

中华人民共和国国家军用标准

FL 6133

GJB 5438A—2024
代替 GJB 5438—2005

半导体光电子器件外壳通用规范

General specification for packages of semiconductor photoelectron devices

2025—01—07 发布

2025—03—01 实施



中央军委装备发展部 颁布

前 言

本规范代替 GJB 5438—2005《半导体光电子器件外壳通用规范》。

本规范与 GJB 5438—2005 相比，主要变化如下：

- a) 拓展了标准适用范围，纳入了光电耦合器外壳和带光纤器件外壳，避免与相关外壳通用规范在使用时发生混淆；
- b) 调整了鉴定检验样本大小和检验顺序，增加抽取两个底座和盖板样品用于 5 组盐雾试验，5 个粘结芯片并键合的底座样品不再进行 0 组试验；
- c) 增加了陶瓷外壳相关考核要求，包括外观检验、引线疲劳、键合强度等；
- d) 增加了当光窗直径大于 20mm 时可降低恒定加速度试验应力水平的规定；
- e) 增加了金属外壳外观检验方法附录；
- f) 增加了质量保证大纲、统计过程控制和工艺监测计划等内容。

本规范附录 A 和附录 B 是规范性附录。

本规范由中央军委装备发展部综合计划局提出。

本规范起草单位：工业和信息化部电子第四研究院、中国电子科技集团公司第四十四研究所、中国电子科技集团公司第十三研究所。

本规范主要起草人：安 琪、李 锬、马思华、陈海蓉。

GJB 5438 于 2005 年首次发布。

半导体光电子器件外壳通用规范

1 范围

本规范规定了半导体光电子器件外壳(包括底座和盖板)的通用要求、质量保证规定和交货准备等。

本规范适用于半导体光电子器件外壳(以下简称外壳),包括半导体发光二极管外壳、激光二极管外壳、光电探测器外壳、光电耦合器外壳、带光纤器件外壳等。

2 引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本规范的条款。凡注日期或版次的引用文件,其后的任何修改单(不包括勘误的内容)或修订版本都不适用于本规范,但提倡使用本规范的各方探讨使用其最新版本的可能性。凡不注日期或版次的引用文件,其最新版本适用于本规范。

- GB/T 14113 半导体集成电路封装术语
- GB/T 16526 封装引线间电容和引线负载电容测试方法
- GJB 179A—1996 计数抽样检验程序及表
- GJB 360B—2009 电子及电气元件试验方法
- GJB 546 电子元器件质量保证大纲
- GJB 548C—2021 微电子器件试验方法和程序
- GJB 1420B—2011 半导体集成电路外壳通用规范
- GJB 3014 电子元器件统计过程控制体系
- SJ/T 11369—2007 电子玻璃技术数据
- SJ 20129 金属镀覆层厚度测量方法
- SJ 20151 军用电子器件用镍带规范
- YB/T 5231—2005 定膨胀封接铁镍钴合金
- YB/T 5235—2005 定膨胀封接铁镍铬、铁镍合金

3 要求

3.1 总则

外壳应符合本规范和相应相关详细规范规定的所有要求。本规范的要求与相关详细规范不一致时,应以相关详细规范为准。

3.2 合格鉴定

承制方按本规范提供的外壳应是鉴定合格的产品。

3.3 质量保证大纲

承制方应按 GJB 546 的要求建立并维持质量保证大纲。

3.4 统计过程控制

承制方应按 GJB 3014 的要求制定统计过程控制计划。该计划至少应包括培训、关键工艺的确定、统计控制技术的建立以及控制系统。

3.5 工艺监测计划

承制方应制定工艺监测计划。该计划至少应包括关键工艺监测的频次、样品数、拒收判据、允许的返工和失效产品的处置等。

3.6 材料和镀覆

3.6.1 通则

外壳材料应为金属、陶瓷、玻璃或者这些材料的组合。金属的外表面应是抗腐蚀的或作过抗腐蚀电镀处理的。所用材料应符合本规范的规定，当未采用规定的材料时，应采用能使外壳满足本规范要求的材料。任何材料的验收或批准不应视为对外壳成品验收的保证。

3.6.2 外引线或引出端材料

除另有规定外，外引线或引出端材料应优先从下述材料中选取：

- a) 铁—镍—钴合金：符合 YB/T 5231—2005 中 4J29、4J33 或 4J34 的规定；
- b) 铁—镍合金：符合 YB/T 5235—2005 中 4J42 或 4J50 的规定；
- c) 铜芯铁—镍：铁—镍符合 YB/T 5235—2005 中 4J50 的规定，芯材为无氧铜；
- d) 铜芯铁—镍—钴：铁—镍—钴符合 YB/T 5231—2005 中 4J29 的规定，芯材为无氧铜；
- e) 镍：符合 SJ 20151 的规定；
- f) 无氧铜(但该材料不应作为玻璃—金属封接结构的零件)；
- g) 共烧金属(例如纯钨)。

如果不使用上述材料，则所用材料的组份和适用工艺应取得鉴定机构的批准，并将充分验证的数据提交鉴定机构和用户。

3.6.3 光窗材料

光窗的玻璃应符合 SJ/T 11369—2007 中的 DM—305 有关要求。

3.6.4 热沉材料

除另有规定外，热沉材料应优先从下述材料中选取：

- a) 氧化铍陶瓷；
- b) 氮化铝陶瓷；
- c) 无氧铜；
- d) 钨—铜合金；
- e) 钼—铜合金；
- f) 铜—钼铜—铜(CPC)；
- g) 铜—钼—铜(CMC)。

3.6.5 其他材料

外壳各部分零件材料应是防霉的，且不应有气孔、龟裂、漏气、变软、变形或出现对按本规范交货的外壳在规定条件下贮存、工作或环境适应能力产生有害影响的缺陷。

3.6.6 镀覆

3.6.6.1 通则

所有外引线、引出端及所有外部金属零件镀覆工艺应取得鉴定机构的批准。引线和引出端应满足适用的可焊性和防腐蚀的要求；其他金属零件(包括金属化的陶瓷零件)也应满足适用的防腐蚀要求；内部零件(如键合点、键合柱等)应满足引线键合及适用的设计和结构要求。

底镀层允许采用大电流快速电镀，但其镀层厚度应不大于 $0.25\mu\text{m}$ 。各种表面镀层和内镀层均应沉积在清洁、未氧化的金属表面上，电镀之前或两次电镀之间均应进行充分的去氧化或清洁处理。

3.6.6.2 镀镍

应优先采用硫酸或氨基磺酸镍槽液电镀的镍层作为内镀层或表面镀层，镀层厚度(在主平面测量或在径向上测量)应为 $1.3\mu\text{m}\sim 8.9\mu\text{m}$ 。当允许使用化学镀镍工艺时，引线的内镀层厚度应为 $1.3\mu\text{m}\sim 2.5\mu\text{m}$ ，引线外的其他外壳零件内镀层或表面镀层厚度应为 $1.3\mu\text{m}\sim 6.4\mu\text{m}$ 。

镀镍槽液中不允许引入有机添加剂。采用镍钴镀层结构时，镀层中共沉淀的钴按重量计应不大于 40%。

电镀镍或化学镀镍(或两者组合)都可以用作引线或引出端之外的外壳零件的表面镀层,化学镀镍层不应作为易弯曲或半易弯曲引线的底镀层。

3.6.6.3 镀金

镀金工艺中所用金的纯度应不低于 99.9%,且只能用钴作为硬化剂。除另有规定外,镀金层厚度应为 $1.3\mu\text{m}\sim 5.7\mu\text{m}$ 。镀金工艺可在电镀镍层或化学镀镍层上进行。

3.6.6.4 多层金和镍镀覆结构

除另有规定外,可采用多层金和镍交叉镀覆结构。在该结构中,表层金层厚度应不小于 $0.64\mu\text{m}$,金层总厚度应不小于 $1.3\mu\text{m}$;底镀层镍层厚度应满足 3.6.6.2 中规定的厚度要求,而总镍层厚度应不大于 $11.4\mu\text{m}$ 。在该结构中,允许在基底金属上镀镍或镀金。

3.6.6.5 镀层厚度测量

镀层厚度应按 SJ 20129 的规定进行测量,测量时应避免选取引线上非典型部位。对于表面安装引线(如 J 形或翼形引线)应在其安装平面测量,其他引线镀层厚度的测量应在安装面与引线端头之间的中心部位进行,引线外的其他部位和盖板应在主平面的中心部位进行。

