typ)</sub> / R<sub>SHUNT(typ)</sub>, I<sub>SC(min)</sub> = V<sub>SC(min)</sub> / R<sub>SHUNT(max)</sub> (5) 检流电阻的额定功率按照如下计算公式:

P<sub>SHUNT</sub> = (I<sup>2</sup><sub>RMS</sub> X R<sub>SHUNT</sub> X 裕度) / 降额比率

- 逆变器的最大负载电流
- T<sub>C</sub>=25°C时检流电阻典型值(R<sub>SHUNT</sub>)
- T<sub>SHUNT</sub>=100°C时检流电阻的降额比率
- 源自/根据分流电阻的数据表
- 安全裕度(由客户选择)

检流电阻的阻值计算范例:

FNA41560, 检流电阻偏差: ±5%。

条件	Min.	Тур.	Max.	Unit
T <sub>J</sub> =25°C, V <sub>CC</sub> =15V 时的 规格	0.45	0.50	0.55	V

#### 表 6. 短路电流范围的测试(R<sub>SHUNT</sub>=24.4mΩ (min.)<sup>(1)</sup>, 25.7mΩ (typ.), 27.0mΩ (max.))

SCP取值(V<sub>SC(ref)</sub>)的规格

	条件	Min. <sup>(2)</sup>	Тур. <sup>(3)</sup>	<b>Max.<sup>(</sup>错</b> 误!未找到引用 源。)	Unit
T <sub>J</sub> =2	25°C时测试SC 取值	16.66	19.43	22.50	А

说明**:** 

(2)

(6)

表 5.

- 1.  $R_{SHUNT(min)}$ :  $V_{SC(max)}/I_{SC(max)} = 0.55 / 22.5 = 24.4m\Omega$ .
- 2.  $I_{SC(min)}$ :  $V_{SC(min)}/R_{SHUNT(max)} = 0.45 / (0.0244/0.95x1.05) = 16.66A.$
- 3. I<sub>SC(typ</sub>): V<sub>SC(typ</sub>/R<sub>SHUNT(typ)</sub> = 0.50 / (0.0244/0.95) = 19.43A.
- 4. 最大SC动作取值: 1.5 x IC = 1.5 x 15 = 22.5A.

#### 检流电阻的额定功率计算范例为:

- 逆变器最大负载电流(I<sub>rms</sub>): 5Arms
- T<sub>C</sub>=25°C 时检流电阻值 (R<sub>SHUNT</sub>): 24.8mΩ
- T<sub>SHUNT</sub>=100°C时检流电阻的降额比率:70%
   (参考图21)
- 安全裕度: 20%

P<sub>SHUNT</sub> : (I<sup>2</sup><sub>rms</sub> X R<sub>SHUNT</sub> X 裕度)/降额比率 = (5<sup>2</sup> X 0.0248 X 1.2)/0.7 = 1.1W

(7)

这样检流电阻适当的额定功率应大于2.0W。



Figure 21.检流电阻降额曲线范例(源自 RARA ELEC.)

#### 内部延时的时间常数

RC滤波器(参考图20中的 R<sub>F</sub>C<sub>SC</sub>)的使用非常必要,可以 防止与噪声相关的SCP(短路电流保护)电路机能失常。 RC的时间常数取决于实际应用中的噪声持续时间和 Motion-SPM产品的SCWT (短路电流耐受时间)。

如果外部检流电阻电压的跌落超过SCP取值,则信号通 过RC滤波器,施加到C<sub>SC</sub>管脚。RC滤波器延时时间(T1) 即为C<sub>SC</sub>管脚电压上升到参考SCP取值所需要的时间。表 7给出了SCP取值的技术指标。LVIC具有一个内部滤波 时间(抑制噪声的逻辑滤波时间:T2)。因此在设计 V<sub>CSC</sub>的RC滤波器时,需要考虑到该时间。

#### 表 7. SCP取值(V<sub>SC(ref)</sub>)的规格

条件	Min.	Тур.	Max.	Unit
T <sub>J</sub> =25°C, V <sub>CC</sub> =15V	0.45	0.50	0.55	V

