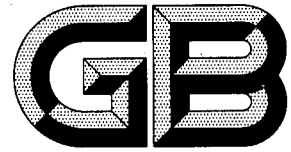


ICS 31.080  
L 40



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 4937—1995  
idt IEC 749:1995

---

## 半导体器件机械和气候试验方法

Mechanical and climatic test methods for  
semiconductor devices

1995-12-22 发布

1996-08-01 实施

---

国家技术监督局 发布

## 目 次

前言 .....	Ⅲ
IEC 前言 .....	Ⅳ
第 I 篇 总则 .....	1
1 范围和用途 .....	1
2 目的 .....	1
3 术语、定义和文字符号 .....	1
4 标准大气条件 .....	1
5 外观检查和尺寸检验 .....	2
6 电测量 .....	3
第 II 篇 机械试验方法 .....	3
1 引出端强度 .....	3
2 锡焊 .....	4
3 正弦振动 .....	10
4 冲击 .....	10
5 恒定加速度 .....	11
6 键合强度试验 .....	11
7 芯片剪切强度试验 .....	16
第 III 篇 气候试验方法 .....	17
1 温度变化 .....	18
2 贮存(在高温下) .....	18
3 低气压 .....	18
4 循环湿热 .....	19
5 稳态湿热 .....	19
6 温度/湿度组合循环试验 .....	22
7 密封 .....	23
8 盐雾 .....	27
9 热间断试验 .....	27
10 质谱法测量内部水汽含量 .....	28
第 IV 篇 其他试验方法 .....	29
1 塑料封装器件的易燃性试验 .....	29
2 标志的耐久性 .....	30

## 前 言

本标准是根据电工委员会 IEC 749:1984《半导体器件机械和气候试验方法》、IEC 749:1991-11 和 IEC 749:1993-09 修改单对 GB 4937—85 进行修订。修订的标准与 IEC 749 标准等同。

该标准内容较多,因此在标准文本前面增加了目次,便于查阅。

本标准中章、条、图号和表格与 IEC 标准等同,便于和国际标准接轨。

本标准由中华人民共和国电子工业部提出。

本标准由全国半导体器件标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:上海市电子仪表标准计量测试所、中国电子技术标准化研究所。

本标准主要起草人:倪月琴、王长福。

## IEC 前 言

IEC 749:1991 修改单由 IEC TC47 半导体器件技术委员会和 TC 47A 集成电路分会制定。

本修改单的文本以下列文件为依据：

六月法	表决报告	二月法	表决报告
47(C0)1054	47(C0)1135	47(C0)1182	47(C0)1218
47(C0)1084	47(C0)1175		
47/47A(C0) 1169/224	47/47A(C0) 1289/201		
47(C0)1170	47(C0)1283		
47(C0)1186	47(C0)1272		

本修改单认可的所有表决资料可在上表所列的表决报告中找到。IEC 749:1993 修改单由 IEC 中 TC47:半导体器件技术委员会制定。

删除	表决报告
47(C0)1252	47(C0)1333
47(C0)1314	47(C0)1343
47(C0)1316	47(C0)1348

本修改单认可的所有表决资料可在上表所列的表决报告中找到。

# 中华人民共和国国家标准

## 半导体器件机械和气候试验方法

Mechanical and climatic  
test methods for semiconductor devices

GB/T 4937—1995  
idt IEC 749:1984

代替 GB 4937—86

### 第 1 篇 总 则

#### 1 范围和用途

本标准列出了适用于半导体器件(分立器件和集成电路)的试验方法。使用时可从中进行选择。对于非空腔器件,可以要求补充的试验方法。

注:非空腔器件是指器件结构中封装材料与管芯的所有暴露表面紧密接触且没有任何空间的器件。

本标准已尽可能考虑了 IEC 68《基本环境试验规程》。

#### 2 目的

确定统一的优选试验方法及应力等级的优选值,以便评价半导体器件的环境性能。

如本标准与有关规范相抵触时,应以有关规范为准。

#### 3 术语、定义和文字符号

引用下列标准:

GB 2421—89 电工电子产品基本环境试验规程 总则

GB 2423 电工电子产品基本环境试验规程 试验方法

GB 2424 电工电子产品基本环境试验规程 导则

GB 5169.5—82 电工电子产品着火危险试验 针焰试验方法

IEC 747 半导体器件 分立器件和集成电路

IEC 748 半导体器件 集成电路

#### 4 标准大气条件

引用:GB 2421 电工电子产品基本环境试验规程 总则;

除非另有规定,所有试验和恢复应在 GB 2421—89 中 5.3 和 5.4 规定的标准大气条件下进行。其条件是:

温度:15℃~35℃

相对湿度:45%~75%(适用时);

气压:86 kPa~106 kPa(860 mbar~1 060 mbar)。

所有的电测量以及测量之前的恢复应在下列大气条件下进行:

温度:25℃±5℃

相对湿度:45%~75%(适用时);

气压:86 kPa~106 kPa(860 mbar~1 060 mbar)。

基准试验应在下列标准大气条件下进行:

温度:25℃±1℃

相对湿度:48%~52%;

