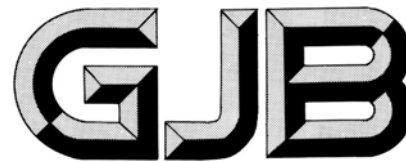


GJB 4027B-2021



# 中华人民共和国国家军用标准

FL 6100

GJB 4027B-2021

代替 GJB 4027A-2006

## 军用电子元器件破坏性物理分析方法

Methods of destructive physical analysis for military electronic components

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 术语和定义	3
4 一般要求	3
5 详细要求	6
工作项目 0100 电阻器	8
0101 金属膜固定电阻器	8
0102 金属箔固定电阻器	11
0103 片式固定电阻器	12
0104 精密线绕固定电阻器	16
0105 功率型线绕固定电阻器	18
0106 电阻网络	20
0107 非线绕电位器	24
0108 线绕电位器	25
工作项目 0200 电容器	28
0201 圆片瓷介电容器	28
0202 多层瓷介(独石)电容器	30
0203 云母电容器	34
0204 金属化塑料膜介质电容器	36
0205 非固体电解质钽电容器	39
0206 非固体电解质钽箔电容器	41
0207 固体电解质钽电容器	43
0208 片式固体电解质钽电容器	45
0209 玻璃介质微调可变电容器	47
0210 瓷介微调可变电容器	49
工作项目 0300 敏感元器件和传感器	51
0301 珠状热敏电阻器	51
0302 圆片式热敏电阻器	52
0311 压阻式压力传感器	53
工作项目 0400 滤波器	56
0401 电磁干扰(EMI)低通馈通滤波器	56
工作项目 0500 开关	59
0501 微动开关	59
工作项目 0600 电连接器	62
0601 低频电连接器	62
0602 电连接器接触件	65
0603 射频电连接器	66

# GJB 4027B-2021

## GJB 4027B—2021

工作项目 0700	继电器	69
0701	电磁继电器	69
0702	固体继电器	74
0703	恒温继电器	76
工作项目 0800	线圈和变压器	79
0801	电感器和变压器	79
0802	射频线圈	86
0803	片式印刷电感器	89
工作项目 0900	石英晶体和压电元件	92
0901	石英晶体元件	92
0902	晶体振荡器	96
工作项目 1000	半导体分立器件	98
1001	无键合丝玻璃外壳、玻璃钝化和塑料封装二极管	98
1002	无键合丝螺栓安装和轴向引线金属外壳二极管	104
1003	有键合丝表面安装和外引线同向引出晶体管、二极管	107
1004	有键合丝塑封半导体分立器件	109
工作项目 1100	集成电路	114
1101	密封半导体集成电路	114
1102	混合集成电路(含多芯片组件)	117
1103	塑封半导体集成电路	119
1104	倒装焊半导体集成电路	127
工作项目 1200	光电器件	131
1201	光耦合器	131
1202	半导体光电模块	134
工作项目 1300	声表面波器件	136
1301	声表面波器件	136
工作项目 1400	射频元件	139
1401	同轴衰减器	139
1402	隔直/监测 T 形头	141
1403	同轴、波导检波器	142
工作项目 1500	熔断器	144
1501	熔丝型管状熔断器	144
1502	引线包封型玻璃和陶瓷基片型熔断器	146
1503	膜式表面安装型熔断器	150
工作项目 1600	加热器	154
1601	带状柔性加热器	154
附录 A (资料性附录)	DPA 数据记录格式	156
附录 B (规范性附录)	封装表面镀涂材料分析方法	159

## 前 言

本标准代替 GJB 4027A-2006《军用电子元器件破坏性物理分析方法》。

本标准与 GJB 4027A-2006 相比，主要有下列变化：

- a) 在半导体分立器件、集成电路和熔断器门类中增加了有键合丝塑封半导体分立器件、倒装焊半导体集成电路和膜式表面安装型熔断器子门类。该标准所涉及的产品门类从 16 大类、49 小类调整为 16 大类、52 小类。
- b) 在每个工作项目程序的外部目检后增加封装表面镀涂材料分析，在每个工作项目的检查程序最后增加结构基线(适用时)。
- c) 增加附录 A，将 GJB 4027A-2006 中 4.2.7 的 DPA 数据记录中 DPA 报告摘要表、DPA 项目结果汇总表和 DPA 试验记录表调整至附录 A。
- d) 增加附录 B，封装表面镀涂材料分析方法。
- e) 将“无键合丝玻璃外壳、玻璃钝化二极管”改为“无键合丝玻璃外壳、玻璃钝化和塑料封装二极管”。

本标准附录 B 是规范性附录，附录 A 是资料性附录。

本标准由中央军委装备发展部信息系统局提出。

本标准起草单位：工业和信息化部电子第四研究院，工业和信息化部电子第五研究所，北京航空航天大学，中国航天科技集团有限公司第一研究院物流中心，中国航天科技集团有限公司第五研究院元器件可靠性中心。

本标准主要起草人：高立、王爽、孙明、武慧薇、张素娟、熊盛阳、王旭、陈政平、任翔、吕贤亮、麻力、王海丽、黄东巍。

GJB 4027 于 2000 年首次发布，于 2006 年第一次修订。

## 军用电子元器件破坏性物理分析方法

### 1 范围

本标准规定了军用电子元器件破坏性物理分析(DPA)的通用方法,包括DPA程序的一般要求、管理要求以及典型电子元器件DPA试验与分析的详细要求和缺陷判据。

本标准适用于有DPA要求的军用电子元器件。

### 2 引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本标准的条款。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标准,但提倡使用本标准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标准。

- GJB 33 半导体分立器件总规范
- GJB 63C-2015 固体电解质钽固定电容器通用规范
- GJB 65B-1999 有可靠性指标的电磁继电器总规范
- GJB 101 耐环境快速分离小圆形电连接器总规范
- GJB 128A-1997 半导体分立器件试验方法
- GJB 142 外壳定位小矩形电连接器通用规范
- GJB 176 J7系列耐环境线簧孔矩形电连接器规范
- GJB 177 压接接触件矩形电连接器总规范
- GJB 191 含宇航级云母固定电容器通用规范
- GJB 192 有失效率等级的无包封多层片式瓷介固定电容器通用规范
- GJB 244 有质量等级的薄膜固定电阻器总规范
- GJB 360B-2009 电子及电气元件试验方法
- GJB 468 1类瓷介固定电容器通用规范
- GJB 548B-2005 微电子器件试验方法和程序
- GJB 597 半导体集成电路通用规范
- GJB 598 耐环境快速分离圆形电连接器通用规范
- GJB 599 耐环境快速分离高密度小圆形电连接器通用规范
- GJB 601 热敏电阻器总规范
- GJB 675 有和无可靠性指标的模制射频固定电感器通用规范
- GJB 680 射频同轴连接器转接器通用规范
- GJB 681 射频同轴连接器通用规范
- GJB 728 玻璃介质微调可变电容器总规范
- GJB 732 有可靠性指标的塑料膜(或纸-塑料膜)介质(金属、陶瓷或玻璃外壳密封)固定电容器总规范
- GJB 733 有失效率等级的非固体电解质钽固定电容器通用规范
- GJB 809A-1997 微动开关通用规范
- GJB 917 线绕预调电位器通用规范
- GJB 918 非线绕预调电位器通用规范
- GJB 920 膜固定电阻网络、膜固定电阻和陶瓷电容的阻容网络通用规范

# GJB 4027B-2021

## GJB 4027B-2021

- GJB 924 2类瓷介固定电容器通用规范
- GJB 972 有和无可靠性指标的塑料膜介质交直流固定电容器通用规范
- GJB 1214 含宇航级金属化塑料膜介质密封固定电容器通用规范
- GJB 1216 电连接器接触件总规范
- GJB 1217A-2009 电连接器试验方法
- GJB 1312 非固体电解质钽电容器总规范
- GJB 1313 云母电容器总规范
- GJB 1314 2类瓷介电容器总规范
- GJB 1432B-2009 片式膜固定电阻器通用规范
- GJB 1433 瓷介微调可变电容器总规范
- GJB 1438 印制电路连接器及其附件通用规范
- GJB 1461 大功率电磁继电器通用规范
- GJB 1515 固体继电器通用规范
- GJB 1517 恒温继电器通用规范
- GJB 1518 射频干扰滤波器通用规范
- GJB 1521 小功率脉冲变压器通用规范
- GJB 1523 精密线绕电位器通用规范
- GJB 1648 晶体振荡器通用规范
- GJB 1661 中频、射频和鉴频变压器总规范
- GJB 1862 有可靠性指标的精密固定电阻器总规范
- GJB 1864A-2011 射频固定和可变片式电感器通用规范
- GJB 1865 非线绕精密电位器通用规范
- GJB 1919 耐环境中性圆形光纤光缆连接器通用规范
- GJB 1929 高稳定薄膜固定电阻器总规范
- GJB 1940 高压多层瓷介固定电容器通用规范
- GJB 1941-1994 金电镀层规范
- GJB 2138 石英晶体元件通用规范
- GJB 2149 有可靠性指标的螺旋杆驱动线绕电位器总规范
- GJB 2283 片式固体电解质钽固定电容器通用规范
- GJB 2438 混合集成电路通用规范
- GJB 2442 有可靠性指标的单片瓷介电容器总规范
- GJB 2446 外壳定位微矩形电连接器通用规范
- GJB 2450 钮子开关通用规范
- GJB 2600 声表面波器件通用规范
- GJB 2828 功率型线绕固定电阻器总规范
- GJB 2829 音频、电源和大功率脉冲变压器和电感器通用规范
- GJB 2888 有失效率等级的功率型电磁继电器通用规范
- GJB 3015 有可靠性指标的非线绕预调电位器总规范
- GJB 3017 高压膜固定电阻器通用规范
- GJB 4152A-2014 多层瓷介电容器及其类似元器件剖面制备及检验方法
- GJB 4157 高可靠性瓷介固定电容器通用规范
- GJB 4409 压力传感器通用规范
- GJB 6788 含宇航级的多芯组瓷介固定电容器通用规范

- GJB 7245 外壳定位超微矩形电连接器通用规范
- GJB 7400 合格制造厂认证用半导体集成电路通用规范
- GJB 7677-2012 球栅阵列(BGA)试验方法
- QJ 1796 分离(脱落)电连接器通用规范
- SJ 20642 半导体光电模块总规范

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1 元器件 components

在电子线路或电子设备中执行电气、电子、电磁、机电和光电功能的基本单元。该基本单元可由多个零件组成，通常不破坏是不能将其分解的。

#### 3.2 破坏性物理分析 destructive physical analysis (DPA)

为验证元器件的设计、结构、材料和制造质量是否满足预定用途或有关规范的要求，对元器件样品进行解剖，以及解剖前后进行一系列检验和分析的全过程。

#### 3.3 生产批 production lot

在同一生产线上采用相同的设计、结构、材料、工艺、控制，按相同的产品规范制造出来的一批元器件。生产批以元器件外壳上标注的生产日期代码或批号来识别。

#### 3.4 缺陷 defect

外形、装配、功能或工艺不符合规定的地方。

注：当 DPA 用于批质量评价时，除非另有说明，元器件的缺陷将作为批拒收的依据。

#### 3.5 批次性缺陷 lot related defect

设计、制造过程造成的、在同一批元器件中重复出现的缺陷。

注：例如半导体器件由于掩膜造成的钝化层、金属化层缺陷等。

#### 3.6 可筛选缺陷 screenable defect

可用有效的非破坏性检验方法筛选剔除的缺陷。

### 4 一般要求

#### 4.1 抽样

##### 4.1.1 概述

除另有规定外，用于 DPA 的样品应从生产批中抽取，并按 DPA 的不同用途规定相应的抽样方案。

##### 4.1.2 批质量一致性检验抽样

###### 4.1.2.1 概述

DPA 用于批质量一致性检验时，抽样方案应以产品规范为准。当产品规范未规定时，应按本标准的规定确定抽样方案。

###### 4.1.2.2 样本大小

样本大小应以满足 DPA 检验项目的需用量为前提。对于一般元器件，样本大小应为生产批总数的 2%，但不少于 5 只也不多于 10 只；对于结构复杂的元器件，样本大小应为生产批总数的 1%，但不少于 2 只也不多于 5 只；对于价格昂贵或批量很少的元器件，样本大小可适当减少，但应经有关机构批准后实施。样本大小的减少会带来置信度的降低。

注：有关机构包括：鉴定机构、采购机构或元器件使用方等。

###### 4.1.2.3 抽样方式

DPA 样本中的样品应在同一生产批中随机抽取，如经有关机构批准，也可抽取最能暴露缺陷的元器件作为样品。

## GJB 4027B-2021

### 4.1.2.4 并行检验

为了节省 DPA 的时间,在不影响分析结果准确性的前提下,允许试验程序有一定的灵活性,可在不同的样品上同时进行不同的 DPA 项目,但需在上述规定样本大小的基础上适当增加样品的数量。

### 4.1.2.5 组合样本

生产批相同,只是某些特性不同的元器件,经有关机构批准,可采用组合样本。

### 4.1.2.6 电特性不合格元器件的使用

若有关各方取得一致意见时,同一生产批中电特性不合格但未丧失功能的元器件,可作为 DPA 的样品。

### 4.1.3 关键过程(工艺)监控的抽样

当 DPA 用于关键过程(工艺)的监控时,其样本大小、抽样方式以及检验的项目和频度等由元器件承制方根据具体情况确定,样本大小最少可为 1 只,检验的频度可为每周一次,或每天一次,也可每小时一次。

### 4.1.4 交货检验或到货检验抽样

当 DPA 用于交货检验或到货检验时,其抽样要求可与批一致性检验相同,使用方也可根据需要提出其他的抽样要求。

交货检验或到货检验的 DPA 抽样要求应在采购文件(合同)中规定。

### 4.1.5 超期复验抽样

当元器件超过规定的贮存期需要进行复验时,其 DPA 抽样方案(包括重新抽样)由相应的标准规定或使用方规定。

### 4.1.6 重新抽样

若第一次 DPA 由于设备故障或操作人员失误等与被检元器件无关的因素而导致未得出结论时,DPA 责任单位应在查明原因采取纠正措施后,再重新抽样进行 DPA(适用时,可根据具体情况对检验项目进行剪裁)。

若第一次 DPA 未得出明确结论或结论为可疑时,应重新抽样,重新进行 DPA。必要时应加大样本大小,适用时可根据具体情况对检验项目进行剪裁。

## 4.2 DPA 方案

### 4.2.1 概述

DPA 方案应针对具体元器件编制。方案的制定应以委托单位的特殊要求、产品规范、本标准、承制方提供的元器件结构资料和有关背景材料为依据。DPA 方案至少应包括样品的背景材料、结构基线、DPA 检验项目、方法和程序、缺陷判据、数据记录和环境要求。

### 4.2.2 DPA 样品的背景材料

DPA 样品的背景材料是指其生产单位、生产批号、生产日期、生产线质量保证体系、产品质量保证等级或可靠性等级、结构类型、产品型号、封装形式、工艺结构特征、使用单位、抽样方式、抽样数量、抽样母体数量及样品测试情况(如已经过测试,还应包括参数的测试结果)、该产品历史记载中的失效模式和缺陷情况等。

### 4.2.3 结构基线

结构基线应包括结构图、各组成部分的相对位置、关键尺寸及相应的材料和工艺。结构基线应作为解剖过程中的比较标准来使用。结构基线可向元器件承制方索取,或依据初次接收的样品进行结构分析获取。

### 4.2.4 检验项目和方法

DPA 的检验项目和方法应符合合同、相应产品规范和本标准的要求。当采用合同或规范规定的检验项目和方法时,应根据适用情况在 GJB 128A-1997、GJB 360B-2009、GJB 548B-2005、GJB 1217A-2009 等标准中选择。

## 4.2.5 DPA 程序

DPA 程序应以能获得更多有用 DPA 信息为原则进行编制。程序应包括检验的项目、实施的顺序、允许并行或调换顺序的检测项目，以及依据某些项目的检验结果可能实施的待选项目。

## 4.2.6 缺陷判据

DPA 的缺陷判据应在 DPA 方案中规定。缺陷判据应以合同、产品规范或本标准的相关要求为依据。对缺陷的评定应有相应的描述和照片。

## 4.2.7 DPA 数据记录

为便于识别和记录，样品要予以编号，每批 DPA 应有一个独立的编号。应记录每个元器件的有关标志，按相应的 DPA 程序记录检测数据，每个记录的数据都应与样品和检验的项目相对应。典型的 DPA 数据记录至少包括：

- a) DPA 方案概述。
- b) DPA 报告摘要表(参见附录 A 图 A.1)。
- c) DPA 项目结果汇总表(参见附录 A 图 A.2)。
- d) DPA 试验记录表(参见附录 A 图 A.3)。
- e) 有关照片：通常需要获取其宏观或显微全貌照片。对所观察到的缺陷或异常情况还需要补充其他照片。对昂贵量少的样品或含重要信息的照片应有备份。应按要求采用诸如颜色、暗场、相衬度和干涉衬度等显微技术，以提高成像清晰度。当采用扫描电子显微镜(SEM)检查时，还应包括最坏情况(如最坏的氧化层台阶、最坏的金属化层)的照片。所有照片应有标识，以便能按母体元器件辨认，并标明所采用的放大倍数(必要时，含 X 射线、中子射线照片)。
- f) 支持结论的其他数据和分析结果。

## 4.2.8 DPA 的环境要求

DPA 检验应在规定的温度、湿度下，在防静电的洁净区进行。

## 4.3 DPA 项目

### 4.3.1 概述

除另有规定外，DPA 项目应按第 5 章中各门类的规定进行。其中外部目检、射线检查、显微检查(必要时，含扫描电子显微镜检查)、样品的开封和制备还应满足 4.3.2~4.3.6 的要求。

### 4.3.2 外部目检

外部目检包括外部结构符合性检查、标志检查以及外部缺陷检查。

### 4.3.3 射线检查

应按相关标准规定的条件进行 X 射线和(或)中子射线检查，用于检查样品在开封前内部有无可动多余物和结构缺陷，证实开封或剖切样品过程中有无引入粒子或产生不应有的结构损伤，并用于确定空腔容积、腔体高度、开封和剖面定位。当 X 射线和(或)中子射线检查作为 DPA 的项目时应使用合适图象质量显示器。

### 4.3.4 显微检查

显微检查应规定明确的放大倍数(放大倍数一般不小于 10 倍)，但是对于缺陷判据有定量要求的内容，放大倍数应以能鉴别相应量值为准。当规定的放大倍数对发现的疑点不能明确判定其性质时，应加大放大倍数或采取其他措施。

### 4.3.5 样品的开封和制备

#### 4.3.5.1 概述

应保证在开封解剖前能够获取到可获得的信息后再进行开封解剖。例如，空腔器件内的气体成份分析应在解剖前进行。在任何情况下，样品的开封解剖和制备期间应避免引入污染或产生异常损伤。

#### 4.3.5.2 开封

DPA 样品开封时，应采取严格的防护措施，避免引入污染或产生异常损伤。所有开封过程应在清

## GJB 4027B—2021

洁环境中进行。开封期间或开封后，元器件的所有部分应能追溯到样品母体。已开封的样品在后续样品制备(如剖面切开)前应存储在清洁、干燥的环境中，可采用真空干燥箱或充氮干燥箱。

### 4.3.5.3 样品剖面制备

DPA 样品的剖面制备通常采用类似于金相或矿物样品光学检查的剖切制备方法，GJB 4152A—2014 详细阐述了这种制备方法。首先将被检样品用合适的室温固化的低收缩率环氧树脂或其他灌封料灌封，灌封前环氧树脂要去除气泡，固化后进行切割、研磨和抛光，有时需要进行化学腐蚀，制成所需的剖面，使其显示出要检验部位的细节。在固化、切割、研磨和抛光样品过程中，材料内部可能产生应力，这种应力可能导致元器件的结构异常或损伤，特别是机械强度较低的脆性材料(如陶瓷、玻璃等材料)，这种损伤可能被误判为样品的原始缺陷。因此，剖面制备过程中应尽量避免或减少应力的产生。

### 4.3.5.4 扫描电子显微镜(SEM)检查样品的制备

半导体分立器件应按 GJB 128A—1997 方法 2077 中 3.3 的要求制备；集成电路应按 GJB 548B—2005 方法 2018 中 3.3 的要求制备。其他类型元器件样品的制备应满足有关的标准实验室技术要求。

### 4.3.6 封装表面镀涂材料分析方法

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

## 4.4 DPA 结论

DPA 结论如下：

- a) DPA 中未发现缺陷或异常情况时，其结论为合格；
- b) DPA 中未发现缺陷或异常情况，但样本大小不符合本标准规定时，其结论为样品通过；
- c) DPA 中发现相关标准中的拒收缺陷时，其结论为不合格；但结论中应阐明缺陷的属性(如可筛选缺陷或不可筛选缺陷)；
- d) DPA 中仅发现异常情况时，其结论为可疑或可疑批，依据可疑点可继续进行 DPA。

## 4.5 样品和资料保存

### 4.5.1 样品保存

已进行过 DPA 的样品，实施 DPA 的单位应加以标识并在合适的环境中保存，保存期至少半年或按合同(委托任务书)规定，以备委托单位复查。委托单位有要求时，可由委托单位保管。

### 4.5.2 资料保存

若无其他规定，宇航用元器件的 DPA 资料保存 20a，其他保存 10a。

## 4.6 使用方法

本标准各类元器件提供了可供选择的 DPA 方法、技术和缺陷判据。适用时，具体型号元器件实施 DPA 的项目、方法和缺陷判据应按本标准进行；当合同或产品规范引用本标准时，允许进行必要的调整、剪裁。

元器件 DPA 的样本大小应以获得真实统一的结论为前提，本标准规定了抽样的一般原则，必要时可根据各有关单位的具体情况，进行适当的调整。

本标准既可用于元器件的批质量评价，也可用于确定过程的质量趋向或工艺过程质量监控等其他目的。

本标准列入元器件的 DPA 方法具有一定的代表性，本标准未列入的元器件门类需要 DPA 时可参照本标准类似元器件的要求进行。

## 5 详细要求

本章规定了军用电子元器件 DPA 的详细要求。在 DPA 之前，功能试验与可焊性试验已经通过了正常的检查和试验，因此，DPA 过程中不再进行此类试验。

典型元器件门类产品 DPA，按“工作项目”的形式加以规定：

- a) 工作项目 0100 电阻器；
- b) 工作项目 0200 电容器；
- c) 工作项目 0300 敏感元器件和传感器；
- d) 工作项目 0400 滤波器；
- e) 工作项目 0500 开关；
- f) 工作项目 0600 电连接器；
- g) 工作项目 0700 继电器；
- h) 工作项目 0800 线圈和变压器；
- i) 工作项目 0900 石英晶体和压电元件；
- j) 工作项目 1000 半导体分立器件；
- k) 工作项目 1100 集成电路；
- l) 工作项目 1200 光电器件；
- m) 工作项目 1300 声表面波器件；
- n) 工作项目 1400 射频元件；
- o) 工作项目 1500 熔断器；
- p) 工作项目 1600 加热器。

## 工作项目 0100 电阻器

本工作项目规定了电阻器、电阻网络和电位器 DPA 的详细要求。表 0100-1 给出了本工作项目所包括的电阻器、电阻网络和电位器类型及其相应产品规范。

表 0100-1

工作项目	产品类型	产品相应规范编号
0101	金属膜固定电阻器	GJB 244
		GJB 1929
		GJB 3017
0102	金属箔固定电阻器	GJB 1862
0103	片式固定电阻器	GJB 1432B-2009
0104	精密线绕固定电阻器	GJB 1862
0105	功率型线绕固定电阻器	GJB 2828
0106	电阻网络	GJB 920
0107	非线性绕电位器	GJB 918
		GJB 1865
		GJB 3015
0108	线绕电位器	GJB 917
		GJB 1523
		GJB 2149

## 工作项目 0101 金属膜固定电阻器

### 1 结构

金属膜固定电阻器(以下简称“电阻器”)的示意图见图 0101-1~图 0101-3。

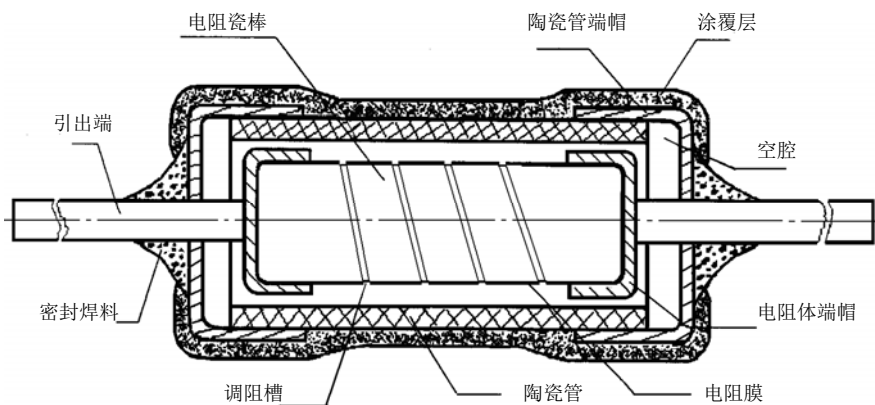


图 0101-1 陶瓷管密封的金属膜固定电阻器

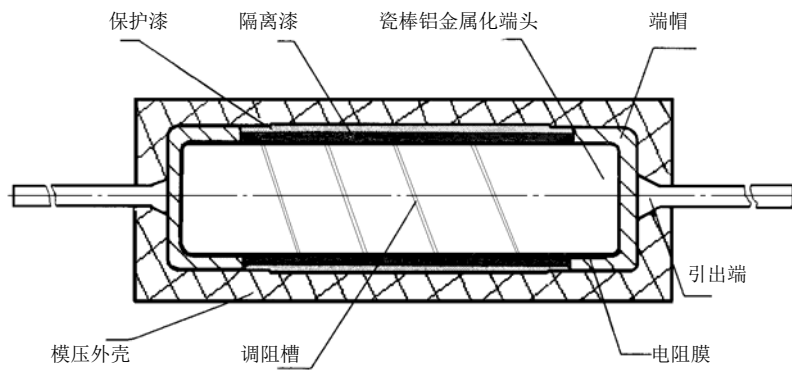


图 0101-2 模压塑封的金属膜固定电阻器

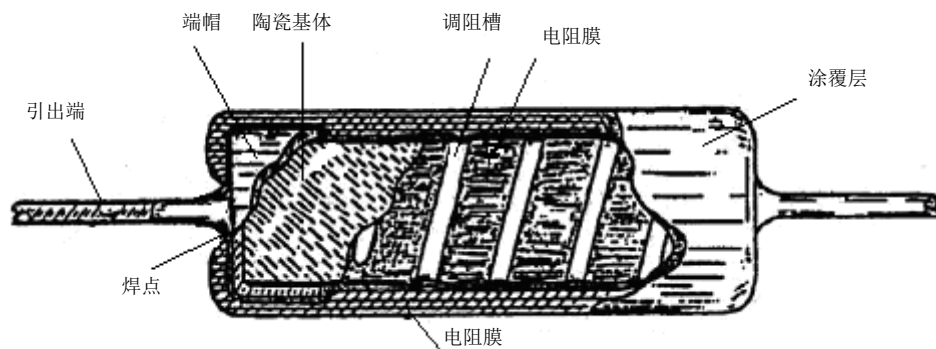


图 0101-3 涂覆型金属膜固定电阻器的结构图

## 2 程序

### 2.1 概述

金属膜固定电阻器的 DPA 项目和顺序见表 0101-1。

表 0101-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	密封(仅对密封型)	2.4
4	内部目检	2.5
5	制样镜检	2.6
6	结构基线(适用时)	2.7

### 2.2 外部目检

#### 2.2.1 方法

放大 30 倍检查电阻器的标志、引线、外壳。

#### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 标志：不清晰、缺损或缺项；

## GJB 4027B-2021

- b) 引出端：松动、裂纹、压伤、裸露基体金属；
- c) 涂覆层或外壳：密封焊缝、涂覆层或外壳裂纹。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 密封(仅对密封型)

根据产品规范要求按 GJB 360B-2009 方法 112，对全部样品进行密封性检验。

### 2.5 内部目检

#### 2.5.1 开封

金属膜固定电阻器的开封按下列要求进行：

- a) 涂覆型金属膜固定电阻器可采用化学方法去除涂覆层，采用的工艺和材料应能溶解并剥离涂覆层，但不得腐蚀金属膜、芯体、引出端和熔焊点。
- b) 陶瓷管密封空腔结构的电阻器，先按 2.5.1 a) 剥离电阻器的涂覆层，然后检查密封陶瓷管上有多余物、裂纹和密封焊料上的砂眼或空洞。采用小车床切割陶瓷管上的金属端帽，打开密封外壳，使电阻体裸露出来。为了不引入多余物，打开密封外壳时，车床的卡盘钳口和刀具在使用之前应用酒精清洗，去除油污。
- c) 玻璃管密封的电阻器，用金刚石刀具切割玻璃管，然后用无纤维薄纸将电阻器包裹好，用小锤轻敲玻璃管使其裂开，清除玻璃碎片取出电阻体。

#### 2.5.2 检查

放大 30 倍检查开封样品所有暴露的内表面。

#### 2.5.3 缺陷判据

内部目检的缺陷判据为：

- a) 芯体裂纹或碎裂；
- b) 端帽歪斜与芯体中心线不重合度大于  $3^\circ$ ；
- c) 端帽裂纹、镀层凸起、起泡、脱落或腐蚀；
- d) 引线与端帽的熔焊点裂纹或有熔焊溅散物；
- e) 电阻膜锈蚀或腐蚀、凸起、脱皮、起泡、粘污或有外来物，钽系电阻器由于热稳定处理或激光调阻引起的变色不应拒收；
- f) 芯体缺陷或羽状斑疵使电阻膜螺旋带宽度小于原宽度的 50%；
- g) 相同阻值的样品之间电阻膜螺旋带的圈数之差达到 5%或 1 圈，取较大者；
- h) 激光调阻槽中有未被切掉的残留电阻膜，螺旋槽内有任何多余物；
- i) 激光调阻的切口过深，对于厚膜其深度大于  $180\mu\text{m}$ ，对于薄膜其深度大于  $12.5\mu\text{m}$ 。

### 2.6 制样镜检

#### 2.6.1 制样

在两个洁净、平滑的硬表面(如铝板和玻璃板)之间轻压并滚动其内部的电阻器，使端帽脱离芯体。通常其中一个端帽会先脱落，此时应注意确保端帽先脱落的端头在继续滚动中不被损坏。

#### 2.6.2 检查

放大 30 倍检查芯体端头上的金属化层或电阻膜。

#### 2.6.3 缺陷判据

制样镜检的缺陷判据为：

- a) 当采用中间涂层时，涂层褪色、脱落、有杂质或气泡，或中间涂层少于端帽周长的 1/2；
- b) 电阻体芯子采用中空的瓷管。

## 2.7 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

### 工作项目 0102 金属箔固定电阻器

## 1 结构

金属箔固定电阻器的示意图见图 0102-1。

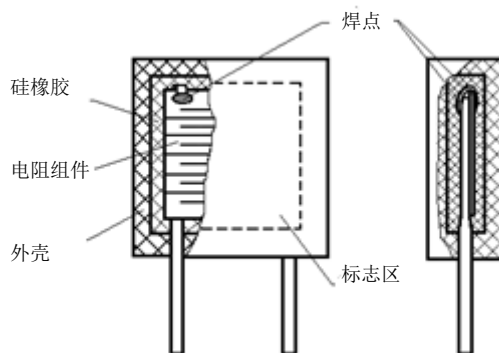


图 0102-1 金属箔固定电阻器

## 2 程序

### 2.1 概述

金属箔固定电阻器的 DPA 项目和顺序见表 0102-1。

表 0102-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	引出端强度	2.4
4	内部目检	2.5
5	制样镜检	2.6
6	结构基线(适用时)	2.7

### 2.2 外部目检

#### 2.2.1 方法和检查

放大 10 倍检查电阻器的标志、引线 and 封装外壳。

#### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- 标志不清晰、缺损或缺项；
- 引线松动、裂纹、压伤、涂镀层腐蚀、裸露基体金属；
- 封装外壳或涂覆层裂纹。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

## GJB 4027B-2021

### 2.4 引出端强度

按照产品规范要求对引出端强度进行试验。

### 2.5 内部目检

#### 2.5.1 开封

金属箔固定电阻器的开封可采用下述方法之一：

方法 1：机械开封(推荐使用)

- a) 轻夹样品平行于引线的两个窄面，用 180 号或更细的砂纸慢慢地磨掉外壳较大平面的塑料，直到足以用尖镊子刺破，或硅橡胶膜开始显露出来；
- b) 对另一平面重复 2.5.1 a)，当塑料外壳只剩下四个窄面时，用尖镊子将连接部位轻轻切断；
- c) 用尖镊子轻轻去掉包裹在衬底上的硅橡胶膜，由于硅橡胶下面的水汽阻挡漆层不易去除，应用牙签或尖镊子小心去掉，注意要确保在电阻体上不引入可能导致拒收的缺陷。

方法 2：化学开封

可采用化学方法去掉塑封外壳，使用的工艺和材料应能溶解外壳和内涂覆层，但不得腐蚀电阻体、衬底、引出端、引线和熔焊点，不得导致任何表面褪色或锈蚀。

#### 2.5.2 方法和检查

放大 30 倍检查开封样品的所有暴露表面。

#### 2.5.3 缺陷判据

内部目检的缺陷判据为：

- a) 衬底或电阻箔开裂或缺口，但在衬底边缘未扩展到箔下面的微小缺口为可接收缺陷；
- b) 焊点压痕有 20%以上不在箔上，或有一半以上不在引线上；
- c) 引出焊盘或引线扁平熔焊部位开裂，引线裂纹或压伤；
- d) 电阻器电阻网线图象显示过热点有可能使金属通路减少75%；电阻器金属的凸起或起泡；在电阻体的有效区内严重的刻痕或擦伤；
- e) 有熔焊溅散物；
- f) 带状连接不平整；
- g) 环氧树脂进入焊点下面或裂纹中；
- h) 任何可能将绝缘区域宽度减少50%的多余物，或校准阻值的调整切口上有可能引起短路的多余物；
- i) 引线在电阻网线上面跨越。

### 2.6 制样镜检

#### 2.6.1 方法和检查

化学分解引线熔焊点，以检查熔焊点下的膜。小心将引线翼片浸入盛有硝酸的浅底容器，约 4min 后用水漂洗。检查焊点膜片区域，保证所有的铜都已去除。否则，重复用硝酸处理。在铜去除之后，用透射光检查焊点膜片。可用 X 射线检查来取代 2.6 制样镜检。

#### 2.6.2 缺陷判据

任意一条或多条总计超出圆周区域 25%裂纹的电阻器应拒收。

### 2.7 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0103 片式固定电阻器

### 1 结构

片式厚膜固定电阻器的示意图见图 0103-1 和图 0103-2。

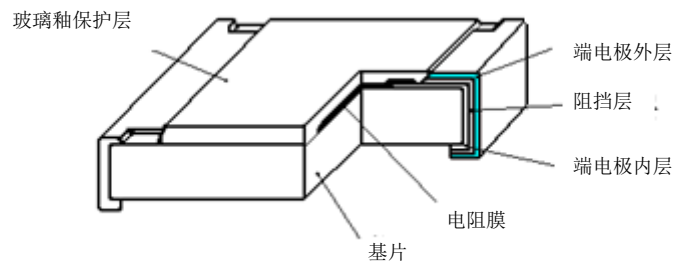


图 0103-1 片式厚膜固定电阻器

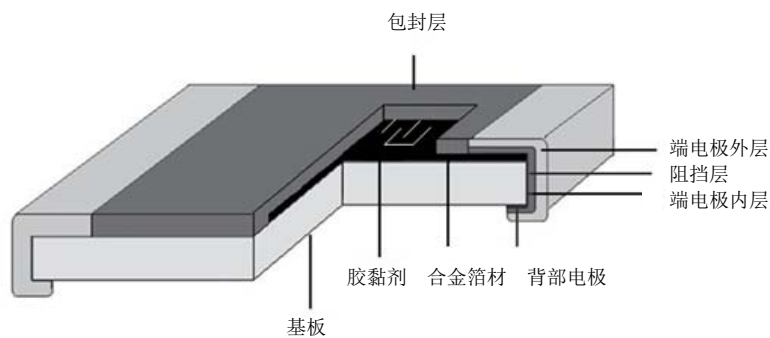


图 0103-2 片式合金箔固定电阻器

## 2 程序

### 2.1 概述

片式固定电阻器的 DPA 项目和顺序见表 0103-1。

表 0103-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	内部目检	2.4
4	制样镜检	2.5
5	结构基线(适用时)	2.6

### 2.2 外部目检

#### 2.2.1 方法和检查

放大 30 倍检查电阻器的外部表面。

#### 2.2.2 缺陷判据

依据 GJB 1432B-2009 中 3.21 和 3.23，具体缺陷判据为：

##### a) 标志：

当产品上打标志时，标志不满足 GJB 1432B-2009 中 3.23.1 或 3.23.2 的要求，标志不清晰、缺损或缺项。

##### b) 电阻膜层：

薄膜电阻器的有效区是指串联连接在两个引出端之间的、未被金属化线条短接的电阻图形所占

## GJB 4027B-2021

据的区域，电阻器有效区内出现下列任何一种现象，均应拒收：

- 1) 有效区内电阻膜上有任何划伤；
- 2) 有效区内使电阻线条宽度小于原宽度 50% 的空洞或颈缩；
- 3) 设计线宽小于  $5\mu\text{m}$  的，有效电阻带上使其宽度小于原宽度 75% 的空洞或颈缩；
- 4) 引出端旁边的电阻膜上有任何空洞；
- 5) 电阻膜起泡、浮起或剥落；
- 6) 电阻膜上有探针伤痕；
- 7) 电阻膜局部严重沾污或腐蚀(钽系电阻器热稳定化处理所引起的变色不拒收)；
- 8) 由光刻使相邻电阻线条之间的间距小于电阻图形中最窄线条宽度 50% 的桥接缺陷；
- 9) 取较小者，由光刻或其他原因使相邻电阻线条之间的间距小于设计间距 50% 或小于  $2.5\mu\text{m}$  的不完全桥接缺陷，但设计线宽为  $2.5\mu\text{m}$  的，放大 400 倍能看得见间距的除外。

当电阻膜层敞露或透过玻璃釉可见时，电阻器出现下列任何一种现象，均应拒收：

- 1) 空洞、刻痕、切口(调阻切口除外)大于电阻膜宽度的 25%；
- 2) 可用电阻膜宽度小于原宽度 50% (见图 0103-3)；
- 3) 电阻膜与端电极错位大于  $130\mu\text{m}$ 。

### c) 端电极：

端电极的缺陷判据为：

- 1) 除另有规定外，表电极 M、背电极 N 的宽度小于  $250\mu\text{m}$  或大于  $400\mu\text{m}$  (见图 0103-4)；
- 2) 端电极宽度小于  $25\mu\text{m}$  (适用于片式合金箔固定电阻器)；
- 3) 端电极空白或脱落的面积大于 5%；
- 4) 端电极浮起或有锈斑；
- 5) 端电极棱边处不连续；
- 6) 可锡焊端电极表面隆起或粘附外来物大于  $80\mu\text{m}$ ，可粘接端电极表面隆起或粘附外来物大于  $200\mu\text{m}$  (见图 0103-5)；
- 7) 粘附、溅落或嵌入外来物。

### d) 基片：

基片的缺陷判据为：

- 1) 有任何长度大于  $80\mu\text{m}$  的裂纹、崩损或空洞 (见图 0103-6)；
- 2) 有长度大于  $25\mu\text{m}$  并指向电阻膜的裂纹；
- 3) 在靠近电阻膜或端电极  $25\mu\text{m}$  以内有裂纹；
- 4) 不是产生于基片边缘的任何裂纹。