利用显微镜检查镀层的剖面,通常用 X 射线荧光法或 β 背散射法测量镀层厚度。

3.7 设计和结构

3.7.1 概述

外壳的结构应符合本规范和相关详细规范的规定。

外壳所用绝缘介质材料应具有良好的机械性能、电性能、导热性能和化学稳定性。

外壳的设计应能满足熔焊、低温焊或玻璃熔封工艺的要求。

3.7.2 设计文件

按本规范要求提供的所有外壳,应将其设计文件资料提交鉴定机构审查。这些文件应能全面说明按本规范要求提供的外壳具体结构和各项性能,并且能追溯到外壳生产和试验时的生产批和检验批代码。

3.7.3 外形尺寸

底座和盖板尺寸应符合相关详细规范和订购文件的规定。检查外形尺寸所用设备包括千分尺、卡尺、量规、轮廓投影仪或其他等效测量设备。

3.8 电、光特性

3.8.1 概述

电、光特性应符合本规范和相关详细规范的规定。其中光特性仅适用于带光窗外壳。

3.8.2 绝缘电阻

除另有规定外,在相对湿度为 20%~50%的条件下,引线之间、引线与金属壳体之间施加 500V 的直流电压,漏电流应不大于 50nA。

3.8.3 引线电阻

外引线与内部键合点之间的引线电阻应符合相关详细规范的规定。

3.8.4 引线间电容(适用时)

引线间电容应符合相关详细规范的规定。

3.8.5 光窗光透过率

光窗光透过率应符合相关详细规范的规定。

3.8.6 光窗平面度

光窗平面度应符合相关详细规范的规定,可用牛顿环表征。

3.8.7 透镜中心差(规定时)

透镜中心差应符合相关详细规范的规定。

3.9 引出端识别标志

用来指示引线编号或机械定位起始位置的键、凹槽、切角或其他形式的引出端识别标记应在相关详细规范的结构图上予以规定。

4 质量保证规定

4.1 检验分类

本规范规定的检验分类如下：

- a) 筛选(见 4.4)；
- b) 鉴定检验(见 4.5)；
- c) 质量一致性检验(见 4.6)。

4.2 检验条件

除另有规定外，所有试验应在下列环境中进行：

- a) 电测量环境温度： $25 \pm 5^\circ\text{C}$ ；
- b) 其他试验环境温度： $25 \pm 10^\circ\text{C}$ ；
- c) 相对湿度：20%~80%；
- d) 气压： $86\text{kPa} \sim 106\text{kPa}$ 。

4.3 批的组成

4.3.1 生产批

一个生产批应由同一生产线上采用相同的原材料批、生产工艺、设计和工序控制，在相同的工艺设备上制造出来的相同型号的外壳组成。

4.3.2 检验批

检验批由同一生产线上同一种外壳型号和引线镀覆的生产批组成。若干个生产批构成检验批的时间(从钎焊到筛选)通常不超过一周，除另有规定外，最长不超过四周。

4.3.3 不合格批的重新提交

当提交质量一致性检验的任一检验批不符合要求时，应进行失效分析并确定失效机理。如确认该失效是可以通过对整批外壳的重新筛选而有效去除的缺陷；或者该失效并不反映外壳具有基本设计或基本生产工艺问题的缺陷，则允许采用加严检验(A组采用 GJB 179A—1996 的一次正常检验加严抽样方案，B组和C组按双倍的样品量并且合格判定数仍为零)对该分组重新提交一次。

重新提交批应与新批分开，并清楚地标明为重新提交批。如果失效分析表明失效是由于基本工艺程序不良、基本设计缺陷或是无法通过筛选去除的缺陷，则该批不应重新提交。

4.3.4 试验设备故障或操作失误时处理程序

如果确认是由于试验设备发生故障或操作人员出现差错引起的失效，不应计入失效数。但应将失效现象、原因等情况记入试验记录，并将完整的解释材料一起存档备查。

4.4 筛选

除另有规定外，在鉴定和质量一致性检验之前，应按表 1 的规定对外壳(包括底座和盖板)进行 100% 筛选，并剔除不合格品，其中外壳的密封试验可在电镀前进行。

各类外壳筛选的允许不合格品率(PDA)要求应按相关详细规范的规定。

表 1 筛选

筛选项目	试验方法和条件 ^a	
	方法编号	条件
外观检验 ^b	附录 A ^c	按相关详细规范规定
温度循环 ^d	1010	试验条件 C，10 次循环

表 1 (续)

筛选项目	试验方法和条件 ^a	
	方法编号	条件
密封 ^e	1014	A4, $R_1 \leq 1 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}(\text{He})$
绝缘电阻 ^f	1003	3.8.2

^a 除另有规定外, 试验方法编号及条件均引自 GJB 548C—2021。
^b 也适用于盖板。
^c 陶瓷外壳按 GJB 1420B—2011 附录 A。
^d 不适用于底座, 仅适用于带光窗的盖板。
^e 也适用于带光窗的盖板。
^f 陶瓷外壳不适用。

4.5 鉴定检验

4.5.1 概述

鉴定检验应在鉴定机构认可的试验室中按本规范规定的程序进行。

4.5.2 样本大小

鉴定检验样品应是筛选合格的产品。除另有规定外, 应抽取 20 个底座样品、15 个盖板样品、5 个粘结芯片并键合的底座样品、以及 5 个封盖后且气密性合格的样品进行鉴定检验。样品应从同一检验批中随机抽取。

4.5.3 检验项目和检验顺序

样品应按表 2 所示分组经受规定的试验。

20 个底座样品均需经受 0 组试验, 再将其分成 4 组, 分别进行第 1 组、第 2 组、第 4 组和第 5 组的试验; 5 个粘结芯片并键合的底座样品进行第 3 组试验; 5 个封盖后气密性合格的样品进行第 6 组试验。

15 个盖板样品均需经受 0 组的部分试验, 再将其分成 3 组, 分别进行第 2 组、第 4 组和第 5 组的部分试验(详见表 2 注)。

表 2 鉴定检验

组别	检验项目	检验方法和条件 ^a		样品数 (接收数)
		方法	条件	
0 组	a) 外观检验	附录 A ^b	按相关详细规范规定	20(0) (盖板为 15(0))
	b) 外形尺寸	2016	按相关详细规范规定	
	c) 镀层厚度	SJ 20129	3.6.6	
	d) 电特性			
	1) 绝缘电阻	1003	3.8.2	
	2) 引线电阻	GJB 360B—2009 方法 303	按相关详细规范规定	
3) 引线间电容(适用时)	GB/T 16526	按相关详细规范规定		
e) 光特性				
1) 光窗光透过率	按相关详细规范规定	按相关详细规范规定		
2) 光窗平面度	按相关详细规范规定	按相关详细规范规定		
3) 透镜中心差(规定时)	按相关详细规范规定	按相关详细规范规定		
1 组	a) 引线牢固性 ^c	2004		5(0)
	1) 拉力		试验条件 A	
	2) 引线疲劳 ^d		试验条件 B ₂	
b) 密封	1014	A4, $R_1 \leq 1 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}(\text{He})$		
c) 引线镀涂粘附强度 ^{c,e}	2025	—		

表 2(续)

组别	检验项目	检验方法和条件 ^a		样品数 (接收数)
		方法	条件	
2 组	a) 镀金质量(适用时)	附录 B	按相关详细规范规定	5(0) ^f (盖板为 5(0))
	b) 镀镍质量(适用时)	附录 B	按相关详细规范规定	
3 组	a) 键合强度 ^d 1) 热压焊 2) 超声焊 3) 倒装焊	2011	试验条件 C 或 D 试验条件 C 或 D 试验条件 F	5(0)
	b) 芯片剪切	2019	按不同芯片尺寸	
	c) 可焊性 ^e (适用时)	2003 或 2022	焊接温度 245℃±5℃, 时间 5s±0.5s	
4 组	a) 热冲击	1011	试验条件 B, 至少 15 次循环	5(0) (盖板为 5(0))
	b) 温度循环	1010	试验条件 C, 至少 100 次循环	
	c) 耐湿	1004	10 次循环	
	d) 绝缘电阻 ^h	1003	试验条件 E	
	e) 稳定性烘焙	1008	150℃, 1h	
	f) 密封	1014	A4, $R_1 \leq 1 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}(\text{He})$	
5 组	盐雾	1009	至少试验条件 A	5(0) (盖板为 5(0))
6 组 ⁱ	a) 机械冲击	2002	试验条件 B 或按规定, Y_1 或 Y_2 方向	5(0)
	b) 扫频振动	2007	试验条件 A	
	c) 恒定加速度 ^j	2001	试验条件 D 或按规定, Y_1 或 Y_2 方向	
	d) 密封 1) 细检漏 2) 粗检漏	1014	试验条件 A1 或 A2 试验条件 C1	
注: 0 组 a)、b)、c)、2 组 a) 或 b)、4 组 c) 及 5 组也适用于盖板; 0 组 e) 不适用于底座, 仅适用于带光窗的盖板; 4 组 a)、b)、e)、f) 也适用于带光窗的盖板。				
^a 除另有规定外, 检验方法及条件均引自 GJB 548C—2021。 ^b 陶瓷外壳按 GJB 1420B—2011 附录 A。 ^c 经受试验的底座每个至少 5 根引线, 若少于 5 根, 则试验全部引线。 ^d 对于有引线片式载体外壳或刚性引线外壳, 采用试验条件 B ₁ 。对于无引线片式载体外壳, 采用试验条件 D。 ^e 该试验不适用于无引线片式载体外壳。 ^f 对于壳体镀镍引线镀金的底座, 应增加抽取 1 个底座样品, 3 个样品进行镀金质量考核, 3 个样品进行镀镍质量考核。 ^g 对于试验条件 C 和试验条件 D, 按 22(0) 抽样方案, 即在 5 个样品中随机抽取 22 根键合引线。若数量不够 22, 则试验全部键合点或键合引线; 对于试验条件 F, 样品数为芯片数, 即每个样品上粘结一个芯片进行试验。 ^h 耐湿试验后, 允许绝缘电阻降低一个数量级, 盖板不要求。 ⁱ 该分组如出现密封部位漏气, 允许按原样品数重新提交一次。 ^j 若光窗直径大于 20mm, 可降低试验应力水平, 但不应低于试验条件 A。				