气压:86 kPa~106 kPa(860 mbar~1 060 mbar)。

在进行测量之前,应使样品贮存直到温度平衡为止。测量过程中的环境温度应在试验报告中加以说明。

在测量过程中,样品不应受到气流、光照或可能引起误差的其他影响。

## 5 外观检查和尺寸检验

### 5.1 外观检查

#### 5.1.1 目的

验证材料的物理性能,器件的设计、结构、标志和工艺与适用详细规范的要求。

#### 5.1.2 范围

本试验适用于器件制造商的出厂检验或用户的进厂检验,光电器件的光学系统附加要求必须在适用处加以说明。

#### 5.1.3 定义

缺损:包封材料中由无意损坏产生的凹坑。

#### 5.1.4 试验设备

本试验使用的设备应能证实器件是否符合要求,该设备可以放大3~10倍,而且有相当大的视场。例如:带照明的圆形放大镜。

#### 5.1.5 试验方法

根据适用规范和5.1.6中列出的判据要求,应放大3~10倍(除非另有规定)视野能看见整个器件的条件下对器件进行检查。若怀疑器件附着外来物时,可用流速最大为27 m/s的清洁过滤空气(抽气或吹气)处理(若器件对静电敏感时,则用离子化空气)。

#### 5.1.6 失效判据

如果器件出现以下任一情况,则判为不合格。

5.1.6.1 器件型号、引出端标识、标志(内容、位置和清晰度)、材料、结构和工艺不符合适用的规范要求。

5.1.6.2 由于制造、操作或试验中所引起的缺陷或损坏;

a) 包封中的损坏,凹坑或裂纹。包封表面的裂纹、划伤、缝隙、气泡不应构成失效,除非这些缺陷影响包封性能或与本方法其他判据如标志、涂层等相违背。

b) 表面有线度大于1.5 mm或深度超过0.2 mm的缺损。除非另有规定,例如对超小型包封。

c) 缺损使密封玻璃(缺损前此部份不暴露)或设计上不应暴露的内部材料(诸如引线架或导电层)暴露。

5.1.6.3 可见的腐蚀、污染或破损的迹象,引线折断,密封破裂(玻璃弯月形除外),电镀层的剥落,起皮气泡等缺陷。电镀层退色不应构成失效,除非有起皮、针孔或腐蚀的迹象。对非常小的管壳在有关规范中可规定更严格的要求。

5.1.6.4 引线未对准或改变了原来的正常位置,或引线有急弯或未加规定的弯曲。带状引线,对正常引线平面有扭曲。

5.1.6.5 引线上沾有诸如漆或其他粘合物之类的无关材料。

5.1.7 有关规范应给出的内容

下列细节在适用的文件中规定:

- a) 标志和引出端或管脚标识要求(见 5.1.6.1);
- b) 详细的外观要求在图上规定;
- c) 缺损尺寸,若不同于 5.1.6.2 b)的规定。

## 5.2 尺寸检验

有关规范所给出的尺寸必须检验。

## 6 电测量

6.1 对于环境试验而言,应从 IEC 747 或 IEC 748 有关“接收和可靠性”章节中选择要检查的特性;各种器件类别均规定了需检查的特性。

6.2 测量条件:见 IEC 747 或 IEC 748 有关“接收和可靠性”章节中的“耐久性试验条件”表。

### 6.3 初始测量

如果只要求规范上限判据和(或)规范下限判据时,制造厂可自行决定是否进行初始测量。当以各个器件的各个值为判据时,则应进行初始测量。

### 6.4 环境试验过程中的监测

适用时才规定。

### 6.5 最后测量

当有关规范要求把某项试验作为一组试验(分组)的一部分时,只要求在该组试验终了时进行测量。对于某些试验,例如可焊性或引线疲劳,则可采用电参数不合格的器件。

## 第 I 篇 机械试验方法

根据器件类型和封装形式来选择适合的试验方法,有关规范应规定哪些试验是合适的。

### 1 引出端强度

引用:GB 2423.29—82 电工电子产品基本环境试验规程 试验 U:引出端及整体安装件强度

#### 1.1 拉力

本试验应按试验 U a1 的规定,其特殊要求如下:

在 2.6 条中改为:

试验后,放大 3~10 倍进行检查。

如果出现断裂(密封弯月面处除外)、松动或引线(或引出端)与器件管体之间相对移动时,器件应拒收。

#### 1.2 弯曲

本试验应按试验 U b 的规定,其特殊要求如下:

在双列直插式封装或类似封装结构使得采用方法 1 进行试验是困难的或行不通的情况下,对于这种管体封装结构只推荐 4.2 条,方法 2。

#### 1.3 扭力

本试验应按试验 U c 规定,其特殊要求如下:

方法

应采用方法 A(严酷度 2)或方法 B。

失效判据

当去掉应力之后将其放大 10~20 倍进行检查时,出现任何断裂(密封弯月面处除外)、松动或在引出端与器件管体之间出现相对移动,都应视作器件失效。

#### 1.4 转矩

#### 1.4.1 螺栓的转矩试验

本试验应按试验 Ud 的规定,其特殊要求如下:

