1.半导体器件使用中的重要注意事项.....1
1.1 应用.....1
1.2 安全注意事项.....1
2．半导体器件的选择.....1
2.1 最大额定值概述.....1
2.1.1 半导体器件的最大额定值.....2
2.1.2 关于减额的注意事项.....2
2.2 封装的选择.....4
3.机械操作的注意事项.....4
3.1 引线的成形和切断.....4
3.2 器件在印刷电路板上的安装 5
3.3 焊接.....6
3.4 清洗.....7
3.5 散热板的安装.....8
3.6 器件的位置.....9
4.电路安装方面的注意事项.....10
4.1 总的注意事项.....10
4.2 特性参数与可靠性的关联.....11
5.存储、运输、测量时的注意事项 11
5.1 半导体器件的保管方法.....11
5.2 运输时的注意事项.....12
5.3 测量、处理时的注意事项.....13
6.关于静电损坏.....13
6.1 静电现象.....13
6.2 防止静电的产生.....14
6.3 静电防护措施.....14

1.半导体器件使用中的重要注意事项

1.1 应用

半导体器件产品主要用于通用电子设备（个人电脑、移动电话、电视/音响设备、家电设备等），具有良好的质量/可靠性。但在用于要求特殊质量/可靠性的设备（如宇宙、航空、燃烧控制、运输、交通、各种保护装置或与生命维持相关的医疗设备等）时，尚未进行该方面系统的试验验证，故有可能出现故障或错误运行，从而直接威胁到人的生命或给人体带来危害，鉴于以上情况，希望客户能自行负责进行设备的安全设计，并事先向固电业务咨询。

1.2 安全注意事项

对于最大额定值、工作电源电压范围、放热特性、安装条件及其他条件，请在固电规定的保证范围内使用。如果使用时超出了规定的保证值，因此造成故障/事故时，本公司概不负责。此外，即使在保证值内使用时，也要考虑半导体产品中通常会出现的故障发生率及故障模式。因此，请积极采取自动保险装置等系统方面的对策，以避免因本公司产品的故障导致人身事故、火灾或其他扩大性损失。

2. 半导体器件的选择

半导体器件的可靠性主要取决于器件生产商，除此以外，还受到客户所选择的电路条件、安装条件和环境条件等使用条件的影响。为能使用户在更安全的状态下使用半导体器件，本公司对于器件选择时的注意事项（即最大额定值、减额以及封装的选择）进行了说明。

2.1 最大额定值概述

关于最大额定值，半导体器件的最大额定值通常规定为“绝对最大额定值”，必须严格注意绝对不能超过各类型最大额定值表中所表示的数值。所谓的绝对最大额定值，是指适用于任何一种晶体管的工作条件和环境条件的临界值，是根据已公布的有关该晶体管的标准来决定的。在任何条件下都不能超过该临界值。这些数值都是由晶体管生产商决定的，本公司保证：只要在小于等于这些临界值的条件下使用，就能够充分发挥产品作用。如果不小心超过了最大额定值就会直接导致该产品的恶化或损坏，即使稍后再工作也会严重缩短其寿命。所以在设计使用半导体器件的电子电路时，必须注意在使用中无论外部条件如何变化都不能超过该指定的最大额定值。此外，这些最大额定值的各个项目之间大多密切相关，因此必须特别注意不要使各个项目同时达到最大额定值。例如，当对使用的晶体管外加电流、电压时，虽然都不超过最大额定值，但功耗却是两者的乘积，这个数值必须保持在该晶体管的集电极损耗容限范围内。此外，不仅要注意直流最大额定值，还必须注意脉冲用途情况下的安全工作区(SOA)、负载轨迹、峰值电压和电流。

2.1.1 半导体器件的最大额定值

关于固电半导体器件的最大额定值，请参照固电的“产品规格书”。

2.1.2 关于减额的注意事项

如何对最大额定值减额，是可靠性设计中的重要问题。系统设计阶段需要考虑的减额项目因器件种类而异。其中包括电压、电流、功率、负载等电应力的减额，温度、湿度等环境条件，或振动和冲击等机械应力的减额等。关于可靠性设计时应注意的减额标准例子见表 1

表 1 减额设计标准例子[注1]

减额要素[注2]		晶体管	二极管
温度	结温	Tj≤60℃	同左
	器件环境温度	Ta=0～45℃	同左
	其他	功耗、环境温度、散热条件 Tj=PD×Rθ JA+Ta	
湿度	相对湿度	RH=40～60%	同左
	其他	一般在因温度急剧变化等而产生结露的情况下，要对印刷电路板采取涂层处理	
电压	耐压	最大额定值×0.8 或 0.8 以下	同左
	过电压	采取防过压措施（包括静电击穿）	
电流	平均电流	Ic×0.5 或 0.5 以下	同左
	峰值电流	Ic(peak)×0.8 或 0.8 以下	I_F(peak)×0.8 或 0.8 以下
功率	平均功率	最大额定值×0.5 或 0.5 以下（特别是功率系列晶体管）	
脉冲[注3]	SOA	不超过产品目录的最大额定值	
	电涌	≤Ic peak)	≤I_F (peak)

