

中华人民共和国国家军用标准

FL 6131

GJB 33B-2021
代替 GJB 33A-1997

半导体分立器件通用规范

General specification for discrete semiconductor devices

2021-12-30 发布

2022-03-01 实施



中央军委装备发展部 颁布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 引用文件	1
3 要求	1
4 质量保证规定	5
5 交货准备	5
6 说明事项	6
附录 A (规范性附录) 关键界面和材料	9
A.1 范围	9
A.2 要求	9
A.3 器件的镀涂	10
A.4 封装外形和标志	12
A.5 管壳种类分组建议	13
附录 B (规范性附录) 芯片的评价	14
B.1 范围	14
B.2 芯片要求	14
B.3 芯片评价	14
B.4 检验规则	16
B.5 芯片接收	17
B.6 储存	17
B.7 包装	17
附录 C (规范性附录) 质量管理大纲	19
C.1 范围	19
C.2 质量管理大纲	19
C.3 TRB	19
C.4 质量策划	21
C.5 质量管理大纲的认证程序	21
C.6 更改程序	22
C.7 鉴定、确认、优化和持续改进	22
C.8 质量管理大纲认证合格的保持	25
C.9 撤销 TRB 的权力	25
附录 D (规范性附录) 质量保证大纲	26
D.1 范围	26
D.2 要求	26
附录 E (规范性附录) 合格产品检验规则	39
E.1 范围	39
E.2 筛选	39
E.3 鉴定	47

GJB 33B-2021

E.4	质量一致性检验	59
E.5	检验批和试验方法	61
附录 F	(规范性附录) 器件设计和结构信息	66
F.1	范围	66
F.2	要求	66
附录 G	(规范性附录) 术语和定义	72
G.1	范围	72
G.2	通用术语和定义	72
G.3	晶体管术语和定义	75
G.4	二极管和整流管术语和定义	76
G.5	闸流晶体管术语和定义	78
G.6	电应力和环境应力筛选术语和定义	80
附录 H	(规范性附录) 缩略语和符号	81
H.1	总则	81
H.2	缩略语	81
H.3	符号	81

前 言

本规范代替 GJB 33A-1997《半导体分立器件总规范》。

本规范与 GJB 33A-1997 相比，主要有下列变化：

- a) 在原规范 QPL 认证的基础上，增加了 QML 认证方式；
- b) 将原第 3 章中对设计、结构和材料的要求调整到附录 A 中；
- c) 将原第 4 章中对筛选、鉴定检验和质量一致性检验的要求调整到附录 E 中；
- d) E 组检验增加耐焊接热、玻璃抗裂性、单粒子等检验项目；
- e) 将抽样方式由 LTPD 抽样改为固定样品抽样；
- f) 对原规范附录进行调整、补充和完善。

本规范的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F、附录 G 和附录 H 是规范性附录。

本规范由中央军委装备发展部信息系统局提出。

本规范起草单位：工业和信息化部电子第四研究院、济南市半导体元件实验所、中国电子科技集团公司第十三研究所、中国电子科技集团公司第五十五研究所、国营第八七三厂、国营第八七七厂、国营第九二零厂。

本规范主要起草人：张 秋、卞 岩、崔 波、李丽霞、黄玉英、邹盛琳、王嘉蓉、黄世杰。

GJB33 于 1985 年首次发布，1997 年第一次修订。



半导体分立器件通用规范

1 范围

本规范规定了军用半导体分立器件(以下简称“器件”)的技术要求、质量保证规定和交货准备等。本规范适用于气密封装半导体分立器件。

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 192 普通螺纹 基本牙型
- GB/T 193 普通螺纹 直径与螺距系列
- GB/T 196 普通螺纹 基本尺寸
- GB/T 197 普通螺纹 公差
- GB/T 249 半导体分立器件型号命名方法
- GB/T 4023 半导体器件 分立器件和集成电路 第2部分:整流二极管
- GB/T 4586 半导体 器件 第8部分:场效应晶体管
- GB/T 4587 半导体分立器件和集成电路 第7部分:双极型晶体管
- GB/T 7581-1987 半导体分立器件外形尺寸
- GB/T 15291-1994 半导体器件 第6部分:晶闸管
- GJB 128B-2021 半导体分立器件试验方法
- GJB 548B-2005 微电子器件试验方法和程序
- GJB 2712 装备计量保障中测量设备和测量过程的质量控制
- GJB 1649 电子产品防静电放电控制大纲
- GJB 3014 电子元器件统计过程控制体系
- GJB 3164 半导体分立器件包装规范

3 要求

3.1 总则

器件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 设计、结构和材料

3.2.1 关键界面和材料

按本规范供货器件的关键界面和材料应符合附录A的规定。

严禁在器件内部或外部采用纯锡作为底镀层或表面镀层。按重量计算,铅锡合金中铅的含量不得少于3%,锡含量不得超过97%。

3.2.2 引线 and 引出端镀涂层

按本规范供货器件的引线和引出端的镀涂层应符合附录A的规定。

3.2.3 芯片

按本规范供货器件的芯片应符合附录 B 的规定。

3.2.4 封装

按本规范供货的器件应使用金属、玻璃或陶瓷管壳密封。

3.3 认证

本规范规定的认证水平分为两种：一种是 JT 级和 JCT 级认证；另一种是 JY 级认证。

本规定规定的认证方式分为两种：一种是合格工艺认证(QML)，按附录 C 对申请认证的生产线和工艺进行认证；另一种是合格产品认证(QPL)，按附录 D 对申请认证的生产线和产品进行认证。承制方进行 QML 认证或 QPL 认证时，应按附录 E 的规定对产品进行鉴定。JY 级产品不得进行 QML 认证。

认证时，鉴定机构应对承制方的质量保证大纲计划和产品检验程序是否符合 4.2、4.3 和 4.4(适用时)的规定，对承制方生产的器件是否符合 3.4 的要求进行核查。

提交 QPL 认证申请时，承制方应同时提交器件的设计和结构信息(见附录 F)。

3.4 性能

3.4.1 通则

按本规范交货的 JP 级、JT 级、JCT 级和 JY 级器件的性能应符合本规范附录 E 的规定。

3.4.2 最大额定耗散功率

对于 $T_c=25^\circ\text{C}$ 下最大额定耗散功率不小于 10W 的器件，承制方应给出器件在 $T_c=85^\circ\text{C}$ 下的最大额定耗散功率。承制方应证明器件的最大额定耗散功率能够达到标称值。

3.4.3 可焊性

所有器件均应能够通过 GJB 128B-2021 方法 2026 规定的可焊性试验。本规范不要求对器件的可焊性进行重新检验，但若承制方或订购方合同选择对器件的可焊性进行重新检验，则重新检验的日期应标注在产品合格证和可追溯文件中。

3.5 辐射加固保证(RHA)

承制方可申请对具有辐射加固保证能力的 JCT 和 JY 级器件进行辐射加固保证能力的认证。辐射加固保证能力从低到高分 8 个等级，等级的划分和具体要求见表 1。

表 1 辐射加固保证等级和要求

辐射加固保证等级代码	总剂量 Gy (Si)	中子 N/cm ²
M	30	2×10^{12}
D	1×10^2	2×10^{12}
P	3×10^2	2×10^{12}
L	5×10^2	2×10^{12}
R	1×10^3	2×10^{12}
F	3×10^3	2×10^{12}
G	5×10^3	2×10^{12}
H	1×10^4	2×10^{12}

3.6 静电放电控制

静电放电敏感度等级为 0 级、1A、1B、1C 级和 2 级的器件，应按 GJB 1649 的规定进行操作以避免静电放电损伤器件。

3.7 标志

3.7.1 每只器件上的标志

3.7.1.1 通则

每只器件上都应标有下列标志并且标志应清晰。如果器件上没有足够的面积标上所有适用的标志，则应按下列顺序尽可能多地打上标志：

- a) 极性标志(适用时)(见 3.7.5)。
- b) 器件编号，即 PIN(见 3.7.6)。
- c) 承制方的名称、商标或识别标志(见 3.7.7)。
- d) 批识别代码和生产线代码(见 3.7.8)。
- e) 序列号(适用时)(见 3.7.9)。
- f) 特殊标志：氧化铍标志(见 3.7.3.3)。器件经过 PIND 试验的后缀标志“P”，P 可以标在器件型号之后，也可标在器件标志区的任何部位。
- g) 静电放电敏感度标志(见 3.7.3.2)。

3.7.1.2 可追溯性

按本规范交货的所有器件都应按 3.7.1.1 进行标志，以便能通过批识别代码和检验批记录进行追溯。

JY 级器件的可追溯性应覆盖从晶圆制造到质量一致性检验的全部过程，并提供晶圆批识别、加工设备、加工日期、加工人员的识别标志以及加工器件的数量和序列号等信息。

3.7.2 单元包装标志

用于保护交货器件的单元包装上应标志除器件极性和序列号外的所有标志。

3.7.3 特殊标志

3.7.3.1 通则

使用特殊标志时，不得影响或遮蔽 3.7.1.1 中所要求的标志。

3.7.3.2 静电放电敏感度标志

应按表 2 的规定对器件的静电放电敏感度进行标志。

表 2 静电放电敏感度等级及标志

单位为伏

序号	静电放电敏感度等级	失效阈值电压范围	标志 ^a
1	0 级	<250	△0: 用一个空心或实心等边三角形加数字“0”表示
2	1A 级	250~499	△A: 用一个空心或实心等边三角形加字母“A”表示
3	1B 级	500~999	△B: 用一个空心或实心等边三角形加字母“B”表示
4	1C 级	1000~1999	△C: 用一个空心或实心等边三角形加字母“C”表示
5	2 级	2000~3999	△△: 用两个空心或实心等边三角形表示
6	3A 级	4000~7999	△△△A: 用三个空心或实心等边三角形加字母“A”表示
7	3B 级	8000~15999	△△△B: 用三个空心或实心等边三角形加字母“B”表示
8	非敏感	>15999	无标志

^a 空心或实心等边三角也可作为第一引出端的标识符。

3.7.3.3 氧化铍封装的标志

如果器件的封装内含有氧化铍，则器件应标上“BeO”标志。

3.7.4 标志清晰度

标志应保持清晰。因机械操作引起的标志损伤不应导致批被拒收。在发货之前应对标志损伤的器件重新进行标志以确保其清晰。

3.7.5 单向二极管和闸流管的极性标志

3.7.5.1 通则

应按 3.7.5.2 或 3.7.5.3 规定的方法标示器件的极性。

3.7.5.2 二极管

二极管的极性标志应符合以下要求：

- a) 采用二极管图形符号或箭头符号，箭头指向二极管正向偏置的阴极；
- b) 可使用某一鲜明颜色的色带或至少三个鲜明颜色的色点标在阴极端的周围；
- c) 静电放电敏感器件，可用 ESD 标志表示器件的极性。

3.7.5.3 闸流晶体管

用箭头指向阴极端部的图形符号表示极性(仅适用于螺栓安装的闸流晶体管)。

3.7.6 器件编号(PIN)

3.7.6.1 通则

每只器件都应按 6.2 的规定标志其器件编号。如果因器件外表面的限制无法标志完整的器件编号，则首先应省略器件型号中的字母代号和字母代号前的数字代号，接着省略器件的质量等级标志。辐射加固保证标志(适用时)应包括在 PIN 识别号中。

3.7.6.2 军用产品标志

按本规范和相关详细规范生产并且符合本规范和相关详细规范所有要求的产品，可用字母“J”作为军用产品的标志。凡经军用电子元器件贯彻国军标质量认证合格列入 QPL 或 QML 的器件，采用△作为军用产品的质量认证标志。如果订单或合同中的要求或试验条件低于本规范，则按这样的订单或合同生产的器件不应打上军用产品标志。如果产品达不到本规范或相关详细规范的要求，则应在 30d 内将军用产品标志从试验样品及其所代表的产品上去除。

3.7.7 承制方名称、代号或商标

在合格的器件上应有承制方的名称、代号或商标。承制方使用的名称、代号或商标应在鉴定批准时向鉴定机构备案。

3.7.8 批识别代码

3.7.8.1 通则

器件上应标有检验批的识别代码，表示在该检验批累积周期内的器件进行密封的最后一个日历周。识别码的前两位表示该年的后两位数字，识别码的后两位数字表示该年的日历周(周数为一位数时，前面用“0”补齐)。对轴向引线二极管，要求对 GB/T 7581-1987 中规定的 D2-02A 封装或更大的封装标批识别代码。

3.7.8.2 批识别代码后缀字母

如果在同一个批累积周期内提交质量一致性检验进行密封的同一型号的器件多于一批，则每只器件的批识别代码紧随日期代码之后应加上一个大写的英文字母。承制方在选择字母时应保证每个检验批单独可依据该批识别代码识别。

3.7.8.3 生产线代码

如果器件在承制方的其中一条生产线上组装或生产，则批识别代码应包括一个单个字母专门表示该生产线。该字母应紧靠在日期代码的前面并且该字母和日期代码之间不允许有其他字符。生产线代码应与其地址一起列入 QML 表内。

3.7.9 序列号

JY 级器件以及当规定时其他质量等级的器件应标上一个在该检验批内连续给出的唯一序列号。JY 级器件应在筛选时标上序列号并保留在检验批的记录中，以便从序列号追溯到该批器件的具体晶圆批。因面积小无法在器件上标序列号的器件可以使用标签。

3.7.10 标志方案的选择

除序列号外,承制方可以选择在检验前对整批器件进行标志或是仅对样品进行标志。如果承制方选择仅对样品进行标志,则应遵循以下程序:

- a) 应在进行质量一致性检验或鉴定检验之前对样品器件进行标志;
- b) 完成上述检验后应检查样品器件的标志是否符合 3.7.1 和 3.7.4 的要求;
- c) 对通过检验的样品所代表的检验批进行标志,并进行规定的目检和机械检查;
- d) 用于检验批标志的材料和工艺应与检验样品所用的材料和工艺相同。

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(见附录 E 中 E.2);
- b) 鉴定检验(见附录 E 中 E.3);
- c) 质量一致性检验(见附录 E 中 E.4)。

4.2 质量管理体系

为了生产符合 3.4 要求的器件,承制方应建立并维护一个质量管理体系。当进行 QML 认证时,承制方应按附录 C 的规定编制质量管理大纲。当进行 QPL 认证时,承制方应按附录 D 的规定编制质量保证大纲。

4.3 器件的检验

为证明所生产的器件符合第 3 章的要求,承制方应按附录 E 的规定对器件进行检验。

4.4 试验的修改或删除

经鉴定机构批准,承制方可对试验和检验项目进行修改或删除。当承制方修改或删除某一项试验或检验时,只免除了承制方进行该项试验或检验的责任,但承制方仍有责任提供满足本规范第 3 章要求的产品。

5 交货准备

5.1 包装要求

器件包装应按 GJB 3164 的规定。包装盒(箱)内应装有产品合格证。包装盒(箱)上应有封签并注明:

- a) 承制方的名称和/或商标;
- b) 产品的器件编号;
- c) 质量等级和批识别标志;
- d) 检验日期、重检日期和检验员印章;
- e) 静电放电敏感度等级标志;
- f) 包装日期和包装印章。

5.2 质量合格证

承制方提供符合本规范要求的器件时,应提供由承制方产品生产负责人签署的书面证明,以证明:承制方提供的产品已通过本规范规定的检验并符合本规范的所有要求;产品与随附的合格证内容相符。

承制方的文件应提供下列信息:

- a) 承制方名称和地址;
- b) 使用方名称和地址;
- c) 器件的型号、质量等级和详细规范号;
- d) 批识别代码(包括生产线代码);
- e) 质量一致性检验合格的日期;

- f) 承制方发货的器件数量;
- g) 证明产品质量和可追溯性符合要求的报告书;
- h) 交货日期和签字;
- i) 可焊性检验的日期和若进行重新检验的日期(见 3.8)。

6 说明事项

6.1 预定用途

本规范规定的器件预定用于航空、航天和舰船等装备的电子设备中。

6.2 器件编号

6.2.1 通则

按本规范制造的器件的编号如下:

JXX	X	XXXX	XX
质量等级	辐射加固保证等级	器件型号	后缀字母

6.2.2 质量等级

质量等级从低到高分为:

- 普军级, 用字母 JP 表示;
- 特军级, 用字母 JT 表示;
- 超特军级, 用字母 JCT 表示;
- 宇航级, 用字母 JY 表示。

芯片的质量等级从低到高分为:

- 军级, 用字母 JHC 表示;
- 宇航级, 用字母 JKC 表示。

6.2.3 辐射加固保证等级

辐射加固保证分为八个等级, 从低到高分别用字母 M、D、P、L、R、F、G 和 H 表示(见表 1)。

6.2.4 器件型号

器件的型号按 GB/T 249 命名。

6.2.5 后缀字母

器件编号后缀字母含义如下:

- A、B、C 等(L、M、P、R、S、U 和 P 除外)——表示器件的不同参数档次;
- M——表示对各个器件的规定参数进行配对;
- R——表示基本型号器件的反极性封装;
- L 或 S——分别表示比基本型号器件的引出线长或短;
- P——表示经粒子碰撞噪声检测筛选过的器件(仅对 JT 和 JCT 级);
- U——表示无引线器件或表面安装器件, 不同的封装结构可以带一个后缀字母;
- UR——表示无引线器件或表面安装器件(圆形管帽二极管);
- US——表示无引线器件或表面安装器件(矩形管帽二极管)。

6.3 术语和定义

器件适用的术语和定义见附录 G。

6.4 缩略语

器件适用的缩略语见附录 H。

6.5 订购文件中应明确的内容

订购文件应规定下列内容:

- a) 本规范的编号和名称;

- b) 包装要求(见第 5 章);
- c) 器件编号(PIN);
- d) 详细规范编号和名称;
- e) 器件的引出端成形、长度和镀涂层(与详细规范规定不同或有选择要求时);
- f) 是否需 PIND 筛选;
- g) 对数据的要求(适用时);
- h) 装运地点;
- i) 其他要求。

6.6 QML 认证

QML 认证包括以下重要内容:

- a) 技术审查委员会(TRB);
- b) 优化方案;
- c) 质量策划;
- d) 统计技术;
- e) 可靠性增长程序(FIT 值预计);
- f) 质量管理计划;
- g) 产品特性和能力评价;
- h) 失效模式和影响分析(FMEA)。

承制方的生产线和工艺通过 QML 认证后,承制方可以优化工艺基线内生产的器件的试验和检验,降低生产成本;但承制方必须拥有一支熟悉器件设计、制造工艺、检验和失效分析的技术团队,同时,产量必须达到一定规模才能保证制造过程控制、统计技术和 FMEA 的有效性。因此,QML 认证方式适用于生产规模较大的承制方。

6.7 其他说明

6.7.1 绝对最大额定值

绝对最大额定值,也叫最大额定值或额定值,是承制方给出的器件在工作或测试条件下不应超过的电压、电流、功率或温度的极限值。除特定试验方法需要外,在任何工作或试验条件下都不应超过器件详细规范中规定的绝对最大额定值。

对器件用户,超过极限值后任何器件的功能或可靠性可能会受到损害。

6.7.2 冶金键合

6.7.2.1 I 类冶金键合

半导体材料(例如硅或锗)和封装外壳之间的键合由键合工艺过程中熔化的相构成,在固化熔体中此相既包含半导体材料部分,也包含外壳安装表面的金属化层部分,这样形成的键合为 I 类冶金键合。相邻的半导体材料(如堆叠)之间的 I 类键合在固化熔体中应包括两种半导体材料。除详细规范另有规定外,I 类冶金键合是所有大于等于 1W 或 1A 的轴向引线二极管的标准要求。

6.7.2.2 II 类冶金键合

II 类冶金键合是使用焊料形成的,在键合工艺过程中焊料熔化并粘接到每个待连接表面上的金属化层。不需要半导体材料或任何浸润表面层的溶解。

6.7.2.3 III 类冶金键合

待键合表面在温度及压力作用下聚集到一起,这样在待连接的材料最外层金属化层之间形成扩散键合,这样形成的键合为 III 类冶金键合。这种键合的特征是使原始连接界面两边的物质通过连接界面扩散而没有任何熔化的相存在。

6.7.2.4 冶金键合热匹配非空腔双端头结构

符合本定义的二极管应具有双端头结构、使用钨或钼引线,芯片的两面应通过 I 类冶金键合连接至

相应的引线。封装应是热匹配的、非空腔结构。不允许镀银球接触设计。

6.7.3 循环利用、回收或环保材料

应尽可能使用循环利用、回收或环保材料，只要这些材料符合或优于工作和维护要求，并能节省寿命期费用。

6.7.4 环保材料

在满足使用和维护要求的前提下，应尽可能采用有利于环境保护的材料。表 3 中列出 17 种对环境有害的材料，建议只有在其他材料不能满足性能要求时，方可使用。

表 3 17 种有害材料清单

序号	材料名称	序号	材料名称
1	汞及其化合物	10	三氯乙烯
2	铅及其化合物	11	四氯乙烯
3	镍及其化合物	12	1,1,1-三氯乙烷
4	镉及其化合物	13	二氯甲烷
5	铬及其化合物	14	三氯甲烷
6	氰化物及其复合物	15	四氯化碳
7	苯	16	甲基异丁基酮
8	甲苯	17	甲基乙基酮
9	二甲苯	-	-

6.7.5 JY 级器件的检验数据摘要

对 JY 级器件，建议承制方向使用方提供相关检验的数据的摘要（见表 4）。

表 4 JY 级器件的检验数据摘要

检验项目	相关信息
晶圆批检验结果	D.2.10.5.3
SEM 检验结果和照片(适用时)	E.5.1.3.2
筛选数据	试验记录单，包括：数量、日期、试验日期(适用时)，综合筛选中产生的各筛选步骤的综合试验记录单
	所有记录的电测试数据(E.5.8)
	器件失效的报告(E.5.8.2)
质量一致性检验数据(A、B、C 组和适用时的 D 组)	X 射线检查数据(当有要求时)
	试验记录单，包括数量和日期、试验时间(适用时) 所有规定的电测试数据

附 录 A
(规范性附录)
关键界面和材料

A.1 范围

本附录规定了器件关键界面和材料的要求。

A.2 要求

A.2.1 允许替代的设计、材料及结构

鉴定机构对于每个承制方的 JHC 级、JKC 级芯片和 JP 级、JT 级、JCT 级器件，可以按外壳管座对某一外壳批准多种器件设计，但应提供能确保可追溯性的合适的识别标志，并证明需求是合理的。对于 JY 级器件，每个承制方只允许一种设计，但可以不同于其他质量等级的设计。对于所有等级的辐射加固器件，只允许一种设计，但可以不同于非辐射加固器件的设计。经鉴定机构批准，鉴定合格的型号器件只在限定的时间内可允许设计、材料和结构的替代。提交审批的某一种替代设计，所有相应的结构特征应是确定的。特定的设计特征与已批准的设计之间不可以互换。对于由结构相似器件的子批所组成的批，一个单独的检验批或检验子批应只包含一种已批准的设计、材料和结构，以能在一种给定的批识别代码和器件型号内保持同一性。含有变化第一批和现存原设计的最后一批及各自的有效日期代码应报告给鉴定机构。如果保持原设计，则承制方应说明理由，并应经鉴定机构批准。鉴定机构可定期按器件型号和详细规范鉴别特定替代的设计并可要求说明连续保持该特定设计的理由。

A.2.2 封装

按本规范要求提供的所有封装器件应为气密封装，不应使用有机或聚合材料作为管壳或管壳密封材料。

A.2.3 防霉材料

器件的外部零件不应滋生霉菌。

A.2.4 金属

气密封装管壳的内表面应能耐受密封管壳内逐渐的腐蚀。外部金属表面应能耐受腐蚀。器件封装材料应无毛刺及其他潜在的微粒污染。

A.2.5 螺纹零件

对于带有螺纹零件的所有器件，螺纹应符合 GB/T 192、GB/T 193、GB/T 196 和 GB/T 197 的要求。

A.2.6 内部导体

A.2.6.1 通则

沿其整个长度与衬底热接触的内部导体(如金属化带、接触区和键合界面)不应设计为不合理制造的导体，即在器件的最大额定电流下，对于相应的导体材料(包括最坏状况下的导体成分、截面积、关键界面尺寸的正常制造公差及诸如突起的台阶或接触窗口这些关键区域的实际厚度所允许的)的电流密度超过了表 A.1 所示的数值：

表 A.1 导体最大电流密度

导体材料	允许最大连续电流密度(脉冲为均方根值)
无玻璃钝化的铝(纯度 99.99%或掺杂的)	$2 \times 10^5 \text{ A/cm}^2$
有玻璃钝化的铝(纯度 99.99%或掺杂的)	$5 \times 10^5 \text{ A/cm}^2$
金	$6 \times 10^5 \text{ A/cm}^2$
所有其他金属(除另有规定外)	$2 \times 10^5 \text{ A/cm}^2$

A. 2. 6. 2 引线键合

当用铝引线时不应采用热压楔形键合。除另有规定外,不允许在芯片上进行双金属键合(如金-铝键合)。

A. 2. 6. 3 芯片安装

器件芯片安装不得使用纯玻璃。

A. 2. 7 硅晶体管金属化保护层

所有 T_C 为 25°C 时最大额定值小于 4W 的硅晶体管应在芯片有源区金属化层上(不包括键合区)覆盖一层无机透明保护材料。对于 JY 级器件(覆盖结构或扩展金属化层),淀积玻璃钝化层的最小厚度为: SiO_2 至少 $0.35\mu\text{m}$ 或 Si_3N_4 至少 $0.1\mu\text{m}$ 。玻璃钝化层应覆盖芯片上除键合区外的所有导体。对于 JY 级器件(覆盖结构或扩展金属化层),所有未覆盖的导电通路间的间距不应小于 0.050mm ,器件的功能特性参数要求更小间距时除外。

A. 2. 8 关键界面

除非作为原始设计的一部分,管壳、底座或法兰的外表面应光洁、无凹陷或凹坑。外露的部分零件或镀涂层不应出现起皮、裂纹(玻璃弯月面除外)、漏气、软化或变形,也不应显现对器件储存、工作或环境适应性产生有害影响的缺陷。对于 JP 级、JT 级和 JCT 级器件,只有经过鉴定机构批准,才允许在管壳内部使用硅酮或有机材料。不应使用干燥剂。对于 JY 级器件,不允许使用硅酮或有机材料,管壳内不允许注入聚合物(如灌注)。

警示:含有氧化铍(BeO)的管壳应按 3.7.3.3 进行标记,并不得进行研磨、机械加工、喷沙或经受任何会产生铍混合物粉尘的机械操作。不应对任何含有铍化合物的管壳进行任何会产生含铍或其化合物的雾气的化学处理(如蚀刻)。

A. 2. 9 JY 级轴向引线二极管的冶金键合

所有 JY 级二极管(肖特基势垒器件及点接触超高频器件除外)在组装时,内部的任何机械连接界面应进行冶金键合。

A. 3 器件的镀涂

A. 3. 1 管壳镀涂

金属管壳的外露部分(包括引线及引出端)在无外加覆盖层的情况下应满足相应的环境要求,或选择符合 A.3.3 及表 A.2 列出的一种方案进行镀涂。不得采用纯锡镀涂任何表面,也不得采用纯锡作底层(见 A.3.3 的 f),各类封装的标准引线镀涂层见表 A.3。

A. 3. 2 引线及引出端镀涂

所有引线及引出端(用螺纹紧固件连接的除外)的可焊性应符合 GJB 128B-2021 方法 2026 的要求。预电镀镍和/或无预电镀镍的总厚度不应超过 $16.5\mu\text{m}$ 。

A. 3. 3 引线镀涂层详细要求

引线及引出端镀涂层应符合下列要求:

- 对于采用热浸焊料镀涂的引线或引出端,当引线或引出端用于安装时,镀涂层应扩展到安装面;当引线或引出端不用于安装,而是用于焊接到接线片或其他接线端时,焊料应在所有方向覆盖住设计连接区再扩展 1.27mm 之内的区域。
- 当镀涂层不符合表 A.2 规定时,引线施加焊料时焊料应覆盖至管壳密封区或引线露出处(将所有不符合规定的镀涂层覆盖住)。否则,该批器件应通过 GJB 128B-2021 方法 1041 盐气试验(样品数 22 只,接收判定数为 0)。
- 所有浸焊料器件应通过附录 E 中表 E.1 步骤 14 的筛选及表 E.2 中 A2 分组试验(样品数 116 只,接收判定数为 0)。
- 所有镀金或镀银的铜或铜包引线首先应镀涂一层阻挡层以防止铜通过引线表面镀涂层扩散。

- e) 银引线或银包层中银的纯度最小应为 99.7%。
f) 锡基镀涂层应含有最少 3% 的铅。纯锡不应用于底镀涂层。

表 A.2 镀涂层厚度及成份要求

镀涂层	厚度 μm		镀涂层成份要求
	最小值	最大值 ^a	
热焊料浸涂(圆引线) ^b	1.52	—	熔融焊料成份 Sn60 或 Sn63。 ^c
热焊料浸涂(除圆引线外的所有其他形状) ^{b d}	5.08	—	熔融焊料成份 Sn60 或 Sn63。 ^{c e}
镀锡 ^f	7.62	—	按碳元素测量,共沉积有机物重量百分比含量不超过 0.12%。见 A.3.3 f)。
镀锡铅 ^{d f}	5.08	—	由重量百分比含量为 3%~50%的均匀共沉积铅组成(与锡平衡)。按碳元素测量,共沉积有机物重量百分比含量不超过 0.12%。
浸锡 ^d	2.54	—	见 A.3.3 f)。
镀金	0.254	5.72	至少含 99.7%的金。只能用钴做硬化剂。
镀银	2.54	10.8	至少 99.7%的银。
包银	6.35	—	—
镀镍(电镀) ^{g h}	1.27	8.89	禁止镍槽中加入有机添加剂。允许重量百分比最高 40%的钴作为共沉积物质。
镀镍(无电镀) ^{g h}	1.27	6.35	禁止镍槽中加入有机添加剂。
包镍 ⁱ	1.27	8.89	—

a “—”表示不规定。
b 见 A.3.3 a) 或 A.3.3 b)。
c 槽中锡焊料的锡浓度范围可以是 50%~70%的锡。
d 仅对于螺栓管壳或不只用于安装器件的引出端,最小镀涂层厚度应为 2.54μm。
e 测量平面的中心部分。
f 承制方至少应每季度确定最大碳含量(以及锡铅镀涂层中最小铅含量)。可以采用任何认可的分析技术确定碳及铅含量(例如,对于碳,可采用高温分解法、红外探测法;对于铅,可采用 X 射线荧光法,只要检测反映全部沉积层的实际含量)。
g 最大规定厚度适用于最终镀涂层,但所有以前沉积的镍层已经过退火消除了残留的沉积层应力。
h 预电镀镍和/或无预电镀镍及最终电镀镍层总厚度不应超过 18μm。预电镀镍和最终无电镀镍层总厚度不应超过 15.24μm。
i 最大镍层厚度只适用于引线材料。