如果器件出现下列情况中的任何一种,该器件就应视为失效:

- 螺栓破裂或伸长超过螺矩的 1/2;
- 有螺纹磨损或管座变形的迹象;
- 试验后器件通不过电测量(如果适用)。

#### 1.4.2 引出线的转矩试验——新的试验(U d2)

##### 1.4.2.1 目的

确定器件经装配后,在检查或维修过程中,引出端可承受的外加扭力的能力。

##### 1.4.2.2 试验方法

器件应牢固地固定并在被试引出端上缓慢地施加转矩或扭力,直至扭转角达到  $30^\circ \pm 10^\circ$  或达到规定的转矩,以首先出现的状态为准。

然后将  $1.4 \times 10^{-2} \text{ N} \cdot \text{m} \pm 1.4 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$  的转矩加到距管体  $3.0 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$  的引出端上,或加在离引出末端 1 mm 以内(如引出端不足 3 mm 时)的地方,使引出端恢复到原来位置。

应在每个方向上施加转矩。

当器件具有靠近管体形成的引出端时,可在距引出端根部  $3.0 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$  处施加转矩。

##### 1.4.2.3 最后测量

试验后,将其放大 3~10 倍进行检查。如果引出端出现断裂、松动或者引出端与管体之间出现相对移动的任何迹象,器件应拒收。

##### 1.4.2.4 有关规范中应给出的内容

被试引出端的选择及数量。

## 2 锡焊

引用:GB 2423.28—82 电工电子产品基本环境试验规程 试验 T:锡焊试验方法

### 2.1 可焊性

本试验应按试验 Ta 的规定,其特殊要求如下:

——当选择方法 1 时:

引出端经受焊槽法。引出端浸入槽内到离器件底平面 1.5 mm 以内或浸入到有关规范中规定的其他距离。

注:当浸入的长度距器件底平面达不到 1.5 mm 时,则可采用其他失效判据并应加以规定。

——当选择方法 2 时:

引出端经受 A 号烙铁头的烙铁焊接法。烙铁焊接处与器件管体的距离应按有关规范的规定,烙铁焊接的时间应为  $3.5 \text{ s} \pm 0.5 \text{ s}$ 。

——当选择方法 3 时:

引出端经受焊球法。各引出端均在离器件管体  $5 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$  的点上进行试验。引线应在 2.5 s 时间内沾上焊料。

良好润湿的判据:

在放大 10 倍进行观察时,润湿表面应覆盖一层平滑而光亮的焊料涂层,其分散的缺陷,如针孔或未润湿面积的痕迹不大于 5%。这些缺陷不应集中在一处。

——老化:

有关规定中需加速老化时,优先采用“老化 1b”。可使用老化 3,不使用老化 1a 和 2。

——去湿:(按试验 Ta 第 4.9 条)

除非有关规范要求,试验不作强行规定。

## 2.2 耐焊接热

本试验应按试验 Tb 的规定,其特殊要求如下:

### 方法

应采用浸入时间为  $10 \pm 1$  s 的方法 1A 或应采用方法 1B。

## 2.3 塑封表面安装器件(SMD)耐潮气和焊接热组合影响。

### 2.3.1 目的

本节提供评价塑封表面安装器件(SMD)耐焊接热试验方法。本试验是破坏性的。

### 2.3.2 一般说明

焊接热产生的潮气气压(在存贮期间吸收的潮气)能导致塑封表面安装器件(SMD)塑封外壳破裂和电气性能失效。这些问题需要评定。在本方法中,SMD 浸在潮气环境后以评价器件的耐热性能,此环境模拟器件储存在仓库或干燥的包装箱中吸收的潮气。

### 2.3.3 试验设备和材料

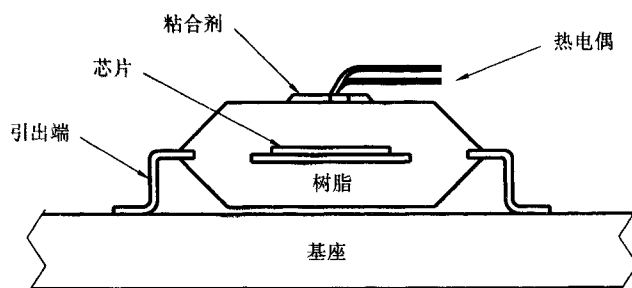
#### a) 潮湿箱

潮湿箱应能提供一个按照 2.3.4 c) 中所规定的温度和相对湿度的环境。

#### b) 回流焊接装置

气相焊接装置和红外回流焊接装置,能提供按照 2.3.4d)1) 和 d)2) 所规定的焊接热温度分布图。

在经受焊接热过程中,如图 3 对封装表面的温度分布进行测量来调整回流焊设备。



注:粘合剂必须具有良好的热导率。

图 3 样品的温度分布测量法

#### c) 基座

在有关规范中除非另有规定,诸如:铝、环氧、玻璃纤维、聚酰亚胺或者金属网等板材都能作为基座。样品用普通的方法安装在图 3 所示的位置上。

#### d) 焊槽

焊槽按照 2.3.4c) 给出的焊接热条件。

#### e) 气相焊接的溶剂

应采用全氟异丁烯。

#### f) 焊剂

在有关规范中除非另有规定,按照 GB 2423.28—82 附录 C 中规定。焊剂含 25% 重量的松香和 75% 重量的异丙醇。

#### g) 焊料

焊料的成分按照 GB 2423.28—82 附录 B 中规定。

## 2.3.4 程序

### a) 初始测试

#### 1) 外观检查

外观检查按本标准第 1 篇第 5 章的规定。

2) 电性能测试

电试验按有关规范要求进行。

b) 预处理

样品在  $125^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  或低于该温度的最高额定温度下进行烘焙。