注：1.不包括特殊的使用条件。

2.1.1 半导体器件的最大额定值

关于固电半导体器件的最大额定值，请参照固电的“产品规格书”。

2.1.2 关于减额的注意事项

如何对最大额定值减额，是可靠性设计中的重要问题。系统设计阶段需要考虑的减额项目因器件种类而异。其中包括电压、电流、功率、负载等电应力的减额，温度、湿度等环境条件，或振动和冲击等机械应力的减额等。关于可靠性设计时应注意的减额标准例子见表 1。

在设备的设计阶段，需在确保可靠性的基础上考虑上述减额标准。当难以将值设定在这些标准所规定的

范围内时，需要考虑其他方法，如选择最大额定值更高的器件等。减额不恰当的事例如表 2，3 所示。

表 2 器件使用超出安全工作区

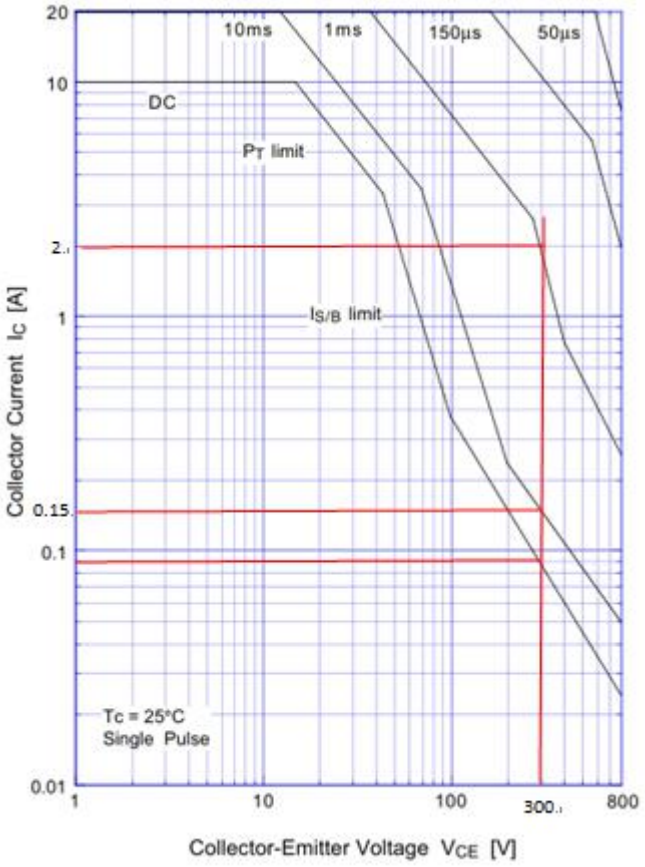
NO.1	事例名称	器件使用超出安全工作区
	器件种类	晶体管
	事例内容	顾客使用 2SC4237 时，单个产品的 VCE 电压为 300V，电流为 0.25A，功率为 75W，晶体管温度太高，产品发热引起的烧毁。为晶体管功率使用过大造成，该产品的额定功率为 150W，使用功率为额定功率的 50%，但由于使用在安全工作区的降功率区，超出安全工作区，如下图所示为 2SC4237 的安全工作区，在 300V 时，1ms 脉冲也只能承受 2A 的电流。 
	对策	(1)调整线路，按晶体管的实际安全工作区并留有一定余量设计电路。 (2)增加晶体管的并联使用数量。
	分类	最大额定值

表 3 器件使用超出耐压值

NO.2	事例名称	器件使用超出耐压值
	器件种类	快恢复二极管
	事例内容	顾客使用 MUR3060PT，反应管子单个烧毁短路，解剖后为芯片表

		面有明显的击穿点，未见封装异常。为顾客使用的反向工作电压过额导致芯片击穿。
	对策	(1)采取防过压措施。(2)选用耐压大的型号。
	分类	最大额定值

2.2 封装的选择

由于塑封型半导体器件的可靠性得到了显著提高，其应用范围正在不断扩大，最近也开始用于使用环境比较严格的领域，如汽车（包含引擎控制关系）、测量控制、信息产业设备和无线通信设备等。事实上，从市场数据来看，当设备安装在环境条件良好的室内时，其可靠性与密封型半导体器件相同。