表 A.3 标准引线镀涂层^a

铅锡(SnPb)涂层或镀层	金(Au)镀层
引线从底座引出的圆柱形: TO-5、TO-18、TO-39、TO-46、TO-72 等(适用于 JP 级、JT 级、JCT 级)	引线从底座引出的圆柱形: TO-5、TO-39、TO-46、TO-72(只适用于 JY 级)
矩形引出的器件: TO-254、TO-257	陶瓷表面安装: U、U1、U2、U3、U4、U5、UA、UB
散热器安装的 TO 封装: TO-3、TO-66、TO-59、TO-63、	14 条引线扁平封装: TO-86

表 A.3 (续)

铅锡 (SnPb) 涂层或镀层	金 (Au) 镀层
螺栓安装的整流器: DO-4、DO-5、DO-8、DO-9	—
所有轴向和金属电极表面键合 (MELF) 表面安装器件: DO-35、DO-35UR、DO-7、DO-213	—
10 条、14 条和 16 条引线陶瓷双列直插	—
^a 本表规定的各类封装的引线镀涂层仅供参考, 承制方可使用符合表 A.2 规定的任意镀涂层材料。	

A.4 封装外形和标志

封装外形和标志见表 A.4。

表 A.4 封装外形和标志

封装标志	封装外形
T1	TO-254
T2	TO-205AF (TO-3)
T3	TO-257
T8	TO-258aa
U1	SMD-1
U2	SMD-2
U3	SMD-.5
U4	SMD-.22
U5	LCC16-20 针
U6	LCC28 针
U7A	DO-217aa
U7B	DO-217ab
U8	SMD-.2
PE1	SOT23
D1	TO-254, 无表面安装用成形的翼片和引线
D3	TO-257, 无表面安装用成形的翼片和引线
U	LCC, 3 根引线, 6 根引线
UA	LCC, 4 根引线或 6 根引线
UAC	LCC, 4 根引线或 6 根引线, 陶瓷盖板
UB	LCC, 4 根引线
UBN	LCC, 3 根引线, 绝缘盖板
UBC	LCC, 4 根引线, 陶瓷盖板
UBCN	LCC, 3 根引线, 陶瓷绝缘盖板
UR	圆形端头表面安装二极管
URS	表面安装二极管, 一个圆形端帽和一个矩形端帽

表 A. 4(续)

封装标志	封装外形
US	矩形端头表面安装二极管
UTK1	小双头螺栓 1(Thinkey1)
UTK2	小双头螺栓 2(Thinkey2)
UTK3	小双头螺栓 3(Thinkey3)
UTK4	小双头螺栓 4(Thinkey4)

A. 5 管壳种类分组建议

管壳种类按 GJB 128B-2021 方法 2031 规定的耐焊接热试验进行分组：

- a) 壳体安装密封金属管壳：条件 A 和条件 C；
- b) 引线安装密封金属管壳：条件 A 和条件 C；
- c) 轴向引线玻璃(钨) I 级焊接：条件 A 和条件 C；
- d) 玻璃表面安装(钨) I 级焊接：条件 A 和条件 C；
- e) 玻璃表面安装(杜美丝) II 级及 III 级焊接：条件 A、条件 C 和条件 I；
- f) 轴向引线玻璃(杜美丝) II 级及 III 级焊接：条件 A 和条件 C；
- g) 陶瓷密封的壳体安装管壳：条件 A 和条件 C；
- h) 双列直插管壳：条件 A 和条件 C；
- i) 扁平管壳：条件 A 和条件 C；
- j) UA 和 UB 封装：条件 B 或 C 和条件 I；
- k) U1 到 U4 封装(即 SMD-1、SMD-2、SMD-.5 和 SMD-.22)：条件 B 或 C 和条件 I；
- l) 带螺栓管壳不进行耐焊接热试验。

注：条件 A——烙铁焊；

条件 C——波峰焊；

条件 I——红外焊。

附录 B
(规范性附录)
芯片的评价

B.1 范围

本附录规定了对军级(JHC)和宇航级(JKC)芯片(以下简称芯片)批的最基本评价要求。

B.2 芯片要求

B.2.1 晶圆制造

当某一型号的特军级和超特军级器件完成鉴定,列入 QPL 表后,可在同一晶圆生产线上生产具有相同功能和技术的军级芯片。

当某一型号的宇航级器件完成鉴定,列入 QPL 表后,可在同一晶圆生产线上生产具有相同功能和技术的军级和宇航级芯片。

本规范中,功能是指:信号晶体管、快恢复外延二极管(FRED)、功率型晶体管、电压基准二极管、整流二极管或瞬态电压抑制二极管等。术语“技术”可包括:扩散金属氧化物半导体(DMOS)、V 沟道金属氧化物半导体(VMOS)、扩散结、合金结、结型场效应晶体管及肖特基二极管等。

B.2.2 电特性

芯片的电特性应符合相关详细规范规定。

B.2.3 关键界面

B.2.3.1 通则

芯片的关键界面和结构尺寸应符合本规范和 B.2.3.2 至 B.2.3.4 规定的要求。芯片评估时应提供芯片设计图,包括尺寸、键合区位置及金属化说明(芯片图)。应按照以下任何一种差别,给定一个唯一的关键界面标志符号作为器件编号(PIN)的组成部分。

- a) 键合区金属;
- b) 背面金属;

B.2.3.2 键合区

键合区尺寸、位置和电气功能应符合相关详细规范规定。除经鉴定机构批准外,键合区的最小尺寸应为 80 μm 。键合区应进行金属化,并符合 B.4.2.5.1 的规定。

B.2.3.3 背面材料

背面材料应符合详细规范规定,并符合 B.4.2.5.2 的规定。

B.2.3.4 玻璃钝化层

玻璃钝化层应符合 A.2.7 的规定。

B.3 芯片评价

应按表 B.1 的规定对芯片进行评价。

芯片评价中稳态工作寿命试验时间和温度要求见表 B.2。

表 B.1 芯片评价要求^a

分组	质量等级		试验	GJB 128B-2021		样品数(接收判定数)		引用章条号
	JKC	JHC		方法	条件	JKC	JHC	
1	√	√	电测试	—	—	100%	100%	B.4.2.1
2	√	√	目检	2069 2070 2072 2073	—	100%	100%	—
3A	√	√	封帽前内部目检	2069 2070 2072 2073	—	45(0)	22(0)	—
3B	√	√	样品组装	—	—	至少 45	至少 22	B.4.2.1 B.4.2.2
4	√	√	温度循环	1051	条件 C, 45 次	45(0)	22(0)	—
	√	—	机械冲击 或恒定加速度	2016 2006	Y ₁ 方向, 条件按表 E.6 中 C3 分组相关规定 Y ₁ 方向, 条件按表 E.6 中 C3 分组相关规定			—
	√	√	电测试 ^b 读取/记录	—	按表 E.2 中 A2、A3 和 A4 分组			—
	√	√	高温反偏 ^c	—	按表 E.1 中筛选步骤 10			—
	√	√	电测试 ^{b d} 读取/记录	—	按表 E.2 中 A2 分组			—
	√	√	老炼 ^c	—	按表 E.1 中筛选步骤 12			—
	√	√	电测试 ^{b d}	—	按表 E.2 中 A2 分组和 A3 分组			—
	√	—	稳态寿命 ^e 晶体管 功率场效应晶体管 二极管/整流器	1039 1042 1038	条件 B 条件 A 条件 A 或条件 B			—
√	—	电测试 ^b 读取/记录	—	按表 E.2 中 A2、A3 和 A4 分组	—			
5A	√	√	引线键合强度评价 (适用时)	2037	—	22 根线(0)或 38 根线(1)	B.4.2.4.1	
5B	√	√	芯片粘附强度评价	2017	—	5(0)或 10(1)	B.4.2.4.2	
6	√	—	SEM	2077	—	5(0)	B.4.2.5 ^f	
7	√	—	辐射强度保证 ^f 总剂量 中子辐射	1019 1017	— —	样本大小应按相 关详细规范规定	B.4.2.6	

^a 表中“√”表示适用,“—”表示不适用。
^b 瞬态热阻不适用。
^c 当详细规范规定时, 应进行高温反偏和老炼试验。
^d 对于军级芯片, 如果有一个器件在第 4 分组任一项试验后的电测试(表 E.2 中的 A2、A3 和 A4 分组)中失效, 则可以再追加 16 个器件进行芯片评价且不允许出现追加器件的失效, 即抽样方案变为 38(1)。
^e 时间和温度要求按表 B.2 规定。
^f 可在任何时间进行。

表 B.2 稳态工作寿命试验时间和温度

可选条件	最少时间 h	最低结温 (T_j) ℃
A	240	175
B	500	150
C	1000	125

B.4 检验规则

B.4.1 通则

B.4.1.1 检验记录的保存

承制方应充分保存按本附录和详细规范规定的要求所进行的所有检查、检验和试验的记录。应按附录 D 规定保存包括计量数据的记录。

B.4.1.2 晶圆批

每一道工序都相同的半导体晶圆组成一个晶圆批。应为每一个晶圆批给出一个唯一的识别标志，以对所有的晶圆生产工序提供可追溯性。返工工序应符合 D.2.14.3 的规定。晶圆批记录应区分从该晶圆批中形成的 JHC 级和 JKC 级芯片的检验批。

宇航级芯片的生产过程监控应符合 D.2.10.5 规定。

B.4.1.3 检验批

检验批应由同一晶圆批中同一型号的芯片组成。

B.4.1.4 试验顺序

同一个试验组中的各分组(见表 B.1)可按任何顺序进行，但同一分组中的各项试验应按该分组所示的顺序进行。

B.4.1.5 样本的抽取

样本应随机从检验批中抽取。评价表的样本大小栏中给出了被评价的最小样品数量，并在括弧中给出了相应的接收判定数。

B.4.1.6 晶圆可追溯性

对于宇航级芯片，应在检验批和芯片评价上保持对晶圆的可追溯性。

B.4.2 检验要求

B.4.2.1 1 分组—100%芯片电测试

可以在晶圆上进行每个芯片的电测试，只要当芯片从晶圆中分离时能鉴别出不合格品并从该批中剔除。测试的极限值和测试条件应由承制方规定，以保证符合详细规范中规定的电特性要求。这样使承制方能确定不同于详细规范要求的测试值或测试细则。

B.4.2.2 样品组装

B.4.2.2.1 试验样品制备

应采用标准的组装工艺将试验样品组装在合适的封装中。

B.4.2.2.2 封装样品的标志

封装样品应采用下列标识进行标志或贴标签：

- a) 序列号(当有要求时)；
- b) 器件编号(PIN)；
- c) 检验批号或日期代码。

B.4.2.3 4 分组

B.4.2.3.1 通则

每个样品应按表 B.1 的 4 分组规定进行试验。

B.4.2.3.2 军级芯片的样本

应从每个检验批中抽取 22 个芯片，并组装成器件。

B.4.2.3.3 宇航级芯片的样本

应从每个检验批中抽取 45 个芯片(从每个晶圆中至少抽取 3 个芯片)，并组装成器件。

B.4.2.4 5A 和 5B 分组**B.4.2.4.1 键合强度(5A 分组)**

从至少 5 个器件中抽取至少 22 条键合线进行键合强度试验。键合强度应按 GJB 128B-2021 的方法 2037 试验条件 D 规定进行试验。

如果不出现失效，则芯片金属化合格。如果只出现一条引线的键合失效，则可再次抽取第 2 个样本(要求同第一个样本)并经受 5A 分组的评价。如果第 2 个样本中无失效出现，则键合试验结果判为合格，该批芯片接收。如果第 2 个样本中出现 1 条或多条引线键合失效或第 1 个样本中出现多于 1 条引线键合失效，则该批芯片拒收。

B.4.2.4.2 芯片剪切(5B 分组)

芯片粘附强度应按 GJB128B-2021 的方法 2017 规定进行试验。如果只出现一个芯片失效，则可以再抽取第 2 个样本，并经受 5B 分组的评价。如果第 2 个样本中无失效出现，则芯片粘附强度试验结果判定为合格。该批芯片接收。如果第 2 个样本中出现 1 个或多个失效，或第 1 个样本中出现多于 1 个失效，则该批芯片拒收。

B.4.2.5 6 分组 扫描电子显微镜(SEM)

对接 E.5.1.3.3 的规定抽取芯片，并按 GJB 128B-2021 的方法 2077 的规定试验。

B.4.2.6 7 分组 辐射加固保证(RHA)

辐射加固保证检验应按详细规范规定。

B.5 芯片接收

如果样本通过了表 B.1 中的所有检验，则该批芯片接收。如果试验样本不符合相应程序的判据，则该检验批应拒收。对于由不少于 5 个晶圆所提供的宇航级芯片，当某一晶圆的芯片所组装的样品未通过表 B.1 中 4 分组的任一项检验时，如果失效分析确定该失效机理对于该晶圆是特有的，则可将该晶圆从批中剔除，从而消除该批芯片拒收的风险。如多于 20%的晶圆未通过表 B.1 规定的 4 分组的检验，则该检验批拒收。如果失效是由于封装或搬运缺陷、静电放电、设备故障或操作工失误所造成的，则应采用失效分析对这些样品进行核查。根据核查结果，可以按附录 E 规定替换试验样品。

若无鉴定机构批准，在芯片评价完成前，该批芯片不得交货。

B.6 储存

芯片应储存在干燥氮气或其他惰性气体环境中。

B.7 包装**B.7.1 包装要求**

所有芯片应单独封入容器内。对于静电放电敏感芯片(0 级、1A 级、1B 级、1C 级和 2 级)，应采用有外部导电屏蔽层或防静电电容器。不允许将无盖的容器堆叠在一起。承制方可以采用芯片包装的其他方法，但应经过使用方认可。

B.7.2 包装标志

芯片的每一个包装容器上应标有下列信息：

- a) 型号；
- b) 详细规范号；
- c) 承制方商标或代号；

GJB 33B-2021

- d) 批识别代码;
- e) 质量等级;
- f) 静电放电敏感度等级代号(适用时);
- g) 评估样品进行封装的日期。

B. 7.3 质量合格证

质量合格证应符合 3.8 规定。



附 录 C

(规范性附录)

质量管理大纲

C.1 范围

本附录规定了编制 QML 认证用质量管理大纲的概要,以使承制方能利用最好的工业实践惯例在同一质量体系内生产出高质量、高可靠的军用半导体分立器件。选择按本附录规定进行 QML 认证的承制方必须完全符合附录 D 的要求,并且成立一个技术审查委员会(以下简称 TRB),进行产品质量策划。承制方 QML 认证用质量管理大纲经鉴定机构批准后,接着应进行工艺和试验优化。合格承制方应符合本附录的要求,并应重点关注工艺和技术能力上。

C.2 质量管理大纲

C.2.1 质量管理方法

C.2.1.1 通则

承制方应制定并实施包括质量管理规则的质量管理大纲,并将质量管理计划编制成文件。

C.2.1.2 质量管理计划

C.2.1.2.1 通则

质量管理计划是按质量管理大纲编制的文件,这些文件由下列三个主要部分组成:

- a) 根据附录 D 的质量保证大纲规定编制的质量手册;
- b) TRB 的信息(见 C.3.1);
- c) 产品质量策划的信息(见 C.4.1)。

产品质量策划要求由一组针对所提供技术的具体文件组成。提供的每一种技术都应有其产品质量策划的信息。除了这三个组成部分,质量管理计划还应至少包括 C.2.1.2.2~C.2.1.2.6 中规定的内容。

C.2.1.2.2 质量改进计划

质量改进计划文件是承制方为了保证其工艺和所生产产品的质量与可靠性的持续改进(见 C.7.5)应遵循的程序。

C.2.1.2.3 失效分析

规定承制方自行负责的失效分析程序:对样品进行试验并且分析足够数量的失效样品以确定生产的各个阶段和现场使用过程中出现的失效类别。同时也应确定纠正措施或根据失效分析的结论规定应采取的纠正措施。

C.2.1.2.4 统计过程控制(SPC)方案

承制方应按 GJB 3014 的要求规定其生产过程的 SPC 方案。

C.2.1.2.5 认证和鉴定程序

认证和鉴定程序见 C.5 和 C.7。

C.2.1.2.6 订购方要求的转化与审查

承制方应制定一套程序,审查订购方在订单中提出的要求以确定器件能否达到订购方和规范的要求。这包括:确定是否在认证和 QML 所覆盖的范围内,还可包括将订购方的要求转化为内部要求。应将该程序编制成文件。

C.3 TRB

C.3.1 TRB 的职责

C.3.1.1 通则

承制方应规定其自己的 TRB 的组织结构。建立 TRB 的目的是评定产品/工艺的更改对器件可靠性、

形态、适用性和功能的影响。TRB 在引入新产品时负责质量管理大纲中所包括的产品质量策划并维护 QML 基线。制定的 TRB 书面工作程序应予保持并按程序及时更新。

C.3.1.2 组织结构

承制方的 TRB 要确保器件设计、技术研发、晶圆制造、组装、试验、生产和质量保证各部门的代表之间建立并保持联络关系。TRB 属于跨职能的技术团队。承制方应向鉴定机构提交 TRB 联络人的姓名和联系方式。TRB 成员有作出决定的责任和权力，同时还应有执行这些决定的资源。应保存 TRB 审查记录和结论，随时供鉴定机构使用。

C.3.2 TRB 工作任务

TRB 有下列工作任务：

- a) TRB 随时向鉴定机构提供列入 QML 表的技术和产品的最新状态；
- b) TRB 有一个评定和监控产品质量和可靠性的合适方法；
- c) TRB 应设定可度量的质量目标并应监控实现这些目标的进度；
- d) TRB 负责控制所有认证的技术；
- e) TRB 负责定义技术类别；
- f) 如果合适，一个承制方可以有多个 TRB；
- g) TRB 控制军用产品设计更改、材料更改和工艺更改的所有方面；TRB 监控所有合同服务的履行；
- h) TRB 批准所有生产流程图、失效模式和影响分析 (FMEA) 以及每个独立工艺的控制方案；TRB 确定应进行哪些项目的试验或检验是必需的，以证明所提出的设计和结构更改的正确性 (见附录 D 表 D.1)；
- i) TRB 确定应采用何种器件 (即最差状况) 来鉴定一个新的技术门类；
- j) TRB 确定 QML 体系中关键人员变动带来的影响；
- k) TRB 应保存记录，随时供鉴定机构审查时使用；
- l) TRB 定期向鉴定机构报告列入 QML 表的技术和产品的状态 (见 C.3.5)。

C.3.3 应向 TRB 输入的信息

为了监控产品的质量，应向 TRB 输入信息。需要输入的信息的示例：质量内审的结果、SPC 数据、生产量、订购方反馈意见以及采取的纠正/预防措施的实施。TRB 的其他职责包括但不限于下列各项：

- a) 采取的质量改进措施的实施 (见 C.7.5)；
- b) 可靠性大纲的结果 (见 C.7.2.2，C.7.2.3 和 C.7.5.1)；
- c) 鉴定检验数据和工艺确认的审查；
- d) 设计更改和工艺更改试验数据的审查 (见 C.6.1)；
- e) 失效分析结果的审查；
- f) 监控所有合同服务的履行；
- g) 监控订购方的反馈意见和投诉。

C.3.4 TRB 权力

承制方的质量管理大纲经鉴定机构确认后，承制方的 TRB 有权审查和批准下列项目而无需事先获得鉴定机构的批准：

- a) 新试验方法对试验室的适用性；
- b) 鉴定和设计更改试验方案；
- c) 鉴定、设计和结构的试验数据；
- d) 在 B 组或 C 组检验完成前的交货；
- e) 向鉴定机构提交修改、替换、减少和免除试验项目的方案。

另外，当在详细规范中标注误差与免除的项目时，承制方的 TRB 只要在实施前报告鉴定机构，可

以作出适当的修正。

C.3.5 TRB 状态报告

承制方的 TRB 应向鉴定机构提交一份状态报告，介绍列入 QML 的各技术门类的健全状况，包括所有更改以及更改对质量、可靠性、性能和互换性变化的极限状况。除鉴定机构另有规定外，该报告应每半年向鉴定机构提交一次。承制方应保存适用的支持试验的数据。每个报告中应至少规定下列方面的内容：

- a) TRB 会议的纪要和决定；
- b) 所有列入 QML 的产品的生产状况概要；
- c) 订购方的反馈意见及纠正措施；
- d) 设计、制造、组装或试验过程的更改、增补和改进；
- e) 设施的变动和新增加的生产设备；
- f) 鉴定方案(提出的新鉴定方案)；
- g) 在实现质量目标方面，TRB 应做好哪些工作；
- h) 对失效模式和影响分析和控制方案的更改；
- i) 合同服务；
- j) 可靠性大纲结果(数据)。

C.4 质量策划

C.4.1 产品质量策划

C.4.1.1 通则

质量策划是一种保证产品达到订购方性能要求的控制方法。这是通过表征所有适用的技术体系和相关工艺的特性来实现的。应按承制方的文件控制体系编制并保存正式的生产流程图、失效模式和影响分析及控制方案。所有合同签订的工艺均应进行标识并且对组装和试验应进行失效模式和影响分析。

C.4.1.2 生产流程图

应对每一种认证的技术编制一个流程图。该流程图由显示产品加工顺序(从来料到最终交货，包括所有的产品试验)的方框图组成。

C.4.2 失效模式和影响分析(FMEA)

TRB 负责保证所有推荐的措施都已在 FMEA 中得到执行或问题得到充分解决。

C.4.3 控制方案

编制控制方案的目的是为了对每种技术总结出工艺过程控制方案。纳入控制方案的产品特性应是那些受控的重要特性。评价方法、抽样方案、数据分析方法和失控对策都属于控制方案的一部分。更新控制方案的同时应修正 FMEA。

C.5 质量管理大纲的认证程序

只能通过一段时间的运行才能确定承制方质量管理大纲的有效性。在质量管理大纲认证审核之前，承制方应成立能有效工作的 TRB。经过足够长时间的运行，获得质量管理大纲和 TRB 的有效性的真实情况后，承制方应进行一次全面的内审。所有送交鉴定机构的资料都应首先通过 TRB 的审查。鉴定报告和 design 更改时需要这类审查给出的结果。这类审查应作为度量 TRB 有效性的一部分。提交预审的项目示例如下：

- a) 质量策划的信息；
- b) 承制方的质量管理计划(见 C.2.1.2.1)；
- c) 质量方针；
- d) TRB 的程序(见 C.3.1)和会议纪要；

- e) 试验室适用的试验方法的清单;
- f) 内审结果;
- g) 证明符合本规范要求的相应文件。

鉴定机构将会对提交项目是否符合本规范要求的预审核进行审查。任何发现的问题应在此时确定,可能会要求提供如详细程序这样的附加信息。一旦预审核资料批准后,鉴定机构会安排审核。审核将会关注 TRB、质量管理计划和每一类技术的工艺控制。在承制方采取纠正措施并经鉴定机构批准后,即会发放认证合格证书。

C.6 更改程序

C.6.1 设计、结构和工艺更改的控制程序

C.6.1.1 通则

承制方的 TRB 负责管理承制方经认证合格的生产流程、设计和结构的更改。应对所有的更改,如相应的更改理由以及证明更改正确性的支持数据编制成文件。TRB 应对所有更改按“重要更改”或“次要更改”进行分类。对于任何值得考虑需重新鉴定的更改,由 TRB 决定是否需要重新鉴定。在进行设计更改之前,应首先对试验优化的影响进行评价。在决定进行重要更改的同时应报告鉴定机构。

C.6.1.2 更改通知

任何会影响设计和结构的更改都认为是重要更改(见附录 F)。承制方应向鉴定机构提供最新的设计和结构信息。

C.6.2 设计和工艺更改

TRB 应对下列(但不限于)设计和工艺更改进行评价:

- a) 生产流程图(见 C.4.1.2);
- b) FMEA(见 C.4.2);
- c) 控制方案(见 C.4.3);
- d) 材料清单;
- e) 影响产品形态、适用性或功能的所有更改。

C.7 鉴定、确认、优化和持续改进

C.7.1 QML 认证过程

要求 QML 认证的承制方在每一类技术中应采用下列项目:

- a) 设计鉴定;
- b) 工艺优化;
- c) 工艺确认;
- d) 持续改进;
- e) 鉴定。

C.7.2 设计鉴定

C.7.2.1 通则

从同意产品设计已稳定达到预定的性能要求和产品详细规范(机械、电气、可靠性和热性能)的要求后,鉴定机构可进行设计鉴定。开始进行产品设计鉴定前,TRB 应召开会议确定需要进行的试验项目。产品试验的一般规则为,应在目标详细规范规定的最恶劣的条件下进行试验以测定产品在对外发布的工作条件下的能力。

C.7.2.2 设计鉴定程序的一般要素

设计鉴定程序是对产品设计和生产工艺过程的鉴定。这些试验通常是质量设计过程的一部分,以确定设计和生产工艺的长期可靠性。这些试验完成并合格后,不要求再重复进行,但承制方对器件进行了

重大设计更改的除外。

设计鉴定程序包含下列内容：

- a) 产品失效：进行步进应力试验，使产品发生失效，不得有不失效的样品；对表面安装器件，还应进行板级可靠性试验；
- b) 失效分析：发生失效后，(必要时)进行失效分析，确定失效机理、失效率或耗损寿命时间；
- c) 工程评定：进行工程评定以持续改进最终产品的质量和可靠性；
- d) 失效机理确定：确定并关注该技术的典型失效机理(组装、封装和芯片级失效)。

C.7.2.3 设计鉴定程序的详细要素

定义器件的门类：以在抽取代表性器件进行的可靠性评定试验中，提供合格的范围，应首先将所有的器件归入各自的门类。器件门类可以根据特性从以下三类中选择：

- a) 按封装分类：封装外形、体积、封装结构的复杂性、插针数或引线键合数；
- b) 按结构分类：芯片粘接方法、互联结构技术(如弹性接触)、键合的类别；
- c) 按芯片分类：整体尺寸、长宽比、厚度、键合数、电压、频率或功率额定值。

在选择器件门类时，应考虑不同的生产线、制造程序的差异和不同的设计技术所带来的差异。如果这种差异可能会影响器件的可靠性，则应当把这些器件确定为不同的门类。如果在创立器件门类时忽视这些因素，则应向鉴定机构证明其合理性。

确定最差状况器件：在确定器件的门类后，应在这些器件门类中确定最差状态器件的型号，以为在该门类中的其他器件进行可靠性评定时提供合格范围。为了确定哪种器件是最差状况器件，应确定上面所列三类状况(即封装、结构和芯片)中最差状况的器件。

C.7.3 优化

C.7.3.1 工艺优化

工艺优化是一套机制，可以随着设备和材料技术的改变而提供持续的改进。在对工艺参数进行表征后，必须对工艺参数进行优化。优化是通过明确最优的目标和持续减少这些目标的变差而实现的。应对全部工艺(即从设计到交货)进行表征。应研制一个模型，以确定失效机理及相应的控制方法(见 C.4.2)。保持对关键工艺点的控制能力就决定了工艺能力。

C.7.3.2 试验优化

承制方可利用统计方法和历史数据来减少、调整、省略试验项目或改变试验顺序。承制方对具体试验参数的优化需要得到鉴定机构的批准。承制方应有一个试验优化程序证明建议的更改的正确性。可使用工艺过程监测和控制、统计技术(即工序能力 C_{pk} ，失效率 FIT)和累积的数据来证明试验优化的有效性。应对所有的试验优化进行监控，以证明其符合初始鉴定的基线要求。

C.7.3.3 试验方法优化

试验方法优化如下：

- a) 减少试验次数或样品数，这包括在逐批或周期检验中减少试验的样品数或降低试验的频度；
- b) 调整试验，即采用替代的试验程序或设备；
- c) 改变试验顺序，即在产品生产过程中进行的试验代替在所有生产过程完成之后进行的试验；
- d) 免除试验，即不再进行该项试验；
- e) 上述两项或多项的综合。

C.7.4 工艺确认(可靠性增长或质量一致性检验)

C.7.4.1 通则

必须定期确认工艺持续符合初始鉴定合格的设计参数。确认的方法有两种，即按附录 E 进行质量一致性检验或在线可靠性。如果持续改进反馈闭环记录保证已经对质量一致性检验中发现的失效的本质原因进行了分析并且采取了纠正措施，修改了 FMEA 和控制方案，从而消除了该失效机理，则可仅利用质量一致性检验进行本附录规定的确认。

C.7.4.2 在线可靠性增长指导性判据

C.7.4.2.1 通则

经鉴定机构批准，可使用本大纲或等效的大纲代替质量一致性检验。

C.7.4.2.2 在线可靠性大纲的一般要素

在线可靠性大纲的目的是创建一个闭环的反馈系统以进行持续的改进。要不断地在现有生产线上抽取样品进行试验。这样可以证明关键界面和生产工艺的稳定性和可重复性，同时也可以提供一个评定失效和改进工艺的机制。在线可靠性大纲应至少包括下列项目：

- a) 大纲应正式确定例行可靠性试验项目，并确定发现的失效与具体的生产工艺之间的关系；
- b) 大纲应将 FMEA 与可靠性监控结合在一起；
- c) 按“基本技术”而不是单个器件的编号重新构建监控程序；
- d) 应经常持续地进行所有在线可靠性试验；
- e) 应以规定的频度进行规定的关键性环境试验(如高温反偏、耐焊接热和热冲击)；
- f) 应对失效进行审查并追溯到具体的生产工艺；
- g) 在线可靠性大纲应记录失效类型、生产工艺、本质原因及纠正措施。

C.7.5 持续改进

C.7.5.1 通则

承制方内部应推行全面持续改进的理念。承制方应持续为使用方改进其产品质量、可靠性和服务。但此要求不能代替对创新性改进的需求。一旦对使用方最重要的那些工艺已经被证实达到了稳定和可接受，则承制方就应为持续改进这些工艺制定具体的措施方案。持续改进意味着以一个目标值优化工艺特性和参数，降低与目标值的偏差。

C.7.5.2 质量和生产力改进

承制方应确定质量和生产力改进的时机，并实施合适的措施方案。时机的示例如下：

- a) 偏差太大；
- b) 产量；
- c) 划伤、返工和返修；
- d) 试验优化；
- e) 与质量无关的过多费用；
- f) 停机时间；
- g) 设备配置；
- h) 周期；
- i) 使用方不满意，即投诉、返修、退货、发货错误、订单不完整、使用方生产线有关的问题以及质量担保。

C.7.5.3 测量和方法

承制方应证明已经掌握并运用下列适用的量度和方法的知识：

- a) 工序能力指数；
- b) 控制图；
- c) 经验设计；
- d) 质量成本；
- e) 百万分之一 (PPM) 数进行分析；
- f) 问题解决；
- g) 检测基准。

C.7.6 鉴定

承制方应有一套鉴定程序。对任何产品的初始鉴定都应证明该产品符合相关详细规范的规定。该鉴

定可以是产品设计鉴定的扩展，也可以是产品生产工艺更改的鉴定。鉴定方案应包括下列组成部分：

- a) 多只样品；
- b) 试验小时数或循环次数；
- c) 预处理；
- d) 机械特性测试；
- e) 电特性测试；
- f) 环境应力试验；
- g) 可靠性大纲的结果(数据)。