注：如果温度低于  $125^{\circ}\text{C}$ ，必须预处理 6 h 以上。

c) 潮气浸渍

根据 2.3.6.1 要求潮气浸渍温度为  $85^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度和浸渍时间在下列表中选择。

方法	温度 °C	相对湿度 %	浸渍时间 h
A	$85 \pm 2$	$30 \pm 5$	$168 \pm 24$
B	$85 \pm 2$	$65 \pm 5$	$168 \pm 24$
C	$85 \pm 2$	$85 \pm 5$	$24 \pm 2$

d) 焊接热

除非在有关规范中另有规定，样品在潮气中浸渍结束后 24 h 内经受焊接热试验。按照相应规范，从本条 d)1)~d)3) 中选择焊接热试验方法及条件，无论选择哪一种方法，应由一个循环组成。

1) 汽向焊加热法

i) 准备

样品安装在基座上

ii) 预热

除非另有规定，样品应在气相焊接装置内以  $150^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  的温度预热 1 min~2 min。

iii) 焊接热

进行预热后，样品的温度应升高，当样品温度升至  $215^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  时应恒温  $40 \text{ s} \pm 3 \text{ s}$  (见 2.3.8.1)。

2) 红外回流焊加热法

i) 准备

样品安装在基座上。

ii) 预热

除非另有规定，样品应在红外加热回流焊接装置内以  $150^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  的温度预热 1 min~2 min。

iii) 焊接热

预热后，样品温度应升至最高点  $240^{\circ}\text{C}$ ，然后，降至室温(见 2.3.8.2)。

预热后，应按 2.3.8.2 图 11 给出样品温度。

3) 焊槽加热法

i) 浸入焊剂

在室温下将样品的引出端浸入焊剂中。

ii) 焊料表面的清洁

用一种不锈钢刮刀或等效的工具把熔融焊料的表面刮净。

iii) 浸入焊槽

除非在有关规范中另有规定，样品应如图 4 所示浸入熔融焊料，其深度为  $10 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ ，浸入和取出速度为  $25 \text{ mm/s} \pm 2.5 \text{ mm/s}$ 。根据焊接工艺的实际情况，从下表中选择温度和浸入时间。

iv) 去除残余焊剂

浸入焊槽后，残余焊剂应去掉。

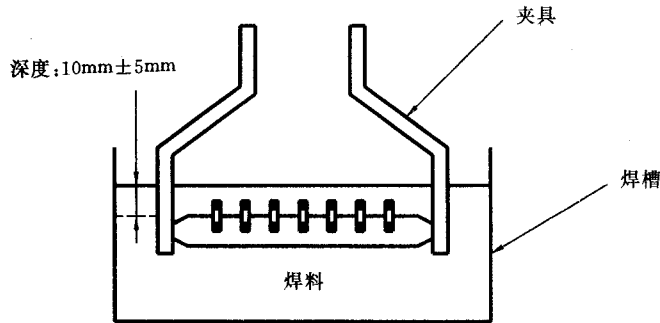


图 4 浸入方法

方法	焊料温度 ℃	浸入时间 s	备注
A	245±5	5±1	单波
B	260±5	5±1	单波
C	260±5	10±1	双波

e) 恢复

如果在有关规范中规定要恢复,样品应在标准大气条件下恢复,恢复时间按规范规定。

f) 最后测试

1) 外观检查

本标准第 1 篇第 5 章规定,试验后应进行外观检查。

2) 电性能测试

按有关规范规定,应进行电性能测试。

2.3.5 有关规范应给出的内容

- a) 基座材料 2.3.3c)
- b) 焊剂的成份 2.3.3f)
- c) 失效判据 2.3.4a)和 f)
- d) 预处理 2.3.4b)
- e) 潮气浸渍 2.3.4c)
- f) 焊接热的方法和条件 2.3.4d)
- g) 浸入和取出的深度和速度 2.3.4d)3)
- h) 恢复条件 2.3.4e)