### e) 玻璃釉保护层(包封层，适用于片式合金箔固定电阻器)：

玻璃釉保护层的缺陷判据为：

- 1) 表面缺失、崩损、裂纹、划伤、锈斑、空洞；
- 2) 溅落、粘附或嵌入端电极材料或外来物质 (见图 0103-7)。

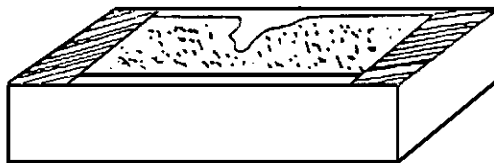


图 0103-3 可用电阻膜宽度减小

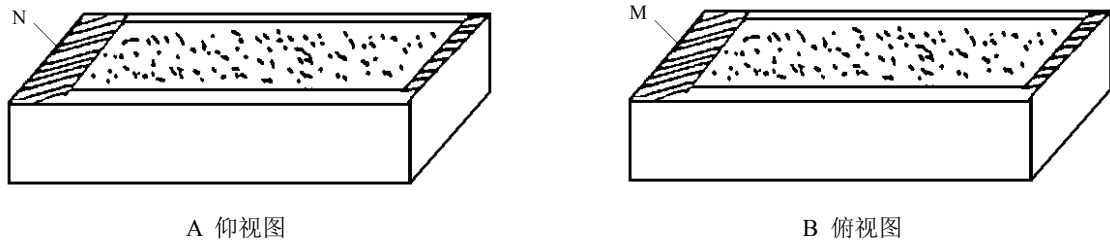


图 0103-4 端电极宽度超差



图 0103-5 端电极隆起或粘附外来物

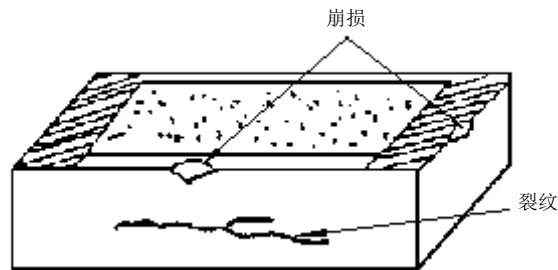


图 0103-6 陶瓷基片裂纹、崩损

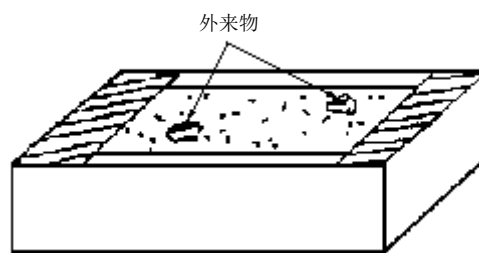


图 0103-7 溅落、粘附或嵌入外来物

### 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 内部目检(对有不透明聚合物包封层的电阻器)

#### 2.4.1 样品制备

对于有不透明聚合物包封层(非玻璃)的电阻器，该包封层阻碍了对电阻内部的观察。可采用合适的化学方法去除该包封层，使用的工艺和材料应能溶解包封层，但不得腐蚀电阻膜、端电极材料，不得导致任何表面褪色或锈蚀。

#### 2.4.2 检查

放大 30 倍检查样品的电阻膜。

# GJB 4027B-2021

## GJB 4027B—2021

### 2.4.3 缺陷判据

按照 2.2.2 b) 的缺陷判据进行。

### 2.5 制样镜检

#### 2.5.1 制样

将样品制成剖面以检查内部结构，剖面分纵向剖面和横向剖面两种，两种剖面均应垂直于电阻器的膜层和端电极平面。半数样品制成纵向剖面，另外半数样品制成横向剖面。剖面制备应依据 GJB 4152A—2014 规定的方法进行。

#### 2.5.2 检查

放大 50 倍检查每只样品的剖面，阻挡层检查用 500 倍。

#### 2.5.3 缺陷判据

制样镜检的缺陷判据为：

##### a) 基片：

- 1) 有长度大于  $80\mu\text{m}$  的裂纹、崩损或空洞；
- 2) 有长度大于  $25\mu\text{m}$  并指向电阻膜的裂纹；
- 3) 在靠近电阻膜或端电极  $25\mu\text{m}$  以内有裂纹。

##### b) 玻璃釉保护层：

- 1) 表面缺失、崩损、裂纹、划伤、锈斑、空洞；
- 2) 溅落、粘附或嵌入端电极材料或外来物。

##### c) 端电极：

- 1) 端电极浮起或有锈斑；
- 2) 端电极棱边处不连续；
- 3) 单个或成串空洞、裂纹使其厚度减小 50%以上；
- 4) 端电极外层(锡铅合金焊料层)剥离或厚度小于  $2.5\mu\text{m}$  的区域在端电极宽度方向上的线度累计超过  $250\mu\text{m}$ ；
- 5) 观察不到阻挡层、阻挡层不连续或厚度小于  $1.3\mu\text{m}$ (适用时)；
- 6) 溅落、粘附或嵌入外来物。

##### d) 电阻膜层：

- 1) 单个或成串空洞、裂纹使其厚度减小 50%以上；
- 2) 厚度不均匀使其局部厚度减小 30%以上；
- 3) 当有调阻槽时，调阻槽未刻断。

##### e) 电阻合金箔材(适用于片式合金箔固定电阻器)：

- 1) 空洞、凸起、划伤、刻痕或裂纹等缺陷使电阻线条宽度小于原线条宽度  $3/4$ ；
- 2) 表面有锈斑、皱纹、气泡或缺陷。

### 2.6 结构基线

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0104 精密线绕固定电阻器

### 1 结构

精密线绕固定电阻器的示意图见图 0104-1。

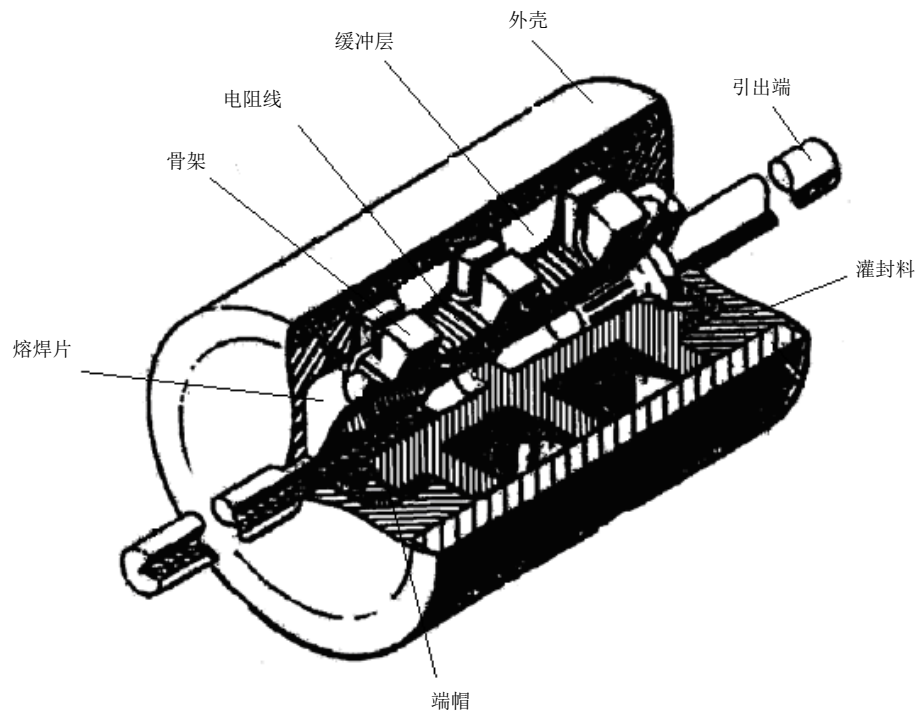


图 0104-1 精密线绕固定电阻器

## 2 程序

### 2.1 概述

精密线绕固定电阻器的 DPA 项目和顺序见表 0104-1。

表 0104-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	制样镜检	2.4
4	结构基线(适用时)	2.5

### 2.2 外部目检

#### 2.2.1 方法

放大 20 倍检查电阻器的标志、引线、外表面和涂覆层。

#### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 标志不清晰、缺损或缺项；
- b) 引线松动、裂纹、压伤、涂镀层腐蚀、剥落露出底层金属；
- c) 外壳或涂镀层损伤或变色。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

## GJB 4027B-2021

### 2.4 制样镜检

#### 2.4.1 制样

应按下列细则制备:

- 抽取 1/2 样品按 GJB 4152A-2014 的方法制取剖面, 剖面应平行于电阻器的纵轴线, 深度应使电阻器的引线露出;
- 剩余的样品用合适的溶剂将外壳和涂覆层去掉, 使骨架、电阻线、引出端和熔焊点裸露, 但不应使其腐蚀。

#### 2.4.2 检查

放大 30 倍检查样品的剖面 and 所有暴露表面。

#### 2.4.3 缺陷判据

制样镜检的缺陷判据为:

- 包封壳下面的绕组表面无缓冲包裹层;
- 骨架变形或裂纹, 骨架内两引线之间的距离小于 0.6mm;
- 电阻线打结、扭结、接头、急剧弯曲、交叉或损伤;
- 熔焊片开裂或浮起, 熔焊部位无焊嘴压痕, 熔焊部位烧伤线度大于焊片宽度的 1/2。

### 2.5 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0105 功率型线绕固定电阻器

### 1 结构

功率型线绕固定电阻器的示意图见图 0105-1 和图 0105-2。

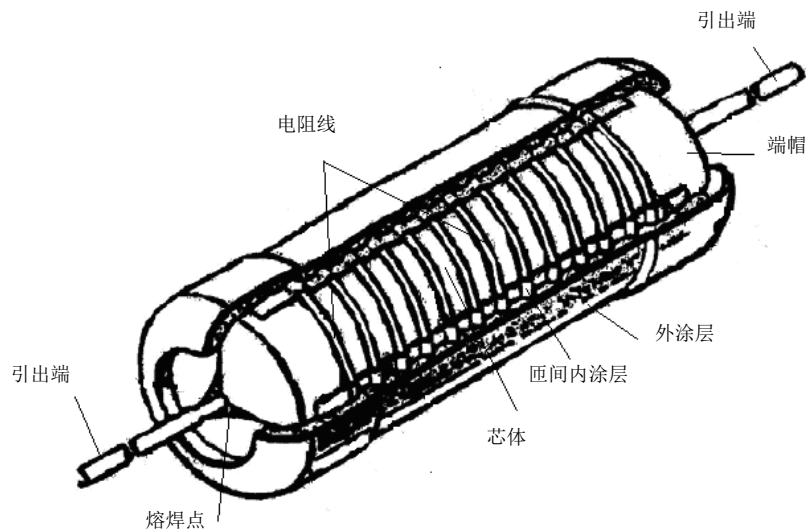


图 0105-1 功率型线绕固定电阻器

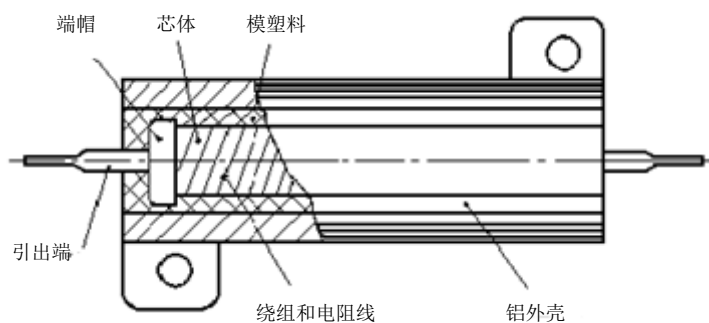


图 0105-2 底座安装的功率型线绕固定电阻器

## 2 程序

### 2.1 概述

功率型线绕固定电阻器的 DPA 项目和顺序见表 0105-1。

表 0105-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	内部目检	2.5
5	结构基线(适用时)	2.6

### 2.2 外部目检

#### 2.2.1 方法

放大 20 倍检查电阻器的标志、引出端、防护层或封装外壳。

#### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- 标志不清晰、缺损或缺项；
- 引出端松动、裂纹、压伤、涂镀层腐蚀、剥落露出基体金属；
- 端套式引出的电阻器，端套中心线与电阻器主体中心线的夹角大于  $5^\circ$ ；
- 短焊片引出的管形电阻器，两端引出焊片不在电阻器主体中心线的同一平面内，夹角超过  $10^\circ$ ；
- 电阻线直径小于或等于  $360\mu\text{m}$  的电阻器的电阻线或其焊接点暴露在外；
- 电阻线直径小于  $890\mu\text{m}$  的电阻器的保护层或封装外壳有气孔、裂纹或碎裂。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 X 射线检查

#### 2.4.1 方法

X 射线检查应按照 GJB 360B-2009 方法 209 规定进行(旋转  $90^\circ$  从两个角度检查)。

#### 2.4.2 缺陷判据

依据本工作项目 2.5.3 中的条款进行。

# GJB 4027B-2021

## GJB 4027B-2021

### 2.5 内部目检

#### 2.5.1 开封

功率型线绕固定电阻器的开封按下列规定进行：

a) 模压塑封的或涂覆型功率型电阻器：

- 1) 用合适的溶剂溶解涂覆层，暴露出电阻线、芯体、引出端、端帽和熔焊点，溶剂不得使其腐蚀；
- 2) 当只剩下检查电阻器芯体时，可将电阻线从端帽上切下以便检查。

注：端套式引出的电阻器其电阻线较粗，一般都裸露在外，一般只进行外部目检。

b) 底座安装的功率型电阻器：

- 1) 在外壳两侧(相隔 180°)沿水平轴线将铝型材外壳锯开；
- 2) 除去外壳，用合适的溶剂溶解电阻器芯子表面的灌封料和涂覆层，暴露出内部的电阻线、芯体、引出端、端帽和熔焊点，但不得使其腐蚀；
- 3) 当只剩下检查电阻器芯体时，可将电阻线从端帽上切下以便检查。

#### 2.5.2 检查

放大 30 倍检查开封后样品的所有裸露表面。

#### 2.5.3 缺陷判据

内部目检的缺陷判据为：

- a) 端帽偏斜大于 10°，其上有裂纹、缺口或涂镀层腐蚀；
- b) 引线与端帽的熔焊点有裂纹或凸起的焊瘤，附近有焊料溅散物；
- c) 绕组松动；
- d) 电阻线打结、接头或损伤使其直径小于规范值的 5/6；
- e) 电阻值相同的样品绕组线匝数之差达到 5%或 1 匝，取大者；
- f) 除阻值小于 1Ω 的电阻器外，绕组匝间间距大于电阻线直径的 5 倍；或者，除高阻电阻器采用绝缘漆包线的之外，绕组匝间间距小于电阻线直径；
- g) 芯体上裂纹、碎裂或表面空洞的最大尺寸超过 0.06mm；
- h) 模压部分不应存在任何使绝缘带面积减少 10%的空洞和气泡；或任何一个主要尺寸大于 0.60mm 空洞或气泡，引线端帽分界面不应超出封装边界；
- i) 焊接轮廓线应正确定位，并没有多余的导线突出或刺穿电阻涂层；
- j) 电阻线呈现腐蚀现象。

#### 2.6 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行。

## 工作项目 0106 电阻网络

### 1 结构

电阻网络的示意图见图 0106-1 和图 0106-2。

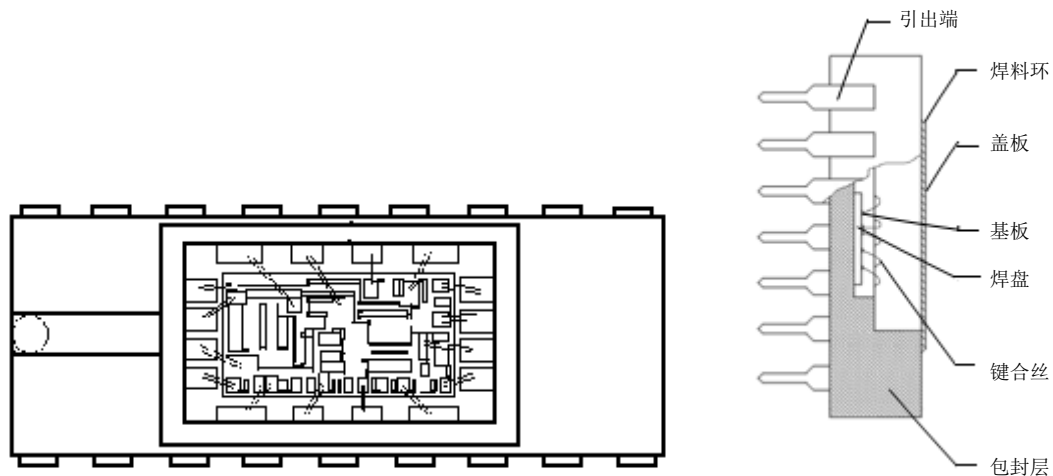


图 0106-1 双列直插封装电阻网络

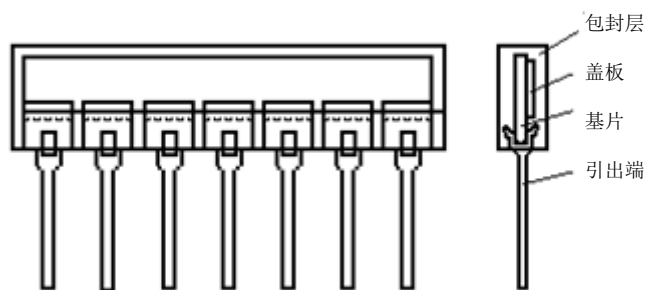


图 0106-2 单列直插塑封电阻网络

## 2 程序

### 2.1 概述

电阻网络的 DPA 项目和顺序见表 0106-1。

表 0106-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	粒子碰撞噪声检测(适用于密封空腔结构)	2.4
4	密封(适用于密封空腔结构)	2.5
5	引出端强度(适用于单列直插塑封结构)	2.6
6	内部目检	2.7
7	键合强度(适合于内部有键合丝结构)	2.8
8	结构基线(适用时)	2.9

## GJB 4027B-2021

### 2.2 外部目检

#### 2.2.1 方法和检查

放大 20 倍检查电阻网络的标志、引出端和所有表面。

#### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 标志不清晰、缺损或缺项；
- b) 引出端松动、压伤、裂纹、涂镀层腐蚀、剥落露出基体金属；
- c) 密封外壳或焊缝裂纹、空洞。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 粒子碰撞噪声检测(适用于密封空腔结构)

密封腔体结构的电阻网络，参照 GJB 548B-2005 方法 2020 进行粒子碰撞噪声检测，以确定其内部是否存在可动多余物。

### 2.5 密封(适用于密封空腔结构)

密封腔体结构的电阻网络，应依据相应产品规范或合同要求，按 GJB 548B-2005 方法 1014 进行密封性检验。

### 2.6 引出端强度(适用于单列直插塑封结构)

应依据相应规范或合同要求，按 GJB 360B-2009 方法 211 进行引出端强度试验。

### 2.7 内部目检

#### 2.7.1 开封

电阻网络的开封按下列规定进行：

##### a) 封盖锡焊密封结构

用刻刀刀尖沿焊缝周边刮切封盖下面的焊料，直到刮出的间隙能插入手术刀片为止，然后在封盖的一角小心插入手术刀片且使刀片与封装外壳表面平行，将封盖撬开，沿焊缝继续向前插入刀片直到封盖与封装外壳分离。

##### b) 金属壳熔焊密封结构

用铣床或锉刀在四周焊缝上切成一个大约 30° 的斜坡，直到放大 20 倍能在四周斜坡上看到焊缝，然后用干净刷子将金属屑清除，在焊缝中插入手术刀片撬开封装外壳。

##### c) 玻璃熔封结构

用金刚石或硬质合金刀具在玻璃熔接部位周围均匀地切割，直到玻璃体出现裂缝，然后从一角小心撬开封装外壳。

##### d) 模压塑封结构

用合适的溶剂去掉塑封外壳暴露其内部结构，但不得使内部构件腐蚀。

#### 2.7.2 检查

放大 30 倍检查已开封样品的所有暴露表面。

#### 2.7.3 缺陷判据

内部目检的缺陷判据为：

##### a) 多余物：

1) 放大 50 倍可见的激光调阻残留物或其他多余物。

##### 2) 金属多余物：

可见自由的金属多余物；粘接型金属多余物的主要尺寸超过 0.125mm，多余物接触金属膜或伸到金属膜的上面。

注：用表压为 150kPa 的无油干燥氮气或空气吹不掉即认为是粘接型多余物。

- 3) 非金属多余物：  
外壳的玻璃、纤维和其他非金属材料，尺寸超过 0.125mm。
  - b) 金属化层缺陷：
    - 1) 金属化层起泡、浮起或剥落，局部严重沾污、腐蚀或杂色；
    - 2) 穿透金属化层露出底层材料的任何划伤；
    - 3) 金属化互连线条的任何部位露底层材料并使其宽度小于原宽度 50%的任何划伤或空洞；
    - 4) 键合区以外的金属化互连线上有探针伤痕；
    - 5) 因金属化引出线条与电阻器图形未对准而使其错位大于 13 $\mu$ m；
    - 6) 使任意两个金属化区之间的间距小于原间距 50%或小于 8 $\mu$ m 金属化层桥接缺陷；
    - 7) 使金属化层与电阻图形之间的间距减少到 2.5 $\mu$ m 以下的设计上不允许的桥接缺陷。
  - c) 电阻器膜层缺陷：  
片式薄膜固定电阻器及厚膜电阻网络的电阻膜层检查按工作项目 0103 中 2.2.2 b) 进行。
  - d) 激光修正缺陷：
    - 1) 由于激光束的抖动，激光切割槽内残留有未被切掉的材料或调阻线条未被全部切断。
    - 2) 激光切割后，调阻区的剩余宽度小于原宽度的 50%。
    - 3) 当激光切割不是直线时，剩下的最窄宽度小于同一电阻图形中的最窄线条宽度。
    - 4) 激光切割槽伤及有效区内的电阻线条。
    - 5) 由于激光束深到底层而造成的氧化层空洞、裂纹之类的损伤，这种损伤还伤及有效区内的互连部线条或电阻线条。
    - 6) 由激光束直接作用或杂散反射所造成的电阻线条烧焦现象(钽系电阻器激光切口及其附近变色不拒收)。
    - 7) 不是设定的有激光调阻所引起的任何缺口。长度超过 0.125mm(0.005 英寸)的裂纹或距基片(芯片)有效区小于 0.025mm(0.001 英寸)的裂纹。
  - e) 焊盘或键合区缺陷：  
焊盘或键合区上的金属化层缺损或脱落面积大于 5%。
  - f) 基片、氧化层或划片缺陷：
    - 1) 金属化层或电阻图形下面的氧化层或基片空洞，但设计规定的窗口除外；  
注：氧化层或基片空洞是指放大 100 倍时可在其边缘看到 2 条以上彩色条纹的缺陷。
    - 2) 使任意两个电阻表面、两个金属化表面或这两种表面之间并非设计规定而桥接起来的氧化层或基片空洞；
    - 3) 划片后使得有效金属化线条与基片边缘之间的氧化层宽度小于 13 $\mu$ m，但无效金属化线条旁边的这种缺陷除外；
    - 4) 有效区内电阻带或金属化线条下面的基片上有任何缺口或裂纹；
    - 5) 长度超过 0.125mm(0.005 英寸)的裂纹或距基片(芯片)有效区小于 0.025mm(0.001 英寸)的裂纹；
    - 6) 基片边缘上有超过 0.025mm 长并指向有效区的裂纹；
    - 7) 基片边缘上有超过 125 $\mu$ m 长的裂纹；基片(芯片)背面的裂纹或缺口，使芯片未损伤部分的面积小于原面积的 75%，或键合区的裂纹或缺口。
  - g) 键合缺陷(适用时)：  
符合 GJB 548B-2005 方法 2017 相关条款的判据。
- ## 2.8 键合强度(适合于内部有键合丝结构)
- 应按 GJB 548B-2005 方法 2011 试验条件 D 进行。

GJB 4027B-2021

## 2.9 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行。

### 工作项目 0107 非线性绕电位器

#### 1 结构

非线性绕电位器的示意图见图 0107-1 和图 0107-2。

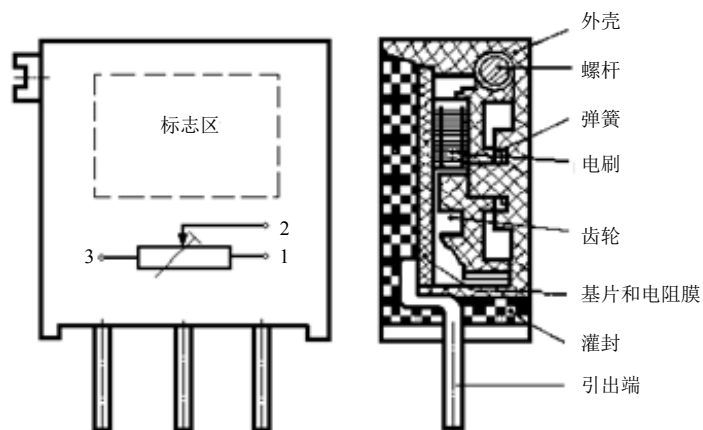


图 0107-1 方形非线性预调电位器

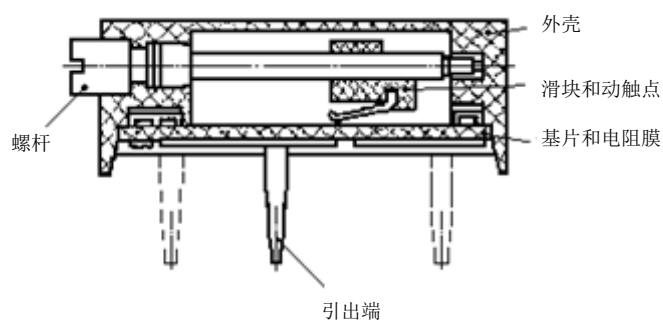


图 0107-2 长方形非线性预调电位器

## 2 程序

### 2.1 概述

非线性绕电位器的 DPA 项目和顺序见表 0107-1。

表 0107-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	内部目检	2.4
4	结构基线(适用时)	2.5

## 2.2 外部目检

### 2.2.1 方法和检查

放大 20 倍检查标志、引出端、调节螺杆和外壳。

### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 标志不清晰、缺损或缺项；
- b) 引出端松动、裂纹或损伤；
- c) 外壳裂纹、缺口或孔洞；
- d) 螺杆上的起子槽不符合要求。

## 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

## 2.4 内部目检

### 2.4.1 开封

非线绕电位器的开封按下列规定进行：

- a) 带有圆盖的方形塑封外壳电位器  
在盖边下面的粘接缝插入刀头将盖撬开。卸下蜗轮和驱动螺杆，暴露出内部表面。
- b) 长方形塑封外壳电位器  
用刻刀沿外壳与基板或底板之间粘接缝刻出切口，插入刀头将外壳撬离本体，再将螺杆、滑块和动触点与电阻膜分离。
- c) 单圈电位器  
此类电位器通常由一个较长的转轴、金属外罩和一个装有电阻基片和引出端的绝缘底座组成。这类电位器的拆卸，只要将罩在绝缘底座上的金属外罩的弯脚撬开，取下外罩卸下转子组件即可。

### 2.4.2 检查

放大 30 倍检查开封样品的所有暴露表面。

### 2.4.3 缺陷判据

内部目检的缺陷判据为：

- a) 电阻膜上沾污、变色或有多余物，如纤维、磨损的碎屑、残留焊剂、非设计要求的润滑剂等；
- b) 电阻膜上有划痕、凸起或起泡；
- c) 电阻膜周围或基片裂纹；
- d) 滑动臂变形、开裂或损坏；
- e) 熔焊点裂纹、松动或烧伤线度大于焊片宽度的 1/5。

## 2.5 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0108 线绕电位器

### 1 结构

线绕电位器的示意图见图 0108-1 和 0108-2。

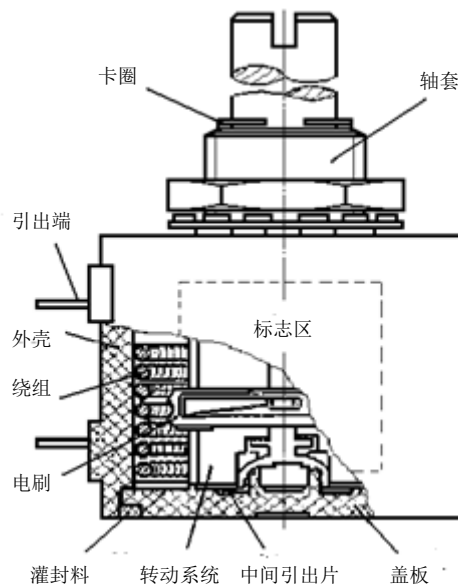


图 0108-1 多圈线绕电位器

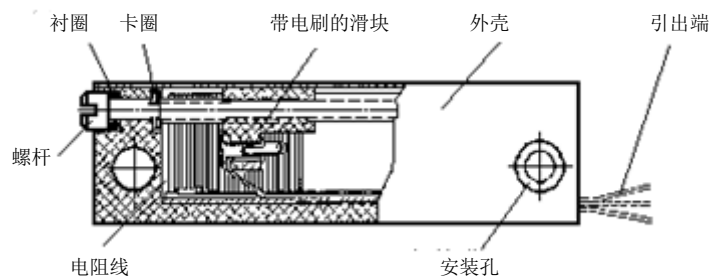


图 0108-2 长方形螺杆驱动线绕预调电位器

## 2 程序

### 2.1 概述

表 0108-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	内部目检	2.4
4	结构基线(适用时)	2.5

### 2.2 外部目检

#### 2.2.1 方法和检查

放大 20 倍检查样品的标志、引出端、外壳和调节螺杆。

#### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 标志不清晰、缺损或缺项；
- b) 引出端的松动、裂纹或损坏；
- c) 外壳裂纹、缺口或孔洞；

d) 螺杆上的起子槽不符合要求。

## 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

## 2.4 内部目检

### 2.4.1 开封

线绕电位器的开封按下列规定进行：

#### a) 带封盖的圆柱形塑料外壳多圈线绕电位器

用刻刀沿封盖边缘的粘接缝刻出切口，插入刀头将封盖撬开，卸下转动系统，暴露绕组及内部表面。

#### b) 长方形塑料外壳线绕电位器

用刻刀沿外壳与基板或底座之间粘接缝刻出切口，插入到头将外壳撬离本体，再将螺杆、电刷与绕组板分离。

#### c) 单圈电位器

此类电位器通常由一个较长的转轴、金属外罩和一个装有绕组板和引出端的绝缘底座组成。该类电位器的拆卸，只要将罩在绝缘底座上金属外罩的弯脚撬开，取下外罩卸下转子组件。

### 2.4.2 检查

放大 30 倍检查开封样品的所有暴露表面，发现线径有异常时，检查异常部位。

### 2.4.3 缺陷判据

内部目检的缺陷判据为：

a) 绕组因固定不牢而松动；

b) 电阻线打结、接头或损伤；

c) 电阻线松动、与其他导电零件接触或匝间相互接触；

d) 绕组沾污或有多余物，如焊料溅散物、残余焊剂、银多余物或非设计要求的润滑剂；

e) 电阻线熔焊点松动、开裂或烧伤面线度大于焊片宽度的 1/5；

f) 转动或滑动系统、电刷或止挡变形、开裂或损坏；

g) 电阻线直径小于或等于规范值的 5/6；

h) 内部连接未采用熔焊。

## 2.5 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

### 工作项目 0200 电容器

本工作项目规定了电容器 DPA 的详细要求。表 0200-1 给出了本工作项目中所包括的电容器类型及相应产品规范。

表 0200-1

工作项目	产品类型	产品相应规范编号
0201	圆片瓷介电容器	GJB 468
		GJB 924
		GJB 1314
		GJB 2442
0202	多层瓷介(独石)电容器	GJB 192
		GJB 468
		GJB 924
		GJB 1314
		GJB 1940
		GJB 4157
		GJB 6788
0203	云母电容器	GJB 191
		GJB 1313
0204	金属化塑料膜介质电容器	GJB 732
		GJB 972
		GJB 1214
0205	非固体电解质钽电容器	GJB 733
		GJB 1312
0206	非固体电解质钽箔电容器	GJB 733
0207	固体电解质钽电容器	GJB 63C-2015
0208	片式固体电解质钽电容器	GJB 2283
0209	玻璃介质微调可变电容器	GJB 728
0210	瓷介微调可变电容器	GJB 1433

### 工作项目 0201 圆片瓷介电容器

#### 1 结构

圆片瓷介电容器的示意图见图 0201-1。

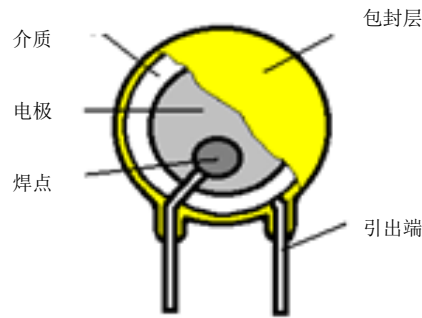


图 0201-1 圆片瓷介电容器

## 2 程序

### 2.1 概述

圆片瓷介电容器的 DPA 项目和顺序见表 0201-1。

表 0201-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	引出端强度	2.4
4	内部目检	2.5
5	制样镜检	2.6
6	结构基线(适用时)	2.7

### 2.2 外部目检

#### 2.2.1 方法

放大 20 倍检查样品的结构、标志和外部表面。

#### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 外形结构不符合要求；
- b) 标志不清晰、缺损或缺项；
- c) 引线压伤、切口、裂纹、涂镀层腐蚀或剥落；
- d) 包封层上有裂纹、缺口、掉屑、孔洞或砂眼。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 引出端强度

#### 2.4.1 方法

根据 GJB 360B-2009 方法 211 和产品规范进行引线拉力试验。

#### 2.4.2 缺陷判据

引线或其根部断裂、裂纹、机械损伤。

### 2.5 内部目检

#### 2.5.1 开封

用化学溶剂或等离子蚀刻法将全部样品的包封层去掉。

## GJB 4027B-2021

### 2.5.2 检查

放大 50 倍对去包封层后的芯组表面进行检查。

### 2.5.3 缺陷判据

内部目检的缺陷判据为：

- a) 芯组表面有凹坑、孔洞和裂纹；
- b) 陶瓷介质留边溅落焊料；
- c) 焊点开裂、焊料填充不足、不湿润或冷焊。

### 2.6 制样镜检

#### 2.6.1 制样

将去包封后的芯组在靠近引线根部剪去引线，然后再按 GJB 4152A-2014 规定的方法制备剖面。剖面应与电极和介质平面垂直，并且至少通过一个引线的焊点。

#### 2.6.2 检查

放大 50 倍对剖面进行检查。

#### 2.6.3 缺陷判据

制样镜检的缺陷判据为：

- a) 引线剖面形状不符合要求(对引线截面有特定要求时)；
- b) 介质内部有裂纹、孔洞，厚度不均匀(厚度减小超过其平均值的 30%)；
- c) 电极有气泡或浮起；
- d) 焊点内部有裂纹或孔洞(一个焊点内有三个或三个以上大于 0.2mm 的孔洞，或其尺寸的累积值超过焊点尺寸的 50%)。

### 2.7 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0202 多层瓷介(独石)电容器

### 1 结构

多层瓷介(独石)电容器分为带引线有包封层多层瓷介电容器和无引线无包封层多层瓷介片式电容器，其示意图分别见图 0202-1 和图 0202-2。

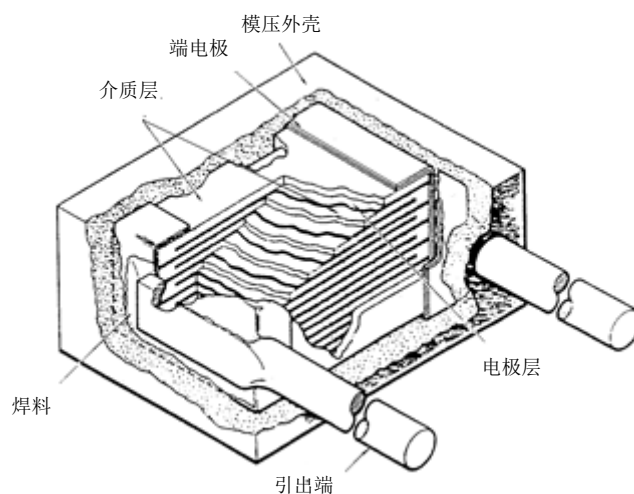


图 0202-1 带引线有包封层多层瓷介电容器

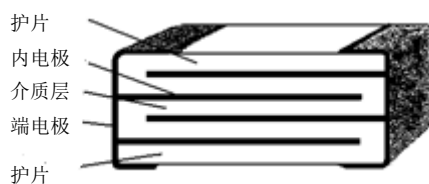


图 0202-2 无引线无包封层多层瓷介片式电容器 (纵向剖面)

## 2 程序

### 2.1 概述

表 0202-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	引出端强度 (对带引线有包封层的电容器)	2.4
4	内部目检 (对带引线有包封层的电容器)	2.5
5	制样镜检	2.6
6	结构基线 (适用时)	2.7

### 2.2 外部目检

#### 2.2.1 方法

放大 20 倍检查样品的结构、标志和外部表面。

#### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 外形结构不符合要求；
- b) 标志不清晰、缺损或缺项；
- c) 引线压伤、刻痕、涂镀层腐蚀或脱落 (对带引线有包封层的电容器)；
- d) 包封层或外表面有裂纹、缺口、孔洞或砂眼、掉屑、沾污、粘附杂质或焊料颗粒；
- e) 端电极金属化层缺损或剥落、棱边处不连续 (对无引线无包封层的片式电容器)。

对于无引线无包封层的片式电容器陶瓷表面的细小裂纹，当有疑点时，可放大 50 倍检查；若仍不能分辨，可采用荧光渗透剂检查。在采用荧光渗透剂检查时，应制定并实施适当的洁净程序，以保证样品表面不会留下有害残留物。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 引出端强度 (对带引线有包封层的电容器)

#### 2.4.1 方法

根据 GJB 360B-2009 方法 211 和产品规范进行引线拉力试验。

#### 2.4.2 缺陷判据

引线及其根部裂纹、断裂或机械损伤。

### 2.5 内部目检 (对带引线有包封层的电容器)

#### 2.5.1 去包封层

用化学溶剂或等离子蚀刻法将全部样品的包封层去掉。

## GJB 4027B-2021

### 2.5.2 检查

放大 50 倍对去掉包封层后的芯组表面进行检查。

### 2.5.3 缺陷判据

内部目检的缺陷判据为：

- a) 引线焊缝裂纹、孔洞或砂眼、焊料不湿润或冷焊；如果样品在去包封后引线脱落或位移，应另外抽取 5 只补充样品进行引线装配的焊接质量检查。这 5 只样品应按 2.5.1 的方法在不去包封状态下进行灌注制备剖面(轴向引线电容器的剖面应与引线的纵轴线平行，径向引线电容器的剖面应与引线的纵轴线垂直)，并按 2.5.3 的判据进行检查。
- b) 芯组表面有裂纹、缺口、孔洞或砂眼、沾污、粘附杂质或焊料颗粒。
- c) 端电极金属化层缺损或剥落、棱边处不连续。

对于芯组陶瓷表面的细小裂纹，当有疑点时，可采用荧光渗透剂检查。在采用荧光渗透剂检查时，应制定并实施适当的洁净程序，以保证样品表面不会留下有害残留物。

### 2.6 制样镜检

#### 2.6.1 制样

按 GJB 4152A-2014 的方法，将全部去包封层后的芯组或无引线无包封层电容器制备剖面。剖面应分为纵向剖面和横向剖面两种，两种剖面均应与叠层平面垂直，其样品数应大致相等。已去包封的样品，其剖面还应平行于引线纵轴线；封装完好的样品，其剖面应垂直于引线纵轴线。对于已剖切而包覆层完整无损的样品，不需关注在剖切过程中导致的陶瓷表面裂纹。

#### 2.6.2 检查

放大 50 倍对剖面进行检查，但阻挡层检查应放大 500 倍。

#### 2.6.3 缺陷判据

制样镜检的缺陷判据为：

- a) 起层：
  - 1) 单个起层大于芯组长度或宽度的 20%或大于 0.25mm，取较小者；
  - 2) 单个起层大于有效区长度或宽度的 10%或大于 0.13mm，取较小者；
  - 3) 结合线起层大于 20%或大于 0.25mm，取较小者；
  - 4) 侧面留边界面内任何起层。

注：起层为两层陶瓷之间或陶瓷与电极界面上出现的分离。
- b) 介质空隙：
  - 1) 单个或聚集的空隙使介质厚度小于平均标称厚度的 50%；
  - 2) 护片或侧面留边中的空隙或针孔使其所在位置的厚度小于 2.6.3 c) 规定的最小值。
- c) 留边缺陷(见图 0202-3)：
  - 1) 侧面留边小于下列规定值：