V<sub>IN</sub>:输入信号的电压 V<sub>CSC</sub>: C<sub>SC</sub> 管脚的电压 L<sub>OUT</sub>: 低端IGBT的V<sub>GE</sub> I<sub>SC</sub>:短路电流 V<sub>FO</sub>: V<sub>FO</sub> 管脚电压



#### Figure 22.时序图

#### 说明:

T1: V<sub>CSC</sub> RC滤波器的滤波时间

- T2: Csc的滤波时间. 如果Vcsc 宽度小于T2, SCP不动作.
- T3: Csc 触发至门极电压下降之间的延时
- T4: Csc 触发至短路电流之间的延时
- T5: Csc 触发至故障信号之间的延时

### 表 8. 短路条件的时间表: V<sub>CSC</sub> to L<sub>OUT</sub>, I<sub>SC</sub>, V<sub>FO</sub>

DUT	Typ. at T <sub>J</sub> =25°C	Typ. at Tյ=150°C	Max. at T <sub>J</sub> =25°C
	T2 = 0.40µs	T2 = 0.30µs	
FNA40860	T3 = 0.65µs	T3 = 0.60µs	
	T4 = 0.80µs	T4 = 0.75µs	考応倆左±20%,14=1.0μS
	T5 = 1.20µs	T5 = 1.75µs	

#### 说明:

- 5. 在所有的工作条件下,为了确保安全的短路保护,C<sub>SC</sub>应该在短路出现后1.0μs之内得到触发,(SCWT < 2.0μs,条件: V<sub>DC</sub>=400V,V<sub>CC</sub>=16.5V,T<sub>J</sub>=150<sup>o</sup>C,根据 FNA40860数据表).
- 6. 建议短路至C<sub>sc</sub> 触发之间的延时时间应该最短。

APPLICATION NOTE

图23与图24给出了SCP(短路电流保护)功能的工作波 形。一般情况下,T(Tau,C<sub>SC</sub>的RC滤波器的时间常 数)并不十分精确,这是因为I<sub>SC</sub>(短路电流)具有快速的 di/dt。因此,在确定C<sub>SC</sub>的RC滤波器时间常数时,需要 考虑到这种情况。一般情况下,T(C<sub>SC</sub>的RC滤波器时 间常数)在OCP(过流保护)中比较精确。



Figure 23.SCP的波形 (短路电流保护) 功能 (RC 滤波器的时 间常数: 2μs (R<sub>Sc</sub>=62[Ω], C<sub>Sc</sub>=33[nF]),



#### Figure 24.SCP的波形 (短路电流保护) 功能 (RC 滤波器的时 间常数: 2μs (R<sub>sc</sub>=62[Ω], C<sub>sc</sub>=33[nF]), R<sub>sHUNT</sub>=40[mΩ]

这样,自检测到SCP动作电流至IGBT门极关断的 T<sub>TOTAL</sub>(总时间)为:

T<sub>TOTAL</sub>=RC 滤波器延时时间(T1) + 自 C<sub>SC</sub> 触发 至 I<sub>SC</sub> 的延时 (T4) (8)

这样,总延时时间 (T<sub>TOTAL</sub>)应该小于SCSOA曲线的 SCWT:

$$SCWT > T_{TOTAL} (T1 + T4)$$
(9)

式中, SCWT 为短路耐受时间.

建议RC滤波器的时间常数应该设置在1.0~2.0μs范围之 内,使得在绝大数工作条件下均可以防止破坏发生。 APPLICATION NOTE

### 软关断

LVIC具有软关断功能,可以保护低端IGBT,免受短路 硬关断引起的V<sub>PN</sub>(电源电压)过压。"短路硬关断"是指 在短路条件下,在SCP(短路电流保护)功能运行之前, 短路信号直接关断IGBT。在这种情况下,V<sub>PN</sub>(电源电 压)迅速地提升了I<sub>SC</sub>(短路电流)的di/dt。V<sub>PN</sub>的这种快速 上升,产生过压,引起IGBT损坏。通过慢速释放V<sub>GE</sub> (IGBT的门极-发射极之间的电压)电荷,软关断功能可 以防止IGBT快速关断。