如果现有数据来自同一个产品门类，且产品的设计相似，则可以将这些现有数据提交鉴定机构评定。

TRB 确定鉴定检验方案并且监控批的形成和检验结果。该方案可依据以前为其他目的而记录的数据。

TRB 应确定所有试验和检验的等效性。TRB 应能向鉴定机构证明该产品符合本规范和相关详细规范规定的要求。TRB 应对鉴定检验数据进行全面分析。当鉴定机构要求时，TRB 应向鉴定机构报告器件编号和其符合本规范的质量等级。设计和结构信息也应提交鉴定机构。

C.8 质量管理大纲认证合格的保持

应依据对以往审核结果、状态报告和其他符合性资料来保持认证合格和试验室的适用性。随着承制方与鉴定机构之间的信任程度和关系的增强，重新审核的需求会下降。

C.9 撤销 TRB 的权力

TRB 的成效取决于承制方。TRB 可与承制方共享符合 QML 要求的成果。鉴定机构有权撤销 TRB。

附 录 D
(规范性附录)
质量保证大纲

D.1 范围

本附录规定了对质量保证大纲的具体要求。

承制方进行生产线认证时应按照本附录的规定编制质量保证大纲。

D.2 要求

D.2.1 概述

质量保证大纲确定了按承制方的工艺基线对其生产过程进行度量和评定的检验规则。在保证工艺基线能生产出相同或更高质量产品的前提下,允许承制方增加创新的工艺或改进的工艺,但这些创新或改进的工艺必须通过鉴定机构的审查和批准(见 4.4)。承制方在其可靠性和质量数据文件获得批准后,可以对工艺基线进行更改。承制方应向鉴定机构证明其质量保证大纲所达到的质量等级至少与执行本附录所达到的相同。等效的质量保证大纲经鉴定机构批准后,鉴定机构可向承制方颁发合格证书。减少与替代试验应逐项予以批准。承制方鉴定合格的产品应符合本附录的规定。

质量保证大纲应至少包括以下要求:

- a) 承制方及外包方的管理职责(见 D.2.3);
- b) 规范要求的转化(见 D.2.4);
- c) 关键界面控制(见 D.2.5);
- d) 文件控制(见 D.2.6);
- e) 采购(见 D.2.7);
- f) 对使用方提供材料的控制(见 D.2.8);
- g) 产品识别及可追溯性(见 D.2.9);
- h) 工艺控制(见 D.2.10);
- i) 检验和试验(见 D.2.11);
- j) 检验用测量和试验设备的控制(见 D.2.12);
- k) 检验和试验状况(见 D.2.13);
- l) 不合格产品的控制(见 D.2.14);
- m) 纠正和预防措施(见 D.2.15);
- n) 运输、储存、包装及交货(见 D.2.16);
- o) 质量记录(见 D.2.17);
- p) 内部质量审核(见 D.2.18);
- q) 培训要求(见 D.2.19);
- r) 服务(见 D.2.20);
- s) 统计过程控制(SPC)技术(见 D.2.21)。

D.2.2 质量保证大纲

D.2.2.1 总则

每一个承制方应建立一个质量保证大纲,以实施本附录的全部要求。该大纲应编入质量手册中。应向鉴定机构提供现行版本的质量手册,以证明承制方的质量保证大纲能足以保证符合适用规范和质量标准的要求。专利文件应按质量保证大纲中的分类进行清晰的标识。

D.2.2.2 生产流程

质量保证大纲应包括每种门类产品的生产流程。该流程应至少包括晶圆制造、组装、筛选和质量一致性检验。应标明选择的质量一致性检验。

D.2.2.3 质量保证大纲实施程序

承制方应实施已经批准的质量保证大纲。实施程序的范围和细则应保证符合本质量保证大纲的规定。

D.2.2.4 质量策划

承制方应明确规定如何满足质量保证大纲的要求。质量策划应与承制方质量保证大纲的所有其他要求相一致。为了使产品达到规定的要求，承制方应考虑实施下述措施：

- a) 编制质量计划。
- b) 确定并获得为达到要求的质量所需要的所有控制、工艺、设备(包括检验和试验设备)、夹具、资源及特殊技能。
- c) 保证设计、生产工艺、检验及试验程序的适用性。
- d) (必要时)对质量控制、检验及试验技术进行更新，包括研制新的设备。
- e) 确定那些超过目前技术水平的测量要求(包括能力)，并给予研发新设备充足的时间。
- f) 研究并确定在开发产品的适当阶段应进行的验证项目。
- g) 确定所有性能及要求的接收标准，包括那些涉及主观因素的标准。
- h) 确定所有的外包工艺。除经鉴定机构批准外，在外包方组装的所有器件均应在承制方进行筛选和质量一致性检验。

D.2.3 承制方及外包方的管理职责**D.2.3.1 通则**

按本规范供货的器件应符合第3章的性能要求，并按第5章规定进行交货准备。检验规则应保证器件的设计、工艺、组装、检验及试验符合本规范和相关详细规范的规定。应将附录A、附录B和附录E中适用的相关要求编入到质量保证大纲中。

D.2.3.2 管理职责

为了履行本规范规定的所有检验和生产线认证要求，承制方和外包方应提供足够的资源、人员及权限。

D.2.3.3 组织

在质量保证大纲中应给出组织、功能结构的方框图，标明全部质量保证大纲有关各方的组织、批准和执行的职责及权限(见D.2.2)。应明确一名管理者代表并规定其职责和权限以确保本规范的要求得到满足。

D.2.3.4 职责和权限**D.2.3.4.1 承制方****D.2.3.4.1.1 通则**

承制方即为与鉴定机构联系，执行本大纲规定的详细要求并承担财务支持的单位。

D.2.3.4.1.2 承制方的职责和权限

承制方是进行晶圆生产或器件组装的工厂。承制方负责器件的关键界面、性能、质量及可靠性。承制方的生产线代码应出现在器件成品上。列入目录或对器件打军品标志的承制方必须拥有其生产线的全部产权。承制方应经鉴定机构认证鉴定。承制方应保证其外包方满足本规范的要求。承制方应向鉴定机构证明其能对全部外包方进行控制。

承制方负责履行本规范及相关详细规范规定的全部检验要求。为了进行本规范规定的GJB 128B-2021中的试验，承制方可以使用经鉴定机构批准的本单位试验室或其他合适的试验室。订购方保留监督或执行本规范和相关详细规范规定的任何检验的权利，以及审核由承制方执行这些规范所获得的数据

的权利。

D.2.3.4.2 外包方

D.2.3.4.2.1 通则

承制方在向鉴定机构证明其对外包方的控制后，可将组装或晶圆生产外包给外包方。承制方应与外包方签订书面协议。不管器件属于哪种类型，承制方都不得将组装和晶圆生产都进行外包。外包方应经鉴定机构认证。承制方应负责已组装器件或晶圆的鉴定。通过签订外包方条例，各方之间可以相互提供其已经认证合格的生产线服务。

D.2.3.4.2.2 外包方组装生产线

承制方在向鉴定机构证明其对外包方的控制后，可以将组装加工进行合同外包。承制方应具有选定本附录中相应要求的制度，并应经鉴定机构确定和批准。对于组装，应对所有外包的工艺进行标识，失效模式和影响分析(FMEA)及控制方案应得到实施。

D.2.3.4.2.3 外包方晶圆生产线

外包的晶圆生产线应具有晶圆批识别、晶圆批工艺文件及晶圆批检验。晶圆批检验应保证关键界面符合使用方规定的芯片特性要求。为了鉴定 JY 级器件，JY 级器件认证合格的组装生产线可以外包任何认证合格的 JY 级晶圆生产线。

D.2.3.4.3 晶圆生产

晶圆生产线(晶圆承制方或晶圆外包方)可以将下列任一或所有工艺外包给专业生产线或研究机构：

- a) 外延淀积；
- b) 离子注入；
- c) 辐射(用于载流子寿命抑制)；
- d) 背面研磨或抛光。

适用的生产流程图及随工单应标识所有外包工艺。晶圆划片属于晶圆工艺；但经鉴定机构批准后，晶圆划片和装盘可在认证合格的生产线上进行。除经鉴定机构批准外，承制方应具备并保持划片的能力。

D.2.3.4.4 来料、在线及发货库存产品控制

为了达到诸如控制有限寿命的材料存储期等目的并且防止由于疏忽而混淆合格和不合格材料、半成品、成品、重新提交批产品或使用方退货产品，承制方应采用一个程序对来料、半成品、库房存放和出库产品的存储和搬运进行控制。

D.2.3.4.5 人员

从事质量工作的人员应具有明确规定的职责、权力以及组织内的自由度，以鉴别和评定质量问题并提出建议或解决方案。

D.2.3.5 资源

对于管理、生产、检验及内部审核，承制方应确定要求并提供足够的资源。对于本规范，资源应包括(但不限于)材料、设备、培训及人员。

D.2.3.6 管理者代表

承制方和外包方应协商任命一名管理者代表。管理者代表具有编制和实施质量保证大纲、本规范及相关详细规范要求的权力和职责。管理者代表也负责与鉴定机构协调详细规范的版本。该代表应确保质量保证大纲得到保持并定期向承制方管理层报告大纲的运行情况和可以改进的可能。更换管理者代表时，应通知鉴定机构。

D.2.3.7 管理者审查

承制方管理者应通过定期审查质量保证大纲以保持对质量执行状况的在线监督，从而保证质量保证大纲能持续有效地满足本规范的要求。

D.2.4 规范要求的转化

承制方应具有一个制度，将详细规范、订单及合同要求转化为内部程序、方法、随工单和技术文件，

该制度应包括修订版本和分发范围控制以保证产品符合现行要求。承制方的制度应保证其使用方订购要求(及更改的要求)得到评审。评审应保证订单不违反本规范对于任何质量等级的军品的规定,并且已经考虑了所有特殊的要求。该制度应提供进行过这种评审的真实材料。

D.2.5 关键界面控制

D.2.5.1 设计、材料和工艺文件

每个产品的设计文件中都应对设计、验证试验、工艺加工及材料等所有方面进行详细规定。此外,承制方应具有每条认证合格生产线的生产流程图、随工单及器件设计和结构信息(见附录 F)。

D.2.5.2 设计更改

鉴定合格后,若承制方对产品或试验大纲进行的更改可能会影响产品的性能、质量、外观、可靠性或互换性,则承制方应按表 D.1 的规定进行并通过相应的检验。承制方应在产品放行和交货前(在生产线上执行更改前的 JY 级器件评价用样品除外)报告鉴定机构,更改经鉴定机构批准后产品方可放行和交货。对器件的设计、材料和工艺更改,应按已制定的更改控制程序更改所有受影响的文件(见 D.2.7 和 D.2.8)。

通知中应详细说明拟采取的更改及试验方案,以证明更改不会对产品的性能、质量、可靠性或互换性造成有害影响,并且更改的产品将继续满足本规范要求。试验结束后,试验结果应经鉴定机构批准。设计更改被批准后,除经鉴定机构授权延期外,全部库存的原有设计产品应在 6 个月内提交进行质量一致性检验。如果要求进行的设计更改不是为了改正或消除已经证实的设计缺陷,则在库存产品全部售完前,按原先批准的设计生产的成品器件,不论是库存品还是处于试验工艺过程中的产品(即已指定检验批识别代码的产品),仍保持鉴定合格状态。

表 D.1 鉴定合格产品更改后的检验要求^a

序号	更改的内容	应进行的检验 (所有电特性参数应符合器件相关详细规范)
1	掺杂材料浓度 工艺技术	A 组和 C6 分组变化量(计量数据,仅当要求变化量时)
2	芯片的结构/图形	A 组和 C6 分组变化量(计量数据仅当要求变化量时)
3	影响芯片尺寸或有源区的光刻掩模更改 晶圆直径 芯片的厚度	A 组, B2 分组和 C6 分组的计量数据(如果适用的封装内新芯片面积大于或小于已鉴定合格产品) A 组和 C6 分组 B2 分组和 B4 分组
4	玻璃钝化层、钝化层或芯片涂覆层	A 组和 C6 分组
5	金属化层更改	A 组、B2 分组、B4 分组和 C6 分组
6	芯片粘接方法	B2 分组和 C3 分组
7	键合工艺	B4 分组和 C3 分组
8	键合线材料、掺杂尺寸	B4 分组和 C3 分组
9	外壳或盖板的结构、材料、尺寸	B1 分组、B2 分组和 C3 分组
10	密封工艺	B1 分组、B2 分组和 C3 分组
11	密封环境	B1 分组、B2 分组和 C3 分组
12	试验方法	报告鉴定机构(可能会要求进行试验验证)
13	生产流程图更改	与 12 相同
14	生产场地搬迁	质量一致性检验试验报告(计数数据) A 组(读数和记录)
15	组装场地搬迁	与 12 相同

表 D.1 (续)

序号	更改的内容	应进行的检验 (所有电特性参数应符合器件相关详细规范)
16	试验设施的搬迁	报告鉴定机构
17	划片和芯片分离	B2 分组和 C3 分组
18	鉴定/质量一致性检验程序	报告鉴定机构
<p>^a 鉴定合格产品更改后的检验还包括以下规定:</p> <p>a) 可提交合格的支撑数据以减少或免除所要求的试验。</p> <p>b) 当要求适用的 A 组和 C 组计量(实测)数据时,可提交表示合格参数数据归纳的数据分布曲线图来替代计量数据。</p> <p>c) 如果更改涉及到同一认证合格的生产线上的一种以上型号的器件,应联系鉴定机构以确定选择合适型号的器件进行试验。</p> <p>d) 收到承制方的报告后,如果鉴定机构认为按相关详细规范要求或独特的设计或工艺状况,可以增加或减少试验项目。</p> <p>e) 本表中涉及的所有各组或各分组仅适用于 JT、JCT 级,认证合格的 JY 级产品设计更改时,提交样品的试验要求由鉴定机构确定。</p> <p>f) 为确定所提出更改的可信度,应按鉴定机构要求进行 E 组规定的试验和评价。</p> <p>g) 新的芯片设计要求进行重新全部鉴定。</p> <p>h) 对于小批量流片,采用 B1 分组代替 C6 分组。芯片数少于 1 000 个时为小批量流片。</p>		

D.2.6 文件控制

D.2.6.1 文件控制程序

承制方应建立并保持一套程序,对与本规范要求相关的所有文件进行控制。这包括军用和行业规范、标准及其修订版和修改单。

D.2.6.2 文件批准和发布

文件在发布前,应由授权人员对文件是否充分恰当进行审核及批准。应建立一套程序,以保证在所有需要的场合均能获得相应文件的现行版本,保证在所有的发行点立即撤除无效或废止的文件,保证对任何保留的废止文件进行适当的标记。

D.2.6.3 文件更改

除另有规定外,应由原来审核及批准文件的部门负责人及对文件更改进行审核及批准。

D.2.7 采购

应建立供应品的采购及批准制度。

D.2.8 对使用方提供材料的控制

承制方应建立并保持一套程序,对使用方提供的材料及设备进行控制、检验、维护和储存(按适用的)。应对磨损或不适合使用的材料进行记录并通知使用方。

D.2.9 产品识别及可追溯性

对所有按本规范交货的器件,应通过批识别代码和检验批记录及 D.2.10 至 D.2.13 的标识可进行追溯。此外,对 JY 级器件,应建立一套从晶圆制造至筛选的批控制制度,为正在进行加工的器件规定晶圆批识别、操作(设备)、操作日期及操作人员代码、器件的数量和序号。

D.2.10 工艺控制

D.2.10.1 通则

承制方应保证所进行的所有生产操作都能保证持续的工艺能力。应按生产方式、监测控制要求及产品特性进行操作控制。必要时,根据操作参数的复杂性或敏感性,工艺应考虑工作环境、加工质量、设备配置、特殊操作人员证书或关键参数连续监测的必要性。

D.2.10.2 统计过程控制(SPC)

应按 GJB 3014 建立 SPC 用于过程控制。若样品呈现出工艺控制处于失控状态,则应对样品代表的

产品进行评价和处理。应对评价工艺、结果及处理情况编制成文件并可追溯。

D.2.10.3 环境控制

应对每个适用的关键工序(例如,晶圆制造、组装)规定相对湿度、温度及空气洁净度等级,并进行控制和记录。应将测量这些环境参数及限定值的程序和方法编制成文件。程序中应规定当环境条件超出允许公差时应采取的纠正措施。传递未密封的器件时应尽量减少杂质进入器件内腔。此外,在相应的关键区域,必须防止唾液接触器件。见 GJB 128B—2021 的方法 5010。

D.2.10.4 化学品控制

应规定并控制化学品(包括水)的纯度。应测量生产用水的纯度并记录生产用水 25℃时的电阻率(应校准电阻率传感器和仪表)、总固体粒子、有机杂质和细菌数。

D.2.10.5 晶圆批制造及检验

D.2.10.5.1 通则

晶圆制造中所采用的方法和程序应编制成文件,至少包括 D.2.10.5.2 中规定的工序。

D.2.10.5.2 工艺

工艺文件中应包含下列内容:

- a) 样本大小;
- b) 晶圆清洗及处理;
- c) 结及表面的预加工;
- d) 合金工艺。

D.2.10.5.3 检验

检验应符合下列要求:

- a) 晶圆厚度控制:对于 JY 级器件,误差应在批准设计标称值的±20%以内;
- b) 金属化层及厚度:对于 JY 级器件,最大厚度误差规定如下:对于大于 3.5μm 的厚度,应在批准设计标称值的±25%以内;对小于或等于 3.5μm 的厚度,应在批准设计标称值的±30%以内;对 JY 级器件,最小正面金属化层厚度应为 0.8μm;
- c) 玻璃钝化层及钝化层厚度:对 JY 级器件,误差应在批准设计标称值的±30%以内;对覆盖层结构或延伸金属化,最小厚度要求见 A.2.7;
- d) 适用时,背面金属层厚度:对 JY 级器件,误差应在批准设计标称值的±30%以内;
- e) 扫描电子显微镜(SEM),见 E.5.1.3.2(对 JY 级器件)。

当极限值是基于“批准的设计标称值”的允差时,应在器件设计和结构信息(见附录 F)中标明额定值,并应在 JY 级器件的随工单上标识,或者在提交鉴定机构批准的 JY 级器件的检验记录上标识。

D.2.10.6 生产过程监控大纲

对承制方履行的生产过程,应参照下列要求建立生产过程监控大纲。经鉴定机构批准,全面实施并已证实的 SPC 大纲(按 D.2.21)可替代全部或部分生产过程监控大纲。应将这些大纲编制成文件并供鉴定机构认证审查时使用。实施的程序应规定抽取样本的频次、样本大小、拒收判据、允许的返工及失效产品/失效批的处理。应针对查明的缺陷确定调查研究和采取的纠正措施,除另有规定外,生产过程监控过程中的失效不计入 PDA 要求。必须有一个程序规定上一次合格的试验后所有受监控器件的可追溯性、回收及处理要求。所有监控应为持续的工艺改进提供支持。这些监控记录应供审核组审查时使用。经鉴定机构批准,生产过程监控应至少包含下列内容(或等效内容):

- a) 芯片粘接:芯片安装方法、芯片材料、芯片安装材料、封装材料和安装布局的类型应编制成文件。也应规定时间、温度、压力、气体吹洗、洁净度及环境。承制方应采用其文件规定的程序,按 GJB 128B—2021 方法 2017 或瞬态热阻测试方法,监控所有晶体管及管壳安装的二极管的芯片粘接完整度。此外,对于粘接到空腔器件封装或基片上的芯片,应监控芯片粘接完整度。配置每一台加工 JT 级和 JCT 级器件的设备及涉及其他相关因素(如更换操作人员等),应执行这

一程序。对 JY 级器件, 在更换操作人员、封装类型、芯片尺寸的开始及结束, 并在每两小时生产后, 应从每台芯片粘接设备所加工的器件中抽取至少两只器件进行此项试验。如芯片粘附强度强度小于 GJB 128B-2021 方法 2017 规定的值, 或试验后残留的半导体材料小于芯片与管座粘接面积的 75%, 在芯片粘接重新符合要求前, 该芯片粘接设备生产的产品不能使用。必须有一个程序处理从上一次合格芯片粘接完整性试验起所有粘接过的器件的追溯、回收及处理。此程序应规定样本大小、拒收判据及失效批的处理。此试验可以在引线键合强度试验所使用的同一样品上进行。

- b) 引线键合或互连: 芯片连接到封装引出端所用的键合工艺、键合丝类型以及引线材料等应编制成文件, 并应符合本规范及适用的相关详细规范的要求。应规定温度、压力、保持时间、表面毛细作用或电焊极条件的控制、超声波功率、金属成份、引线修整、键合厚度与宽度之比及环境条件。承制方应依据其文件规定的程序, 按 GJB 128B-2021 方法 2037 检测引线键合强度。对于界面为双金属(如金-铝)的芯片, 在进行第一次键合强度试验前应在 300℃ 的空气或惰性气体中进行 1 h 的烘焙。键合强度试验的抽样方案为 11(0) (抽样方案针对键合丝)。在调整生产 JT 级和 JCT 级器件的设备后, 应对每台设备执行此程序, 还应考虑在变换操作人员、批量大小、每一班开始和结束及其他已知的会影响引线键合完整性的相关因素。对 JY 级器件的最低要求是: 在每班的开始和结束时, 在每两小时生产后, 在更换操作人员、更换引线盘、工作人员换班、更换封装外壳和引线尺寸及设备维修后, 应对每个操作人员/每台引线键合设备抽取两只样品器件进行试验。对 JY 级器件, 若在两小时周期内生产一批以上的产品时, 应从每批中抽取样品进行试验。应读取并记录拉力数据, 按规定要求制作控制图并予保存。数据应包括达到失效所要求的力(以克为单位)、失效点的具体位置及失效性质。一旦任何键合强度小于 GJB 128B-2021 方法 2037 规定的密封前数值, 应立即停止键合设备工作, 直到试验表明引线键合重新符合要求的操作时, 才能恢复生产。当芯片表面是双金属结构且引线直径小于 130 μm 时, 引线应进行破坏性拉力试验, 并且若引线断裂前芯片上的键合点拉脱, 该批应拒收。必须有一个程序对从上一次合格的键合强度的试验起所有键合的器件进行追溯、回收及处理。此程序应规定样本大小、键合点数和试验的器件、拒收判据及失效批的处理。
- c) 透明玻封二极管的玻壳至引线密封: 目检程序应规定检验判据、采用的目检辅助设备, 并应符合 GJB 128B-2021 方法 2069、2070、2072 或 2073 (芯片目检) 及 2074 的要求。此外, 承制方应依据其文件规定的程序, 对所有 JT 级、JCT 级和 JY 级硼酸处理过的密封结构的透明玻封二极管, 在最终镀涂后监测引线对玻璃的密封。此程序应规定判据和目检辅助设备, 并能够检测玻璃至引线密封的明显缺损。
- d) 内部气氛: 应控制器件密封环境的水汽含量。按 GJB 128B-2021 方法 1018 在 100℃ 下进行试验时, 陶瓷和金属管壳样品的内部水汽含量不应超过 5×10^{-3} 。承制方应在生产过程的关键位置监测管壳内部水汽含量。对每种现有外壳设计, 应每月两次各抽取三只器件进行内部水汽含量检测, 直至有足够数据能确定哪些类型的管壳容易含有高的水汽和氧气。应确定专门的管壳内部气体含量监控计划表, 直至全部问题得到解决。采用帕累托分析法或其他统计方法可以确定存在问题的管壳。
- 当进行内部水汽含量检测时, 样品应按本规范表 E.1, 步骤 3a 或等效的程序进行过筛选。对于不使用共晶焊或环氧树脂进行芯片粘接的所有器件, 应对其密封环境的内部氧气含量进行控制; 在 100℃ 下这些器件内部氧气 (O_2) 含量不应超过 2×10^{-3} 。若使用 GJB 128B-2021 方法 1018 程序 1, 检测并记录检测到的所有气体, 这些数据有助于承制方确定哪些工序引入了这些气体。承制方应制定下述气体的控制极限值: 氦气、氢气、氧气、碳氟化合物、氩气和二氧化碳。送实验室测试前, 器件应进行标记或用其他方法可被追溯。
- e) 粒子粘污: 承制方应对每条生产线建立粒子检测控制程序, 以评定密封空腔器件的粒子粘污。

监控应具有按 GJB 128B-2021 方法 2052 条件 A 进行试验的措施。除本规范规定免除的外，此监控适用于所有金属或陶瓷空腔封装的器件。本监控应在器件封装场地进行，以保证及时有效地得到反馈以便采取纠正措施。例如，监控能够通过管壳类型追溯样品或采用“通过-不通过监控图”确定粒子碰撞噪声检测试验 (PIND) 成品率。对每种管壳类型，确定了历史数据及上限后，应通过已有的技术 (诸如粒子捕获及分析技术) 为所有失控样品确定其失效的原因。若某批器件超出了控制上限，应对该批器件进行 100% 检测。

- f) 最终引线镀涂层要求：见附录 A。
- g) 晶圆制造：为满足 D.2.10.5 规定的要求，承制方应确定必要的控制方法 (或鉴定机构批准的等效方法)。对 JY 级器件，应证明晶圆在批准的设计标称值的公差之内。
- h) 批常规测试。普军级、特军级和超特军级器件的批常规测试按 D.2.10.6 h) 的 1) 和 2)；宇航级器件的批常规测试按 D.2.10.6 h) 的 3)~6)。
 - 1) 承制方应建立一套程序对器件的瞬态热阻抗、漏电流和所有其他关键参数 (按适用的) 进行表征，以能鉴别参数异常的器件。当芯片粘接空洞与瞬态热阻抗之间的关系得到鉴定机构批准，则可不要求对瞬态热阻抗进行批常规测试。对于性能异常的器件，即使通过 A2 分组测试或未超过由瞬态热阻抗分布曲线得出的限制值，应予以拒收。该程序应规定样品的选取和如何确定参数的限制值。
 - 2) 承制方应具有逐批对器件参数的变化以及其中心值趋向进行监测和控制的程序。批器件参数正常的限制值：当没有之前生产的器件批参数的历史记录或当进行了重大的设计更改而影响到相应的关键参数时，承制方应按 D.2.10.6 h) 的 1) 和采用 SPC 技术所绘制的图表对最初 5 个生产批器件计算每批器件的平均值。采用统计分析得出的批极限值不应超过 D.2.10.6 h) 的 1) 使用的批参数限制值。参数极限值计算不应包括不正常的批。D.2.10.6 h) 的 1) 中给出的批常规测试对于此后生产的所有批应继续进行。
 - 3) 宇航级器件的批常规测试：对于宇航级器件，承制方应在老炼后进行批常规测试。承制方可选择在老炼前进行增加的批常规测试。可以从整批器件的数据或从 A2 分组数据 ($n=116$) 计算出参数的均值和标准差。如果采用一个样本计算，则计算出的限制值适用于整个批。概率分布可能是正态分布，也可能是对数正态分布。如果老炼前的批常规测试采用 $\pm 3\sigma$ 为限制值，则在老炼后可以采用 $\pm 4\sigma$ 作为限制值。在高、低温下进行的测试可采用 $\pm 6\sigma$ 作为限制值进行评价，而不应采用 $\pm 3\sigma$ 作为限制值进行评价。超出限制值的器件应从批中剔除，如果考虑将被剔除的器件提供使用，则应提供工程评定意见。除非提交工程评定意见，呈现性能异常的器件，即使满足了 A2 分组的限制值要求也应拒收或从批中剔除。如果观测到不正常生产，则需进行工程评定。除可提供其他信息外，与规范规定的极限值进行比较是不合理的。经鉴定机构批准，可以采用替代的方法。
 - 4) 承制方应对批常规测试数据进行评价，以确保单批器件内数据的单峰分布。如果发现数据出现多峰分布，应进行工程评定。
 - 5) 承制方应保证每批器件参数的均值和标准差与前一批器件保持一致。初次鉴定后，必须对至少 5 批器件的参数进行统计监控，监控其离散度和位置。对于各批间均值和标准差出现的重大变化，应采取工程评定加以确定。对于每个关键参数，应逐批控制其位置和离散度。控制应以最新 5 批器件每批器件关键参数平均值的变动情况为依据 (见 D.2.10.6 h) 的 1))。这种控制仅适用于各批间的比较；对于单只器件的评定，应用单一批的均值和标准差。本条要求不适用于认为是目标参数的参数，例如，小信号晶体管的 h_{FE} 。
 - 6) 这些宇航级器件的要求对于生产量始终小于 20 只的小批量产品，经鉴定机构批准可以免除。
 - 7) 对于常见的器件类型，宇航级器件的关键参数和测试条件见表 D.2。对于表 D.2 未列出的

器件类型，其关键参数应通过鉴定机构批准。

- i) 内部目检：对所有质量等级的器件，承制方应制定一个内部目检监控的文件。
- j) 玻璃管壳评价：承制方应按 GJB 128B-2021 方法 1057 条件 B 对所有玻封二极管进行监控。
- k) 镍粒子：所有在封装工艺中使用镍帽的承制方应对管帽进行清洗，除承制方向鉴定机构证明管帽内的镍粒子不会形成导致产品失效的风险外。承制方应实施在线监控以保证镍帽的清洁度。
- l) 引出端强度：承制方应监控并保证器件引出端强度符合要求。对轴向引线器件，应按 GJB 128B-2021 方法 2036 进行拉力和引线疲劳试验。对金属电极无引线玻璃封装二极管，应按 GJB 128B-2021 方法 2038 条件 B 进行拉力试验。
- m) 监控芯片的切割。承制方应建立一套程序对芯片的切割进行监控，防止由于芯片切割导致的缺陷。
- n) 激光打标：承制方应建立一套程序，对激光打标进行监控，保证标志符合 3.8.4 的要求，同时保证管壳镀层符合 A.3.1 的要求，不能暴露管壳的基底材料。承制方可利用非接触式深度测量显微镜或光刻深度测量装置测量激光打标的深度。

表 D.2 宇航级器件关键参数

器件类型	关键参数	常温测量 ^a	高温测量 ^a	低温测量 ^a
双极型晶体管	h_{FE}	√	—	—
	I_{CBO}	√	√	—
	I_{EBO}	√	—	—
	I_{CEO}	√	—	—
	$Z_{th(j-c)}$	√	—	—
MOSFET	$V_{GS(th)}$	√	√	—
	I_{GSS}	√	√	—
	I_{DSS}	√	√	—
	$r_{DS(ON)}$	√	√	—
	$Z_{th(j-c)}$	√	—	—
整流二极管	I_R (高温反偏后) ^b	√	√	—
	V_F (不适于额定功率大于 1W 的器件)	√	—	√
	$Z_{th(j-c)}$	√	—	—
电压调整和电压基准二极管	I_R (高温反偏后) ^b	√	√	—
	$Z_{th(j-c)}$ (高温反偏后) ^b	√	—	—
	V_F (老炼后) ^b	√	—	√

^a 表格内的“√”表示需要测量该参数，“—”表示不需要测量该参数。
^b 高温反偏后的高温 and 低温电参数测试和批参数一致性分析可作为筛选第 13 b) 的一部分。如果详细规范未规定，则所有的测试应在撤去高温反偏电压后的 16 h 内完成。

D.2.11 检验和试验

D.2.11.1 外购材料检验

D.2.11.1.1 通则

承制方应负责保证所有向供方采购的供应品和服务符合合同要求。承制方应具有一套制度控制来料的检验、储存及搬运，并对接收的材料进行定期评价。该制度可包括对承制方图纸和规范要求的化学、