额定直流工作电压小于或等于 25V 的电容器·····	最小留边 25μm；
额定直流工作电压大于 25V 并小于 50V 的电容器·····	最小留边 40μm；
额定直流工作电压大于 50V 的电容器·····	最小留边 50μm。
  - 2) 端部留边小于下列规定值：

额定直流工作电压小于或等于 25V 的电容器·····	最小留边 40μm；
额定直流工作电压大于 25V 并小于 50V 的电容器·····	最小留边 50μm；
额定直流工作电压大于 50V 的电容器·····	最小留边 75μm。
  - 3) 护片厚度小于下列规定值：

额定直流工作电压小于或等于 25V 的电容器·····	最小护片厚度 40μm；
-----------------------------	--------------

额定直流工作电压大于 25V 并小于 50V 的电容器……………最小护片厚度 50 $\mu$ m;  
 额定直流工作电压大于 50V 的电容器……………最小护片厚度 75 $\mu$ m。

注：留边为片式芯组上包围有效区的陶瓷部分。

- d) 陶瓷裂纹：
  - 1) 有效区内介质中的任何裂纹；
  - 2) 周围留边陶瓷内的任何裂纹。
- e) 介质不均匀：
 

有效区内介质厚度的减小超过标称厚度或设计厚度的 30%。
- f) 电极不均匀：
  - 1) 电极 50%以上的电极厚度大于其设计厚度的 2.5 倍；
  - 2) 突变的电极结瘤使相邻介质的厚度减小 30%以上。
- g) 无引线无包封片式电容器端部金属化层缺陷：
  - 1) 端头初始金属化层内的单个空隙占据电极叠积厚度的 35%以上；
  - 2) 端头初始金属化层内空隙串的尺寸之和大于芯组厚度的 50%；
  - 3) 端部金属化层松动或浮起的尺寸大于芯组(剖面)一端总界面的 10%或大于 0.25mm，取较小者；
  - 4) 金属化带任何浮起(电镀层损坏除外)。
- h) 阻挡层缺陷：
  - 1) 观察不到阻挡层；
  - 2) 阻挡层中断或不连续。

注：在熔融的焊料处理时阻挡层应起到保护作用，其一般是指在端部初始金属化层上淀积的 0.013mm (0.0005 英寸)厚或更薄的一层铜或镍。
- i) 可锡焊表层缺陷：
  - 1) 一个端头和端带大于或等于 20%的可锡焊表层厚度小于 2.5 $\mu$ m；
  - 2) 可锡焊表层与阻挡层脱离。
- j) 引线装配的焊接质量(对带引线有包封层的电容器)：
  - 1) 不管焊料填充如何，焊料中各空隙的主尺寸累计值大于芯组厚度的 50%；或一个焊点剖面中有三个或更多个大于 0.2mm 的空隙；
  - 2) 轴向引线产品芯组与引线钉头之间的焊料填充少于 90%。

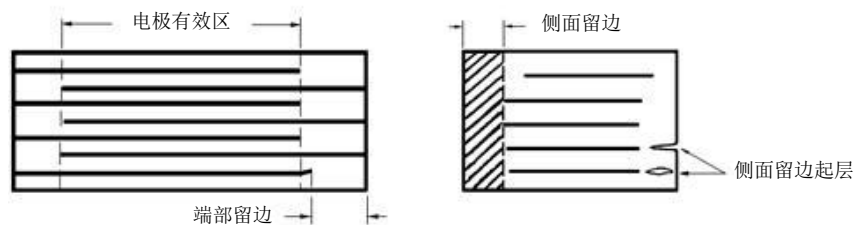


图 0202-3 留边示例图

## 2.7 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0203 云母电容器

### 1 结构

云母电容器的示意图见图 0203-1~图 0203-4。

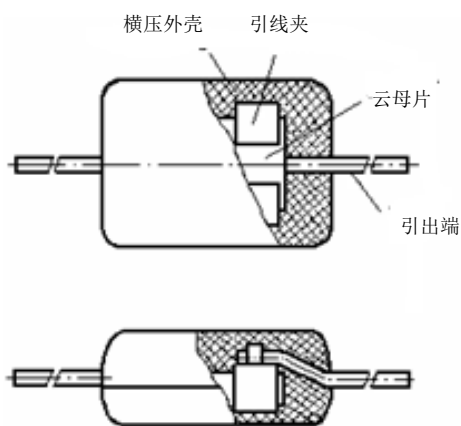


图 0203-1 轴向引出端模压云母电容器

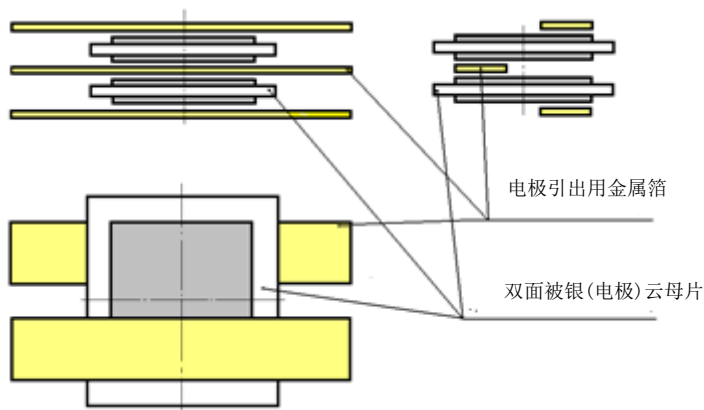


图 0203-2 轴向引出端模压云母电容器芯组叠片图

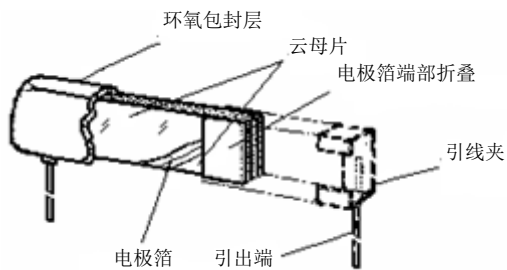


图 0203-3 单向引出端环氧包封云母电容器

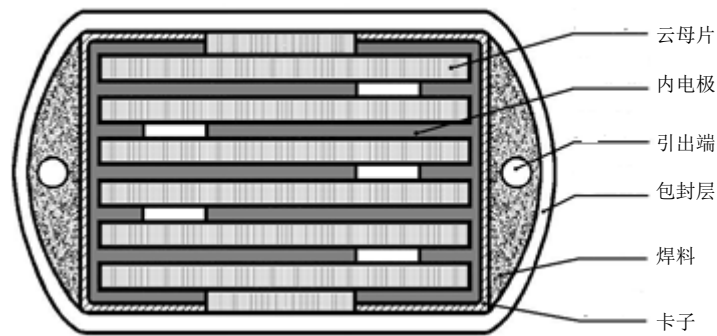


图 0203-4 独石云母电容器

## 2 程序

### 2.1 概述

云母电容器的 DPA 项目和顺序见表 0203-1。

表 0203-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	引出端强度	2.4
4	内部目检	2.5
5	制样镜检	2.6
6	结构基线(适用时)	2.7

### 2.2 外部目检

#### 2.2.1 方法

放大 20 倍检查样品的结构、标志和外表面。

#### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 外形结构不符合要求。
- b) 标志不清晰、缺损或缺项。
- c) 引线有压伤、刻痕、裂纹、涂镀层锈蚀或剥落。
- d) 包封层或外壳固化不充分、有裂纹、缺口、气泡或凸起。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 引出端强度

#### 2.4.1 方法

根据 GJB 360B-2009 方法 211 和产品规范进行引线拉力试验。

#### 2.4.2 缺陷判据

引线及其根部裂纹、断裂或机械损伤。

## GJB 4027B—2021

### 2.5 内部目检

#### 2.5.1 开封

用化学方法将半数样品的包封层去掉。

#### 2.5.2 检查

放大 20 倍对去包封层后的芯组表面进行检查。

检查云母片及其金属化层质量时，还需进一步打开引线夹，将芯组中的云母片和电极箔分开。

#### 2.5.3 缺陷判据

内部目检的缺陷判据为：

- a) 云母片有裂纹、针孔或过量的斑点；
- b) 芯组表面有裂纹、缺口、孔洞、沾污或粘附杂质(独石云母电容器)；
- c) 金属化层划伤或脱落；
- d) 引线与引线夹之间的焊接脱落或虚接；
- e) 引线夹松动，引线夹与金属箔电极之间进入了过量的浸渍剂；
- f) 采用的焊料不是高温合金。此项可采用扫描电子显微镜(SEM)的能量耗散光谱测定分析、微分热分析或其他等效方法来核查。

### 2.6 制样镜检

#### 2.6.1 制样

按 GJB 4152A—2014 的方法将另外半数样品制成剖面。为评价叠层质量、引线与引线夹的连接、引线夹与金属箔电极之间是否进入了浸渍剂，建议该剖面垂直于引线纵轴线，并且位于引线与引线夹的压接点范围之内。

#### 2.6.2 检查

放大 50 倍对剖面进行检查。

#### 2.6.3 缺陷判据

制样镜检的缺陷判据为：

- a) 包封层中有针孔或裂纹并延伸到电容器芯组上；包封层中单个或聚集的空洞大于平均厚度的 50%；
- b) 芯组未夹紧而松动；
- c) 云母片有裂纹、针孔或过量的斑点；
- d) 金属化层不连续或脱落；
- e) 引线夹与金属箔电极之间进入了过量的浸渍剂。

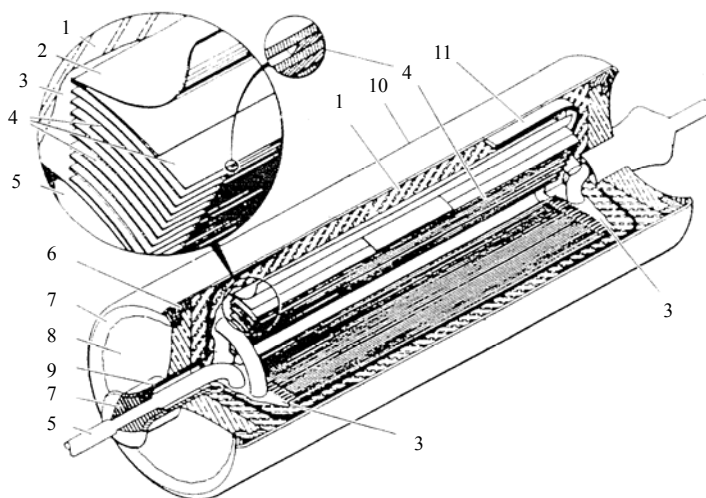
### 2.7 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0204 金属化塑料膜介质电容器

### 1 结构

金属化塑料膜介质电容器的示意图见图 0204-1~图 0204-3。图 0204-1 中的引线是用普通导线盘绕后与芯组端面上的喷镀层焊接的，也有采用其他导线(如软导线或编织导线)焊接的。



1-聚合物填充料；2-金属化层(电极)/聚碳酸酯薄膜(介质)；3-端面喷镀层；4-聚碳酸酯薄膜介质夹层；5-引出端；6~9-玻璃绝缘子组件；10-金属外壳；11-绝缘端帽

图 0204-1 金属壳密封金属化聚碳酸酯薄膜电容器

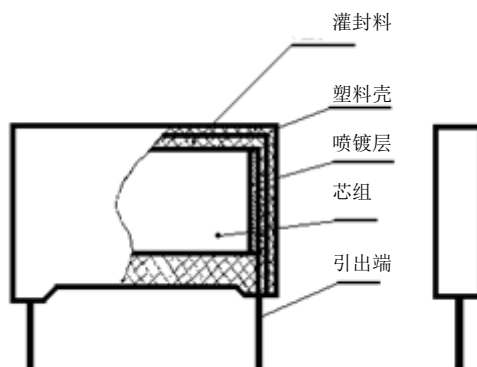


图 0204-2 塑料壳灌封的金属化聚酯薄膜电容器

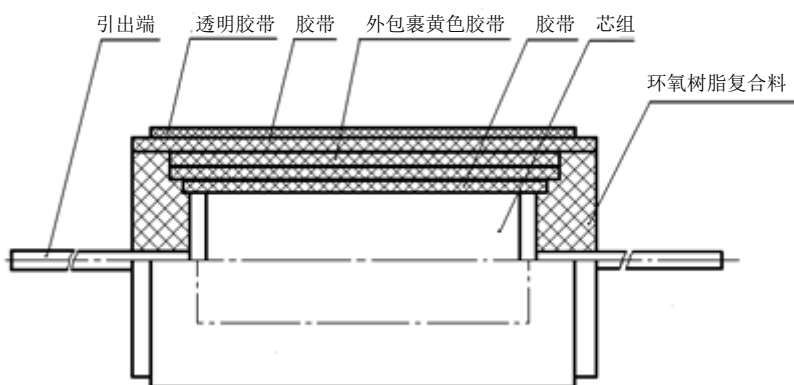


图 0204-3 塑料胶带包裹的金属化聚碳酸酯薄膜电容器

## 2 程序

### 2.1 概述

金属化塑料膜介质电容器的 DPA 项目和顺序见表 0204-1。

表 0204-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	密封(对密封电容器)	2.4
4	引出端强度	2.5
5	内部目检	2.6
6	结构基线(适用时)	2.7

## 2.2 外部目检

### 2.2.1 方法

放大 20 倍检查样品的结构、标志和外部表面。

### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 外形结构不符合要求。
- b) 标志不清晰、缺损或缺项。
- c) 外壳涂镀层剥落或锈蚀。
- d) 引线压伤、刻痕、涂镀层剥落或腐蚀。
- e) 玻璃绝缘子、密封焊缝有裂纹或孔洞。玻璃绝缘子弯月面顶部轻微裂纹认为是可接收缺陷，但密封检查必须合格。

## 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录B要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

## 2.4 密封(对密封电容器)

根据 GJB 360B-2009 方法 112 和产品规范进行密封性检查。

## 2.5 引出端强度

### 2.5.1 方法

塑料膜介质电容器按下列条件进行试验：

- a) 最大外壳直径小于或等于 17mm 的元件施加 18N 的拉力；
- b) 最大外壳直径大于 17mm 的元件施加 27N 的拉力。

金属膜固定电容器拉力试验不适用。作为替代应将引线轴向拉断，检查端面喷镀层与引线脱离的痕迹。

### 2.5.2 缺陷判据

塑料膜介质电容器：引线及其根部裂纹、断裂或机械损伤。

金属膜固定电容器：脱离痕迹小于设计粘接区域面积的 50%。

## 2.6 内部目检

### 2.6.1 开封

金属化塑料膜介质电容器的开封按下列规定进行：

- a) 圆柱形金属外壳密封的电容器  
在外壳两端靠近端部进行两次圆周切割，再进行一次纵向切割，打开外壳，取出芯组。
- b) 塑料壳灌封的电容器  
用锋利的刀片切开样品的包封层，取出芯组。

## c) 塑料胶带包裹的电容器

用锋利的刀片切开样品的包裹层，去掉灌封盖，取出芯组。

## 2.6.2 检查

放大 30 倍对样品内部进行检查。

检查卷绕质量时，需进一步展开芯组卷包。

## 2.6.3 缺陷判据

缺陷判据可依具体产品的设计结构不同而有所调整，其中某些缺陷是在开封过程中检查和记录的：

- a) 焊料流入或溅到外壳内的芯组上或喷镀层上。
- b) 芯组无制动措施或制动措施不当而使芯组活动；当采用灌注料制动时，由于灌注料不足而存在使芯组活动的空隙。
- c) 芯组两端未加绝缘帽。
- d) 端面喷镀层(巴氏合金)与卷绕层之间的粘接区域小于 75%。引线与喷镀层之间以及喷镀层与金属化电极层之间的焊接或连接不良，如引线松动或焊缝开裂。
- e) 内引线断裂或损伤。
- f) 绝缘子焊管内焊料填充少于 25%(从管口外端起)。

注：当要求检查绝缘子焊管内的焊料填充细节(如焊料与引线或与绝缘子焊管内壁是否分离)时，可将开封时切下的绝缘子组件灌注在样品环内，通过研磨制取剖面来检查。

- g) 芯组卷包层间有外来物或杂质。
- h) 塑料薄膜在卷绕时出现皱褶。
- i) 金属化层(电极)中的划伤穿透介质。

注：这种电容器的特点是金属化层中具有电压老炼时产生的烧熔斑点(自愈点)，除非介质已明显损坏，这些斑点不算作缺陷。

## 2.7 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0205 非固体电解质钽电容器

## 1 结构

非固体电解质钽电容器的示意图见图 0205-1 和图 0205-2。

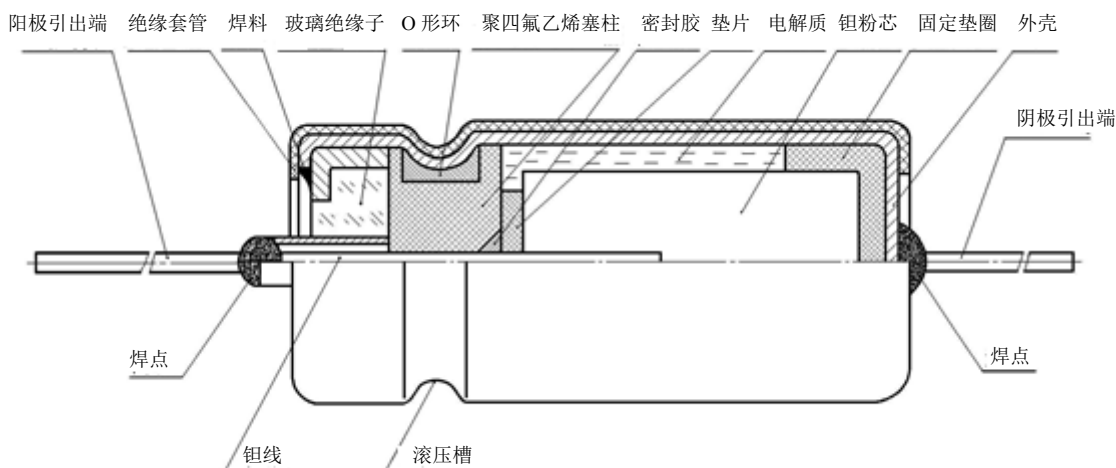


图 0205-1 银外壳密封的非固体电解质钽电容器

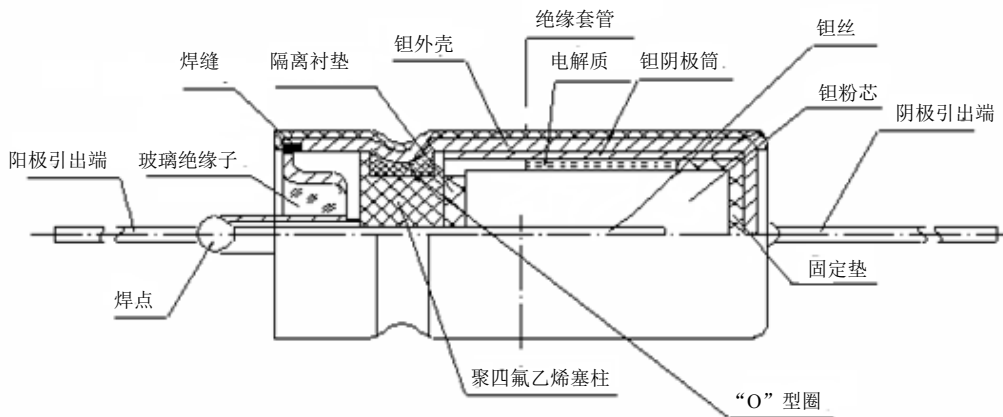


图 0205-2 钽外壳密封的非固体电解质全钽电容器

## 2 程序

### 2.1 概述

非固体电解质钽电容器的 DPA 项目和顺序见表 0205-1。

表 0205-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	密封	2.4
4	内部目检	2.5
5	结构基线(适用时)	2.6

### 2.2 外部目检

#### 2.2.1 方法

放大 20 倍检查样品的结构、标志和外部表面。

#### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 外形结构不符合要求。
- b) 标志不清晰、易造成不能辨认或易于混淆的标志缺损或缺项(标志内容以详细规范规定为准)。
- c) 引线或外壳涂镀层腐蚀、剥落或粘附杂质。
- d) 引线焊点、绝缘子或密封焊缝有裂纹、孔洞。玻璃绝缘子弯月面顶部轻微裂纹认为是可接收缺陷，但密封性检查必须合格。
- e) 外壳凸起或凹陷。
- f) 玻璃绝缘子外部或阴极外壳焊缝区渗出酸性物质(如果有酸性物质渗出，通常用 pH 试纸检验就会变成红色)。
- g) 绝缘套管有针孔或裂纹，或套管不能完全覆盖电容器本体圆柱面。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录B要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 密封

根据 GJB 360B-2009 方法 112 和产品规范进行密封性检查，试验前外壳上的塑料套管应去掉。

## 2.5 内部目检

### 2.5.1 开封

在外壳滚压槽与阴极之间(靠近滚压槽)进行圆周切割,抽出钽粉芯,轻轻拨去表面的凝胶酸电解质,注意不要碰伤钽粉芯表面的氧化膜,再用清水冲洗,使其露出氧化层表面。

凝胶酸电解质是一种酸性物质,处理时必须非常小心,处理液必须中和后才能排放。

### 2.5.2 检查

放大 30 倍对样品内部进行检查。

### 2.5.3 缺陷判据

内部目检的缺陷判据为:

- 钽粉芯裂纹、破裂或变形,或有未被氧化膜覆盖的裂纹和划伤;
- 外壳内的上部及底部的聚四氟乙烯、硅橡胶隔离衬垫(或氟橡胶)安装不当;
- 没有凝胶酸电解质或填充量不足;
- 电解质中存在外来物;
- 钽粉芯与钽丝连接固定点松动;
- 钽粉芯颜色明显错误或有灰色斑点(晶化)。

注:钽粉芯颜色明显错误被认为误用了氧化膜形成条件而导致该批拒收;同一生产批中的每只电容器也可能稍有差别,这是正常的,不应拒收。

## 2.6 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0206 非固体电解质钽箔电容器

### 1 结构

非固体电解质钽箔电容器的示意图见图 0206-1 和图 0206-2。

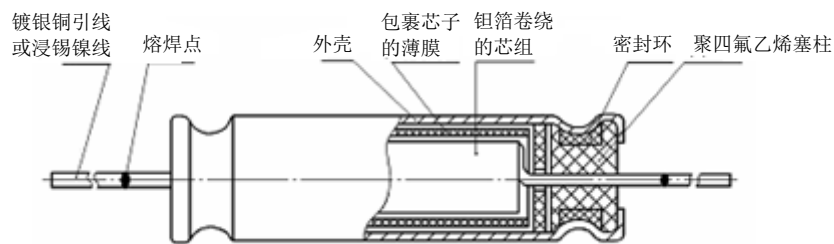


图 0206-1 非固体电解质钽箔电容器

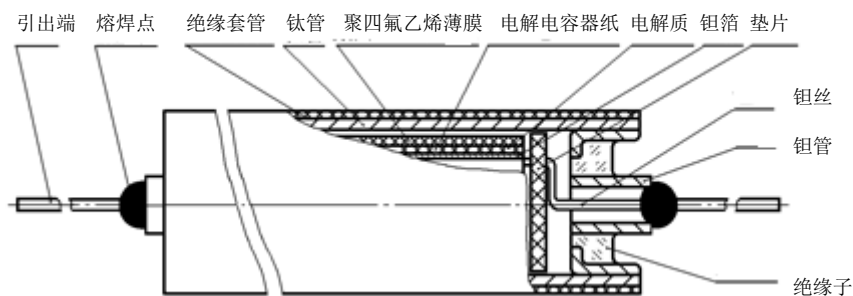


图 0206-2 密封型非固体电解质钽箔电容器

## GJB 4027B-2021

### 2 程序

#### 2.1 概述

非固体电解质钽箔电容器的 DPA 项目和顺序见表 0206-1。

表 0206-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	密封(对密封产品)	2.4
4	内部目检	2.5
5	结构基线(适用时)	2.6

#### 2.2 外部目检

##### 2.2.1 方法

放大 20 倍检查样品的结构、标志和外部表面。

##### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- 外形结构不符合要求。
- 标志不清晰、易造成不能辨认或易于混淆的标志缺损或缺项(标志内容以详细规范规定为准)。
- 引线压伤、刻痕，涂镀层腐蚀、剥落或粘附杂质。
- 引线熔焊点裂纹或开裂，未对准度大于 30%。
- 外壳凸起或凹陷，涂镀层腐蚀、剥落或粘附杂质。
- 密封产品玻璃绝缘子、密封周界或焊缝裂纹或开裂。玻璃绝缘子弯月面顶部轻微裂纹认为是可接收缺陷，但密封性检查必须合格。

##### 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录B要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

##### 2.4 密封(对密封产品)

根据 GJB 360B-2009 方法 112 和产品规范进行密封性检查，试验前外壳上的塑料套管应去掉。

#### 2.5 内部目检

##### 2.5.1 开封

在外壳两端滚压槽内侧边沿各进行一次圆周切割，再沿外壳纵轴线方向进行两次纵向切割，将切成两半的外壳拆开展取出芯组。

##### 2.5.2 检查

放大 30 倍对样品内部进行检查。

在检查钽箔表面以及引线与钽箔的熔焊点时，需将芯组卷包展开，去掉衬层，用水清洗钽箔表面后再进行检查。

电容器的电解质是一种酸性物质，处理时必须非常小心，处理液必须中和后才能排放。

##### 2.5.3 缺陷判据

内部目检的缺陷判据为：

- 电容器芯子伸缩异常；
- 电容器内部沾污或有外来物；
- 未加绝缘的阳极引线位置可能使其在振动或冲击中碰到阴极引线或外壳；
- 芯组制动措施不当，或防止芯子活动的浸渍料或填充物不足；
- 钽箔之间无隔衬层，或隔衬层未浸渍；

f) 钽箔表面颜色明显错误或有灰色斑点(晶化)；

注：钽粉芯颜色明显错误被认为误用了氧化膜形成条件而导致该批拒收；但不同批次的电容器，氧化膜颜色的深浅可能稍有不同，同一批中的每只电容器也可能稍有差别，这是正常的，不应拒收。

g) 引线或箔上有未被氧化膜覆盖的划伤或裂纹；

h) 引线与箔的熔焊点少于三个，熔焊点有裂纹或开裂。

## 2.6 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

### 工作项目 0207 固体电解质钽电容器

#### 1 结构

固体电解质钽电容器的示意图见图 0207-1。

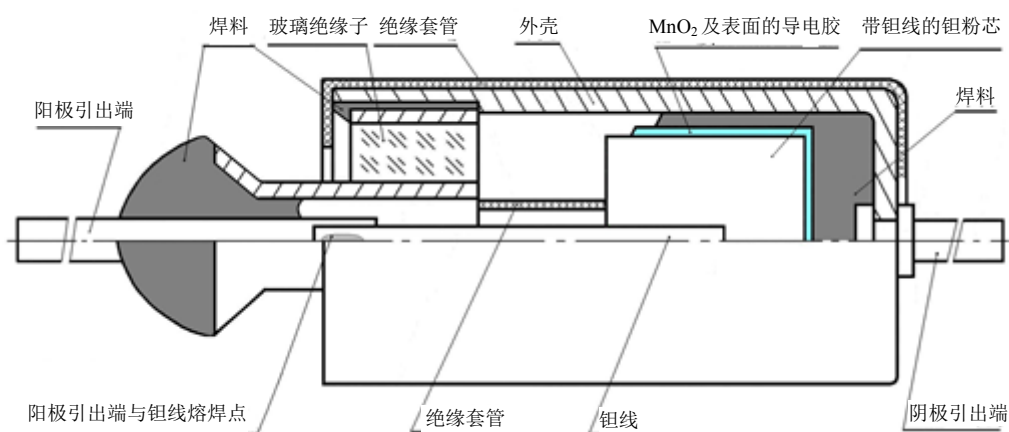


图 0207-1 固体电解质钽电容器

#### 2 程序

##### 2.1 概述

固体电解质钽电容器 DPA 的项目和顺序见表 0207-1。

表 0207-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	密封(对密封电容器)	2.5
5	内部目检	2.6
6	制样镜检	2.7
7	结构基线(适用时)	2.8

##### 2.2 外部目检

###### 2.2.1 方法

放大 20 倍检查样品的结构、标志和外部表面。

## GJB 4027B-2021

### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为:

- a) 外形结构不符合要求。
- b) 标志不清晰、易造成不能辨认或易于混淆的标志缺损或缺项(标志内容以详细规范规定为准)。
- c) 引线压伤、刻痕、涂镀层锈蚀或剥落,焊点裂纹。
- d) 外壳凸起或凹陷。
- e) 绝缘套管有针孔或裂纹,或套管不能完全覆盖电容器本体圆柱面。
- f) 玻璃绝缘子裂纹,密封焊缝有裂纹、孔洞、冷焊或残留焊剂。玻璃绝缘子弯月面顶部轻微裂纹认为是可接收缺陷,但密封性检查必须合格。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时,应按附录B要求,对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 X射线检查

#### 2.4.1 方法

在垂直于样品纵轴线方向上,相隔 $90^{\circ}$ 给样品至少拍摄两幅X射线照片。选取适当放大倍数检查X射线照片,检查结构符合性、内部多余物、钽粉芯的固定状态、内部焊料连接状态、引线与绝缘子焊管的焊接有无缺陷和损伤。

#### 2.4.2 缺陷判据

若无其他规定,应以GJB 63C-2015中图4所示拒收重缺陷为缺陷判据。

注:GJB 63C-2015中图3所示为可接收的轻缺陷。

### 2.5 密封(对密封电容器)

根据GJB 360B-2009方法112和产品规范进行密封性检查,试验前外壳上的塑料套管应去掉。

### 2.6 内部目检

#### 2.6.1 开封

在距外壳1mm处将半数样品的阴极引线剪掉,按钽粉芯在外壳中的位置,在空腔部位的上部对外壳进行圆周切割,然后夹住外壳,将阴极端垂直浸入熔融的焊料槽中,浸入深度使焊料液面离切割部位有一段距离,待壳内焊料熔化后将钽粉芯抽出。

#### 2.6.2 检查

放大30倍对样品内部进行检查。

#### 2.6.3 缺陷判据

内部目检的缺陷判据为:

- a) 结构不符合要求;
- b) 阳极引线未安装绝缘套管(采用台阶外壳的产品除外);
- c) 钽粉芯表面裂纹或损伤;
- d) 钽粉芯表面颜色明显错误或有灰色斑点(晶化)。

注:钽粉芯颜色明显错误被认为误用了氧化膜形成条件而导致该批拒收;但不同批次的电容器,氧化膜颜色的深浅可能稍有不同,同一批中的每只电容器也可能稍有差别,这是正常的,不应拒收。

### 2.7 制样镜检

#### 2.7.1 制样

另外半数样品从根部剪去引线,按GJB 4152A-2014的方法制备剖面。剖面应与电容器纵轴线平行,并剖切到绝缘子焊管内的阳极引线位置。为避免引入缺陷,当电容器空腔刚被剖开时,应在腔体内灌注环氧树脂,待固化后再继续进行剖切。

#### 2.7.2 检查

放大30倍对剖面进行检查。

### 2.7.3 缺陷判据

制样镜检的缺陷判据为:

- a) 钽粉芯裂纹、破裂或变形;
- b) 钽粉芯在外壳内倾斜超过  $15^\circ$ ;
- c) 焊料爬上阳极钽粉芯上表面, 或阳极钽粉芯浸入深度少于其高度的  $1/3$  (见 GJB 63C-2015 中图 3);
- d) 绝缘子焊管内的焊料填充, 对于用焊料涂镀的引线少于焊管长度的 25%, 对于镀金引线少于焊管长度的 50%;
- e) 绝缘子焊管内焊料中的空隙, 或焊料与引线或与焊管内壁分离使得填充的焊料减少达到 d) 的限度;
- f) 外壳内部的焊料有尖锋, 或绝缘子焊管内的焊料流到底部, 或流下的焊料在外壳内侧的堆积高度大于 0.5mm;
- g) 外壳内多余物的尺寸达 0.25mm, 或大到可将钽粉芯与外壳之间的最小间距桥接;
- h) 阳极钽丝与引出端的熔焊点以及与钽粉芯的连接固定点裂纹、损伤或拉脱。

### 2.8 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0208 片式固体电解质钽电容器

### 1 结构

片式固体电解质钽电容器的示意图见图 0208-1 和图 0208-2。

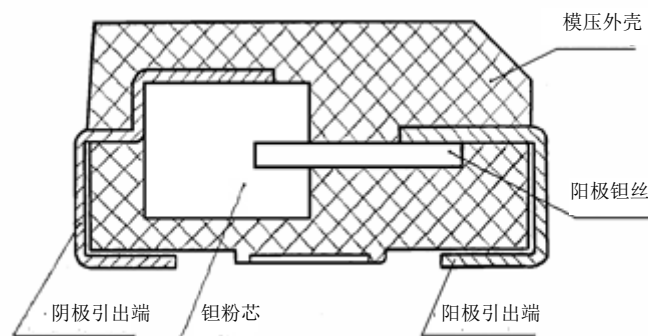


图 0208-1 典型的环氧模压片式固体电解质钽电容器

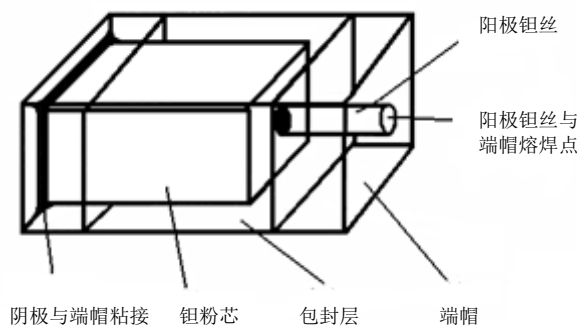


图 0208-2 典型的非环氧模压片式固体电解质钽电容器

## GJB 4027B-2021

### 2 程序

#### 2.1 概述

片式固体电解质钽电容器的 DPA 项目和顺序见表 0208-1。

表 0208-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	制样镜检	2.4
4	结构基线(适用时)	2.5

#### 2.2 外部目检

##### 2.2.1 方法

放大 20 倍检查样品的结构、标志和外部表面。

##### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- 外形结构不符合要求。
- 标志不清晰、易造成不能辨认或易于混淆的标志缺损或缺项(标志内容以详细规范规定为准)。
- 模压封装体有暴露内部组件的裂纹，针孔和空洞。对于模压型电容器有减少封装层厚度至原有厚度 50%的缺口。
- 引出端没有规定的包覆材料(镀金或焊料)涂覆，或裸露总面积超过引出端表面积的 5%。
- 少于 90°(或 1/4 圆周)的引线圆周区域内，阳极钽丝焊接到端帽。(模压封装型不适用)
- 模压型电容器的外引出端上有应力导致的裂纹迹象。

##### 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

#### 2.4 制样镜检

##### 2.4.1 制样

按 GJB 4152A-2014 的方法将样品制成纵向剖面(如图 0208-1)，该剖面应剖切到发现拒收缺陷处或到阳极钽丝为止。

##### 2.4.2 检查

放大 30 倍对剖面进行检查。

##### 2.4.3 缺陷判据

制样镜检的缺陷判据为：

- 对于无环氧模压外壳的电容器，阳极钽丝与阳极(适用时)，或/和阳极端帽的焊接未呈现金相键合的迹象。
- 导电银浆沿钽粉芯流溢或与对应的芯体端(阳极端)接近。同样的，对于模压型，银浆与阳极钽丝接近(芯体阳极引出端面)。
- 对于环氧模压封装型电容器，在将阴极引出端与涂覆有导电银浆的钽粉芯相连的导电银浆粘接层空洞或其他缺陷导致的面积不足应粘接界面的 50%。
- 非环氧模压封装型电容器，在将阴极端帽与涂覆有导电银浆的钽粉芯相连的导电银浆粘接层有空洞或粘接不足的面积超过应粘合界面的 50%(仅阳极钽丝端)。

- e) 对所有类型的电容器，阴极端帽/端引出片末端与涂覆有银浆的钽粉芯粘接界面若有明显的银粒子偏析或裂纹。
- f) 所有类型的电容器的芯体涂覆材料上有缺口，使涂覆有导电银浆的钽粉芯暴露。
- g) 无环氧模压外壳的电容器，阴极端帽内表面与钽粉芯之间的剩余区域无绝缘灌封材料填充。开口端的内表面无填充，导致器件端帽和阳极之间有暴露在外面的缝隙。
- h) 对于环氧模压外壳电容器，钽粉芯与外阳极引出片之间有光滑和连续的金相键合/熔焊迹象，或小于可交叠面的 25%。
- i) 对于环氧模压封装型电容器，阳极钽丝与引出端熔焊点引起的阳极钽丝与引线的不平行度超过  $15^\circ$ ，或此熔焊点未显示出阳极钽丝与外包封边缘模压复合的迹象。

## 2.5 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

### 工作项目 0209 玻璃介质微调可变电容器

#### 1 结构

玻璃介质微调可变电容器的示意图见图 0209-1 和图 0209-2。

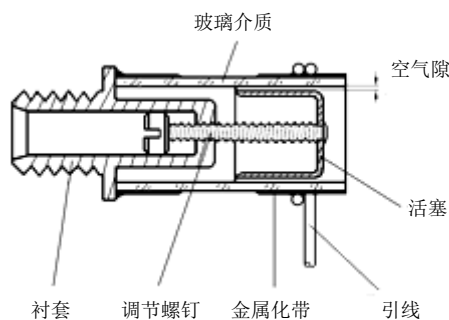


图 0209-1 活塞式非密封玻璃介质微调可变电容器

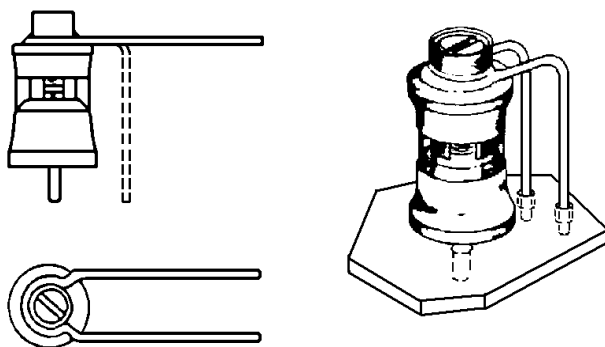


图 0209-2 垂直安装的密封式玻璃介质微调可变电容器

## 2 程序

### 2.1 概述

玻璃介质微调可变电容器的 DPA 项目和顺序见表 0209-1。

表 0209-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	密封(对密封电容器)	2.4
4	内部目检	2.5
5	结构基线(适用时)	2.6

## 2.2 外部目检

### 2.2.1 方法

放大 20 倍检查样品的结构、标志和外部表面。

### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 外形结构不符合要求；
- b) 标志不清晰、缺损或缺项；
- c) 引线压伤、刻痕、缺口或拉脱，涂镀层腐蚀或剥落，金属件锈蚀或涂镀层剥落；
- d) 玻璃介质套筒裂纹；
- e) 金属化层划伤、腐蚀或脱落；
- f) 密封周界有裂纹或孔洞(对密封电容器)；
- g) 完全旋入和旋出共 10 次检查出调节螺杆或活塞运动不灵活，或调节后锁定不住；如果不好判断，可通过开封和内部目检再进一步断定。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 密封(对密封电容器)

按产品规范进行密封性检查。

### 2.5 内部目检

#### 2.5.1 开封

开封应在洁净工作台上进行。

为了拆卸内部零件，首先要将玻璃管口的金属化层与衬套之间的焊缝焊开，拔出带有调节螺杆及活塞的衬套，拆下活塞，再将调节螺杆旋出。

某些结构的空气介质微调可变电容器，可能要用车床切割衬套端部的卷边，然后再拆卸其他零件。

注：空气介质微调可变电容器的调谐锁定一般采用两种类型的摩擦锁定，拆卸之前必须先断定所用的锁紧类型。一种是用塑料件压紧螺纹，另一种是调节螺杆与螺孔的螺距不同。“螺距不同”型可能因磨损而产生一些正常的小颗粒，但不允许过量；任何情况下，螺纹内部都不允许有产生锁定作用的颗粒。

#### 2.5.2 检查

在洁净工作台上放大 30 倍对样品内部进行检查。

#### 2.5.3 缺陷判据

内部目检的缺陷判据为：

- a) 相对活动的零部件表面有裂纹、划伤或其他机械损伤；
- b) 转子和定子(或活塞和玻璃套筒)不规则、变形、未对准或不同轴；
- c) 松散的金属颗粒或其他外来物，如焊料珠或残留的焊剂；