LVIC的方框图以及软关断功能的动作顺序如图25和图26所示。存在两种内部保护功能:UVLO和SCP。在正常条件下IGBT关断时,依据关断门极信号(V<sub>IN\_L</sub>),通过门极驱动器模块(门极驱动器模块的预驱动器开通输出缓冲,图26中的路径①),LVIC立即关断IGBT。然而,当IGBT在保护功能下关断时,通过保护电路的输出(禁止输出缓冲,高阻态),在保护功能信号作用下IGBT门极驱动器被禁用。保护电路的输出接通软关断功能。这样,借助软关断电路,V<sub>GE</sub>进行慢速放电.(图26中的路径②)。







#### Figure 26.软关断的工作顺序

图27给出了令人满意的正常关断的开关执行过程, V<sub>PN</sub>=450V, T<sub>J</sub>=25, 150℃, P、N管脚之间的浪涌电压上 限低于500V。

© 2009 Fairchild Semiconductor Corporation Rev. 2.0.0 • 3/15/11

硬关断与软关断之间的差别如图28所示。IGBT的硬关断引发很高的过冲(高达100V)。这样,直流电容电源电压不应超过400V,才能保护Motion-SPM产品。持续时间大约小于2µs的硬关断会在短路故障条件下发生。对于常规的短路故障,保护电路生效,IGBT实行软关断,防止过压生成。这种情况下,会出现40~70V的过冲电压。

图27和图28为安全工作区测试的实验结果。但是,强烈 建议Motion-SPM产品不工作在这些条件下。 APPLICATION NOTE



Figure 27. V<sub>PN</sub>=450V、T<sub>J</sub>=25, 150°C 时FNA40860正常电流 关断波形



Figure 28. V<sub>PN</sub>=400V、T<sub>J</sub>=150°C 时FNA40860的短路电流 关断波形

APPLICATION NOTE

#### 绝对最大额定值的详细说明(仅对FNA40860,参见数据表) 表 9.

项目	符号	额定值	说明
电源电压	V <sub>PN</sub>	450V	P-N之间的最大稳态(非开关模式)电压。如果P-N之间电压超出该值,必须采用制动电路。
电源电压(浪涌)	$V_{PN(surge)}$	500V	P-N之间的最大浪涌(非开关模式)电压。如果P-N之间浪涌电压超出 该值,必须采用缓冲电路。
集电极一发射极电压	V <sub>CES</sub>	600V	内置IGBT的集电极-发射极之间的持续电压
单只IGBT集电极电流	±l <sub>C</sub>	8A	T <sub>C</sub> =25°C时最大允许的IGBT集电极直流连续电流
结温	TJ	-40~150°C	集成在Motion-SPM中的功率芯片的节温最大额定值为150°C。然而,为 了确保Motion-SPM的安全工作,平均结温应该限制在125°C。虽然在 150°C下IGBT和FRD芯片不会立即受到破坏,但是它们的功率循环能 力大为缩减。
自保护电源电压限制(短 路保护能力)	V <sub>PN(PROT)</sub>	400V	在这些条件下, V <sub>CC</sub> =13.5~16.5V, 非重复、小于2μs。在SC(短路电流)或OC(过流保护)时, IGBT能够安全关断的最大电源电压。如果电源 电压超出该指标,功率芯片会遭受损坏。

### 故障输出电路

#### 故障输出最大额定值 表 10.

项目	符号	条件	额定值	单位
故障输出电源电压	V <sub>FO</sub>	施加在V <sub>FO</sub> -COM之间	-0.3~V <sub>CC</sub> +0.3	V
故障输出电流	I <sub>FO</sub>	V <sub>FO</sub> 管脚的灌电流	1.0	mA

#### 电气特性 表 11.

项目	符号	条件	额定值	单位	项目	符号
故障输出电源电压	V <sub>FOH</sub>	V <sub>SC</sub> =0V, V <sub>FO</sub> 电路: 4.7kΩ上拉至5V	4.5			V
	V <sub>FOL</sub>	V <sub>SC</sub> =1V, V <sub>FO</sub> 电路: 4.7kΩ上拉至5V			0.5	V