2.3.6 潮气浸渍的说明

2.3.6.1 潮气浸渍导则

2.3.4c)表中给出的方法 A 和方法 B 是用作 SMD<sub>s</sub> 器件的鉴定试验,而方法 C 则用作验收试验。

方法 A 适用于干燥包装的 SMD 器件,而方法 B 则适用于非干燥包装存放在标准大气条件下的 SMD 器件。

用方法 B 的条件潮气浸渍后,进行焊接热而发生包封开裂时,建议该器件进行干燥包装或存放在干燥的大气中。

如果用方法 A 条件潮气浸渍后,由于焊接热而发生包封开裂,建议该器件焊在 PCB 上之前进行预烘干。

2.3.6.2 潮气浸渍条件的考虑依据

包封中的潮气是由于进入树脂中的水份扩散而产生的。由于在焊接过程中包封开裂从管芯焊片或管芯附近发生,因此需要对树脂潮气含量进行测定。在温度 85℃相对湿度 85%下的潮气浸渍的例子示于图 5。图 5 给出,从包封背面到管芯焊片,树脂厚度若为 1 mm,饱和需 168 h。

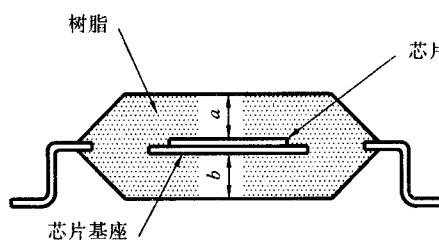
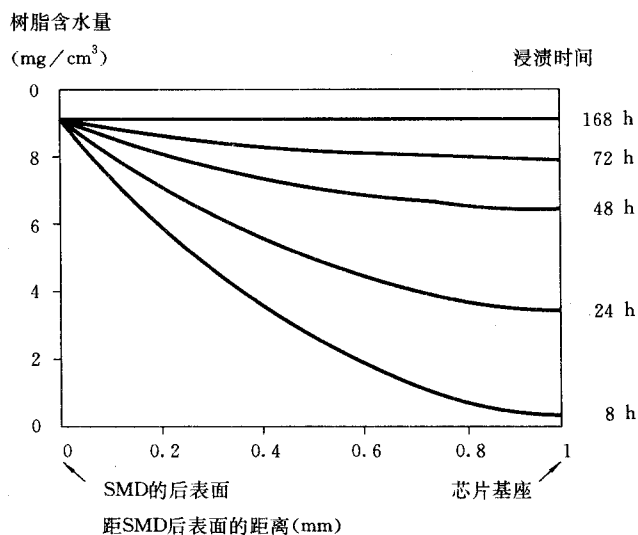
为了模拟器件干燥包装或仓库贮存 3 月~4 月,焊接热试验必须达到饱和,水气进入树脂的扩散速度仅取决于温度。已知图 6 定义的树脂厚度,85℃下潮气的饱和时间与树脂厚度的关系如图 7。图 7 表明对一般 SMD 器件树脂厚度采用 0.5 mm~1.3 mm,潮气需要浸渍时间为 168 h。

如图 8 所示,树脂中饱和潮气含量取决于温度和相对湿度之间的关系。用图 8 能够决定潮气浸渍要求的相对湿度,以致 85℃下潮气含量能够对应于室温下的潮气含量,如表 I 所示,用图 8 决定焊接热试验的潮气浸渍条件。

图 9 给出了在潮气浸渍和在实际贮存条件下管芯或管芯焊片附近树脂的潮气含量。

表 I 实际贮存条件和焊接热试验前等效的潮气浸渍条件的比较

方法	实际贮存条件	在 85℃下潮气浸渍的相对湿度 %
A	典型温度 25℃相对湿度(20±10)%	30±5
B	典型温度 25℃相对湿度(60±15)%	65±5



