



Notice

1. All information included in this document is current as of the date this document is issued. Such information, however, is subject to change without any prior notice. Before purchasing or using any Mos-Tech Electronics products listed herein, please confirm the latest product information with a Mos-Tech Electronics sales office. Also, please pay regular and careful attention to additional and different information to be disclosed by Mos-Tech Electronics such as that disclosed through our website.
2. Mos-Tech Electronics does not assume any liability for infringement of patents, copyrights, or other intellectual property rights of third parties by or arising from the use of Mos-Tech Electronics products or technical information described in this document. No license, express, implied or otherwise, is granted hereby under any patents, copyrights or other intellectual property rights of Mos-Tech Electronics or others.
3. You should not alter, modify, copy, or otherwise misappropriate any Mos-Tech Electronics product, whether in whole or in part.
4. Descriptions of circuits, software and other related information in this document are provided only to illustrate the operation of semiconductor products and application examples. You are fully responsible for the incorporation of these circuits, software, and information in the design of your equipment. Mos-Tech Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties arising from the use of these circuits, software, or information.
5. When exporting the products or technology described in this document, you should comply with the applicable export control laws and regulations and follow the procedures required by such laws and regulations. You should not use Mos-Tech Electronics products or the technology described in this document for any purpose relating to military applications or use by the military, including but not limited to the development of weapons of mass destruction. Mos-Tech Electronics products and technology may not be used for or incorporated into any products or systems whose manufacture, use, or sale is prohibited under any applicable domestic or foreign laws or regulations.
6. Mos-Tech Electronics has used reasonable care in preparing the information included in this document, but Mos-Tech Electronics does not warrant that such information is error free. Mos-Tech Electronics assumes no liability whatsoever for any damages incurred by you resulting from errors in or omissions from the information included herein.
7. Mos-Tech Electronics products are classified according to the following three quality grades: “Standard”, “High Quality”, and “Specific”. The recommended applications for each Mos-Tech Electronics product depends on the product’s quality grade, as indicated below. You must check the quality grade of each Mos-Tech Electronics product before using it in a particular application. You may not use any Mos-Tech Electronics product for any application categorized as “Specific” without the prior written consent of Mos-Tech Electronics. Further, you may not use any Mos-Tech Electronics product for any application for which it is not intended without the prior written consent of Mos-Tech Electronics. Mos-Tech Electronics shall not be in any way liable for any damages or losses incurred by you or third parties arising from the use of any Mos-Tech Electronics product for an application categorized as “Specific” or for which the product is not intended where you have failed to obtain the prior written consent of Mos-Tech Electronics. The quality grade of each Mos-Tech Electronics product is “Standard” unless otherwise expressly specified in a Mos-Tech Electronics data sheets or data books, etc.
 - “Standard”: Computers; office equipment; communications equipment; test and measurement equipment; audio and visual equipment; home electronic appliances; machine tools; personal electronic equipment; and industrial robots.
 - “High Quality”: Transportation equipment (automobiles, trains, ships, etc.); traffic control systems; anti-disaster systems; anti-crime systems; safety equipment; and medical equipment not specifically designed for life support.
 - “Specific”: Aircraft; aerospace equipment; submersible repeaters; nuclear reactor control systems; medical equipment or systems for life support (e.g. artificial life support devices or systems), surgical implantations, or healthcare intervention (e.g. excision, etc.), and any other applications or purposes that pose a direct threat to human life.
8. You should use the Mos-Tech Electronics products described in this document within the range specified by Mos-Tech Electronics, especially with respect to the maximum rating, operating supply voltage range, movement power voltage range, heat radiation characteristics, installation and other product characteristics. Mos-Tech Electronics shall have no liability for malfunctions or damages arising out of the use of Mos-Tech Electronics products beyond such specified ranges.
9. Although Mos-Tech Electronics endeavors to improve the quality and reliability of its products, semiconductor products have specific characteristics such as the occurrence of failure at a certain rate and malfunctions under certain use conditions. Further, Mos-Tech Electronics products are not subject to radiation resistance design. Please be sure to implement safety measures to guard them against the possibility of physical injury, and injury or damage caused by fire in the event of the failure of a Mos-Tech Electronics product, such as safety design for hardware and software including but not limited to redundancy, fire control and malfunction prevention, appropriate treatment for aging degradation or any other appropriate measures. Because the evaluation of microcomputer software alone is very difficult, please evaluate the safety of the final products or system manufactured by you.
10. Please contact a Mos-Tech Electronics sales office for details as to environmental matters such as the environmental compatibility of each Mos-Tech Electronics product. Please use Mos-Tech Electronics products in compliance with all applicable laws and regulations that regulate the inclusion or use of controlled substances, including without limitation, the EU RoHS Directive. Mos-Tech Electronics assumes no liability for damages or losses occurring as a result of your noncompliance with applicable laws and regulations.
11. This document may not be reproduced or duplicated, in any form, in whole or in part, without prior written consent of Mos-Tech Electronics.
12. Please contact a Mos-Tech Electronics sales office if you have any questions regarding the information contained in this document or Mos-Tech Electronics products, or if you have any other inquiries.

(Note 1) “Mos-Tech Electronics” as used in this document means Mos-Tech Electronics Corporation and also includes its majority-owned subsidiaries.

(Note 2) “Mos-Tech Electronics product(s)” means any product developed or manufactured by or for Mos-Tech Electronics.



功率 MOS FET

使用时的注意事项

1. 关于半导体器件的选择

半导体器件的可靠性主要取决于器件生产商（包括茂鈿），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。为使用户可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。

1.1 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品种最大额定值表中所表示的数值。例如，从 JIS C 7030 的定义中摘录的内容如下所示。

绝对最大额定值 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 and 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。在任何的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：只要在不超过这些临界值的条件下使用，就能够充分发挥产品作用。
（依据 JIS C 7030）

如果不小心超过了最大额定值就会直接导致该产品的老化或损坏，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器件指定的最大额定值。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域（ASO）、负载轨迹、峰值电压和电流。

1.2 关于减额的注意事项

如何对最大额定值进行减额，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，或者振动和冲击等机器应力的减额等。

关于可靠性设计时应该注意的减额标准例子请参照表 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1 减额设计标准例子 (注1)

减额要素 (注2)		晶体管	(应用时的注意事项)
温度	结温	不超过110°C(Tj不超过60°C)	(特别是高可靠度用途)
	器件环境温度	—(Ta=0~45°C)	(特别是高可靠度用途)
	其他	功耗、环境温度、散热条件 $T_j = P_D \times \theta_{ja} + T_a$	
湿度	相对湿度	RH=40~80%	
	其他	通常，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或不超过0.8	
	过电压	要采取对策以防止外加过电压 (包含静电击穿)	
电流	平均电流	$I_C \times 0.5$ 或不超过0.5	
	峰值电流	$i_c(\text{peak}) \times 0.8$ 或不超过0.8	
功率	平均功率	最大额定值×0.5或不超过0.5 (特别是功率晶体管)	
脉冲 (注3)	ASO	不超过个别产品目录中的最大额定值	
	电涌	不超过 $i_c(\text{peak})$	

- 【注】1. 不包括特殊的使用条件。
2. 要尽可能同时满足上述减额要素。
3. 通常，在过渡状态下，电涌等峰值电压、电流、功率和结温不能超过最大额定值，为获得良好的可靠性，减额可设定为上述的平均值。ASO因使用电路而不同，请预先向本公司的技术人员咨询。

表2 超过最大额定值时的 h_{FE} 下降

No. 1	事例名称	超过最大额定值时的 h_{FE} 下降
	器件种类	晶体管
	事例内容	将单稳态多谐振荡器用作晶体管开关时，就会在发射极/基极之间外加反向高压。因为此电压为大于最大额定值的电压，所以低电流h_{FE}就会下降，如图所示。 右上图电路中以V_{CC}为参数时，h_{FE}的变化率如右下图所示。
	对策	(1) 防止发生故障。 (降低V_{CC}的电压) (2) 使用耐高压的发射极/基极设备。 (3) 对h_{FE}的电路容限进行设计。
	分类	最大额定值

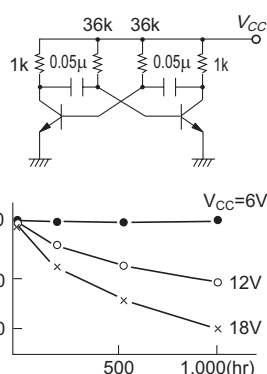
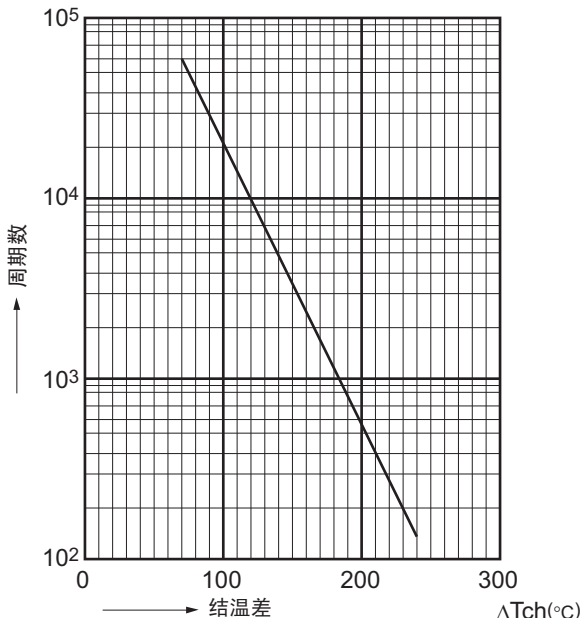