- d) 螺纹零部件有裂纹、毛边、缺口；
- e) 涂镀层腐蚀、起泡、剥落或粘附杂质；
- f) 焊缝裂纹、孔隙、冷焊或有残留焊剂；
- g) 润滑剂不足或明显过量；
- h) 调节螺杆或活塞的锁定结构不当，或其间隙过大导致锁定失效。

## 2.6 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

### 工作项目 0210 瓷介微调可变电容器

#### 1 结构

瓷介微调可变电容器的示意图见图 0210-1~图 0210-3。

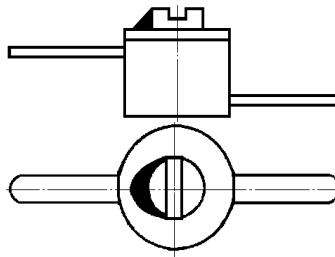


图 0210-1 瓷介微调可变电容器

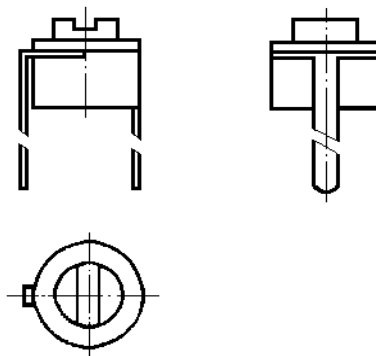


图 0210-2 瓷介微调可变电容器

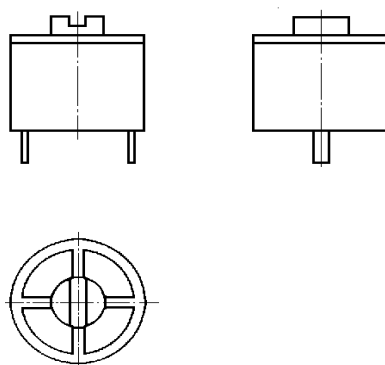


图 0210-3 瓷介微调可变电容器

## GJB 4027B-2021

### 2 程序

#### 2.1 概述

瓷介微调可变电容器的 DPA 项目和顺序见表 0210-1。

表 0210-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	内部目检	2.4
4	结构基线(适用时)	2.5

#### 2.2 外部目检

##### 2.2.1 方法

放大 20 倍检查样品的结构、标志和外部表面。

##### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 外形结构不符合要求；
- b) 标志不清晰、缺损或缺项；
- c) 引线压伤、刻痕或缺口，镀涂层腐蚀或剥落，金属零件锈蚀或涂镀层脱落；
- d) 零部件有裂纹、毛刺或缺口；
- e) 焊缝裂纹、孔隙、冷焊或有残留焊剂；
- f) 满角度往返旋转 10 次检查出松动、转动不灵活或力矩不均匀(旋转力矩达不到产品规范的规定值)。

##### 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

#### 2.4 内部目检

##### 2.4.1 开封(拆卸)

去掉动片轴端的卡环或从铆接处剪断，取下带有转轴的动片及弹簧片等零件。

##### 2.4.2 检查

放大 30 倍对样品内部进行检查。

##### 2.4.3 缺陷判据

内部目检的缺陷判据为：

- a) 动片和定片的旋转表面不光滑，有砂眼、裂纹或损伤；
- b) 金属化电极层腐蚀、缺损或剥落；
- c) 动片和定片旋转表面划伤穿透金属化层。

##### 2.5 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0300 敏感元器件和传感器

本工作项目规定了敏感元器件和传感器 DPA 的详细要求。表 0300-1 给出了本工作项目中所包括的敏感元器件和传感器类型及相应规范。

表 0300-1

工作项目	产品类型	产品相应规范编号
0301	珠状热敏电阻器	GJB 601
0302	圆片式热敏电阻器	GJB 601
0311	压阻式压力传感器	GJB 4409

## 工作项目 0301 珠状热敏电阻器

## 1 结构

珠状热敏电阻器的示意图见图 0301-1。

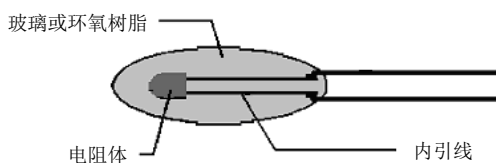


图 0301-1 玻璃或环氧封装热敏电阻器

## 2 程序

## 2.1 概述

珠状热敏电阻器的 DPA 项目和顺序见表 0301-1。

表 0301-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	内部目检(对透明封装的产品)	2.4
4	制样镜检(对不透明封装的产品)	2.5
5	结构基线(适用时)	2.6

## 2.2 外部目检

## 2.2.1 方法和检查

放大 20 倍检查样品的引线和包封壳体。

## 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 引线松动、压伤、镀层脱落；
- b) 包封壳裂纹、空洞、缺口。

## GJB 4027B-2021

### 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 内部目检(对透明封装的产品)

#### 2.4.1 方法和检查

至少放大 20 倍检查样品的电阻体和内引线。

#### 2.4.2 缺陷判据

内部目检的缺陷判据为：

- a) 电阻体沾污、变色或裂纹；
- b) 内引线熔焊点有裂纹或不合适的熔焊压痕；
- c) 内引线断裂或直径缩小超过 1/6。

### 2.5 制样镜检(对不透明封装的产品)

#### 2.5.1 制样

采用合适的溶剂将半数样品的包封层剥离，暴露出电阻体及电阻体与引线的焊接点，但不得腐蚀电阻体和引线；另外半数样品按 GJB 4152A-2014 的方法制备剖面，该剖面与样品的纵轴线平行，剖切至内引线及其焊点露出为止。

#### 2.5.2 检查

放大 30 倍检查样品的剖面。

#### 2.5.3 缺陷判据

制样镜检的缺陷判据为：

- a) 电阻体沾污、变色或裂纹；
- b) 内引线熔焊点有裂纹或不合适的熔焊压痕；
- c) 内引线断裂或直径缩小超过 1/6。

### 2.6 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行。

## 工作项目 0302 圆片式热敏电阻器

### 1 结构

圆片式热敏电阻器的示意图见图 0302-1。

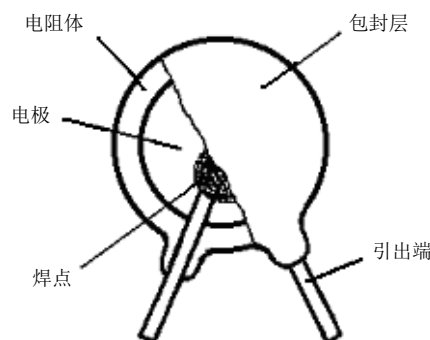


图 0302-1 圆片式热敏电阻器

## 2 程序

### 2.1 概述

圆片式热敏电阻器的 DPA 项目和顺序见表 0302-1。

表 0302-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	制样镜检	2.4
4	结构基线(适用时)	2.5

### 2.2 外部目检

#### 2.2.1 方法和检查

放大 20 倍检查样品的标志、引线和包封。

#### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 标志不清晰、缺损或缺项；
- b) 引线松动、压伤、镀层脱落；
- c) 包封层裂纹、孔洞、缺口。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 制样镜检

#### 2.4.1 制样

采用合适的溶剂将半数样品的包封层剥离，暴露出电阻体及电阻体与引线的焊接点，但不得腐蚀电阻体和引线；另外半数样品按 GJB 4152A-2014 的方法制取剖面，剖面应垂直于电阻体的平面，不论从哪个方向剖切，至少应剖至电阻体与任一引线的熔焊点。

#### 2.4.2 方法和检查

放大 20 倍检查去包封样品的所有暴露表面和剖切样品的剖面。

#### 2.4.3 缺陷判据

制样镜检的缺陷判据为：

- a) 电阻体沾污、变色、孔洞或裂纹；
- b) 引线焊点松动或冷焊；
- c) 两引线连接面之间的电阻体上有金属化迹象。

### 2.5 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行。

## 工作项目 0311 压阻式压力传感器

### 1 结构

压阻式压力传感器的示意图见图 0311-1。

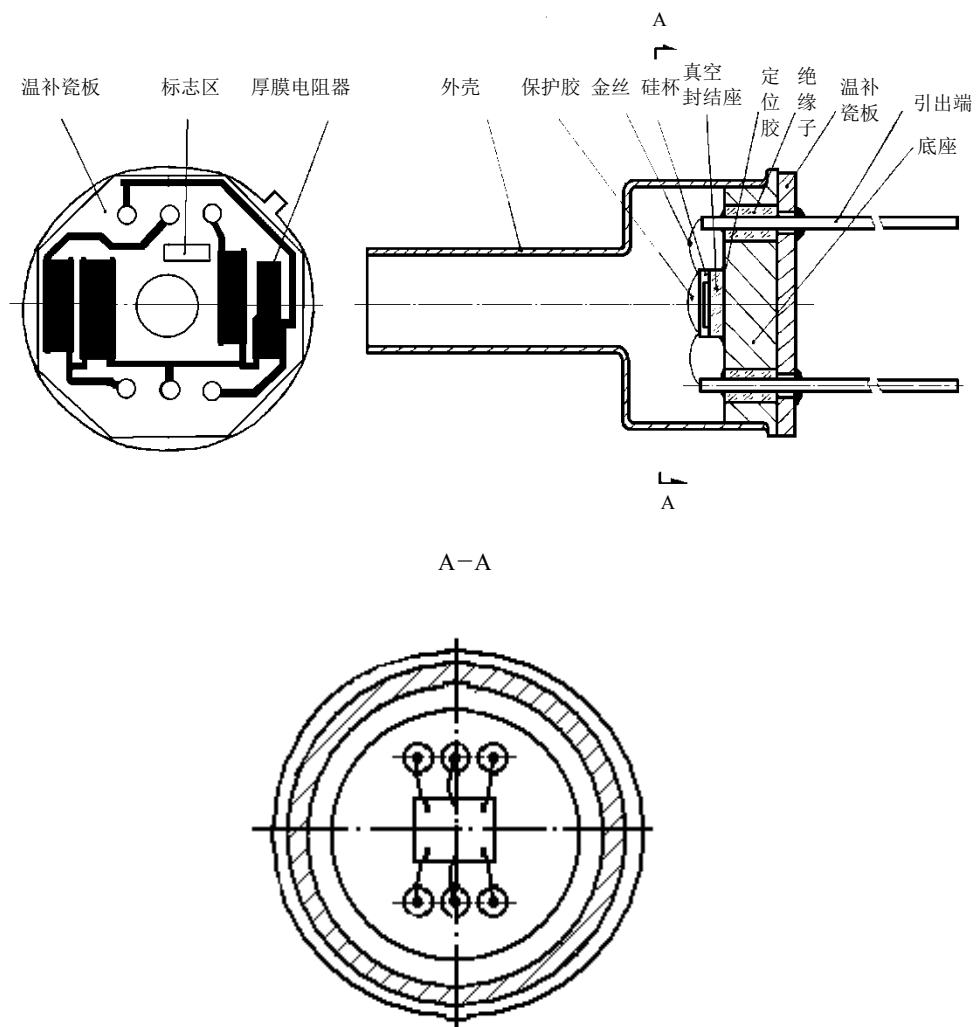


图 0311-1 压阻式压力传感器

## 2 程序

### 2.1 概述

压阻式压力传感器的 DPA 项目和顺序见表 0311-1。

表 0311-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	内部目检	2.4
4	键合强度	2.5
5	真空封结座粘接强度	2.6
6	结构基线(适用时)	2.7

### 2.2 外部目检

#### 2.2.1 方法

放大 20 倍进行外部目检。

## 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 外观：
  - 1) 标志不清晰、缺损或缺项；
  - 2) 结构特征不符合设计要求；
  - 3) 粘附焊料或其他多余物，其尺寸大于绝缘间距设计值的 50%；
  - 4) 绝缘间距(含互连线)小于互连线最小宽度。
- b) 引线：
  - 1) 互连线断线；
  - 2) 互连线损伤的宽度超过线宽的 25%；
  - 3) 引线上的毛刺高度或损伤深度超过引线直径的 50%。
- c) 温度补偿部分：
  - 1) 金属化层划伤暴露衬底材料，使宽度小于原宽度的 50%；金属化层的空白使宽度小于原宽度的 50%；金属化层腐蚀、起皮、剥落；
  - 2) 互连线和电阻器之间的错位使交迭宽度小于设计宽度的 50%；空洞和细径使互连线或电阻膜的宽度小于原宽度的 75%；电阻器之间或电阻器与金属化层之间的通路宽度小于 7 $\mu$ m 或小于设计值的 50%；
  - 3) 激光修正切痕内有碎屑或电阻材料；因修正、划伤、空隙等综合影响使电阻器的宽度小于电阻器最小宽度的 50%(或小于设计值的 50%)；修正刻线进入金属化层；
  - 4) 陶瓷基片缺陷判据按 GJB 548B-2005 方法 2032 中 3.2.2 的规定。

## 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

## 2.4 内部目检

### 2.4.1 开封

用开帽器切割传感器的外壳，使其内部暴露。应保证开封过程不损伤键合丝、硅杯和温度补偿部分的原有结构和状态。

### 2.4.2 检查

按 GJB 128A-1997 方法 2072 进行。

## 2.5 键合强度

按 GJB 128A-1997 方法 2037 进行。需要时，应对键和强度不合格的键合脱落点进行扫描电子显微镜检查，观察形貌和分析表面材料成份。

## 2.6 真空封结座粘接强度

按 GJB 548B-2005 方法 2027 进行。

## 2.7 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行。

## 工作项目 0400 滤波器

本工作项目规定了滤波器 DPA 的详细要求。表 0400-1 给出了本工作项目中所包括的滤波器类型及其相应产品规范。

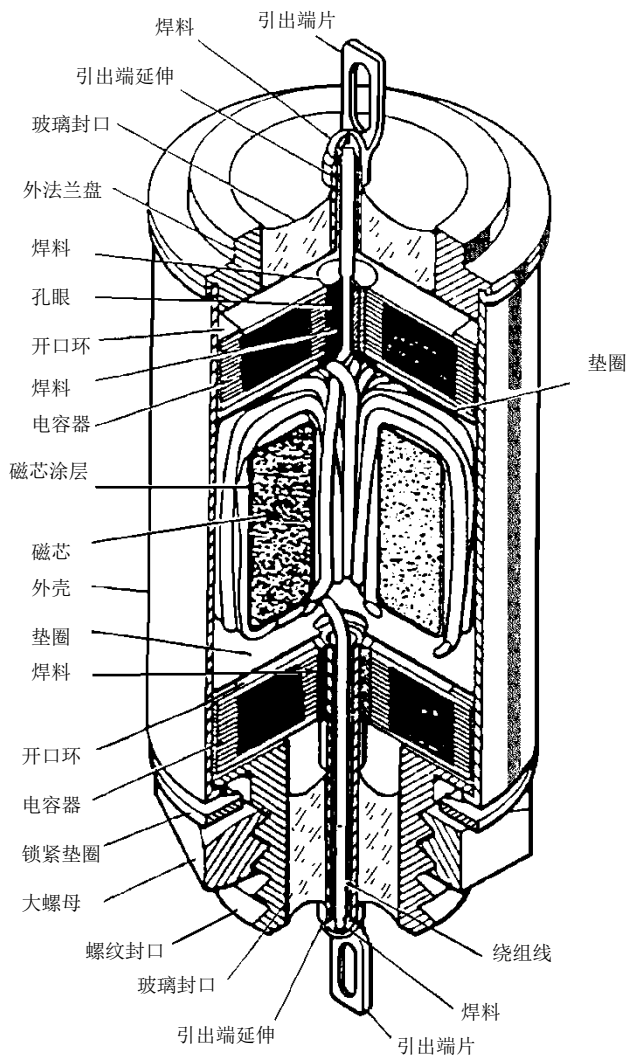
表 0400-1

工作项目	产品类型	产品相应规范编号
0401	电磁干扰(EMI)低通馈通滤波器	GJB 1518

## 工作项目 0401 电磁干扰(EMI)低通馈通滤波器

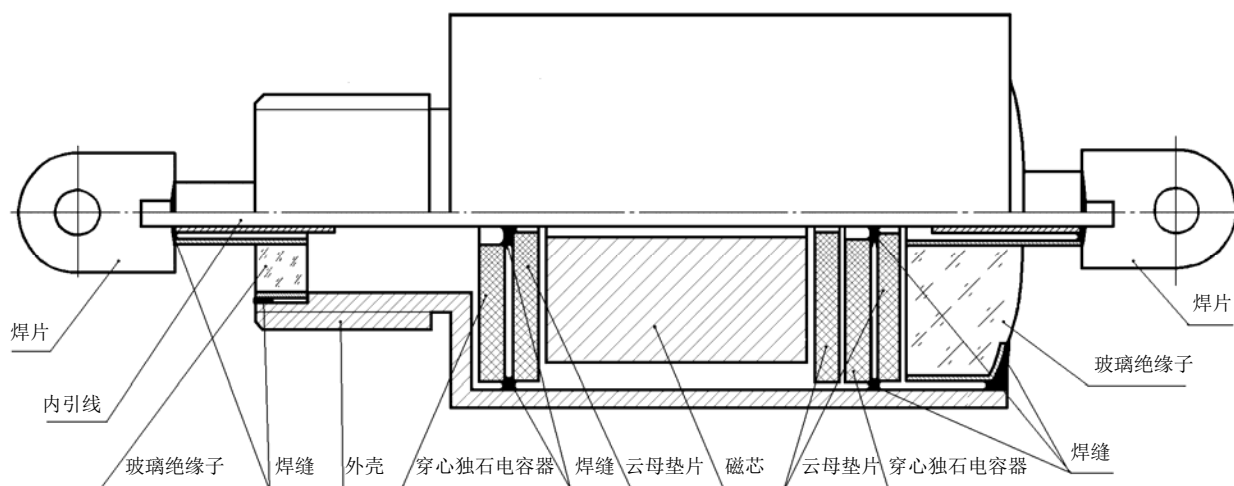
### 1 结构

电磁干扰(EMI)低通馈通滤波器的示意图见图 0401-1。



a) 典型铁氧体电磁干扰(EMI)低通馈通滤波器结构图

图 0401-1 电磁干扰(EMI)低通馈通滤波器



b) 典型铁氧体电磁干扰(EMI)低通馈通滤波器剖面图

图 0401-1 (续)

## 2 程序

### 2.1 概述

EMI 低通馈通滤波器的 DPA 项目和顺序见表 0401-1。

表 0401-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	密封	2.4
4	X 射线检查(适用时)	2.5
5	制样镜检	2.6
6	结构基线(适用时)	2.7

### 2.2 外部目检

#### 2.2.1 检查

放大 20 倍对外表面进行检查, 检查标志、端部密封和引出端的缺陷。

#### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为:

- 标志不清晰、缺损或缺项;
- 引出端未按规定镀涂或起皮、脱落;
- 包封层或外壳有裂纹、缺口、针孔或砂眼;
- 玻璃密封缺陷。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时, 应按附录 B 要求, 对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 密封

应按相应产品规范进行密封性检查。

## GJB 4027B-2021

### 2.5 X射线检查(适用时)

#### 2.5.1 方法

通过 X 射线检查,检查内部元器件的安装和异常情况,并为剖面制备确定剖切位置提供依据。

#### 2.5.2 缺陷判据

穿心独石电容器圆环表面与外壳内表面的焊缝周长小于整个周长的 2/3,或焊缝中的空洞(或空洞累积)超过圆环厚度的 50%。

内部元件安装结构与原设计图纸存在明显差异。

### 2.6 制样镜检

#### 2.6.1 制样

应按 GJB 4152A-2014 的方法制取剖面,剖面应与样品的馈通线平行,剖切到引出端中心线(通常也是滤波器的中心线)或发现异常部位(拒收缺陷)时为止。

在研磨制取剖面过程中,对于样品内部的空腔和无支撑元器件,应通过注射或真空反充灌注材料进行加固。

#### 2.6.2 检查

放大 30 倍对样品的剖面进行检查,检查结构符合性、加工质量(如引线交越、绝缘厚度和位置等),并按工作项目 0202 检查穿心独石电容器的内部缺陷。

#### 2.6.3 判据

制样镜检的缺陷判据为:

- a) 灌封料中有空洞使内部元器件活动;
- b) 穿心独石电容器中的裂纹、空洞或起层超过工作项目 0202 规定的要求;
- c) 内部有焊料球或其他多余物;
- d) 容性或感性元件的轴线与外壳轴线的夹角大于  $10^{\circ}$ ;
- e) 焊缝裂纹或焊接不良;
- f) 滤波器中的线绕电感器所用导线和磁芯不符合规范要求;
- g) 电感器的磁芯缺损或有裂纹,电感器导线压伤、断裂、径缩或不符合规范要求;
- h) 导线连接接头处焊料过少、焊料有裂纹使接触部分不足焊接区面积的 75%或导线连接处未包覆绝缘材料;
- i) 有引线通过的焊管,焊料填充长度少于 50%,或焊料脱离焊管或导线,或焊料存在裂纹;
- j) 电感器导线未与外壳和磁芯绝缘;
- k) 灌封的树脂与内装元器件、外壳或引线等分离;
- l) 电容器外围与外壳之间的焊料与馈通线连接;由于不适当的焊料回流导致固定环松动;电容器孔中的馈通线因焊料不足而松动;
- m) 封装不当使内部元器件移动或灌封料少于规范规定的最低要求。

### 2.7 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0500 开关

本工作项目规定了开关的 DPA 详细要求，表 0500-1 给出了本工作项目所包括的开关类型及相应产品规范。

表 0500-1

工作项目	产品类型	产品相应规范编号
0501	微动开关	GJB 809A-1997
		GJB 2450

## 工作项目 0501 微动开关

### 1 结构

微动开关的示意图见图 0501-1。

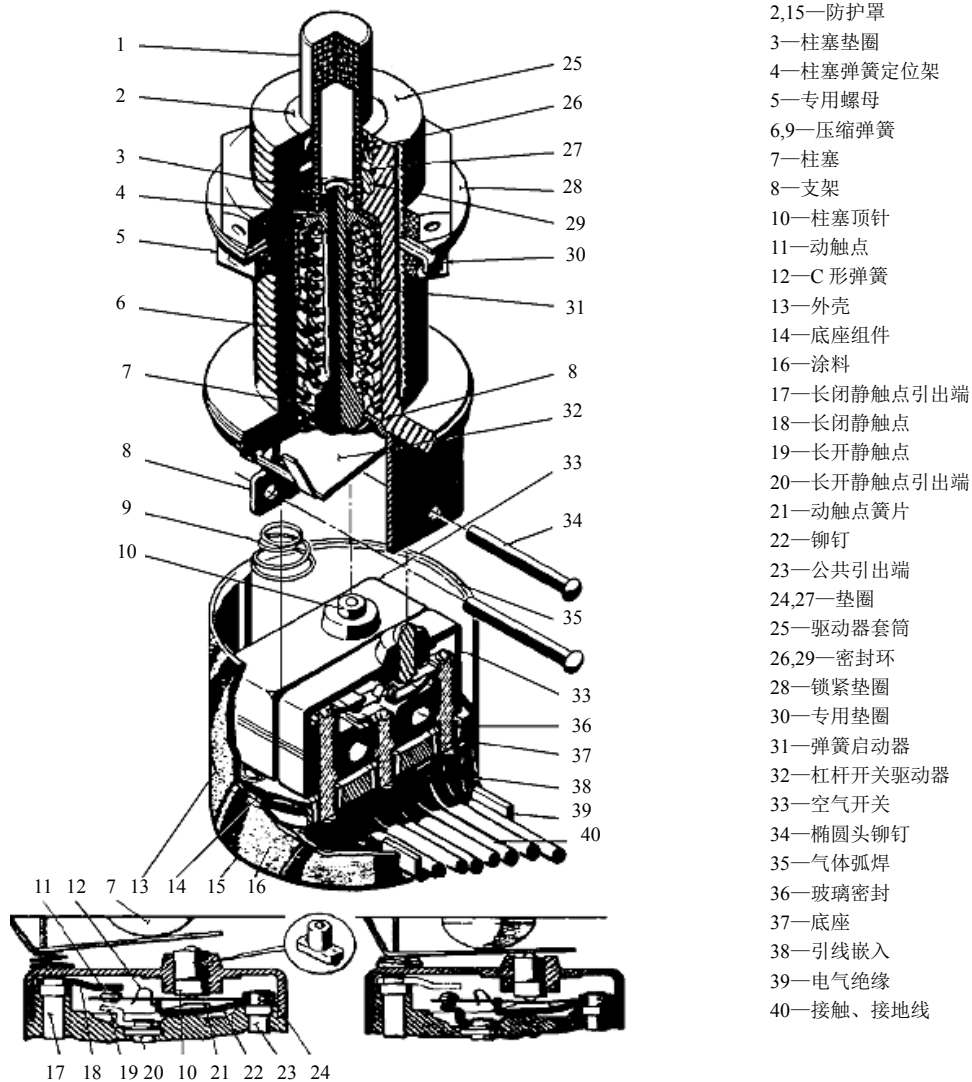


图 0501-1 微动开关

## GJB 4027B-2021

### 2 程序

#### 2.1 概述

微动开关的 DPA 项目和顺序见表 0501-1。

表 0501-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	密封(适用于气密型)	2.4
4	内部气体成份分析(适用于气密型)	2.5
5	内部目检	2.6
6	结构基线(适用时)	2.7

#### 2.2 外部目检

##### 2.2.1 检查

放大 10 倍检查样品的标志、引出端、外壳和安装件，对气密封装微动开关还要检查玻璃密封区；当怀疑有异常时，可最大放大 30 倍进行检查。

##### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 标志不清晰、缺损或缺项。
- b) 外壳、防护涂层或镀层缺陷：
  - 1) 外壳变形和凹陷；
  - 2) 防护涂层有未电镀区域或不连续；
  - 3) 防护涂层不平滑、掉片、气泡、脱皮或粗糙斑点；
  - 4) 电镀层剥落现象；
  - 5) 不符合要求的防腐保护层。
- c) 引出端、外壳和安装件缺陷：
  - 1) 引出端畸形、弯曲、毛刺、裂纹，防护涂镀层腐蚀、气泡或剥落，尺寸不符合要求；
  - 2) 外壳变形、凹陷、涂镀层腐蚀、气泡、粗糙斑点、剥落；
  - 3) 法兰盘、螺栓、支架等安装件畸形、毛刺、固定不牢，螺纹件啮合齿数少于 3 个整齿，涂镀层腐蚀、气泡、粗糙斑点、剥落。
- d) 玻璃密封区缺陷：
  - 1) 径向裂纹大于引线到边缘距离的 1/2；
  - 2) 围绕中心的圆弧形裂纹大于 90°；
  - 3) 成行或成串的表面开口气泡大于引线到边缘距离的 2/3；
  - 4) 大气泡或空洞大于玻璃密封区的 1/3；
  - 5) 引线偏心使玻璃密封区半径偏差大于或等于 25%；
  - 6) 劈形缺陷横贯密封玻璃且深于玻璃弯月形面。

##### 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

##### 2.4 密封(适用于气密型)

按照相应产品规范进行密封性检验。

注：GJB 809A-1997 中 4.7.3 密封中针对不同的外壳类型规定有防尘密封、防水密封、弹性密封及气密封四种密封试验，并分别引用不同标准，条件也不尽相同，如尽数给出所引用的标准不但繁琐且不易灵活操作。

## 2.5 内部气体成份分析(适用于气密型)

气密封装微动开关应进行内部气体成份分析。在刺穿外壳之前，样品应在 100℃ 的温度下至少预热 15min。刺穿外壳、从中抽取填充气体时，不得使内部零部件损坏，也不得引入污染物。从试验台上取下样品后，应立即用无污染的胶带盖住穿刺孔，以防引入污染物。

分析出的气体成份与规定的填充气体不符，或检测出的水汽含量超过 0.5% (体积百分比) 则拒收。

## 2.6 内部目检

### 2.6.1 开封

微动开关的开封可采用下述方法：

#### a) 金属外壳

把开关外壳一边置于一个平的研磨盘表面并用手施加一个稳定的固定压力进行研磨，直至剩余的边壁厚度(大约为整个边壁厚度的 10%)能用诸如手术刀片这样的锋利切割工具容易地被刺破。用手术刀刀尖频繁地检测壁厚，防止研磨穿透外壳。在开关外壳被穿透之前，研磨操作结束时，应清洗手、所使用的仪器和开关外壳的所有外表面，保证无任何污染物。在完成研磨和清洗后，应在一白色洁净无污染的工作台或纸面上进行最终开封。用手术刀片穿透外壳时，开关外壳的取向应使开封过程中所产生的粉粒不进入开关内部。

#### b) 塑料外壳(非气密式密封)

将手术刀片的刀口放入外壳部位接槽，沿外围周边将刀口压入接合槽，直至接合材料(通常为环氧树脂)被切穿。在分离外壳之前，应考虑重力的影响确定开关外壳的方向，以使进入内部区域的外部污染物减至最少。

### 2.6.2 检查

放大 20 倍检查开封后所有裸露的表面。

### 2.6.3 缺陷判据

内部目检的缺陷判据为：

- a) 发现可动多余物；
- b) 涂镀层腐蚀或起皮；
- c) 内装零件松动、碎裂或未对准；
- d) 接触表面的划痕或裂纹。

## 2.7 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0600 电连接器

本工作项目规定了电连接器 DPA 的详细信息。表 0600-1 给出了本工作项目所包括的电连接器类型及其相应产品规范。

表 0600-1

工作项目	产品类型	产品相应规范编号
0601	低频电连接器	GJB 101
		GJB 142
		GJB 176
		GJB 177
		GJB 598
		GJB 599
		GJB 1438
		GJB 1919
		GJB 2446
		GJB 7245
		QJ 1796
0602	电连接器接触件	GJB 1216
0603	射频电连接器	GJB 680
		GJB 681

## 工作项目 0601 低频电连接器

### 1 结构

低频电连接器的示意图见图 0601-1 和图 0601-2。

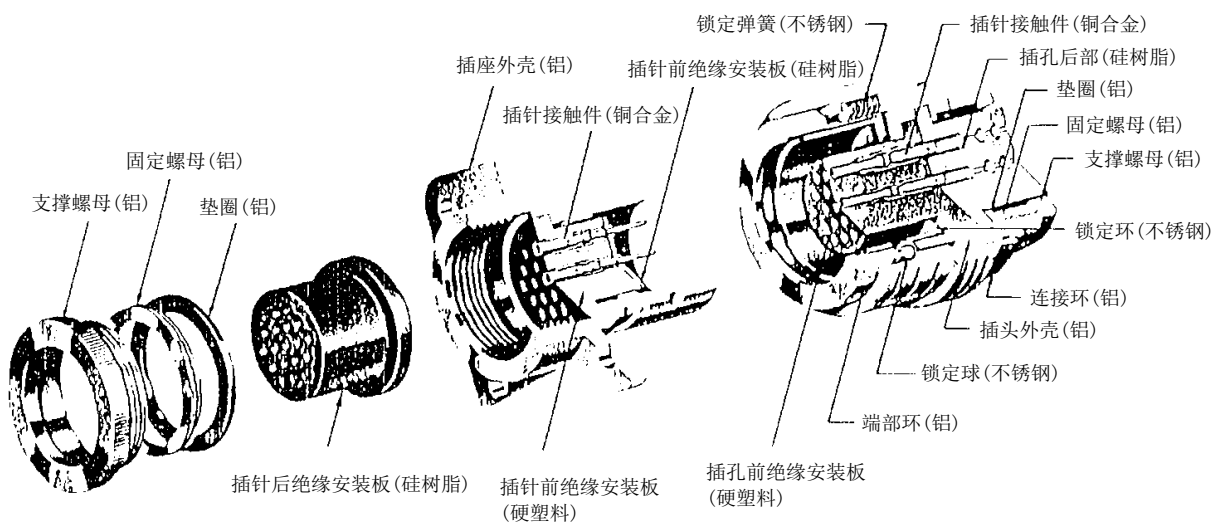


图 0601-1 圆形电连接器

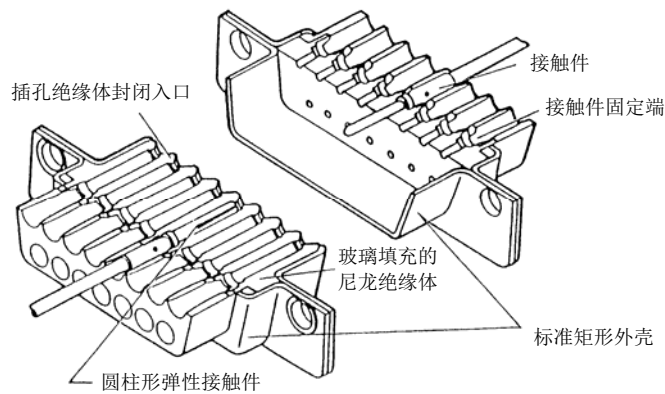


图 0601-2 矩形电连接器

## 2 程序

### 2.1 概述

低频电连接器的 DPA 项目和顺序见表 0601-1。

表 0601-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	密封(适用于有密封性要求的电连接器)	2.5
5	物理检查	2.6
6	制样镜检(适用于带接触件的电连接器)	2.7
7	扫描电子显微镜检查(必要时)	2.8
8	接触件检查	2.9
9	结构基线(适用时)	2.10

### 2.2 外部目检

#### 2.2.1 检查

放大 10 倍进行外部目检。

#### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 不符合相应产品规范的产品标志和识别标记；
- b) 尺寸与相应产品规范不符；
- c) 表面沾污，如油污、胶迹等；
- d) 电镀层缺陷，如空隙、毛边、气孔、裂纹、脱皮和剥落；
- e) 绝缘安装板缺陷，如裂纹、缺损和其他缺陷；
- f) 气密封的玻璃绝缘板缺陷，如气泡、裂纹和其他缺陷；
- g) 润滑剂不符合相应产品规范要求；
- h) 啮合销和啮合槽缺陷；
- i) 螺纹松动；
- j) 定位器缺陷；

## GJB 4027B—2021

k) 附件螺钉不符合相应产品规范要求。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时, 应按附录 B 要求, 对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 X 射线检查

#### 2.4.1 检查

采用 X 射线进行非破坏性的内部检查。

#### 2.4.2 缺陷判据

未对准或遗漏的零部件、裂纹、破损和其他缺陷。

### 2.5 密封(适用于有密封性要求的电连接器)

#### 2.5.1 检查

采用产品规范规定的方法进行密封性试验。

#### 2.5.2 缺陷判据

密封性不符合规定要求。

### 2.6 物理检查

#### 2.6.1 方法

物理检查的方法为:

- a) 检查每个接触件孔穴的嵌入力和保持力(适用于不带接触件的电连接器)。
- b) 按 GJB 1217A—2009 方法 2010 进行绝缘安装板固定性试验, 在垂直于绝缘安装板表面的方向施加至少 0.69MPa 的压强或 112N 的压力(两者取大值)。
- c) 采用镀层测厚仪或剖切后放大 1000 倍检查外壳和其他电镀零件的镀层厚度; 当用镀层测厚仪测量外壳和其他电镀零件的镀层厚度时, 至少应测量 3 个点的镀层厚度, 取其平均值。当用镀层测厚仪测量接触件的镀层厚度时, 至少应测量 3 个接触件, 每个接触件测量 3 个点的镀层厚度, 取其平均值。
- d) 按 GJB 1941—1994 中 4.6.3 的方法检查所有样品的镀、涂层附着质量。

#### 2.6.2 缺陷判据

物理检查的缺陷判据为:

- a) 接触件孔穴的嵌入力和保持力超过产品规范的规定;
- b) 绝缘安装板在垂直压力作用下出现可见位移;
- c) 镀层厚度不符合要求;
- d) 镀层质量不符合要求。

### 2.7 制样镜检(适用于带接触件的电连接器)

#### 2.7.1 制样

对于带接触件的电连接器, 样品需要采用环氧树脂或其他灌封料进行真空灌封, 然后按 GJB 4152A—2014 的方法沿连接器纵轴线并通过一个接触件的中心线进行剖切。

#### 2.7.2 检查

剖切好的样品在放大 10 倍的情况下进行检查, 检查内容为:

- a) 绝缘安装板的形状和安装位置;
- b) 合成橡胶和塑料模压件的相互适应状况;
- c) 外壳和绝缘安装板之间结合的牢固性;
- d) 放大 1000 倍至少检查一个接触件的镀层厚度;
- e) 对于可拆卸接触件电连接器, 检查接触件保持状况, 以核查安装是否合适, 弹簧卡爪是否破裂或未插入。

### 2.7.3 缺陷判据

制样镜检的缺陷判据为:

- 绝缘安装板的形状和安装位置不符合要求;
- 合成橡胶和塑料模压件相互不适应;
- 外壳和绝缘安装板之间结合不牢, 松动;
- 接触件的镀层厚度不符合要求;
- 接触件保持状况差, 弹簧卡爪破裂或插入不到位。

### 2.8 扫描电子显微镜(SEM)检查

需要时, 对已知缺陷或含有缺陷疑点的连接器样品应采用 SEM 作进一步检查。样品应以足够的放大倍数扫描和照相, 以获得怀疑区的清晰准确的图像。所有 SEM 结果作为永久的 DPA 记录部分。

### 2.9 接触件检查

接触件检查按工作项目 0602 进行。

### 2.10 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0602 电连接器接触件

### 1 结构

电连接器接触件的示意图见图 0602-1。

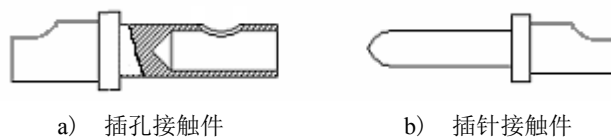


图 0602-1 电连接器接触件

### 2 程序

#### 2.1 概述

电连接器接触件的 DPA 项目和顺序见表 0602-1。

表 0602-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	可焊性试验(适用于焊接接触件)	2.4
4	压接试验(适用于压接接触件)	2.5
5	结构基线(适用时)	2.6

#### 2.2 外部目检

##### 2.2.1 检查

随机抽取一半接触件样品放大 10 倍进行外部目检。

- 测量尺寸;
- 镀层检查: 采用镀层测厚仪或剖切后放大 1000 倍检查接触件的镀层厚度(详细规定见工作项目 0601 中的 2.6.1 c));

## GJB 4027B-2021

c) 电镀层附着：按 GJB 1941-1994 中 4.6.3 的方法进行镀、涂层附着试验。

### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 尺寸与相应产品规范不符；
- b) 镀层厚度不符合相应产品规范要求；
- c) 镀层质量不符合规定要求。此试验在镀层或基体金属中可能产生较少的裂纹，不应认为是缺陷，但同时伴随有剥落、起泡或脱皮者除外。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 可焊性试验(适用于焊接接触件)

#### 2.4.1 检查

至少对 4 个接触件按 GJB 360B-2009 方法 208 进行可焊性试验，检查浸润、焊料流动性。

#### 2.4.2 缺陷判据

焊接质量不符合相应产品规范的规定。

### 2.5 压接试验(适用于压接接触件)

#### 2.5.1 检查

至少 2 个接触件压接最小允许线规的导线，2 个接触件压接最大允许线规的导线。放大 20 倍检查压接质量。然后对 4 只样品按相应接触件规范进行拉力强度试验。

#### 2.5.2 缺陷判据

压接部分镀层或基体金属的裂纹或龟裂。拉力强度试验不符合相应产品规范要求。

### 2.6 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0603 射频电连接器

### 1 结构

射频电连接器的示意图见图 0603-1。

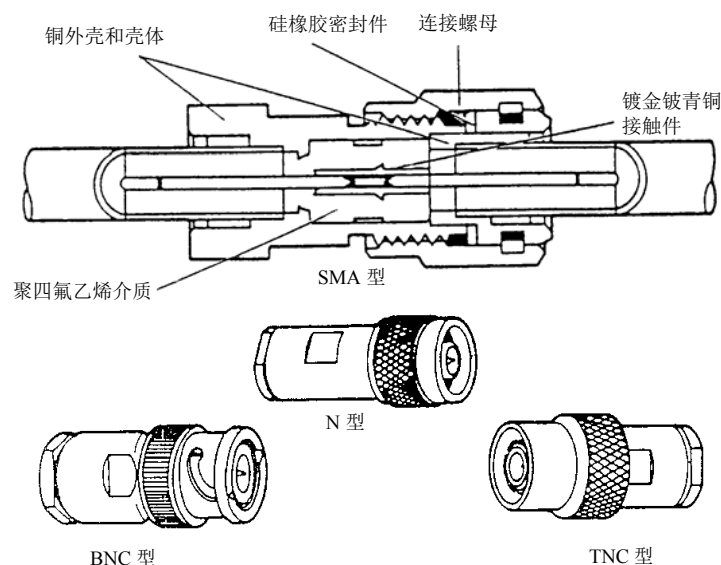


图 0603-1 射频电连接器

## 2 程序

### 2.1 概述

射频电连接器的 DPA 项目和顺序见表 0603-1。

表 0603-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	物理检查	2.4
4	制样镜检	2.5
5	结构基线(适用时)	2.6