注: a 或 b 哪个较厚取决于树脂厚度

图 5 在 85℃,85%RH 下潮气扩散的过程

图 6 树脂厚度的确定

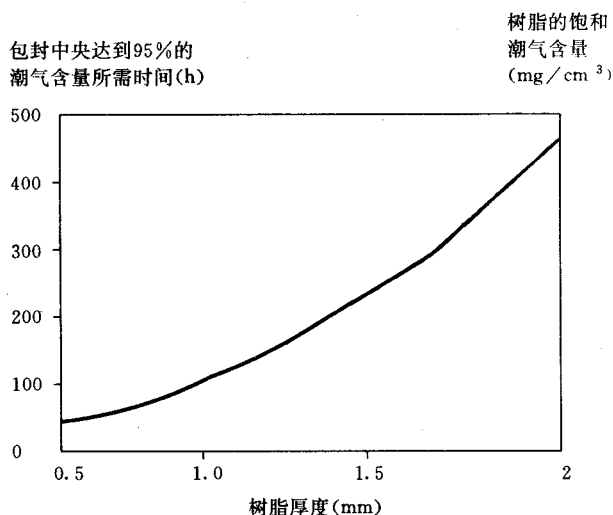


图 7 85°C下潮气浸渍时间与树脂厚度的函数关系

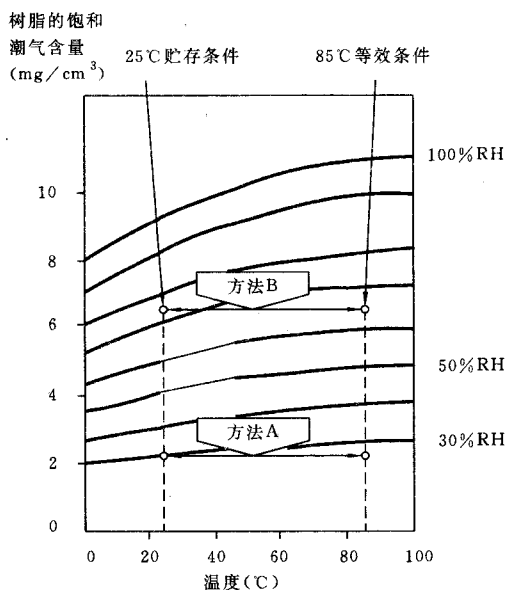


图 8 温度与树脂的饱和潮气含量的关系

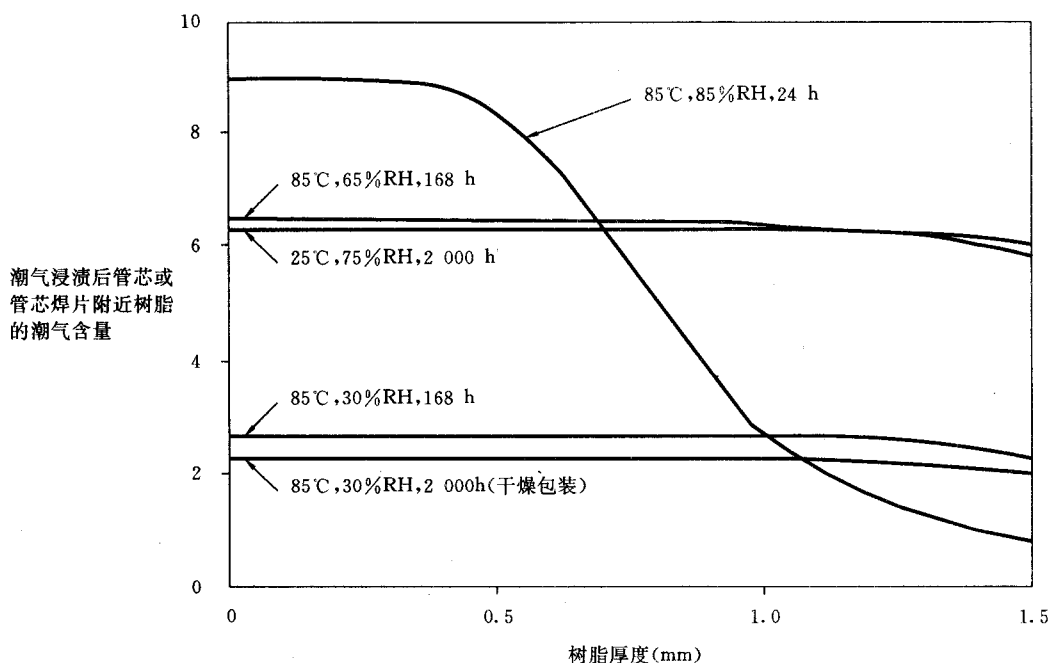


图 9 在几种条件下,管芯焊片或管芯附近树脂中潮气含量与树脂厚度的关系

器件的潮气含量(MCD)常用来指示 SMD 的潮气含量。然而 MCD 的测量应小心地采用,这是由于下列原因:

——如果 MCD 是稳定的,由于器件贮存条件的不同,器件表面含有大量潮气,而内部是干燥的,反之亦然。

——如果树脂潮气含量是稳定的,根据器件中树脂的比例 MCD 是变化的。

### 2.3.7 潮气含量测定程序

SMD<sub>s</sub> 之类器件的潮气含量测量程序:

——器件称重精确到每个器件 0.1 mg(=x)

——按有关规范中允许采用的贮存温度绝对最大额定值,器件在 150°C 下干燥 24 h 或 125°C 下干燥 48 h。

- 允许器件在 30 min ± 10 min 内冷却至室温。
- 器件重新称重(=y)
- 器件的潮气含量(=MCD)以下列等式计算

$$MCD = 100[(x - y) / y] \%$$

### 2.3.8 回流焊接热的温度分布图

#### 2.3.8.1 气相焊接的温度分布图

用气相焊接的器件焊接试验应按图 10 所示的温度分布图进行。

#### 2.3.8.2 红外回流焊接的温度分布

用红外回流焊接的器件的焊接试验应按图 11 所示的温度分布图进行。

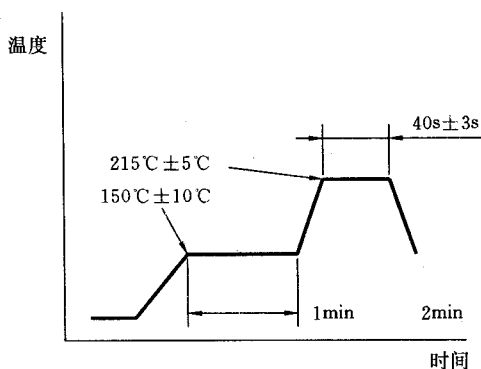


图 10 气相焊接的温度分布图

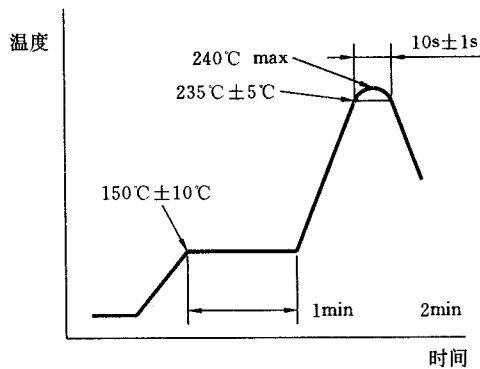


图 11 红外回流焊接的温度分布图

## 3 正弦振动

引用:GB/T 2423.10—1995 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Fc 和导则:振动(正弦)