物理和功能特性的验证。承制方可以采用认证合格供应方清单产品以减少或免除接收检验。

D. 2. 11. 1. 2 合格供方程序

材料的供应能力可通过供方认证程序来确认。该程序选择并监控供方以保证供应的材料满足并保持要求的能力水平(例如, C_{pk} 、PPM 等)。

D. 2. 11. 2 过程质量控制

D. 2. 11. 2. 1 通则

承制方应在必要的范围内进行过程检验以保证器件符合相关详细规范的要求。过程检验包括确保生产工艺处于受控状态(见 D.2.10)的检验和试验。

D. 2. 11. 2. 2 承制方提出的试验

在鉴定或质量一致性检验前进行的由承制方提出的试验(例如, 粗检漏和细检漏), 应对随后的所有批进行, 直至重新鉴定为止。如果试验中检测到问题, 承制方应提交批中的所有器件进行这些试验以剔除不合格品, 并应采取措施找出失效原因(例如, 野蛮搬运导致器件的粗漏检验不合格)并将其消除。

D. 2. 11. 3 试验及筛选

试验及筛选只能在经鉴定机构批准的试验室进行。

D. 2. 11. 4 鉴定和质量一致性检验

鉴定和质量一致性检验应符合相关详细规范及本规范的要求, 并应在鉴定机构批准的试验室进行。试验结果应经过审核和批准。

D. 2. 11. 5 检验和试验核查

承制方应核查已经按规定完成的本规范和其质量策划(见 D.2.2.4)所要求的所有检验和试验。核查应明确说明产品是否通过了要求的检验和试验, 并应包含可以追溯到具体操作人员、试验日期及试验大纲的充分详细的资料。

D. 2. 12 检验用测量和试验设备的控制

D. 2. 12. 1 试验程序及设备

承制方应通过文件控制制度对按本规范要求分选、分类和试验所使用的试验程序和设备进行追溯, 以保证试验时使用了正确的程序和设备。

D. 2. 12. 2 试验设备维护和校准制度

对于测量和试验设备, 应按 GJB 2712 规定建立一个维护和校准制度并规定维护和校准的周期。

D. 2. 12. 3 试验条件及方法

试验的一般要求、条件及方法应按 GJB 128B—2021 的规定。

D. 2. 12. 4 电测试设备的核查

承制方应明确规定并采用一种方法(例如, 使用相关样品、诊断程序等)对所用试验设备的测试及工作特性进行核查。一旦核查到试验设备失效, 承制方应采用一套程序, 规定从上一次核查合格以来, 所有被试器件的追溯、回收以要求重新进行试验的时间。

D. 2. 13 检验和试验状况

应建立并保持一种制度, 以保证能按其试验和检验状态识别产品, 应确保将已进行过试验或检验的产品与未进行过试验或检验的产品分开。

D. 2. 14 不合格产品的控制

D. 2. 14. 1 通则

承制方应建立并保持一个防止不合格产品发货或被使用的制度。该制度规定对于不符合生产和筛选流程中任一工位规定要求的产品进行标识、隔离及评定。如果器件或器件批不满足相关详细规范或内部试验、程序及高于和超出相关详细规范的要求(电测试挑选除外), 则该器件或该器件批均不得标志任何军用质量等级。对任何军用质量等级的由于电测试挑选而不合格的批中的下列器件均不得标志任何军用

质量等级：

- a) 高于和超出本规范要求的器件；
- b) 挑选出批中比整批平均性能或可靠性高的一部分器件(不是通过统计方法)。

D. 2. 14. 2 返工产品

返工产品应按相关的程序重新检验。所有进行的返工应编制成文件并附于原始批随工单，以便对返工产品进行追溯并可作为管理者审查的一部分。

D. 2. 14. 3 返工规定

D. 2. 14. 3. 1 通则

对按本规范生产的器件进行的所有允许的返工应按承制方规定的程序完成。除增加扩散或重新扩散、光刻胶剥离及重新涂覆外，每批器件只允许返工一次。

D. 2. 14. 3. 2 晶圆返工

对于晶圆，仅可进行下列类型的返工：

- a) 为完成工艺而进行的额外蚀刻；
- b) 光刻胶剥离及重新镀涂；
- c) 非结区钝化层的剥离及再淀积；
- d) 烧结前的正面及背面金属化；
- e) 附加扩散或再扩散(若在两次扩散间未进行光刻)。

对于 JY 级器件，不允许进行任何氧化层或钝化层的剥离及再淀积。

D. 2. 14. 3. 3 组装返工

组装期间，不允许对器件进行返工。采用的温度和工艺不得使芯片粘接材料产生再流。不得对已引线键合的器件进行再次键合，任何情况下不得对器件进行再次密封。

D. 2. 14. 3. 4 组装后器件的返工

除盘形管壳外，不允许对已封装器件进行开盖或打开管壳的返工。除另有规定外，允许对已封装器件进行的返工仅限于重新清洗、重新打标记(改正标记缺陷)及引线(引出端)引直、引线(引出端)重新镀涂或重新浸焊料。重新打标记及重新浸焊料可以按需要进行，不受仅允许一次返工的限制。重新镀涂或重新浸焊料后，所有 JY 级器件应按相关详细规范 A2 分组要求及本规范筛选步骤 14 的密封要求进行 100%筛选；所有 JT 级器件和 JCT 级器件应按样品数 116 只，接收判定数为零通过相关详细规范 A2 分组的要求及本规范筛选步骤 14 的密封要求。应按附录 H 进行浸焊料及镀涂的返工。

D. 2. 14. 4 拒收批

具有不能通过筛选予以筛除的失效模式的器件批，则应拒收。

D. 2. 15 纠正和预防措施

D. 2. 15. 1 纠正措施

质量保证大纲应根据出现的失效、缺陷分析、实施不适当的检验/程序、产品质量趋势、产品退货、不合格情况记录及审核(使用方审核及内部审核)确定必要的纠正措施。应采用标准的表格记录纠正措施。这种标准表格应提供下列信息：为纠正问题而制定和/或修订的文件、培训以及随后核查实施和有效性的情况。初始的纠正措施失效可导致产品被剔除出合格产品目录。纠正措施制度应明确进行失效分析(即现场分析和使用方分析)的时间。

D. 2. 15. 2 预防措施

应利用适当的信息来源，如影响产品质量的工艺和操作、审核结果、质量记录及使用方投诉等进行检测、分析及消除潜在的导致产品不合格的原因。承制方应将预防措施的建立、实施及跟踪等方法编制成文件。

D. 2. 16 运输、储存、包装及交货**D. 2. 16. 1 器件的安全**

交货前，已通过所有筛选及质量一致性检验的已打标志的器件应保存在安全的区域。应通过器件型号、批识别代码、数量、产品质量等级及交易日期等来控制器件的库存。

D. 2. 16. 2 防静电放电控制大纲

静电放电敏感度等级为 0、1A、1B、1C 及 2 级等级器件的承制方应按 GJB 1649 规定制定与产品静电放电敏感度等级相适应的防静电放电控制大纲。产品静电放电敏感度等级应按表 2 规定。

D. 2. 17 质量记录

应建立一套制度跟踪所有的质量记录。质量记录包括但不限于所有鉴定、筛选、质量一致性试验(计数或计量数据)及检验的结果、任何所需的失效分析、外包方记录、内部质量审核结果、培训及管理评审。每种质量记录的保留时间最少应为五年。质量一致性检验记录应保存五年或直至用完该批所有库存。质量记录的改正应划单线删去不正确的内容(保持原来数据内容可辨认),在紧靠划删内容附近插入正确内容。进行更改的人员应在划删内容旁签名。不允许对任何质量记录进行擦除、覆盖及涂白。

D. 2. 18 内部质量审核**D. 2. 18. 1 内部审核大纲****D. 2. 18. 1. 1 通则**

承制方应建立一个独立的内部审核大纲,该大纲应包含在质量保证大纲内。内部审核大纲应评定对所有适用的质量保证要求的符合性,应标识出关键审核范围及其审核频次,纠正措施应按纠正措施制度(见 D.2.15.1)得到实施。内部审核大纲应包括所有合同承包方。

D. 2. 18. 1. 2 内部审核清单

内部审核清单应保证质量保证大纲是充分适用的,并且得到各方人员的遵守。

D. 2. 18. 2 审核时间安排及频次

对每个区域,审核频次不得少于每年一次(经鉴定机构批准的除外)。在鉴定机构初始审核前,应进行内部审核并完成纠正措施。根据承制方内部审核大纲的有效性以及对内部审核结果的评定,鉴定机构可调整内部审核的频次或要求增加额外的检验。

D. 2. 18. 3 审核员

指定的审核员应与被审核的区域无关。若无法找到与被审核区域无关的审核员,应指定第二个审核员参加审核或对结果进行评审。应对审核员进行被审核区域知识及适用军用规范要求的培训,并向审核员提供相应的检查清单以便注明审核出的缺陷。审核前,指定的审核员应审查以前的内部审核结果,以保证对发现的缺陷已采取了纠正措施,并且纠正措施有效。

D. 2. 18. 4 审核出的缺陷

应将审核出的所有缺陷反馈给负责采取纠正措施的人员。所有纠正措施应经管理者代表同意。应建立一套程序追踪所有审核出的缺陷以保证及时采取纠正措施。如果发现该类缺陷重复发生,应采取追加的纠正措施以保证所发现的问题得到纠正并应报告鉴定机构。内部审核组应对纠正措施进行六个月的跟踪核查以保证其足够充分。

D. 2. 19 培训**D. 2. 19. 1 从事质量工作的人员**

从事会影响质量的工作的所有人员应经过培训并熟悉与其工作相关的操作。质量工作人员应具有足够的职责与权力,可根据相应的规范对产品进行检验并接收或拒收产品。

D. 2. 19. 2 培训要求

为了使操作人员达到并保持关键工作区所要求的工作技能,应建立工作业务培训制度。

D. 2. 20 服务

承制方的质量保证大纲应规定能满足使用方要求的方法，这包括但不限于，应用技术支持、使用方退货、存货周转、质保问题及使用方投诉等。

D. 2. 21 统计过程控制 (SPC) 技术

生产过程控制应采用 SPC，以使生产过程受控。



附 录 E
(规范性附录)
合格产品检验规则

E.1 范围

本附录规定了合格产品的检验规则。完全执行本附录可以保证产品满足本规范的性能要求。本附录也按适用的工艺基线对承制方的生产工艺进行测量和评价。如果对生产工艺的创新和改进可保证产品达到相同或更高的质量,则可以将这些创新和改进的工艺纳入到工艺基线中,但采用经过评价和编制成文件的这些更改的工艺必须经鉴定机构审核并批准。编制成文件的可靠性和质量数据获得批准后,承制方可以对工艺基线进行更改。本附录给出的方法是一种已证实的基线,此基线规定了筛选和质量一致性检验程序的详细内容。承制方应向鉴定机构证明其检验规则所达到的质量水平应至少与采用本附录所达到的质量水平相同。

E.2 筛选

E.2.1 通则

JT 级、JCT 级、JY 级器件应根据器件类型和规定的质量等级,100%按表 E.1 规定的试验顺序和所允许的百分不合格品率(PDA)经受并通过所有适用的筛选试验。应对不符合任一筛选试验判据的器件进行标识和控制,直到将其剔除出该批。为了保持产品的可追溯性,承制方可以选择继续加工这些拒收的产品。批的数据记录应标明产品的失效点和实际的百分不合格品率(适用时)。在交货前,应将所有失效产品从批中剔除。承制方应建立一套处理筛选的失效品的程序。必要时应对筛出的失效品进行评价,以确定失效的根本原因,提供持续改进产品质量的方法。

除 JY 级器件外,对其他质量等级的器件,作为正常生产试验进行的条件试验和筛选试验,如果是事先确定的,且鉴定机构认为与本规范规定的试验相同或更为严酷,同时有关的试验条件和顺序保持不变,则不必重复进行这些试验。提交进行本规范规定的鉴定检验的器件所经受的所有试验、预处理和筛选操作也应在今后提交进行质量一致性检验的所有器件上进行(见 E.4)。

表 E.1 筛选

步骤	筛选项目	检验方法和条件		JY 级要求	JCT 级要求	JT 级要求
		GJB 128B-2021 的方法编号	条件			
0	晶圆批验收	D.2.10.5.3	—	所有批	不适用	不适用
1a	二极管芯片目检	2073	组装前的芯片	100%	规定时	不适用
1b	(封帽前)内部目检		—	100%	100%	不适用
	二极管	2074 ^a				
	功率场效应晶体管	2069				
	微波晶体管	2070				
	晶体管	2072				
2	高温寿命 (不工作) (稳定烘焙)	1032	$T_{stg\ max}$ $t=48h$ 或按规定	任选	任选	任选

表 E.1 (续)

步骤	筛选项目	检验方法和条件		JY 级要求	JCT 级要求	JT 级要求
		GJB 128B-2021 的方法编号	条件			
3a	温度循环 (空气-空气)	1051	20 次循环。不要求 25℃ 时停留。试验条件 C 或最大贮存温度范围(取小者)	100%	100%	100%
3b	浪涌(按规定) ^b	4066	条件 A 或 B, 按规定	100%	100%	100%
3c	瞬态热阻(按规定) ^b		按规定	100%	100%	100%
	功率场效应晶体管	3161				
	双极型晶体管	GB/T 4587				
	绝缘栅双极型晶体管	3103				
	GaAS 场效应晶体管	3104				
二极管	GB/T 4023					
4	恒定加速度 (不适用于带螺栓的器件及冶金键合的二极管)	2006	Y ₁ 方向, 加速度至少为 196 000m/s ² , 对于 T _c =25℃ 时额定功率大于等于 10W 的器件, 加速度至少为 98000m/s ² ; 保持 1min 的要求不适用	100%	任选 ^e	任选 ^e
5	PIND ^d	2052	条件 A	100% PDA 要求按 E.2.2.2.2	任选	任选
6a	正向不稳定性冲击试验(仅对轴向引线二极管) ^e	2081	—	100%	不适用	不适用
6b	反向不稳定性振动试验(仅对轴向引线二极管) ^e	2082	—			
7	密封 ^f a) 细检漏 b) 粗检漏 ^{g h}	1071	条件 G 或 H 条件 C	任选	任选	任选
8	编序列号		见 3.7.9	100%	不适用	不适用
9	中间电测试		按规定	100%(读数并记录)	不适用	不适用
10	高温反偏(HTRB)		T _A (T _c 或 T _I)=150℃ 或按规定, 至少 48h	100%	100%	100%
	a) 晶体管	1039	条件 A。至少为额定 V _{CB} (双极型晶体管)或 V _{GS} (场效应晶体管)或 V _{DS} (场效应晶体管)的 80%			

表 E.1 (续)

步骤	筛选项目	检验方法和条件		JY 级要求	JCT 级要求	JT 级要求
		GJB 128B—2021 的方法编号	条件			
10	b) 功率场效应晶体管	1042	条件 B。至少为额定 V_{GS} 的 80%	100%	100%	100%
	c) 二极管和整流管	1038	条件 A。对于二极管(不包括电压调整、基准二极管和管壳安装的整流管),当规定直流条件时,至少为额定 V_R 或 V_{RWM} 的 80%。当规定半正弦波条件时,为 V_{RWM} 的 95%~100%	100% ⁱ	100%	100%
11	要求计算 PDA 的中间电测试和 Δ 变化量(见 E.2.3),最少应包括全部 Δ 变化量。如进行高温反偏,则在测量其他规定的电参数前必须测量每只器件的漏电流	—	按规定	100% (测量所有规定的参数。在高温反偏试验去掉电压的 16h 内测量漏电流。记录那些对 Δ 变化量极限有要求的参数。)(见本表筛选步骤 13)	100% (测量所有规定的参数。在高温反偏试验去掉电压的 24 h 内测量漏电流。记录那些对 Δ 变化量极限有要求的参数。)(见本表筛选步骤 13)	100% (测量所有规定的参数。在高温反偏试验去掉电压的 24h 内测量漏电流。记录那些对 Δ 变化量极限有要求的参数。)(见本表筛选步骤 13)
12	功率老炼	—	按规定	100%	100%	100%
	a) 双极型晶体管	1039	条件 B	至少 240 h	至少 160 h	至少 160 h
	b) 功率场效应晶体管	1042	条件 A 或 C	至少 240 h	至少 160 h ^j	至少 160 h ^j
	c) 二极管、电压调整、基准二极管和整流管	1038	条件 B	至少 240 h	至少 96 h	至少 96 h
	d) 管壳安装的整流管	1038	条件 A(仅对 JT 和 JCT 级) 条件 B(仅对 JY 级)	不适用 至少 240h	至少 48 h 不适用	至少 48 h 不适用
	e) 闸流晶体管 ^k	1040	—	至少 240 h	至少 96 h	至少 96 h
13	终点电测试(PDA 见 E.2.3) ^l a) 要求计算 PDA 的中间电测试和 Δ 变化量	—	按规定	100% A2 分组,中间电参数和 Δ 变化量	100% A2 分组,读取和记录中间电参数和 Δ 变化量(见 E.2.3.3)	100% A2 分组,读取和记录中间电参数和 Δ 变化量(见 E.2.3.3)
	b) 其他电参数 ^m	—	—	A3 分组	不适用	不适用

表 E.1 (续)

步骤	筛选项目	检验方法和条件		JY 级要求	JCT 级要求	JT 级要求
		GJB 128B-2021 的方法编号	条件			
14	密封 ^f a) 细检漏 b) 粗检漏 ^{g,h}	1071	双插头二极管不进行	100%	100%	100%
15	X 射线照相检查	2076	—	100% ^{n,o}	不适用	不适用
16	外部目检	2071	打标志之后, 批接收之前进行	100%	不适用	不适用

^a 按 GJB 128B-2021 方法 2074 对透明玻璃二极管进行的目检可在打标前的任何时间进行。

^b 应在完成筛选步骤 13 之前进行。浪涌试验应在测量瞬态热阻之前进行。

^c 对金丝球键合器件和金丝键合的锗器件, 应进行恒定加速度试验。

^d PIND 不适用于具有内部和外部挤压接触(电接触到芯片)的任何器件、双插头式二极管和光耦隔离器等。当合同或订单要求时, PIND 可在筛选步骤 4 后的任何时间进行。

^e 双端头二极管和螺栓安装二极管可不进行正向不稳定性冲击试验和反向不稳定性振动试验。温度补偿基准二极管可不进行正向不稳定性冲击试验。

^f 非透明玻璃封装、双插头、非空腔轴向引线二极管可使用 GJB 128B-2021 的方法 2068 代替方法 1071。

^g 在密封试验之前不得对玻璃封装二极管涂漆。对于透明的玻璃封装二极管, 采用条件 E 进行粗检漏试验, 禁止采用条件 C 和条件 D。

^h 如果要求采用条件 E 或 GJB 128B-2021 方法 2068 进行粗检漏试验, 则该试验可在温度循环(见步骤 3 a)之后的任意时间进行。

ⁱ 对于 JY 级器件, $V_Z > 10V$ 的电压基准、调整二极管在标称值 V_Z 的 80%~85% 下进行高温反偏试验。 $V_Z \leq 10V$ 的电压基准、调整二极管可不进行该项试验。对于 JY 级管壳安装整流管, 要求采用条件 A。

^j 对于功率场效应晶体管, 按 GJB 128B-2021 方法 1042 条件 A 通过鉴定检验 E2 分组 1000h 稳态反向偏置试验后, 承制方可选择采用加速稳态反向偏置试验(T_A 最低为 175℃, 至少 48 h)代替稳态反向偏置试验。提交筛选数据时应同时提交稳态反向偏置试验鉴定合格报告。

^k 对于 JT 级和 JCT 级的闸流晶体管, 应用全波阻断试验代替功率老炼试验。

^l 之前已在所有器件上进行的试验项目(浪涌、瞬态热阻)不需在筛选步骤 13 重复进行。

^m 老炼试验后 96 h 之内进行测量的要求不适用。

ⁿ 完成筛选步骤 8 后, JY 级器件的 X 射线照相检查可按任意顺序进行。X 射线照相检查筛选不适用于钨/钨铜合金封装的器件。

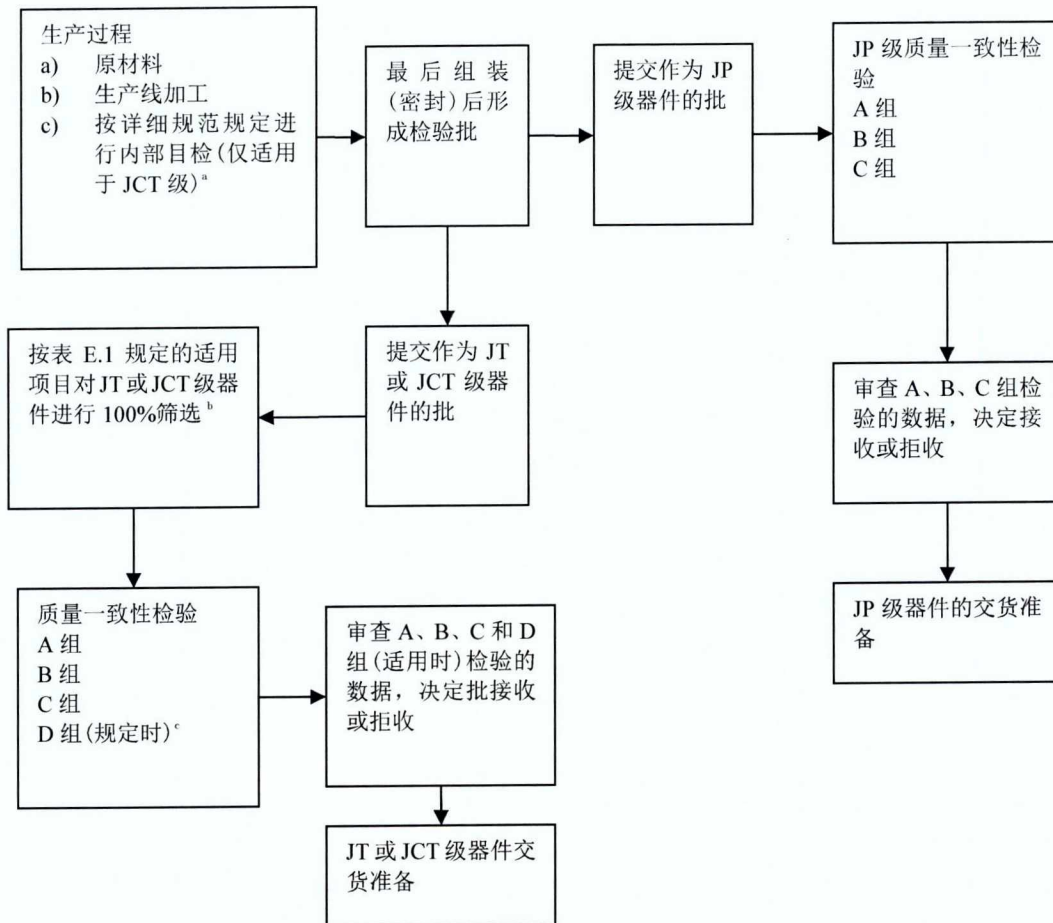
^o 质量一致性检验可以在筛选步骤 15 之前进行。

E.2.2 试验和筛选程序

E.2.2.1 JT 级和 JCT 级器件的试验和筛选程序

E.2.2.1.1 通则

JT 级和 JCT 级器件的试验和筛选程序应按表 E.1、图 E.1 和相关详细规范的规定。



^a 所有提交作为按 JCT 级器件生产的产品都必须在这一步骤上进行并通过 100% 内部目检筛选 (JCT 级透明玻璃二极管除外, 这类产品应在喷漆和打标之前进行内部目检)。

^b 应按表 E.1 规定的顺序进行试验。

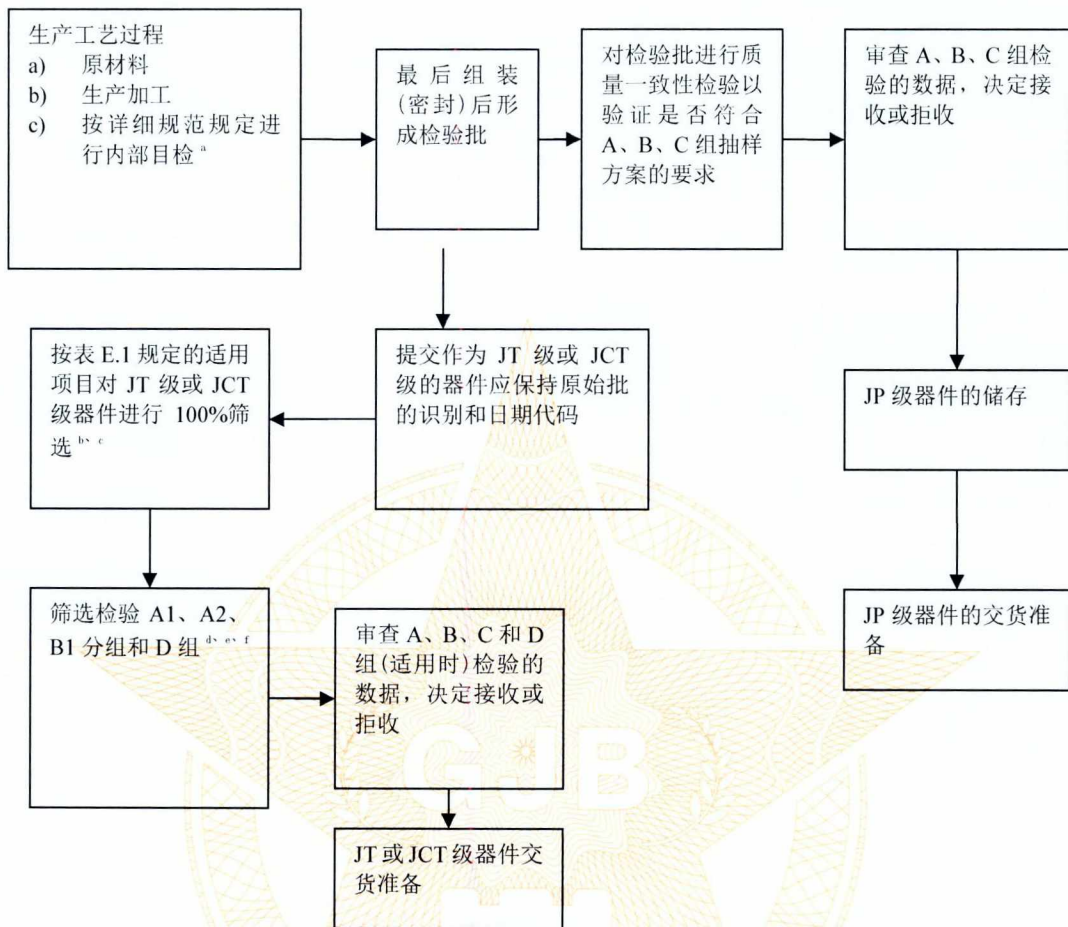
^c D 组检验可在批形成前的任一时间进行。

图 E.1 JP 级、JT 级、JCT 级器件的生产流程图

E.2.2.1.2 JT 级和 JCT 级器件的替代筛选程序

如果满足下列条件, 承制方可将其鉴定合格的 JP 级器件按 JT 或 JCT 级器件生产和打标:

- 计划按 JCT 级生产的所有器件 (打印或打标前需进行内部目检的 JCT 级玻璃二极管除外) 必须在密封前进行并通过 100% 内部目检筛选。
- A 组、B 组和 C 组检验应满足本规范以及相关详细规范对 JT 或 JCT 级的要求。
- 应按表 E.1、图 E.2 和相关详细规范的规定进行筛选。应将试验不合格的全部器件从批中剔除并将不合格器件数记录在批的历史记录中。
- 如图 E.2 所示, 在 100% 进行 E.2.1 规定的筛选后, 应从已筛选过的器件中抽取样品, 提交并通过 A 组、B2 分组 (JY 级) 或 B1 分组 (JT 和 JCT 级) 的检验。



- a 所有提交作为 JCT 级器件生产的产品都必须在这一步骤上按表 E.1 规定进行并通过 100%内部目检筛选 (JCT 级透明玻璃二极管除外, 它们要在喷漆或打标之前进行内部目检)。
- b 如果 JP 级器件的检验批没有采用与 JT、JCT 级器件相同的材料同时生产, 则应按图 E.1 顺序对 JT、JCT 级器件进行全部 A、B、C、D 组试验。
- c 应按表 E.1 规定的顺序进行所有项目的筛选试验。
- d 按 GJB 128B-2021 方法 2026, 省略蒸汽老化, 样品数 15 条引线, 接收判定数为 0; 此修改的 B1 分组试验时间不得用作可焊性检验的日期。
- e 按 GJB 128B-2021 方法 1022, 样品数为 15, 接收判定数为 0。
- f 如果检验批由若干子批组成, 则每个子批器件都应按规定通过全部 A 组检验。

图 E.2 JP、JT、JCT 级器件的替代生产流程图

E. 2. 2. 1. 3 老炼前后的分组电测试

如果得到鉴定机构的书面批准, 可以采用记录变量的替代方法来确定 JT 级和 JCT 级器件老炼前后终点电测试的变化量。此时, 应将器件分组, 每组都应规定变量参数的最大值和最小值。任一组的参数极限值之差不应超过变量参数的变化量要求。

E. 2. 2. 1. 4 相关详细规范中未包括 JP 级器件时鉴定和质量一致性检验的替代程序

当相关详细规范中不包括 JP 级器件或承制方选择时, 可使用图 E.2 规定的替代程序进行鉴定和质量一致性检验。

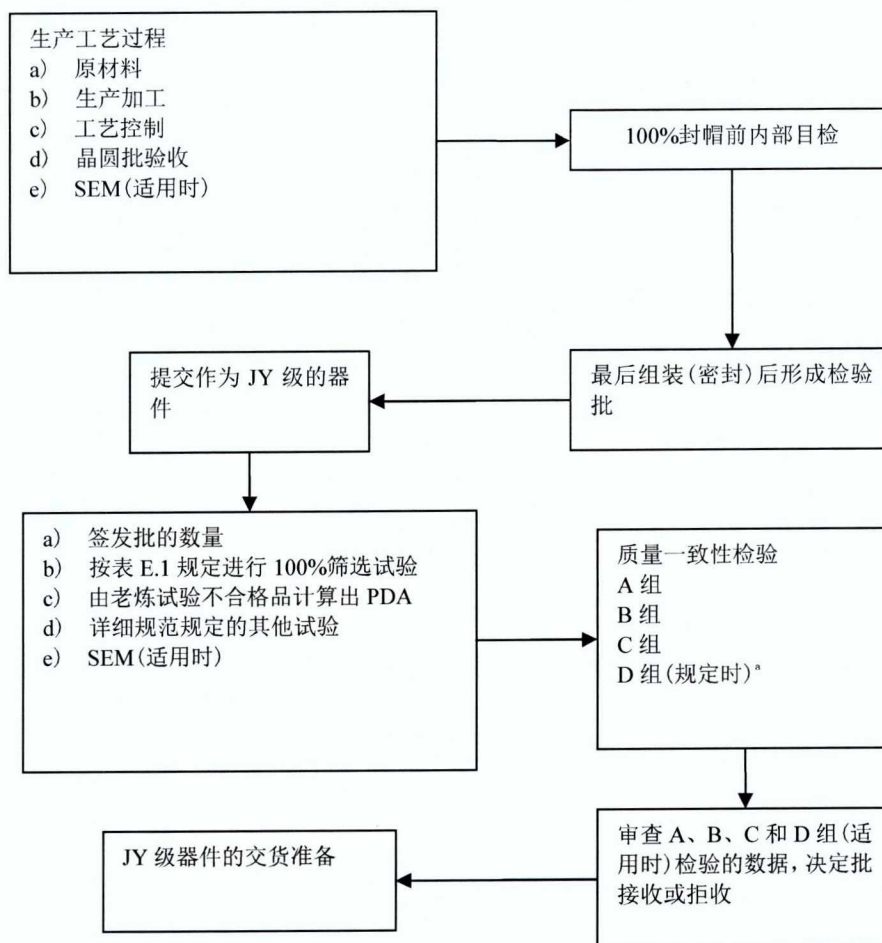
E.2.2.1.5 JT级和JCT级器件的引线成形

当完成所有的检验和试验后,按合同规定进行引线成形时,成形后应进行密封细检漏和粗检漏试验($n=116, C=0$),A2分组检验和外部目检($n=45, C=0$)。