表3 开/关周期引起的短路

减额应用例子		功率晶体管的功率周期减额
应力因素	结温差	
故障判定标准	θ_{ch-c} 老化	
故障机理	焊料的疲劳	
概要 横轴表示功率周期ON时与OFF时的结温差(ΔT_{ch}), 纵轴表示对应于该结温差的功率周期范围。 在决定功率晶体管的使用条件后, 可利用该图求出设备的使用寿命。反之, 根据设备所要求的使用寿命, 可确定功率晶体管的散热条件。		功率周期/减额的例子 (TO-3P 功率MOS FET 2SK1170) $\Delta T_{ch} = \Delta T_c + P_{ch} \times \theta_{ch-c}$ 减额数据的使用方法 T_c的实际测量值为85°C、$P_c=20W$、$\theta_{ch-c}=1.04^\circ C/W$、$T_a=25^\circ C$时 $\Delta T_{ch}=85+20 \times 1.0-25=80^\circ C$ 由图得知$\Delta T_{ch}=80^\circ C$时的周期数为40,000。 (T_c; 外壳温度)

1.3 封装的选择

通常可大致分为密封型（如金属封装、陶瓷封装、低熔点玻璃封装等）和塑封型两种。选择塑封型或密封型。通常情况下，综合了该设备的使用目的、使用环境、可靠性需求和成本需求等要素。

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（包含引擎控制部分）、测量控制、电子交换机、大型电子计算机本体等。事实上，从市场数据来看，当设备安装在环境良好的室内时，其可靠性与密封型半导体器件相同。

近年来，随着电子设备的小型化，对半导体器件的小型化、薄型化封装需求也越来越强烈。为了满足这一需求，茂鈿一直致力于开发能与电容、电阻等芯片产品一样使用表面贴装的器件。



表面贴装型封装与引脚插入型封装相比较，具有以下优点：

- (1) 体积小，可减小安装面积。
- (2) 厚度薄，可降低安装高度。
- (3) 不需要电路板通孔，因此电路板密度较高。
- (4) 电路板可进行双面安装。

表面贴装型封装具有多个开发种类，它们分别在安装性、便利性和耐热性等方面存在一定差异。因此，在使用这些封装时，必须先了解各自的优点。有关表面贴装型封装的详细内容请参照本公司发行的《表面贴装型封装的安装手册》。

2. 机械操作时的注意事项

组装或安装半导体器件时，在结构设计和安装操作上，有必须注意的要点。下面对这些要点举例进行说明（引脚成形、切断、电路板安装、焊接、清洗、散热板安装、元件配置和电路板涂层等）。另外，为保证半导体器件的可靠性，也必须注意这些安装方法。

2.1 关于引脚的成形和切断

在半导体器件的引线成形和切断时，应注意以下几点：

- (1) 在弯折引线时，为了防止在封装本体与引线之间施加相对应力，必须固定弯折点与本体之间的引线，不要触摸本体，也不要拿着本体弯折引线（参照图1）。另外，当使用模具进行大量引线的成形时，必须设置固定引线的机构，要注意引线压杆机构不能对器件本体施加应力（参照图2）。

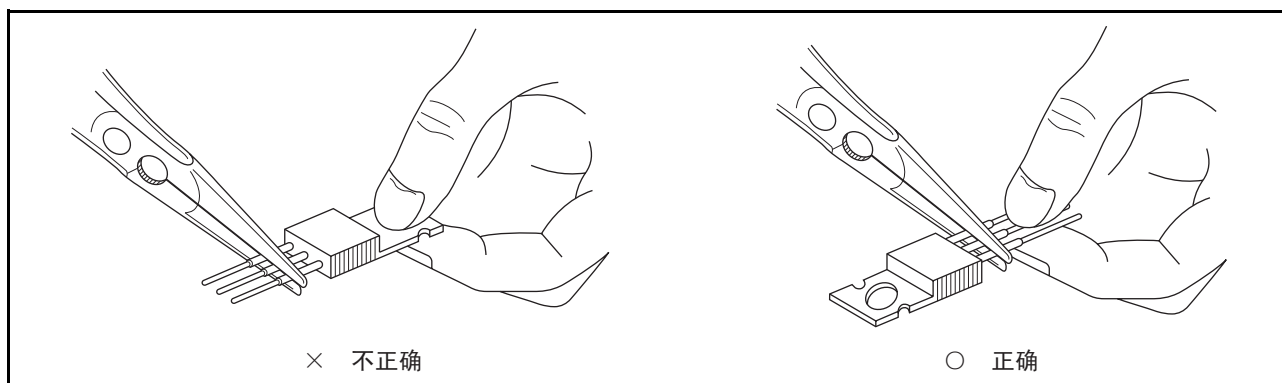


图1 引线的弯折方法

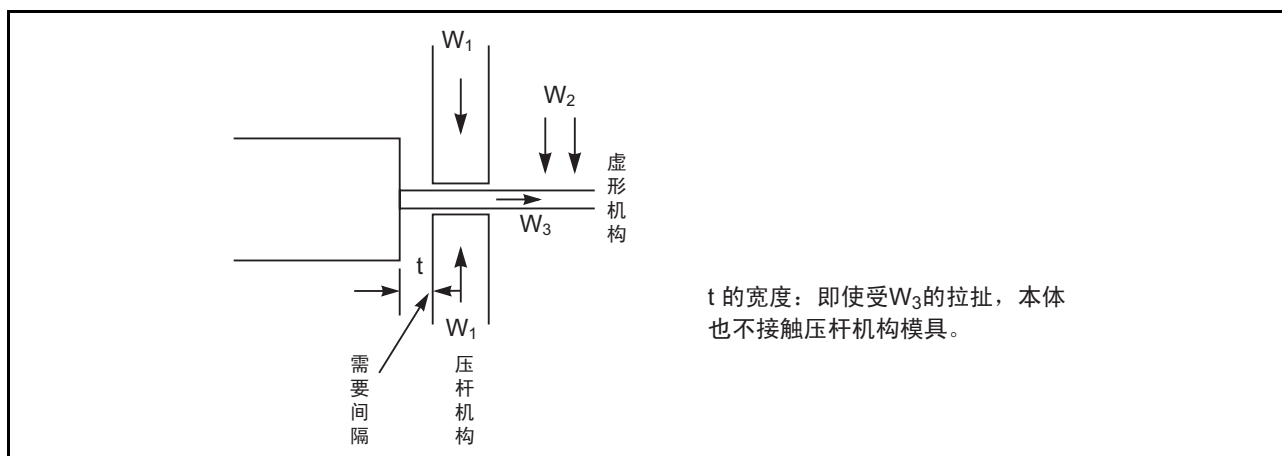


图2 使用模具弯折引线的方法



- (2) 将引线弯折成直角时，必须在离本体至少3mm的位置进行，并且弯曲度不能超过90°（参照图3A）。另外，当弯曲度不超过90°时，必须在距离本体至少1.5mm的地方进行弯折。（参照图3B）。
- (3) 不能重复弯折引线。
- (4) 不能向外侧弯折引线（参照图3C）。
- (5) 有可能因轴向的过大应力（拉力等）而破坏器件引线，所以不能外加超过规定的应力。规定的应力取决于引线的断面面积，请参照茂鈿半导体器件的可靠性手册。
- (6) 必须注意：有可能因弯折夹具或工具的形状而损伤引线镀层。如果引线的接触部分在0.5mm^R左右，就没有问题。引脚成形的不恰当事例如表4所示。