4.5.4 不合格

一个或多个样品失效, 则鉴定检验不合格, 不能给予鉴定批准。

4.5.5 数据

进行鉴定检验时, 应向鉴定机构提供所有试验和测量的计数结果的摘要, 并至少提供下列试验数据:

- a) 外形尺寸检验时实际测量的数据；
- b) 键合强度试验，应提供键合引线种类、引线直径、键合方式等。如出现失效，则应提供失效模式，如未失效，则应提供试验中所加力的最大值；
- c) 芯片剪切强度试验，应提供失效时所加的力和失效类型，如未失效，则应提供剪切力的数据；
- d) 镀层厚度测量数据；
- e) 引线电阻和绝缘电阻检验时的实际测试数据。

4.5.6 鉴定合格资格的保持

为了保持外壳或盖板鉴定合格资格，承制方应从鉴定合格批准之日起，每 12 个月向鉴定机构上报一次有关质量一致性检验结果的摘要，逾期不报，则可能导致该外壳丧失鉴定合格资格。

4.5.7 重新鉴定

对已鉴定合格的外壳或盖板，当发生以下任一情况时，应进行重新鉴定：

- a) 相关详细规范修改；
- b) 生产制造技术改变；
- c) 生产线或生产场地的改变；
- d) 停止生产超过半年以上(如该生产线仍生产相同结构的已鉴定过的另一型号外壳，且主要工艺未作改变，则可认为生产是连续的)。

重新鉴定时，应仍按本规范及相关详细规范的规定，提供样品进行鉴定检验。在检验没有结果之前，这些外壳不应交付使用。承制方在进行外壳重新鉴定前，应向鉴定机构申报，经批准后方可实施。

4.6 质量一致性检验

4.6.1 通则

质量一致性检验由 A 组、B 组逐批检验及 C 组周期检验组成。逐批检验即为产品交货检验，满足了质量一致性检验中逐批检验的产品可以放行，不满足质量一致性检验的批若不再重新提交，则判为不合格批。

4.6.2 A 组检验

A 组检验由表 3 规定的检验组成。样品应从检验批中随机抽取。抽样要求应按 GJB 179A—1996 中一次正常检验抽样方案及表 3 的规定。

表 3 A 组检验

组别	检验项目	检验方法和条件 ^a		IL	AQL
		方法	条件		
A1 分组	外观检验	附录 A ^b	按相关详细规范规定	II	1.0
A2 分组	外形尺寸	2016	按相关详细规范规定	S3	1.0
A3 分组	电特性 a) 绝缘电阻 b) 引线电阻 c) 引线间电容(适用时)	1003 GJB 360B—2009 方法 303 GB/T 16526	3.8.2 按相关详细规范规定 按相关详细规范规定	S3	1.0
A4 分组	光特性 a) 光窗光透过率 b) 光窗平面度 c) 透镜中心差(规定时)	按相关详细规范规定 按相关详细规范规定 按相关详细规范规定	按相关详细规范规定 按相关详细规范规定 按相关详细规范规定	S3	1.0
注：A1 分组、A2 分组也适用于盖板；A4 分组不适用于底座，仅适用于带光窗的盖板。					
^a 除另有规定外，检验方法及条件均引自 GJB 548C—2021。					
^b 陶瓷外壳按 GJB 1420B—2011 附录 A。					

4.6.3 B组检验

B组检验由表4规定的检验组成。B组各分组所用样品应从已通过A组检验的检验批中随机抽取。

表4 B组检验

组别	检验项目	检验方法和条件 ^a		样品数 (接收数)
		方法	条件	
B1 分组	a) 镀层厚度 b) 镀金质量(适用时) c) 镀镍质量(适用时)	SJ 20129 附录 B 附录 B	3.6.6 按相关详细规范规定 按相关详细规范规定	5(0) ^b
B2 分组	a) 引线牢固性 ^c 1) 拉力 2) 引线疲劳 ^d b) 密封 c) 引线镀涂粘附强度 ^{c,e}	2004 1014 2025	试验条件 A 试验条件 B ₂ A4, $R_1 \leq 1 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}(\text{He})$	5(0)
B3 分组	a) 键合强度 ^f 1) 热压焊 2) 超声焊 3) 倒装焊 b) 芯片剪切 c) 可焊性(适用时)	2011 2019 2003 或 2022	试验条件 C 或 D 试验条件 C 或 D 试验条件 F 焊接温度为 $245 \pm 5^\circ\text{C}$, 时间为 $5 \pm 0.5\text{s}$	5(0)
B4 分组	密封	1014	A4, $R_1 \leq 1 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}(\text{He})$	5(0)
注: B1 分组 a)、b) 或 c) 也适用于盖板; B4 分组也适用于带光窗的盖板。				
^a 除另有规定外, 检验方法及条件均引自 GJB 548C—2021。 ^b 对于壳体镀镍引线镀金的底座, 应增加抽取 1 个底座样品, 3 个样品进行镀金质量考核, 3 个样品进行镀镍质量考核。 ^c 经受试验的底座每个至少 5 根引线, 若少于 5 根, 则试验全部引线。 ^d 对于有引线片式载体外壳或刚性引线外壳, 采用试验条件 B ₁ 。对于无引线片式载体外壳, 采用试验条件 D。 ^e 该试验不适用于无引线片式载体外壳。 ^f 对于试验条件 C 和试验条件 D, 按 22(0) 抽样方案, 即在 5 个样品中随机抽取 22 根键合引线。若数量不够 22, 则试验全部键合点或键合引线; 对于试验条件 F, 样品数为芯片数, 即每个样品上粘结一个芯片进行试验。				

4.6.4 C组检验

C组检验每六个月进行一次。在C组检验的结果得出之前, 不应推迟已经通过A组和B组检验的产品的交货。

C组检验由表5规定的检验组成。C组各分组所用样品应从已通过了A组和B组检验的检验批中随机抽取。

如果任何一个样品不能通过C组检验, 则C组检验不合格。

表5 C组检验

组别	检验项目	检验方法和条件 ^a		样品数 (接收数)
		方法	条件	
C1 分组	a) 热冲击 b) 温度循环 c) 耐湿 d) 绝缘电阻 ^b e) 稳定性烘焙 f) 密封	1011 1010 1004 1003 1008 1014	试验条件 B, 至少 15 次循环 试验条件 C, 至少 100 次循环 10 次循环 3.8.2 150°C, 1h A4, $R_1 \leq 1 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}(\text{He})$	5(0)

表 5 (续)

组别	检验项目	检验方法和条件 ^a		样品数 (接收数)
		方法	条件	
C2 分组 ^c	a) 机械冲击	2002	试验条件 B 或按规定, Y ₁ 或 Y ₂ 方向	5 (0)
	b) 扫频振动	2007	试验条件 A	
	c) 恒定加速度 ^d	2001	试验条件 D 或按规定, Y ₁ 或 Y ₂ 方向	
	d) 密封	1014		
	1) 细检漏		试验条件 A1 或 A2	
	2) 粗检漏		试验条件 C1	
C3 分组	盐雾	1009	试验条件 A	3 (0)
注: C1 分组 c) 和 C3 分组也适用于盖板; C1 分组 a)、b)、c)、d) 也适用于带光窗的盖板。				
^a 除另有规定外, 检验方法及条件均引自 GJB 548C—2021。 ^b 耐湿试验后, 允许绝缘电阻降低一个数量级。 ^c 该分组试验应取封盖板后的样品进行。该分组如出现密封部位漏气, 允许按原样品数重新提交一次。 ^d 若光窗直径大于 20mm, 可降低试验应力水平, 但不应低于试验条件 A。				