E.2.2.2 JY级产品的试验和筛选

E.2.2.2.1 通则

应按表 E.1、图 E.3、图 E.4 和相关详细规范的规定对 JY 级器件进行筛选。



^a D 组检验可以在生产完成后的任意时间进行。

图 E.3 JY 级器件的生产流程图

E.2.2.2.2 JY 级器件的粒子碰撞噪声检测(PIND)试验

检验批(或子批)应按 GJB 128B-2021 方法 2052 条件 A 规定 100%进行 PIND 检验。最多可进行五次试验。不得进行 PIND 预筛选。在五次 PIND 试验的任何一次试验中,若该次试验的不合格品率不大于 1%(当批量小于 50 只器件时,允许失效率为 0),且依次累计的不合格品率不大于 25%,则该批应接收;在每次 PIND 试验后,应剔除所有不合格品;若该次试验的不合格品率大于 1%,且依次累计的不合格品率不大于 25%,则可进行下一次试验;若该次试验的不合格品率大于 1%,且累计的不合格品率大于 25%,则该批应拒收;在第五次试验中,若该次试验的不合格品率大于 1%或五次累计的不合格品率大于 25%,则该批应拒收。拒收批件不允许重新提交。这些拒收的器件不得按任何质量等级交货。按百分率计算不合格品数时,应将小于 1 的小数值增加至下一个整数值(见图 E.4)。

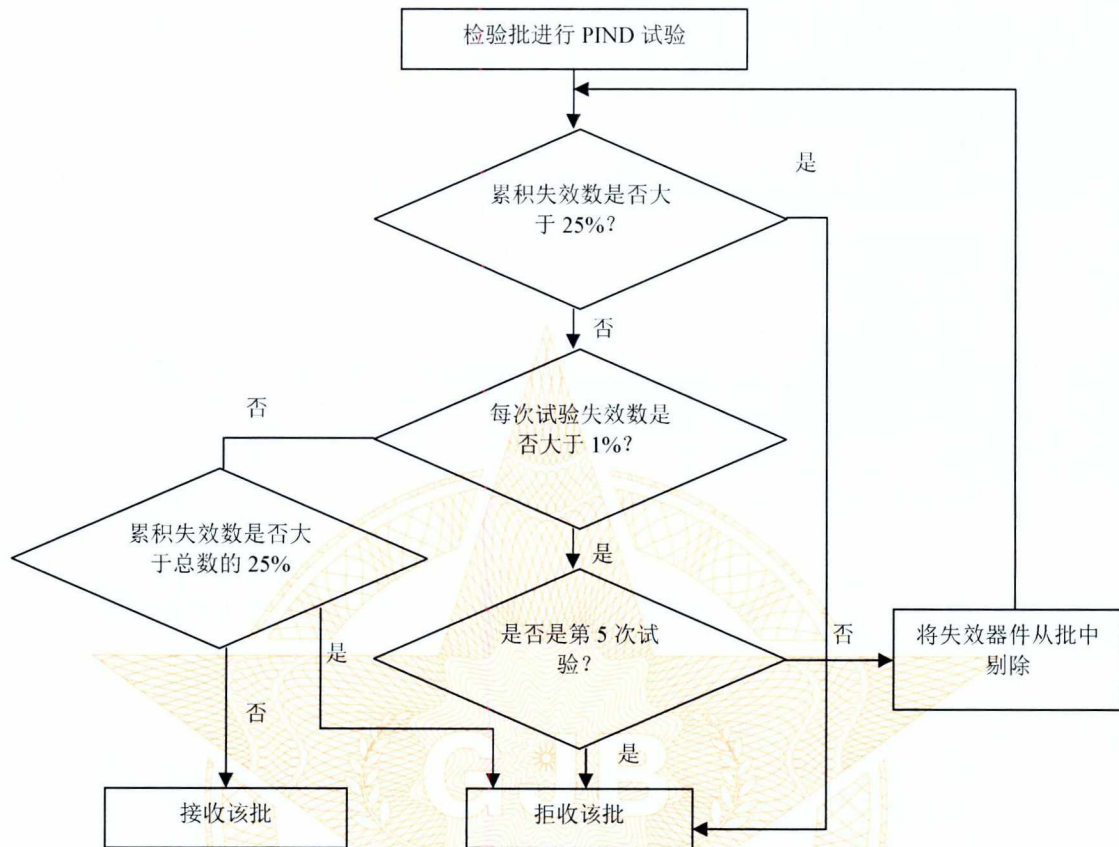


图 E.4 JY 级器件 PIND 试验流程

E. 2. 2. 2. 3 JY 级器件的引线成形

当完成所有的检验和试验后，按合同对 JY 级器件进行引线成形时，成形后应进行 100% 的密封试验、A2 分组试验和外部目检。

E. 2. 2. 2. 4 JY 级器件老炼试验插座检查

老炼试验开始前，应检查每个器件与插座间的电连续性是否良好。

E. 2. 2. 2. 5 JY 级器件的失效评定

应对 JY 级器件筛选中出现的失效进行评价以确定该失效模式是否是由潜在（与时间有关）的工艺或设计缺陷造成的。应保存该信息。当鉴定机构需要时，应向鉴定机构提交该信息进行审查以确定失效发展的趋势是否需要采取纠正措施。承制方的内部程序应规定何时需要进行正常的失效分析。

E. 2. 3 允许的百分不合格品率 (PDA)

E. 2. 3. 1 通则

相关详细规范中应规定筛选表 E.1 的步骤 11 和步骤 13 中用于 PDA 计算所选定的电参数。也可以对这些参数在老炼试验前后的数值变化 (Δ) 进行比较，以确定该批器件是否出现了稳定性问题。老炼（包括高温反偏和功率老炼）预处理中出现的所有失效都应参与百分比不合格品率 (PDA) 的计算，但预处理属于承制方生产流程组成部分的除外。应对 PDA 不合格的批进行工程评价。

E. 2. 3. 2 JT 级和 JCT 级器件的 PDA

对于表 E.1 筛选步骤 11 和步骤 13 a) 规定的电参数出现的所有失效，每个检验批（或筛选批，若采用替代流程）的 PDA 应为 10%。将 100% 老炼后测量的电参数与老炼前测量的该项电参数进行对比即得到变化量 (Δ)。应在相关详细规范中规定变化量 (Δ) 的极限值。除另有规定外，单项老炼百分不合格品

率超过 10%的检验批可重新提交一次进行该项老炼。重新提交批单项老炼的 PDA 为 3%。如果第一次提交老炼的检验批的总的不合格品率超过 20%或第二次提交老炼的检验批单项的百分不合格品率超过 3%，则该批器件不得作为任何质量等级验收。

E. 2. 3. 3 JY 级器件的 PDA

对于表 E.1 筛选步骤 11 和步骤 13 a) 规定的电参数出现的所有失效, 每个检验批的老炼试验的 PDA 应为 5%。应在相关详细规范中规定变化量(Δ)的极限值。将 100%老炼后测量的电参数与老炼前测量的该项电参数进行对比即得到变化量(Δ)。除另有规定外, 单项老炼百分不合格品率超过 5%的检验批可重新提交一次进行该项老炼。重新提交批每项老炼的 PDA 不得超过 3%。如果第一次提交老炼的检验批总的不合格品率超过 10%或第二次提交老炼的检验批单项的不合格品率超过 3%，则该批器件不得作为任何质量等级验收。

E. 3 鉴定

E. 3. 1 鉴定检验

鉴定检验应在鉴定机构批准的试验室中按表 E.2~表 E.8 规定由鉴定机构进行。当某一产品按给定的质量等级鉴定合格, 并满足其他质量等级器件 A 组、B 组、C 组、D 组(适用时)和 E 组的所有要求, 且经批准的筛选设施可以满足其他质量等级试验和应力水平的要求, 则鉴定机构可以将鉴定扩展到其他质量等级。此外, 还应满足附录 A 的要求。鉴定检验不应采用小批量抽样方案。鉴定检验要求计量(实测)数据。如果承制方撤销对鉴定批的鉴定, 则承制方应在撤销鉴定批后的 35 d 内以书面形式报告鉴定机构。

详细规范规定的辐射加固保证型器件的每一个检验批都应进行 D 组检验。辐射加固保证的鉴定应针对具体的半导体芯片。

对于已证明有辐射加固保证的器件, 仅对 M 级、D 级和 L 级辐射加固保证等级的器件可采用替代的鉴定程序。如果工艺或设计更改会影响器件的辐射加固保证, 则应重新提交这些器件进行鉴定检验和质量一致性检验。

E. 3. 2 检验程序

E. 3. 2. 1 通则

除 E.4.5 规定的特例外, 进行 B 组、C 组、D 组和 E 组检验的样品必须从通过 A 组检验的批中抽取, 并应符合下列规定:

- a) 对一系列器件, A 组检验的抽样方案应包括额定工作电压最高和最低的器件或按鉴定机构规定。
- b) 应从一个子批中抽取样本进行 B 组各分组试验。系列产品中每种不同工艺的器件都要提交样品进行设计验证试验。如果一系列产品仅电特性存在差异, 则只需提交一种型号进行设计验证。
- c) 应从一个子批中抽取样本进行 C 组各分组试验。承制方可以选择使用经受表 E.3 的 B4 分组或表 E.4 的 B3 分组试验的器件继续进行 C6 分组的试验, 直到达到 1000h 的总时间或 6000 次循环, 也可以选择采用单独的样品进行 C6 分组试验。
- d) 当允许进行 D 组鉴定扩展时, 辐射设备必须经过鉴定机构批准。应从每种器件型号的子批中抽取样品进行 D 组的各分组试验。
- e) 具有编织线结构引出端的器件可以在安装引出端之前进行表 E.1 各项筛选试验和鉴定检验中的高温试验。进行需要加负载电流的鉴定检验项目时, 应接上这些编织线结构引出端。

E. 3. 2. 2 E 组检验

E 组检验是验证器件的生产工艺、耐久性和关键界面是否符合要求。进行初始鉴定、重新鉴定或 E 组检验的要求有变化时, 需按相关详细规范规定进行 E 组检验。由于 E 组检验的要求发生变化(包括样品数、偏置条件的变化)而需要重新进行检验时, 仅需进行发生变化的分组的检验。在交货前, 承制方

应将 E 组检验的结果提交鉴定机构。重新设计的器件应按鉴定机构的要求重新进行 E 组检验。

E 组检验应按表 E.8 和相关详细规范的规定进行。应按规定的顺序进行分组内所有的试验。应对所有的失效进行评定以确定失效模式是否是由潜在(随时间恶化)的缺陷、工艺或设计缺陷引起的。应根据评定的结果采取合适的纠正措施。

如果承制方能够证明其内部设计验证程序或在线可靠性评价程序严于 E 组规定的试验或与之等效,且试验样品是按报送鉴定机构存档的设计和结构制造的,则承制方可以使用内部设计验证程序或在线可靠性评价程序代替 E1 分组和 E2 分组。承制方仅在得到鉴定机构批准的情况下方可使用替代程序。

E. 3. 2. 3 静电放电敏感度 (ESDS) 等级的鉴定

E. 3. 2. 3. 1 通则

ESDS 等级的初始鉴定或重新设计后的重新鉴定包括按相应质量和可靠性等级进行的鉴定,以及按 GJB 128B-2021 方法 1020 的规定进行的 ESDS 等级的鉴定。静电放电敏感度分级的定义及标识见表 2。具体规定如下:

- a) 虽然由于管壳外形变化较小,但如果一个器件型号存在一种以上的封装形式或管壳外形,则至少应对经验表明对静电放电最敏感的那种封装形式进行静电放电敏感度试验和定级。承制方应将试验结果提交鉴定机构。同一相关详细规范中包含不同设计芯片的器件时,每一个结构相似的器件分组都应进行 ESDS 定级鉴定。采用结构相似芯片设计的详细规范中可按以前的定级试验数据进行分级。
- b) 大功率双极型晶体管和整流二极管(肖特基管除外)是设计上属于至少 3 级的器件。对于管壳安装的肖特基整流二极管,只要顺利完成了 2A 的反向能量试验,就可以标注为 3 级。对于其他封装形式的肖特基整流二极管,只要通过了反向能量试验,就可以认为符合 3 级要求,标注为 3 级。
- c) 所有电压基准二极管、电压调整二极管和瞬态电压抑制二极管都属于对静电放电不敏感的器件,可以不经过试验直接标注为 3A 级器件。

E. 3. 2. 3. 2 静电放电敏感度 (ESDS) 定级试验

静电放电敏感度 (ESDS) 定级试验应按 GJB 128B-2021 方法 1020 和相关详细规范的规定进行。

静电放电敏感器件应按承制方的内部控制规定运输。运输前应首先将引出端短路。对 3A、3B 级器件或不敏感器件,不要求作为静电敏感器件运输,可不要求承制方提供内部控制文件。

E. 3. 2. 3. 4 瞬态热阻曲线

鉴定检验时,承制方应提供一份整个鉴定批器件的瞬态热阻 $Z_{th(j-x)}$ 分布曲线。分布曲线的数据应在剔除瞬态热阻不正常的器件之前取得。应提交鉴定批中符合承制方建议的筛选极限值的最好器件和最坏器件的瞬态热阻特性曲线,该曲线记录的数据从施加瞬态热阻测试脉冲开始至达到 $R_{th(j-x)}$ 的最短稳态时间为止。鉴定报告中应提供最佳的测试条件和推荐的初始的瞬态热阻筛选极限值。还应提交能表明 $Z_{th(j-x)}$ 的最佳测试条件是如何得出的数据。对于质量一致性检验的终点测试(按适用的),鉴定机构可以批准未超过相关详细规范瞬态热阻特性曲线的不同的 $Z_{th(j-x)}$ 极限值。当承制方建议的 $Z_{th(j-x)}$ 终点极限值超过筛选的 $Z_{th(j-x)}$ 极限值时,应具有相应的数据支持。对于质量一致性检验(间歇工作寿命和温度循环)的终点测试,所有外壳安装的器件的 $Z_{th(j-x)}$ 变化量,应由承制方测定并经鉴定机构批准。任何异常情况均应说明正确的理由并经鉴定机构批准。

上述的部分或所有要求,均可利用等效的数据、程序或 SPC 图表进行替代。承制方在筛选和 A2 分组检验中,应采用经批准的瞬态热阻测试条件和 $Z_{th(j-x)}$ 极限值。承制方在质量一致性检验中应采用经批准的稳态热阻测试条件。依据相同的外形和发热芯片、封装及结构组合,具有相似的热特性的系列产品,承制方可以使用相同的热阻抗特性曲线。

E. 3. 2. 5 鉴定扩展

可以把已鉴定合格的器件范围扩展到结构相似的器件或同一/不同相关详细规范中的一系列产品或

已鉴定合格的芯片的新的封装形式。承制方必须向鉴定机构提供以下数据：

- a) 已鉴定合格器件的型号和相关详细规范编号及鉴定合格证号。
- b) 被扩展器件的设计和结构信息。
- c) 结构相似器件的样品以及这些样品的结构与已鉴定合格器件相似的证明。
- d) 每种结构相似器件型号的 A 组计量(实测)数据(对系列器件应按最高工作电压和最低工作电压抽取样品或按鉴定机构规定或按相关详细规范规定抽取样品)。试验样品应从同一检验批中抽取。
- e) 每种结构相似器件进行的 B 组、C 组规定但 A 组中未规定的电测试的结果和计量(实测)数据,包括最高温度和最低温度下试验的结果和计量(实测)数据。
- f) B 组和 C 组试验的所有结果和计量(实测)数据:
 - 1) 已鉴定合格器件不要求进行的各项试验的数据;
 - 2) 在比已鉴定器件要求的应力水平更严酷的条件下进行的试验的结果和数据;
 - 3) 极限值要求比已鉴定合格器件更严格的各项试验的数据。
- g) 如果鉴定机构能得到保证,已鉴定合格的器件至少满足结构相似器件的全部条件和要求(器件标志除外),那么,可对 E.3.2.5 中 d)到 f)的各项不作要求。

扩展鉴定并不意味着得到扩展鉴定批准的所有器件也通过质量一致性检验。

E.3.3 终点电测试

适用时(例如要求变化量 Δ 值时),应在 B 组、C 组、D 组和 E 组规定的所有试验开始前和完成后进行电测试并进行记录。试验前电测试失效的器件应由合格器件代替。必要时,应对所有试验前电测试筛选的失效器件进行工程评价并采取纠正措施。如果发现失效不是由操作人员的错误或误操作引起的,应重新提交该批并检验失效的参数。

E.3.4 批的大小

鉴定检验批应由承制方选择,该检验批和每个子批的大小至少应是鉴定检验所需样品数量的两倍。

E.3.5 样品的抽取

全部样品应从鉴定检验批中随机抽取。D 组样品的抽取应符合表 E.7 的规定并根据适用情况从每个晶圆批或每个检验批中抽取。

E.3.6 样品的识别

承制方管理者代表或被承制方管理者代表授权的人员可以在需要经受鉴定试验的每个器件上打标,使这些器件与那些不准备进行鉴定检验的器件区分开。

E.3.7 鉴定批的放行

在获得鉴定批准后,鉴定检验代表的批如果满足筛选和质量一致性检验的要求,则该批可以按合同交货。

表 E.2 A 组检验

分组	检验项目	检验方法 GJB 128B—2021 的方法编号	JY 级器件样品数 (接收判定数) ^a	JP、JT 和 JCT 级 器件样品数 (接收判定数) ^a
A1	外观检验(不适用于小批量流片的器件)	2071	15(0)	45(0)
A1(只 适用于 小批量 流片的 器件) ^{b,c}	外观检验 ^d	2071	—	116(0), JCT 级 45(0), JP 级和 JT 级
	可焊性 ^d	2026	—	15 根引线(0)
	耐溶剂 ^{d,e}	1022	—	15(0)

表 E. 2(续)

分组	检验项目	检验方法 GJB 128B-2021 的方法编号	JY 级器件样品数 (接收判定数) ^a	JP、JT 和 JCT 级 器件样品数 (接收判定数) ^a
A1(只 适用于 小批量 流片的 器件) ^{b,c}	温度循环(空气-空气) ^d	1051	—	试验条件 C 或最大贮存温度范围(取小者), 25 次循环。 22(0)
	电测试(A2 分组)	—	—	—
	密封 ^{e,f} 细检漏 粗检漏	1071	—	22(0)
	键合强度 ^d	2037	—	预处理 $T_A=250^{\circ}\text{C}$, 24h 或 $T_A=300^{\circ}\text{C}$, 2h 11 根引线(0)
	开帽内部目检(设计审核)	2075	—	4(0)
A2	25℃±3℃下的直流(静态)测试 (包括瞬态热阻测试)	—	116(0) ^{g,i}	116(0) ^g
A3	在最高额定工作温度(温度偏差为 0℃, +10℃)和最低额定工作温度(温度偏差为 0℃, -10℃)下的直流(静态)测试	—	116(0) ^{g,i}	116(0) ^{g,h}
A4	25℃±3℃下的动态测试	—	116(0) ^{g,i}	116(0) ^{g,h}
A5	安全工作区试验(功率晶体管)	—	45(0) ^j	45(0)
	直流	3051		
	电测试(A2 分组)	—		
	脉冲(适用时)	3052		
	电测试(A2 分组)	—		
	开关	3053		
	电测试(A2 分组)	—		
	安全工作区试验(场效应晶体管)	GB/T 4586		
电测试(A2 分组)	—			
A6	浪涌电流(仅对二极管和整流管) 终点电测试	4066	45(0) ^j	22(0)
A7	选择的静态和动态测试	—	45(0) ^j	22(0)
A8	在最高额定工作温度(温度偏差为 0℃, +10℃)和最低额定工作温度(温度偏差为 0℃, -10℃)下的微波参数测试(仅对微波器 件)	—	22(0)	22(0)
<p>^a 各分组试验所测的具体参数应符合相关详细规范的规定。当一个特定的分组或某分组的一项试验没有规定具体的参数时, 该分组或该项试验就不需要进行 A 组试验以满足 A 组的要求。可用一个样本进行所有分组试验。A 组试验是非破坏性的, 经过 A 组检验的器件可以交货。</p> <p>^b 对于 A1 分组失效的重新提交, 样品数应为失效试验项目或失效序列试验项目样品数的两倍。A1 分组中的一项试验失效不应要求重新进行全部 A1 分组的试验。提交时只重新进行失效的试验项目。</p> <p>^c 对于 JY 级器件不要求。</p>				

表 E. 2 (续)

分组	检验项目	检验方法 GJB 128B-2021 的方法编号	JY 级器件样品数 (接收判定数) ^a	JP、JT 和 JCT 级 器件样品数 (接收判定数) ^a
<p>^d 可以使用单独的样品。</p> <p>^e 对于激光打标的器件不要求。</p> <p>^f 气密封试验时在温度循环之后，除电测试之外的又一项终点测试。</p> <p>^g 如果样品中的一只器件在进行分组中一项或多项试验时，有一项或多项试验失效，则由该样品代表的批(或子批)中的每一只器件均应进行样品失效项目试验的筛选。</p> <p>剔除失效模式的另一种方法是：对于 A3 和 A4 分组出现的失效，可在进行工程评价后，采用替代的试验方法。替代试验后第二次抽样(首次重新提交)采用双倍的样品数(按大批量)，测量原始失效的电参数。如果第二次提交的样品仍出现失效，则对整批器件进行原始失效的电参数筛选，然后第三次抽样(第二次重新提交)采用双倍的样品(按大批量)，测量原始失效的电参数。如果没有出现失效，则接收该批器件；如果出现 1 只或多只器件失效，则整批拒收。</p> <p>^h 对于小批量抽样，$n=45$，$C=0$。</p> <p>ⁱ 规定的抽样方案所要求的全部器件都必须通过 A2 分组、A3 分组和 A4 分组的试验。</p> <p>^j 规定的抽样方案所要求的全部器件都必须从通过 A2 分组、A3 分组和 A4 分组试验的器件中随机抽取，并经受 A5 分组、A6 分组、A7 分组和 A8 分组(适用时)的试验。</p>				

表 E. 3 JY 级器件的 B 组检验

分组	检验项目	检验方法和条件		样品数(接收判定数)	
		GJB 128B-2021 的方法编号	条件	鉴定检验和大批量质量一致性检验	小批量质量一致性检验
B1 ^a	结构尺寸	2066	按相关详细规范规定的管壳外形尺寸	22(0)	8(0)
B2 ^a	可焊性	2026	抽样方案适用于被检验的引出端数。至少应试验 3 只器件	15(0)	6(0)
	耐溶剂(激光或蚀刻打标器件不要求)	GJB 548B-2005, 方法 2015.1	—	15(0)	6(0)
	盐气(腐蚀)(仅适用于激光或蚀刻打标器件)	1041	—	6(0)	6(0)
B3	热冲击(液体-液体)(只适用于玻璃封装二极管)	1056	条件 B, 25 次循环	22(0)	6(0)
	温度循环(空气-空气)	1051	条件 C 或最大贮存温度范围, 取小者。100 次循环		
	浪涌	4066	按规定		
	密封 ^b	1071	对双端头二极管, 不要求。试验条件 G 或 H 条件 C		
	a) 细检漏				
	b) 粗检漏				
电测试		A2 分组			
开帽内部目检(设计验证) ^c	2075	目检判据按鉴定合格的设计和封帽前的内部目检判据	6(0)	6(0)	

表 E. 3 (续)

分组	检验项目	检验方法和条件		样品数(接收判定数)	
		GJB 128B-2021 的方法编号	条件	鉴定检验和大批量质量一致性检验	小批量质量一致性检验
B3	键合强度(仅适用于引线或夹片键合器件)	2037	条件 D。	22 根引线, 或 11 只器件, 以所需器件数少者为准 ^e (0)	12 根引线或 6 只器件, 以所需器件数少者为准 ^c (0)
	扫描电子显微镜(用于适用设计) ^d	2077	—		
	芯片粘附强度(不适用于轴向引线器件)	2017	—	至少 6(0), 样品已进行键合强度试验, 样品数与进行键合强度试验的样品数相同	
B4	间歇工作寿命	1037 或 1042	2 000 次; 对键合丝直径大于等于 0.20mm 的器件, 6000 次 条件 D	22(0)	12(0)
	密封 ^b a) 细检漏 b) 粗检漏	1071	不适用于双插头二极管		
	电测试	—	A2 分组		
	键合强度 ^e (仅适用于引线或夹片键合器件)	2037	条件 D。 至少 3 只器件并包括所有直径的引线	11 根引线(0)	11 根引线(0)
B5	加速稳态工作寿命试验 功率场效应晶体管 加速稳态栅应力试验	1042	条件 B, V_{GS} =额定值, $T_A=175^{\circ}\text{C}$, $t=24\text{ h}$ 或 $T_A=150^{\circ}\text{C}$, $t=48\text{ h}$	22(0)	12(0)
	电测试	—	A2 分组和 A3 分组 ^f		
	功率场效应晶体管 加速稳态反偏试验	1042	条件 A, V_{DS} =额定值, $T_A=175^{\circ}\text{C}$, $t=120\text{ h}$ 或 $T_A=150^{\circ}\text{C}$, $t=240\text{ h}$		
	电测试	—	A2 分组和 A3 分组 ^f		
	肖特基二极管和管壳安装的整流二极管 加速稳态工作寿命	1038	T_j 为额定最高结温, 至少 1 000 h		
	电测试	—	A2 分组和 A3 分组 ^f		
	其他器件 加速稳态工作寿命	1027	偏置条件按规定 T_j 至少为 275°C 时, $t \geq 96\text{ h}$; 或 T_j 至少为 225°C , $t \geq 216\text{ h}$; 或至少为额定最高结温, $t \geq 1\,000\text{ h}$		
	电测试	—	A2 分组和 A3 分组 ^f		
	键合强度	2037	键合强度试验的样品应已通过了加速稳态工作寿命试验		
电测试	—	A2 分组	—	—	

表 E. 3 (续)

分组	检验项目	检验方法和条件		样品数(接收判定数)	
		GJB 128B-2021 的方法编号	条件	鉴定检验和大批量质量一致性检验	小批量质量一致性检验
B6 ^e	稳态热阻 ^g 二极管	GB/T 4023	按规定。如果 100%的器件进行了瞬态热阻测试, 则稳态热阻可以按 C 组检验的频次进行测试, 但功率型和管壳安装的器件除外	22 (0)	8 (0)
	双极型晶体管	GB/T 4587			
	功率场效应晶体管	3161			
	闸流管	GB/T 15291-1994			
	IGBT	3103			
	GaAs 场效应晶体管	3104			
B7 ^h	高温贮存 ^h	1032	T_A 为最高贮存温度, 至少 340 h	32 (0)	12 (0)
	电测试	—	A2 分组		

^a 对于所有不要求进行终点电测试的分组, 可以使用同一检验批中的电特性拒收产品进行试验。其他非破坏性试验(即, PIND 和 X 射线照相检查)拒收的器件可用于所有分组的试验。对于要求进行终点电测试的分组, 应进行表 E.1 中至少步骤 13 之前的筛选。

^b 对于非透明玻璃封装双插头非空腔轴向引线二极管, 可使用 GJB 128B-2021 方法 2068 代替方法 1071。

^c 对冶金键合器件, 应核实详细规范中声明的冶金键合类型是否符合 6.7.4, 并进行记录。要求照片图像中带有标尺或放大倍数指示。

^d 该项试验可在批形成前的任何时间进行。

^e 如样品需继续满足 C6 分组要求, 可在 C6 分组试验后进行键合强度试验。

^f 96h 的老炼后测试时间不适用于 A3 分组。

^g 当产品 100%进行瞬态热阻测试时, 则稳态热阻测试可在 C 组进行。

^h 功率型 MOSFET 不要求进行该项试验。

表 E. 4 JP、JT 和 JCT 级器件的 B 组检验

分组	检验项目 ^a	检验方法和条件		样品数(接收判定数)	
		GJB 128B-2021 的方法编号	条件	鉴定检验和大批量质量一致性检验	小批量质量一致性检验
B1	可焊性 ^b	2026	每项试验可使用单独的样品至少应试验 3 只器件	15 根引线 (0)	4 根引线 (0)
	耐溶剂(激光或蚀刻打标器件不要求)	GJB 548B-2005, 方法 2015.1	—	15 (0)	3 (0)
	盐气(腐蚀)(仅对激光或蚀刻打标器件)	1041	—	6 (0)	6 (0)
B2	热冲击(液体-液体)(只适用于玻璃封装二极管)	1056	条件 B, 10 次循环	22 (0)	6 (0)
	温度循环(空气-空气)	1051	试验条件 C 或最大贮存温度范围(取小者), 25 次循环		
	浪涌	4066	按规定		
	密封 ^c a) 细检漏 b) 粗检漏	1071	对双端头二极管, 不要求。试验条件 G 或 H 条件 C		
	电测试 ^d	—	A2 分组		

表 E. 4(续)