固电生产的大功率晶体管的外型从散热性能排列如下（针对相同芯片），金属封装的产品散热性能最好，其次是半包封的外型，全包封的散热性能次之。

半包封性外型：MT-200>TO-3PL>TO-3PN>TO-220C>TO-126；

全包封性外型：TO-3PML,TO-3P（H）IS,TO-3PFa>TO-220F,TO-220Fa

金属封装外型：TO-3、F-2、TO-66 等。

不同的封装外型在安装性、便利性和耐热性等方面有一定的差异。因此，在使用这些封装时，必须先了解各自的优点。

3.机械操作的注意事项

器件使用时，装配质量的好坏对可靠性影响很大，必须有科学合理的方法。下面举例说明了从引线的成形、切断、在印刷电路板上的安装、焊接、清洗、散热板的安装固定、以及器件的布置等方面加以注意。

3.1 引线的成形和切断

在对器件进行成形和切断时，应尽量避免器件内部遭到机械损伤和不合理的机械应力，否则有可能使器件内引线折断，管壳和引线之间出现裂缝，甚至将外引线折断，从而降低器件的可靠性。为此应注意以下几点：

① 打弯引线时，必须在管体和打弯点之间用钳子夹紧，以防止将应力直接加在管体引线间，如图 1 所示，切断引线时的正确操作，如图 2 所示；

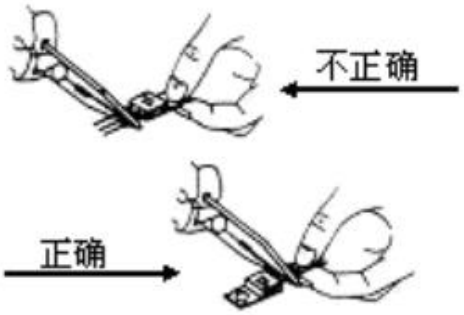


图 1

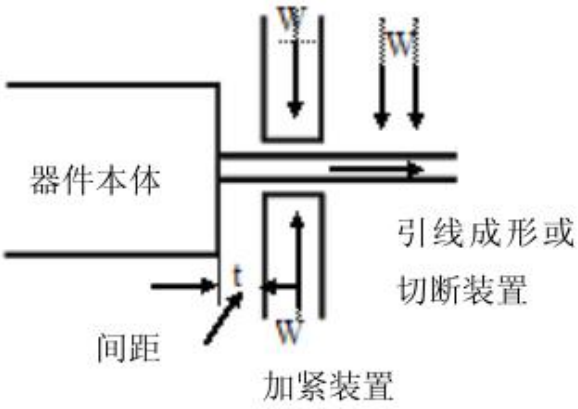


图 2

② 引线打弯必须在离管体 3mm 以外处进行，见图 3a；

③ 引线弯曲角度不能大于 90°，而且不要使引线反复弯折，见图 3b；

④ 对扁型引线不允许横向弯曲，见图 3c；

⑤ 采用切断或成形引线的工具，不能损伤引线表面涂层。

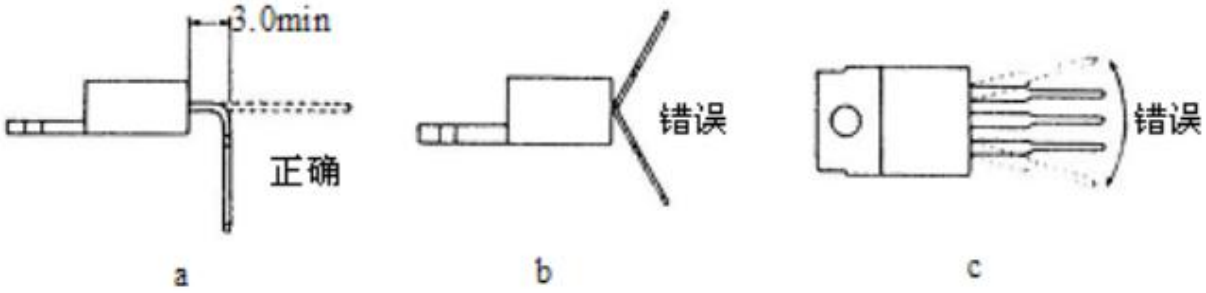


图 3　引线弯曲角度

3.2 器件在印刷电路板上的安装

器件在印刷电路板上安装操作时，必须十分小心，要注意以下几点：

① 印刷电路板上安装孔的间隔要与引线的间隔一致，插入时不要硬拉引线，以免造成引线和管壳间的过大应力，见图 4。沿引线轴方向的引线拉力与引线直径有关，操作时不应超过表 4 的规定值。

表 4 引线拉力与引线直径的关系

引线直径 *(mm)	拉力（N）	受力时间（s）
0.3＜d≤0.5	5	＜10
0.5＜d≤0.8	10	＜10
0.8＜d≤1.25	20	＜10
01.25＜d	40	＜10