### 2.2 外部目检

#### 2.2.1 检查

放大 10 倍进行外部目检。

#### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 不符合相应产品规范的产品标志和识别标记；
- b) 互换性与相应产品规范不符；
- c) 表面沾污，如油污、胶迹等；
- d) 啮合销和啮合槽缺陷；
- e) 螺纹松动；
- f) 定位器缺陷；
- g) 润滑剂不符合相应产品规范要求；
- h) 附件螺钉不符合相应产品规范要求。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 物理检查

#### 2.4.1 检查

物理检查的方法为：

- a) 按 GJB 1217A-2009 方法 2014 进行接触件分离力试验(采用—最小直径的试验插针)；
- b) 按 GJB 1217A-2009 方法 2007 进行接触件固定性试验；
- c) 按 GJB 1217A-2009 方法 2013 进行连接器分离力试验；
- d) 接触件应力试验，抽取样本中 1/2 的样品(或 1/3、或 2/5)，采用最大直径试验插针插入 100 次(经本试验的样品不再用于其他试验)；
- e) 按 GJB 1941-1994 中 4.6.3 的方法进行镀、涂层附着试验；
- f) 采用镀层测厚仪或剖切后放大 1000 倍检查外壳的镀层厚度(详细规定见工作项目 0601 中的 2.3)。

#### 2.4.2 缺陷判据

物理检查的缺陷判据为：

- a) 进行接触件分离力试验后接触件分离力不符合相应产品规范要求；
- b) 进行接触件固定性试验后接触件固定性不符合相应产品规范要求；

# GJB 4027B-2021

## GJB 4027B—2021

- c) 进行连接器分离力试验后连接器分离力不符合相应产品规范要求；
- d) 进行接触件应力试验后在插座中的插孔底部呈现出裂纹的迹象；
- e) 镀、涂层质量不符合相应产品规范要求；
- f) 镀层厚度不符合相应产品规范的规定。

### 2.5 制样镜检

#### 2.5.1 制样

将连接器样品按 GJB 4152A—2014 的方法进行真空灌封，并制备剖面。可能时连接器对应在一起剖切。沿通过连接器和中心针的纵轴线剖切。

#### 2.5.2 检查

剖切好的样品在放大 10 倍的情况下进行检查，检查内容为：

- a) 诸如铜焊区、钎焊区、导电环氧树脂接缝以及锁定环区的加工质量；
- b) 耦合环、本体绝缘体和联接螺母的连接表面。

#### 2.5.3 缺陷判据

制样镜检的缺陷判据为：

- a) 铜焊区、钎焊区、导电环氧树脂接缝以及锁定环区的加工质量不符合要求；
- b) 耦合环、本体绝缘体和联接螺母的连接表面不应呈圆弧、倒角或斜面。

### 2.6 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0700 继电器

本工作项目规定了继电器 DPA 的详细要求。表 0700-1 给出了本工作项目中所包括的继电器类型及相应规范。

表 0700-1

工作项目	产品类型	产品相应规范编号
0701	电磁继电器	GJB 65B-1999
		GJB 1461
		GJB 2888
0702	固体继电器	GJB 1515
0703	恒温继电器	GJB 1517

## 工作项目 0701 电磁继电器

### 1 结构

密封电磁继电器的示意图见图 0701-1~图 0701-4。

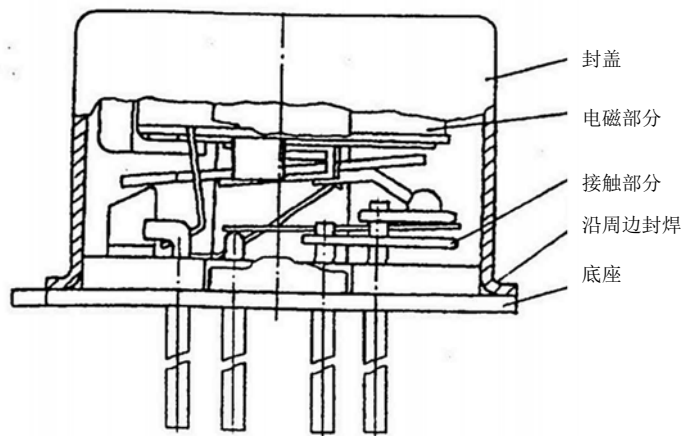


图 0701-1 拍合式衔铁结构 (TO-5 外壳) 密封电磁继电器

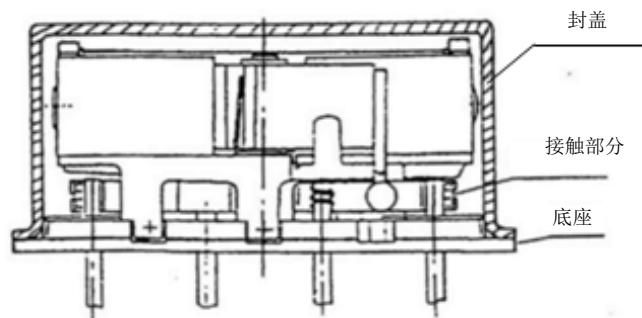


图 0701-2 平衡旋转式衔铁结构密封电磁继电器

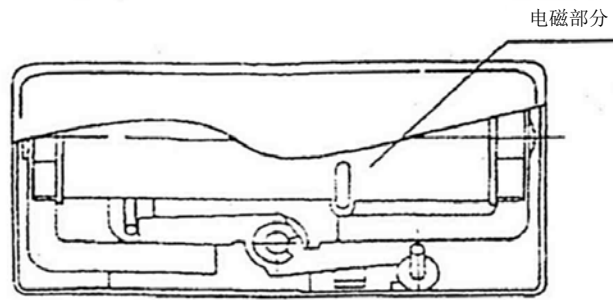


图 0701-2 (续)

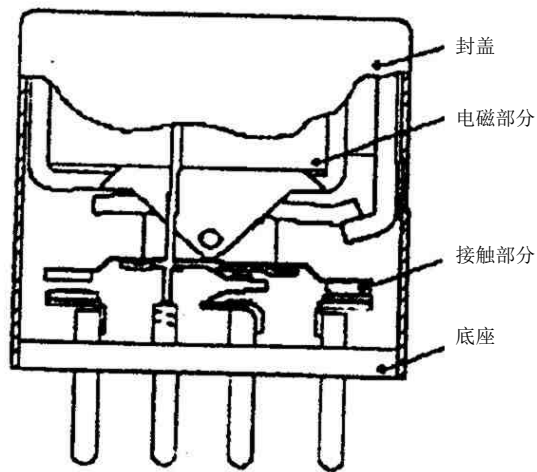


图 0701-3 平衡力式密封电磁继电器

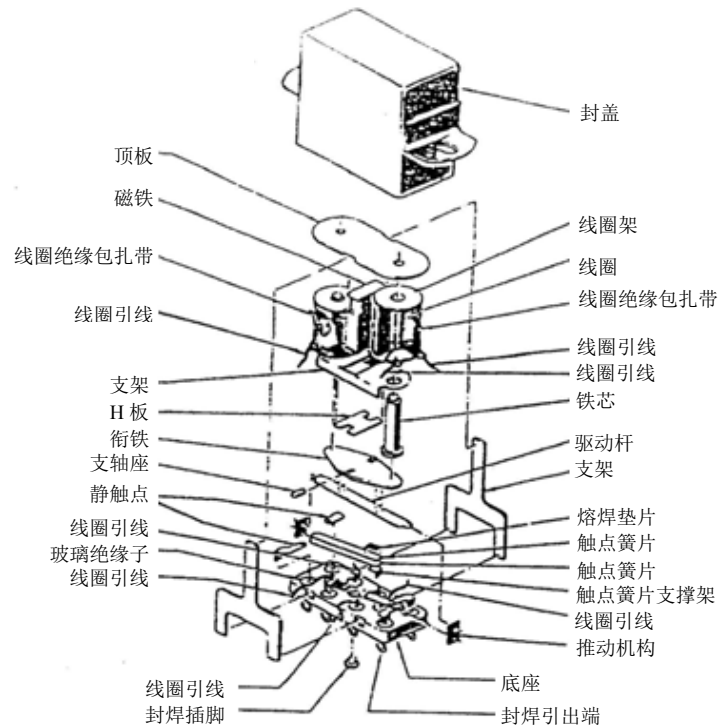


图 0701-4 典型的密封电磁继电器内部结构

## 2 程序

### 2.1 概述

密封电磁继电器的 DPA 项目和顺序见表 0701-1。

表 0701-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	粒子碰撞噪声检测 (PIND)	2.4
4	密封	2.5
5	内部气体成份分析	2.6
6	内部检查	2.7
7	结构基线(适用时)	2.8

### 2.2 外部目检

#### 2.2.1 检查

放大 10 倍进行外部目检，当出现异常现象或有争议时，最大可放大至 30 倍进行检查。

#### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 底座的玻璃绝缘子出现 GJB 65B-1999 中 3.30 的缺陷；
- b) 涂镀区未镀或镀涂层不连续；
- c) 镀涂层脱屑、起皮、气泡或粗斑；
- d) 外壳变形或凹坑；
- e) 有不符合要求的防腐蚀保护；
- f) 标志不符合相应产品规范的规定；
- g) 引出端弯曲、断裂、有毛刺或变形；
- h) 引出端不符合相应产品规范规定；
- i) 螺栓的螺纹、螺孔、垫圈规格不符合相应产品规范规定，螺纹不符合有关标准的规定，螺纹变形，螺纹啮合少于 3 个整牙；
- j) 排屑孔和螺帽、垫圈等附件规格不符合相应产品规范规定，有毛刺和变形；
- k) 螺栓和支架等在外壳上固定不牢固。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 粒子碰撞噪声检测 (PIND)

#### 2.4.1 检查

适用时，按 GJB 65B-1999 中 4.8.23 规定进行检查。

#### 2.4.2 缺陷判据

存在可动多余物，或过大的机械噪声。

### 2.5 密封

#### 2.5.1 检查

按 GJB 65B-1999 中 4.8.5 规定检查密封性。

## GJB 4027B-2021

### 2.5.2 缺陷判据

密封性不符合相应产品规范规定。

### 2.6 内部气体成份分析

#### 2.6.1 检查

在外壳穿孔之前,应将继电器直接在 100℃ 下至少预热 15min。可采用单独样品进行本项试验。如为了节约样品,希望进行本项试验后的样品能继续进行其他 DPA 项目,外壳穿孔不得损坏继电器内部零件,也不得将污染物引入继电器内部。试验后应立即用胶带将穿孔覆盖,以防外部多余物进入。

#### 2.6.2 缺陷判据

内部气体成份分析的缺陷判据为:

- a) 探测到的气体主要成份与承制方已批准的工艺文件规定的回充气体不符合;
- b) 检测到的水汽含量超过 0.5%(体积百分比)。

### 2.7 内部检查

#### 2.7.1 开封

##### 2.7.1.1 概述

开封之前,应清除继电器底座上的所有附加密封剂。开封过程中,不应引入外部多余物。禁止使用诸如金属丝、夹子、老虎钳等固定器具,以避免继电器损坏或变形。必要时,应拍摄合适的 X 射线照片作基准,以保证采用正确的继电器开封程序。

##### 2.7.1.2 TO-5 外壳

外壳切割不应使继电器内部引入金属多余物。切割器应能适合外壳不同的高度。另外,在切割滚轮上方增加一金属导杆,使 TO-5 帽缘与滚轮切割平面之间的间隙保持尽可能的小。滚轮、切割刀刃与 TO-5 外壳之间的压力应调整到使外壳不变形所需的最小值。

##### 2.7.1.3 矩形外壳

矩形外壳开封方法有:

###### a) 方法 1(优先方法):

- 1) 将继电器牢固地固定在类似台钳的夹具上,夹具不得使继电器外壳变形,也不得使继电器的内部结构和尺寸发生变化,这些结构和尺寸可能要求在以后的 DPA 步骤中测量。
- 2) 继电器的定位应使其封盖与底座的熔焊部位能进行立铣,如图 0701-5 所示。

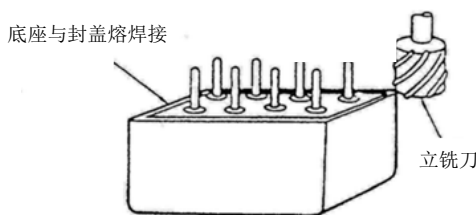


图 0701-5 封盖与底座熔焊部位的立铣

- 3) 立铣去掉的封盖壁高度和深度必须严格控制。可采用能在三个轴线方向移动并具有游标刻度尺的铣床进行立铣。继电器承制方应提供封盖壁厚度和底座的详细尺寸。
- 4) 慢慢地铣掉焊接部位,通常,每次铣掉继电器封盖壁厚度为 25 $\mu\text{m}$ ~50 $\mu\text{m}$ 。提请注意,如果立铣的转速太快,会出现过热或其他问题;如果转度太慢,则会引发继电器组件所不能承受的振动。
- 5) 在立铣过程中,对立铣部位应进行连续或尽可能频繁地抽气,以清除散落的金属多余物,因为这些多余物会干扰以后的检查。
- 6) 理想状况,应将熔焊部位切削到这样的深度,即环绕继电器熔焊面露出焊缝,焊缝应是一

条闭合的缝。不应将焊缝切掉致使内腔开封，更不能使继电器组件与底座分离。

- 7) 将继电器移至洁净室进行最后的洁净检查。
- 8) 采用胶带并抽真空清除切削面周围散落的所有多余物。然后，放大 30 倍核查熔焊部位是否存在散落的多余物。
- 9) 经过放大 30 倍核查确认继电器外部无多余物后，不得用不戴指套或无绒橡皮手套的手去触摸。

b) 方法 2(替代方法):

当方法 1 的设备或程序不适用时，可采用本方法来替代。

在底座的底板上方约 2.5mm 的部位，环绕封盖的周边进行切削，切削深度不超过封盖壁厚度的 90%。切削后，将整个继电器表面进行真空清洗，然后用利刀切开剩余厚度的封盖壁。

c) 方法 3(替代方法):

当方法 1 的设备或程序不适用时，可以采用本方法来替代。

采用工作项目 1101 中 2.8.1 规定的任一种适用的程序或其他适用方法去除继电器的封盖。

## 2.7.2 检查

内部检查的方法为:

a) 多余物:

放大 20 倍检查每只样品的所有裸露内表面。图 0701-4 表示典型的密封电磁继电器内部结构。

b) 内部调整:

采用光学或机械方法测量动合触点与动触点可移动间隙之间的距离。

c) 触点和引出端:

放大 20 倍检测触点和引出端表面，放大 10 倍(减少放大倍率会使活动的识别更容易)检查镀层的毛刺、裂缝或脱皮部分、球状焊料溅落物或喷溅物是否活动。

d) 衔铁和极靴:

放大 20 倍检查衔铁、极靴和触点推动杆玻璃球表面，放大 10 倍观察毛刺、裂缝或镀层裂脱部分是否活动。

e) 线圈组件:

放大 20 倍检查线圈、铁芯、线圈引出端之间的活动、扭绞或绝缘损坏等现象。

f) 线圈架:

除另有规定外，按以下要求进行熔焊拉脱试验:

- 1) 采用小型手持砂轮，从底座上卸下线圈组件(架)。金刚石切割轮的直径大约为 25mm，厚度大约为 0.5mm;
- 2) 切割后，每一个熔焊凸台应凸出底座至少 1.5mm;
- 3) 抓住凸台的凸出端，把他从底座上拉脱；测量熔焊部位的分离力。放大 20 倍检查熔焊牢固性和熔焊多余物。如果对熔焊牢固性产生怀疑，则应更详细地检查其他熔焊点。

g) 金属陶瓷封装器件(适用时):

按 GJB 548B-2005 方法 2019 规定进行芯片剪切强度试验，或按 GJB 548B-2005 方法 2027 规定进行芯片与底座的附着强度试验，芯片剪切力或芯片附着强度应以粘附面积为依据。按 GJB 548B-2005 方法 2011 规定进行键合强度试验。

## 2.7.3 缺陷判据

内部检查的缺陷判据为:

a) 多余物:

在继电器或外壳内部有松散的金属或非金属微粒或纤维。

b) 内部调整:

## GJB 4027B-2021

动合触点与动触点可移动间隙之间的距离不符合承制方经批准的调整要求。

c) 触点和引出端:

- 1) 放大 20 倍所检测到的镀层的毛刺、裂缝或脱皮, 如果放大 10 倍观察, 当用一个 1.2N 的力探测时可活动;
- 2) 触点与其配对触点不对准或互相不平行(相等的触点间隙);
- 3) 放大 20 倍检测到触点引出端有金属沉积物或球状熔焊料溅落物或喷溅物, 如放大 10 倍观察, 用一个 1.2N 的力探测球状焊料溅落物或喷溅物时可活动。

d) 衔铁和极靴:

- 1) 放大 20 倍检测到衔铁、极靴气隙中的毛刺、裂缝或镀层脱皮, 放大 10 倍观察, 用 1.2N 的力探测时可活动;
- 2) 放大 20 倍在气隙之间或在衔铁和极靴表面检测到铁锈;
- 3) 放大 20 倍在触点推动杆的玻璃球上有裂纹、腐蚀或气泡。

e) 线圈组件:

- 1) 线圈相对于铁芯转动或松动;
- 2) 线圈与线圈引出端之间的引线出现不绝缘的部分, 这些部分由于零部件的移动、扭绞或拉伸(拉紧), 有可能形成短路和相互影响。

f) 线圈架:

熔焊拉脱试验时:

- 1) 壳体应具有研磨切削余量, 以便为拉脱试验提供线圈架凸台间隙;
- 2) 除另有规定外, TO-5 封装继电器熔焊点不能经受 64N 的拉力, 其他封装继电器熔焊点不能经受 85N 的拉力;
- 3) 继电器出现线圈架熔焊点不对准或熔焊点局部穿透了线圈架至底座。

g) 金属陶瓷封装器件(适用时):

- 1) 该器件未通过芯片剪切强度或附着强度试验;
- 2) 内部互连线的键合拉力不符合 GJB 548B-2005 的规定。

### 2.8 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0702 固体继电器

### 1 结构

固体继电器的示意图见图 0702-1 和图 0702-2。

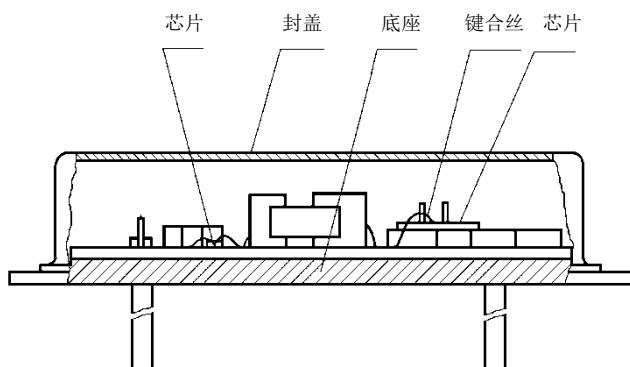


图 0702-1 单层固体继电器

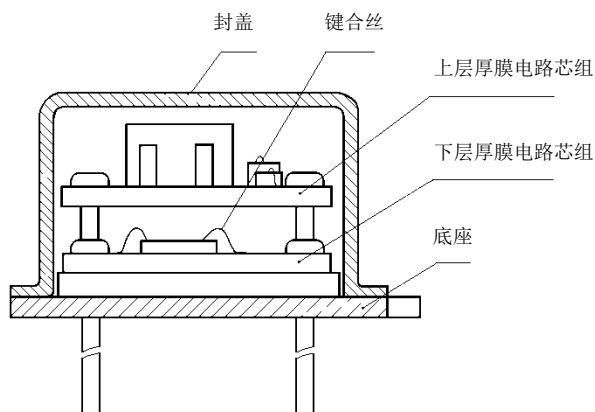


图 0702-2 双层固体继电器

## 2 程序

### 2.1 概述

固体继电器的 DPA 项目和程序见表 0702-1。

表 0702-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	粒子碰撞噪声检测 (PIND)	2.5
5	密封	2.6
6	内部气体成份分析	2.7
7	内部目检	2.8
8	键合强度	2.9
9	扫描电子显微镜 (SEM) 检查	2.10
10	剪切强度	2.11
11	结构基线 (适用时)	2.12

### 2.2 外部目检

应按 GJB 548B-2005 方法 2009 进行。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 X 射线检查

必要时，应按 GJB 548B-2005 方法 2012 进行。应检查腔体，特别检查固定的芯片及各种元件粘接质量、内部间隙及松动的粒子等方面的情况；并作为在确定去除封盖和剖面切截的位置，及非破坏性地研究可疑缺陷方面的一种辅助手段。

### 2.5 粒子碰撞噪声检测 (PIND)

应按 GJB 548B-2005 方法 2020 进行。必要时，应对多余物的尺寸和成份进行测量和分析。经委托方可，具有内部敷形涂覆的可不进行 PIND 试验。

## GJB 4027B-2021

### 2.6 密封

应按 GJB 548B-2005 方法 1014 进行细、粗检漏。

### 2.7 内部气体成份分析

#### 2.7.1 检查

应按 GJB 548B-2005 方法 1018 进行。

如为了节约样品，希望进行本项试验后的样品能继续进行其他 DPA 项目，必须尽可能减小本试验对器件内部结构的损伤，特别注意避免穿刺工具穿入器件空腔时造成的任何损伤。

#### 2.7.2 缺陷判据

水汽含量大于 0.5%(体积百分比)应拒收。对有其他气体成份控制要求的，应按相应产品规范的要求。

### 2.8 内部目检

#### 2.8.1 开封

可采用工作项目 1101 中 2.8.1 的一种程序或其他适用方法对器件进行开封。

#### 2.8.2 检查

对开封后的器件，应按 GJB 548B-2005 方法 2017 及方法 2013 进行检查，双层基板的间距应满足相应产品规范或设计文件要求。

### 2.9 键合强度

应按 GJB 548B-2005 方法 2011 进行。需要时，应对键合强度不合格的脱落键合点进行扫描电子显微镜检查，观察形貌并分析表面材料成份。

### 2.10 扫描电子显微镜(SEM)检查

应对芯片按 GJB 548B-2005 方法 2018 进行检查。

### 2.11 剪切强度

应按 GJB 548B-2005 方法 2019 进行。对每一个粘接的元件，例如各个裸芯片、片式电阻器和电容器、过渡片、薄膜电阻网络，以及除了和外壳底座粘接的基板外的每一块基板，均应根据 GJB 548B-2005 方法 2019 的要求，进行剪切强度试验。

### 2.12 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0703 恒温继电器

### 1 结构

恒温继电器的示意图见图 0703-1 和图 0703-2。

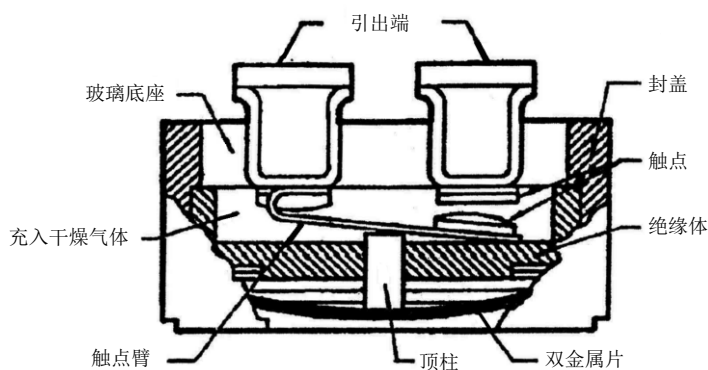


图 0703-1 动合型恒温继电器横切面视图

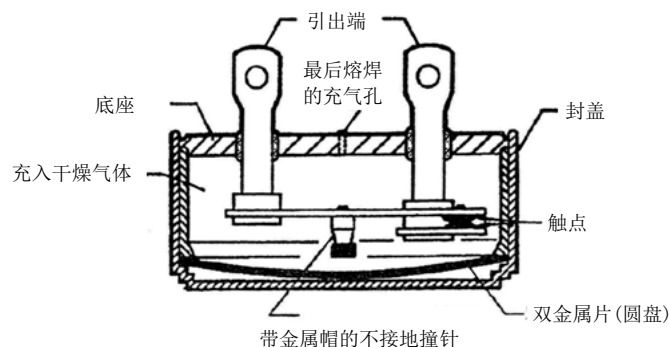


图 0703-2 动断型恒温继电器横切面视图

## 2 程序

### 2.1 概述

恒温继电器的 DPA 项目和顺序见表 0703-1。

表 0703-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	密封	2.4
4	内部气体成份分析	2.5
5	内部目检	2.6
6	结构基线(适用时)	2.7

### 2.2 外部目检

#### 2.2.1 检查

放大 10 倍检查样品的标志、引出端、外部结构、材料和加工质量，当怀疑有异常时，可最大放大 30 倍进行检查。

#### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

##### a) 标志：

标志不符合产品规范的要求。

##### b) 引出端、外壳和安装件：

- 1) 引出端畸形、弯曲、毛刺、裂纹，防护镀涂层腐蚀、气泡、剥落有未镀区或不连续，尺寸不符合要求；
- 2) 外壳变形，凹陷，镀涂层腐蚀、气泡、粗糙斑点、剥落、有未镀区或不连续；
- 3) 法兰盘、螺栓、支架等安装件畸形、毛刺、固定不牢，螺纹件啮合齿数少于 3 个整齿，镀涂层腐蚀、气泡、粗糙斑点、剥落、有未镀区或不连续；
- 4) 有不合适的抗腐蚀保护现象。

##### c) 玻璃密封区：

- 1) 径向裂纹大于引线到边缘距离的 1/2；
- 2) 围绕密封中心的圆弧形裂纹大于 90°；
- 3) 成行或成串的表面开口气泡大于引线到边缘距离的 2/3；

## GJB 4027B-2021

- 4) 大气泡或空洞大于玻璃密封区的 1/3;
- 5) 引线偏心使玻璃密封区半径偏差大于或等于 25%;
- 6) 劈形缺陷深于玻璃弯月形面。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时, 应按附录 B 要求, 对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 密封

当有规定时, 应按产品规范进行密封检验。

### 2.5 内部气体成份分析

#### 2.5.1 检查

恒温继电器应进行内部水汽含量检测和气体成份分析。在刺穿外壳之前, 样品应在 100℃ 的温度下至少预热 15min。刺穿外壳, 从中抽取填充气体时, 不得使内部零部件损坏, 也不得引入污染物。从试验台上取下样品后, 应立即用无污染的胶带盖住穿刺孔, 以防引入污染物。

#### 2.5.2 缺陷判据

分析出的气体成份与规定的填充气体不符, 或检测出的水汽含量超过 0.5% (体积百分比)。

### 2.6 内部目检

#### 2.6.1 开封

由于开封过程中引入杂质在下一步内部检查中可导致不合格, 因此, 在开封之前, 应清除恒温继电器底座上的所有附加密封剂。为避免恒温继电器变形或损坏, 禁止使用诸如导线、夹子、钳子之类的夹持工具。按下列程序进行开封:

- a) 在研磨盘上施加一定压力对温度敏感的一侧进行研磨, 研磨操作不得穿透外壳, 使剩下的厚度大约为壁厚的 10%, 直至壁厚的剩余部分能用手术刀轻易刺破为止。
- b) 研磨过程中, 工作区域应尽可能连续或经常地进行真空清洁处理, 以清除散落的金属粉粒, 不要在工作区将样品打开。
- c) 将样品拿到洁净室, 洁净室应限制人员流动。进入洁净室之前, 所有设备和器材, 如显微镜、过滤器、容器、镊子等均应进行彻底清洗。
- d) 用粘胶带和真空装置清除表面所有松散或可能松散的粉粒。放大 30 倍检查样品表面是否存在粉粒, 核实外部洁净度。
- e) 核查证实样品外部无粉粒后, 只有戴上无纤维指套或无绒橡皮手套, 方可触及样品。

#### 2.6.2 目检

##### 2.6.2.1 检查

至少放大 20 倍检查开封样品的所有裸露表面。

##### 2.6.2.2 缺陷判据

内部检查的缺陷判据为:

- a) 有松散粉粒或污染物, 其最大尺寸大于 130 $\mu\text{m}$ 。
- b) 不是由于开封而引起的零部件的松动、裂纹或未对准入位。
- c) 检查到污染膜。
- d) 电镀层或防护层的腐蚀或脱皮。
- e) 对于转换型恒温继电器, 调节螺钉上的锁定装置不紧靠螺母, 该锁定装置通常是固定调节螺钉的。动合型和动断型恒温继电器无锁定装置。

### 2.7 结构基线 (适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0800 线圈和变压器

本工作项目规定了线圈和变压器 DPA 的详细要求。表 0800-1 列举了本工作项目中所包括的线圈和变压器类型及其相应产品规范。

表 0800-1

工作项目	产品类型	产品相应规范编号
0801	电感器和变压器	GJB 1521
		GJB 1661
		GJB 2829
0802	射频线圈	GJB 675
0803	印刷片式电感器	GJB 1864A-2011

## 工作项目 0801 电感器和变压器

## 1 结构

电感器和变压器的示意图见图 0801-1~图 0801-6。

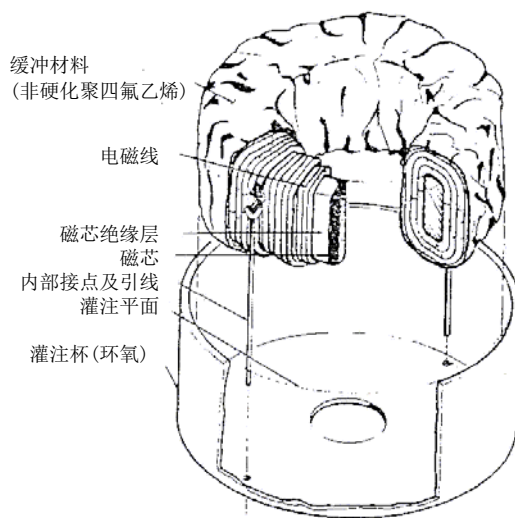


图 0801-1 功率电感器

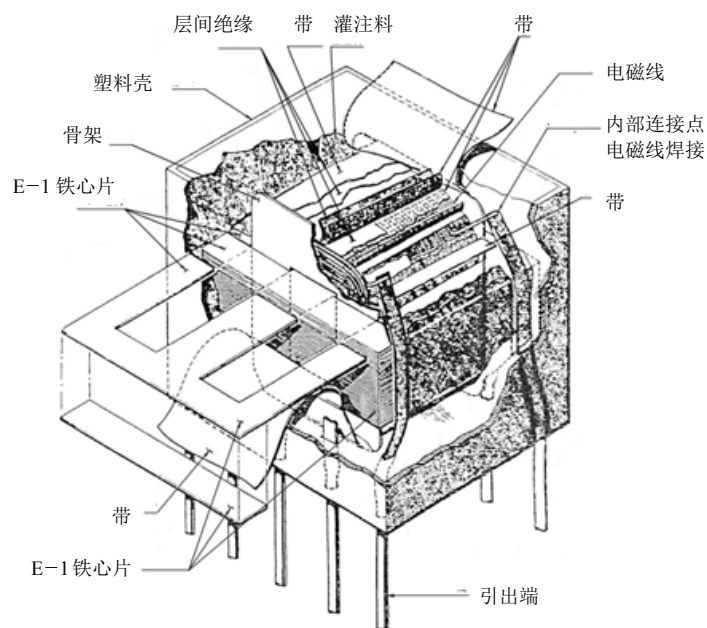


图 0801-2 电源变压器

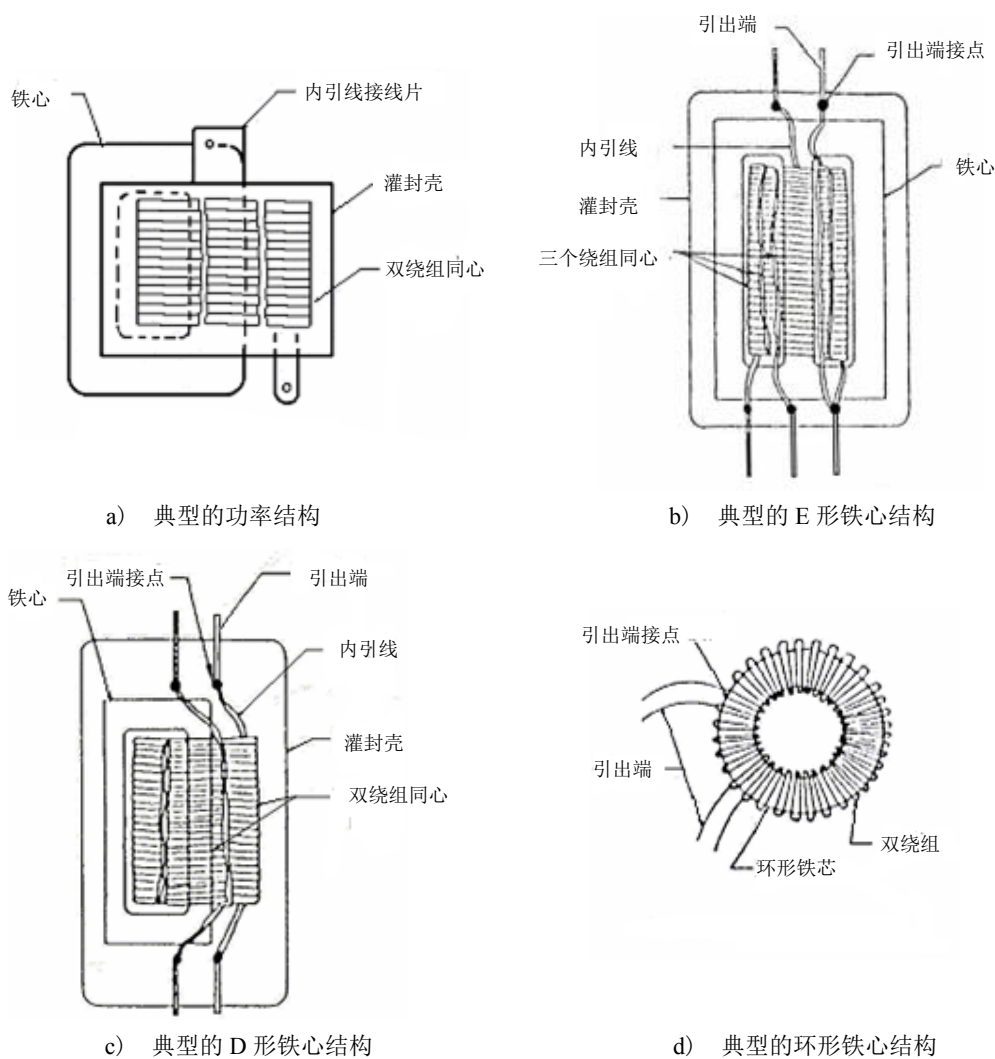


图 0801-3 变压器/电感器

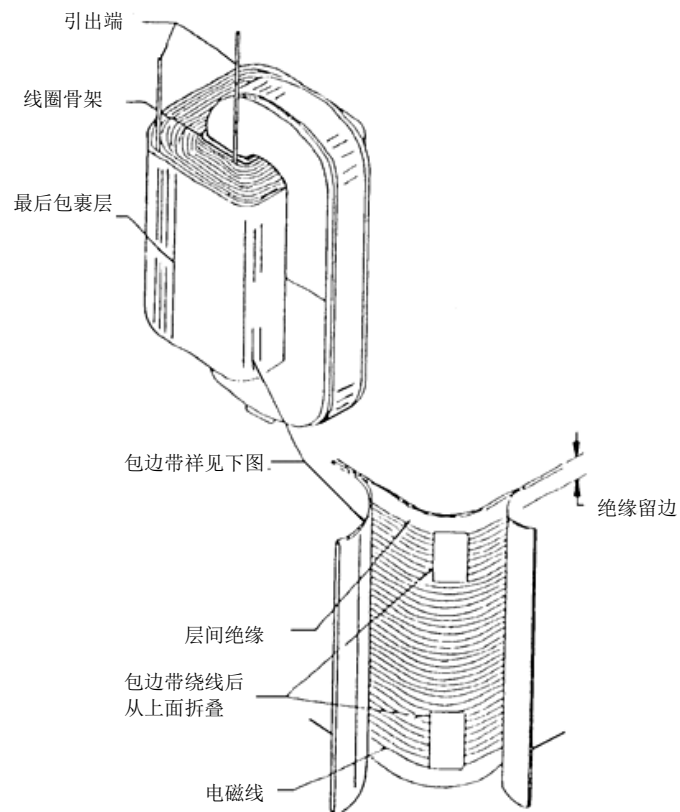


图 0801-4 变压器/电感器

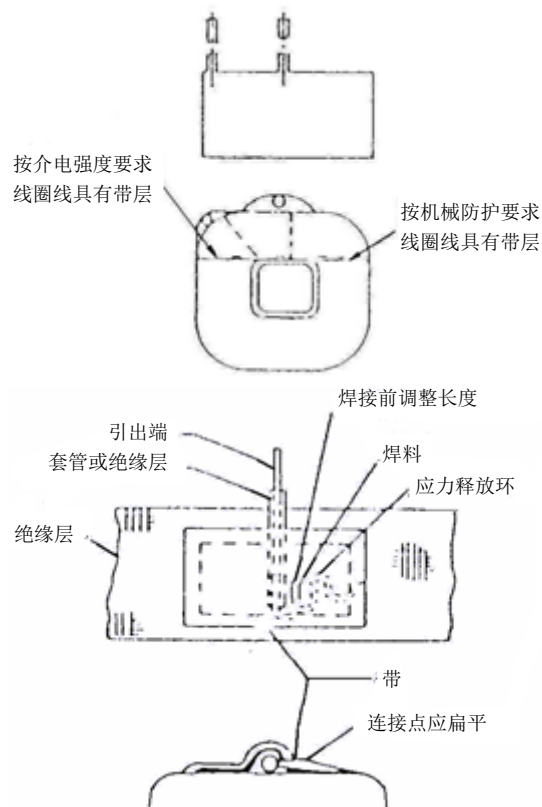


图 0801-5 变压器/电感器

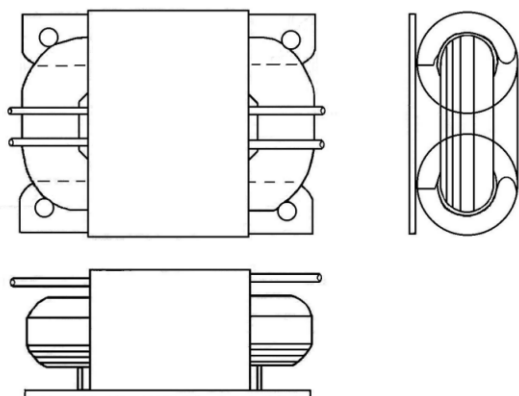


图 0801-6 R 型变压器

## 2 程序

### 2.1 概述

电感器和变压器的 DPA 项目和顺序见表 0801-1。

表 0801-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	密封	2.4
4	X 射线检查	2.5
5	制样镜检	2.6
6	结构基线(适用时)	2.7

### 2.2 外部目检

#### 2.2.1 方法

放大 20 倍对外部进行检查。检查引线、底座、馈入装置和密封的缺陷，以及引线、表面、标志图形和尺寸，并应对一只典型元件的所有外部标志进行照相。

#### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 标志不完整、模糊不清；
- b) 外部结构不符合要求；
- c) 外部引出端未按规范规定镀涂或起皮、脱落；
- d) 包封层或外壳有裂纹、掉屑、缺口、针孔或砂眼；
- e) 玻璃密封缺陷。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 密封