4.6.5 C 组检验不合格

如果样品未能通过 C 组检验, 则承制方应按下列步骤进行处理:

- 立即停止产品交货及 A 组和 B 组检验, 并将失效情况报告鉴定机构和监督检查机构;
- 查明失效原因, 在材料、工艺或其他方面提出纠正措施, 经鉴定机构批准后, 对采用基本相同的材料和工艺进行制造、失效模式相同、能够进行纠正的所有产品采取纠正措施;
- 完成纠正措施后, 重新抽取样品进行 C 组检验, 是对全部项目检验或仅对原样品失效项目检验由鉴定机构确定;
- A 组和 B 组检验也可以重新开始, 但必须在 C 组重新检验合格后, 产品才能交货。

如果 C 组重新检验仍不合格, 则应将有关失效的资料提交鉴定机构和监督检查机构。

4.6.6 存放外壳的处理程序

从检验批识别代码日期起, 到发货时在承制方或销售商保存的外壳若超过 26 周, 应在发货前重新进行并通过 A1 分组的检验、B1 分组的镀金质量或镀镍质量试验、以及 B3 分组的可焊性试验。如重新检验时批不合格, 则不应作为合格品发货。

4.6.7 样品的处理

仅经受过 A 组检验并合格的样品可以交货, 而经受过 B 组和 C 组检验的样品不允许交货。

5 交货准备

5.1 包装

外壳包装应符合有关详细规范的规定。包装容器应能防潮、防霉、防震、防离子沾污、防油脂等有机物沾污; 防镀覆层等表面的划伤、划痕和压痕; 防引线变形。

5.2 标志

外壳的包装盒上和合格证上应有以下标志:

- 外壳名称和型号;
- 检验批识别代码;
- 相关详细规范的编号;
- 承制方的名称、代号或商标;
- 检验员章。

5.3 储存

已通过了全部筛选和质量一致性检验并做好标志的产品，在运输或交货之前应存放在温度为 $-10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于80%的干燥、通风、无腐蚀性气体的库房。

6 说明事项

6.1 预定用途

本规范规定的外壳预定用于军用半导体发光、发射、激光二极管，光电探测器件，光电耦合器，以及带光纤器件。

6.2 订购文件中应明确的内容

合同或订购文件应规定下列内容：

- a) 本规范的名称和编号；
- b) 详细规范的名称、编号和发布日期；
- c) 外壳名称和型号；
- d) 数量；
- e) 应提供的试验数据；
- f) 包装、运输要求；
- g) 其他特殊要求。