分组	检验项目 ^a	检验方法和条件		样品数(接收判定数)	
		GJB 128B-2021 的方法编号	条件	鉴定检验和 大批量质量 一致性检验	小批量质量 一致性检验
B3 ^e	稳态工作寿命 ^f 或	1027	至少 340h, 最低结温 150℃或额定 最高结温(肖特基二极管和功率型 场效应晶体管除外), 取较低者	45(0)	12(0)
	间歇工作寿命 ^g	1042 1037	条件 D, 至少 2 000 次 至少 2 000 次		
	密封 ^c a) 细检漏 b) 粗检漏	1071	对双端头二极管, 不要求。 试验条件 G 或 H 条件 C		
	电测试	—	A2 分组		
	键合强度(仅适用于引线或 夹片键合器件)	2037	条件 D。样本应包括至少 3 只器件 和所有尺寸的引线。样品应从通过 寿命试验的器件中抽取	11(0)	11(0)
B4	开帽内部目检(设计验证)	2075	目检判据按鉴定过的设计	1(0)	1(0)
B5	稳态热阻	—	按规定。进行过 100%瞬态热阻测 试的器件, 稳态热阻测试可按 C 组检验的频次进行(功率型和管 壳安装器件除外)	15(0)	6(0)
	二极管	GB/T 4023			
	双极型晶体管	GB/T 4587			
	功率场效应晶体管	3161			
	闸流管	GB/T 15291- 1994			
	IGBT	3103			
B6	高温贮存 ^h	1032	至少 340h, 试验温度 T_A 为最高贮 存温度	32(0)	12(0)
	电测试	—	A2 分组		
<p>^a 如果出现器件失效, 应进行工程评定。应采取必要的纠正措施。</p> <p>^b 对于所有不要求进行终点电测试的分组, 可以使用同一检验批中电特性拒收的器件进行试验。其他非破坏性试验分组(即, PIND 和 X 光照相检查)拒收的器件可用于所有分组的试验。对于要求进行终点电测试的分组, 应进行表 E.1 步骤 13 之前的筛选。</p> <p>^c 对于非透明玻璃封装双插头非空腔轴向引线二极管, 可使用 GJB 128B-2021 方法 2068 代替方法 1071。本试验可在电测试之后进行。</p> <p>^d 除另有规定外, 省略计算终点电测试中小电流增益(h_{FE})和漏电流的Δ变化量。</p> <p>^e 如果选择用正进行 B 组寿命试验的特定检验批满足 C 组检验要求, 可以将 B 组的 340h 寿命继续试验至 1000h 或将 2000 次间歇寿命继续试验至 6 000 次以满足 C 组寿命试验的要求。可在 C 组寿命试验后进行键合强度试验。可以选择在 B3 分组试验后进行电测试以验证检验批是否满足 B 组的批接收要求, 也可以选择在 C6 分组试验后进行电测试以验证检验批是否满足 B 组和 C 组的批接收要求。键合强度可以在 C6 分组之后进行。</p> <p>^f 工作寿命的结温应不低于 150℃或额定最高结温(取低者), 但肖特基二极管和功率型场效应晶体管不适用。</p> <p>^g 所有管壳安装器件和功率场效应晶体管都应进行间歇工作寿命试验。</p> <p>^h 功率场效应晶体管不要求。</p>					

表 E.5 JP、JT 和 JCT 级器件的 B 组检验(仅适用于小批量流片)

分组	检验项目	检验方法和条件		样品数(接收判定数)
		GJB 128B-2021 的方法编号	条件	
B1	稳态工作寿命 ^{a、b、c、d} 或	1027	至少 1 000h, 最低结温 150℃或额定最高结温(肖特基二极管和功率型场效应晶体管除外), 取较低者	45(0)
	间歇工作寿命 ^{a、b、c}	1042 1037	条件 D, 6 000 次 6 0 00 次	
	密封 ^e a) 细检漏 b) 粗检漏	1071	试验条件 G 或 H 条件 C	
	电测试	—	A2 分组	
B2	高温反偏(HTRB)	1049	$T_A(T_C \text{ 或 } T_I) = 150^\circ\text{C}$ 或按规定, 至少 48h	45(0)
	电测试	—	A2 分组	
B3	高温贮存	1032	至少 340 h, 试验温度 T_A 为最高贮存温度	22(0)
	电测试	—	A2 分组	
<p>^a 样品应从每个晶圆批的至少三个晶圆制造的器件中抽取, 或从每个晶圆上抽取。</p> <p>^b 承制方应基于内部的工艺能力和产品的预期商业模式确定哪些器件属于小批量流片器件。将器件归为小批量流片器件应获得订购方的批准。一旦某一器件被归为小批量流片器件, 则应按照本规范的规定程序进行质量一致性检验, 没有鉴定机构的批准, 不得更改器件的质量一致性检验程序。</p> <p>^c 芯片粘接采用冶金焊烧结的器件应进行稳态工作寿命试验, 芯片粘接采用软焊料烧结的器件应进行间歇工作寿命试验。</p> <p>^d 只要使应力至少达到总计 45 000 器件小时数, 并且实际试验时间不少于 340h, 则可以增加样品数量减少试验时间。</p> <p>^e 对于非透明玻璃封装双插头非空腔轴向引线二极管, 可使用 GJB 128B-2021 方法 2068 代替方法 1071。</p>				

表 E.6 C 组周期检验(全部质量等级)

分组	检验项目	检验方法和条件		样品数(接收判定数)	
		GJB 128B-2021 的方法编号	条件	鉴定检验和 大批量质量 一致性检验	小批量质量 一致性检验
C1	尺寸 ^a (JY 级器件不要求)	2066	按相关详细规范规定的管壳外形尺寸	15(0)	6(0)
C2	热冲击(液体-液体)	1056	条件 B, 25 次循环	22(0)	6(0)
	温度循环(空气-空气)	1051	试验条件 C 或最大贮存温度范围(取小者), 25 次循环		
	引出端强度	2036	按规定		
		2038	条件 B 或按规定(仅适用于金属电极无引线玻璃封装二极管)		
		GJB 548B-2005, 方法 2004.2	条件 D(仅适用于表面安装器件)		
	密封 ^b (对双端头二极管, 不要求) a) 细检漏 b) 粗检漏	1071	试验条件 G 或 H		
	耐湿	1021	省略预处理		
电测试	—	A2 分组			

表 E. 6 (续)

分组	检验项目	检验方法和条件		样品数(接收判定数)	
		GJB 128B-2021 的方法编号	条件	鉴定检验和 大批量质量 一致性检验	小批量质量 一致性检验
C3	冲击 (该分组不适用于盘形封装器件、冶金键合双插头器件和螺栓型器件)	2016	14 700m/s ² , 0.5 ms, X ₁ 、Y ₁ 和 Z ₁ (轴向玻璃封装二极管仅 Y ₁ 方向)每方向 5 次, 不工作	22 (0)	6 (0)
	扫频振动	2056	—		
	恒定加速度 ^c	2006	X ₁ 、Y ₁ 和 Z ₁ 每方向至少 1 min, 加速度至少为 196 000 m/s ² ; 对于 T _C = 25 °C 时额定功率不小于 10W 的器件, 加速度至少为 98000m/s ²		
	电测试	—	A2 分组		
C4	盐气(腐蚀) ^a	1041	—	15 (0)	6 (0)
C5	稳态热阻 ^d		按规定	15 (0)	6 (0)
	二极管	GB/T 4023			
	双极型晶体管	GB/T 4587			
	功率场效应晶体管	3161			
	闸流管	GB/T 15291-1994			
	IGBT	3103			
	GaAs 场效应晶体管	3104			
C6 ^e	稳态工作寿命	1027	至少 1 000h, 最低结温 150°C 或额定最高结温(肖特基二极管和功率型场效应晶体管除外), 取较低者 ^{g h}	22 (0)	12 (0)
	或间歇工作寿命 ^f	1037 或 1042	至少 6 000 次循环 条件 D, 至少 6 000 次循环		
	密封 a) 细检漏 b) 粗检漏	1071	试验条件 G 或 H 条件 C		
	键合强度(仅适用于引线或夹片键合器件) ⁱ	2037	条件 D。样本应包括至少 3 只器件和所有尺寸的引线。样品应从通过寿命试验的器件中抽取		
	或阻断寿命	1049	—		
	电测试	—	A2 分组		
C7	内部气氛分析	1018	—	3 (0)	3 (0)
	内部水汽含量	—	在每种结构相似的封装系列上进行, 100°C 时不大于 5×10 ⁻³		
	内部氧气含量 ^j	—	在每种结构相似的封装系列上进行, 100°C 时不大于 2×10 ⁻³		

表 E.6 (续)

分组	检验项目	检验方法和条件		样品数(接收判定数)	
		GJB 128B—2021 的方法编号	条件	鉴定检验和 大批量质量 一致性检验	小批量质量 一致性检验
<p>^a 对于所有不要求进行终点电测试的分组, 可以使用同一检验批中的电性能拒收产品进行试验。其他非破坏性分组(即, PIND 和 X 射线照相)拒收的器件可用于所有分组的试验。对于要求进行终点电测试的分组, 应进行表 E.1 步骤 13 之前的筛选。</p> <p>^b 对于非透明玻璃封装双插头非空腔轴向引线二极管, 可使用 GJB 128B—2021 方法 2068 代替方法 1071。本试验可在电测试之后进行。</p> <p>^c 对于所有具有内部和外部压接连接(芯片至电触点)的器件、光耦合隔离器和双端头二极管, 不适用。</p> <p>^d 如已在 B 组进行, 则不要求。</p> <p>^e 如果选择用正进行 B 组检验的特定检验批进行 C 组检验, 可以将 B 组的 340 h 寿命试验延长到 1 000 h 或将 2 000 次间歇寿命增加到 6 000 次以满足 C 组寿命试验的要求。可以选择在 B3 分组试验后进行电测试以验证检验批是否满足 B 组的批接收要求, 也可以选择 C6 分组试验后进行电测试以验证检验批是否满足 B 组和 C 组的批接收要求。</p> <p>^f 所有管壳安装器件和功率场效应晶体管都应进行间歇工作寿命试验。</p> <p>^g 稳态工作寿命的结温应不低于 150℃ 或额定最高结温(取低者), 但肖特基二极管和功率型场效应晶体管不适用。</p> <p>^h 只要使应力至少达到总计 22 000 器件小时数, 并且实际试验时间不少于 340h, 则可以增加样品数量减少试验时间, 但可接收判定数仍为 C=0。</p> <p>ⁱ 仅适用于键合丝直径大于等于 0.20 mm 的 JY 级器件。当 B 组已进行间歇工作寿命试验时, 不要求。</p> <p>^j 仅适于气密封装器件。如果出现器件失效, 应进行工程评价以确定封装环境是否符合要求。整批器件应按照筛选步骤 14 进行密封筛选检验。必要时, 应采取纠正措施。</p>					

表 E.7 D 组检验^a

分组	检验项目	检验方法和条件		样品数(接收判定数)	
		GJB 128B—2021 的 方法编号	条件	JY 级	JCT 级
D1 ^b	中子辐射 鉴定和质量一致性检验	1017	25℃	11(0) ^c	11(0) ^d
	电测试	—	按相关详细规范规定		
D2 ^e	稳态总剂量辐射 鉴定和质量一致性检验	1019	25℃	4(0) ^f 2(0) ^h 1(0) ⁱ	11(0) ^g
	电测试	—	按相关详细规范规定		
D3	功率晶体管电剂量率试验	3478	25℃	11(0) ^c	11(0) ^d
	电测试	—	按相关详细规范规定		
<p>^a 用于一个分组试验的样品可不用于其他分组的试验, 但可用来进行同一分组更高等级的试验。除非试验是在试验方法规定的时间内进行的, 否则不得把总的辐射剂量看作是累加的量。D 组检验可以在筛选之前进行(见 E.4.5)。</p> <p>^b 除非设计要求, 否则 MOS 器件不进行中子辐射试验。</p> <p>^c 按晶圆批。如果出现一只样品失效, 可以追加七只样品, 但不允许再有任何另外的失效, 即 18(1)。</p> <p>^d 按检验批。如果出现一只样品失效, 可以追加七只样品, 但不允许再有任何另外的失效, 即 18(1)。</p> <p>^e 检验 JCT 级器件时, 可按 JCT 级器件的样品数/接收判定数, 也可采用 JY 级器件的接收判定数对每个晶圆进行检查。</p> <p>^f 适用于每个晶圆上的芯片数大于或等于 4 000 的晶圆, 在每个晶圆上随机抽取。</p> <p>^g 按检验批。如果出现一只样品失效, 可以追加 16 只样品, 但不允许再有任何另外的失效, 即 27(1)。对于要求两种或两种以上偏置条件的器件, 每种偏置条件的样品数/接收判定数均为 11(0)。</p> <p>^h 适用于每个晶圆上的芯片数大于 500 且小于 4 000 的晶圆, 在每个晶圆上随机抽取。</p> <p>ⁱ 适用于每个晶圆上的芯片数小于或等于 500 的晶圆, 在每个晶圆上随机抽取。</p>					

表 E.8 E 组检验(全部质量等级)

分组	检验项目	检验方法和条件		样品数(接收判定数)
		GJB 128B-2021 的方法编号	条件	
E1	热冲击 或 温度循环	1056	100 次循环	45 (0)
		1051	至少 500 次循环, 试验条件 C 或最大贮存温度范围(取小者)	
	密封 a) 细检漏 b) 粗检漏	1071	试验条件 G 或 H 条件 C	
	电测试	—	A2 分组	
E2 ^a	间歇工作寿命试验	1037	至少 6 000 次	45 (0)
		1042	条件 D, 至少 6 000 次	
	电测试		A2 分组	
	或稳态工作寿命	1027	至少 1 000h	
	电测试		A2 分组	
	或阻断寿命	1049	1 000h	
或稳态反向偏置 ^b	1042	条件 A, 1 000h		
或稳态栅偏置 ^b	1042	条件 B, 1 000h		
电测试		A2 分组		
E3	芯片粘附强度(适用于 JP、JT 和 JCT 级器件)	2017	—	3 (0)
E4	瞬态热阻曲线(适用时)	见 E.3.2.4		
E5	低气压 (仅适用于额定电压大于 200 V 的器件)	1001	按规定	3 (0)
E6	静电放电敏感度(ESD)	1020	按 E.3.2.3 要求	3 (0)
E7	耐焊接热 ^d	2031	每种封装适用的试验条件见附录 A.5	3 (0)
	目检 ^e	2071	—	3 (0)
	密封 a) 细检漏 b) 粗检漏	1071	试验条件 G 或 H 条件 C	3 (0)
	电测试	—	A2 分组	3 (0)
E8	反向稳定性 (仅适用于双极型晶体管)	1033	条件 A(适用于工作电压不小于 400V 的器件) 条件 B(适用于工作电压小于 400V 的器件)	45 (0)
E9	玻璃抗裂性 (仅适用于玻璃封装二极管)	1057	条件 B 通过增加循环次数的步进应力至损坏, 但最大循环次数为 25 次。应提供试验结果。	45 (0)
E10	单粒子烧毁 ^f	1080	25℃	3 (0) ^g
	电测试	—	按相关详细规范规定	
	单粒子栅穿 ^f	1080	25℃	3 (0) ^g
	电测试	—	按相关详细规范规定	

表 E.8 (续)

分组	检验项目	检验方法和条件		样品数(接收判定数)
		GJB 128B-2021 的方法编号	条件	
	^a 该分组的寿命试验项目不应与 C6 分组的寿命试验项目相同；对大功率器件，如 C 组未进行间歇工作寿命试验，则 E2 分组应进行间歇工作寿命试验。 ^b 适用于功率型场效应晶体管。 ^c 适用于冶金键合的二极管。 ^d 承制方可以向鉴定机构提交数据，经鉴定机构批准后，可代替具体条件的耐焊接热试验。 ^e 器件经受试验后，一项或多项电参数或检查不合格、出现外壳、引出端或密封的损坏或缺陷现象均应算作失效。试验中由夹具或操作引起的标志损坏不应使器件拒收。 ^f 适用于功率场效应晶体管和 IGBT，仅有耐辐照要求时进行。试验可在批形成之前进行。 ^g 抽样方案适用于每种偏置条件。			

E.4 质量一致性检验

E.4.1 质量一致性检验程序

E.4.1.1 通则

应按 A 组、B 组和 C 组(按规定的质量等级)的要求和 D 组(按规定的辐射加固保证等级)的要求进行质量一致性检验。如果某一批器件达不到质量一致性检验的要求且不重新提交检验，则应视该批为一个失效批并且报告。每批器件都应经受 A 组和 B 组检验。给定质量等级的器件通过了 C 组检验，则由其结构相似组所包括的所有质量等级和器件均满足了 C 组检验的要求。结构相似器件的分组(见 E.5.2)应符合承制方与鉴定机构的协议规定。不得采用 JY 级器件代表其他质量等级的器件。经鉴定机构批准，承制方可选择免除全部或部分的质量一致性检验步骤而采用过程监控或统计过程控制(SPC)代替，这只免除了承制方进行质量一致性检验的责任(见 4.4)，但对今后在进行这些试验中所出现的失效，仍需承担全部责任。如果承制方的可靠性大纲与 C.7.4 等效，则承制方可采用可靠性大纲代替部分或全部质量一致性检验。

E.4.1.2 不合格

不符合 A 组、B 组、C 组或 D 组要求的批可按 E.5.6 的规定重新提交。但是，如果该批未重新提交或重新提交未通过检验，则该批器件不得交货并且应在 30 d 内去掉军级标志。有关 D 组失效的更多信息见 E.4.5。当质量一致性检验出现失效时，承制方应通报鉴定机构。应对所有的致命失效(如开路、短路)进行评价。承制方应当规定何时要求进行失效分析。

E.4.2 A 组检验

每个检验批都应按表 E.2 和相关详细规范的规定进行 A 组检验。A 组检验包括目检和机械检查及电特性测试。可以按任意顺序进行 A 组检验。如果检验批由若干子批组成，则每个子批都应按规定通过 A 组检验。除非整个检验批器件都经受了同样的 PIND 筛选，否则不宜选取已经受过 PIND(一次通过条件 A)试验的样品作为 A 组检验的样品。

E.4.3 B 组检验

E.4.3.1 通则

每个检验批都应按表 E.3 或表 E.4 及相关详细规范的规定进行 B 组检验。一种型号器件的子批通过任一分组试验，则可以认为该批所有型号的器件都通过了这一分组的试验。除 JY 级器件外，每个分组可采用不同型号的器件进行试验。所有检验仅适用于已经受并通过 A 组各分组检验的各批中有完整标志的成品器件(寿命试验除外)。当引线最终镀涂为锡焊料或其他在高温下易于氧化的镀层时，可以在引线最终镀涂之前进行寿命试验。在终点电测试之前可以清洗试验样品。应对所有的失效进行评价以确定失效模式是否是由潜在(随时间恶化)缺陷、工艺或设计缺陷引起的。应根据评定的结果采取适当的纠正

措施。除表 E.3 的 2 分组或表 E.4 的 1 分组外, 分组内所有的试验都应按本规范规定的顺序进行。

E. 4. 3. 2 B 组检验完成之前的交货

若无鉴定机构批准, 在完成 B 组检验之前, 任何批都不得交货。

E. 4. 4 C 组检验

E. 4. 4. 1 通则

C 组检验应按表 E.6 和相关详细规范的规定进行。C 组检验的周期为 12 个月, 在结构相似的器件组合中应至少有一种器件进行检验。应从已提交并满足 A 组各分组要求的批中抽取有完整标志的成品器件进行检验。当引线最终镀涂为锡焊料时, 可以在引线最终镀涂之前进行寿命试验。同一分组内的所有试验都应按本规范规定的顺序进行。可以在终点电测试之前清洗试验样品。应对所有的失效进行评定以确定失效模式是否是由潜在(随时间恶化)缺陷、工艺或设计缺陷引起的。应根据评价的结果采取适当的纠正措施。如果出现无法通过筛选剔除的失效模式, 则应拒收该批器件。除非计划下一个周期内生产的器件都至少经受相同的筛选, 否则按 E.2.2.2.2 进行过 PIND 筛选的器件不宜用于下一个周期的 C 组检验。对 C 组检验出现失效的器件型号, 只有成功地通过失效分组的试验后, 才能接收。对于失效器件所代表的同一已通过鉴定的结构相似分组内的其他型号的器件, 如果试验证明它们能满足 C 组检验的要求, 则可以接收这些型号的器件。

重新提交 C 组失效或不能撤销失效状态的结构相似器件组内的器件型号进行检验, 从其随后的批抽取的样品, 在其失效出现的分组应逐批经受所有项目的试验, 直至连续三批通过失效分组的检验。然后才可恢复周期检验。

E. 4. 4. 2 C 组检验样品的选取

用于 C 组各分组检验的样品, 应在规定的 C 组检验周期内, 从初始提交质量一致性检验的批中随机抽取。某一型号的器件通过了某一分组的试验, 则应视所有与该型号器件结构相似的器件都符合该分组的要求(见 E.5.2)。在每个连续的检验周期内, 应对不同型号的器件进行检验, 直到同一认证合格生产线上按一个或几个相关详细规范鉴定合格的所有结构相似器件都进行了检验(E.5.2 中按相同电压分组的功率型场效应晶体管器件除外)。当初始提交的已通过 A 组检验的各检验批中都不包括预定应该进行检验的那种型号的器件时, 应从最长时间未进行 C 组检验的那些型号中抽取样品。C 组检验覆盖周期(1 年)从进行 C 组检验的检验批的日期代码所代表的日期开始。C 组检验完成并且 C 组检验的检验批也完成 A 组和 B 组检验后, C 组检验的覆盖期才有效。小批量抽样方案的 C 组检验不适用于结构相似器件, 仅能代表该小批量检验批。

E. 4. 4. 3 C 组检验完成前的交货

除非经鉴定机构批准, 否则在 C 组检验完成之前所有的批都不得交货。

E. 4. 5 D 组检验

D 组检验应按表 E.7 和相关详细规范的规定进行。D 组检验可以在批形成的任何时间完成(即, 形成该批之前或筛选之前)。D 组检验的样品应按器件经过鉴定合格的封装形式进行组装, 或按其他经过鉴定合格的封装形式组装, 但承制方必须有数据表明该封装形式的性能与指定的封装形式的性能相同。D 组检验的样品必须在接受辐射之前至少通过 A2 分组检验。没有通过 D 组检验的样品可以按 E.5.6.3 重新提交一次。除了重新提交外, 没有通过 D 组检验的器件或晶圆可以作为非辐射加固强度保证等级的产品使用, 如果 D 组检验的数据表明该批器件或晶圆满足较低辐射加固强度保证等级的要求, 则该批器件或晶圆也可以作为较低辐射加固保证等级的产品鉴定合格。可直接进行最高等级的鉴定。

器件的辐射加固保证(RHA)等级见表 1。

E. 4. 6 B 组、C 组和 D 组检验的终点电测试

完成各分组规定的所有试验后, 应按相关详细规范的规定对每只器件进行试验后的终点电测试。试验前电参数不合格的器件应由电参数合格的器件替代。必要时, 应对所有筛选出的试验前电参数不合格的器件进行工程评价并采取纠正措施。如果确认器件失效不是由操作员错误或误操作引起的, 应重新提

交该批并检验失效的参数。除另有规定外，所有寿命试验(如稳态工作寿命、高温贮存、反向阻断、间歇工作寿命等)后的终点电测试应在样品经受了所要求的试验并从试验中移出后的 96h 内进行。其他所有试验后的终点电测试应在试验完成后 168h 内或按规定完成。承制方可进行补充的终点电测试。如果不能在规定的时间内完成终点电测试，应按照适用的 GJB 128B-2021 的方法中应遵循的程序进行终点电测试。

E. 4.7 库存超过 36 个月的批应履行的程序

通过了质量一致性检验并且在承制方存放的总时间超过 36 个月的器件，在发货之前应由承制方按规定的 A1 分组和 A2 分组以及可焊性检验要求重新进行检验(发货器件应有不超过 36 个月的质量一致性检验日期或超过 36 个月的重新检验日期)。在重新检验工艺过程中出现批不合格的情况下，应对该批全部器件进行不合格参数和特性的检验。在这些检验中的任何一项检验失效的器件应全部从该批中剔除并拒收，并在 30d 之内除掉军级标志。剩下的器件应保留原来的批识别代码。重新检验的批识别代码应符合 3.7.8 的规定。

E. 5 检验批和试验方法

E. 5.1 检验批的组成

E. 5.1.1 通则

JP、JT 或 JCT 级器件应分别组成一个可识别的检验批或检验子批汇集批。JY 级器件应组成一个可识别的检验批。每个检验批都应采用一个唯一的批识别代码进行识别(见 3.7.8)。

E. 5.1.2 JP、JT 和 JCT 级产品的检验批

E. 5.1.2.1 检验批的组成

承制方任何一次提交鉴定检验或质量一致性检验的全部器件构成一个检验批。小批量的最大数量不得多于 500 只。批的最长累积期不得超过六周。提交检验批以确定该批器件是否符合相关详细规范的要求。每个检验批应由相同型号的器件组成，或由属于一个或几个相关详细规范的结构相似的器件组成(见 E.3.2)。检验批的识别标志应从组成该批起开始保持。应在开始质量一致性检验前汇集整个检验批。样本应从整个检验批中随机抽取。

E. 5.1.2.2 检验子批的组成

一个检验子批应由同一个相关详细规范中规定的同一型号的器件构成，这些器件应是在同一生产线上采用相同的生产工艺、按相同的器件设计以及相同的材料要求、在同一个六周的批累积期内最终密封生产的。

E. 5.1.3 JY 级器件的检验批

E. 5.1.3.1 JY 级器件的晶圆批

晶圆批由开始时就作为一组进行加工的晶圆组成。每批都分配有一个唯一的识别号，该识别号可提供批的可追溯性并且在批的生产过程中保持批的完整性。晶圆批应可追踪到其原材料的基片批。如果生产进度和控制能够保证批内所有的晶圆都是按工艺规程在同一工艺下生产的，则可以采用相同设备和生产流程对晶圆批内所有的晶圆同时进行加工，否则，需采用相同设备或生产流程对所有的晶圆按顺序进行连续生产。不得由于其他产品、批、设备维护、返修或校准而中断连续或依次的生产。任何不符合上述规定的生产都需要鉴定机构的书面批准或重新给定一个新的晶圆批识别号。

E. 5.1.3.2 扫描电子显微镜(SEM)检验

如果晶圆属于特定的芯片设计(如叠层结构及通向键合区的金属化通路跨越钝化或玻璃钝化层覆盖的任何结区，其键合区不在器件的同一有源区)，则要求在接收晶圆批前对其进行扫描电子显微镜检验(通常只适用于符合上述设计的小信号双极型晶体管和 MOSFET)。应按 GJB 128B-2021 方法 2077 对每批晶圆进行检验。如委托签约试验室进行 SEM 检验，则承制方应在合同中就方法 2077 中规定可由承制方或试验室任一方进行的步骤(如样本的抽取和制备)规定承制方和试验室的责任。

E. 5. 1. 3. 3 JY 级器件检验批的组成

承制方一次提交检验的全部器件构成一个器件检验批，并应符合下列规定：

- a) 小批量不得多于 500 只；
- b) 所有器件应是同一型号的器件；
- c) 所有器件应来自同一晶圆批；
- d) 所有的器件都应在不超过 31 个日历日(21 个工作日)内在同一生产线上采用相同的从芯片粘接到最后密封工艺进行组装。

E. 5. 2 结构相似的器件类型

结构相似的器件是指在同一承制方的同一生产线上最终密封、采用相同的生产工艺，相同的封装外形和结构材料，仅电性能不同的器件。进行 C 组检验时，有辐射加固保证的器件不应代替无辐射加固保证的器件，反之亦然。结构相似器件类型的示例如下：

- a) 按不同的电压额定值分组的整流二极管、信号二极管或闸流管。通常认为标准恢复、快恢复、超快恢复整流二极管不属于结构相似器件。通常认为设计规则相同(相同的掺杂、钝化技术和器件结构)仅芯片尺寸不同的整流二极管和信号二极管属于结构相似器件。初始，应对每种器件结构进行 B 组和 C 组检验。对后续的批，不同芯片尺寸/封装结构的器件应逐批轮换进行 B 组和 C 组检验，保证所有不同芯片尺寸/封装结构的器件都按 B 组和 C 组检验接收。
- b) 晶体管分组。芯片结构相同仅芯片尺寸不同的晶体管属于结构相似的器件，但必须满足下列条件：
 - 1) 芯片的设计规则相同，仅尺寸不同。沟道类型、发射极镇流技术、外延基极、扩散基极、延伸接触和通过氧化台阶上的金属互联必须相同。扩散和光刻的工艺顺序必须相同。晶体管的峰值响应频率和电压值应相近，不得超过 3 比 1(即，3MHz~9MHz，60V(d.c.)~180V(d.c.))。达林顿晶体管不能与晶体管分在同一组。
 - 2) 必须有相同的整体结构。引线直径和数量可按所承受的额定功率改变，但是芯片粘接、引线键合和封帽方法必须相同。
- c) 电压额定值相同的 MOSFET。鉴定时，按相同的设计规则(场引出端和电源密度)设计的，仅在芯片尺寸上有区别的电压类型相同的功率型场效应晶体管应属于结构相似器件。MOSFET 的 C 组检验不涉及与芯片有关的试验，因此，C 组检验的覆盖范围是以基于封装形式为依据。
- d) 电压调整二极管、电压基准二极管和瞬态电压抑制二极管。按相同的设计规则(相同的钝化层和器件结构)设计的，仅初始基片、晶向、外延电阻率或芯片尺寸不同的额定电压不同的电压调整二极管、电压基准二极管和瞬态电压抑制二极管可归为一个结构相似的门类。JY 级器件的质量一致性检验不得利用结构相似性，但鉴定检验可利用结构相似性。鉴定检验时，对 JP 级、JT 级和 JCT 级器件，应从结构相似的器件分组中选择额定击穿电压最高和最低的器件进行 B 组检验。对 JP、JT 级和 JCT 级器件的后续批，进行 B 组检验的芯片尺寸/封装结构代表检验批内所有结构相似的其他器件，并且逐批轮换，保证所有的芯片尺寸/封装都可周期性地经受 B 组检验。

E. 5. 3 样品的处理

经受过破坏性试验的样品或试验不合格的样品不应交货。对于已通过质量一致性检验的批的样品，如果这些样品进行过 B 组和 C 组的非破坏性机械或环境试验，并且试验后通过 A2 分组的检测，则这些样品可以交货。

E. 5. 4 破坏性试验

除另有规定外，GJB 128B-2021 中规定的下列试验属于破坏性试验：

- | | |
|---------|---------|
| 方法 1017 | 中子辐射； |
| 方法 1018 | 内部气氛分析； |

方法 1019	稳态总剂量辐射程序;
方法 1020	静电放电敏感度分级;
方法 1021	耐湿;
方法 1037	间歇工作寿命;
方法 1041	盐气腐蚀;
方法 1042(条件 D)	老炼和寿命试验(功率场效应晶体管或绝缘栅双极晶体管(IGBT));
方法 1046	盐雾(腐蚀);
方法 1056	热冲击(液体-液体);
方法 1057	玻璃抗裂性;
方法 1080	单粒子烧毁和单粒子栅穿测试方法;
方法 2017	芯片粘附强度;
方法 2031	耐焊接热;
方法 2036	引出端强度;
方法 2037	键合强度(破坏性键合拉力);
方法 2075	开帽内部设计目检;
方法 2077	金属化层的扫描电子显微镜检验;
方法 2101	二极管破坏性物理分析。

除 E.5.5 列出的非破坏性试验外, 所有其他机械或环境试验都首先应被视为破坏性试验, 直到累积的数据表明该试验不具破坏性时, 该试验可被视为非破坏性试验。对同一产品样本重复进行五次规定的试验后, 如果样品中没有一只器件出现明显的累积性能退化, 则这些试验数据可以证明该试验对于该承制方的该类器件是非破坏性的。任何规定要对 100%的器件进行的试验, 其作为筛选试验施加的应力等级、试验时间或循环次数都应算作非破坏性的。

E. 5. 5 非破坏性试验

除另有规定外, GJB 128B—2021 中的下列试验属于非破坏性试验:

方法 1001	低气压;
方法 1022	耐溶剂;
方法 1027	稳态工作寿命;
方法 1032	高温寿命(不工作);
方法 1038, 1039, 1040	老炼;
方法 1042(条件 A、B、C)	老炼和寿命试验(功率场效应晶体管或绝缘栅双极晶体管(IGBT));
方法 1049	阻断寿命;
方法 1051(100 次或更少)	温度循环(空气-空气);
方法 1071	气密封;
方法 2006	恒定加速度;
方法 2016	冲击;
方法 2026	可焊性;
方法 2052	粒子碰撞噪声检测(PIND)试验;
方法 2056	扫频振动;
方法 2066	物理尺寸;
方法 2069, 2070, 2072, 2073, 2074	封帽前内部目检;
方法 2071	目检和机械检查;
方法 2076	X 射线照相检查;
方法 2081	正向不稳定性冲击(FIST);

方法 2082	反向不稳定性振动 (BIST);
方法 3051, 3052, 3053 (条件 A), 3474	安全工作区 (限定电源电压);
方法 3103	IGBT 热阻测试;
方法 3104	砷化镓场效应晶体管的热阻测试;
方法 3161	纵向功率场效应晶体管瞬态热阻测试;
方法 4066	浪涌电流。

当工作或试验(包括电应力试验)中器件的结温超过最高额定结温时, 这些试验应视为破坏性试验, 但允许结温超过额定最高结温的瞬态浪涌或非重复性失效条件或经批准的加速筛选除外。应逐个对器件确定试验的可行性, 并且如果条件允许, 应抽取足够数量的样品进行试验以提供合理的可靠性保证。

E. 5. 6 重新提交批

E. 5. 6. 1 JY 级器件批的重新提交

重新提交的批应与新批分开, 并应清楚地标识重新提交的批。如果对全部失效器件进行的分析表明失效机理是由一种可以通过对整批器件进行筛选而剔除的缺陷引起的, 而且已经对该批全部器件重新进行了这种筛选, 则只允许 B 组和 C 组检验失效的批重新提交一次进行失效分组的试验, 样品数须加倍并且不允许出现失效。重新筛选的失效批(因疏忽遗漏工艺步骤或试验而重新提交不应认为是重新筛选)不能用来代表 C 组周期检验, 仅可提交进行失效分组检验以确定该批是否可被接收。应对所有失效批进行失效分析。不得重新提交 B 组键合强度、开帽内部目检或 SEM(适用时)试验失效的批。对于 A 组检验, 应按 E.5.6.2 的规定。

E. 5. 6. 2 JP 级、JT 级和 JCT 级器件批的重新提交

重新提交的批应与新批分开, 并应清楚地标识重新提交的批。当提交进行鉴定检验或质量一致性检验的批在 A 组(A2、A3、A4 分组)、B 组、C 组或 E 组的某一分组出现失效, 经分析后, 该批可重新提交一次进行该失效分组的试验, 但样本量需加倍, 可接收的失效数为零。

只有对全部失效器件进行的分析表明失效是由可通过对整批器件进行筛选而剔除的缺陷引起的, 而且已经对该批全部器件重新进行了这种筛选, 此时才允许第二次重新提交(仅对 A 组、B 组或 C 组), 样品数须加倍并且不允许出现失效。E 组只能重新提交一次。第二次重新提交 C 组检验的批只能用来代表该检验批的 C 组检验, 不能用来代表任何其他检验批的 C 组检验。

E. 5. 6. 3 辐射加固保证器件批的重新提交

对 D 组检验失效的 JCT 级器件, 可根据表 E.7 的注 d 或注 g 重新提交一次。对 D1 或 D3 分组失效的 JY 级器件, 可根据表 E.7 注 c 重新提交一次。D2 分组失效的 JY 级晶圆不可重新提交。D 组检验失效的批或晶圆可作为无辐射加固保证要求的器件使用, 如 D 组检验数据表明这些批或晶圆满足较低辐射加固保证等级的要求, 也可作为较低辐射加固保证等级的器件使用或认证。

E. 5. 7 试验条件和方法

E. 5. 7. 1 通则

试验的条件和方法应按 GJB 128B—2021 的规定。按规定, GJB 128B—2021 的一般要求也适用。控制和校准试验设备的计量确认体系应符合 GJB 2712 规定。

E. 5. 7. 2 替代和等效的试验方法

可采用其他试验方法(流程、判据和条件)或电路代替 GJB 128B—2021 中规定的方法, 但必须证明这些方法与 GJB 128B—2021 中规定的方法等效且得到鉴定机构批准。这些替代方法或电路不得放松本规范的性能要求。试验设备的布线图或方法(包括适用项目、偏置条件、时间、温度、安装条件等)应经鉴定机构审查。生产线性能的历史数据是批准的实质依据。

E. 5. 7. 3 试验设备故障或操作人员失误的处理程序

E. 5. 7. 3. 1 通则

如果工程评价的详细结果确定出现的器件失效是由设备故障或操作人员失误引起的, 则可从同一检

验批中抽取器件添加到样本中。这些替代器件应承受报废器件在失效前已承受过的全部试验以及报废器件在失效前尚未承受过的规定的试验。在试验开始前,如操作人员失误导致器件失效,承制方可替换这些器件,但必须在批记录中说明。由静电放电引起的失效样品应计为不合格品,并不得算作鉴定检验、质量一致性检验、筛选、A组检验以及按 GJB 128B-2021 进行的终点电测试中由试验设备故障或操作人员失误引起的失效。当将失效归结为试验设备故障或操作人员失误时,应立即采取纠正措施。当出现上述情况时,应编写一份详细的报告并在 10 个工作日内将其提交给鉴定机构。每个事件都应记录在相关的随工单中。

E. 5. 7. 3. 2 PIND 试验设备故障或操作人员失误

如果按承制方的质量保证大纲经工程评价和追溯确定 PIND 试验不合格是由试验设备故障或操作人员失误引起的,则试验设备故障或操作人员失误后所有的器件(通过或未通过试验)可重新进行 PIND 试验。

E. 5. 7. 4 标准混频二极管和管座

超高频和微波混频二极管的承制方应确立并保存标准的混频二极管和标准的混频二极管管座供鉴定和质量一致性检验使用。应至少每 12 个月一次或在使用前(如超过了 12 个月)在鉴定机构批准的试验室中对这些标准产品进行校准。

E. 5. 8 JY 级器件电测试数据

E. 5. 8. 1 通则

除另有规定外,应记录表 E.1 步骤 8 后对器件进行的电测试的所有数据,这也包括承制方自行增加的试验项目的数据。

E. 5. 8. 2 器件失效的报告

承制方应根据鉴定机构的要求编制一份报告,说明在筛选试验中 JY 级器件的失效情况。

E. 5. 9 批识别代码的保存

在所有筛选、检验和打标过程中,每批和每个子批应进行隔离、分别保存并应可追溯。

附录 F
(规范性附录)
器件设计和结构信息

F.1 范围

本附录规定了鉴定检验时承制方应提供的器件设计和结构信息的要求。

F.2 要求

承制方应为芯片和封装分别填写设计和结构信息。

F.2.1 芯片特性

承制方应按照表 F.1 的规定填写器件芯片的设计和结构信息。

表 F.1 芯片的设计和结构信息

承制方名称和地址	相关详细规范编号	器件类型	检测报告编号	
负责人签名			器件名称	
批识别代码:			日期 承制方的芯片名称和代号	
结构工艺	合金 <input type="checkbox"/> 平面工艺 <input type="checkbox"/> 其他:			
基片	材料: 硅 <input type="checkbox"/> 锗 <input type="checkbox"/> 砷化镓 <input type="checkbox"/> 氮化镓 <input type="checkbox"/> 其他			
	晶向: (如 111)			
	电阻率: _____ $\Omega \cdot \text{cm}$			
外延沉积	掺杂材料:			
	标称厚度:			
	电阻率: _____ $\Omega \cdot \text{cm}$			
扩散特性	工艺步骤	工艺目的 (N ⁺ 、发射区等)	工艺类型 (合金、扩散、离子注入等)	掺杂物质 (如 P、B、Sb 等)
	1			
	2			
			

表 F.1 (续)

表面沉积	材料	沉积工艺	最小厚度 nm	标称厚度 nm
钝化层 (金属层下面)				
金属化层 (正面)				
金属化层 (背面)				
玻璃钝化层 (正面金属化层上面)				
芯片保护涂层				
芯片图形	芯片尺寸(标称值): _____mm×_____mm			
	芯片厚度(标称值): _____ μm			
	键合区尺寸(标称值): _____ μm×_____ μm, 或 _____ μm(直径)			
由金属化计算出的最大内部 导体电流密度	_____A/cm ²			
芯片表面的设计布局图				

F.2.2 晶体管封装设计和结构信息

承制方应按照表 F.2 的规定填写晶体管封装的设计和结构信息。

表 F.2 晶体管封装的设计和结构信息

承制方名称和地址	相关详细规范编号	器件类型		检测报告编号
负责人签名				器件名称 日期
批识别代码:				
外壳代号	国家标准代号:			
	公司内部代号:			
封装材料	材料	底镀层和镀层材料	打底层和镀层标称厚度	规范或图纸编号
玻璃绝缘子管座 实心				
芯片安装基板				
盖板				
键合的接线端				
接线端绝缘的玻璃类型				
焊管				
外引线				
芯片粘接	材料:			
	方法:			
	温度: _____ °C			
内引线键合	键合工艺:			
	键合丝材料:			
	键合丝直径: 键合丝数量:			
封装工艺	封装气氛:	水汽含量: 最大 _____ $\times 10^{-6}$		
	封装方法:	烘箱或炉的温度 _____ °C		
	密封材料:			
	内腔体积: _____ cm ³			
	有机材料(若使用): 温度 _____ °C	固化时间: _____ min		
与外壳电连接的部分(即集电极)				
$T_c=25^\circ\text{C}$ 壳温时的功率:	4W 或更高 <input type="checkbox"/>		低于 4W <input type="checkbox"/>	

表 F.2 (续)

内部结构布局照片或图纸 (管座配置图和引线键合点, 包括芯片方位和内部引线走向)	
对上面未涉及的特殊结构细 节的介绍	

F.2.3 二极管封装的设计和结构信息

承制方应按照表 F.3 的规定填写二极管封装的设计和结构信息。

表 F.3 二极管封装的设计和结构信息

承制方名称和地址	相关详细规范编号		器件类型	检测报告编号
负责人签名				器件名称 日期
批识别代码:				
外壳代号	国家标准代号:			
	公司内部代号:			
封装材料	材料	底镀层和镀层 材料	打底层和镀层 标称厚度	规范或图纸编号
玻壳或本体				
螺栓或管座				
管帽或盖板				
焊管				
外引线				
玻壳或本体				
螺栓或管座				
轴向引线热阻	_____ °C/W/cm			
二极管欧姆接触点(方法和材料)	阴极: 接触类型: _____ 材料: _____ 温度: _____ °C			
	阳极: 接触类型: _____ 材料: _____ 温度: _____ °C			
	多芯片内部连接:(配对二极管、阵列等) 接触类型: _____ 材料: _____ 温度: _____ °C			
芯片粘接(适用时)	材料:			
	方法:			
	温度: _____ °C			
内引线键合(适用时)	键合工艺:			
	键合丝材料: 键合丝直径: 键合丝数量:			

表 F.3 (续)

封装工艺	封装气氛:	水汽含量: 最大	$\times 10^{-6}$
	封装方法:	烘箱或炉的温度	$^{\circ}\text{C}$
	密封材料:		
	内腔体积:	cm^3	
	有机材料(若使用):	固化时间:	min
与外壳电连接的部分(即集电极)			
内部结构布局照片或图纸 (管座配置图和引线键合点, 包括芯片方位和内部引线走向)			
上面未涉及的特殊结构细节的介绍			

附录 G
(规范性附录)
术语和定义

G.1 范围

本附录给出了适用于半导体分立器件的术语和定义。

G.2 通用术语和定义

G.2.1 环境温度 **ambient temperature**

在温度充分均匀的环境下、只有自然空气对流冷却而没有明显的表面反射及辐射影响情况下、在器件下方测得的空气温度。

G.2.2 阳极 **anode**

器件内正向电流流出的电极。

G.2.3 阻断 **blocking**

最终阻止电流流过的器件或结的状态。

G.2.4 击穿电压 **breakdown voltage**

最大瞬态电压,包括重复及非重复瞬态值,此电压能够在没有外部限流手段(电路)下反向施加到结上。击穿电压也是从小信号高阻区到小信号低阻区开始转变时反向电压的瞬态值。

G.2.5 外壳安装 **case mount**

将器件的一个表面方便地连接到散热器以控制壳温的一种封装类型(外形)。

G.2.6 壳温 **case temperature**

在器件外壳的规定点测得的温度。

G.2.7 阴极 **cathode**

器件内正向电流流入的电极。

G.2.8 特性 **characteristic**

器件固有的、可测量的性能。这样的性能可以是电特性、机械特性、热特性、液压特性、电磁特性或核特性,并能按规定的或公认的条件表述为一个值。一个特性也可以是以曲线图形式表示的一系列相关值。

G.2.9 控制方案 **control plans**

控制零部件和工艺的体系化书面规定,由承制方编写以说明产品的重要特性及工艺要求。每个产品应有一个控制方案,但在很多情况下,“系列”控制方案可以适用于采用共同工艺的一组产品。

G.2.10 恒流源 **constant current source**

将电流发生器阻抗减半不会使被测参数变化量大于所需的测量精密度时的电流源。

G.2.11 恒压源 **constant voltage source**

将发生器阻抗加倍不会使被测参数变化量大于所需的测量精密度时的电压源。

G.2.12 盘形外壳 **disc type**

用于大功率器件的一种封装(外形),此封装提供两个平行表面安装到能够对器件施加规定压力的专用散热器上。

G.2.13 工程评价 **engineering evaluation**

一种为确定根本原因和提供解决办法而对异常或潜在问题所进行的深入层次科学研究。应由工程师或合适的技术专家对可能的不符合或质量缺陷进行分析,应记录对故障或不符合的评定,并采取纠正措施。可以根据目检、数据、过去经历、失效分析、破坏性物理分析(DPA)、开盖、步进应力试验、电筛

选或任何合理的工具或工具组合得出结论。应编写详细的报告并随时可供鉴定机构使用。

G. 2. 14 失效分析 failure analysis

能找出产品和材料失效模式及确定失效机理的所有物理、化学和电磁特性的技术。失效分析用作确定失效的根本原因和完成纠正措施。

G. 2. 15 正向偏置 forward bias

趋向产生正向的电流流动的偏置(P型半导体区相对于N型半导体区为正电势)。

G. 2. 16 失效模式影响分析(FMEA) failure mode and effects analysis

确保已考虑并确定了潜在的失效模式及其相应的原因/机理的一种方法。工艺过程和设计的FMEA应确定工艺过程和设计的失效模式,确定发现并减少失效需重点控制的工艺过程设计变量,确立潜在失效模式清单并为纠正措施建立优先系统。FMEA的创立应从工艺过程流程开始。潜在失效模式定义为工艺过程潜在不能满足项目要求或设计要求的方式。FMEA也包括失效潜在影响、严酷等级、潜在原因、现行工艺过程控制的信息以及其他信息。

G. 2. 17 噪声系数 noise figure

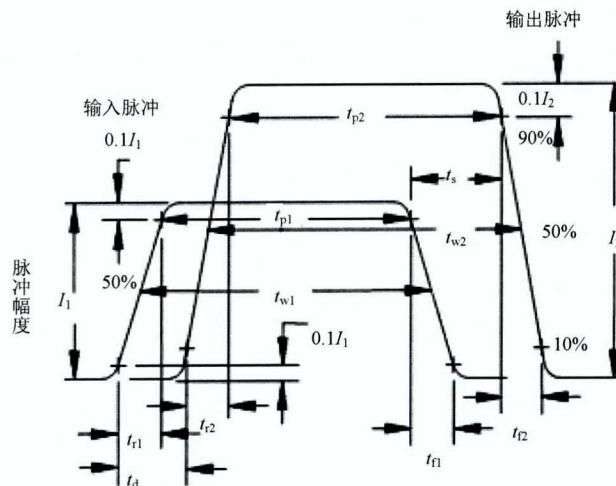
在选定的输入频率,传送到输出端的每单位带宽(在相应的输出频率下)噪声总功率与输入端输入频率下受影响的相应功率的比值,所有频率下噪声温度是标准温度(293K)。

G. 2. 18 封装类型 package type

具有相同的外壳外形、结构、材料(包括键合、丝状引线或带状引线及芯片连接)、零件(不包括仅尺寸不同的预制片)及组装工艺的一种封装。

G. 2. 19 脉冲 pulse

短时间电能的流动,见图G.1对于G.2.20~G.2.25定义的特性的图示。



t_r ——脉冲上升时间

t_d ——脉冲延迟时间

t_p ——脉冲时间

t_s ——脉冲贮存时间

t_f ——脉冲下降时间

t_w ——平均脉冲时间

I ——脉冲幅度

注1: 下标1代表输入。

注2: 下标2代表输出。

图 G. 1 脉冲测量

G. 2. 20 平均脉冲时间 pulse average time

从上升沿上最大幅度的 50%点处到下降沿上最大幅度的 50%点处的持续时间。

G. 2. 21 脉冲延迟时间 pulse delay time

从输入脉冲上升沿上升至最大幅度的 10%点处到输出脉冲上升沿上升至最大幅度的 10%点处的时间间隔。

G. 2. 22 脉冲下降时间 pulse fall time

下降沿幅度从最大幅度的 90%减小至 10%的持续时间。

G. 2. 23 脉冲上升时间 pulse rise time

上升沿幅度从最大幅度的 10%增加至 90%的持续时间。

G. 2. 24 脉冲贮存时间 pulse storage time

从输入脉冲下降沿下降最大幅度的 10%点处到输出脉冲下降沿拐角后最大幅度的 10%点处的时间间隔(见图 G.1)。

G. 2. 25 脉冲时间 pulse time

从上升沿上最大幅度的 90%点处到下降沿上最大幅度的 90%点处的时间间隔。

G. 2. 26 辐射失效 radiation failures

在最低辐射等级, 器件的任一参数超过其规定的辐射后参数极限(PIPL), 或器件在按规定的试验条件未能通过任一功能试验。

G. 2. 27 辐射加固能力保证(RHA) radiation hardness assurance

保证器件满足本规范及相关详细规范规定的辐射响应特性的性能确认试验部分。

G. 2. 28 额定值 rating

对规定工作条件指定的任何电、热、机械或环境参数的标称值, 在这些工作条件下, 预计部件、机器、设备或电子装置能良好工作。

G. 2. 29 反向偏置 reverse bias

趋向产生反向的电流流动的偏置(N型半导体区相对于P型半导体区为正电势)。

G. 2. 30 半导体器件 semiconductor devices

半导体内产生典型特有的电子传导的电子器件。

G. 2. 31 半导体二极管 semiconductor diode

具有两个引出端并呈现非线性电压-电流特性的一种器件。

G. 2. 32 半导体结 semiconductor junction

不同电特性的半导体区(如n-n+、p-n、p-p+半导体)之间或金属和半导体之间的渡越区。

G. 2. 33 小信号 small signal

若将其幅度加倍引起被测参数的变化不大于规定的测量精度, 该信号应认为是小信号。

G. 2. 34 贮存温度 storage temperature

不施加任何功率条件下可贮存器件的温度。

G. 2. 35 温度系数 temperature coefficient

参数变化量与温度变化量的比值。

G. 2. 36 热压键合 thermal compression bond

存在压力和温度而不管如何获得温升(无超声辅助除外)而完成的键合。

G. 2. 37 热平衡 thermal equilibrium

将试验时间间隔加倍而由热效应引起的被测参数的变化量不大于规定的测量精度。

G. 2. 38 热阻 thermal resistance

在热平衡条件下每单位耗散功率产生的高于外部参考点温度的结的温升。热阻又称稳态热阻。

G. 2. 39 闸流晶体管 thyristor

由三个或更多的结构成的并能从关态或开态转换到相反状态的一种双稳态器件。

G. 2. 40 晶体管 transistor

能够提供功率放大并具有三个或更多引出端的一种有源器件。

G. 2. 41 延伸金属化 expanded metallization

在某区域增加的金属化(如至键合区的金属条)(见图 G.2)。

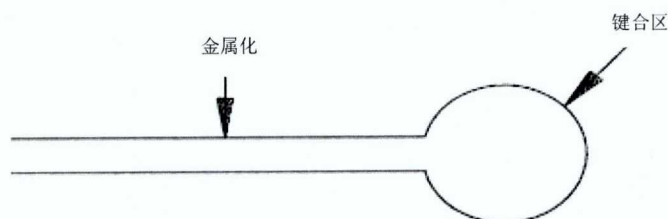


图 G. 2 延伸金属化的示例

G. 2. 42 脉冲波形 impulse waveform

对于单向极性电压或电流峰值，具有明确有效前沿及脉冲持续时间的一种脉冲。

G. 2. 43 有效前沿持续时间 virtual front duration

电压从峰值的 30% 上升到 90% 的时间的 1.67 倍所需时间，或电流从峰值的 10% 上升到 90% 的时间的 1.25 倍所需时间。

G. 2. 44 脉冲持续时间 impulse duration

从零交叉点有效前沿持续时间开始测量的脉冲波形峰值减小到 50% 所需的时间。

G. 2. 45 生产线 line

按规定的工艺流程、用于制造器件的类似晶圆生产流程或类似封装流程的集合。

G. 2. 46 脉冲输出功率顶降 droop

工作脉宽内 10% 处输出功率与 90% 处输出功率比值的分贝值。

G. 3 晶体管术语和定义**G. 3. 1 多结型晶体管****G. 3. 1. 1 基极 base**

位于晶体管的发射极和集电极之间的、少数载流子注入的区域。

G. 3. 1. 2 集电极 collector

载流子离开基极主要流动经过的区域。

G. 3. 1. 3 截止电流 cutoff current

晶体管施加低于击穿电压的偏置电压时测得的直流电流值。

G. 3. 1. 4 发射极 emitter

在基极中属于少数载流子的载流子从中离开注入到基极的区域。

G. 3. 1. 5 集电结 junction, collector

通常处于反向偏置的一个半导体结，通过它可以由少数载流子引入基极来控制电流。

G. 3. 1. 6 发射结 junction, emitter

通常处于正向偏置将少数载流子注入基极的一个半导体结。

G. 3. 1. 7 饱和 saturation

导致集电结正向偏置的一种基极电流和集电极电流状态。

G. 3.2 单结晶体管

G. 3.2.1 峰值点 peak point

在发射极电流-电压特性曲线上, 对应于发射极-基极电压对发射极电流变化等于零时的最小电流点。

G. 3.2.2 单结晶体管 unijunction transistors

具有一个结并在宽温度范围内具有稳定的负阻特性的一种三端器件。

G. 3.2.3 谷值点 valley point

在发射极电流-电压特性曲线上, 对应于发射极-基极电压对发射极电流变化等于零时的第二小电流的点。

G. 3.3 场效应晶体管(FET)

G. 3.3.1 耗尽模式工作 depletion-mode operation

将栅源电压从零变为一定值使漏极电流幅值减小的工作模式。

G. 3.3.2 耗尽型场效应晶体管 depletion type FET

对于零栅-源电压具有明显沟道导电性的一种场效应晶体管。根据施加的栅-源电压极性, 沟道导电性会增加或减小。

G. 3.3.3 漏极 drain

多数载流子从沟道流入的区域。

G. 3.3.4 增强模式工作 enhancement mode operation

场效应晶体管的这种工作模式将栅源电压从零变为一定值使漏极电流幅值增大。

G. 3.3.5 增强型场效应晶体管 enhancement mode FET

零栅-源电压沟道导电性基本为零的一种场效应晶体管。通过施加极性合适的栅-源电压, 沟道导电性会增加。

G. 3.3.6 场效应晶体管 field effect transistors

导电完全基于多数载流子通过导电沟道流动、沟道由栅源端之间施加的电压产生的电场控制的一种晶体管。

G. 3.3.7 栅极 gate

与控制电压产生的电场在其中起作用的区域有关的电极。

G. 3.3.8 绝缘栅场效应晶体管 insulated gate FET

具有一个或多个与沟道电绝缘的栅极的一种场效应晶体管。

G. 3.3.9 结栅场效应晶体管 junction gate FET

使用一个或多个栅区与沟道形成 p-n 结的一种场效应晶体管。

G. 3.3.10 金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET) metal oxide semiconductor field effect transistor

在每个栅极和沟道之间的绝缘层为氧化物材料的一种绝缘栅场效应晶体管。

G. 3.3.11 N-沟道场效应晶体管 n-channel FET

具有 N 型导电沟道的一种场效应晶体管。

G. 3.3.12 P-沟道场效应晶体管 p-channel FET

具有 P 型导电沟道的一种场效应晶体管。

G. 3.3.13 源极 source

多数载流子从中离开流入沟道的区域。

G. 4 二极管和整流管术语和定义

G. 4.1 信号二极管和整流二极管

G. 4.1.1 半导体整流二极管 semiconductor rectifier diode

用于整流的具有不对称电压-电流特性的一种器件。

G. 4. 1. 2 半导体信号二极管 **semiconductor signal diode**

用于信号检测的具有不对称电压-电流特性的一种器件。

G. 4. 2 微波二极管

G. 4. 2. 1 微波二极管 **microwave diodes**

在电磁波的微波段(一般认为 1GHz 至 300GHz)有工作响应的一种两端器件。

G. 4. 2. 2 检测二极管 **detector diode**

将射频能量转换为直流或视频输出的一种器件。

G. 4. 2. 3 体效应二极管 **gunn diode**

呈现负阻特性的一种微波二极管,其负阻是由几种化合物半导体(如砷化镓)内的体负微分电导产生的,其工作在由这种负微分电导形成的电荷束渡越时间决定的频率下。

G. 4. 2. 4 碰撞雪崩渡越时间二极管(IMPATT) **impact, avalanche, and transit time diode**

当结加偏置至雪崩时,在由载流子通过耗尽区的渡越时间决定的频率范围内呈现负阻的一种半导体微波二极管。

G. 4. 2. 5 限制空间电荷积累二极管(LSA) **limited space-charge accumulation diode**

除通过避免形成电荷团或电荷区,可以在微波谐振腔决定的比渡越时间频率大几倍的频率下达到更大输出功率外,与体效应二极管相似的一种微波二极管。

G. 4. 2. 6 配对二极管 **matched pair**

外形尺寸相同、电特性匹配的一对二极管,这两个二极管可以都是正极性;也可以一个正极性一个负极性;或两个都是负极性。

G. 4. 2. 7 混频二极管 **mixer diode**

将两种频率的射频信号混合产生第三种频率的射频信号的一种微波二极管。

G. 4. 2. 8 俘获等离子体雪崩渡越时间二极管(TRAPATT) **trapped plasma avalanche transit time diode**

当结加偏置至雪崩时,在低于二极管的渡越时间频率范围的频率下呈现负阻(这是由于二极管和微波多谐振腔密切作用产生的俘获电子-空穴等离子体的产生和消失)的一种微波二极管。

G. 4. 3 隧道二极管

G. 4. 3. 1 隧道二极管 **tunnel diodes**

在电流-电压特性曲线的正向由量子力学隧道效应导致负斜率区的一种器件。

G. 4. 3. 2 逆向二极管 **backward diode**

由量子力学隧道效应导致电流-电压特性曲线中反向电流大于正向电流(施加相等或相反电压)的一种器件。

G. 4. 4 电压调整及电压基准二极管

G. 4. 4. 1 电压基准二极管 **voltage-reference diode**

通常加偏置工作在其电压-电流特性曲线的击穿区并在其两端产生规定精度的基准电压(在规定的电流和温度范围加偏置工作)的一种二极管。

G. 4. 4. 2 电压调整二极管 **voltage-regulator diode**

通常加偏置工作在其电压-电流特性曲线的击穿区并在其两端产生基本恒定的电压(在规定的电流范围)的一种二极管。

G. 4. 5 电流调整二极管

在规定电压范围内限制电流基本为恒定值的一种二极管。

G. 4. 6 变容二极管

G. 4. 6. 1 变容二极管 **varactor diodes**

利用其电容随施加电压变化的特性工作的一种两端器件。

G. 4. 6. 2 调谐二极管 tuning diode

包括自动频率控制(AFC)及自动精密调谐(AFT)功能用于射频调谐的一种变容二极管。

G. 4. 7 瞬态电压抑制器

G. 4. 7. 1 压敏电阻 varistor

瞬态电压抑制器的一种,是具有对称特性曲线的一种非线性电阻。

G. 4. 7. 2 雪崩结瞬态电压抑制器 avalanche-junction

瞬态电压抑制器的一种,是能在其电压-电流曲线的正向或反向工作以限制瞬态电压的一种半导体二极管。

G. 4. 7. 3 嵌位电压 clamping voltage

在低微分电阻区起限制器件端瞬态电压作用的电压。

G. 4. 7. 4 嵌位系数 clamping factor

嵌位电压与击穿电压之比。

G. 4. 7. 5 脉冲峰值电流 peak impulse current

一系列基本相同的脉冲的峰值电流。

G. 4. 7. 6 备用电流 standby current

在额定反向电压下通过瞬态电压抑制器的直流电流。

G. 4. 7. 7 重复脉冲峰值功率 repetitive peak pulse power

由脉冲峰值电流产生的峰值耗散功率。

G. 4. 7. 8 响应时间 response time

脉冲波形中幅度超过嵌位电压的点与过冲电压峰值之间的时间间隔。

G. 4. 7. 9 过冲电压 voltage overshoot

当施加有效前沿持续时间短的脉冲电流时,超过嵌位电压的超额电压。

G. 4. 7. 10 正向浪涌电流 forward surge current

正向偏置二极管的单脉冲峰值电流。

G. 4. 7. 11 峰值工作电压 working peak voltage

通常称为反向电压的峰值电压(不包括任何瞬态电压)。

G. 5 闸流晶体管术语和定义

G. 5. 1 闸流管

G. 5. 1. 1 闸流管 thyristor

由三个或更多的结构成的、能在导通和不导通状态间转换的一种双稳态器件。

G. 5. 1. 2 双向二极闸流管 bi-directional diode thyristor

在基本的电压-电流曲线的第一和第三象限具有基本相同的开关特性的一种两端闸流管。

G. 5. 1. 3 双向三极闸流管 bi-directional triode thyristor

在基本的电压-电流曲线的第一和第三象限具有基本相同的开关特性的一种 n 门极或 p 门极闸流管。

G. 5. 1. 4 n 门极闸流管 n-gate thyristor

门极端连接到 n 区(邻近连接阳极端的区域)且在门极和阳极端施加负信号时通常变为通态的一种三端闸流管。

G. 5. 1. 5 p 门极闸流管 p-gate thyristor reverse blocking diode thyristor

门极端连接到 p 区(邻近连接阴极端的区域)且在门极和阴极端施加正信号时通常变为通态的一种三端闸流管。

G. 5. 1. 6 反向阻断二极管闸流管 reverse blocking diode thyristor

只对正阳极电压(相对阴极)有开关作用并对负阳极电压(相对阴极)呈现反向阻断状态的一种两端闸流管。

G. 5. 1. 7 反向阻断三极管闸流管 reverse blocking triode thyristor

只对正阳极电压(相对阴极)有开关作用并对负阳极电压(相对阴极)呈现反向阻断状态的一种 n 门极或 p 门极闸流管。

G. 5. 1. 8 逆导二极管闸流管 reverse conducting diode thyristor

只对正阳极电压(相对阴极)有开关作用并在幅度与通态电压可比的负阳极电压(相对阴极)下能通过大电流的一种两端闸流管。

G. 5. 1. 9 逆导三极管闸流管 reverse conducting triode thyristor

只对正阳极电压(相对阴极)有开关作用并在幅度与通态电压可比的负阳极电压(相对阴极)下能通过大电流的一种 n 门极或 p 门极闸流管。

G. 5. 1. 10 可关断闸流管 turn off thyristor

施加适当极性的门极控制信号,能在导通和不导通状态间转换的一种闸流管,其触发功率与被触发功率之比明显小于 1。

G. 5. 2 闸流晶体管外形结构术语和定义**G. 5. 2. 1 门极 gate**

连接到半导体区的一端引入控制电流的一个电极。

G. 5. 2. 2 主引出端 main terminals

通过主电流的两个引出端。

G. 5. 3 电特性和额定值术语和定义**G. 5. 3. 1 阳极至阴极电压-电流特性(曲线)(阳极特性(曲线)) anode to cathode voltage-current characteristic (anode characteristic)**