按元器件规范要求要求进行密封性试验。

### 2.5 X 射线检查

#### 2.5.1 方法

应按 GJB 360B-2009 方法 209 对样品的 X、Y、Z 三个轴向进行射线照相检查，轴向定位见

图 0801-7。X 射线应能形成明显、清晰的穿透图象。X 射线检查应包括(但不限于)多余物、定位、间隙和工艺损伤检查。当发现异常区域时,应进一步进行检查。

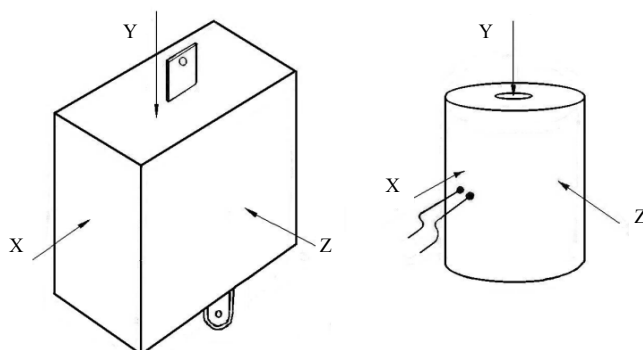


图 0801-7 轴向定位

### 2.5.2 缺陷判据

X 射线检查的缺陷判据为:

#### a) 多余物:

在导线之间或连接点之间对绝缘产生破坏或构成电气短路的多余物。松散或过多的连接材料(如熔焊或锡焊的飞溅物)、焊料球和引线断头应认为是多余物。

- 1) 焊料球使导线之间的绝缘间距减少 20%以上, 见图 0801-8 中的脚注 a;
- 2) 在距导线 3.2mm 范围内, 焊料球超过 0.3mm, 见图 0801-8 中的脚注 b;
- 3) 过量的焊料结瘤超过导线直径 150%, 见图 0801-8 中的脚注 c;
- 4) 引线断头长度超过 0.3mm, 见图 0801-8 中的脚注 d;
- 5) 器件内部有溅落的焊料球, 见图 0801-8 中的脚注 e;
- 6) 线圈内有引线断头, 见图 0801-8 中的脚注 f。

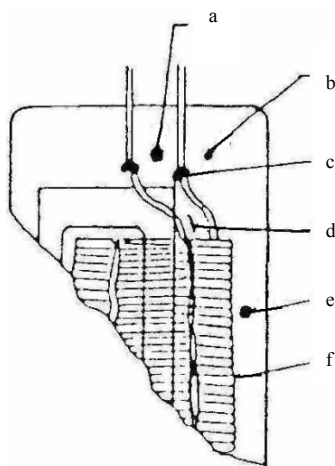


图 0801-8 多余物缺陷

#### b) 定位和间隙:

- 1) 引线连接点到出口表面小于 3.2mm, 见图 0801-9 中的脚注 a;
- 2) 引线连接点之间或无绝缘的引线之间间隔小于 1.5mm, 见图 0801-9 中的脚注 b 和脚注 c;
- 3) 引线或引出端到导电性外壳之间的距离小于 0.76mm, 见图 0801-9 中的脚注 d;

## GJB 4027B-2021

- 4) 对于模压元件的引线到外表面的距离小于 0.76mm，见图 0801-9 中的脚注 e；
- 5) 除非有足够的绝缘阻挡层，绕组到导电外壳或外表面的距离小于 0.76mm；但任何情况下不应小于 0.25mm，见图 0801-9 中的脚注 f；
- 6) 线圈引线无应力释放环或弯曲半径少于 3 倍引线直径，见图 0801-9 中的脚注 g。

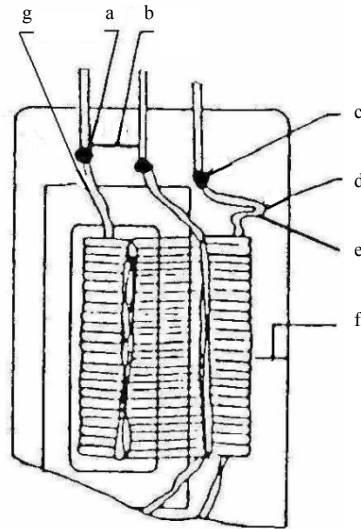


图 0801-9 定位和间隙缺陷

### c) 工艺缺陷:

- 1) 散落的或磨损的引线头分离或刺穿绝缘层、其他引线或部件，见图 0801-10 中的脚注 a 和图 0801-11 中的脚注 a；
- 2) 绞合线局部破损，多股绞合线中一股或多股线散开，见图 0801-10 中的脚注 b；
- 3) 连接点的焊料过量使连接点直径超过 150%，见图 0801-11 中的脚注 b；
- 4) 焊接点不完整或无焊料，见图 0801-10 中的 c 或图 0801-11 中的脚注 d；
- 5) 无支撑的过长引线且在机械或热应力下可自由移动，见图 0801-10 中的脚注 d；
- 6) 破损导线或引出端连接或修理不符合工艺要求，见图 0801-10 的 e 或 0801-11 的脚注 c；
- 7) 线圈中有引线断头，见图 0801-11 中的脚注 e；
- 8) 在线圈到外壳的包封料中围绕导线有空洞，见图 0801-10 中的脚注 f；或空洞即使不在导线周围，但超过线圈到外表面距离的 20%，见图 0801-10 中的脚注 g；
- 9) 线圈开裂或损坏，见图 0801-11 中的脚注 f。

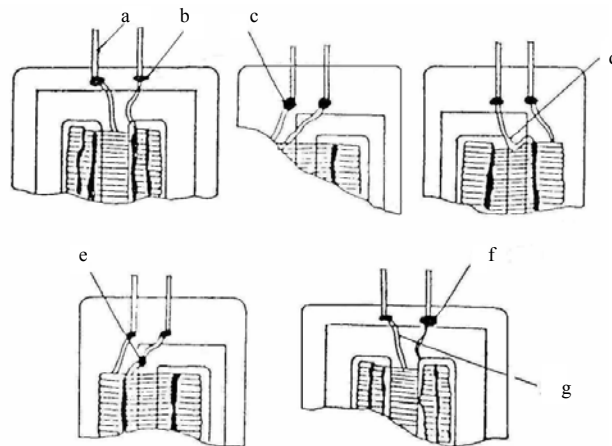


图 0801-10 工艺缺陷

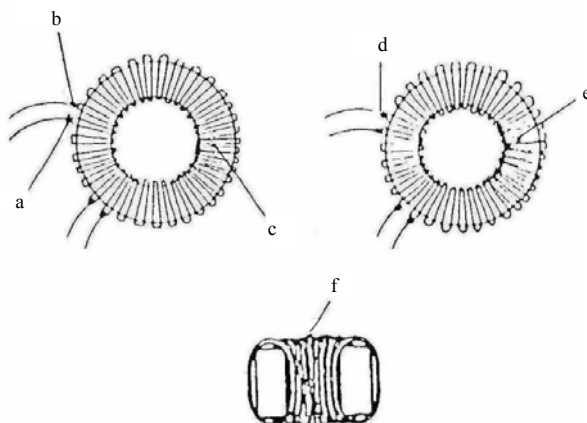


图 0801-11 环形磁芯工艺缺陷

## d) 其他:

裂纹、破损或铁芯安装不适当, 部件变形或弯曲以及灌封料中有空洞。

## 2.6 制样镜检

## 2.6.1 制样

在拆封的过程中, 金属外壳的电感器和变压器应采用专用开启器打开封壳。不能用拆焊的办法制备样品。

一半数量灌封的电感器和变压器应用合适的溶剂去掉灌封材料。溶剂可以是热的也可以是冷的(按适用的), 只要不损坏内部结构。如可能, 分两步去掉灌封材料。第一步, 露出引出线或引出端的端接点; 第二步, 露出绕组导线(电磁线)到互连引线(引出线)的端接点。

对于非灌封的电感器直接进行检查。

若有必要, 仔细从灌封壳中移出元件, 并检查引出端。

移去线圈的绝缘垫层材料。检查导线裂痕、擦伤等, 并检查内部焊缝。

移去绕组, 检查铁芯或磁芯。

余下的一半器件制成剖面样品, 检查焊接点及绕线质量。

## 2.6.2 检查

放大 30 倍检查每只电感器或变压器的所有暴露的内部表面。

## 2.6.3 缺陷判据

制样镜检的缺陷判据为:

- a) 导线规格不符合规定;
- b) 互连带不符合规定;
- c) 内部引线无机械固定而只焊接固定;
- d) 绕组导线从一部分绕到相邻部分时, 线圈匝间相互交叉重叠;
- e) 导线横截面裂口、扭曲打结、变细或有其他损坏;
- f) 焊剂或其他类残留物;
- g) 聚四氟乙烯带异常;
- h) 导线绝缘层烧焦、变脆、变色或损坏;
- i) 绕组导线经过拼接或修补;
- j) 导线与引出端的连接无足够的应力释放环;
- k) 焊点冷焊或在导线或引出端周围无焊接轮廓线;
- l) 熔焊点无焊嘴压痕;

## GJB 4027B-2021

- m) 当采用熔焊工艺连接时, 熔焊点有裂纹, 当采用焊料连接时, 焊点有针孔、裂纹或开裂;
- n) 熔焊点松动或有溅落焊料;
- o) 在接线柱上, 绕线不足 3 个不重叠的整圈;
- p) 端接点的多股绞合线不挂锡, 或有大焊球遮蔽导线外轮廓, 或由于线绳毛细作用吸收了大量焊锡使线绳隆起;
- q) 线圈或其零件曾出现过热现象;
- r) 焊接点存在锋利尖峰或突起, 或焊接点露出导线端头或胶合线端头;
- s) 导线连接点粘附多余物, 或在绕组之间、铁芯之间以及浸渍剂中有多余物;
- t) 浸胶层厚度小于 0.127mm;
- u) 磁芯有缺损或裂纹;
- v) 磁环未打磨、周围有锋利锐角;
- w) 引线引出到焊点处未打结。

### 2.7 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行。

## 工作项目 0802 射频线圈

### 1 结构

射频线圈的示意图见图 0802-1。

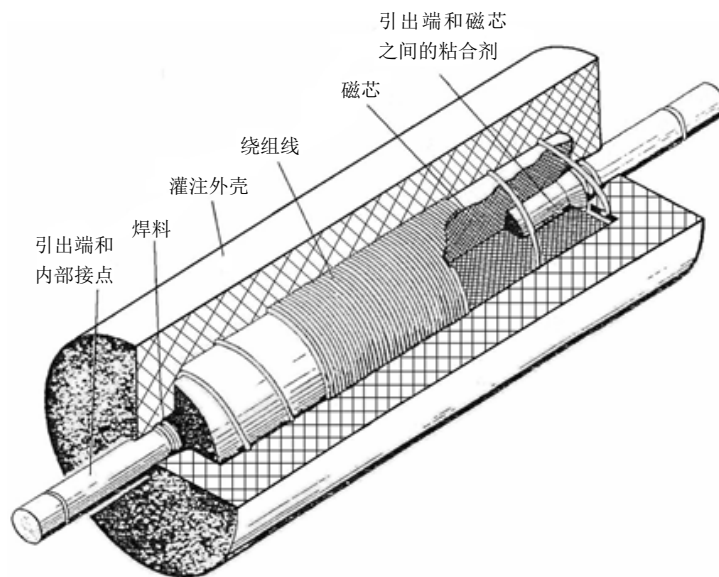


图 0802-1 典型的射频线圈

### 2 程序

#### 2.1 概述

射频线圈的 DPA 项目和顺序见表 0802-1。

表 0802—1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	引出端强度	2.4
4	X 射线检查	2.5
5	制样镜检	2.6
6	结构基线(适用时)	2.7

## 2.2 外部目检

### 2.2.1 方法和检查

放大 20 倍检查样品的外表面。检查结构符合性并记录所有标志和识别符号。

### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 外壳或表面有明显的针孔、裂纹或缺口；
- b) 引线有切口、裂纹、压伤等损伤；
- c) 涂镀层腐蚀或露出基底金属。

## 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

## 2.4 引出端强度

应按相应产品规范随机抽取两只样品进行引线拉力试验，相关判据依据相应产品规范规定。

## 2.5 X 射线检查

### 2.5.1 方法和检查

X 射线检查应按 GJB 360B-2009 方法 209 进行。要求应按工作项目 0801 中 2.5.1 的规定。通常是对样品的主轴线相隔 90°进行两个轴向检查。检查内容应包括(不限于)检查绕组或外壳内有无多余物，引线或芯子是否错位或未对准，电极和线圈绕组有无损伤。

### 2.5.2 缺陷判据

X 射线检查的缺陷判据为：

- a) 芯子裂纹或破损，见图 0802-2 中的脚注 a；
- b) 在绕组或外壳内有松散的或粘附的多余物，其尺寸等于或大于 50 $\mu$ m，见图 0802-2 中的脚注 b；
- c) 引线错位或未对准，引线的中心线偏离角度大于或等于 5°，见图 0802-2 中的脚注 c；
- d) 线圈有过度疏松的线匝，过度疏松是指绕组和内层相邻绕组之间的间隙大于或等于 0.25mm，见图 0802-2 中的脚注 d；
- e) 芯子未对准，芯子与引线中心线的夹角大于或等于 5°，见图 0802-2 中的脚注 e；
- f) 线圈有打结、缺口或其他明显的损伤，见图 0802-2 中的脚注 f。

## 2.6 制样镜检

### 2.6.1 制样

按工作项目 0801 中 2.6 的规定，去掉半数样品的涂覆层或外壳，应注意观察绕组导线离开线圈骨架至引线焊点的部位；按工作项目 0103 的 2.4.1 的规定选择合适的灌封媒质浇注余下的一半样品，并以垂直于引线面的平面进行剖磨，以评定材料、内部设计、结构和加工质量。应特别注意包封壳内的引线区。

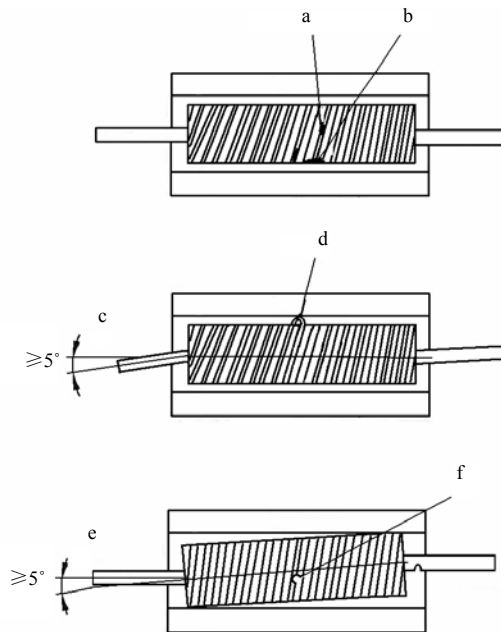


图 0802-2 射频线圈工艺缺陷

## 2.6.2 检查

应放大 30 倍检查去包封样品的所有暴露表面和剖切样品的剖面。

## 2.6.3 缺陷判据

制样镜检的缺陷判据为：

- a) 污染物，包括焊剂和清洗剂。
- b) 焊接不良(引线或扁带线周围无焊接轮廓线)或不湿润或欠湿润。
- c) 焊点冷焊、裂纹、松动或有空隙。
- d) 导线弯曲、打结或与引出端的连接不合理导致应力释放不充分(如：导线被拉紧)。
- e) 在焊点附近的沿导线长度方向有裂口或导线直径减小超过 25%。
- f) 导线无保护或有拼接。
- g) 线圈骨架上绕组松散或线匝交叉。
- h) 导线规格不符合规定。
- i) 熔焊点无焊嘴压痕。
- j) 线圈骨架有裂纹、碎裂、变色、变形或空隙。
- k) 屏蔽连接不合适(适用时)。
- l) 线圈骨架没有用以保护电磁线的绝缘套管。如果在工作频率下线圈两端会出现高电压，电磁线与线圈骨架之间未加绝缘层(适用时)。
- m) 包封层中的气泡、空洞或裂纹大于该处包封层厚度的 50%。

## 2.7 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行。

## 工作项目 0803 片式印刷电感器

### 1 结构

片式印刷电感器的示意图见图 0803-1。

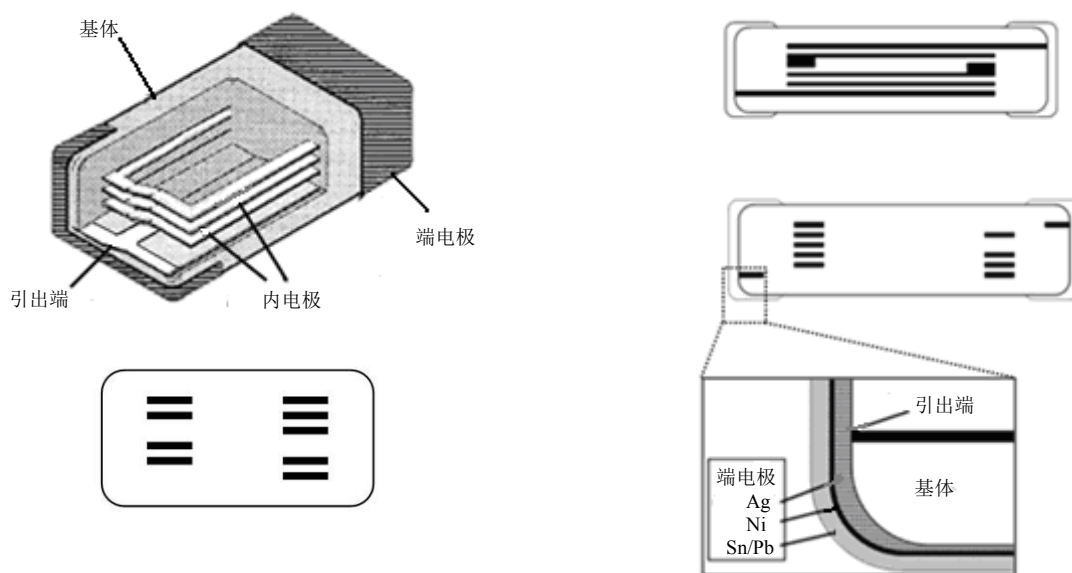


图 0803-1 典型的片式印刷电感器内部构造图

### 2 程序

#### 2.1 概述

片式印刷电感器的 DPA 项目和顺序见表 0803-1。

表 0803-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析	2.3
3	制样镜检	2.4
4	结构基线(适用时)	2.5

#### 2.2 外部目检

##### 2.2.1 方法和检查

按 GJB 1864A-2011 中的加工质量要求，放大 50 倍检查样品的外表面。

##### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

###### a) 标志：

当产品打上标志时，标志不清晰、缺损或缺项。

###### b) 端电极(外镀层、内镀层和端电极基体)：

1) 除另有规定外，表电极 M、背电极 N 的宽度小于 250 $\mu\text{m}$  或大于 400 $\mu\text{m}$ ；

## GJB 4027B-2021

- 2) 端电极空白或脱落的面积大于 5%;
  - 3) 端电极浮起或有锈斑;
  - 4) 端电极棱边处不连续;
  - 5) 可锡焊端电极表面隆起或粘附外来物大于  $80\mu\text{m}$ , 可粘接端电极表面隆起或粘附外来物大于  $200\mu\text{m}$ (见图 0103-5);
  - 6) 溅落、粘附或嵌入外来物;
  - 7) 端电极上的裂纹或缺口宽度大于  $80\mu\text{m}$ 。
- c) 基体:
- 1) 裂纹或缺口宽度大于  $80\mu\text{m}$ (见图 0803-2 中 a));
  - 2) 溅落、粘附或嵌入端电极材料或外来物(见图 0803-2 中 d));
  - 3) 空隙、裂缝、气泡、划痕的最大线度大于对应宽度的 25%;
  - 4) 内电极外露(见图 0803-2 中 b)), 或明显的分隔和分层(见图 0803-2 中 c))。

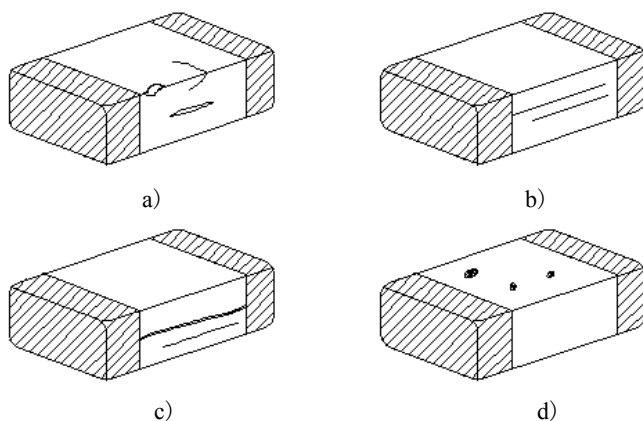


图 0803-2 目测检查示意图

### 2.3 封装表面镀涂材料分析

必要时, 应按附录 B 要求, 对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 制样镜检

#### 2.4.1 制样

按 GJB 4152A-2014 的方法将样品制成剖面以检查内部结构, 剖面分纵向剖面和横向剖面两种, 两种剖面均应垂直于电感器的内电极线圈平面, 纵向剖面平行于端电极平面(见图 0803-3 中 c)), 横剖面垂直于端电极平面(见图 0803-3 中 a))。半数样品制成纵向剖面, 另外半数样品制成横向剖面。

#### 2.4.2 方法和检查

放大 50 倍检查每只样品的剖面, 阻挡层检查用 500 倍。

#### 2.4.3 缺陷判据

制样镜检的缺陷判据为:

##### a) 基体:

- 1) 有长度大于  $80\mu\text{m}$  的裂纹、杂质和空洞;
- 2) 裂纹(见图 0803-3 中 b)、c)):
  - 陶瓷体基体: 有长度大于  $25\mu\text{m}$  任意指向的裂纹;
  - 铁氧体基体: 有长度大于  $200\mu\text{m}$  任意指向的裂纹, 或长度大于  $80\mu\text{m}$  指向内电极的裂纹。

- 3) 在靠近内电极或端电极  $25\mu\text{m}$  以内有裂纹;
  - 4) 铁氧体基体沿着或平行于内电极方向的连续空隙面形成大于  $200\mu\text{m}$  的起层(见图 0803-3 中 a));
  - 5) 除另有规定外, 内电极线圈(引出端除外)距离基体边缘小于  $25\mu\text{m}$ 。
- b) 端电极:
- 1) 端电极浮起或锈斑;
  - 2) 端电极棱边处不连续;
  - 3) 单个或成串空洞或裂纹使其厚度减小 50%以上的;
  - 4) 阻挡层缺陷(适用时): 观察不到阻挡层、阻挡层不连续或厚度小于  $1.3\mu\text{m}$ ;
  - 5) 端电极外镀层(锡铅层)剥离或厚度小于  $2.5\mu\text{m}$  的区域在宽度方向上线度累计超过  $250\mu\text{m}$ ;
  - 6) 溅落、粘附或嵌入外来物。

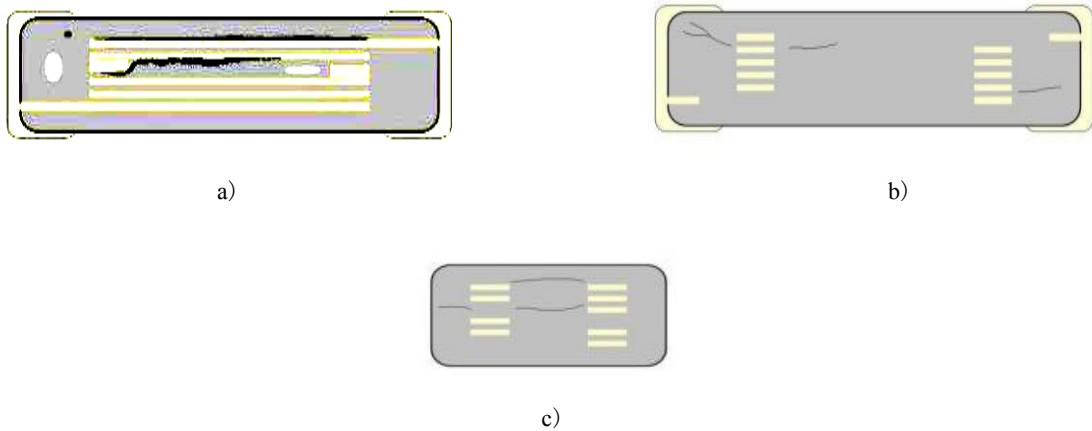


图 0803-3 制样镜检示意图

## 2.5 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0900 石英晶体和压电元件

本工作项目规定了石英晶体和压电元件 DPA 的详细要求。表 0900-1 给出了本工作项目中所包括的石英晶体元件、晶体振荡器及其相应产品规范。

表 0900-1

工作项目	产品类型	产品相应规范编号
0901	石英晶体元件	GJB 2138
0902	晶体振荡器	GJB 1648

## 工作项目 0901 石英晶体元件

### 1 结构

石英晶体元件的示意图见图 0901-1~图 0901-4。

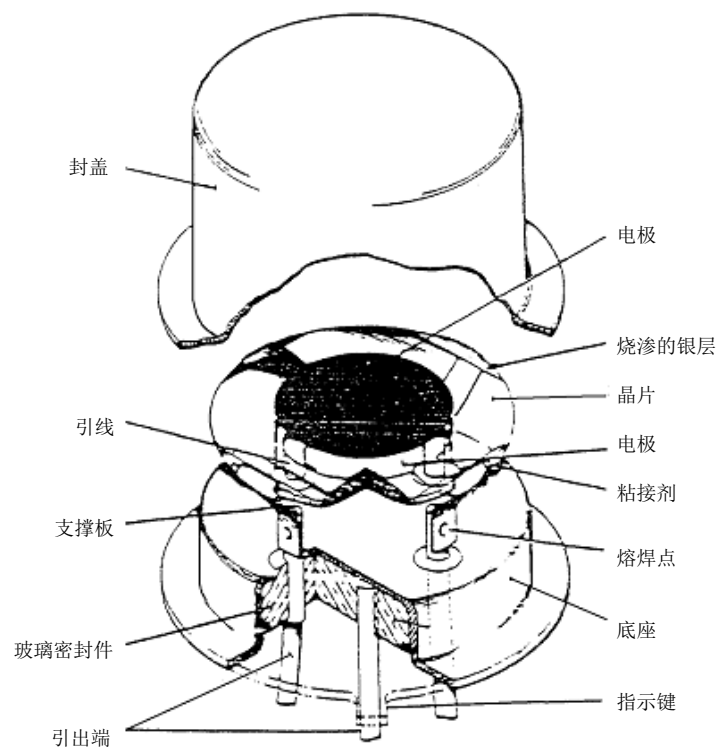


图 0901-1 石英晶体元件

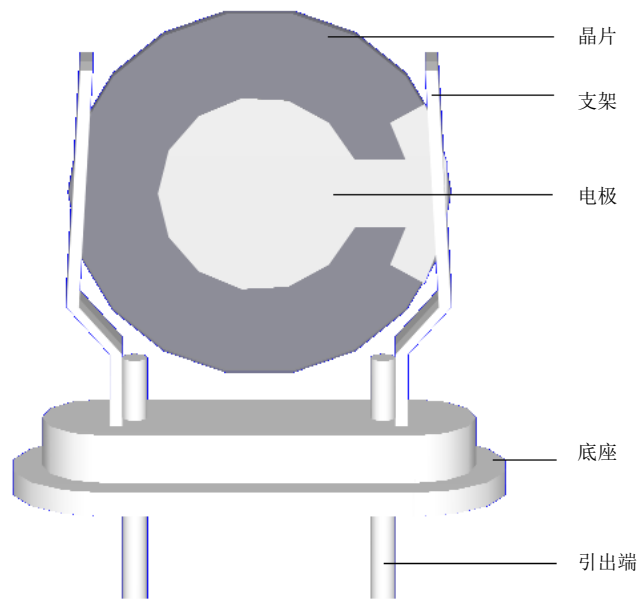


图 0901-2 石英晶体元件(内部)

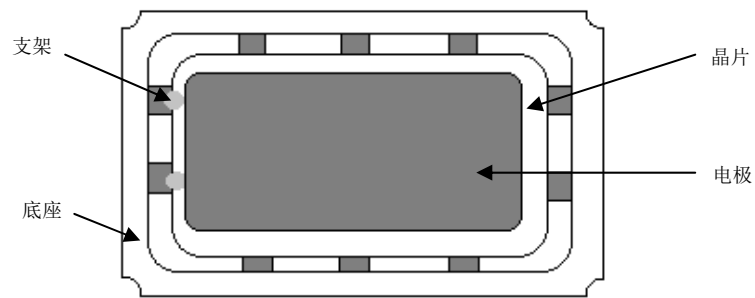


图 0901-3 表面安装石英晶体元件(内部)

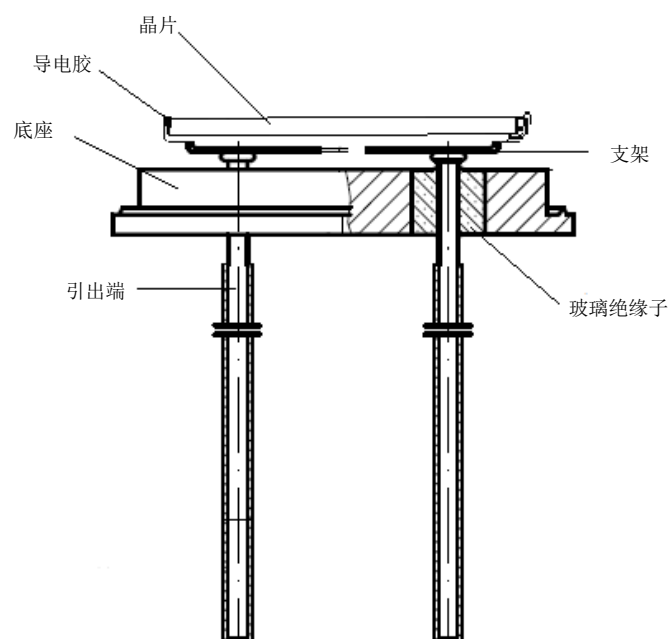


图 0901-4 卧式结构石英晶体元件(内部)

# GJB 4027B-2021

## GJB 4027B-2021

### 2 程序

#### 2.1 概述

石英晶体元件的 DPA 项目和顺序见表 0901-1。

表 0901-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	粒子碰撞噪声检测 (PIND)	2.5
5	密封	2.6
6	内部气体成份分析	2.7
7	内部目检	2.8
8	晶片键合强度 (适用时)	2.9
9	结构基线 (适用时)	2.10

#### 2.2 外部目检

##### 2.2.1 方法

放大 30 倍检查元件外表面。

##### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- 焊缝上有裂缝或孔洞；
- 玻璃构件上有裂纹或气泡 (但玻璃构件弯月形羽毛状棱边周围鳞片不是裂纹)；
- 表面附着尺寸超过 0.80mm 的熔焊溅散物；
- 金属表面腐蚀或变色；
- 外壳凸起或凹陷。

#### 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

#### 2.4 X 射线检查

##### 2.4.1 方法

X 射线检查应按 GJB 360B-2009 方法 209 进行。检查内部构件的安装和异常情况。

##### 2.4.2 缺陷判据

X 射线检查的缺陷判据为：

- 相对于底座，晶体片中心对位不准；
- 晶片有断裂；
- 存在多余物。

#### 2.5 粒子碰撞噪声检测 (PIND)

应按 GJB 548B-2005 方法 2020 进行。必要时，应对多余物的尺寸和成份进行测量和分析。

#### 2.6 密封

##### 2.6.1 方法

按产品规范检查样品的密封性。

## 2.6.2 缺陷判据

样品的泄漏率大于产品规范的规定值。

## 2.7 内部气体成份分析

### 2.7.1 方法

应按 GJB 548B-2005 方法 1018 进行。

### 2.7.2 缺陷判据

水汽含量大于 0.5%(体积百分比)应拒收。对有其他气体成份控制要求的,应按详细规范或总规范的要求。

## 2.8 内部目检

### 2.8.1 开封

焊料密封的或封盖焊料密封的器件采用下述方法开封:

- a) (机械开封)磨薄封盖后切割或胶带粘拉法。将封盖研磨到足够薄,再用锐利的刀具切割,打开封盖,或用胶带粘在磨薄的封盖上,然后拉起胶带,打开封盖。打开封盖后,应先检查内部是否有开封时引入的多余物。
- b) (机械开封)刀刃压切焊缝法。将样品本体固定住,并将锋利的刀片对准封盖下面的焊缝,对刀片施加静压力使刀刃插入焊缝直到封盖脱落。打开封盖后,应先检查内部是否有开封时引入的多余物。
- c) (高温开封)用氧气和丁烷火焰加热样品封盖,同时将去封盖夹钳的刀口对准封盖熔缝,轻轻加压,每次火焰加热的时间应持续 2s~3s,加热 2~4 次,并在各次火焰加热之间逐渐夹紧,直到取下封盖。

金属圆形封装应使用专用开帽器或其他等效工具将封盖切开。切开时,切割线离底座应足够高,以避免损坏内部结构。在开帽之前,如不了解底座高度,则应从承制方的结构图,或用 X 射线,或用备件(电性能不合格品)作试开来确定。

### 2.8.2 检查

放大 30 倍检查内部结构及零件。

### 2.8.3 缺陷判据

内部目检的缺陷判据为:

- a) 支架组件与底座上的引出端的熔焊点有裂纹或孔洞;
- b) 引出端或支架组件松动、变形或破裂;
- c) 晶体片与支架之间导电胶分离或有裂纹;
- d) 晶体片上有裂纹或多余物。电极有裂纹、划伤、起皮或腐蚀;
- e) 底座、支架或外壳内部及其他表面有超过 0.80mm 的熔焊溅散物、粘接剂或其他多余物(如粘附粒子、膜、焊剂残余物等);
- f) 封盖与安装支撑的晶体片之间的间隙小于 0.13mm;
- g) 封盖或支撑构件中的金属表面腐蚀;
- h) 安装部位或非安装部位的熔焊点数不符合设计规定;
- i) 底座上的引出端与晶体片安装支撑件有裂纹、切口、变形或未对准;
- j) 相对于底座、晶体片中心的对准不在安装中心的 $\pm 0.08\text{mm}$ 之内;
- k) 外壳金属化层气泡、孔洞或脱皮。

## 2.9 晶片键合强度(适用时)

### 2.9.1 方法

晶片键合强度的方法为:

- a) 将石英晶体元件固定在夹具上,夹具应水平放置,注意不要使晶片受力;

## GJB 4027B-2021

- b) 石英晶体元件的一个支撑件被夹具压板定位, 注意压板口与支撑件相平行;
- c) 刀具的宽度应约等于分缝长度, 并注意刀具平面与支撑件相平行;
- d) 刀具的下降速度与前进速度应不大于  $50\mu\text{m/s}$ , 刀具不要刮到底下晶片, 又保证能充分接触。

### 2.9.2 缺陷判据

对于晶片入缝式安装的石英晶体元件, 支撑线与晶片表面间键合强度(剪切力)  $\leq 100\text{gf/mm}$ 。以分缝线为界, 在晶片圆心一侧的晶片断裂不视为键合强度不合格。

### 2.10 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 0902 晶体振荡器

### 1 结构

晶体振荡器的示意图见图 0902-1。

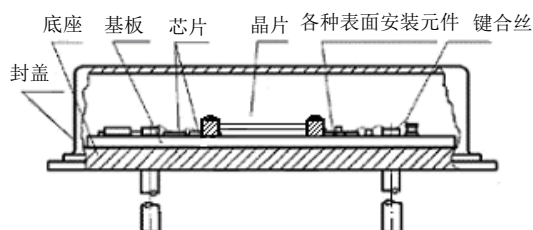


图 0902-1 晶体振荡器

### 2 程序

#### 2.1 概述

晶体振荡器的 DPA 项目和程序见表 0902-1。

表 0902-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	粒子碰撞噪声检测 (PIND)	2.5
5	密封	2.6
6	内部气体成份分析	2.7
7	内部目检	2.8
8	键合强度	2.9
9	扫描电子显微镜 (SEM) 检查	2.10
10	剪切强度	2.11
11	结构基线(适用时)	2.12

#### 2.2 外部目检

应按 GJB 548B-2005 方法 2009 进行。

## 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时, 应按附录 B 要求, 对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

## 2.4 X 射线检查

必要时, 应按 GJB 548B-2005 方法 2012 进行。应检查腔体, 特别检查固定的芯片、各种元件、内部间隙及松动的粒子等方面的情况。并作为在确定去除封盖, 及非破坏性地研究可疑缺陷方面的一种辅助手段。

## 2.5 粒子碰撞噪声检测 (PIND)

应按 GJB 548B-2005 方法 2020 进行。必要时, 应检查松动的组件、寻找多余物, 并对多余物的尺寸和成份进行测量和分析。

## 2.6 密封

1 类或 3 类振荡器应按 GJB 360B-2009 方法 112 进行细、粗检漏, 2 类振荡器应按 GJB 548B-2005 方法 1014 进行细、粗检漏。

## 2.7 内部气体成份分析

### 2.7.1 方法

2 类振荡器应按 GJB 548B-2005 方法 1018 进行。

如为了节约样品, 希望进行本项试验后的样品能继续进行其他 DPA 项目, 必须尽可能减小本试验对器件内部结构的损伤, 特别注意避免穿刺工具穿入器件空腔时造成的任何损伤。

### 2.7.2 缺陷判据

水汽含量大于 0.5% (体积百分比) 应拒收。对有其他气体成份控制要求的, 应按详细规范或总规范的要求。

## 2.8 内部目检

### 2.8.1 开封

可采用工作项目 1101 中 2.7.1 的一种程序或其他适用方法对器件进行开封。

### 2.8.2 检查

对开封后的 2 类振荡器, 应按 GJB 548B-2005 方法 2017 及方法 2013 进行检查。对石英晶体和其安装的检查按工作项目 0901 和总规范要求。

对开封后的 1 类和 3 类振荡器应检查印制电路板、焊接工艺、多余物、内部布局等是否符合详细规范和设计文件要求。

## 2.9 键合强度

应按 GJB 548B-2005 方法 2011 进行。需要时, 应对键合强度不合格的脱落键合点进行扫描电子显微镜检查, 观察形貌并分析表面材料成份。

## 2.10 扫描电子显微镜 (SEM) 检查

应对芯片按 GJB 548B-2005 方法 2018 进行检查。

## 2.11 剪切强度

应按 GJB 548B-2005 方法 2019 进行。对每一个粘接的元件, 例如各个裸芯片、片式电阻器和电容器、过渡片、薄膜电阻网络, 以及除了和外壳底座粘接的基板外的每一块基板, 均应根据 GJB 548B-2005 方法 2019A 的要求, 进行剪切强度试验。

## 2.12 结构基线 (适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 1000 半导体分立器件

本工作项目规定了半导体分立器件 DPA 的详细要求。表 1000-1 给出了本工作项目中所包括的半导体分立器件类型及其相应规范。

表 1000-1

工作项目	产品类型	产品相应规范编号
1001	无键合丝玻璃外壳、玻璃钝化和塑料封装二极管	GJB 33
1002	无键合丝螺栓安装和轴向引线金属外壳二极管	GJB 33
1003	有键合丝表面安装和外引线同向引出晶体管、二极管	GJB 33
1004	有键合丝塑封半导体分立器件	—