附录 A
(规范性附录)
金属外壳外观检验方法

A.1 目的

本方法的目的是检验半导体光电子器件金属外壳(包括底座和盖板)的外观。
不同类型金属外壳结构示意图见图 A.1~图 A.4。

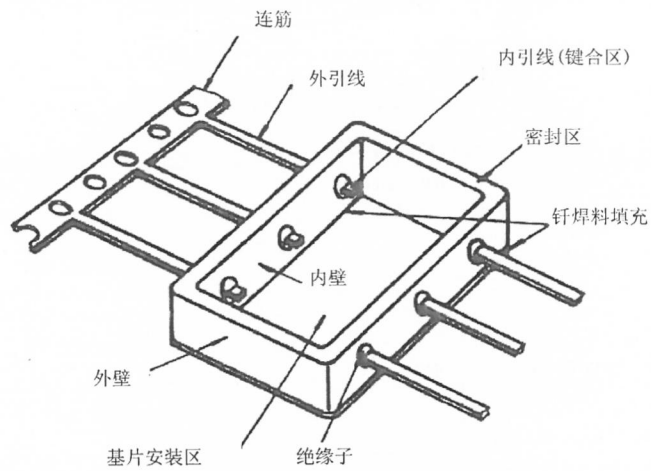


图 A.1 扁平引线外壳

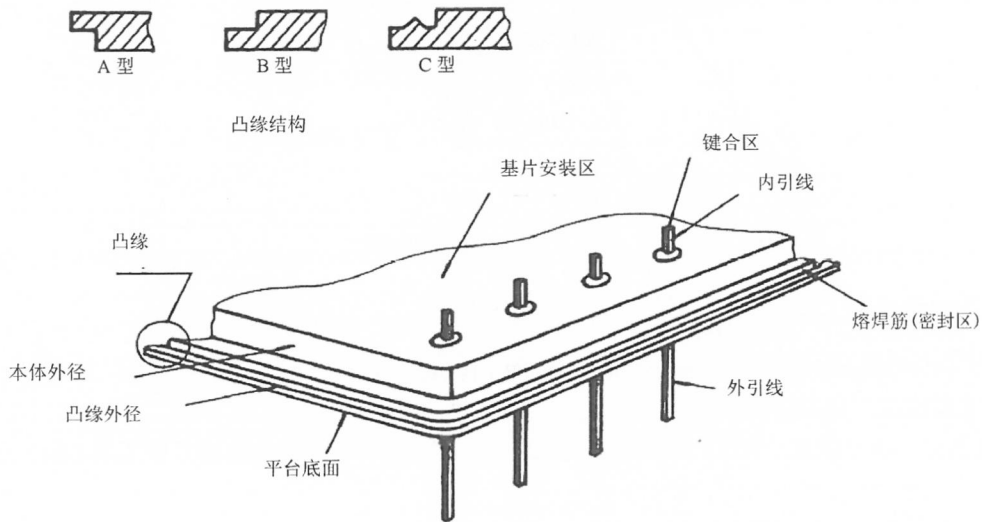


图 A.2 平板式外壳

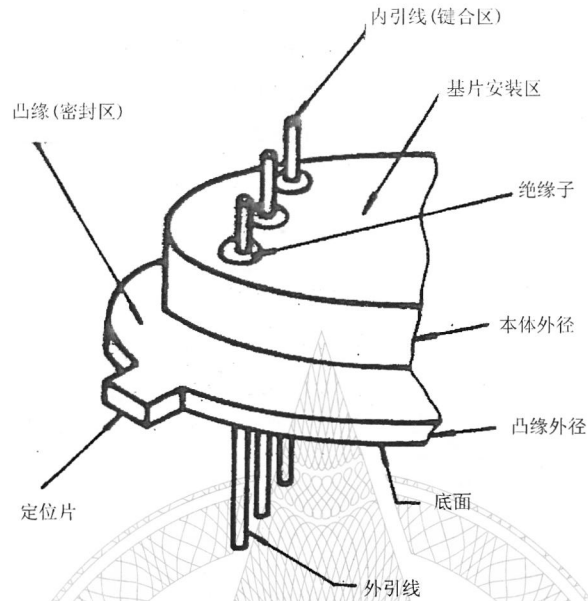


图 A.3 圆形外壳

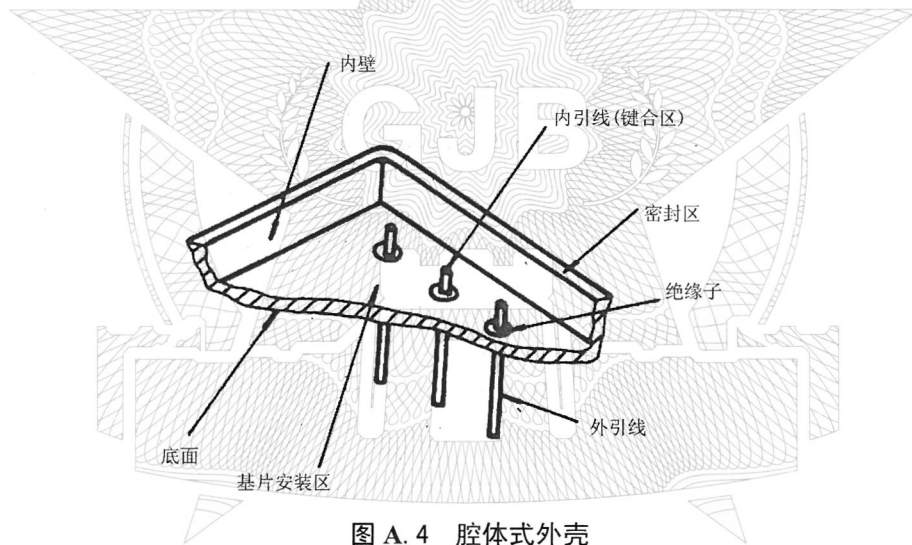


图 A.4 腔体式外壳

A.2 术语和定义

GB/T 14113 确立的以及下列术语和定义适用于本方法。

A.2.1 表面气泡 open bubbles

玻璃表面由于气泡破裂而留下的凹坑。表面闭合的气泡如果能被木质的尖锐工具(类似牙签)扎破,则这些闭合气泡也被认为是表面气泡。

A.2.2 内部气泡 subsurface bubbles

位于玻璃内部,不能被木质尖锐工具扎破的气泡。

A.2.3 玻璃弯月区 glass meniscus

引线和引线孔壁之间(即两封接面之间)玻璃平均低点之上爬升的部分。

A.2.4 径向裂纹 radial cracks

在玻璃表面的非弯月区出现的裂纹,或始于孔壁向引线延伸,或始于引线向孔壁延伸。

- A. 2. 5 弯月区裂纹 **meniscus cracks**
出现在玻璃弯月区的裂纹，即在玻璃平均低点之上的裂纹。
- A. 2. 6 圆弧状裂纹 **circumferential cracks**
沿着引线孔但不局限于玻璃弯月区的裂纹。
- A. 2. 7 玻璃缺损 **chip outs**
在玻璃—金属界面处由于弯月区裂纹使一部分玻璃脱落而呈现出的玻璃空洞。
- A. 2. 8 玻璃爬高 **glass climb**
从壳体表面计起，玻璃在引线上的爬升高度。
- A. 2. 9 玻璃外溢 **glass overflow**
玻璃流淌出引线孔的部分。
- A. 2. 10 玻璃飞溅物 **glass splatter**
外壳在烧结时粘附于金属表面的、并在清洗和电镀后仍粘着的一些玻璃小碎粒。
- A. 2. 11 钎焊料 **braze**
用于连接两个金属零件或金属化零件的金属材料。
- A. 2. 12 钎焊内侧凹陷 **undercut inside braze**
在环框内壁和底板的界面处钎焊料的凹入。
- A. 2. 13 钎焊外侧凹陷 **undercut outside braze**
在环框外壁和底板的界面处钎焊料的凹入。
- A. 2. 14 焊料剥落 **peeling braze**
钎焊材料从外壳壳体上或从钎焊材料本身脱离。
- A. 2. 15 焊料爬高 **braze climb**
从壳体表面计起的接地引线上的焊料爬升高度。
- A. 2. 16 凹坑或刻痕 **pits or nicks**
外壳金属表面的缺损。
- A. 2. 17 毛刺 **burrs**
外壳本体金属向外延伸出的部分。
- A. 2. 18 松散毛刺 **loose burrs**
用探针可以去除的毛刺。
- A. 2. 19 硬毛刺 **solid burrs**
用探针无法去除的毛刺。
- A. 2. 20 压痕 **depression**
外壳表面痕深小于 0.03mm、痕宽或直径小于 0.05mm 的痕迹。
- A. 2. 21 通光孔
为实现光信号传输而在盖板上设计制作的通孔，通常用于安装光窗等光学元件。
- A. 2. 22 有效通光区域
在盖板通光孔位置安装的光学元件上器件正常工作时光信号经过的最大区域。
- A. 3 检验要求
- A. 3. 1 通则
目检应在 10 倍显微镜下进行。当出现争议时，应在大于或等于 30 倍下验证。
- A. 3. 2 玻璃绝缘子
- A. 3. 2. 1 气泡
玻璃绝缘子上的气泡要求如下：

- a) 单个表面气泡直径不应大于 0.13mm，直径以最长的 $X-Y$ 为准，气泡数量不应超过三个，如图 A.5:

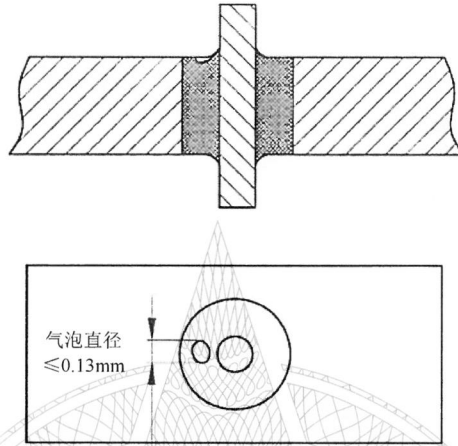


图 A.5 表面气泡示意图

- b) 单个内部气泡的直径不应大于引线与外壳间距离 L 的 $2/3$ ，如图 A.6:

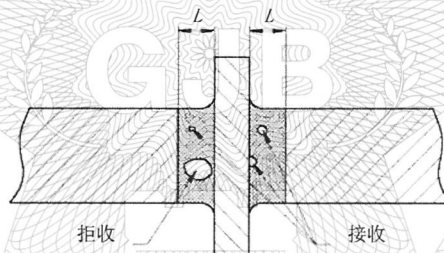


图 A.6 单个内部气泡示意图

- c) 破开的表面气泡或内部气泡连成一线或一群，总气泡直径不应大于引线与外壳间距离 L 的 $2/3$ ，如图 A.7:

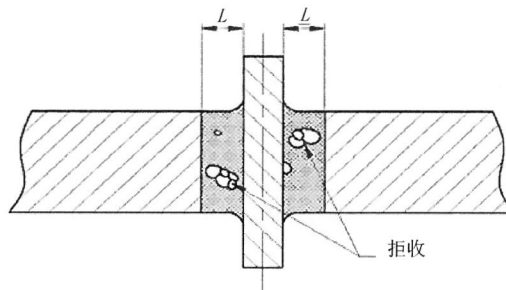


图 A.7 多个内部气泡示意图

- d) 内部气泡在一条线上，总气泡直径不应大于引线与外壳间距离 L 的 $1/2$ ，如图 A.8:

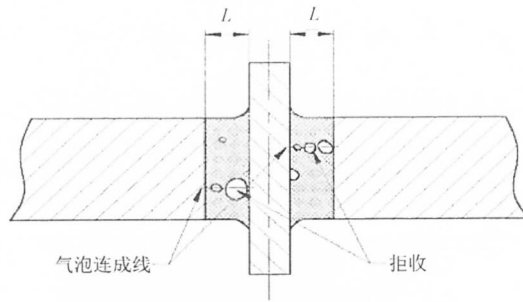


图 A.8 内部气泡连成一条线示意图

e) 多个内部气泡存在时，气泡总面积不应超过绝缘子截面积的 1/3，如图 A.9。

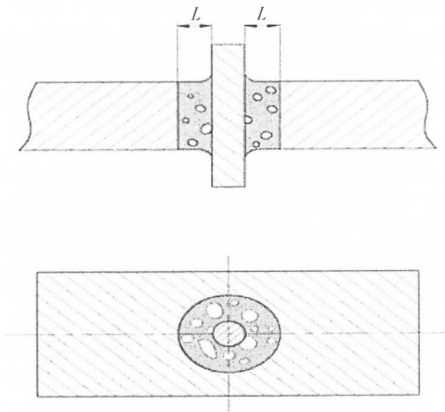


图 A.9 多个内部气泡面积

A.3.2.2 裂纹

玻璃绝缘子上的裂纹要求如下：

a) 径向裂纹：玻璃弯月区内部可存在始于引线的裂纹，且裂纹不应超过 2 条。弯月区以外不允许存在裂纹。如图 A.10；

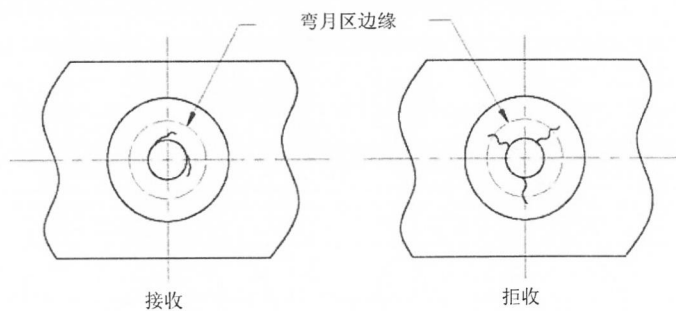


图 A.10 径向裂纹示意图

b) 圆弧状裂纹：如果单根圆弧状裂纹长度超过 90° 弧形扇区或多根圆弧状裂纹长度累加超出 90° 弧形扇区均应拒收。如图 A.11。

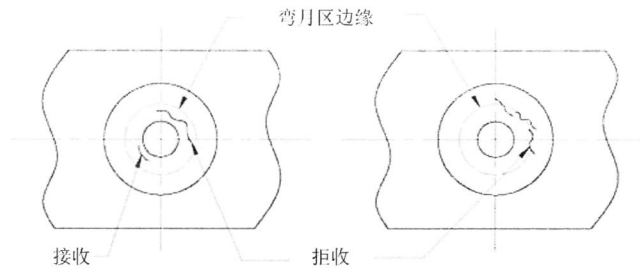


图 A.11 圆弧状裂纹示意图

A.3.2.3 缺损

玻璃绝缘子上的缺损要求如下：

- a) 玻璃缺损导致的引线基底裸露高度 H 不应超过 0.25mm，且不能穿透弯月区边缘。如图 A.12；

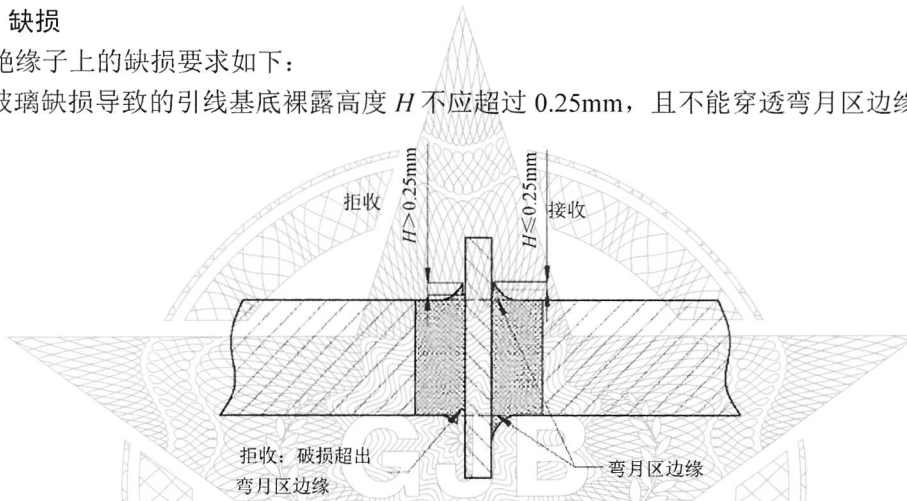


图 A.12 缺损示意图

- b) 玻璃缺损不应使填充厚度 $h < 2/3H$ (H 为金属墙体厚度)，如图 A.13；

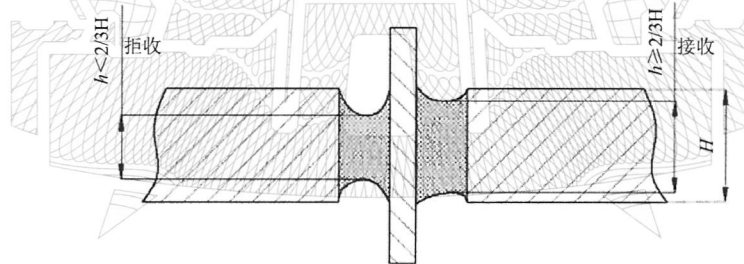


图 A.13 缺损示意图

- c) 玻璃缺损直径不应大于引线与外壳间绝缘子长 L 的 $1/2$ 。如图 A.14。

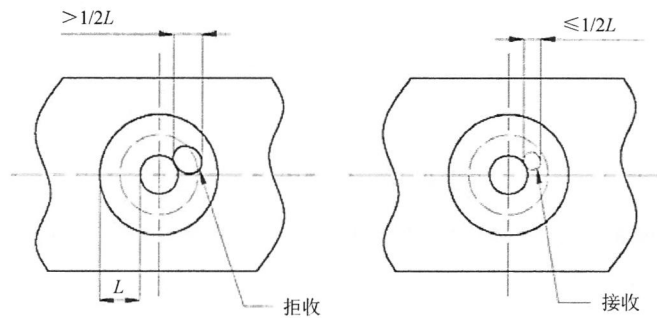


图 A.14 缺损示意图

A.3.2.4 外来物

玻璃表面嵌入和玻璃中夹杂的外来物尺寸不应超过引线到壳体距离的 1/2，且不应影响玻璃的绝缘性能要求。

A.3.2.5 玻璃爬高、外溢、飞溅物

玻璃绝缘子上的爬高、外溢和飞溅物要求如下：

a) 玻璃爬高不应超过 0.38mm，且玻璃爬高位置不应为双曲线型。如图 A.15；

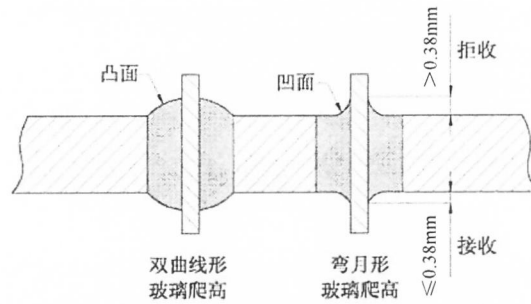


图 A.15 玻璃爬高示意图

b) 玻璃外溢不应超过 0.38mm 且不应超过两相邻玻璃间金属长度 L 的 1/2。如图 A.16；

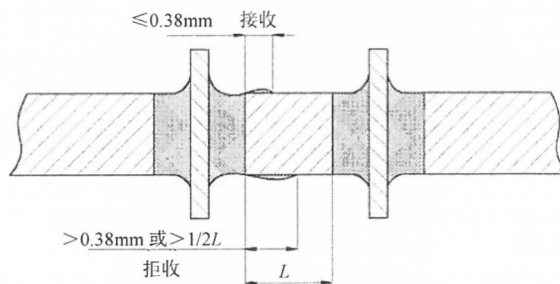


图 A.16 玻璃外溢示意图

c) 外壳腔体内部除引线下表面外，不允许存在玻璃飞溅物。外壳外部玻璃飞溅物直径不应大于 0.25mm，且数量不应超过三个。

A.3.3 钎焊

A.3.3.1 环框结构的钎焊

A.3.3.1.1 钎焊内侧凹陷

内侧凹陷不应超过 0.13mm (见图 A.17)。

A.3.3.1.2 钎焊外侧凹陷

外侧凹陷不应超过 0.13mm (见图 A.17)。但外壳壁角处的最大凹入只要不超过壳壁标称厚的 1/3，则应接收。

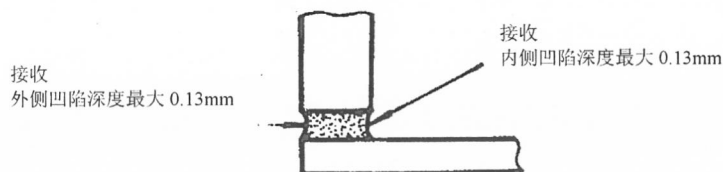


图 A.17 内侧和外侧的焊料凹陷

A.3.3.2 散热板或支座的钎焊

如果能看见凹陷底部，则金属散热板或陶瓷支座的钎焊凹陷可以接收(见图 A.18)。在支座或散热板上，如果钎焊料外溢厚度不超过 0.25mm，则应接收(见图 A.18)。