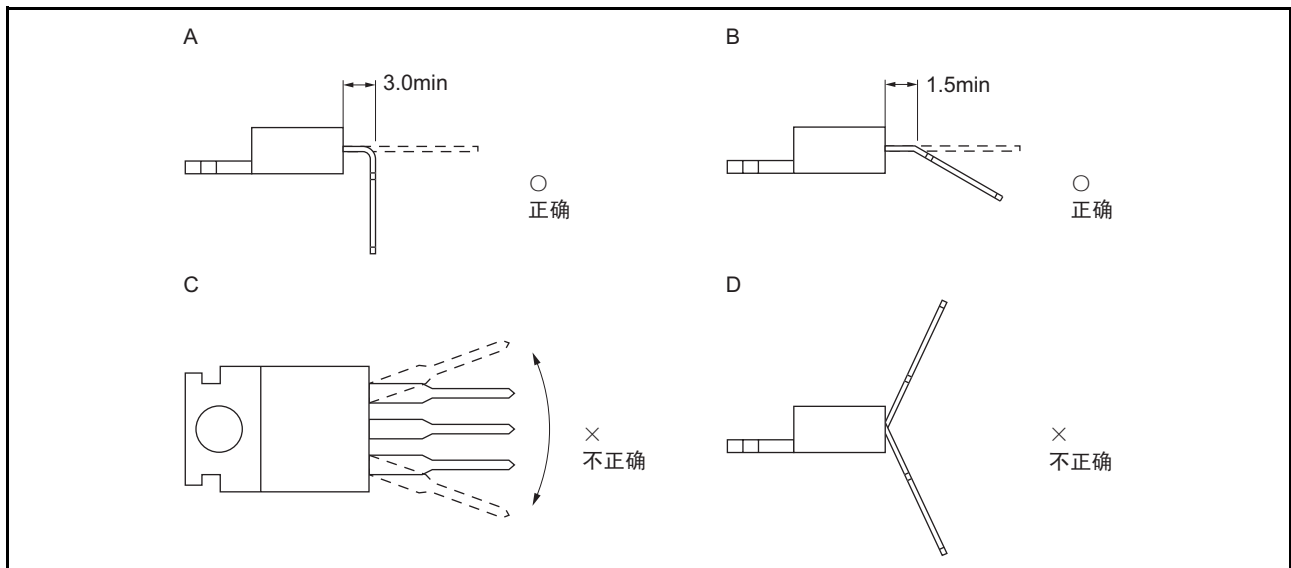
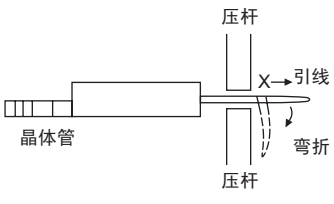


图3 弯折引线的位置和方向

表4 引线成形不良引起的断线

No. 3	事例名称	引线成形不良引起的断线
	器件种类	功率晶体管（TO-220型）
	事例内容	在晶体管的引线成形时，因为没有设置引线压杆机构，所以产生引线松动引起断线不良。 因为压的不充分，所以在弯折引线时，X方向被外加了过大的应力而导致内部接合线的断线。 
	对策	在引线成形时，固定晶体管本体与引线弯折点之间的部分（参照上图）。另外，请参照〔2.1 关于引脚的成形和切断〕。
	分类	操作（引脚的成形/切断）



2.2 关于安装到印刷电路板

必须注意：在将半导体器件安装到印刷电路板上时，不要给引线施加过大的应力。

以下为主要注意事项（参照图4）：

- (1) 印刷电路板的器件安装孔间隔和引线间隔必须一致，以防止在插入时或者插入后对器件施加过大的应力。
- (2) 当器件被插入到印刷电路板时，不能硬拉引线，防止在引脚和外壳之间施加过大的应力。
- (3) 半导体器件和印刷电路板之间必须留出适当的间隔，最好使用垫片等。
- (4) 在器件被固定到印刷电路板后，必须避免在引线和器件本体之间施加应力。例如，如果在将引线焊接到印刷电路板后给器件安装散热板，就有可能因引线长度的偏差而使过大的应力集中到引线，导致引线脱落、封装破损或者断线。对于这种情况，必须在固定器件后焊接引线。
- (5) 进行自动插入、成形时，必须注意2.1项中的注意事项。

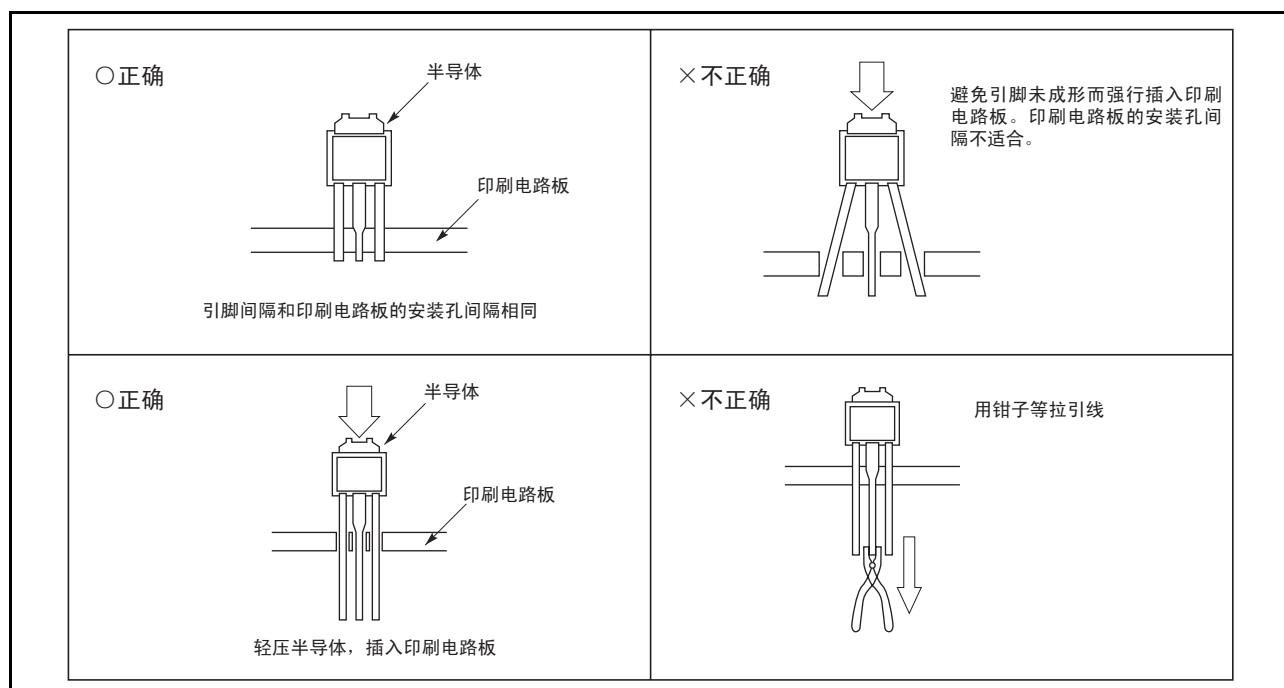


图4 半导体安装到印刷电路板的方法

2.3 关于焊接

半导体器件不宜长时间置于高温状态，在进行焊接时，无论是用烙铁还是用回流法等，都需要以尽可能低的温度和尽可能短的时间进行处理。半导体器件焊锡耐热试验的规格是：在离本体1~1.5mm的状态下，260°C、10秒或者350°C、3秒。在进行焊接作业时，必须注意不能超过此条件。焊接时温度上升的例子如图5所示，该图以小功率塑封功率晶体管在焊接时结温上升的例子。这是在260°C的焊锡槽或350°C的焊锡槽内，按照规定时间加热后测量结温的例子。如果焊接温度高并且时间长，器件的温度就会上升，可能引起老化或者破坏。

如果在焊接时使用强酸性或强碱性的助焊剂，就可能会腐蚀引线或者产生特性上的不良影响，所以推荐使用松香系列的助焊剂。关于烙铁，使用接地烙铁（三线插头），或者用变压器降低电压，最好将烙铁头接地使其不会出现泄漏电流。（参照图6）此外，请尽可能在离开器件本体的位置进行焊接。