*对异形引线，按截面面积计算等效直径

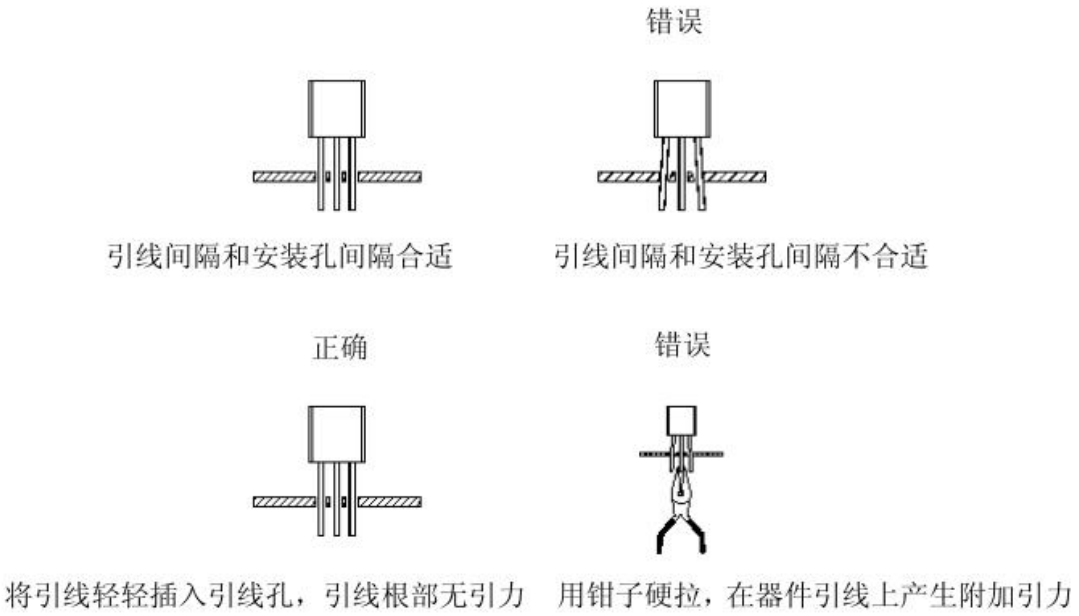


图 4 器件的安装

② 在印刷电路板上需要通过粘接固定器件本体时，粘接应严格在器件的管脚空间进行，避免使引线受力。

③ 在印刷电路板和器件之间，如果必须采用垫层的话，则应事先留下适当空隙。

④ 当把器件固定在印刷电路板上时，应避免在器件上施加机械应力。为此，将器件焊接到印刷电路板上时，必须事先将器件固定在散热板上，并将散热板固定在印刷电路板上方进行。

3.3 焊接

器件不允许在高温下暴露较长时间，因此焊接时温度要尽可能低，时间尽可能短。

① 器件允许耐焊接热的条件是 260℃以下，时间不超过 10 秒。烙铁应用变压器降低二次电压，烙铁头要保证接地良好，没有漏电。焊接时应在距离本体至少 2mm 以上进行。焊接的温度过高、时间过长，器件的结温会随之上升，可能会导致器件性能退化或热破坏。