鉴于Fo端子为开漏类型,应该通过一个上拉电阻上拉到 5V或15V。该电阻需要满足上述技术规格。



Figure 29. V<sub>FO</sub> 端子的压-电流特性

### 欠压闭锁保护(UVLO)

LVIC具有欠压闭锁保护,可以保护低端IGBT,禁止其在门极驱动电压不足时工作。这种保护的时序如图30所示。



Figure 30.低端欠压保护功能的时序图

#### 说明:

- al. 控制电源电压上升: 该电压上升到UV<sub>CCR</sub>, 当下一个输入施加时, 电路开始工作
- a2. 正常工作: IGBT 导通并载流
- a3. 欠压检测 (UV<sub>CCD</sub>)
- a4. IGBT关断 OFF,不管控制输入条件
- a5. 故障输出工作开始
- a6. 欠压复位(UV<sub>CCR</sub>)
- a7. 正常工作: IGBT 导通并载流

HVIC具有欠压闭锁功能,可以保护高端IGBT,禁止在门极驱动电压不足时工作。这种保护的时序如图31所示。 HVIC偏压较低时,不声明Fo报警。



#### 说明:

b1. 控制电源电压上升: 该电压上升到UV<sub>BSR</sub>,当下一个输入施加时,电路开始工作 b2. 正常工作: IGBT 导通并载流 b3. 欠压检测 (UV<sub>BSD</sub>) b4. IGBT关断,不管控制输入条件,不声明故障输出信号 b5. 故障输出工作开始 b6. 欠压复位(UV<sub>BSR</sub>)

© 2009 Fairchild Semiconductor Corporation Rev. 2.0.0 • 3/15/11

项目	参数	条件	最小值	最大值	单位
$UV_{CCD}$		检测取值	10.5	13.0	V
UV <sub>CCR</sub>	电源电路欠压保护	复位取值	11.0	13.5	V
$UV_BSD$		检测取值	10.0	12.5	V
$UV_{BSR}$		复位取值	10.5	13.0	V

### 信号输入电路(V<sub>IN(H)</sub>, V<sub>IN(L)</sub>)

图32给出了MCU与Motion-SPM产品之间I/O接口电路。由于Motion-SPM输入逻辑为高有效,且具有内置的下拉电阻,所以无需再增加外部下拉电阻。



### Figure 32.推荐的CPU I/O接口电路

#### 表 13. 输入与Fo管脚的最大额定值

项目	符号	条件	额定值	单 位
控制电源电压	$V_{CC}$	施加在V <sub>CC(H)</sub> - COM, V <sub>CC(L)</sub> - COM之间	20	V
输入信号电压	V <sub>IN</sub>	施加在IN <sub>(UH)</sub> , IN <sub>(VH)</sub> , IN <sub>(WH)</sub> - COM, IN <sub>(UL)</sub> , IN <sub>(VL)</sub> , IN <sub>(WL)</sub> -COM之间	-0.3 ~ V <sub>CC</sub> +0.3	V
故障输出电源 电压	$V_{FO}$	施加在V <sub>FO</sub> -COM 之间	-0.3 ~ V <sub>CC</sub> +0.3	V

输入与故障输出最大额定值电压如表13所示。鉴于故 障输出为开漏结构,其额定值为V<sub>cc</sub>+0.3V,可用15V电 源接口。但是,建议故障输出最好按照5V逻辑电源进行 配置,保持与输入信号的相同电压等级。还建议采用退 耦电容分别安放在V<sub>FO</sub>与信号线路的MCU与Motion-SPM终端,并尽可能靠近每一器件。根据应用对象中所 采用的PWM控制方案的不同以及应用对象PCB布局的 接线阻抗的不同,每一输入端的RC耦合会有所变化。