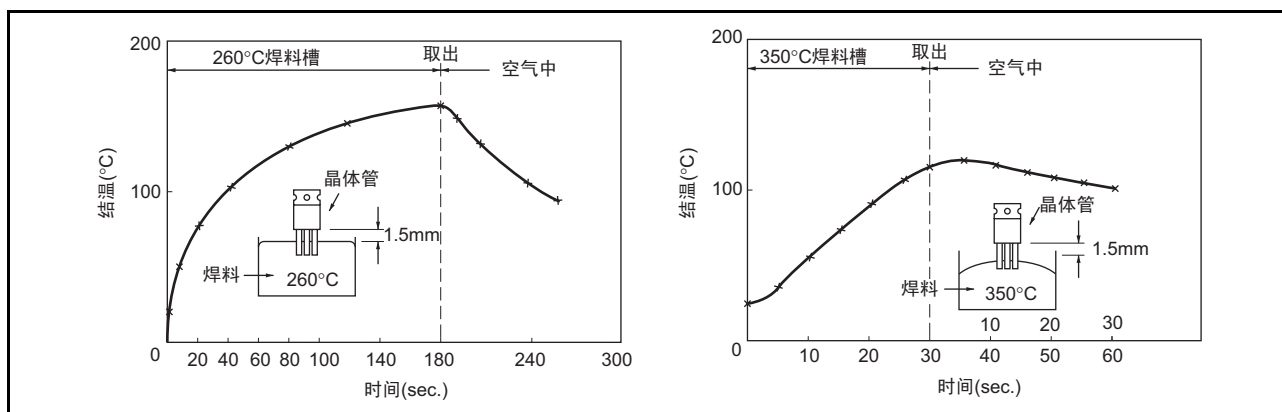


图5 焊接时的结温

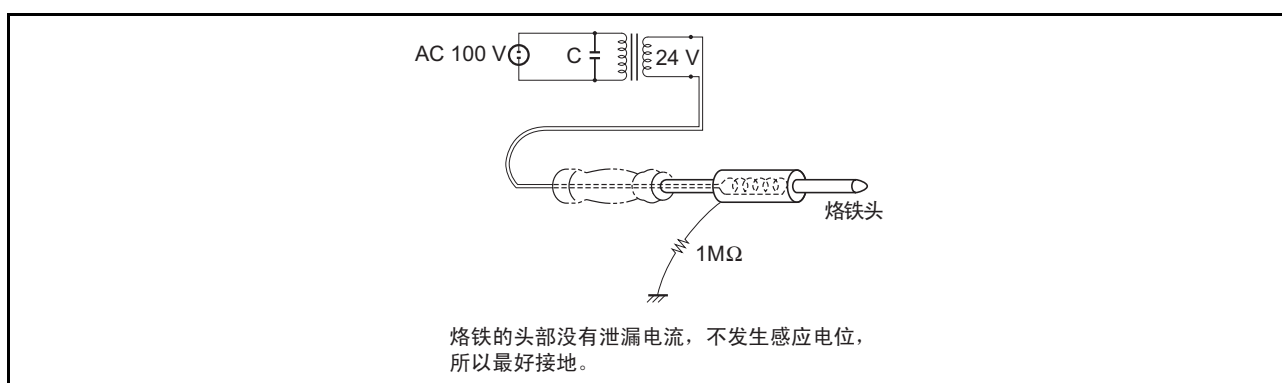


图6 烙铁头的接地

2.4 关于清洗

为确保系统的可靠性，通常焊接时必须进行助焊剂的清洗。在不清洗的情况下会缩短器件的使用寿命。清洗时可使用清洗剂或超声波等。例如，对于塑封型器件，使用氯化物溶剂时会溶解封装材料。此外，如果使用普通溶剂进行长时间或高温清洗，溶剂就会渗透到内部使芯片涂层材料溶胀，因此，对清洗液及清洗条件进行探讨时，必须充分注意以下几点。请避免使用三氯乙烯系列清洗剂。另外，在进行超声波清洗时，可推荐以下条件：

- 频率——28~29kHz（避免器件的共振）
- 超声波输出——15W/l（1次）
- 器件和印刷电路板不能直接接触振动源
- 时间——不超过30秒

清洗剂不恰当的事例如表5所示。



表5 清洗剂引起的问题

No. 4	事例名称	清洗剂引起的问题
	器 件 种 类	功率晶体管（TO-220型）
	事 例 内 容	由于用有机清洗剂长时间清洗塑封型功率晶体管，因此清洗剂渗透到塑料与头部之间，使内部芯片涂层剂溶胀导致断线。
	对 策	
	更改清洗方法（清洗时间不超过30秒）	
	分 类	操作（清洗）

2.5 关于散热板的安装

对于功率器件，为了降低结温，通常使用散热板将热量散发到外部，在散热板上安装半导体器件时可有效散热，而且不失半导体器件的可靠性，使用时必须注意以下事项：

(1) 注意硅脂膏的选择。

为提高器件和散热板之间的热传导性和散热效果，一般在器件和散热板的接触面上，均匀地涂上一层薄的硅脂膏。此时，有些器件会吸收硅脂膏油而使芯片涂层材料产生膨胀。为了避免芯片涂层材料产生膨胀，在选择硅脂膏时，请使用信越化学工业公司生产的 G 746 或类似产品，该类产品以离油度低和与成型树脂的亲性和性低的油脂作为基材。

如果使用其他硅脂膏，有可能无法保证质量。此外，当硅脂膏的稠度比较低（硬）时，有可能在用螺丝固定时产生树脂裂纹。

而且如果涂上过量的硅脂膏，就会对树脂施加过大的应力，所以必须注意。

硅脂膏不恰当的事例如表6所示。

表6 硅脂膏引起的封装材料膨胀

No. 5	事例名称	由硅脂膏引起的封装材料膨胀
	器 件 种 类	功率晶体管（TO-220型）
	事 例 内 容	使用硅脂膏以降低器件与散热板之间的热阻并提高散热效果。由于该硅脂膏中的油脂与封装材料（芯片涂层树脂）为同类物质，亲和性良好，因此发生膨胀导致封装破坏。特别是在硅脂膏使用了二甲基硅油时必须注意。另外，工作时的外加功率也可促使膨胀发生。
	对 策	在进行了芯片涂层的器件中使用硅脂膏时，建议您选用对膨胀问题采取了一定措施的如下产品： 信越化学工业公司生产的 G 746（参照2.5）
	分 类	操作（使用硅脂膏不恰当）



(2) 必须使用最佳的紧固转矩。

紧固转矩太小会导致热阻的增大，紧固转矩太大会导致器件变形、芯片破坏以及集电极引脚折断等故障。因此，作为最佳的紧固转矩，请采用表7范围内的数值。有关热阻和绝缘体厚度及紧固转矩之间的关系请参照图7和图8。

紧固转矩不恰当的事例如表8所示。

表7 典型封装的最佳紧固转矩

封装	最佳紧固转矩(N•m)
TO-220AB	0.4~0.6
TO-3P、TO-3PL	0.6~0.8
TO-220FM、TO-220CFM	0.4~0.6
TO-3PFM	0.4~0.6