本试验应按试验 Fc 的规定,其特殊要求如下:

- 试验过程中器件的引线和管体应牢固固定;
- 扫描持续时间;
- 加速度: 196 m/s<sup>2</sup>(20 g);
- 频率范围:100 Hz~2 000 Hz;
- 每个轴向的循环次数:15。

## 4 冲击

引用:GB/T 2423.5—1995 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Ea 和导则:冲击

本试验应按试验 Ea 的规定,其特殊要求如下:

应从下表中选择适当的条件,选择时要考虑到器件的质量及内部结构。

峰值加速幅度	持续时间	波 形
14 700 m/s <sup>2</sup> (1 500 g)	0.5 ms	半正弦波
4 900 m/s <sup>2</sup> (500 g)	1.0 ms	半正弦波
980 m/s <sup>2</sup> (100 g)	6.0 ms	半正弦波

器件应在三个互相垂直轴的两个方向上都承受三次连续冲击,即冲击总次数为 18 次,垂直轴的选择应使失效能充分暴露。

在试验的过程中器件的管体和引线应牢固地固定。

## 5 恒定加速度

引用:GB 2423.15—81 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Ga:恒加速度试验方法

GB 2424.8—81 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Ga:恒加速度试验方法

本试验应按试验 Ga 的规定,其特殊要求如下:

安装

按照 GB/T 2423.43—1995《电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 元件、设备和其他产品在冲击(Ea)、碰撞(Eb)、振动(Fc 和 Fd)和稳态加速度(Ga)等动力学试验中的安装要求和导则》中的第4章,管壳应夹紧,引线加以约束。

除非另有规定,应沿着一个轴向施加加速度,时间至少 1 min。轴向的选择应使力加在使管芯拉脱的方向。

优选的严酷度:

500 000 m/s <sup>2</sup>	(50 000 g)
300 000 m/s <sup>2</sup>	(30 000 g)
200 000 m/s <sup>2</sup>	(20 000 g)
100 000 m/s <sup>2</sup>	(10 000 g)
50 000 m/s <sup>2</sup>	(5 000 g)

## 6 键合强度试验

### 6.1 概述

#### 6.1.1 目的

用来测定键合强度或确定是否符合规定的键合强度的要求。

#### 6.1.2 试验的一般说明

介绍六种方法,每种方法都有各自的用途:

- 方法 A 和方法 B,用于直接对内引线施加拉力,以试验器件内部的键合强度;
- 方法 C,用于器件外部的键合,它是在引线(或引出端)与底盘(或基片)之间施加剥离的应力;
- 方法 D,用于内部键合,它是在芯片和基片之间或对类似的面键合结构施加剪切应力;
- 方法 E 和方法 F,用于外部键合,它是在芯片和基片之间施加推脱应力或拉脱应力。

#### 6.1.3 试验装置说明(适用于所有方法)

该试验装置应由适用的装置组成,即能按试验方法的要求把规定的应力加到键合点、内引线、金属丝或引出端上,在失效时,应能指示所加的应力(N)。试验装置应经过检定,精度为:测量 100 mN 以内的应力应具有±2.5 mN 的精度,而测量 100 mN~500 mN 之间的应力则应具有±5 mN 的精度,测量超过 500 mN 的应力其精度应为指示值的±2.5%。

### 6.2 方法 A 和方法 B(也见本条附录)

#### 6.2.1 范围

本试验适用于管壳内部的金属丝与芯片、金属丝与基片或金属丝与引出端的键合。此类半导体器件的金属丝连接是采用焊接、热压焊、超声焊和其他键合技术。

#### 6.2.2 试验方法的一般说明

##### 6.2.2.1 方法 A:金属丝拉力(分别施加于各键合点上)

把连接芯片和基片的金属丝剪断,以便得到供拉力试验用的两个端头。在金属丝较短的情况下,要在靠近金属丝一端外剪开,以便在另一端进行拉力试验。金属丝应用适合的夹具紧固,并按如下方式将单一的拉力作用到金属丝或夹具(当金属丝被夹具夹紧时)上。在楔形键合的情况下,施加拉力的作用方

向与芯片(或基片)表面法线方向的夹角不大于 $5^\circ$ ,或在针脚焊(平缝焊)的情况下,拉力的作用方向与芯片(或基片)表面水平方向的夹角不大于 $5^\circ$ 。

#### 6.2.2.2 方法 B:金属丝拉力(同时加在两个键合点上)

将一个弯钩伸入连接芯片(或基片)与引出端的金属丝下面,当夹紧器件时将拉力加在弯钩上。拉力基本上施加在金属丝的中央,其拉力的方向应与芯片(或基片)表面的法线或与两键合点间连线的垂直线的夹角不大于 $5^\circ$ 。

