

半导体器件的选择

作者：无锡固电半导体股份有限公司 ISC 技术部，保留一切版权，任何人和公司不得转载

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）作一下说明。

一 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(SOA)、负载轨迹、峰值电压和电流。

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. 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

减额要素		晶体管	二极管
温度	结温	$T_j \leq 60^\circ\text{C}$	同左
	器件环境温度	$T_a = 0 \sim 45^\circ\text{C}$	同左
	其他	功耗、环境温度、散热条件 $T_j = P_D \times R_{\theta JA} + T_a$	
湿度	相对湿度	$RH = 40 \sim 60\%$	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 $\times 0.8$ 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	$I_c \times 0.5$ 或 0.5 以下	同左
	峰值电流	$I_c(\text{peak}) \times 0.8$ 或 0.8 以下	$I_F(\text{peak}) \times 0.8$ 或 0.8 以下
功率	平均功率	最大额定值 $\times 0.5$ 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	$\leq I_c(\text{peak})$	$\leq I_F(\text{peak})$

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，为提高可靠性，减额可设定为上述的平均值。

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 超过最大额定值时的 hFE 下降

NO.1	事例名称	超过最大额定值时的 hFE 下降
	器件种类	晶体管
	事例内容	<p>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电压。因为此电压为大于最大额定值的电压，所以低电流 hFE 就会下降，如图所示。右上图电路中 V_{CC} 为参数，hFE 的变化如图所示。右上图电路中 V_{CC} 为参数，hFE 的变化率如右下图所示。</p>
	对策	<ol style="list-style-type: none"> (1) 防止发生故障（降低 V_{CC} 的电压）。 (2) 使用耐高压的发射极/基极器件。 (3) 对 hFE 的电路容限进行设计。
分类	最大额定值	

表 3 反复开关造成的短路

NO.2	事例名称	反复开关造成的短路
	器件种类	功率晶体管
	事例内容	<p>电源中晶体管每天约工作 20 小时，开关次数约为 150 次/天。1~2 年后，就会发生集电极-发射极短路现象。开关功率过大，使结温差达 90℃。而一年相当于反复开关 5 万次</p>
	对策	<p>对开关功率循环应采取降额措施。将结温降到 50℃ 以下，以保证不超过最大规定结温。此外，在可能的情况下，设计系统时，应尽可能减少反复开关的次数</p>
分类	降额	

二 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。

目前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），半包封的外型散热性能要高于全包封的散热性能：

半包封性外型：TO-3 > MT-200 > TO-3PL > TO-3PN > TO-220 > TO-263 > TO-126 > TO-251 > TO-252；

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

不同的封装外型在安装性、便利性、绝缘性、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缺点。

（本公司 ISC 保留一切版权、著作权，任何个人和组织未经本公司书面同意，不得非法转载、复制、发表部分或全部内容。）