#### Figure 33.信号输入端子的内部结构

Mini DIP 系列的 Motion-SPM产品采用了高有效输入逻辑。在开机或关机操作中,不受控制电源与输入信号之间顺序限制的影响。因此,保证系统具有故障-安全性能(故障自动保险)。此外,内置的下拉电阻能够下拉每一输入电路,无需外部下拉电阻,减低了外部元件的数量。Motion-SPM产品中的输入噪声滤波器能够抑制 窄脉冲噪声,并防止IGBT功能失效和产生过多损耗。此外,通过降低输入信号的开通与关断阈值电压,允许直接连接到3.3V-级的MCU或DSP,如表14所示。

表 14. 输入阈值电压额定值(Vcc=15V、T」=25°C)

项目	符号	条件	最小 值	最大 值	单位
开通阈值电 压	V <sub>IN(ON)</sub>	IN <sub>(UH)</sub> , IN <sub>(VH)</sub> , IN <sub>(WH)</sub> -COM		2.6	V
关断阈值电 压	V <sub>IN(OFF)</sub>	IN <sub>(UL)</sub> , IN <sub>(VL)</sub> , IN <sub>(WL)</sub> -COM	0.8		V

如图33所示,Motion-SPM产品中的 $\mu$ Mini DIP封装系列 的输入信号部分集成有一个5k $\Omega$ (典型值)下拉电阻。因 此,当在MCU输出与Motion-SPM输入之间采用外部滤 波电阻时,应该注意Motion-SPM输入端子处的信号压 降,确保满足开通阈值电压要求。例如,R=100 $\Omega$ 和 C=1nF,对应图32中的虚线部分。

#### 自举电路的设计

#### 自举电路的工作原理

V<sub>BS</sub>电压,即V<sub>B(U,V,W)</sub>与V<sub>S(U,V,W)</sub>之间的电压差,在 Motion-SPM产品的μMini-DIP SPM 封装系列中,用来为 HVIC提供电源。该电源必需处于13.0V~18.5V范围之 内,才能确保HVIC能够完全驱动高端IGBT。μMini-DIP SPM封装包括一个针对V<sub>BS</sub>的欠压闭锁保护,在V<sub>BS</sub>电 压跌落到指定电压以下时,确保HVIC不去驱动高端 IGBT (*参考数据表*)。该功能可以防止IGBT在高功耗模 式下工作。

 $V_{BS}$ 浮动电源可以通过多种方式产生,包括此处描述的 自举方法(参考图34)。该方法具有简洁和廉价的优 点。但是,占空比和导通时间受到限制,这是由于自举 电容需要时间补充电荷。自举电源通过自举二极管、自 举电阻和自举电容而构成,如图35和图36所示。自举电 路的电流路径如图35所示。当 $V_S$ 下拉到地时(或通过低 端或负载),通过自举二极管( $D_{BS}$ )和自举电阻( $R_{BS}$ ),源 自 $V_{CC}$ 电源,自举电容( $C_{BS}$ )得到充电。



Figure 34. 任一HVIC 电源电压(V<sub>BS</sub>)的自举电路

APPLICATION NOTE

#### 自举电容的初始充电

初始自举充电时,低端IGBT需要有足够的导通持续时间,才能完全充满自举电容。初始充电时间(t<sub>charge</sub>)计算公式如下:

$$t_{charge} = C_{BS} \times R_{BS} \times \frac{1}{\delta} \times ln \frac{V_{CC}}{V_{CC} - V_{BS(min)} - V_F - V_{LS}}$$
(10)

式中,

 $V_{F} = 自举二极管的正向压降; V_{BS(min)} = 自举电容的最小值; V_{LS} = 低端IGBT或负载的端电压; <math>\delta = PWM$ 的占空比



图37和图38给出了初始自举电容充电的实际波形。





Figure 37.自举电路的每一部分初始工作波形 (条件: V<sub>DC</sub>=300V, V<sub>CC</sub>=15V, C<sub>BS</sub>=22μF, LS IGBT 导通时间=200μs)



Figure 38.自举电路的每一部分工作波形 (条件: V<sub>DC</sub>=300V, V<sub>CC</sub>=15V, C<sub>BS</sub>=22µF, LS IGBT 完全导通)