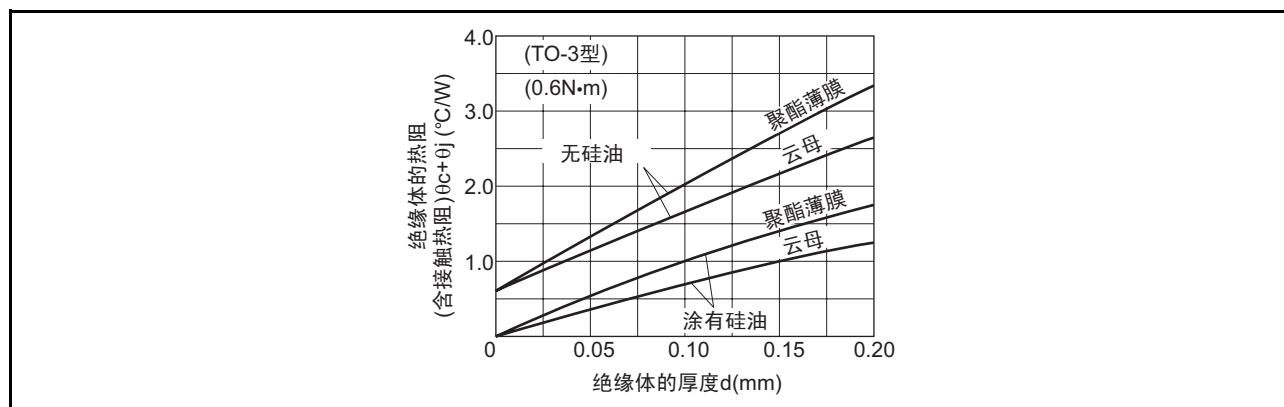


图7 绝缘体厚度和热阻的关系（典型例子）

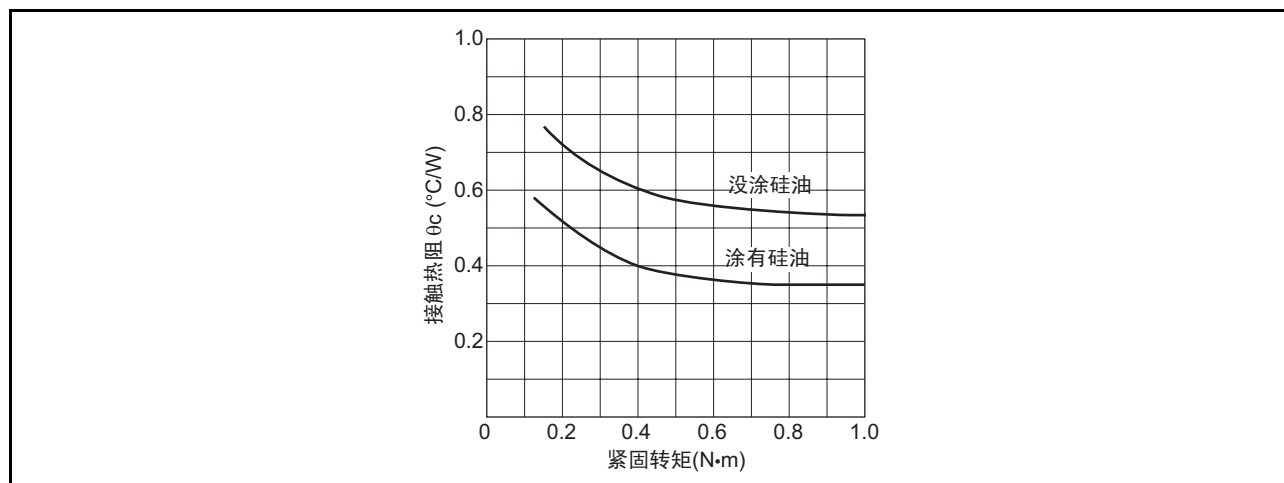


图8 紧固转矩和接触热阻的关系



表8 安装时的封装损坏

No. 6	事件名称	安装时的封装损坏
	器 件 种 类	功率晶体管（TO-220型）
	事 例 内 容	在安装功率晶体管时，空气螺丝刀的转矩超过了1N·m。并且散热板的安装孔太大，因而发生晶体管头部和塑料界面剥离。根据空气螺丝刀种类不同，紧固转矩会产生很大差异。如果转矩超过0.8N·m、散热板的安装孔大于螺丝头的直径、或者散热板安装孔部分的平坦度较差，就会发生晶体管头部的变形或者头部与塑料界面的剥离。
	对 策	紧固转矩必须保持在推荐范围内，TO-220型的推荐范围为0.4~0.6N·m。散热板安装孔部分的平坦度必须在50μm以内，安装孔不能大于螺丝头直径，并使用附属的金属垫圈（YZ033S）。
	分 类	操作（安装）

(3) 散热板平坦度的注意事项。

将器件固定到散热板时，如果散热板不合适，就会影响散热效果，并且因外加过大的应力而引起特性老化或树脂裂纹。因此，关于散热板必须遵守以下几点：

- (a) 在螺孔间隔区间，散热板弯折的凸凹或扭曲幅度不能超过0.05mm。
- (b) 当散热板是铝板、铜板和铁板时，必须在确认没有毛刺后进行螺孔的倒棱处理。
- (c) 必须将散热板和器件的接触面磨光。
- (d) 在晶体管和散热板之间不能夹有锉屑等异物（TO-220FM和TO-3PFM要特别注意，否则会造成绝缘损坏）。

(4) 不能直接焊接器件的散热片。

如果直接焊接器件散热片，外加的热量就会变大，并远远超过器件结温的保证值，从而对器件造成不良影响，导致器件的损坏或使用寿命的大大缩短等。

(5) 不能对封装外加机械应力。

在固定时，如果紧固工具（螺丝刀或夹具等）接触塑封，不仅会使封装产生裂纹，而且也会对内部施加机械应力、加速器件连接部的疲劳，以致产生损坏和断线故障，所以必须特别注意。

(6) 不能在焊接引线后给器件安装散热板。

如果在引线焊接到电路板后给器件安装散热板，就有可能因引线的长短不一或者电路板和散热板尺寸的偏差而使过大的应力集中到引线，导致引线脱落、封装损坏或断线。因此，必须在将器件安装到散热板后焊接引线。

(7) 不能对器件的散热片或封装进行加工或变形处理。

如果对器件的散热片进行切断或变形处理、或者对封装进行加工或变形处理，就会导致热阻增大或者对器件内部施加异常应力而引起故障。



(8) 安装功率器件时，请使用推荐的元件（垫片、垫圈、接线片、螺丝和螺母等）。（参照图9）

(9) 注意使用的螺丝。

给器件安装散热板时所使用的螺丝大致分为小螺丝和自攻螺丝，在使用螺丝时，请注意以下几点：

- (a) 必须使用JIS-B1101所规定的槽头螺丝，如绷头小螺丝或扁头小螺丝等。
- (b) 沉头螺丝会对器件外加异常应力，绝对不能使用（参照图10）。
- (c) 在使用自攻螺丝时，也必须严格遵守上述紧固转矩的相关规定。
- (d) 在使用自攻螺丝时，不能使用比器件安装部的孔径大的自攻螺丝。否则，会使散热板和器件的安装孔产生螺纹而引起故障（特别是在TO-220FM和TO-3PFM中，如果安装孔产生螺纹划痕就会引起该处的绝缘损坏）。

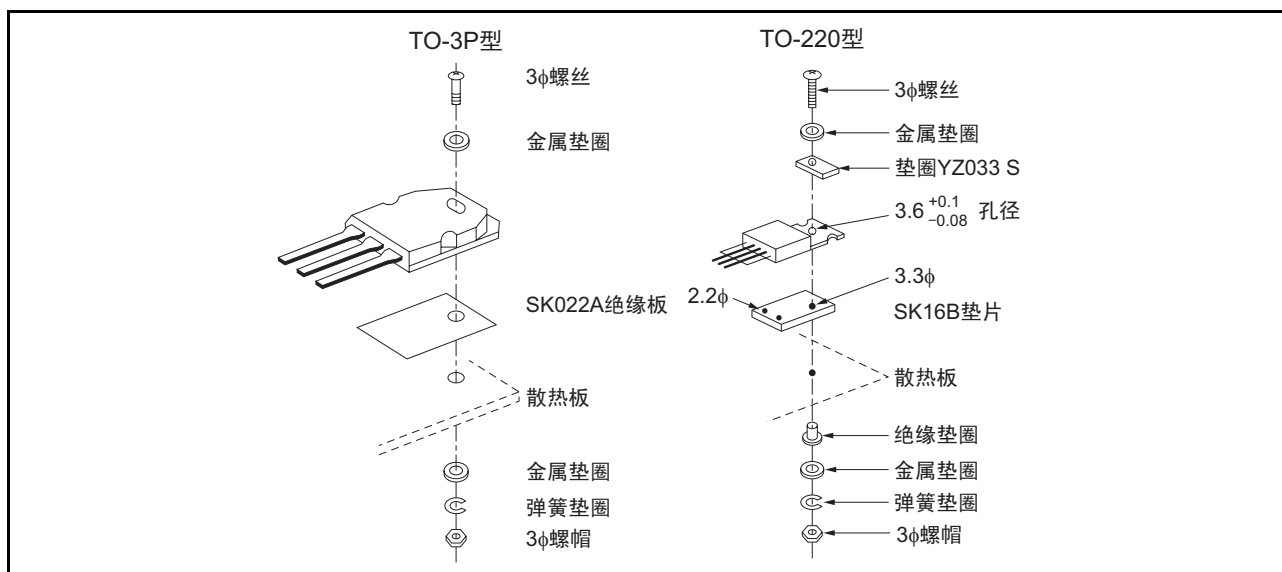
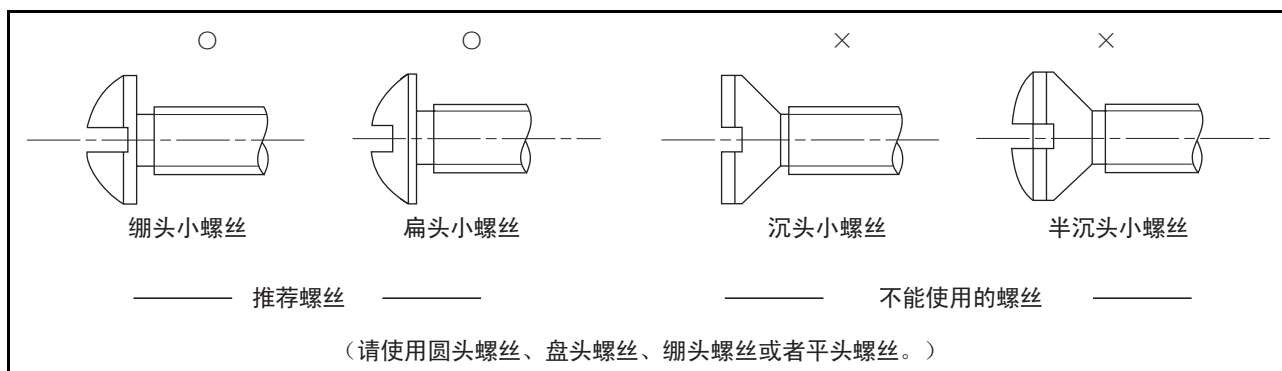


图9 功率晶体管的安装方法例子



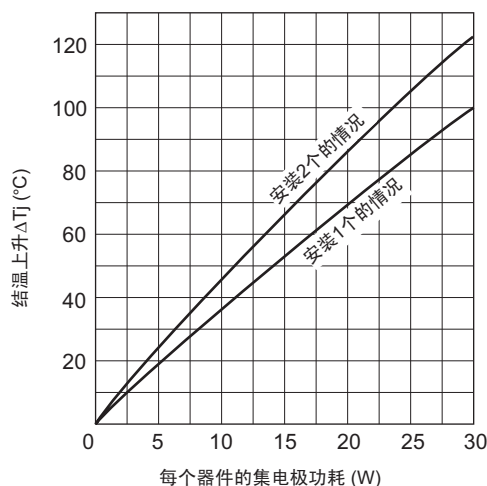


(10) 关于散热板的螺孔必须注意以下几点：

- (a) 螺孔太大时：散热板的孔径和倒棱后的孔径不能大于螺丝头的直径。尤其在将铜板用作凸缘材料的器件（TO-220AB或TO-3P等）中，紧固转矩会使铜板或塑封变形。
- (b) 螺孔太小时：尤其在使用自攻螺丝时，会使紧固转矩增大并超过上述推荐的紧固转矩，或者得不到所要的接触电阻。