② 焊接时，应避免使用酸性或碱性强的助焊剂，否则会腐蚀引线或造成整机内气氛不好，影响可靠性。建议采用中性焊剂，同时进行清洗，除去多余的焊剂。

③引线浸锡时的注意事项：为提高器件的焊接性能，用户在使用时往往对引线进行预先浸锡，此时应注意浸锡方式和操作方法，否则产生不必要的热应力，会造成器件失效。

a 引线浸锡时，不可直接浸到引线根部，必须距离器件本体一定距离，一般 2mm 以上。

b 用电铬铁浸锡时，应在烙铁与器件本体间用摄子夹住，以减少热量直接传向器件内部。

c 绝不允许将器件丢进锡锅内浸锡，这样会直接造成器件失效。

d 浸锡温度不超过 260℃，时间不超过 10 秒

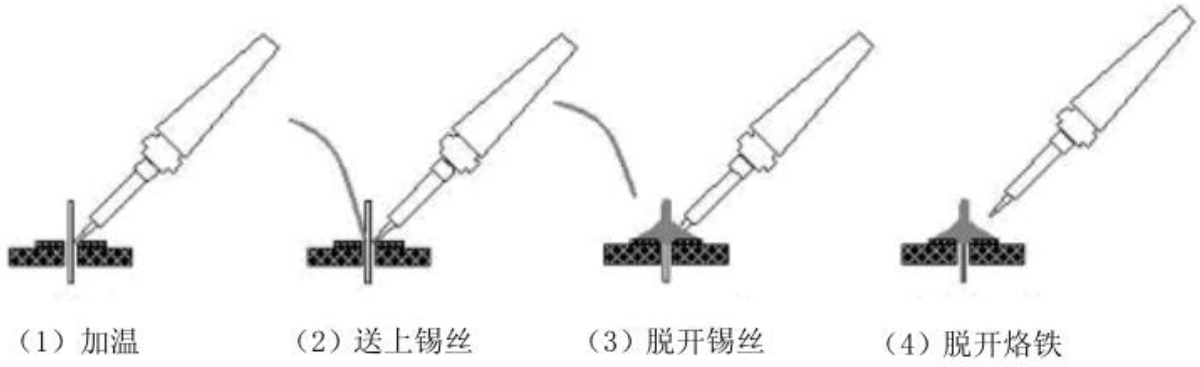


图 5 电烙铁焊接步骤

3.4 清洗

为了确保系统的可靠性，需要洗掉焊接时的焊剂。否则会缩短器件的寿命。可用洗净剂和超声波等清洗。例如：清洗塑料封装器件使用氯系溶剂时，会溶化封装材料，所以在选择清洗液、清洗条件时，应充分注意上面讲的问题。从溶解性和对其他元件的腐蚀毒性等方面看，洗净剂最好采用氯三氯乙烯溶剂（Daiflon Solvent）等。切勿使用三氯乙烯系溶剂。

此外，用超声波清洗时，最好采用下述条件：

●频率：28～29 千赫兹（防止与器件谐振）；

●超声波输出:15W(1 次)；

●振动源不要直接接触器件和印刷电路板；

●时间：小于 30 秒

3.5 散热板的安装

在使用功率器件时，为发挥其最佳性能，通常要安装散热板，散热板的热阻 Rth 应与器件耗散功率相适应。为达到良好的散热效果，在安装散热板时，要注意以下几点：

① 在器件和散热板的接触面均匀地涂复一层导热硅脂，以提高散热效果。

② 使用合适的紧固力矩，以保证器件与散热板之间接触良好。力矩过大会产生应力，使器件变形，严重时甚至使芯片产生裂纹或使引线折断；力矩过小、过松则不能保证良好接触，会增大热阻。

表 5 列出了不同标称螺纹直径器件，推荐的紧固力矩和最大使用的紧固力矩数值。

表 5 推荐的紧固力矩

标称螺纹直径(mm)	Φ3.0	Φ3.5	Φ4.0	Φ5.0	Φ6.0	Φ8.0	Φ10	Φ12
推荐的紧固力矩(N·m)	0.25	0.4	0.6	1.0	1.25	2.2	3.0	4.0
最大使用的紧固力矩(N・m)	0.5	0.8	1.2	2.0	2.5	4.4	6.0	8.0

③ 对散热板的要求

a. 散热板凹凸弯度与螺栓孔之间的间隔应小于 0.05mm，如图 6 所示。

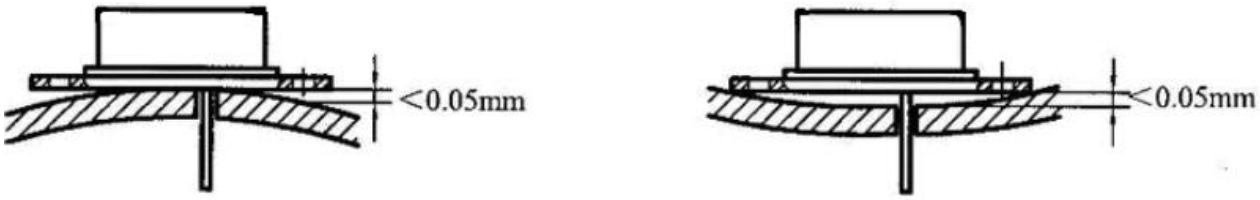


图 6 对散热板弯度的要求

b. 采用铝板、铜板、铁板做散热板时，应保证无冲压张力，且螺栓孔应倒角。

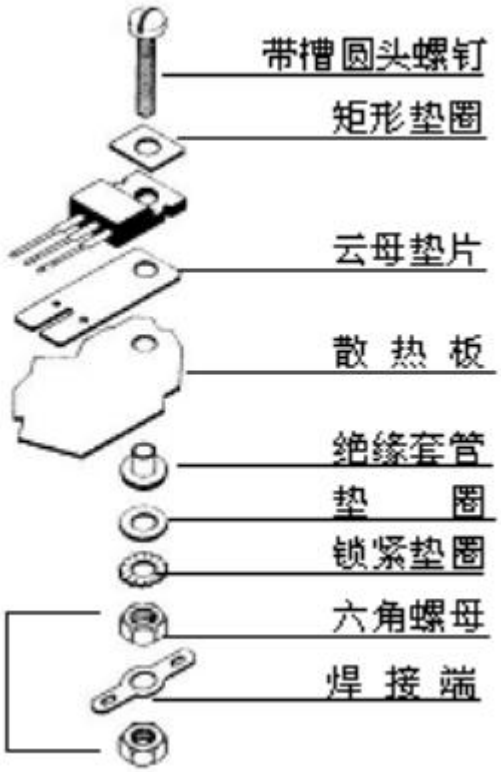
c. 散热板与器件的接触面必须平滑，其平整度一般要求小于 25μm，否则需进行适当研磨。