### 自举电容的选型

自举电容计算公式如下:

$$C_{BS} = \frac{I_{Leak} \times \Delta t}{\Delta V_{BS}} \tag{11}$$

式中:

 $\Delta t = 高端IGBT的最大导通脉宽;$  $\Delta V_{BS} = C_{BS}$ 的允许放电电压(电压纹);  $I_{Leak} = C_{BS}$ 的最大放电电流

主要依据以下机理:

- 开通高端IGBT的门极电荷
- HVIC中高端电路的静态电流
- HVIC中电平转移电路所需的电平转移电荷
- 自举二极管的漏电流
- C<sub>BS</sub> 电容漏电流(对于非电解电容,可忽略漏电流)
- 自举二极管反向恢复电荷

实际应用中,对于Motion-SPM 产品中的μMini-DIP SPM 系列,推荐2mA 的 I<sub>Leak</sub>。考虑到离散性和可靠性,通常 选择计算值的2~3倍的容值。C<sub>BS</sub> 仅在高端IGBT关断且 V<sub>S</sub>电压下拉至地时进行充电。因此,低端IGBT的导通 时间必需足够长,才能确保从C<sub>BS</sub> 中抽取的电荷得到足 够补充。这样,存在这一个低端IGBT固有的最小导通 时间(或高端IGBT的关断时间)。

#### 自举电容的计算范例

ΔV<sub>BS</sub> = 放电电压 = 0.1V (推荐值)

Δt = 高端IGBT最大导通脉宽=0.2ms. (依赖客户系统)

$$C_{BS}_{min} = \frac{I_{Leak} \times \Delta t}{\Delta V_{BS}} = \frac{2mA \times 0.2ms}{0.1V} = 4.0 \times 10^{-6}$$
 (12)

→超过 2~3倍 → 8µF。

#### 说明:

7. 根据开关频率、所用电容以及推荐的V<sub>BS</sub>电压13.0~18.5V (根据数据表),该电容的容值可以适度改变。上述结果 仅仅为计算举例。根据实际控制方法和元件寿命,该容值 可以改变。



Figure 39. 自举电容的容值依赖开关频率变化

#### 内置自举二极管

当高端IGBT或FRD导通时,自举二极管(D<sub>BS</sub>)需要承担 整个直流母线电压。这样,建议自举二极管耐压能力不 低于600V。重要的是,自举二极管为快速恢复二极管 (恢复时间<100ns),这样才能减少由自举电容回馈到 V<sub>CC</sub>电源的电荷数量。自举电阻(R<sub>BS</sub>)的一个主要作用是 降低dV<sub>BS</sub>/dt和限制自举电容的初始充电电流(I<sub>charge</sub>)。

通常情况下,自举电路由自举二极管(D<sub>BS</sub>)、自举电阻 (R<sub>BS</sub>)和自举电容(C<sub>BS</sub>)组成。μMini-DIP SPM 封装的自 举二极管具有自举电阻特性,这是因为自举二极管具有 特定的 V<sub>F</sub> 特性曲线(参见图40)。因此电路工程师只 需要采用外部自举电容来设计自举电路。

μMini-DIP SPM系列中内置自举二极管的特性包括:

- 快速恢复二极管: 600V/0.5A
- t<sub>rr</sub>: 80ns (典型值)
- 具有等效电阻特性(近似15Ω)



Figure 40.µMini-DIP SPM 封装中自举二极管的V-I特性曲线

#### 表 15. 自举二极管的规格

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V <sub>F</sub>	正向压降	I <sub>F</sub> =0.1A, T <sub>C</sub> =25°C	~	2.5	~	V
t <sub>rr</sub>	反向恢复时间	I <sub>F</sub> =0.1A, T <sub>C</sub> =25 <sup>o</sup> C	~	80	~	ns

APPLICATION NOTE

### NTC热敏电阻电路(监测Tc)

Motion-SPM系列中的µMini-DIP SPM封装中包含有一个 NTC(负温度系数)热敏电阻,用于监测模块的壳温 (T<sub>c</sub>)。该热敏电阻与功率芯片(IGBT/FRD)一起置于陶瓷 衬底上。因此,通过热敏电阻可以精确地反应功率芯片的温度(*参见图*41)。