通常用阳极至阴极电压与主电流的关系(适用时,门极电流作为参数)曲线表示的一种功能。

G. 5. 3. 2 转折点 breakover point

主电压-电流特性曲线中微分电阻为零且主电压达到最大值的任何点。

G. 5. 3. 3 负微分电阻区 negative differential resistance region

主电压-电流特性曲线中开关象限内微分电阻为负数的任何区域。

G. 5. 3. 4 断态阻抗 off impedance

闸流管处于断态时主电流通过的引出端间的微分阻抗。

G. 5. 3. 5 断态 off-state

开关象限内原点与转折点间对应于主电压-电流特性曲线的高阻小电流区域的闸流管的状态。

G. 5. 3. 6 通态阻抗 on impedance

闸流管处于通态时主电流通过的引出端间的微分阻抗。

G. 5. 3. 7 通态 on-state

开关象限内对应于主电压-电流特性曲线的低阻低电压区域的闸流管的状态。

G. 5. 3. 8 主电流 principal current

用于除门极电流外通过器件的电流。

G. 5. 3. 9 主电压 principal voltage

主引出端间的电压。

G. 5. 3. 10 主电压-电流特性 principal voltage-current characteristic

通常用主电压与主电流关系(适用时,门极电流作为参数)曲线表示的一种功能。

G. 5.3.11 反向阻断阻抗 reverse blocking impedance

在规定工作点闸流管处于反向阻断状态时主电流通过的两引出端间的微分阻抗。

G. 5.3.12 反向阻断状态 reverse blocking state

对应于阳极至阴极电压-电流特性曲线中反向电流小于反向击穿电流区域的反向阻断闸流管的状态。

G. 5.3.13 开关象限 switching quadrant

主电压-电流特性曲线中器件预定在断态与通态间转换的象限。

G. 6 电应力和环境应力筛选术语和定义

G. 6.1 功率老炼

G. 6.1.1 功率老炼 power burn-in

描述器件在规定时间内内部耗散足够功率以显著加热器件结的筛选试验。

G. 6.1.2 交流整流功率老炼 rectifying ac power burn-in

通过交替施加半周正向电流和半周反向电压而对结加热的功率老炼。

G. 6.1.3 直流稳态功率老炼 steady-state d. c. power burn-in

通过分别对二极管(包括整流管)、稳压管和晶体管施加稳态正向电流、反向电流或正向功率而对结加热的功率老炼。

G. 6.2 高温反偏

G. 6.2.1 高温反偏 high temperature reverse bias

描述施加阻断电压及通过外部加热一般在环境温度 150℃下进行的筛选试验。

G. 6.2.2 直流稳态高温反偏 steady-state d. c. high temperature reverse bias

施加直流稳态阻断电压的高温反偏。

G. 6.2.3 半波高温反偏 half-wave high temperature reverse bias

施加半波阻断电压的高温反偏。

G. 6.2.4 全波高温反偏 full-wave high temperature blocking bias

施加全波阻断电压的高温反偏, 往往适用于对称闸流管或瞬态电压抑制器。

G. 6.3 温度循环(空气-空气) temperature cycling (air to air)

在空气到空气环境中, 对器件进行外部加热和冷却, 在规定范围内器件壳温的温度循环。

G. 6.4 热冲击(液体-液体) thermal shock (liquid to liquid)

在液体到液体环境中, 对器件进行外部加热和冷却, 在规定范围内器件壳温的热冲击循环。

G. 6.5 瞬态热阻 thermal impedance

施加足够的电应力以使热量通过不同材料的连接界面传递, 主要通过测量温度敏感参数的电特性来确定连接质量。通过定量分析电流流动及其所产生的热量导致的热敏参数变化进行瞬态热阻测量。用来检测芯片、连接材料和管座或热沉间连接界面的空洞。

G. 6.6 浪涌 surge

施加器件平均电流最大额定值 10 倍(最小)的适当短脉冲宽度的峰值大电流, 以确定工艺缺陷(如引线键合强度、微裂纹及键合空洞)。

附录 H (规范性附录) 缩略语和符号

H.1 总则

下列缩略语和符号适用于本规范。

H.2 缩略语

DPA——破坏性物理分析；
ESD——静电放电；
ESDS——静电放电敏感；
FA——失效分析；
FET——场效应晶体管；
FMEA——失效模式与影响分析；
HTRB——高温反偏；
IGBT——绝缘栅双极晶体管；
JFET——结型场效应晶体管；
MOSFET——金属氧化物半导体场效应晶体管；
NF——噪声系数；
PD——不合格品率百分比；
PDA——允许不合格品率百分比；
PIN——器件编号；
PIND——粒子碰撞噪声检测；
RHA——辐射加固保证；
SEM——扫描电子显微镜；
SPC——统计过程控制。

H.3 符号

H.3.1 通用符号

F ——点噪声系数；
 $R_{th(j-m)}$ ——结到粘接座的热阻；
 $R_{th(j-sp)}$ ——表面安装结到焊接点的热阻；
 $R_{th(x-y)}$ ——热阻；
 $R_{th(c-a)}$ ——壳到环境的热阻；
 $R_{th(j-a)}$ ——结到环境的热阻；
 $R_{th(j-c)}$ ——结到壳的热阻；
 $R_{th(j-ec)}$ ——结到端头的热阻；
 $R_{th(j-l)}$ ——结到引线的热阻；
 $R_{th(j-r)}$ ——结到参考点的热阻；
 $Z_{th(j-x)}$ ——结到参考点的瞬态热阻抗；
 $Z_{th(j-c)}$ ——结到壳的瞬态热阻抗；
 T_A ——环境或自由空气温度；

T_c ——壳温;
 T_{Ec} ——端头温度;
 T_j ——结温;
 T_l ——引线温度;
 T_{OP} ——工作温度;
 T_{Stg} ——贮存温度;
 t_d ——延迟时间;
 t_f ——下降时间;
 t_{off} ——关断时间;
 t_{on} ——开启时间;
 t_p ——脉冲时间;
 t_r ——上升时间;
 t_s ——贮存时间;
 t_w ——平均脉冲时间;
 $V_{(BR)}$ ——击穿电压。

H. 3.2 晶体管符号

H. 3.2.1 多结型晶体管符号

C_{ibo} , C_{ieo} ——集电极开路(共基极, 共发射极)交流输入电容;
 C_{ibs} , C_{ies} ——集电极对参考端短路(共基极, 共发射极)交流输入电容;
 C_{obo} , C_{oeo} ——输入开路(共基极, 共发射极)交流输出电容;
 C_{obs} , C_{oes} ——输入对参考端短路(共基极, 共发射极)交流输出电容;
 f_{hfb} , f_{hfc} , f_{hfe} ——小信号短路正向电流传输比截止频率(共基极, 共集电极, 共发射极);
 f_{MAX} ——最大振荡频率;
 f_T ——截止频率;
 g_{MB} , g_{MC} , g_{ME} ——静态跨导(共基极, 共集电极, 共发射极);
 g_{mb} , g_{mc} , g_{me} ——小信号跨导(共基极, 共集电极, 共发射极);
 G_{PB} , G_{PC} , G_{PE} ——大信号插入功率增益(共基极, 共集电极, 共发射极);
 G_{pb} , G_{pc} , G_{pe} ——小信号插入功率增益(共基极, 共集电极, 共发射极);
 h_{FB} , h_{FC} , h_{FE} ——静态正向电流传输比(共基极, 共集电极, 共发射极);
 h_{fb} , h_{fc} , h_{fe} ——小信号短路正向电流传输比(共基极, 共集电极, 共发射极);
 $|h_{fe}|$ ——共发射极小信号短路正向电流传输比幅值;
 h_{IB} , h_{IC} , h_{IE} ——静态输入电阻(共基极, 共集电极, 共发射极);
 h_{ib} , h_{ic} , h_{ie} ——小信号短路输入电阻(共基极, 共集电极, 共发射极);
 h_{ob} , h_{oc} , h_{oe} ——小信号开路输出导纳(共基极, 共集电极, 共发射极);
 h_{rb} , h_{rc} , h_{re} ——小信号开路反向电压传输比(共基极, 共集电极, 共发射极);
 I_B ——基极电流(d.c.);
 I_C ——集电极电流(d.c.);
 I_E ——发射极电流(d.c.);
 i_B ——基极电流(瞬时总电流值);
 i_c ——集电极电流(瞬时总电流值);
 i_E ——发射极电流(瞬时总电流值);
 I_{CBO} ——发射极开路集电极截止电流(d.c.);
 I_{CEO} ——基极开路集电极截止电流(d.c.);

- I_{CER} ——在基极与发射极间加规定电阻的集电极截止电流(d.c.);
 I_{CES} ——基极对发射极短路集电极截止电流(d.c.);
 I_{CEV} ——在基极与发射极间加规定电压的集电极截止电流(d.c.);
 I_{CEX} ——在基极与发射极间加规定电流的集电极截止电流(d.c.);
 I_{EBO} ——集电极开路发射极截止电流(d.c.);
 I_{ECS} ——基极对集电极短路发射极截止电流(d.c.);
 η_C ——集电极效率;
 P_C ——集电极耗散功率;
 P_T ——全部引出端总耗散功率;
 R_B ——外部基极电阻;
 r_b ——基区扩展电阻;
 $r_{b'cc}$ ——集电极-基极时间常数;
 R_C ——外部集电极电阻;
 $r_{CE(sat)}$ ——基极-发射极饱和电阻;
 R_E ——外部发射极电阻;
 r_{iep} ——小信号短路并联输入电阻(共发射极);
 t_c —— t_{OFF} 渡越时间(集电极电压从其断态峰值的10%减少和集电极电流减少至其通态峰值的10%的时间间隔);
 V_{BB} ——基极电源电压;
 V_{BE} ——基极-发射极电压(d.c.);
 $V_{BE(sat)}$ ——基极-发射极饱和电压;
 $V_{(BR)CBO}$ ——发射极开路集电极-基极击穿电压;
 $V_{(BR)CEO}$ ——基极开路集电极-发射极击穿电压;
 $V_{(BR)CER}$ ——基极发射极间加规定电阻的集电极-发射极击穿电压;
 $V_{(BR)CES}$ ——基极发射极间短路的集电极-发射极击穿电压;
 $V_{(BR)CEX}$ ——基极发射极间加规定电路的集电极-发射极击穿电压;
 $V_{(BR)EBO}$ ——集电极开路发射极-基极击穿电压;
 V_{CB} ——集电极-基极电压(d.c.);
 V_{CBF} ——发射极对基极反向偏置,集电极基极间直流开路(漂移电位)电压;
 V_{CBO} ——发射极开路集电极-基极电压(静态);
 V_{CC} ——集电极电源电压;
 V_{CE} ——集电极-发射极电压(d.c.);
 V_{ce} ——集电极-发射极电压(r.m.s.);
 v_{ce} ——集电极-发射极电压(瞬态);
 $V_{CE(sat)}$ ——集电极-发射极饱和电压;
 V_{CEO} ——基极开路集电极-发射极电压(静态);
 $V_{CEO(sus)}$ ——集电极-发射极持续击穿电压;
 V_{CER} ——基极发射极间加规定电阻的集电极-发射极电压(d.c.);
 V_{CES} ——基极对发射极短路的集电极-发射极电压(d.c.);
 V_{EB} ——发射极-基极电压(d.c.);
 V_{eb} ——发射极-基极电压(r.m.s.);
 v_{eb} ——发射极-基极电压(瞬态);
 V_{EBF} ——集电极对基极反向偏置,发射极基极间直流开路(漂移电位)电压;

$V_{(BR)CEV}$ ——基极发射极间加规定电压的集电极-发射极击穿电压;
 V_{EBO} ——集电极开路发射极-基极电压(静态);
 V_{EC} ——发射极-集电极电压(d.c.);
 V_{ECF} ——基极对集电极反向偏置,发射极集电极间直流开路(漂移电位)电压;
 V_{EE} ——发射极电源电压;
 V_{RT} ——透过电压。

H.3.2.2 场效应晶体管符号

b_{is} ——小信号共源极短路输入电纳;
 b_{os} ——小信号共源极短路输出电纳;
 b_{fs} ——小信号共源极短路正向传输电纳;
 b_{rs} ——小信号共源极短路反向传输电纳;
 C_{ds} ——小信号漏-源电容;
 C_{du} ——小信号漏-衬底电容;
 C_{iss} ——小信号共源极短路输入电容;
 C_{oss} ——小信号共源极短路输出电容;
 C_{rss} ——小信号共源极短路反向传输电容;
 D, d ——漏极端;
 E_{AR} ——重复雪崩能量容量;
 E_{AS} ——单一脉冲雪崩能量容量;
 G, g ——栅极端;
 g_{fs} ——小信号共源极短路正向传输电导;
 g_{is} ——小信号共源极短路输入电导;
 g_{os} ——小信号共源极短路输出电导;
 G_{pg} ——小信号共栅极插入功率增益;
 G_{ps} ——小信号共源极插入功率增益;
 g_{rs} ——小信号共源极短路反向传输电导;
 G_{tg} ——小信号共栅极转换功率增益;
 G_{ts} ——小信号共源极转换功率增益;
 I_D ——漏极电流;
 I_{AR} ——额定雪崩电流(重复及不重复);
 $I_{D(on)}$ ——通态漏极电流;
 $I_{D(off)}$ ——漏极截止电流;
 I_{DSS} ——零栅压漏极电流;
 I_G ——栅极电流;
 I_{GF} ——正向栅极电流;
 I_{GR} ——反向栅极电流;
 I_{GSS} ——所有引出端对源极短路反向栅极电流(结栅型);
 I_{GSSF} ——所有引出端对源极短路的正向栅极电流(绝缘栅型);
 I_{GSSR} ——所有引出端对源极短路反向栅极电流(绝缘栅型);
 I_S ——通过漏极二极管的源极电流(正向偏置 V_{SD});
 $I_{S(off)}$ ——源极截止电流;
 I_{SDS} ——零栅压源极电流;
 $I_{(ISO)}$ ——源极引线对外壳绝缘电流;

- $Q_{g(th)}$ ——施加以达到最小规定栅-源阈值电压的栅极电荷;
 $Q_{g(on)}$ ——施加以达到测量器件 $r_{DS(on)}$ 规定的栅-源电压的栅极电荷;
 $Q_{gm(on)}$ ——施加以达到最大额定栅-源电压的栅极电荷;
 Q_{gs} —— C_{GS} 所需的达到规定 I_D 的电荷;
 Q_{gd} ——在恒定漏极电流条件下, 从栅极施加到漏极以改变漏极电压的电荷;
 $r_{ds(on)}$ ——小信号通态漏-源电阻;
 $r_{DS(on)}$ ——静态通态漏-源电阻;
 S, s ——源极端;
 $t_{d(off)}$ ——关断延迟时间;
 $t_{d(on)}$ ——开启延迟时间;
 U, u ——衬底(当衬底外部连接时的端子);
 $V_{(BR)GSS}$ ——所有引出端对源极短路的栅-源击穿电压(结栅型);
 $V_{(BR)DSS}$ ——所有引出端对源极短路的漏-源击穿电压(结栅型);
 $V_{(BR)GSSF}$ ——正向栅-源击穿电压;
 $V_{(BR)GSSR}$ ——反向栅-源击穿电压;
 V_{DD} ——漏极电源电压;
 V_{DG} ——漏-栅电压;
 V_{DS} ——漏-源电压;
 $V_{DS(on)}$ ——通态漏-源电压;
 V_{DU} ——漏极-衬底电压;
 V_{GG} ——栅极电源电压;
 V_{GP} ——栅极台阶电压;
 V_{GS} ——栅-源电压;
 V_{GSF} ——正向栅-源电压;
 V_{GSR} ——反向栅-源电压;
 $V_{GS(off)}$ ——栅-源截止电压;
 $V_{GS(th)}$ ——栅-源阈值电压;
 V_{GU} ——栅极-衬底电压;
 V_{ISO} ——源极引线对外壳绝缘电压;
 V_{SS} ——源极电源电压;
 V_{SU} ——源极-衬底电压;
 y_{fs} ——小信号共源极短路正向传输导纳幅值;
 y_{is} ——小信号共源极短路输入导纳幅值;
 y_{rs} ——小信号共源极短路反向传输导纳幅值。

H. 3. 2. 3 单结晶体管符号

- $I_{B2(mod)}$ ——基极间调制电流;
 I_{EB20} ——发射极反向电流;
 I_p ——峰值点电流;
 I_v ——谷值点电流;
 r_{BB} ——基极间电阻;
 V_{B2B1} ——基极间电压;
 $V_{EB1(sat)}$ ——发射极饱和电压;
 V_{OB1} ——基极 1 峰值电压;

V_p ——峰值点电压;
 V_v ——谷值点电压;
 η ——固有内分比。

H.3.3 二极管和整流管符号

H.3.3.1 二极管和整流管通用符号

C_J ——结电容;
 $I_{F(R.M.S.)}$, I_f , I_F , $I_{F(AV)}$, i_f , I_{FM} ——正向电流;
 I_{FSM} ——正向峰值浪涌电流;
 $I_{F(OV)}$ ——正向过载电流;
 I_O ——180度导通角 60Hz 半正弦波平均正向电流;
 $I_{R(R.M.S.)}$, I_r , I_R , $I_{R(AV)}$, i_r , I_{RM} ——反向电流;
 $i_{R(REC)}$, $I_{RM(REC)}$ ——反向恢复电流;
 I_{RRM} ——反向重复峰值电流;
 I_{RSM} ——反向峰值浪涌电流;
 P_F , $P_{F(AV)}$, p_F , P_{FM} ——正向耗散功率;
 P_R , $P_{R(AV)}$, p_R , P_{RM} ——反向耗散功率;
 Q_S ——贮存电荷;
 t_{fr} ——正向恢复时间;
 t_{tr} ——反向恢复时间;
 $V_{(BR)}$, $v_{(BR)}$ ——击穿电压(d.c., 总瞬态值);
 $V_{F(R.M.S.)}$, V_f , V_F , $V_{F(AV)}$, v_f , V_{FM} ——正向电压;
 $V_{R(R.M.S.)}$, V_r , V_R , $V_{r(AV)}$, v_r , V_{RM} ——反向电压;
 V_{RWM} ——反向工作峰值电压;
 V_{RRM} ——重复反向峰值电压;
 V_{RSM} ——不重复反向峰值电压。

二极管和整流管易混淆符号的区别见表 H.1。

表 H.1 二极管及整流管字母符号

参数	总 RMS 值	交流成份的 RMS 值	无交流成份的直流值	有交流成份的直流值	总瞬态值	最大总峰值
正向电流	$I_{F(R.M.S.)}$	I_f	I_F	$I_{F(AV)}$	i_f	I_{FM}
180度导通角 60Hz 半正弦波平均正向电流	—	—	—	I_O	—	—
正向重复峰值电流	—	—	—	—	—	I_{FRM}
正向峰值浪涌电流	—	—	—	—	—	I_{FSM}
正向过载电流	—	—	—	—	—	$I_{F(OV)}$
反向电流	$I_{R(R.M.S.)}$	I_r	I_R	$I_{R(AV)}$	i_r	I_{RM}
反向恢复电流	—	—	—	—	$i_{R(REC)}$	$I_{RM(REC)}$
正向耗散功率	—	—	P_F	$P_{F(A)}$	p_F	P_{FM}
反向耗散功率	—	—	P_R	$P_{R(A)}$	p_R	P_{RM}
正向电压	$V_{F(R.M.S.)}$	V_f	V_F	$V_{F(A)}$	v_f	V_{FM}
反向电压	$V_{R(R.M.S.)}$	V_r	V_R	$V_{R(A)}$	v_r	V_{RM}

表 H.1 (续)

参数	总 RMS 值	交流成份的 RMS 值	无交流成份的直流值	有交流成份的直流值	总瞬态值	最大总峰值
反向工作峰值电压	—	—	—	—	—	V_{RWM}
重复反向峰值电压	—	—	—	—	—	V_{RRM}
不重复反向峰值电压	—	—	—	—	—	V_{RSM}
击穿电压	—	—	$V_{(BR)}$	—	$V_{(BR)}$	—

H.3.3.2 微波二极管符号

\bar{F}_0 —— (混频二极管的) 总平均噪声系数;
 \bar{F}_{os} —— (混频二极管的) 标准总平均噪声系数;
 L_c —— 变换损耗;
 M —— (检波二极管的) 品质因数;
 N_r —— 输出噪声比;
 TSS —— 正切信号灵敏度;
 $VSWR$ —— 电压驻波比;
 z_{if} —— 中频阻抗;
 z_{rf} —— 射频阻抗;
 z_m —— 调频负载阻抗;
 z_v —— 视频阻抗。

H.3.3.3 隧道二极管及逆向二极管符号

I_t —— 转折点电流;
 I_p —— 峰值点电流;
 I_v —— 谷值点电流;
 r_i —— 转折点动态电阻;
 V_{pp} —— 投影峰值点电压;
 V_t —— 转折点电压;
 V_p —— 峰值点电压;
 V_v —— 谷值点电压。

H.3.3.4 电压调整和电压基准二极管符号

I_F —— 正向电流 (d.c.);
 I_R —— 反向电流 (d.c.);
 $I_Z, I_{ZK}, I_{ZM}, I_{ZSM}$ —— 调整电流, 基准电流 (d.c., 接近击穿点的直流电流, 最大额定直流电流, 最大额定浪涌直流电流);
 V_F —— 正向电压 (d.c.);
 V_R —— 反向电压 (d.c.);
 V_Z, V_{ZM} —— 调整电压, 基准电压 (d.c., 最大额定电流下的直流电压);
 z_z, z_{zk}, z_{zm} —— 调整阻抗, 基准阻抗 (小信号 I_Z, I_{ZK}, I_{ZM} 下);
 α_{VZ} —— 调整电压温度系数, 基准电压温度系数。

H.3.3.5 电流调整二极管符号

I_L —— 限制电流;
 I_p —— 调整电流;
 V_k —— 拐点电压;

V_L ——限制电压;
 A_{IP} ——限制电流变化;
 V_S ——调整电压;
 Z_k ——拐点电阻;
 Z_s ——调整电阻;
 α_{ip} ——限制电流温度系数。

H. 3. 3. 6 变容二极管符号

C_c ——壳电容;
 C_j ——结电容;
 C_t ——总电容;
 C_{t1}/C_{t2} ——电容比;
 f_{co} ——截止频率;
 L_s ——串联电感;
 Q ——品质因数;
 r_s ——小信号串联电阻;
 α_C ——电容温度系数;
 η ——效率。

H. 3. 3. 7 瞬态电压抑制器符号

C_F ——嵌位系数 (V_C 与 $V_{(BR)}$ 之比);
 I_D ——备用电流;
 I_{FS} ——正向浪涌电流;
 I_{FSM} ——额定正向浪涌电流;
 I_{PP} ——脉冲峰值电流;
 I_{PPM} ——额定脉冲峰值电流;
 I_S ——瞬态峰值浪涌电流;
 I_{SM} ——额定瞬态峰值浪涌电流;
 $P_{(AV)}$ ——平均耗散功率;
 $P_{M(AV)}$ ——额定平均耗散功率;
 P_{PP} ——重复脉冲峰值耗散功率;
 P_{PPM} ——额定重复脉冲峰值耗散功率;
 t_{os} ——过冲持续时间;
 t_{res} ——响应时间;
 $V_{(BR)}$ ——击穿电压;
 V_C ——嵌位电压;
 V_W ——峰值工作电压;
 $V_{WM(R.M.S.)}$ ——r.m.s.工作电压;
 V_{WM} ——额定峰值工作电压;
 V_{OS} ——过冲电压;
 $\alpha_{V(BR)}$ ——击穿电压温度系数。

H. 3. 4 闸流管符号

dv/dt ——断态电压临界上升率;
 $I_{(BO)}$, $i_{(BO)}$ ——转折电流;
 $I_{(BR)R}$, $i_{(BR)R}$ ——(反向阻断闸流管的)反向击穿电流;

$I_{D(R.M.S.)}$, I_D , $I_{D(A)}$, i_D , I_{DM} ——断态电流;
 I_{DRM} ——重复峰值断态电流;
 I_G , $I_{G(A)}$, i_G , I_{GM} ——门极电流;
 I_{GD} , i_{GD} , I_{GDM} ——门极不触发电流;
 I_{GQ} , i_{GQ} , I_{GQM} ——(可关断闸流管的)门极关断电流;
 I_{GT} , i_{GT} , I_{GTM} ——门极触发电流;
 I_H , i_H ——保持电流;
 I_L , i_L ——擎住电流;
 $I_{R(RSM)}$, I_R , $I_{R(A)}$, i_R , I_{RM} ——(反向阻断或反向导通闸流管的)反向电流;
 I_{RRM} ——(反向阻断闸流管的)反向重复峰值电流;
 I_{RSM} ——(反向阻断闸流管的)反向不重复峰值电流;
 $I_{T(R.M.S.)}$, I_T , $I_{T(A)}$, i_T , I_{TM} ——通态电流;
 I_{TRM} ——重复峰值通态电流;
 I_{TSM} ——不重复峰值通态电流;
 P_G , $P_{G(A)}$, p_G , P_{GM} ——门极耗散功率;
 P_R , $P_{R(A)}$, p_R , P_{RM} ——反向耗散功率;
 t_{gd} ——门极控制延迟时间;
 t_{gq} ——(可关断闸流管的)门极控制关断时间;
 t_{gt} ——门极控制开通时间;
 t_q ——电路换向关断时间;
 $V_{(BO)}$, $v_{(BO)}$ ——转折电压;
 $V_{(BR)}$, $v_{(BR)}$ ——(反向阻断闸流管的)反向击穿电压;
 $V_{D(R.M.S.)}$, V_D , $V_{D(A)}$, v_D , V_{DM} ——断态电压;
 V_{DRM} ——重复峰值断态电压;
 V_{DSM} ——不重复峰值断态电压;
 V_{DWM} ——工作峰值断态电压;
 V_G , $V_{G(A)}$, v_G , V_{GM} ——门极电压;
 V_{GD} , v_{GD} , V_{GDM} ——门极不触发电压;
 V_{GQ} , v_{GQ} , V_{GQM} ——(可关断闸流管的)门极关断电压;
 V_{GT} , v_{GT} , V_{GTM} ——(反向阻断闸流管的)门极触发电压;
 V_{RRM} ——(反向阻断闸流管的)重复峰值反向电压;
 V_{RSM} ——(反向阻断闸流管的)不重复峰值反向电压;
 V_{RWM} ——(反向阻断闸流管的)工作峰值反向电压;
 $V_{T(R.M.S.)}$, V_T , $V_{T(A)}$, v_T , V_{TM} ——通态电压;
 $V_{T(MIN)}$ ——最小通态电压。
 闸流管易混淆符号的区别见表 H.2。

表 H.2 闸流管字母符号

参数	总 RMS 值	无交流成份的 直流值	有交流成份的 直流值	总瞬态值	最大总峰值
通态电流	$I_{T(R.M.S.)}$	I_T	$I_{T(AV)}$	i_T	I_{TM}
重复峰值通态电流	—	—	—	—	I_{TRM}
不重复峰值通态电流	—	—	—	I_{TSM}	—

表 H. 2 (续)

参数	总 RMS 值	无交流成份的 直流值	有交流成份的 直流值	总瞬态值	最大总峰值
过载通态电流	—	—	—	—	$I_{T(OV)}$
转折电流	—	$I_{(BO)}$	—	$i_{(BO)}$	—
断态电流	$I_{D(R.M.S.)}$	I_D	$I_{D(A)}$	i_D	I_{DM}
重复峰值断态电流	—	—	—	—	I_{DRM}
反向电流	$I_{R(R.M.S.)}$	I_R	$I_{R(A)}$	i_R	I_{RM}
重复峰值反向电流	—	—	—	—	I_{RRM}
反向击穿电流	—	$I_{(BR)R}$	—	$i_{(BR)R}$	—
通态电压	$V_{T(R.M.S.)}$	V_T	$V_{T(A)}$	v_T	V_{TM}
转折电压	—	$V_{(BO)}$	—	$v_{(BO)}$	—
断态电压	$V_{D(R.M.S.)}$	V_D	$V_{D(A)}$	v_D	V_{DM}
最小通态电压	—	$V_{T(MIN)}$	—	—	—
工作峰值断态电压	—	—	—	—	V_{DWM}
重复峰值断态电压	—	—	—	—	V_{DRM}
不重复峰值断态电压	—	—	—	—	V_{DSM}
反向电压	$V_{R(R.M.S.)}$	V_R	$V_{R(A)}$	v_R	V_{RM}
工作峰值反向电压	—	—	—	—	V_{RWM}
重复峰值反向电压	—	—	—	—	V_{RRM}
不重复峰值反向电压	—	—	—	—	V_{RSM}
反向击穿电压	—	$V_{(BR)R}$	—	$v_{(BR)R}$	—
保持电流	—	I_H	—	i_H	—
擎住电流	—	I_L	—	i_L	—
门极电流	—	I_G	$I_{G(A)}$	i_G	I_{GM}
门极触发电流	—	I_{GT}	—	i_{GT}	I_{GTM}
门极不触发电流	—	I_{GD}	—	i_{GD}	I_{GDM}
门极关断电流	—	I_{GQ}	—	i_{GQ}	I_{GQM}
门极电压	—	V_G	$V_{G(A)}$	v_G	V_{GM}
门极触发电压	—	V_{GT}	—	v_{GT}	V_{GTM}
门极不触发电压	—	V_{GD}	—	v_{GD}	V_{GDM}
门极关断电压	—	V_{GQ}	—	v_{GQ}	V_{GQM}
门极耗散功率	—	P_G	$P_{G(A)}$	p_G	P_{GM}

中华人民共和国
国家军用标准
半导体分立器件通用规范
GJB 33B-2021

*

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 6¼ 字数 200 千字
2022年2月第1版 2022年2月第1次印刷

*

军标出字第 13575 号