(11) 关于安装散热板的其他注意事项和推荐条件

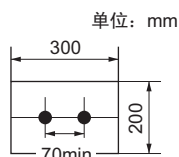
- (a) 如果在1个散热板上安装2个或2个以上的器件，每个器件的热阻就会增大（参照图11）。
- (b) 因散热关系，需要形状和大小都合适的散热板。此外，请根据需要进行强制风冷等散热方式（参照图12、图13）。



【注】(1) 散热板300×200×1.5mm铝板

(2) 安装方法

(a) 位置（右图）



(b) 紧固转矩0.9N·m

(c) 不使用聚酯薄膜而在接触面涂上硅油

(d) 自然对流，水平位置

图11 1个散热板上安装2个器件的情况

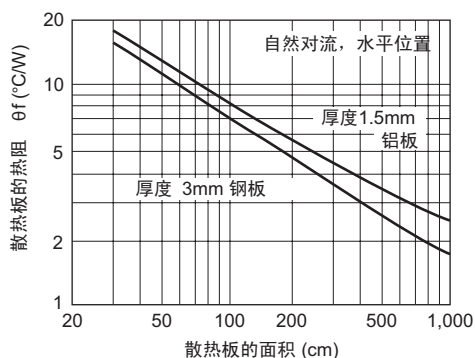


图12 散热板面积与热阻的关系

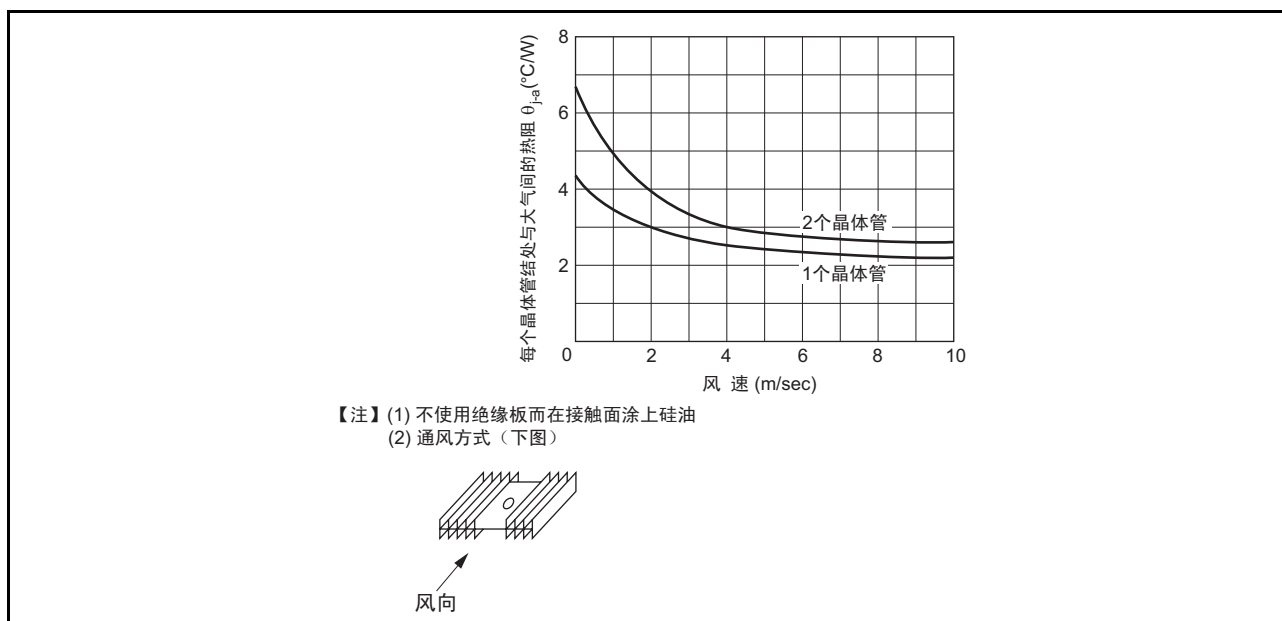


图13 强制风冷时的热阻

2.6 关于元件配置

半导体器件的可靠性和特性受使用环境条件的影响，因此，为保证较高的可靠性，必须对使用温度条件、散热条件和系统内半导体器件的安装配置充分进行研究。

作为安装配置不恰当的实例，请注意以下几点：

- (1) 在半导体器件附近配置有大型电阻器等发热源，对半导体器件的散热板进行加热，或直接加热半导体器件时，有可能因异常的加热导致可靠性降低。
因此，这种情况下必须考虑配置通风设备（参照表9）。
- (2) 设备内的高压电路附近或设备下面的角落极易积累灰尘，在这些地方安装的半导体器件由于灰尘附着会产生绝缘老化或误动作。作为对策，采用具有防水性的树脂对印刷电路板及半导体器件进行表面涂层处理（参照表10）。

为确保并提高系统的可靠性，非常有效的方法是在电路板上进行表面涂层。

该处理可有效防止如下问题的发生：在电路板布线/半导体的引脚之间，因导电性异物（焊锡渣、电镀渣等）引起短路而产生的误动作或灰尘的积累，在吸湿时产生的噪声，因泄漏电流过大而产生的问题，或在结露环境下因金属移动（Ag移动）产生的故障等。

在高湿、结露或有灰尘积累的不良环境下，或在需要长期免费维修才能保证可靠性的系统中，电路板表面涂层是确保可靠性的重要方法。

- (3) 在使用高电压或高频设备时，请注意，因布线的束线及绕线方法会产生电涌电压，可能会导致半导体器件的损坏。详细内容请参照「3.2 噪声、电涌电压对策」。
- (4) 在印刷电路上备有测试引脚，用于确认器件的工作状态。在维修检查时，请在没有错误外加异常电压的地方布线。



表9 温度上升引起的特性不良

No. 8	事件名称	温度上升引起的特性不良
	器件种类	晶体管
	事例内容	由于晶体管位于热源的正上方，随温度上升而产生工作点的波动。因此，使设备产生误动作。
	对策	将晶体管安装在远离热源的位置，使其能有效散热。
	分类	操作（元件配置）

表10 安装和使用环境不良引起的噪声

No. 9	事例名称	安装和使用环境不良引起的噪声
	器件种类	小信号晶体管
	事例内容	音频放大器一段差动放大器的晶体管外壳上附着了灰尘，引起引脚间的绝缘不良现象，并产生噪声。 晶体管安装在较容易积累灰尘的地方。
	对策	(1) 安装在灰尘较少的地方。 (2) 对电路板进行涂层处理。
	分类	操作（元件配置）

3. 电路安装时的注意事项

在进行电路的可靠性设计时，应以满足初始规格为基础，同时也必须考虑到减额的适用和特性改变等情况，从而为设计留有灵活的余地。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、安全工作区域（ASO）、反偏压、回扫脉冲、静电和脉冲应力等。

3.1 整体注意事项

若要达到系统所规定的可靠度，重要的是，必须在产品目录中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，以避免在半导体器件附近产生高温。
- (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) 请避免因不需要的噪声而对输入、输出和电源引脚等外加或者引起过电压。并注意强电磁波等。



- (4) 请避免在使用中发生静电等现象。
 - (5) 使用高速工作的器件时，由于结构精细，必须在输入部位设置保护电路等，或避免外加静电脉冲。
 - (6) 在接通/断开电源等情况下，请避免外加不平衡的电压。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，就会增加过大的应力。
- 关于主要事项采用如下几个例子进行说明。

3.2 噪声、电涌电压对策

电涌电压、静电和噪声等问题，是所有半导体器件的共同问题，必须采取对策消除发生源或减缓其程度。

在进行电子设备的设计时，通常对工业用电源会预计 10% 左右的增幅或减幅。但是，如果在周围使用产生电涌电压的机器设备等，就会因电源电压的改变而出现故障或者误动作。这是由重叠在电源线上的电涌引起的，当产生雷电等时，也能引发脉冲状的电涌。对于上述情况，如果在 AC 线一侧放入图 14 所示的滤波器，就可以起到减缓的作用。即使电涌或静电没有间接从 AC 线进入，也可能会直接外加到电路板内部的元件或半导体器件上，此时，必须采取屏蔽等措施。另外，屏蔽的对地阻抗必须要低，否则就没有效果。

当静电和电涌脉冲等作为噪声可能直接外加的情况下，可插入如图 15 所示的保护电路（特殊例子）。 $Ri \times Ci$ 的时间常数应设定在不影响工作、便于电涌脉冲等吸收的范围内。