Figure 42.µMini-DIP SPM 封装中NTC热敏电阻的R-T曲线

AN-9070

通常情况下,借助NTC热敏电阻,电路设计人员可以采用两种电路进行温度保护(监测)。一为ADC电路(模数转换器),另一为比较器电路。图43与图44给出了采用NTC热敏电阻的应用电路示例。





Figure 43. 采用MCU的NTC热敏电阻过温保护电路

Figure 44. 采用比较器的NTC热敏电阻过温保护电路



### 表 16. NTC热敏电阻的R-T表格(1-1)

Т <sub>NTC</sub> (℃)	R <sub>min</sub> (kΩ)	R <sub>cent</sub> (kΩ)	R <sub>max</sub> (kΩ)	T(℃)	R <sub>min</sub> (kΩ)	R <sub>cent</sub> (kΩ)	R <sub>max</sub> (kΩ)
0	153.8063	158.2144	162.7327	30	37.1428	37.6431	38.1463
1	146.0956	150.1651	154.3326	31	35.5329	36.0351	36.5408
2	138.8168	142.5725	146.4152	32	34.0011	34.5041	35.0111
3	131.9431	135.4081	138.9502	33	32.5433	33.0462	33.5534
4	125.4497	128.6453	131.9091	34	31.1555	31.6573	32.164
5	119.3135	122.2594	125.2655	35	29.834	30.3339	30.8392
6	113.5129	116.2273	118.9947	36	28.576	29.0734	29.5764
7	108.0276	110.5275	113.0739	37	27.3776	27.8717	28.372
8	102.8388	105.1398	107.4814	38	26.2356	26.726	27.2228
9	97.9288	100.0454	102.1974	39	25.1472	25.6332	26.1261
10	93.2812	95.2267	97.2031	40	24.1094	24.5907	25.0792
11	88.8803	90.6673	92.481	41	23.1198	23.596	24.0796
12	84.7119	86.3519	88.0148	42	22.1759	22.6466	23.1249
13	80.7624	82.2661	83.7894	43	21.2753	21.7401	22.2129
14	77.019	78.3963	79.7903	44	20.4158	20.8746	21.3416
15	73.47	74.7302	76.0043	45	19.5953	20.0478	20.5088
16	70.1042	71.2558	72.4189	46	18.812	19.258	19.7126
17	66.9112	67.962	69.0224	47	18.0638	18.5032	18.9514
18	63.8812	64.8386	65.8039	48	17.3492	17.7818	18.2234
19	61.005	61.8759	62.753	49	16.6663	17.0921	17.5269
20	58.2739	59.0647	59.8601	50	16.0137	16.4325	16.8605
21	55.6798	56.3961	57.116	51	15.3899	15.8016	16.2227
22	53.2152	53.8628	54.5127	52	14.7934	15.1981	15.6122
23	50.8732	51.4569	52.0422	53	14.223	14.6205	15.0277
24	48.6469	49.1715	49.6969	54	13.6773	14.0677	14.4678
25	46.53	47	47.47	55	13.1552	13.5385	13.9316
26	44.4567	44.936	45.4159	56	12.6556	13.0318	13.4178
27	42.4868	42.9737	43.4618	57	12.1774	12.5465	12.9255
28	40.6147	41.1075	41.6021	58	11.7195	12.0815	12.4536
29	38.8351	39.3323	39.8319	59	11.281	11.6361	12.0011
30	37.1428	37.6431	38.1463	60	10.861	11.2091	11.5673