d. 在器件的散热板间不能有切削多余物或其它碎屑等。

e. 散热板表面不允许有裂纹、起泡、起皮。局部机械损伤最大深度不超过 0.5mm。

④在紧固器件时，不能对管壳施加机械应力，否则有可能损坏管芯、折断引线或使塑封体碎裂。⑤在安装好以后，不允许对器件的散热片和管壳进行机械加工或整形，否则将产生应力或增大热阻。

⑥建议使用下列装配零件，如衬垫、垫圈、焊片等。图 7 给出了常见外形器件中的散热板安装说明。



TO-220 封装器件的散热板安装说明

在安装使用螺钉时，还应注意以下几点：

a. 不能使用沉头螺钉，因为沉头螺钉容易将不正常的应力加到器件上，而应使用非沉头螺钉，如圆头

或圆柱头螺钉等。

b. 使用攻丝螺钉时，应采取合适的扭转力矩。

c. 散热板螺孔不宜过大、过小，否则都容易引起不正常的应力，损伤器件。

⑦散热板可以根据实际情况，选用适当的形状和面积，放置在通风较好的地方，还可以采用风冷、水冷等一系列辅助性散热措施。在散热板安装时还应注意散热板的安装方向，应适合空气的对流，形成良好的散热。

3.6 器件的位置

在整机装配时，器件位置排列是否合适，对器件的使用可靠性影响亦很大。下面几种情况应引起注意。

①使器件尽量远离大的电阻器、变压器等发热源，以避免热量传到散热板上或使器件周围环境温度升高。

②器件应当放置在不易积聚灰尘的地方，以防止绝缘性能下降，也可以采取在器件或印刷电路板上涂敷一层防水树脂。

③特别注意避免在高压、高频设备中由于布线的通线量，引线等感应产生的浪涌电压引起的器件击穿。

④在印刷电路板上设置合理的检验器件工作情况的测试点，建议设在不会因检修错误而加上不正常电压的位置。

4.电路安装方面的注意事项

在进行电路的可靠性设计时，应满足原始规格，同时也必须考虑到减额的适用和特性改变等情况，为设计留有余地。在可靠性方面需要考虑的内容包括布线问题、外来电涌、负载电抗、噪声容限、反偏压、回扫脉冲、静电和脉冲应力等。

4.1 总的注意事项

若要达到系统所规定的可靠性，必须在产品目录所登载的参数规格内使用，同时也要考虑周围环境的影响，并在使用时注意以下几点：

(1) 请尽可能降低环境温度，避免半导体器件在高温环境下使用。

(2) 使用时，请注意将电源电压、输入电压和功耗控制在额定值以内，并根据情况进行减额。

(3) 请避免外界噪声对输入、输出和电源引脚等引起过电压，并注意避免强电磁波干扰。

(4) 请避免在使用中发生静电现象等。

(5) 使用高速工作器件时，由于结构精细，必须采取在输入部位设置保护电路等，以及避免外加静电脉冲等措施。

(6) 当用作开关电源时，请避免外加不稳定的电压。例如，当电路的接地引脚处于浮动状态时，如果对输入、电源引脚等外加电压，就会增加应力破坏。

4.2 特性参数与可靠性的关联

半导体器件根据各自的功能和用途规定了特性参数及各自应满足的范围。在系统设计上，这些参数的重要程度不能一概而论，常常因用途而异，但关于重要的参数，在设计时，必须预计初始特性的余量，或进行减额等。关于前者，必须根据系统的工作范围界限来选择器件，并依据情况使用适当的统计设计方法，同时，在设计时，需要以可靠性试验方法和固电半导体器件的可靠性故障判定标准值为基础等。关于后者，请参照前面谈到的减额应用方法。在实际应用状态下，几乎看不到参数的改变。因此，利用初始检查规格进行设计的情况较多。但是对于没有系统富余的项目和重要项目，在设计时考虑故障判定标准值。