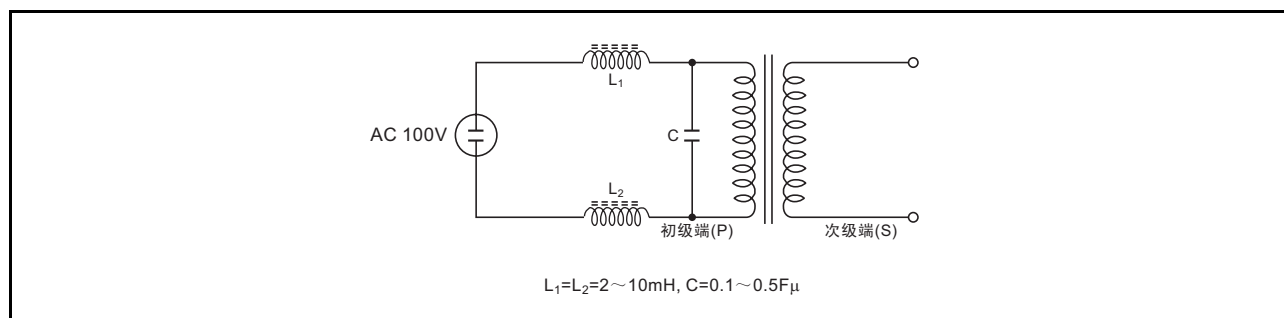


图 14 电涌吸收的电路例子

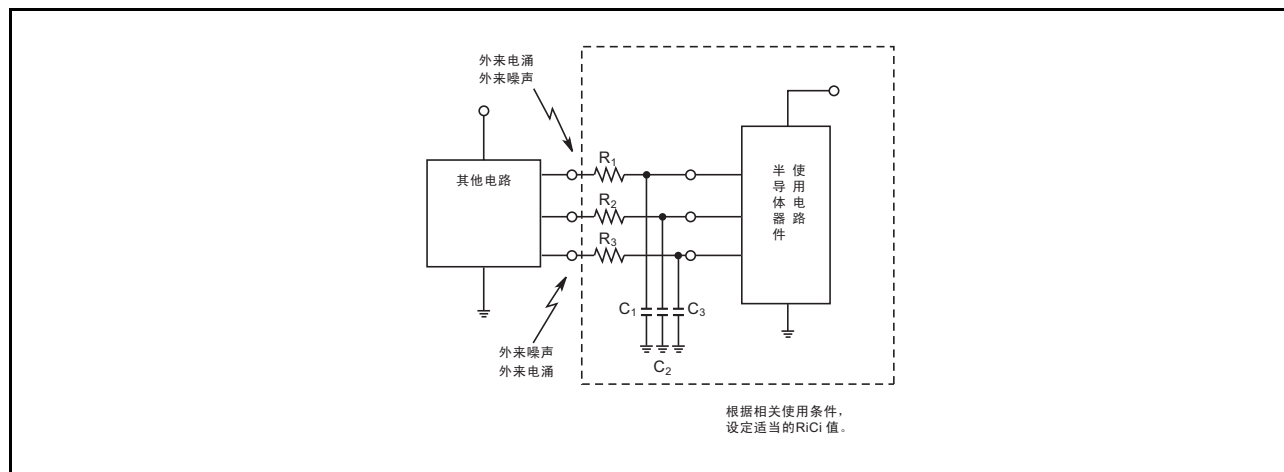


图 15 电涌保护的电路例子



表 11 电涌电压产生的破坏

No. 10	事例名称	电涌电压产生的破坏
	器件种类	晶体管
	事例内容	在设备组装工艺中，晶体管的发射极/基极之间产生了短路现象。这是由于高压电路的高电压放电使得晶体管的引脚受到感应，从而造成电涌破坏。
	对策	(1) 放入串联电阻或由C、R构成的保护电路，用于吸收电涌电压。 (2) 采取高电压电路的绝缘对策。 (3) 设置高电压旁路电路。
	分类	电路安装（电涌对策）

表 12 强磁场的晶体管损坏

No. 11	事例名称	关于强磁场的晶体管损坏
	器件种类	晶体管
	事例内容	在用于控制电路的晶体管中，因为信号线引起噪声，而在集电器与发射极之间产生短路现象。由于使用环境是产生强磁场的地方，并且信号线延伸较长，因此会诱导噪声，从而使噪声防止对策得不到充分发挥。
	对策	(1) 在基极/发射极之间放入电容器。 (2) 对于穿过强磁场的信号线，实施屏蔽等防止对策。
	分类	电路安装（噪声）

3.3 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，而常常因用途而异，但关于重要的参数，在设计时，必须预计初始特性的容限，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茂鈿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。关于参数的改变，因为在实际应用状态下，几乎看不到参数的改变，所以，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，希望能够在考虑故障判定标准值的基础上进行设计。



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？

4. 半导体器件的可靠性试验及故障判定标准例子

为确认半导体器件的可靠性，根据试验目的不同进行的可靠性试验方法多种多样。实施可靠性试验时，必须首先确定何谓故障（故障判定标准的设定）。

操作方法和对离散产品的故障判定标准如下所述。

4.1 可靠性试验方法

- (1) 可靠性试验必须根据其对象、产品用途和试验目的等，选择恰当的试验方法、试验条件，并进行判定标准的设定。即，试验计划因试验目的而不同，既有以测试限度为目的的实验，也有以评价产品是否符合标准为目的的试验。另外，需要考虑作为故障模式的对象、器件结构、生产工艺及使用条件等环境因素（即应力）的选择。应力有单一情况和复合情况。
外加复合应力时，必须考虑实际的使用环境。
在上述情况为前提进行可靠性试验时，得出恰当的预测结果和有助于提高器件的可靠性最为重要。因此必须不断积累可靠性试验中的实际成果，并根据故障分析进行反馈。
- (2) 另一方面，最好在实际应用的状态下进行可靠性试验，但大多数情况下，难以在有限的时间和成本内获得正确且详细的信息。因此请尽可能在模拟实际应用的状态下进行试验。
此时，通常选择不会造成损坏的应力条件作为应力强度，也有特意外加可造成损坏的应力条件，以便早期发现故障，并进行故障分析。
另外，在可靠性试验中，需要采取标准的试验方法，以保证其再现性。JEITA、JIS、IEC和MIL等标准都规定有这些试验方法，其例子如表13所示，离散产品的可靠性试验例子如表14所示，故障判定标准的例子如表15所示。

表13 典型可靠性试验标准

JEITA (Japan Electronics and Information Technology industries Association) 标准
JEITA ED-4701: 半导体器件的环境及耐久性试验方法
JIS (Japanese Industrial Standard) 标准
JIS C60068: 环境试验方法
IEC (International Electrotechnical Commission) 标准
IEC-60068: 环境试验方法
IEC-60749: 半导体器件的机械试验方法及环境试验方法
MIL (美国 Military Standard) 标准
MIL-STD-202F: 电子元件、电气元件的试验方法
MIL-STD-750C: 个别半导体器件的试验方法
MIL-STD-883D: 微电子器件试验方法



表 14 2SK1170 的试验结果例子

分类	试验项目	试验条件	不良数/试料数
机械试验	自由落下试验	h=75cm 枫板上 3次	0/1152
	振动疲劳试验	f=60Hz、196m/s ² 、32h/XYZ 方向	0/22
	恒定加速度试验	196000m/s ² 、1min/XYZ 方向	0/22
	下落冲击试验	14700m/s ² 、0.5ms 3次/XYZ 方向	0/22
	引脚强度试验 1	载重 0.25N、拉伸 30sec	0/22
	引脚强度试验 2	载重 1.0N、单侧 90 度弯折 2 次	0/22
环境试验	温度循环	Ta=-55°C ~ 150°C、10 周期	0/1152
	焊锡耐热试验	Ta=260°C、10sec 引脚浸渍	0/22
	可钎焊性	T=230±5°C、5sec 至少 95% 的浸润性	0/22
	温度循环寿命	Ta=-55°C ~ 150°C、200 周期	0/22
	P·C·T	Ta=121°C、96h	0/22
寿命试验	高温放置	Ta=150°C、1000h	0/22
	低温放置	Ta=-55°C、1000h	0/22
	高温反向偏压	Ta=150°C V _{DSS} =500V、1000h	0/22
	高温高湿放置	Ta=85°C、RH=85%、1000h	0/22
	高温高湿反向偏压	Ta=85°C、RH=85% V _{DSS} =500V、1000h	0/22
	间歇工作试验	ΔTc=90°C、10000 周期	0/22

表 15 离散产品的可靠性试验故障判定标准例子

项目		故障判定标准 (注)		单位	备注
		下段	上段		
电特性	耐压	L×0.8	—	V	
	泄漏电流	—	U×2	μA	
	y _{fs} h _{FE} 变化率	-30	+30	%	
	V _{DS(on)} V _{CE(sat)} 、V _{BE(sat)}	—	U×1.2	V	
	V _{th}	L×0.8	U×1.2	V	
	断线、短路	断线、半断线、短路， 半短路 (包含高低温问题)。		—	
外观/其他	密封泄漏	大泄漏、小泄漏		—	应用于密封器件
	外观	根据限量样品		—	
	生锈、变色	根据限量样品		—	
	可钎焊性	根据限量样品		—	
	标识	根据限量样品		—	