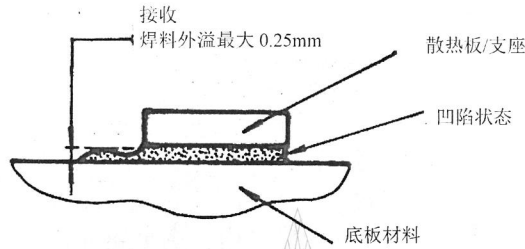


图 A.18 散热板或支座的钎焊

A.3.3.2.1 钎焊料外溢

如果钎焊料过度外溢，使得底板厚度和/或平面度超差(见图 A.19)、密封区有焊料痕迹，均应拒收。

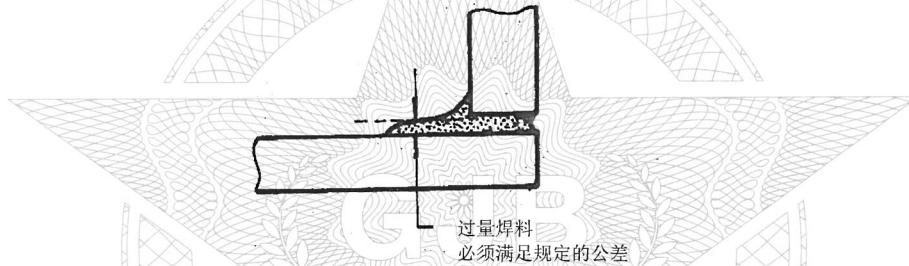


图 A.19 焊料外溢

A.3.3.2.2 焊料空洞和凹坑

如果钎焊料不连续且空洞或凹坑的底部凹入超过 0.13mm(见图 A.20)，则应拒收。

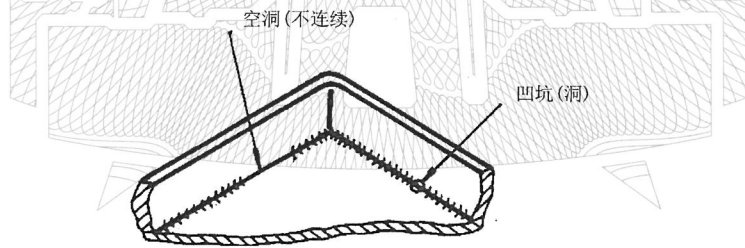


图 A.20 焊钎空洞和凹坑

A.3.3.2.3 焊料多孔

对于钎焊材料呈海绵状的凹坑，如果在 10 倍放大镜下看不见洞底或凹坑直径大于 0.13mm，则应拒收。

A.3.3.2.4 焊料剥落

焊料剥落的外壳应拒收。

A.3.3.3 接地引线的钎焊

A.3.3.3.1 如果引线和壳体处的钎焊料填充是在规定范围之内，则金属导管裸露可以接收。

A.3.3.3.2 如果在 10 倍放大镜下能见到凹入区底部，则焊料凹陷可以接收(见图 A.21)。

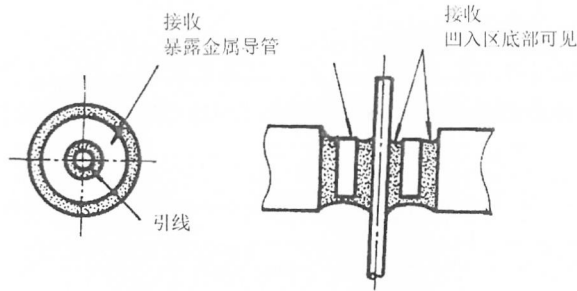


图 A.21 焊料凹陷

A.3.3.3.3 如果在10倍放大镜下从各个角度均能见到焊迹,点焊和钎焊接地引线可以接收(见图A.22)。

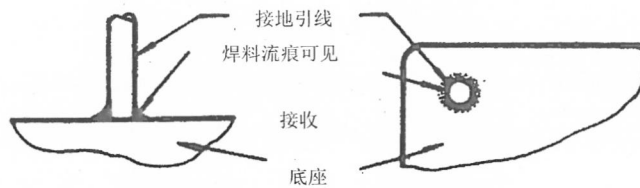


图 A.22 点焊或钎焊接地引线

A.3.3.3.4 焊料爬高

A.3.3.3.4.1 焊料爬高(平板式外壳)

除另有规定外,在外壳内部的直引线上,焊料爬高不应超过0.38mm且键合区不应有焊料;而钉头状引线只要顶面没有焊料,焊料爬高可淹没整个钉头根部(见图A.23)。

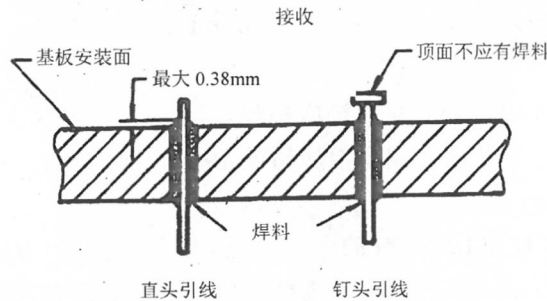


图 A.23 焊料爬高(平板式外壳)

A.3.3.3.4.2 焊料爬高(扁平引线外壳)

除另有规定外,接地引线内侧的焊料爬高是指从外壳内壁计起的焊料爬升。当外壳的内引线长度大于或等于0.76mm时,外壳内侧的焊料爬高不应超过0.38mm。当内引线长度小于0.76mm,焊料爬高不应超过0.25mm(见图A.24)。

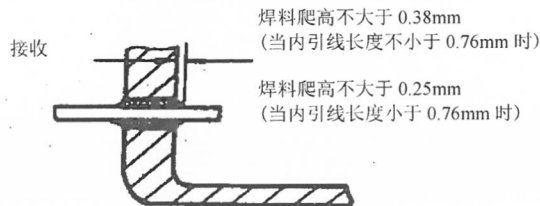


图 A.24 焊料爬高(扁平引线外壳)

A. 3. 4 引线

A. 3. 4. 1 直头圆引线或钉头圆引线键合区

引线键合面至少应有 80%或直径为 0.25mm 的区域表面粗糙度 (Ra) 达到 $0.8\mu\text{m}$ ，该区域应无刻痕或凹坑(见图 A.25)。如果刻痕或凹坑导致引线直径超差，则应拒收。如果键合区的凸起超过 0.03mm(见图 A.25)，则应拒收。

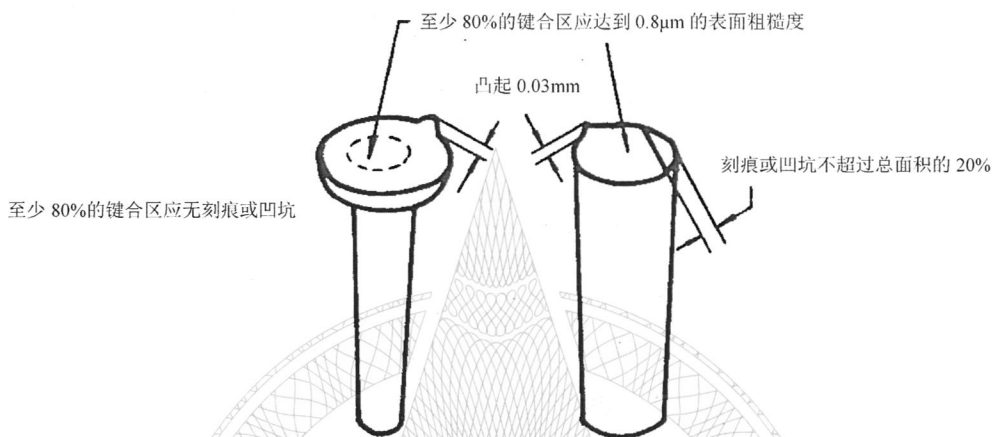


图 A. 25 直头圆引线或钉头圆引线键合区

A. 3. 4. 2 引线偏心

除非另有规定，对孔径大于或等于 0.84mm 的外壳，引线与壳体的距离应不小于 0.13mm；对孔径小于 0.84mm 的外壳，引线与壳体的距离应不小于 0.08mm(见图 A.26)。

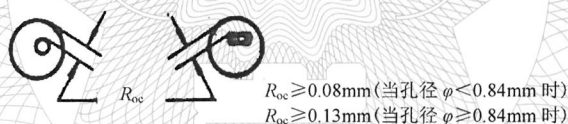


图 A. 26 引线偏心

A. 3. 4. 3 直头圆引线的倾斜

应从引线露出的底端到引线顶部测量引线倾斜角度或最大偏移量(见图 A.27)。对引线柱高度小于或等于 0.90mm 的外壳，引线偏移应不大于 0.13mm (3°)。对引线柱高度大于 0.90mm 的外壳，引线偏移应不大于 0.18mm (5°)。