关于参数需要注意如下几点：

(1) 该参数的重要程度如何，是否会导致系统故障？

(2) 参数的初始值容限如何？

(3) 是否存在经过时间的改变，如果存在是否会向有富余的方向改变？

(4) 在和其他器件共用时，是否可以变动？

(5) 能否进行冗余设计？

(6) 能否导入参数的统计设计方法？

此外，器件在使用中或用途特殊时，除以上问题外，还应与器件生产商技术部门协调。

5.存储、运输、测量时的注意事项

5.1 半导体器件的保管方法

保管半导体器件时，希望按照以下方法进行。如果不特别注意，就有可能使电特性、易焊性和外观等产生不良反应，甚至会导致器件失效。

主要注意事项如下所示：

(1) 保管地点的温度和湿度必须适当，最好是在 5～40℃、30～80%R.H.的范围内。（根据产品的不同，保管条件可能会存在限制，此时，请遵守该产品所规定的条件）

(2) 在保管地点的周围，无有害气体，并保持灰尘较少。

(3) 保管时请选择不易带静电的容器。

(4) 在保管期间，请不要将重物放在半导体器件上。

(5) 在保管期间，半导体器件不能加负载。

(6) 保管期间较长时，请以未加工状态进行保管。进行了引线成形的产品，在引线的折弯处有可能生锈。

(7) 未封装芯片请在阴暗、低湿和少尘的地方进行保管。从容器开封到组装，必须在 5 天内完成。此外，

最好能在氮气环境中进行保管，在露点为小于等于−30°C 的干燥氮气中，最多可保管 20 天，未开封时最多可保管 3 个月。

(8) 保管时，请避免因温度急剧变化等而导致水分结露。

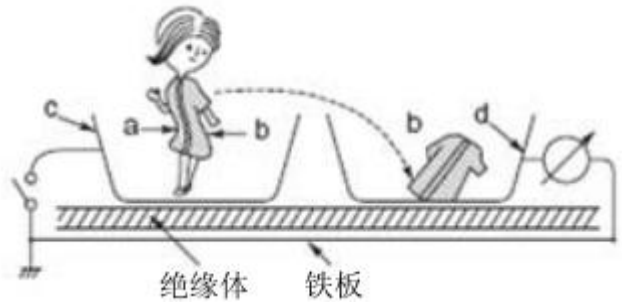
5.2 运输时的注意事项

关于半导体器件及其内嵌元件、子系统等的运输，必须遵守与其他电子元件相同的注意事项，同时，还要注意 4.1 中的所述各项和以下内容。

(1) 用于运输的容器和夹具，必须是不会因运输中的振动等而带电或产生静电。使用导电性容器和铝箔等是最有效的措施。

(2) 为了防止由于人体衣服所带静电而引起的破坏，在处理过程中需要通过高电阻使人体接地，以释放静电。此时，需要在人体与 GND 之间离人体较近的一侧，插入 1MΩ 左右的电阻，并防止触电等危险。人体的静电测量数据请参考表 6。

表 6 人体带电电压测量例子

	条件	最大电压/V	外围条件
（1）	a 衬衫棉 100%	+4,900	
	b 衬衫合成纤维*	-13,000	
（2）	a 衬衫合成纤维*	-3500	周围温度：20℃
	b 衬衫棉 100%	+7,200	
（3）	a 皮肤	-410	相对湿度：40%
	b 衬衫棉 100%	+980	
（4）	a 皮肤	+3,200	
	b 衬衫合成纤维*	-7,000	
此表（3）（4）中 a 皮肤所描述的是，当穿一件衣服时，人体与衣服之间产生的直接摩擦的情况 	a,b:衣服 c,d:金属桶（*聚氯乙烯系列合成纤维） 铁板与铁桶间的静电容：50pF 绝缘电阻：1.5×1012 Ω		
人体带电测量方法贴着皮肤穿上衣服 a,在 a 的上面穿上 b。执行这个动作期间，实验者接地，并将接地引线去除后，脱下衣服 b,放入桶 d 中。该实例测量的是此时的电位。			

(3) 在移动安装了半导体器件的印刷电路板时，必须注意采取防静电措施，将引脚短路保持等电位。此外，在使用传送带移动印刷电路板等时，为了避免传送带的橡胶等带电，请进行防静电处理。

(4) 在运输半导体器件和印刷电路板时，请尽可能减少机械振动和冲击。

关于人体和衣物上的带电，会随衣物、体质、周围温度和湿度等的不同而有着大幅度的变化，以下是实际测量的一个例子。

5.3 测量、处理时的注意事项

在半导体器件的测量处理方面，必须注意前面讲过的静电、噪声和电涌电压等影响。在进行运输/保管时，通过使引脚之间保持等电位，可以避免元器件损坏。但是，在进行器件测量和内嵌操作时，所有引脚都处于开放状态，各个引脚独立接触人体、测量仪、工作台、焊铁和传送带等的可能性变高。因此，在产生静电或者电气设备漏电的情况下，有可能导致器件损坏。为避免引脚以及外装箱上带有交流电源等漏电现象，请管理好曲线绘图仪、同步示波器、脉冲发生器和直流稳定电源等。