【注】U: 初期规格最大值

L: 初期规格最小值



Notes regarding these materials

1. This document is provided for reference purposes only so that Mos-tech customers may select the appropriate Mos-tech products for their use. Mos-tech neither makes warranties or representations with respect to the accuracy or completeness of the information contained in this document nor grants any license to any intellectual property rights or any other rights of Mos-tech or any third party with respect to the information in this document.
2. Mos-tech shall have no liability for damages or infringement of any intellectual property or other rights arising out of the use of any information in this document, including, but not limited to, product data, diagrams, charts, programs, algorithms, and application circuit examples.
3. You should not use the products or the technology described in this document for the purpose of military applications such as the development of weapons of mass destruction or for the purpose of any other military use. When exporting the products or technology described herein, you should follow the applicable export control laws and regulations, and procedures required by such laws and regulations.
4. All information included in this document such as product data, diagrams, charts, programs, algorithms, and application circuit examples, is current as of the date this document is issued. Such information, however, is subject to change without any prior notice. Before purchasing or using any Mos-tech products listed in this document, please confirm the latest product information with a Mos-tech sales office. Also, please pay regular and careful attention to additional and different information to be disclosed by Mos-tech such as that disclosed through our website. (<http://www.mtsemi.com>)
5. Mos-tech has used reasonable care in compiling the information included in this document, but Mos-tech assumes no liability whatsoever for any damages incurred as a result of errors or omissions in the information included in this document.
6. When using or otherwise relying on the information in this document, you should evaluate the information in light of the total system before deciding about the applicability of such information to the intended application. Mos-tech makes no representations, warranties or guaranties regarding the suitability of its products for any particular application and specifically disclaims any liability arising out of the application and use of the information in this document or Mos-tech products.
7. With the exception of products specified by Mos-tech as suitable for automobile applications, Mos-tech products are not designed, manufactured or tested for applications or otherwise in systems the failure or malfunction of which may cause a direct threat to human life or create a risk of human injury or which require especially high quality and reliability such as safety systems, or equipment or systems for transportation and traffic, healthcare, combustion control, aerospace and aeronautics, nuclear power, or undersea communication transmission. If you are considering the use of our products for such purposes, please contact a Mos-tech sales office beforehand. Mos-tech shall have no liability for damages arising out of the uses set forth above.
8. Notwithstanding the preceding paragraph, you should not use Mos-tech products for the purposes listed below:
 - (1) artificial life support devices or systems
 - (2) surgical implantations
 - (3) healthcare intervention (e.g., excision, administration of medication, etc.)
 - (4) any other purposes that pose a direct threat to human lifeMos-tech shall have no liability for damages arising out of the uses set forth in the above and purchasers who elect to use Mos-tech products in any of the foregoing applications shall indemnify and hold harmless Mos-tech Technology Corp., its affiliated companies and their officers, directors, and employees against any and all damages arising out of such applications.
9. You should use the products described herein within the range specified by Mos-tech, especially with respect to the maximum rating, operating supply voltage range, movement power voltage range, heat radiation characteristics, installation and other product characteristics. Mos-tech shall have no liability for malfunctions or damages arising out of the use of Mos-tech products beyond such specified ranges.
10. Although Mos-tech endeavors to improve the quality and reliability of its products, IC products have specific characteristics such as the occurrence of failure at a certain rate and malfunctions under certain use conditions. Please be sure to implement safety measures to guard against the possibility of physical injury, and injury or damage caused by fire in the event of the failure of a Mos-tech product, such as safety design for hardware and software including but not limited to redundancy, fire control and malfunction prevention, appropriate treatment for aging degradation or any other applicable measures. Among others, since the evaluation of microcomputer software alone is very difficult, please evaluate the safety of the final products or system manufactured by you.
11. In case Mos-tech products listed in this document are detached from the products to which the Mos-tech products are attached or affixed, the risk of accident such as swallowing by infants and small children is very high. You should implement safety measures so that Mos-tech products may not be easily detached from your products. Mos-tech shall have no liability for damages arising out of such detachment.
12. This document may not be reproduced or duplicated, in any form, in whole or in part, without prior written approval from Mos-tech.
13. Please contact a Mos-tech sales office if you have any questions regarding the information contained in this document, Mos-tech semiconductor products, or if you have any other inquiries.



注意

本文只是参考译文，前页所载英文版“Cautions”具有正式效力。

关于利用本资料时的注意事项

1. 本资料是为了让用户根据用途选择合适的本公司产品的参考资料，对于本资料中所记载的技术信息，并非意味着对本公司或者第三者的知识产权及其他权利做出保证或对实施权力进行的承诺。
2. 对于因使用本资料所记载的产品数据、图、表、程序、算法及其他应用电路例而引起的损害或者对第三者的知识产权及其他权利造成侵犯，本公司不承担任何责任。
3. 不能将本资料所记载的产品和技术用于大规模破坏性武器的开发等目的、军事目的或其他的军需用途方面。另外，在出口时必须遵守中国的《外汇及外国贸易法》及其他出口的相关法令并履行这些法令中规定的必要手续。
4. 本资料所记载的产品数据、图、表、程序、算法以及其他应用电路例等所有信息均为本资料发行时的内容，本公司有可能在未做事先通知的情况下，对本资料所记载的产品或者产品规格进行更改。所以在购买和使用本公司的半导体产品之前，请事先向本公司的营业窗口确认最新的信息并经常留意本公司通过公司主页 (<http://www.mtsemi.com>) 等公开的最新信息。
5. 对于本资料中所记载的信息，制作时我们尽力保证出版时的精确性，但不承担因本资料的叙述不当而致使顾客遭受损失等的任何相关责任。
6. 在使用本资料所记载的产品数据、图、表等所示的技术内容、程序、算法及其他应用电路例时，不仅要对所使用的技术信息进行单独评价，还要对整个系统进行充分的评价。请顾客自行负责，进行是否适用的判断。本公司对于是否适用不负任何责任。
7. 本资料中所记载的产品并非针对万一出现故障或是错误运行就会威胁到人的生命或给人体带来危害的机器、系统(如各种安全装置或者运输交通用的、医疗、燃烧控制、航天器械、核能、海底中继用的机器和系统等)而设计和制造的，特别是对于品质和可靠性要求极高的机器和系统等(将本公司指定用于汽车方面的产品用于汽车时除外)。如果要用于上述的目的，请务必事先向本公司的营业窗口咨询。另外，对于用于上述目的而造成的损失等，本公司概不负责。
8. 除上述第7项内容外，不能将本资料中记载的产品用于以下用途。如果用于以下用途而造成的损失，本公司概不负责。
 - 1) 生命维持装置。
 - 2) 植埋于人体使用的装置。
 - 3) 用于治疗(切除患部、给药等)的装置。
 - 4) 其他直接影响到人的生命的装置。
9. 在使用本资料所记载的产品时，对于最大额定值、工作电源电压的范围、放热特性、安装条件及其他条件请在本公司规定的保证范围内使用。如果超出了本公司规定的保证范围使用时，对于由此而造成的故障和出现的事，本公司将不承担任何责任。
10. 本公司一直致力于提高产品的质量和可靠性，但一般来说，半导体产品总会以一定的概率发生故障、或者由于使用条件不同而出现错误运行等。为了避免因本公司的产品发生故障或者错误运行而导致人身事故和火灾或造成社会性的损失，希望客户能自行负责进行冗余设计、采取延烧对策及进行防止错误运行等的安全设计(包括硬件和软件两方面的设计)以及老化处理等，这是作为机器和系统的出厂保证。特别是单片机的软件，由于单独进行验证很困难，所以要求在顾客制造的最终的机器及系统上进行安全检验工作。
11. 如果把本资料所记载的产品从其载体设备上卸下，有可能造成婴儿误吞的危险。顾客在将本公司产品安装到顾客的设备上时，请顾客自行负责将本公司产品设置为不容易剥落的安全设计。如果从顾客的设备上剥落而造成事故时，本公司将不承担任何责任。
12. 在未得到本公司的事先书面认可时，不可将本资料的一部分或者全部转载或者复制。
13. 如果需要了解关于本资料的详细内容，或者有其他关心的问题，请向本公司的营业窗口咨询。

Keep safety first in your circuit designs!

1. MOS-TECH Semiconductor Corp. puts the maximum effort into making semiconductor products better and more reliable, but there is always the possibility that trouble may occur with them. Trouble with semiconductors may lead to personal injury, fire or property damage. Remember to give due consideration to safety when making your circuit designs, with appropriate measures such as (i) placement of substitutive, auxiliary circuits, (ii) use of nonflammable material or (iii) prevention against any malfunction or mishap.