### 表 17. NTC热敏电阻的R-T表格(1-2)

Т <sub>№тс</sub> (℃)	R <sub>min</sub> (kΩ)	R <sub>cent</sub> (kΩ)	R <sub>max</sub> (kΩ)	T(°C)	R <sub>min</sub> (kΩ)	R <sub>cent</sub> (kΩ)	R <sub>max</sub> (kΩ)
61	10.4594	10.8007	11.152	91	3.6675	3.8463	4.0334
62	10.0746	10.4091	10.7536	92	3.5505	3.7253	3.9084
63	9.7058	10.0336	10.3714	93	3.4377	3.6087	3.7879
64	9.3522	9.6734	10.0046	94	3.329	3.4963	3.6716
65	9.0133	9.3279	9.6525	95	3.2242	3.3878	3.5593
66	8.6882	8.9963	9.3145	96	3.1235	3.2836	3.4515
67	8.3764	8.6782	8.9899	97	3.0264	3.183	3.3473
68	8.0773	8.3727	8.6782	98	2.9328	3.086	3.2468
69	7.7902	8.0795	8.3787	99	2.8425	2.9923	3.1497
70	7.5147	7.7979	8.091	100	2.7553	2.9019	3.0559
71	7.2496	7.5268	7.8138	101	2.6712	2.8146	2.9654
72	6.995	7.2663	7.5474	102	2.5901	2.7303	2.8779
73	6.7505	7.016	7.2913	103	2.5117	2.6489	2.7933
74	6.5157	6.7755	7.045	104	2.436	2.5703	2.7117
75	6.2901	6.5443	6.8082	105	2.363	2.4943	2.6327
76	6.0739	6.3227	6.581	106	2.2921	2.4206	2.556
77	5.8662	6.1096	6.3624	107	2.2236	2.3493	2.4819
78	5.6665	5.9046	6.1521	108	2.1575	2.2805	2.4102
79	5.4745	5.7075	5.9498	109	2.0936	2.2139	2.3409
80	5.2899	5.5178	5.7549	110	2.0319	2.1496	2.2739
81	5.1129	5.3358	5.568	111	1.9725	2.0877	2.2094
82	4.9426	5.1607	5.3879	112	1.9151	2.0278	2.147
83	4.7788	4.9921	5.2145	113	1.8596	1.9699	2.0866
84	4.6211	4.8299	5.0475	114	1.806	1.9139	2.0282
85	4.4694	4.6736	4.8866	115	1.7541	1.8598	1.9716
86	4.3228	4.5226	4.731	116	1.7042	1.8076	1.9171
87	4.1817	4.3771	4.5811	117	1.6559	1.7572	1.8644
88	4.0459	4.2369	4.4366	118	1.6092	1.7083	1.8134
89	3.915	4.1019	4.2973	119	1.564	1.6611	1.7639
90	3.789	3.9717	4.1629	120	1.5203	1.6153	1.7161

## 典型应用电路示例

图46给出了典型应用电路原理图,其中包含了与MCU直接连接的控制信号接口部分。



Figure 46.µMini-DIP SPM封装的典型应用电路(单检流电阻方案)

### 印刷线路板(PCB)布局指南



© 2009 Fairchild Semiconductor Corporation Rev. 2.0.0 • 3/15/11



Figure 48.SPM26-AAA 的封装规格



Figure 49.SPM26-AAB 的封装规格

### 相关资料

- <u>FNA40560 Smart Power Module Motion-SPM<sup>TM</sup></u>
- $FNA40860 Smart Power Module Motion-SPM^{TM}$
- <u>FNA41060 Smart Power Module Motion-SPM<sup>TM</sup></u>
- <u>FNA41560 Smart Power Module Motion-SPM<sup>TM</sup></u>
- <u>FNB40560</u> Smart Power Module Motion-SPM<sup>TM</sup>
- $FNB41060 Smart Power Module Motion-SPM^{TM}$
- <u>FNB41560 Smart Power Module Motion-SPM<sup>TM</sup></u>
- <u>AN-9071 Smart Power Module Motion-SPM<sup>TM</sup> in  $\mu$ Mini DIP SPM<sup>®</sup> Thermal Performance Information</u>
- AN-9072 Smart Power Module Motion-SPM<sup>™</sup> in µMini DIP SPM<sup>®</sup> Mounting Guidance
- RD-344 Reference Design for FNA41560 (One Shunt Solution)
- <u>RD-345 Reference Design for FNA41560 (Three Shunt Solution)</u>

#### 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.

#### 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 THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

- 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, or (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 significant injury to the user.
- 2. A critical component is 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.