在测量时，特别要注意防止外加电路测试器的电涌电压加到器件上，并采取在电路测试仪器中放入钳位电路等，还需避免在加电源驱动时，因接触不良而导致产生异常电压等情况。此外，在测试时，尽量避免引脚的错误连接、颠倒或引脚间的短路等。

检查电路板的工作情况之前，请充分确认没有焊锡桥接或异物桥接等，然后再打开电源。

此外，因器件种类的不同，注意事项也有所不同。若有任何疑问，请向固电业务咨询。

6.关于静电损坏

使用 MOS 晶体管及用于微波通信的超高频低噪声器件，在开发设计时，采用了非常精细的结构，以达到其严格要求的特性。另外，因为工作频率为 VHF～SHF 波段的高频，所以必须尽可能降低寄生参数，由于很难插入足够的保护电路，所以抗静电放电和外加电涌电压能力非常弱，因而非常容易损坏。鉴于以上原因，在处理时必须十分注意，以免损坏产品。以下是关于防止静电损坏的一般注意事项的说明。

6.1 静电现象

在冬季，脱下化纤衬衫或毛衣时，会有火花出现，并伴随有噼里啪啦的放电现象；与氯乙烯材料的垫子摩擦后，头发会被吸住。这些都是人们所熟知的静电现象。前者现象中，衣服的电位通常为 6,000V 到 10,000V。静电的带电现象因产生原因的不同，可分为很多种，其大小也各不相同。如果将上述静电外加至器件，根据其大小，有可能导致最严重的损坏。因此，必需采取适当的防带电措施或除电措施。关于静电的带电大体上分为两类，一类是由外部施加的机械能转化来的电能(A、B)，另一类是直接施加的电能(C、D)。

表 7 静电带电的分类

区分	带电原因	带电名称	备注
A	接触和分离	接触带电	电子的移动、离子的交换等。
		剥离带电	同上，一般强度的带电。
		加压带电	压电作用、接触面积增加等。
		摩擦带电	除接触面积增加以外，还包括变形、散热等。
		喷出、破碎带电	冲突、摩擦、破碎分极等。
		流动带电	液体与气体间、固体间的相互摩擦。
B	变形与变态	机器的或者加热变形	压电作用、电荷的位置变化等。
		冻结，溶解等	离子迁移率的差别。
C	外部电场	感应带电	电荷的转移。
		离子附着	空气中的离子附着、离子的注入。
D	电磁波	辐射带电	X 射线或光电子的释放。

6.2 防止静电的产生

（a） 实际上防止静电的产生是很困难的。通过防带电措施来急剧减少产生的电荷，正在实际应用中。

（b） 静电的产生随着相对湿度的下降而增大。特别是降到 40%以下后，会突然变得十分容易产生静电。因此在冬季需要采取相应的加湿措施。

（c） 由于剥离与摩擦而产生的静电，随着接触面积、压力、分离速度的增大而增大。因此，请避免高速摩擦和剥离。

防带电的方法

(a) 防止导体带电

• 基本方法是通过接地方式将电荷泄漏到地面。

• 接地电阻最好不超过 100Ω。

• 即使对于设备中不完全导体的部分，只要贴着金属导体进行间接接地，就会产生效果

（导电率：≥1×10-8S/m、表面电阻：≤1×109Ω 的固体表面）。

（b）防止绝缘体带电的方法

• 涂抹带电防止剂。

• 混连入带电防止剂。

• 改变高分子聚合物的表面层材质。

• 改为含有导体的复合材料。

• 调整相对湿度（最好大于等于 RH 50%）

6.3 静电防护措施

(1) 埋设防静电底线

(2) 铺设防静电地线

(3) 铺设防静电地板

(4) 使用防静电工作台面

(5) 电烙铁、锡炉、测试仪器等用电设备接地

(6) 穿戴防静电服（衣、鞋、手套等）

(7) 佩戴防静电腕带

(8) 用中和法消除非导体带的静电

(9) 采用防静电周转箱

(10) 采用防静电包装材料

(11) 相对湿度的调控

在提高器件性能和采取防静电损坏对策时，必须做好权衡。另外，在使用 MOS 晶体管及高性能超高频低噪声器件时，防静电损坏仍然是今后的重要问题。本资料所例举的防带电和静电防护措施，是现在实际生活中采用的一般对策。要减少因静电损坏而导致的故障，既需要客户的协助与理解，也需要双方的合作，以致力于应用和开发有效而经济的对策。