## 工作项目 1001 无键合丝玻璃外壳、玻璃钝化和塑料封装二极管

### 1 结构

无键合丝玻璃外壳、玻璃钝化和塑料封装二极管的示意图见图 1001-1~图 1001-9。

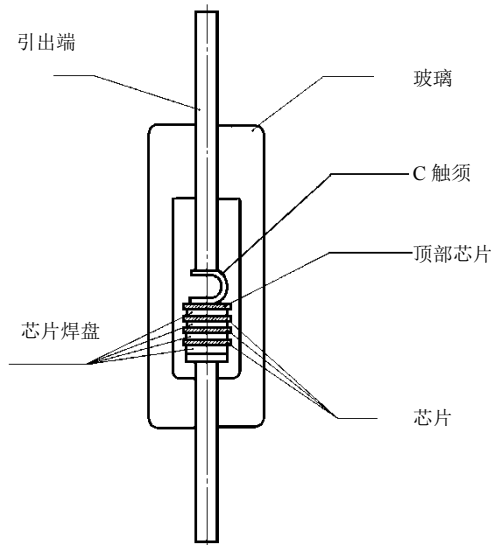


图 1001-1 C 触须二极管组

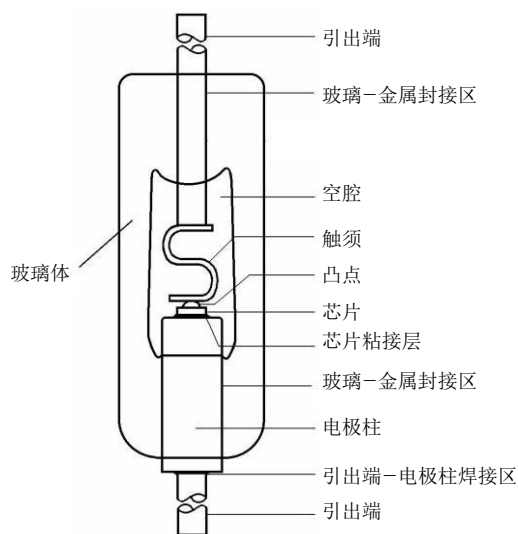


图 1001-2 S触须二极管

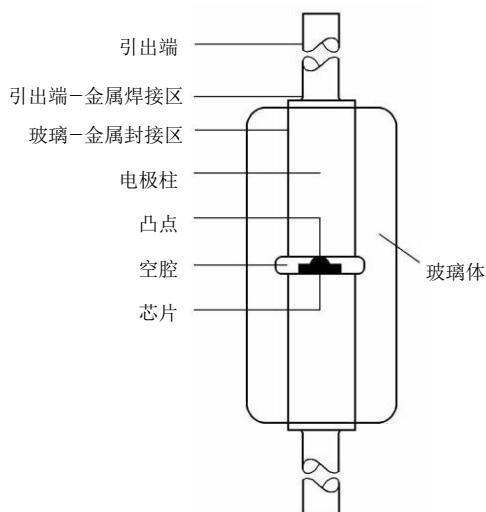


图 1001-3 无触须二极管

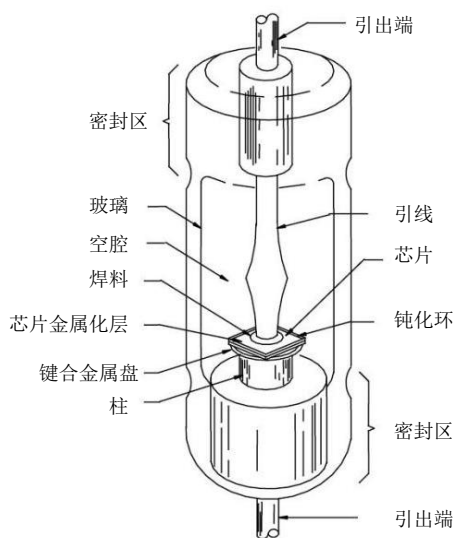


图 1001-4 压杆结构二极管

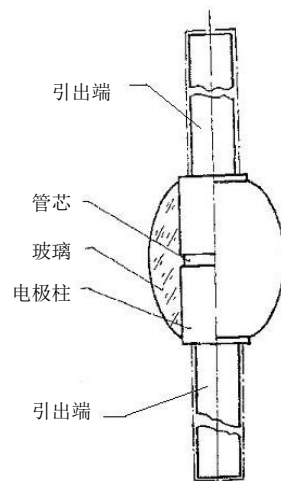


图 1001-5 玻璃钝化封装二极管

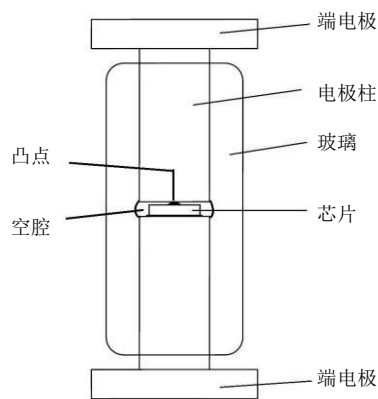


图 1001-6 无引线表面安装玻璃封装二极管

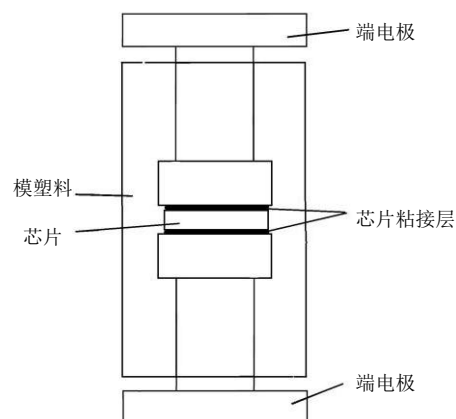


图 1001-7 无引线表面安装塑封二极管

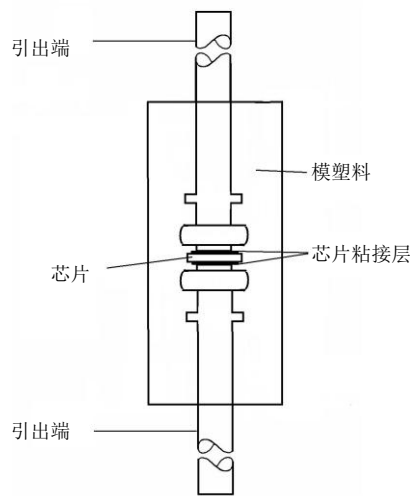


图 1001-8 轴向引线塑封二极管

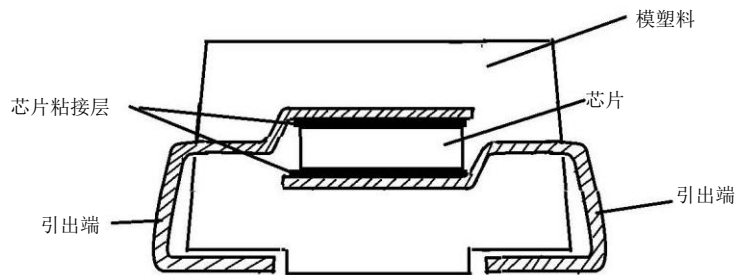


图 1001-9 有引线表面安装塑封二极管

## 2 程序

### 2.1 概述

无键合丝玻璃外壳、玻璃钝化和塑料封装二极管的 DPA 项目和程序见表 1001-1。

表 1001-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	密封	2.5
5	引出端强度	2.6
6	内部检查	2.7
7	结构基线(适用时)	2.8

### 2.2 外部目检

应按 GJB 128A-1997 方法 2071 进行。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方

## GJB 4027B-2021

法。

### 2.4 X射线检查

X射线检查应按 GJB 128A-1997 方法 2076 进行。

### 2.5 密封

适用时，玻璃外壳和玻璃钝化封装二极管应按 GJB 128A-1997 方法 1071 条件 E 染料渗透粗检漏试验或产品规范要求要求进行密封试验。器件在作密封试验前应先去油漆。不透明器件的密封结果破坏性检查可在内部目检开封后进行。

### 2.6 引出端强度

#### 2.6.1 轴向引线器件

轴向引线器件引出端强度试验应按 GJB 128A-1997 方法 2036 条件 A 和条件 E 进行。条件 A 中试验拉力按表 1001-2 确定：

表 1001-2 试验拉力与引出端的对应关系

标称截面积 $S$ $\text{mm}^2$	相应的圆截面引出端直径 $d$ $\text{mm}$	拉力(容差±10%) N
$S \leq 0.05$	$d \leq 0.25$	1
$0.05 < S \leq 0.1$	$0.25 < d \leq 0.35$	2.5
$0.1 < S \leq 0.2$	$0.35 < d \leq 0.5$	5
$0.2 < S \leq 0.5$	$0.5 < d \leq 0.8$	10
$0.5 < S \leq 1.2$	$0.8 < d \leq 1.25$	20
$S > 1.2$	$d > 1.25$	40

#### 2.6.2 无引线器件

按照产品规范进行引出端强度检验。

### 2.7 内部检查

#### 2.7.1 玻璃外壳和玻璃钝化封装

##### 2.7.1.1 概述

对透明玻璃结构二极管的内部目检应在去除油漆后，作其他任何破坏性试验前开始。对不透明二极管应首先进行样品制备，然后进行内部目检。应注意：制备样品时不得损坏任何内部状态。一半样品(取临近的较大整数)按 2.7.1.3 进行粘接检查，另一半按 2.7.1.2 进行内部目检。

##### 2.7.1.2 内部目检

###### 2.7.1.2.1 开封(轴向剖切)

开封应按照以下步骤进行：

- 应将二极管包封在固化剂中，固化剂应适合作为载体对样品做进一步处理。应选择胀缩性能尽可能与器件密封材料接近的固化剂，以避免在样品制备工作中因应力而使二极管本体产生裂缝。
- 对透明玻璃结构，应使芯片的一边平行于切割设备(见图 1001-10)，以保证剖面抛光后能显示出所要求的区域，从而获得近似尺寸。
- 采用实验室级的研磨和抛光设备剖切样品，剖切加工时应采取预防措施，以避免因选用粗粒度砂纸研磨过度而损伤样品。对具有空腔的样品，当打开空腔后应立即停止研磨，填入化合物材料并固化，以保证包封封装内部结构并避免在继续研磨时损伤芯片。
- 可对某个平面或几个平面采用抛光和染色等方法，以便更清晰地观察器件的内部结构。当确信已到达芯片的中心位置(见图 1001-10)，则可采用光学显微照相。应照两张照片，并标注尺寸

或注明放大倍数。

- e) 由于一些材料的易碎性，剖切时可能引入损伤。冶金键合的玻璃二极管做截面剖切时，由于封装内的应力释放，可能导致芯片或玻璃出现裂纹，因此这种方法不能用来观察冶金键合的空洞。

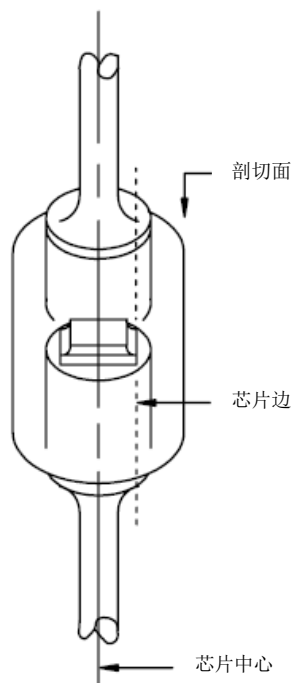


图 1001-10 轴向剖切

#### 2.7.1.2.2 检查

对开封后的器件，应按 GJB 128A-1997 方法 2073 和方法 2074 进行检查。

#### 2.7.1.3 粘接质量检查

##### 2.7.1.3.1 检查

粘接质量检查应按以下步骤进行：

- 本方法提供适当的步骤剖切器件，以便观察芯片粘结区。
- 通常用金刚刀沿器件圆柱表面在芯片平面位置对二极管壳体作圆形切割(见图 1001-11)，将器件裂开成两片(应注意防止玻璃碎片损伤眼睛)。也可用化学方法溶解玻璃使芯片暴露(前提是芯片及芯片金属化层不会被化学品腐蚀)。检查两个接头表面的硅和芯片金属化残余。
- 在每一个接头上留下的硅可用化学方法去除以观察粘结界面材料，也可进一步挖削键合界面，但是这步工作不是强制性的。二个分开的粘结表面均应照相，需要时，应测量照片中图像的尺寸。

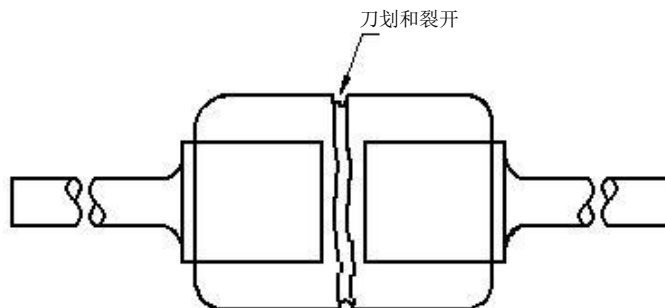


图 1001-11 玻封轴向连接和面连接结构的剖切

## GJB 4027B-2021

### 2.7.1.3.2 缺陷判据

两个已分开的粘结界面应按表 1001-3 (芯片粘结判据) 评估。

表 1001-3 芯片粘结缺陷判据

粘接类型和结构	有效粘接面积与设计粘接面积的百分比
I 类冶金键合: 热匹配共晶焊接	<80
II 类冶金键合: 焊料焊接 银球 <sup>1</sup> 钎焊	<50 <25
III 类冶金键合: 银球面 背面 <sup>2</sup> 适用时, 低压齐纳管和肖特基器件	未规定 <10 0 (压力接触)
<p>注 1: 设计的银球接触面积为银球和电极柱或钎焊预制片界面紧密接触的全部顶视面积。如芯片两边焊接良好, 则银球和硅的界面 (已经形成银的面积, 但不包括任何钝化保护层上扩展的面积) 会成为划开或裂开玻璃封装时的分离区。银球和硅的界面将成为被测的设计接触面积。通过拉下并残留在银球背面的硅决定粘接面积的百分比。</p> <p>注 2: 杜美银球结构: 只是对硅片一面或背面接触要求面积百分比。银球和电极柱界面应在接触点或在其界面形成的切面处焊接。</p> <p>注 3: I 类冶金键合 (category I metallurgical bond): 半导体材料 (例如硅或锗) 和封装外壳之间的键合由键合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。</p> <p>注 4: II 类冶金键合 (category II metallurgical bond): II 类冶金键合是使用焊料形成的, 在键合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。</p> <p>注 5: III 类冶金键合 (category III metallurgical bond): 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结合, 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, 而不存在熔融态。</p>	

### 2.7.2 塑料封装二极管组件

内部目检应按 GJB 128A-1997 方法 2074 进行。

- 内部含有几个二极管的复杂器件, 例如整流桥, 应对其中所有器件按相应的程序进行检查。
- 检查内部结构时, 应采用适当的化学方法去除器件封装材料。当不了解化学药品对内部元件的破坏性时, 应先在电性能不合格的器件上作试验或与承制方联系以求得帮助。
- 应按相应结构图检查二极管的结构及组装部件的粘接状态、内部导体直径和电气隔离点间的最小间距。
- 从封装中取出各二极管管芯时不应有机械冲击或过高的温度应力。应针对其结构特点采用相应的方法进行检查。

### 2.8 结构基线 (适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 1002 无键合丝螺栓安装和轴向引线金属外壳二极管

### 1 结构

无键合丝螺栓安装和轴向引线金属外壳二极管的示意图见图 1002-1 和图 1002-2。

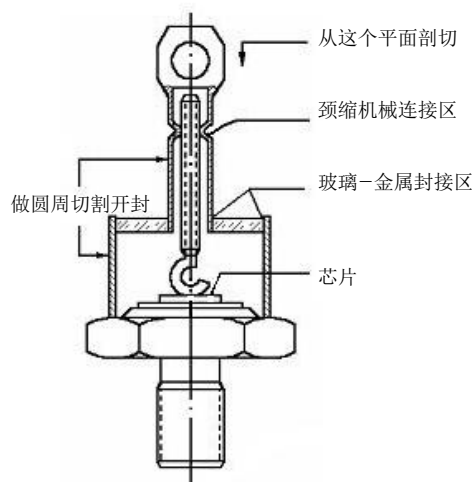


图 1002-1 螺栓型封装

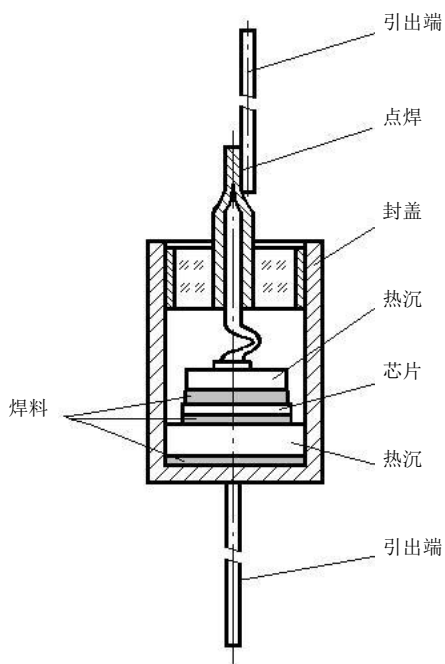


图 1002-2 轴向引线金属外壳封装

## 2 程序

### 2.1 概述

无键合丝螺栓安装和轴向引线金属外壳二极管的 DPA 项目和程序见表 1002-1。

表 1002-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	密封	2.5

表 1002-1 (续)

顺序号	项目	章条号
5	内部气体成份分析	2.6
6	引出端强度	2.7
7	内部检查	2.8
8	剪切强度	2.9
9	结构基线(适用时)	2.10

## 2.2 外部目检

应按 GJB 128A-1997 方法 2071 进行。

## 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时, 应按附录 B 要求, 对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

## 2.4 X 射线检查

器件应按 GJB 128A-1997 方法 2076 进行检查。特别应检查腔体内的固定芯片、各种构件、内部间隙以及松动的粒子等情况, 以作为在确定开封和剖面位置, 以及研究可疑缺陷的一种非破坏性辅助手段。

对于功率大于 1W 的器件, 粘接空洞面积不应超过整个设计粘接面积的 25%。

当 X 射线检查不能有效获得芯片粘接质量信息时, 如功率器件芯片粘接空洞, 应在开封后按 GJB 548B-2005 方法 2030 进行芯片粘接的超声检测。

## 2.5 密封

应按 GJB 128A-1997 方法 1071 或相应的详细规范进行。对封装外部敷有涂料的, 可能时, 应将涂料去除, 再进行密封性检查。

用聚合物组装的含气密封装二极管, 应去掉聚合物后对气密封装的二极管进行密封性检查。

## 2.6 内部气体成份分析

适用时, 应按 GJB 128A-1997 方法 1018 进行。相应详细规范不要求细检漏的, 则不要求作内部气体成份分析。

## 2.7 引出端强度

非螺栓安装引出端强度试验应按 GJB 128A-1997 方法 2036 条件 A 和条件 E 进行, 条件 A 的拉力大小按表 1001-2 确定。

## 2.8 内部检查

### 2.8.1 内部目检

内部目检应按 GJB 128A-1997 方法 2074 进行。应首先进行样品制备, 然后进行内部目检。样品制备应在下列提供的各种样品制备方法中选择。应注意: 制备样品时不得损坏任何内部信息。

- a) 按有关结构图或从 X 射线检查中确定内部结构。
- b) 应按 GJB 4152A-2014 的方法, 将一只样品灌封以制取剖面。对颈缩结构, 垂直于纵轴线, 在颈缩部分切割。(颈缩部分位置可由结构图或用 X 射线确定) 然后判断颈缩的机械连接工艺的质量(见图 1002-1)。
- c) 上述样品可用来观察内部零件的结构。沿着纵轴线制备剖面, 当外壳一磨透, 应立即将环氧树脂填入内空腔, 以避免随后的研磨工序产生损伤。剖切器件使逐步接近芯片中央, 在剖切过程中应注意观察, 以减少研磨过程可能引起的损伤。样品经研磨和抛光后暴露出芯片结构, 然后对其安装位置及粘结情况进行检查并照相。
- d) 为了观察内部所有的表面, 应将另一个未封入到化合物中的样品去掉封盖。采取在颈缩机械连接端的下面作圆周切割并摘去封盖(见图 1002-1)。操作时应小心, 以防去帽时损伤芯片顶部

的触须连接点。

### 2.8.2 压接管脚检查(仅对压接引线型器件适用)

对引线压接至内引线柱的器件,至少抽取其 50%(四舍五入进行计数)进行开封,开封方式应使引线扭力试验能在引线柱与管脚的压接区域进行。最小允许拉力应为 454gf,数据应记录在报告中。应将一个外壳压接最差(肉眼可见的)的样品固定,并沿管脚纵轴线方向通过机械压缩最紧密的部分进行剖切。引线柱圆周区域至少有 75%的金属接触。

### 2.9 剪切强度

适用时,应按 GJB 128A-1997 方法 2017 进行。

### 2.10 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 1003 有键合丝表面安装和外引线同向引出晶体管、二极管

### 1 结构

有键合丝表面安装和外引线同向引出晶体管、二极管的示意图见图 1003-1 和图 1003-2。

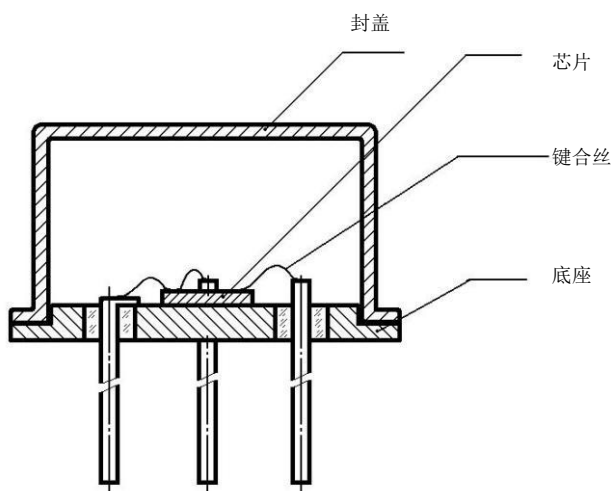


图 1003-1 晶体管

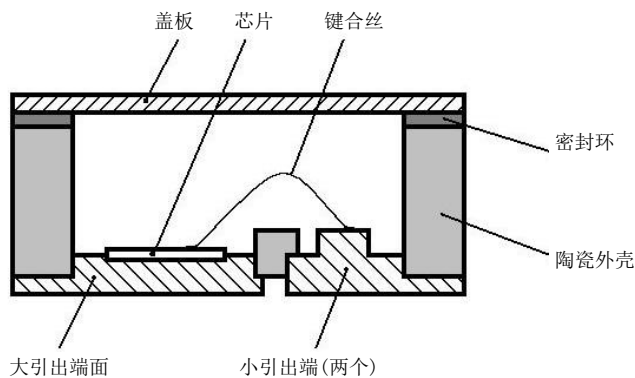


图 1003-2 表面安装晶体管

## GJB 4027B-2021

### 2 程序

#### 2.1 概述

有键合丝表面安装和外引线同向引出晶体管、二极管的 DPA 项目和程序见表 1003-1。

表 1003-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	粒子碰撞噪声检测 (PIND)	2.5
5	密封	2.6
6	内部气体成份分析	2.7
7	内部目检	2.8
8	键合强度	2.9
9	扫描电子显微镜 (SEM) 检查	2.10
10	剪切强度	2.11
11	结构基线 (适用时)	2.12

#### 2.2 外部目检

应按 GJB 128A-1997 方法 2071 进行。

#### 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时, 应按附录 B 要求, 对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

#### 2.4 X 射线检查

应按 GJB 128A-1997 方法 2076 进行。应检查腔体内固定的芯片、内部间隙及松动的粒子等情况。以作为确定开封位置, 及研究可疑缺陷的一种非破坏性辅助手段。

对于功率大于 1W 的器件, 粘接空洞面积不应超过整个设计粘接面积的 25%。

当 X 射线检查不能有效获得芯片粘接质量信息时, 如功率器件芯片粘接空洞, 应在开封后按 GJB 548B-2005 方法 2030 进行芯片粘接的超声检测。

#### 2.5 粒子碰撞噪声检测 (PIND)

除非另有规定, 应按 GJB 128A-1997 方法 2052 进行。必要时, 应寻找多余物, 并测量多余物尺寸和分析多余物的成份。

#### 2.6 密封

应按 GJB 128A-1997 方法 1071 或产品规范进行。

#### 2.7 内部气体成份分析

应按 GJB 128A-1997 方法 1018 进行。产品规范不要求细检漏的, 则不要求作内部气体成份分析。

#### 2.8 内部目检

##### 2.8.1 开封

应用专用开帽器(或其他等效工具)开封, 切割线离底座应足够高, 以避免损坏内部结构。在开帽之前, 如不了解底座高度, 则应从承制方的结构图或用 X 射线检查或用电性能不合格品开封后来确定。

开帽之后, 对管内的键合丝进行检查。对观察到的任何内部损坏和异常, 应先确定有无可能是因采用的开封方法引入的。开封过程应在 DPA 记录中详细记载。

## 2.8.2 去除内涂料前的检查

以内涂料作为表面保护的器件，在去除内涂料前，应按 GJB 128A-1997 方法 2072 中 4.2 进行内部目检。

## 2.8.3 去除内涂料

去除内涂料所使用的化学试剂不得损坏除涂层外的其他所有材料，应尽可能采用制造厂推荐的化学制品。DPA 记录中应指明并记录所采用的程序及使用的材料。

## 2.8.4 检查

功率金属氧化物半导体场效应晶体管应按 GJB 128A-1997 方法 2069 进行；微波分立和多芯片晶体管应按 GJB 128A-1997 方法 2070 进行；晶体管内部目检应按 GJB 128A-1997 方法 2072 进行；二极管内部目检应按 GJB 128A-1997 方法 2073 进行；内部设计结构按 GJB 128A-1997 方法 2075 进行。

## 2.9 键合强度

应按 GJB 128A-1997 方法 2037 进行。需要时，应对键合强度不合格的键合脱落点进行扫描电子显微镜检查：观察其形貌并分析表面材料成份。

## 2.10 扫描电子显微镜 (SEM) 检查

应对芯片按 GJB 128A-1997 方法 2077 进行检查。

## 2.11 剪切强度

应按 GJB 128A-1997 方法 2017 进行。

## 2.12 结构基线 (适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

### 工作项目 1004 有键合丝塑封半导体分立器件

#### 1 结构

塑封半导体分立器件的示意图见图 1004-1。

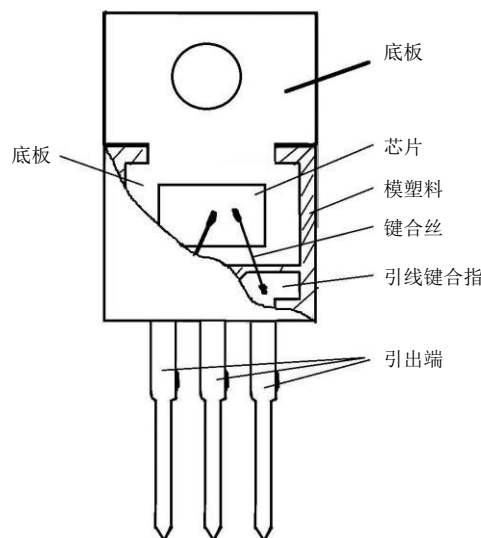


图 1004-1 有键合丝塑封半导体分立器件

## GJB 4027B-2021

### 2 程序

#### 2.1 概述

塑封半导体分立器件的 DPA 项目和程序见表 1004-1。

表 1004-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	声学扫描显微镜检查	2.5
5	内部目检	2.6
6	键合强度	2.7
7	扫描电子显微镜 (SEM) 检查	2.8
8	玻璃钝化层完整性检查	2.9
9	结构基线 (适用时)	2.10

#### 2.2 外部目检

##### 2.2.1 概述

应按 GJB 548B-2005 方法 2009 进行，“外部目检”的缺陷判据作相应改变，应按 2.2.2 删除部分判据，按 2.2.3 增加部分判据。

##### 2.2.2 删除的判据

下列缺陷判据不适用于塑封半导体分立器件：

- 存在任何使密封区域模糊的涂覆材料的总要求；
- 外来或错位的物质有关焊料流淌或其他外来物的要求；
- 结构缺陷；
- 封装体或帽的涂层；
- 引出端未对准焊盘；
- 引出端中有关增加引出端厚度的焊料的要求；
- 封装体或帽(有引线器件)任何有关缺口尺寸的要求；
- 封装体或帽(无引线器件)；
- 玻璃密封。

##### 2.2.3 增加的判据

下列缺陷应拒收：

- 包封不平整，翘曲或弓弯；
- 包封层内的外来物，塑封层的空洞和裂纹；
- 引出端变形。

#### 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

#### 2.4 X 射线检查

##### 2.4.1 概述

应按 GJB 128A-1997 方法 2076 规定，对每一只器件在两个方向(俯视和侧视)作 X 射线检查。本

项检查的目的是确定包封的内部缺陷，及为进一步去包封而确定芯片和键合丝的位置。

## 2.4.2 缺陷判据

应查找下列缺陷：

- a) 外来物、空洞和塑料包封中填充料的聚集；
- b) 芯片粘接材料中的空洞；
- c) 引出端未对准；
- d) 引线框架毛刺(封装内部)；
- e) 键合丝几何特性差(键合丝偏离由键合点到引出端之间的直线或芯片键合点与引出端之间的键合丝为直线状，没有弧度)；
- f) 键合丝偏移或断裂；
- g) 芯片放置位置不正确。

## 2.5 声学扫描显微镜检查

### 2.5.1 概述

对所有样品进行声学微区成像分析。本项检查的目的是非破坏性地检查下列缺陷：

- a) 模塑料与引线框架、芯片或底板之间界面处的分层。
- b) 模塑料的空洞和裂纹。
- c) 芯片粘接材料(如果存在)中的未粘附区域和空洞。

### 2.5.2 设备和材料

声学扫描显微镜检查试验所需的设备和材料如下：

- a) 基于反射(脉冲回声)技术的超声成像设备，其单一聚成一小点的超声波能穿透样品，并进行机械扫描。超声波在每一界面发生反射，并返回发送换能器进行处理成像。信号处理时应允许从样品内多层收集信息，集中处理。为此目的可采用 C-模式声学扫描显微镜；
- b) 采用去离子水作为媒介流体，以在样品和换能器之间提供超声耦合。

### 2.5.3 检查项目

在每一只样品的如下 6 个区域进行封装的空洞、裂纹和分层的检查：

- a) 芯片和模塑料的界面。
- b) 引线框架和模塑料的界面(顶视图，参见图 1004-2)。
- c) 底板边缘和模塑料的界面(顶视图，参见图 1004-2)。
- d) 芯片与底板的粘接界面(如果存在，芯片粘接检查应按照 GJB 548B-2005 方法 2030 芯片粘接的超声检查的规定进行)。可以使用透射扫描方式来对此界面进行评估。
- e) 底板与模塑料的分界面(底视图，参见图 1004-3)。
- f) 引线框架和模塑料的分界面(底视图，参见图 1004-3)。

### 2.5.4 缺陷判据

检查器件时，呈现任何下列缺陷的器件应拒收：

- a) 与键合丝交叉的模塑料中的裂纹；
- b) 从任一个引线键合指延伸向任一其他内部部件(引线键合指，芯片，底板)的内部裂纹，其长度超过相应间距的 1/2；
- c) 导致表面破裂的包封上的任何裂纹；
- d) 跨越键合丝的模塑料的任何空洞；
- e) 模塑料和芯片之间任何可测量的分层；
- f) 底视图中底板与模塑料间界面上，分层面积超过其接触面积的 1/2；
- g) 顶视图或底视图中引线键合指与模塑料完全剥离；
- h) 包括键合区域的引线键合指或底板分层；

## GJB 4027B-2021

- i) 顶视图中连筋顶端分层超过其长度的 1/2;
- j) 如果不能确认内部裂纹或分层是否应拒收, 则需要将样品剖切并抛光进行验证。

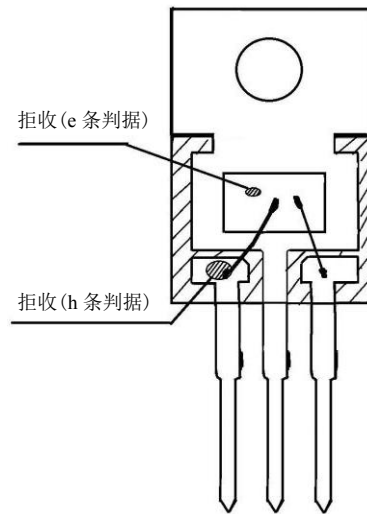


图 1004-2 顶视图中分层判据

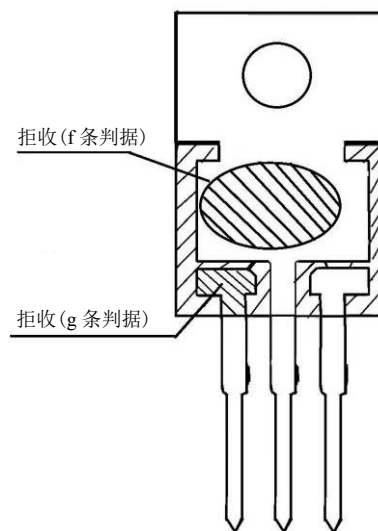


图 1004-3 底视图中分层判据

## 2.6 内部目检

### 2.6.1 剖切

对一只完好的样品进行剖切, 检查典型的芯片与芯片粘接区的粘接界面以及芯片粘接质量。如果声学扫描显微镜检查显示芯片粘接、模塑料与芯片界面或其他重要的界面存在偏离/分层, 则此样品应进一步剖切。应剖切至异常区域以提供有关缺陷的附加检验和信息。应采用不对器件引入损伤的精密金相技术, 以得到高质量的结果。本检查可获得的信息实质上是定性的, 并可用于从总体上确定芯片粘接质量。

对于过量/不适当的金属间化合物键合形式应加以识别和验证以决定是否接收。

### 2.6.2 去包封层

应按工作项目 1103 中 2.6.2 的一种适用的程序或其他适用的方法对其余器件去除包封。

## 2.6.3 检查

### 2.6.3.1 概述

检查已去包封层器件的可见缺陷，参照 2.5.4 判定的缺陷信息进行对照，识别去包封层造成的损坏，以确定不是由于去包封层引起的缺陷。

按照相应方法检查全部器件，功率金属氧化物半导体场效应晶体管应按 GJB 128A-1997 方法 2069 进行；微波分立和多芯片晶体管应按 GJB 128A-1997 方法 2070 进行；晶体管内部目检应按 GJB 128A-1997 方法 2072 进行；二极管内部目检应按 GJB 128A-1997 方法 2073 进行；内部设计结构按 GJB 128A-1997 方法 2075 进行。同时增加 2.6.3.2 规定的缺陷判据。

### 2.6.3.2 增加的判据

呈现下列缺陷的器件不应接收：

- a) 暴露的塑封料有外来物侵入；
- b) 金属化层的空洞、腐蚀、脱皮或凸起。

## 2.7 键合强度

根据用户要求，每一只至少 25%或 3 根(取其大者)键合丝清洁、无损坏且裸露长度超过原长 2/3 的样品都应经受破坏性键合强度检查。键合丝应按照 GJB 128A-1997 方法 2037 试验条件 A 的规定进行破坏性拉力试验。试验结果仅用作工程观察并且仅作为信息记录，而不作是否合格的判断。

## 2.8 扫描电子显微镜(SEM)检查

应对芯片按 GJB 128A-1997 方法 2077 进行检查。

## 2.9 玻璃钝化层的完整性检查

取一只至少 75%的芯片区域清洁且无因去包封层造成损坏的样品进行玻璃钝化层的完整性检查。玻璃钝化层的完整性检查应按照 GJB 548B-2005 方法 2021 规定进行。

## 2.10 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 1100 集成电路

本工作项目规定了集成电路 DPA 的详细要求。表 1100-1 列举了本工作项目中包括的集成电路类型及其相应规范。

表 1100-1

工作项目	产品类型	产品相应规范编号
1101	密封半导体集成电路	GJB 597
1102	混合集成电路(含多芯片组件)	GJB 2438
1103	塑封半导体集成电路	GJB 7400
1104	非气密倒装焊半导体集成电路	—

## 工作项目 1101 密封半导体集成电路

### 1 结构

密封半导体集成电路的结构示意图见图 1101-1 和图 1101-2。

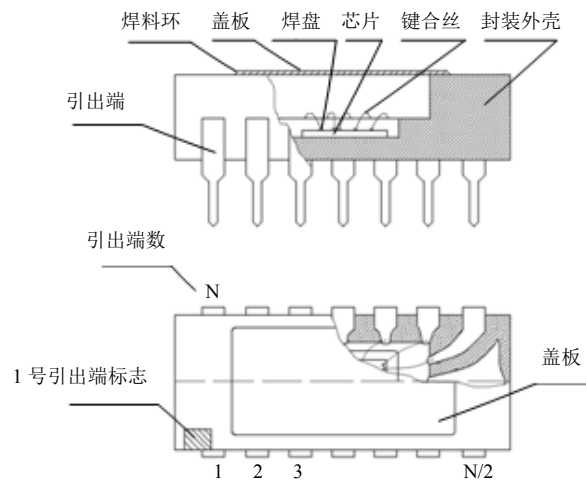


图 1101-1 密封半导体集成电路

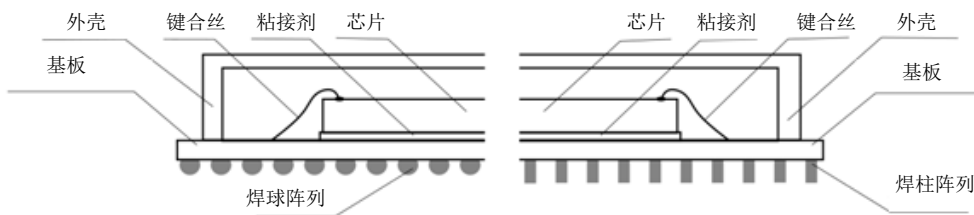


图 1101-2 焊球/焊柱阵列密封半导体集成电路

## 2 程序

### 2.1 概述

密封半导体集成电路的 DPA 项目和程序见表 1101-1。

表 1101-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	粒子碰撞噪声检测 (PIND)	2.5
5	密封	2.6
6	内部气体成份分析	2.7
7	内部目检	2.8
8	键合强度	2.9
9	扫描电子显微镜 (SEM) 检查	2.10
10	剪切强度	2.11
11	结构基线 (适用时)	2.12

### 2.2 外部目检

应按 GJB 548B-2005 方法 2009 进行。

对于引出端形式为焊球/焊柱阵列的器件，应对焊球/焊柱进行检查。检查时，焊球/焊柱如果呈现以下任何一种情况，器件应视为不可接收。

- a) 任何与设计规定的不符。
- b) 焊球/焊柱偏离或歪斜出焊区中心，使焊区有超过 20% 的区域未被覆盖。
- c) 焊球/焊柱破裂、扭曲或受损。因受损 (划伤、凹槽)，焊球/焊柱不满足设计尺寸的要求。
- d) 焊柱因弯曲或未对准，不满足设计要求。
- e) 焊球/焊柱包含任何超过柱/球直径或体积 15% 的孔洞、凹坑，对小于直径或体积 15% 的孔洞、凹坑，全部累计超过球/柱直径的一半。
- f) 焊球/焊柱有裂缝。
- g) 焊球/焊柱有超过球直径 20% 的毛刺或隆起。
- h) 焊球/焊柱存在脱皮、剥落或起泡。
- i) 焊料倒角未 100% 覆盖焊盘上的球接触区域。
- j) 对铜线柱加固的焊柱，存在以下任一情况：
  - 1) 柱圆周超过 25% 的范围出现铜带分层；
  - 2) 铜线柱露铜 (暴露柱末端切口处的铜是可以接收的)。
- k) 焊球/焊柱由于腐蚀、结壳或残留助焊剂而变色 (焊料外观应该连续、光亮)。在放大 3 倍到 10 倍的情况下，可以看到助焊剂残留、沾污、生锈或腐蚀。
- l) 外来物、变色或粘附的沉积物在距焊柱末端的 0.5mm 范围内。
- m) 焊球/焊柱不符合设计文件中对器件共面性/均匀性要求，可按 GJB 7677-2012 第 3 条要求，进行共面性测试，除另有规定外，共面度不应超过 150 $\mu$ m。
- n) 重新植球的迹象，焊球的颜色、大小和形状不一致。

## GJB 4027B-2021

o) 封装基体如果呈现以下任何一种情况，器件应视为不可接收缺陷：

- 1) 有明显的重新植球痕迹；焊球下方的基板上存在划痕；
- 2) 焊球或焊柱之间有焊料碎渣或残余物。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 X 射线检查

应按 GJB 548B-2005 方法 2012 进行。应检查腔体内固定的芯片、相互间距及松动的粒子等情况，并作为确定开封位置，及研究可疑缺陷的一种非破坏性的辅助手段。