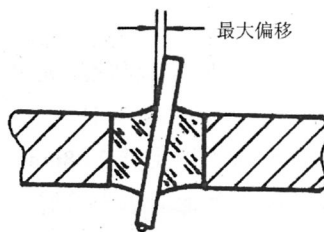


图 A. 27 直头圆引线的倾斜

A. 3. 4. 4 钉头圆引线的倾斜

可用千分表测量同一钉头端面最低点到最高点的高度差，以确定钉头引线的倾斜。高度差应不大于 0.08mm(见图 A.28)。

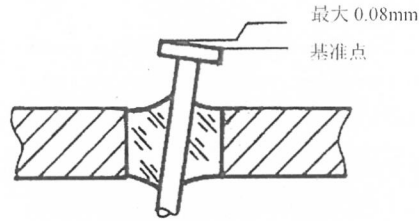


图 A.28 钉头圆引线的倾斜

A.3.4.5 扁平引线外壳内引线弯曲或倾斜

可用千分表测量同一引线最低点至最高点的高度差，以确定内引线倾斜量。内引线倾斜量应不大于 0.05mm(见图 A.29)。

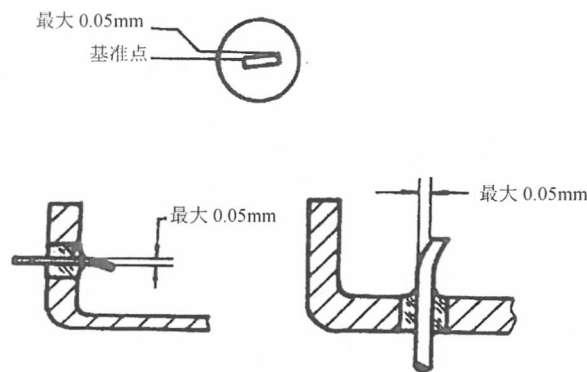


图 A.29 扁平引线的倾斜或弯曲角度

A.3.4.6 外引线弯曲

用手校直已弯曲的引线后，引线不应出现弯曲或永久形变，玻璃外观应符合本方法要求。

A.3.5 底座

A.3.5.1 凹坑或刻痕

A.3.5.1.1 密封区外侧的关键密封区上的凹坑、刻痕或刮痕，如果痕深超过 0.03mm 或直径大于 0.13mm，应拒收(见图 A.30)。

A.3.5.1.2 基板安装区的凹坑和刻痕，其痕深不应超过 0.08mm(见图 A.30)。

A.3.5.1.3 外壳关键密封区和基板安装区以外其他区域上的凹坑和刻痕，如果直径和深度不大于 0.13mm，应接收(见图 A.30)。

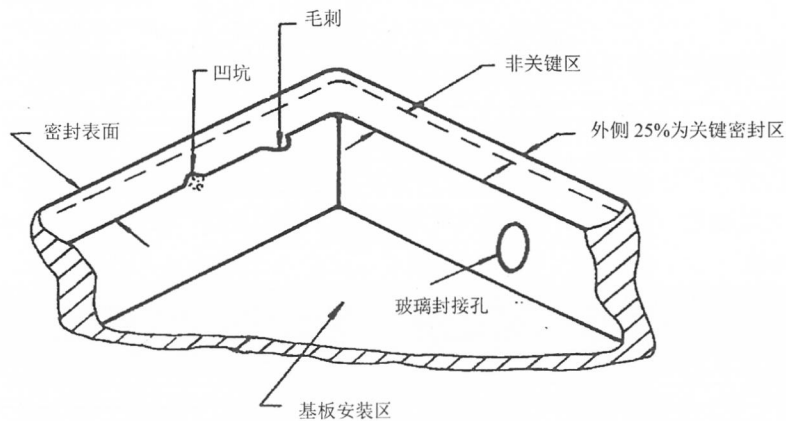


图 A.30 底座表面

A.3.5.2 毛刺

A.3.5.2.1 松散毛刺

松散毛刺不管其尺寸大小或在什么位置，应拒收。

A.3.5.2.2 硬毛刺

A.3.5.2.2.1 玻璃封接孔周围出现的硬毛刺，如果毛刺与引线之间的玻璃区不小于 0.13mm，则应接收。

A.3.5.2.2.2 密封面的非关键区或内侧周围出现的硬毛刺，如果不高出封接面 0.03mm 或伸出外壳壳壁不超出 0.05mm，则应接收(见图 A.30)。

A.3.5.2.2.3 以上规定之外的任何表面出现硬毛刺，如果大于 0.05mm，应拒收。

A.3.6 盖板

A.3.6.1 通则

盖板典型结构分为平盖板、台阶盖板、拉延盖板，典型结构见图 A.31。



图 A.31 盖板结构示意图

A.3.6.2 凹坑、缺口

盖板上凹坑和缺口要求如下：

- a) 密封区上凹坑、缺口深度不应大于 0.025mm，直径(最长的 X-Y 尺寸)不应大于 0.127mm，每边凹坑、缺口的数量不应大于一个；
- b) 非密封区上凹坑、缺口深度不应大于 0.25mm，直径(最长的 X-Y 尺寸)不应大于 0.50mm，每边凹坑、缺口的数量不应大于三个。

A.3.6.3 凸起、毛刺

盖板上凸起和毛刺要求如下：

- a) 密封区凸起、毛刺，高度不应大于 0.025mm，直径不应大于 0.127mm，且每边不应超过一个；
- b) 非密封区凸起、毛刺高度不应 0.05mm，直径不应大于密封宽度的 25%，且每边不应超过三个；
- c) 刻蚀盖板连筋残留长度不应大于 0.02mm。

A.3.6.4 对称

对于台阶盖板和拉延盖板，盖板凸缘相对于外围尺寸对称在 0.05mm 范围内。

A.3.7 镀层

A.3.7.1 底座镀层

所有镀层应均匀和连续。如果底座表面出现剥落、脱层或起泡，表面受腐蚀污染，有异物或粘性积垢，则应拒收。光泽褪色不应拒收。基体金属不应裸露，但内表面可以有最多 5%的基体金属裸露。

A.3.7.2 盖板镀层

所有镀层都应均匀连续，任一批的所有盖板应具有均匀一致的外观。除内表面和边缘外，下层金属不应裸露。内表面至多可以有 5%下层金属裸露，并且这些区域附近的镀层没有脱层和剥落现象。

A.3.7.3 引线镀层

A.3.7.3.1 引线上出现刮痕、擦伤，如果超过引线直径或宽度的 50%以上并暴露出基金属，应拒收。

A.3.7.3.2 凹坑或压痕的深度超过引线直径的 25%，应拒收。

A.3.7.3.3 引线镀层出现剥落、脱层、起泡或锈蚀等，应拒收。仅光泽褪色不应拒收。

A.3.8 光窗

光窗外观要求如下：

- a) 除玻璃—金属封接面允许有形变外，透光孔应平整光滑，不允许有水雾、气泡、孔洞、非抛光磨砂区，以及长度大于 1mm、宽度大于 0.04mm 的擦痕；
- b) 有效透光区域内不允许有直径大于 0.1mm 的凸起或凹坑；
- c) 玻璃—金属封接面应颜色均匀，不允许有直径大于封接宽度 1/3 的气泡、大于焊接周长 30% 的气泡群，沿径向不允许有宽度大于 0.15mm 的破损、裂纹等边缘缺陷。

附录 B
(规范性附录)
镀层质量试验方法

B.1 镀金层质量试验方法

B.1.1 目的

本试验方法的目的是确定外壳镀金层经受高温后的牢固度。

B.1.2 设备

加热器。

B.1.3 试验程序

B.1.3.1 试验条件 A

按下列程序进行：

- 加热器中通入空气，加热到 $450^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ；
- 待试验的外壳预热到 $250^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ ；
- 预热好的外壳置于加热器中 120^{+10}_0 s ；
- 外壳从加热器中取出，在空气中冷却至室温。

B.1.3.2 试验条件 B

按下列程序进行：

- 加热器中通入氮气，加热到 $470^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ；
- 待试验的外壳预热到 $250^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ ；
- 预热好的外壳置于加热器中 60^{+10}_0 s ；
- 外壳从加热器中取出，在空气中冷却至室温。

B.1.4 检验判据

镀金层质量试验检验判据为：

- 10 倍显微镜检查，不允许有气泡；
- 10 倍显微镜检查，不允许有剥落和起皮；
- 在键合区、密封环表面或外部引线处不允许有变色。而在试验期间引入或操作前残留的表面污渍，不应作为拒收的理由。

B.2 镀镍层质量试验方法

B.2.1 目的

本试验方法的目的是确定外壳镀镍层经受高温后的牢固性。

B.2.2 设备

加热器。

B.2.3 试验程序

B.2.3.1 试验条件 A

按下列程序进行：

- 加热器中通入氮气，加热到 $225^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- 预热好的外壳置于加热器中 24h；
- 外壳从加热器中取出，在空气中冷却至室温。

B.2.3.2 试验条件 B

按下列程序进行：

- a) 加热器中通入氮气，充分排出空气，加热到 $450^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 预热好的外壳置于加热器中 15min，试验过程中保持加热器中氮气气氛；
- c) 外壳在加热器中冷却至 100°C 以下取出，在空气中冷却至室温。

B.2.4 检验判据

镀镍层质量试验检验判据为：

- a) 10 倍显微镜检查，不允许有气泡；
 - b) 10 倍显微镜检查，不允许有剥落和起皮；
 - c) 在键合区、密封环表面或外部引线处不允许有色变。而在试验器件引入或操作前残留的表面污渍，不应作为拒收的理由。
-

中华人民共和国
国家军用标准
半导体光电子器件外壳通用规范
GJB 5438A—2024

*

国家军用标准出版发行部出版
(北京东外京顺路7号)
国家军用标准出版发行部印刷车间印刷
国家军用标准出版发行部发行
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 2 字数 59 千字
2025年2月第1版 2025年2月第1次印刷

*

军标出字第 16407 号