6.2.2.3 试验的拉力应逐步施加到金属丝拉断或键合点开裂(6.2.2.4 a))或直到规定的最小拉力为止(6.2.2.4 b))。

#### 6.2.2.4 失效判据

a)为决定能否接收,应记录金属丝拉断或键合点开裂时的拉力数值并与表 I 中给出的数值进行比较(见注)。

b)按另一种方法,把拉力增加到规定的最小值(见注)。如果金属丝既未拉断而键合点也未开裂,则可以认为此键合通过了拉力试验。

注:在有关的场合(例如方法 B)应采用附录中给出的有关数据修正拉力值。

表 I

试验方法	金属丝成分 和直径 (mm)	最小拉力 $P_w$ (mN)*			
		密封前		密封后和其他工艺或筛选(适用时)	
		垂直于芯片	平行于芯片	垂直于芯片	平行于芯片
A 或 B	Al 0.018	15	25	10	20
	Au 0.018	20	30	15	25
A 或 B	Al 0.025	25	35	15	25
	Au 0.025	30	40	25	35
A 或 B	Al 0.033	30	40	20	30
	Au 0.033	40	50	30	40
A 或 B	Al 0.038	35	45	25	35
	Au 0.038	50	60	35	45
A 或 B	Al 0.075	120	130	80	90
	Au 0.075	150	160	120	130

\* 见图 1。

注

- 1 对于带状引线,其试验条件与截面积相等的圆引线的直径的条件相同。
- 2 进行密封后的开帽检验时,要小心切勿损坏键合点。

#### 6.2.2.5 失效的分类

当规定时,金属线或键合点断裂应按如下分类:

- a) 金属线在颈缩点断开(由于键合工序引起截面减小);
- b) 金属线在颈缩点以外断开;
- c) 在芯片键合处(在金属线与金属化之间的界面上)失效;

- d) 在基片、管壳接线柱或芯片以外其他任何点的键合处(在金属线与金属化之间的界面上)失效;
- e) 金属化层从芯片翘起;
- f) 金属化层从基片或管壳接线柱翘起;
- g) 芯片断裂;
- h) 基片断裂。

注:方法B不推荐用来测量键合强度的绝对值(见本条附录)。但该方法可在生产过程中用作键合质量的比较试验。

### 6.3 方法C

#### 6.3.1 范围

本试验通常用于器件封装的外部键合。

#### 6.3.2 方法C:键合的剥离

应按这样的方式夹紧或固定引线(或引出端)和器件的管壳,在引线(或引出端)和管座(或基片)之间施加一规定角度的剥离应力。除非另有规定,所用的角度为 $90^\circ$ 。

#### 6.3.3 拉力应逐步增加到引线(或引出端)或键合点断裂(6.3.4.1)或达到最小的拉力(6.3.4.2)。

#### 6.3.4 失效判据

6.3.4.1 为了确定能否接收,应记录键合断裂时的拉力值并与表1给出的值进行比较。施加拉力时,只有键合本身首先出现失效,试验结果才是有效的。键合本身的断裂算作失效便是最好的例子。

6.3.4.2 另一种方法是将拉力增加到规定的最小值。如果引线(或引出端)或键合点均未断裂,便可认为该键合已通过该试验。

#### 6.3.5 失效的分类

当规定时,引线(或引出端)或键合点断裂应按如下分类:

- a) 引线(或引出端)在变形区断裂(焊接影响区);
- b) 引线(或引出端)在非键合工序影响区断裂;
- c) 键合界面处的失效[在焊料中,或在引线(或引出端)和与之键合的基座(或基片)导电层之间的焊接界面处];
- d) 导电层从基座(或基片)上翘起;
- e) 基座或基片内的破裂。

### 6.4 方法D

#### 6.4.1 范围

本试验通常用来检验面键合结构的半导体芯片和基片之间的内部键合。本试验也可用来检验基片和安装芯片的中间载体(即第二基片)之间的键合。

#### 6.4.2 方法D:键合剪切力(适用于倒装片)

用适当的工具或劈头与刚好高出主基片处的芯片(或载体)接触,沿垂直于芯片(或载体)的一边并平行于主基片的方向上施加应力,由于剪切应力导致键合失效。

#### 6.4.3 力应逐步增加到键合破裂(6.4.4.1)或一直增加到(6.4.4.2)中的最小力。

#### 6.4.4 失效判据

6.4.4.1 为了确定能否接收,应记录键合破裂时的应力值。

它不应小于 $50\text{ mN}$ 乘以键合点个数。施加力时,只有各键合点本身首先出现失效,试验结果才是有效的。键合本身的断裂算作失效便是最好的例子。

6.4.4.2 另一种方法是将力增加到 $50\text{ mN}$ 乘以键合点个数。如果键合点和基片(或芯片)均未断裂,便可认为该键合已通过该试验。

#### 6.4.5 失效的分类

当规定时,失效应按下列分类:

- a) 键合材料或键合基座的失效(适用时);