对于引出端形式为焊球/焊柱阵列的器件，应对焊球/焊柱进行检查。检查时，焊球/焊柱如果呈现以下任何一种情况，器件应视为不可接收。

- a) 焊球/焊柱的缺失；
- b) 焊球/焊柱的空洞，空洞超过其直径或体积的 25%；
- c) 焊球/焊柱间的桥连。

对于密封型倒装焊半导体集成电路，还需检查内部凸点，如果呈现以下任何一种情况，应视为不可接收。

- a) 凸点缺失；
- b) 凸点小于或大于设计值(标称值)的 20%；
- c) 凸点桥连。

### 2.5 粒子碰撞噪声检测 (PIND)

应按 GJB 548B-2005 方法 2020 进行。必要时，应寻找多余物，并测量多余物尺寸和分析多余物的成份。

### 2.6 密封

应按 GJB 548B-2005 方法 1014 进行。

### 2.7 内部气体成份分析

#### 2.7.1 方法

应按 GJB 548B-2005 方法 1018 进行。

如为了节约样品，希望进行本项试验后的样品能继续进行其他 DPA 项目，必须尽可能减小本试验对器件内部结构的损伤。特别注意穿刺工具穿入器件空腔时造成的任何损伤。

#### 2.7.2 缺陷判据

水汽含量大于 0.5%(体积百分比)应拒收。对有其他气体成份控制要求的，应按详细规范或总规范的要求。

### 2.8 内部目检

#### 2.8.1 开封

密封半导体集成电路的开封按下列规定进行：

a) 焊料密封的或封盖焊料密封的双列直插封装和扁平封装：

- 1) (机械开封)磨薄封盖后切割或胶带粘拉法：将封盖研磨到足够薄，再用锐利的刀具切割，打开封盖，或用胶带粘在磨薄的封盖上，然后拉起胶带，打开封盖。打开封盖后，应先检查内部是否有开封时引入的多余物。
- 2) (机械开封)刀刃压切焊缝法：将样品本体固定住，并将锋利的刀片对准封盖下面的焊缝，对刀片施加静压力使刀刃插入焊缝直到封盖脱落。打开封盖后，应先检查内部是否有开封时引入的多余物。

3) (高温开封)用氧气和丁烷火焰加热样品封盖,同时将去封盖夹钳的刀口对准封盖熔缝,轻轻加压,每次火焰加热的时间应持续 2s~3s,加热 2~4 次,并在各次火焰加热之间逐渐夹紧,直到取下封盖。

开封过程中,应注意不应使焊料重新流动,因为焊料的重新流动有可能破坏缺陷的原貌。

b) 金属圆形封装:

应使用专用开帽器或其他等效工具将封盖切开。切开时,切割线离底座应足够高,以避免损坏内部结构。在开帽之前,如不了解底座高度,则应从承制方的结构图,或用 X 射线,或用备件(电性能不合格品)作试开来确定。

c) 边缘熔封结构:

将边缘磨去,直到封壳足够薄,再用锋利的刀具切开。打开封盖后,应先检查内部是否有开封时引入的多余物。

d) 管状封装:

在打开之前,用锉或干磨法磨去卷边,以保证它恰当地靠近导体,注意卷边的数目及位置是否正常,并检查卷边是否过度。把中心导体从卷边中松开,然后用开帽器或研磨机把器件外壳去掉。打开封盖后,应先检查内部是否有开封时引入的多余物。

### 2.8.2 检查

对开封后的器件,应按 GJB 548B-2005 方法 2010 及方法 2013 检查。

对于密封型倒装焊半导体集成电路的检查按工作项目 1104 中 2.5、2.7 要求进行。

### 2.9 键合强度

应按 GJB 548B-2005 方法 2011 进行。需要时,应对键合强度不合格的键合脱落点进行扫描电子显微镜检查:观察形貌和分析表面材料成份。

### 2.10 扫描电子显微镜(SEM)检查

应对芯片按 GJB 548B-2005 方法 2018 进行检查。

### 2.11 剪切强度

应按 GJB 548B-2005 方法 2019 进行。

### 2.12 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 1102 混合集成电路(含多芯片组件)

### 1 结构

混合集成电路(含多芯片组件)的示意图见图 1102-1。

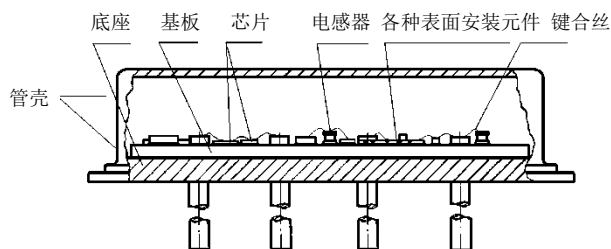


图 1102-1 混合集成电路

# GJB 4027B-2021

## GJB 4027B-2021

### 2 程序

#### 2.1 概述

混合集成电路(含多芯片组件)的 DPA 项目和程序见表 1102-1。

表 1102-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	粒子碰撞噪声检测(PIND)	2.5
5	密封	2.6
6	内部气体成份分析	2.7
7	内部目检	2.8
8	键合强度	2.9
9	扫描电子显微镜(SEM)检查	2.10
10	剪切强度	2.11
11	结构基线(适用时)	2.12

#### 2.2 外部目检

应按 GJB 548B-2005 方法 2009 进行。

#### 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时,应按附录 B 要求,对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

#### 2.4 X 射线检查

必要时,应按 GJB 548B-2005 方法 2012 进行 X 射线检查。应检查腔体,特别检查固定的芯片、各种元件、相互间距及松动的粒子等方面的情况,以作为确定去除封盖的位置,及研究可疑缺陷的一种非破坏性的辅助手段。

#### 2.5 粒子碰撞噪声检测(PIND)

应按 GJB 548B-2005 方法 2020 进行。必要时,应检查松动的组件、寻找多余物,并对多余物的尺寸和成份进行测量和分析。

#### 2.6 密封

应按 GJB 548B-2005 方法 1014 进行。

#### 2.7 内部气体成份分析

##### 2.7.1 方法

应按 GJB 548B-2005 方法 1018 进行。

如为了节约样品,希望进行本项试验后的样品能继续进行其他 DPA 项目,必须尽可能减小本试验对器件内部结构的损伤。特别注意穿刺工具穿入器件空腔时造成的任何损伤。

##### 2.7.2 缺陷判据

水汽含量大于 0.5%(体积百分比)应拒收。对有其他气体成份控制要求的,应按详细规范或总规范的要求。

## 2.8 内部目检

### 2.8.1 开封

应按工作项目 1101 中 2.7.1 的一种适用的程序或其他适用方法对器件去除封盖。

### 2.8.2 检查

应按 GJB 548B-2005 方法 2017 检查全部器件。

## 2.9 键合强度

应按 GJB 548B-2005 方法 2011 进行。需要时，应对键合强度不合格的键合脱落点进行扫描电子显微镜检查：观察形貌和分析表面材料成份。

## 2.10 扫描电子显微镜 (SEM) 检查

应对芯片按 GJB 548B-2005 方法 2018 进行检查。

## 2.11 剪切强度

应按 GJB 548B-2005 方法 2019 进行。对每一个粘接的元器件，例如各个裸芯片、片式电阻器和电容器、过渡片、薄膜电阻网络，以及除了和管壳底座粘接的基板外的每一块基板，均应根据 GJB 548B-2005 方法 2019 的要求，进行剪切强度试验。

## 2.12 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

### 工作项目 1103 塑封半导体集成电路

## 1 结构

塑封半导体集成电路的结构示意图见图 1103-1 和图 1103-2。

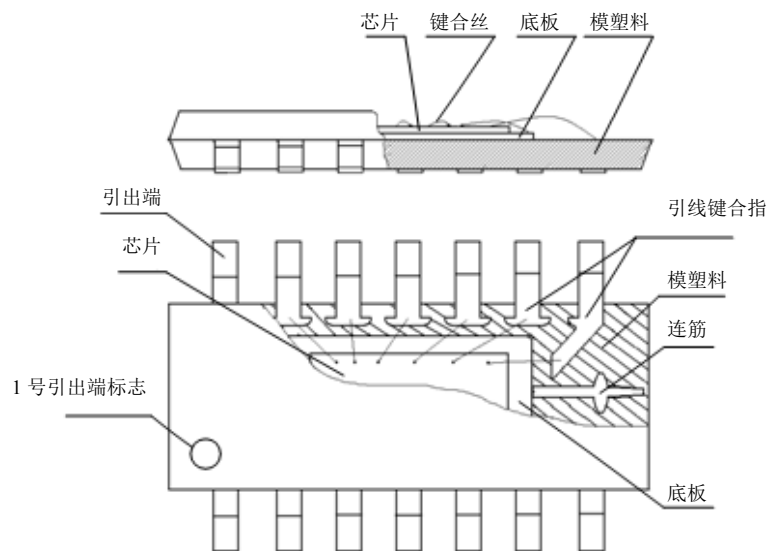


图 1103-1 塑封半导体集成电路

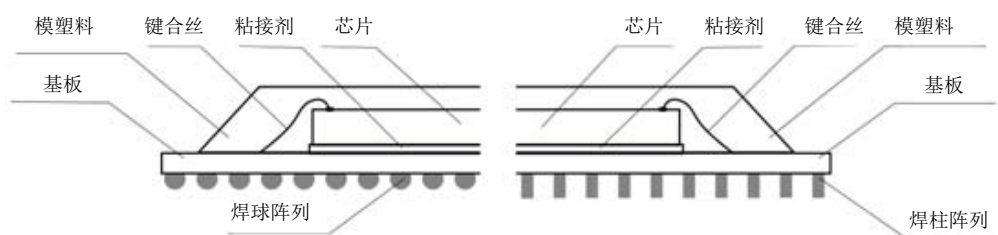


图 1103-2 焊球/焊柱阵列塑封半导体集成电路

## 2 程序

### 2.1 概述

塑封半导体集成电路的 DPA 项目和程序见表 1103-1。

表 1103-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	声学扫描显微镜检查	2.5
5	内部目检	2.6
6	键合强度	2.7
7	扫描电子显微镜 (SEM) 检查	2.8
8	玻璃钝化层完整性检查	2.9
9	结构基线 (适用时)	10

### 2.2 外部目检

#### 2.2.1 概述

应按 GJB 548B-2005 方法 2009 进行，“外部目检”的缺陷判据作相应改变，应按 2.2.2 删除部分判据，按 2.2.3 增加部分判据。对于引出端形式为焊球/焊柱阵列的器件，应对焊球/焊柱进行检查，缺陷判据按 2.2.4。

#### 2.2.2 删除的判据

下列缺陷判据不适用于塑封半导体集成电路：

- a) 密封区 (即气密性封接界面) 明显有二次涂覆材料；
- b) 外来或错位的物质有关焊料流淌或其他外来物的要求；
- c) 结构缺陷；
- d) 封装体或帽的涂层；
- e) 引出端未对准焊盘；
- f) 引出端中有关增加引出端厚度的焊料的要求；
- g) 封装体或帽 (有引线器件) 任何有关缺口尺寸的要求；
- h) 封装体或帽 (无引线器件)；
- i) 玻璃密封。

#### 2.2.3 增加的判据

下列缺陷应拒收：

- a) 包封不平整，翘曲或弓弯；
- b) 包封层内的外来物，塑封层的空洞和裂纹；
- c) 引线变形。

## 2.2.4 焊球/焊柱引出端

焊球/焊柱如果呈现以下任何一种情况，器件应视为不可接收。

- a) 任何与设计规定的不符。
- b) 焊球/焊柱偏离或歪斜出焊区中心，使焊区有超过 20%的区域未被覆盖。
- c) 焊球/焊柱破裂、扭曲或受损。因受损(划伤、凹槽)，焊球/焊柱不满足设计尺寸的要求。
- d) 焊柱因弯曲或未对准，不满足设计要求。
- e) 焊球/焊柱包含任何超过柱/球直径或体积 15%的孔洞、凹坑，对小于直径或体积 15%的孔洞、凹坑，全部累计超过球/柱直径的一半。
- f) 焊球/焊柱有裂缝。
- g) 焊球/焊柱有超过球直径 20%的毛刺或隆起。
- h) 焊球/焊柱存在脱皮、剥落或起泡。
- i) 焊料倒角未 100%覆盖焊盘上的球接触区域。
- j) 对铜线柱加固的焊柱，存在以下任一情况：
  - 1) 柱圆周超过 25%的范围出现铜带分层；
  - 2) 铜线柱露铜(暴露柱末端切口处的铜是可以接收的)。
- k) 焊球/焊柱由于腐蚀、结壳或残留助焊剂而变色(焊料外观应该连续、光亮)。在放大 3 倍到 10 倍的情况下，可以看到助焊剂残留、沾污、生锈或腐蚀。
- l) 外来物、变色或粘附的沉积物在距焊柱末端的 0.5mm 范围内。
- m) 焊球/焊柱不符合设计文件中对器件共面性/均匀性要求，可按 GJB 7677-2012 第 3 章要求，进行共面性测试，除另有规定外，共面度不应超过 150 $\mu$ m。
- n) 重新植球的迹象，焊球的颜色、大小和形状不一致。
- o) 封装基体如果呈现以下任何一种情况，器件应视为不可接收缺陷：
  - 1) 焊球下方的 PCB 基板上存在划痕、阻焊膜损坏；
  - 2) 焊球或焊柱之间、阻焊膜上有焊料碎渣或残余物；
  - 3) 阻焊膜有异常补漆或修复现象。

## 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

## 2.4 X 射线检查

### 2.4.1 概述

应按 GJB 548B-2005 方法 2012 规定，对每一只器件在两个方向(俯视和侧视)作 X 射线检查。本项检查的目的是确定封装内部的缺陷，及为进一步开封而确定芯片和内引线的位置。

### 2.4.2 检查项目

应查找下列缺陷：

- a) 外来物、空洞和塑料包封中填充料的聚集；
- b) 芯片粘接材料中的空洞；
- c) 引出端未对准；
- d) 引线框架毛刺(封装内部)；
- e) 内引线键合几何特性差(内引线偏离由键合点到引出端之间的直线或芯片键合点与引出端之间的内引线为直线状，没有弧度)；

## GJB 4027B-2021

- f) 内引线偏移或断裂;
- g) 芯片放置不正确。

对于引出端形式为焊球/焊柱阵列的器件, 应对焊球/焊柱进行检查。焊球/焊柱如果呈现以下任何一种情况, 应视为不可接收。

- a) 焊球/焊柱的缺失;
- b) 焊球/焊柱的空洞, 空洞超过其直径或体积的 25%;
- c) 焊球/焊柱间的桥连。

### 2.5 声学扫描显微镜检查

#### 2.5.1 概述

对所有样品进行声学微区成像分析。本项检查的目的是非破坏性地检查下列缺陷:

- a) 引线框架、芯片或底板与模塑料之间界面处的分层;
- b) 模塑料的空洞和裂纹;
- c) 芯片粘接材料(如果存在)中的未粘附区域和空洞。

#### 2.5.2 本试验所需的设备和材料

声学扫描显微镜检查试验所需的设备和材料如下:

- a) 基于反射(脉冲回声)技术的超声成像设备, 其单一聚成一小点的超声波能穿透样品, 并进行机械扫描。超声波在每一界面发生反射, 并返回发送换能器进行处理成像。信号处理时应允许从样品内多层收集信息, 集中处理。为此目的可采用 C-模式声学扫描显微镜;
- b) 采用去离子水作为媒介, 以在样品和换能器之间提供声耦合。

#### 2.5.3 检查项目

在每一只样品的如下 6 个区域进行封装的空洞、裂纹和分层的检查:

- a) 芯片和模塑料的界面。
- b) 引线框架和模塑料的界面(顶视图)。
- c) 底板边缘和模塑料的界面(顶视图)。
- d) 芯片与底板的粘接界面(如果存在, 芯片粘接检查应按照 GJB 548B-2005 方法 2030 芯片粘接的超声检查的规定进行)。可以使用透射扫描方式来对此界面进行评估。
- e) 底板与模塑料的分界面(底视图)。
- f) 引线框架和模塑料的分界面(底视图)。

#### 2.5.4 缺陷判据

检查器件时, 呈现任何下列缺陷的器件应拒收:

- a) 与键合丝交叉的模塑料中的裂纹;
- b) 从任一个引线键合指延伸向任一其他内部部件(引线键合指, 芯片, 底板)的内部裂纹, 其长度超过相应间距的 1/2;
- c) 导致表面破裂的包封上的任何裂纹;
- d) 跨越键合丝的模塑料的任何空洞;
- e) 模塑料和芯片之间任何可测量的分层(见图 1103-2);
- f) 底视图中底板与模塑料间界面上, 分层面积超过其接触面积的 1/2(见图 1103-3);
- g) 顶视图或底视图中引线键合指与模塑料完全剥离(见图 1103-3);
- h) 包括键合区域的引线键合指或底板分层(见图 1103-2);
- i) 顶视图中连筋顶端分层超过其长度的 1/2(见图 1103-2);
- j) 如果不能确认内部裂纹或分层是否应拒收, 则需要将样品剖切并抛光进行验证。

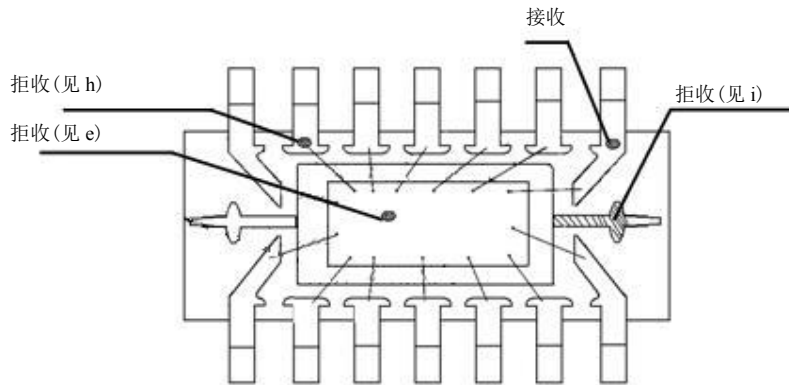


图 1103-2 顶视图中分层判据

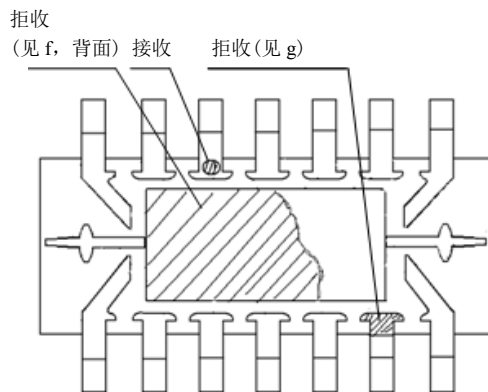


图 1103-3 底视图中分层判据

## 2.6 内部目检

### 2.6.1 剖切

对一只完好的样品进行剖切，检查典型的芯片与引线键合接触面以及芯片粘接质量。如果声学扫描显微镜检查显示芯片粘接，模塑料与芯片界面或其他重要的界面存在偏离/分层，则此样品应进一步剖切。应剖切至异常区域以提供有关缺陷的附加证据和信息。应采用不对器件引入损伤的精密金相技术，以得到高质量的结果。本检查可获得的信息实质上是定性的，并可用于从总体上确定引线键合和芯片粘接的质量。

### 2.6.2 塑封开封

#### 2.6.2.1 概述

塑封开封应顺序采用铣削、激光刻蚀，以及化学蚀刻方法，进行这些工作前应做好前期工作。

#### 2.6.2.2 前期工作

##### 2.6.2.2.1 概述

开封前进行的 X 射线检查所确定的芯片形状、位置和尺寸、键合丝的高度等信息有助于选择将要在塑封表面铣削的沟槽所适用的掩模或垫圈及铣削的沟槽深度，在进行湿法开封之前可先烘烤样品，以去除包封中所有的水汽，以防止酸腐蚀金属而产生附加缺陷。

##### 2.6.2.2.2 注意事项

塑封开封时应注意：

- a) 塑封开封的质量对后续检查结果有很大影响。应保留开封过程的异常现象和可能的次生现象的详细记录。

## GJB 4027B-2021

- b) 采用湿法技术时不应暴露引线框架上的键合处。这些键合处通常位于镀银区域并且化学刻蚀剂很容易使其退化。

### 2.6.2.3 铣削

#### 2.6.2.3.1 概述

本步骤虽并非必须进行,但对于人工湿法刻蚀和等离子体刻蚀通常有用。采用铣削工序不仅能减少刻蚀时间,而且有助于确保在暴露芯片表面前先暴露出引线框架,以防止引线断裂。任何适用的研磨机械都可使用。

#### 2.6.2.3.2 程序

铣削工作按下述程序进行:

- a) 为了在铣削期间能确保键合丝的完整性,应保留约 0.2mm 的模塑料覆盖层。
- b) 利用 X 射线检查所获得的数据,计算出需要铣削沟槽的深度。
- c) 将器件安装在铣削机的固定夹具上。工作面应与铣削面平行。
- d) 开启铣床,向下移动铣头至计算好的深度。所铣削的沟槽的尺寸应比芯片稍长稍宽一点。

### 2.6.2.4 激光刻蚀

#### 2.6.2.4.1 概述

本步骤虽并非必须进行,但对于人工湿法刻蚀和等离子体刻蚀通常有用。采用激光刻蚀工序也可减少刻蚀时间。

#### 2.6.2.4.2 程序

激光刻蚀工作按下述程序进行:

- a) 利用 X 射线检查所获得的数据,确定激光扫描区域的位置和大小,一般扫描区域应比芯片稍长稍宽一点。
- b) 设置适当的激光扫描功率。激光功率设置过高,有可能会使模塑料碳化,影响后续湿法刻蚀时酸腐蚀液与模塑料之间的反应,还有可能伤及芯片表面。激光功率设置过低,刻蚀所花时间会相应较长。
- c) 激光刻蚀过程中应注意实时观察样品状态,一般当能观察到键合丝时,应停止刻蚀。

### 2.6.2.5 刻蚀

#### 2.6.2.5.1 手工湿法刻蚀

##### 2.6.2.5.1.1 概述

手工湿法刻蚀优缺点如下:

- a) 优点:如果适用的仪器准备就绪,可较快的获得结果。
- b) 缺点:从芯片表面去除污染物会阻碍化学分析;需要非常小心,并注意人身安全。

##### 2.6.2.5.1.2 设备和材料

手工湿法刻蚀所需手工湿法刻蚀设备和材料如下:

- a) 烧杯,金属块,加热台,铝制的称量皿,点滴器。
- b) 用作刻蚀剂的发烟硝酸和硫酸。用作漂洗剂的丙酮、异丙醇或甲醇。

##### 2.6.2.5.1.3 程序

手工湿法刻蚀工作程序如下:

- a) 按照 2.6.2.3.2 的叙述铣出一个沟槽或刻一个小印痕,或按照 2.6.2.4.2 的叙述先对塑封料进行预去除。
- b) 用粘性铝箔条制成掩膜,以防护特殊区域不被刻蚀。
- c) 将器件安装在铜或铝板上,将其放入铝制的称量皿中,置于温度约为 90℃的加热台上,等待几分钟(视器件的热容量不同而有差异)以使封装的温度上升。
- d) 将少量的发烟硝酸倒入烧杯,用点滴器滴几滴(视器件的尺寸不同而有差异)发烟硝酸到器件

上。

- e) 清洗：用冷硝酸漂洗几秒钟，再用丙酮喷雾清洗，然后用异丙醇喷雾清洗或用甲醇进行超声清洗。然后用干燥的空气吹干。
- f) 重复步骤 c) 至 e)，直至暴露出芯片。
- g) 如果必要，再在 10:1 的 O<sub>2</sub> 与 CF<sub>4</sub> 的混合气体中进行等离子清洗 (50W, 30min~60min)。

#### 2.6.2.5.1.4 注意事项

手工湿法刻蚀工作应注意：

- a) 多数塑封材料可使用发烟硝酸，对酞类环氧树脂可使用硫酸作溶媒。
- b) 采用发烟硝酸时应注意工作温度。室温下发烟硝酸对塑料几乎不起作用。与酸反应时，应保证器件温度较高，使暴露时间可以较短，以利于提高刻蚀质量。当温度升高到接近 100℃时，只需几分钟，便可完成开封工作。更高的温度仅会使硝酸分解，挥发出 NO<sub>2</sub> 并吸收水分而变为黄色稀硝酸。稀(黄)硝酸不适用于开封工艺，因为它能与器件中的金属反应。
- c) 采用硫酸时，硫酸必须加热至大约 150℃才会与环氧树脂起作用。
- d) 漂洗时应使用去离子水。
- e) 本操作应充分注意安全。

#### 2.6.2.5.2 湿法化学喷射刻蚀

##### 2.6.2.5.2.1 概述

本方法排除了方法 2.6.2.5.1 固有的不安全因素，并能快捷、干净、局部化的去除管芯区的塑料包封。本方法通常对零部件没有损坏。

##### 2.6.2.5.2.2 设备和材料

湿法化学喷射刻蚀所需设备和材料如下：

- a) 喷射刻蚀器；
- b) 发烟硝酸或硫酸、丙酮、异丙醇。

##### 2.6.2.5.2.3 程序

湿法化学喷射刻蚀工作应按下列程序进行：

- a) 根据开封前进行的 X 射线检查所确定的芯片形状、位置和尺寸，计算出芯片的大小并选择掩模。
- b) 将器件和掩模固定在工作台上。
- c) 根据设备性能参数或已有的开封经验，设置程序参数(刻蚀温度、刻蚀时间、刻蚀所用酸的量等)。
- d) 在刻蚀的每一步完成之后，都应先用丙酮，而后用异丙醇清洗器件。并用干风吹干。
- e) 如果必要，再在 10:1 的 O<sub>2</sub> 与 CF<sub>4</sub> 的混合气体中进行等离子清洗 (50W, 30min~60min)。
- f) 开封第一只器件时，对步骤 c) 至 e)，每完成一步都必须进行低倍率下目检，并根据目检结果调整操作规程。以后，开封可按步骤依次进行(一般只需 3min~5min)。

##### 2.6.2.5.2.4 注意事项

湿法化学喷射刻蚀注意事项如下：

- a) 多数塑封材料可使用发烟硝酸，酞类环氧树脂可使用硫酸作溶媒。
- b) 采用发烟硝酸时应注意工作温度。室温下发烟硝酸对塑料几乎不起作用。与酸反应时，应保证器件温度较高，使暴露时间可以较短，以利于提高刻蚀质量。当温度升高到接近 100℃时，只需几分钟，便可完成开封工作。更高的温度仅会使硝酸分解，挥发出 NO<sub>2</sub> 并吸收水分而变为黄色稀硝酸。稀(黄)硝酸不适用于开封工艺，因为它能与器件中的金属反应。
- c) 采用硫酸时，硫酸必须加热至大约 150℃才会与环氧树脂起作用。
- d) 漂洗时应使用去离子水。

## GJB 4027B-2021

- e) 对于包封层较厚而表面积相对较小的封装(如 DIP-8 封装),去包封层过程中可能导致腔壁凹陷而阻止刻蚀继续进行。可选用更小的掩模避免此问题。

### 2.6.2.5.3 等离子刻蚀

#### 2.6.2.5.3.1 概述

等离子刻蚀有很高的区域选择性(本技术能把对芯片金属和引线架的刻蚀减小到很小),同时能避免湿法化学喷射刻蚀的不安全和沾污等问题。与湿法化学喷射刻蚀相比,等离子处理是一个较温和的过程,因此可能暴露出引线两端的键合点。缺点是需要的时间长得多。

#### 2.6.2.5.3.2 设备和材料

等离子刻蚀所需设备和材料如下:

- a) 非反应离子刻蚀系统;
- b)  $O_2:CF_4(80:20)$ 混合气体。

#### 2.6.2.5.3.3 程序

等离子刻蚀应按下列程序进行:

- a) 按照 2.6.2.3.2 的程序研磨出一个沟槽,或按照 2.6.2.4.2 的叙述先对塑封料进行预去除;
- b) 如果必要,用铝箔罩模覆盖,仅将待刻蚀的区域暴露在等离子体中;
- c) 将样品妥善地固定在喷嘴下方,启动等离子体设备;
- d) 去包封层前应采用压缩空气吹几分钟,以将填充材料(如石英粉粒)从表面清除;
- e) 去包封层应在  $O_2:CF_4(80:20)$ 混合气体中,压强约为 50Pa~100Pa 下进行。

#### 2.6.2.5.3.4 注意事项

等离子刻蚀工作应注意:

- a) 去包封层通常需要 5h 至 15h(时间长短取决于器件的类型和沟槽的深度);
- b) 氧/氟利昂等离子体(通常用于开封)对铝和金不起作用,但会侵蚀其他金属和玻璃钝化物(特别是  $Si_3N_4$ )。

### 2.6.2.5.4 刻蚀质量评价

#### 2.6.2.5.4.1 概述

已开封的样品都应进行目检,以确定开封质量是否能满足进一步分析的要求,同时检查已开封器件的可见缺陷,并识别开封造成的损坏。应先用低倍率(30 倍至 60 倍)再用高倍率(75 倍至 200 倍)对器件进行检查,以确定 2.5.4 中描述的缺陷是否存在。若存在 2.5.4 中描述的缺陷,应该对其进行分析,以证实该缺陷的出现不是由于开封引起的。

#### 2.6.2.5.4.2 质量判据

按下述判据确定开封质量:

- a) 至少 25%或 3 根(取其大者)键合丝应达到清洁、无损坏、裸露长度超过原长的 2/3,以能进行下一步的键合强度试验;
- b) 至少 75%的芯片区域应清洁并无去包封层造成的损坏,以能进行下一步玻璃钝化层完整性和 SEM 检查。

### 2.6.3 检查

#### 2.6.3.1 概述

按照 GJB 548B-2005 方法 2010 和方法 2013 检查全部器件,同时增加 2.5.3.2 规定的缺陷判据。

#### 2.6.3.2 增加的判据

呈现下列缺陷的器件不应接收:

- a) 暴露的塑料材料有外来物侵入;
- b) 金属化层的空洞,腐蚀,起皮或凸起;
- c) 玻璃钝化层的针眼、起皮或裂纹(特别是填充粒子引起的损伤)。

## 2.7 键合强度

根据用户要求，每一只符合 2.6.2.5.4.2 a) 要求的样品都应经受破坏性键合强度检查。引线键合应按照 GJB 548B-2005 方法 2011 (键合强度(破坏性键合拉力试验)) 测试条件 D 的规定进行破坏性拉力试验。试验结果仅用作工程观察并且仅作为信息记录，而不作是否合格的判断。

如果可行，可采用生产过程中封装前的样件进行此项试验。

## 2.8 扫描电子显微镜(SEM)检查

应对芯片按 GJB 548B-2005 方法 2018 进行检查。

## 2.9 玻璃钝化层的完整性检查

取符合 2.6.2.5.4.2 b) 规定的一只样品应进行玻璃钝化层的完整性检查。玻璃钝化层的完整性检查应按照 GJB 548B-2005 方法 2021 规定进行。

## 2.10 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

### 工作项目 1104 倒装焊半导体集成电路

#### 1 结构

倒装焊芯片(FCB, flip chip bonding, 简称为“倒装焊”)集成电路, 是在芯片上制作凸点, 芯片工作面与基板之间通过凸点实现互联的一种封装结构, 本方法适用于非气密倒装焊集成电路。

非气密倒装焊封装集成电路的示意图见图 1104-1 和图 1104-2。

外引出端的输出形式, 一般有两种: 焊球阵列(简称 BGA)封装和焊柱阵列(简称 CGA)封装; 基板材料, 可分为陶瓷基板和印制电路板(有机 PCB)基板。

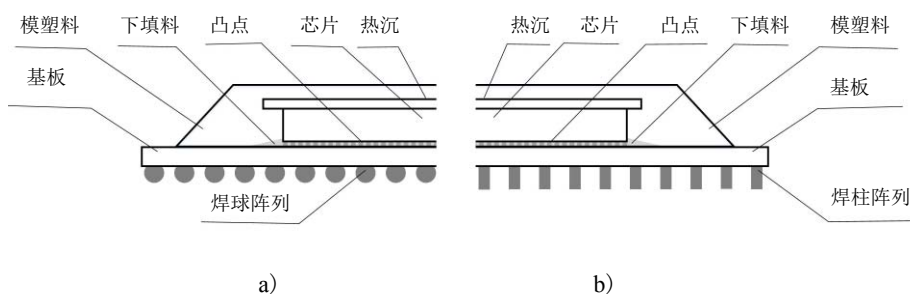


图 1104-1 塑封倒装焊半导体集成电路结构示意图

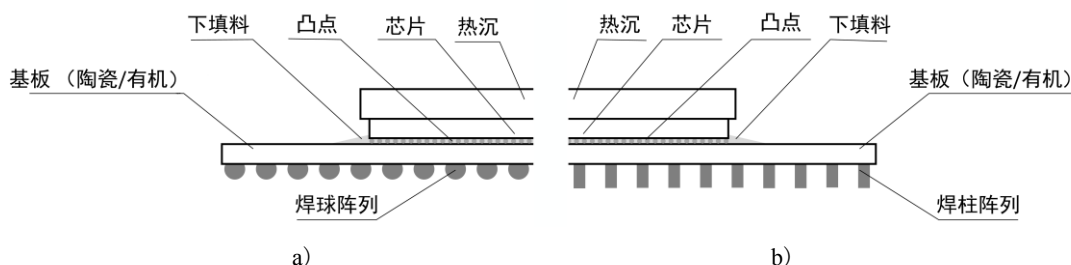


图 1104-2 无封装材料的倒装焊半导体集成电路结构示意图

## 2 程序

### 2.1 概述

倒装焊半导体集成电路的 DPA 项目见表 1104-1。

表 1104-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	焊球/焊柱的材料分析	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	扫描声学显微镜检查	2.5
5	剪切强度	2.6
6	内部目检	2.7
7	扫描电子显微镜 (SEM) 检查	2.8
8	玻璃钝化层完整性检查	2.9
9	结构基线 (适用时)	2.10

## 2.2 外部目检

倒装焊半导体集成电路的外部目检，应按工作项目 1103 及以下规定进行。

焊球/焊柱如果呈现以下任何一种情况，器件应视为不可接收。

- a) 任何与设计规定的不符。
- b) 焊球/焊柱偏离或歪斜出焊区中心，使焊区有超过 20% 的区域未被覆盖。
- c) 焊球/焊柱破裂、扭曲或受损。因受损(划伤、凹槽)，焊球/焊柱不满足设计尺寸的要求。
- d) 焊柱因弯曲或未对准，不满足设计要求。
- e) 焊球/焊柱包含任何超过柱/球直径或体积 15% 的孔洞、凹坑，对小于直径或体积 15% 的孔洞、凹坑，全部累计超过球/柱直径的一半。
- f) 焊球/焊柱有裂缝。
- g) 焊球/焊柱有超过球直径 20% 的毛刺或隆起。
- h) 焊球/焊柱存在脱皮、剥落或起泡。
- i) 焊盘接触区域未达到 100% 的浸润。
- j) 对铜线加固的焊柱，存在以下任一情况：
  - 1) 柱圆周超过 25% 的范围出现铜带分层；
  - 2) 铜线柱露铜(暴露柱末端切口处的铜是可以接收的)。
- k) 焊球/焊柱由于腐蚀、结壳或残留助焊剂而变色(焊料外观应该连续、光亮)。在放大 3 倍到 10 倍的情况下，可以看到助焊剂残留、沾污、生锈或腐蚀。
- l) 外来物、变色或粘附的沉积物在距焊柱末端的 0.5mm 范围内。
- m) 焊球/焊柱不符合设计文件中对器件共面性/均匀性要求，可按 GJB 7677-2012 第 3 章要求，进行共面性测试，除另有规定外，共面度不应超过 150 $\mu\text{m}$ 。
- n) 重新植球的迹象，焊球的颜色、大小和形状不一致，有允许重新植球规定除外。
- o) 封装基体如果呈现以下任何一种情况，器件应视为不可接收缺陷。
- p) 焊球下方的 PCB 基板上存在划痕、阻焊膜损坏。
- q) 焊球或焊柱之间、阻焊膜上有焊料碎渣或残余物。
- r) 阻焊膜有异常的补漆或修复现象。
- s) 对于无封装材料的倒装焊集成电路，除按上面的焊球/焊柱检查要求以外，对基板上有粘接元件的应按 GJB 548B-2005 方法 2032 的要求和判据对基板上的元件进行检查。还应对基板上的芯片、热沉等部位的安装完好性进行检查。呈现以下任何一种情况，器件应视为不可接收。
- t) 热沉与芯片的粘接不完整，热沉存在有可视的弯曲变形。

- u) 芯片周边的下填料不完整, 与基板间出现分层或裂纹。
- v) 芯片不完整, 出现任何可视裂纹。

### 2.3 焊球/焊柱的材料分析

必要时, 应按附录 B 要求, 对焊球/焊柱的材料的符合性进行检查。

### 2.4 X 射线检查

应按 GJB 548B-2005 方法 2012 进行 X 射线检查, 并检查焊球/焊柱和凸点的质量。

焊球/焊柱, 如果呈现以下任何一种情况, 器件应视为不可接收。

- a) 焊球/焊柱的缺失;
- b) 焊球/焊柱的空洞, 空洞超过其直径或体积的 25%;
- c) 焊球/焊柱间的桥连。

内部凸点, 如果呈现以下任何一种情况, 应视为不可接收。

- a) 原设计有凸点的位置上没有凸点;
- b) 凸点小于或大于设计值(标称值)的 20%;
- c) 凸点间的桥连。

通过 X 射线检查, 可确定倒装焊半导体集成电路的内部结构, 可作为确定开封制样位置及研究可疑缺陷的一种非破坏性的辅助手段。

### 2.5 扫描声学显微镜检查

#### 2.5.1 概述

可按工作项目 1103 的 2.5.2 的设备和材料, 对倒装焊半导体集成电路封的下填料中空洞、裂纹和各界面中的分层进行检查。若芯片上粘接有金属热沉, 可先按 GJB 548B-2005 方法 2030, 检查热沉与芯片粘接材料中的空洞, 再检查下填料的空洞。进行下填料的检查时, 为避免热沉对超声扫描图像造成干扰, 可将热沉去掉后, 再进行扫描声学显微镜检查。去除热沉时应注意避免过应力而损伤芯片。

#### 2.5.2 检查部位

采用扫描声学显微镜对每一只样品检查下列区域的空洞、裂纹或分层(均为顶视图):

- a) 凸点、下填料与芯片界面的裂纹或分层;
- b) 凸点、下填料与基板界面的裂纹或分层;
- c) 下填料中的空洞。

#### 2.5.3 缺陷判据

检查, 呈现任何下列缺陷的器件应拒收:

- a) 凸点与芯片或基板出现任何可见的分层;
- b) 下填料与芯片或基板出现任何可见的分层;
- c) 凸点没有被下填料完全包裹, 另有规定除外;
- d) 下填料出现的空洞超过了芯片总面积 5%以上, 另有规定除外。

### 2.6 剪切强度

当倒装焊半导体集成电路的基板上粘接有其他元器件时, 应按 GJB 548B-2005 方法 2019 对这些粘接的元件, 进行剪切强度试验。

### 2.7 内部目检

#### 2.7.1 概述

内部目检可包括两部分, 一般情况下仅对芯片表面的质量进行检查, 必要时将器件剖切后, 对键合质量检查, 如需两部分检查时, 可各取一半样品分别进行两项检查。可根据 X 射线检查的结果, 确定适宜的开封方式和位置。

#### 2.7.2 倒装焊半导体集成电路的芯片检查

选取一半样品, 实现对倒装焊半导体集成电路的芯片表面检查, 可采用工作项目 1103 的化学刻蚀

## GJB 4027B—2021

或其他适用的方法取下芯片，对芯片的标识及芯片质量进行检查。芯片标识应与结构基线要求一致。

芯片表面的检查可按 GJB 548B—2005 方法 2010 进行金属化层缺陷、划片和芯片缺陷、钝化层等方面的缺陷检查，注意识别因酸蚀所造成的损伤。

如果可行，可采用生产过程中封装前的样件进行此项试验。

### 2.7.3 剖切

必要时，对一半完好倒装焊半导体集成电路进行剖切，可按工作项目 1103 中 2.6.1 的方法进行剖切，检查典型的凸点与芯片及基板之间的结合质量，以及 BGA/CGA 与基板间的结合质量。

对于过量/不适当的金属间化合物的键合形式应加以识别和验证，以决定是否接收。

如果扫描声学显微镜检查显示内部有空洞或分层，需要进一步确认时，则此样品应进一步剖切。应剖切至异常区域以提供有关缺陷的附加证据和信息。本检查可获得的信息实际上是定性的从总体上确定凸点键合以及 BGA/CGA 等处的接触及结合质量。

### 2.8 扫描电子显微镜(SEM)检查

可行时，取按 2.7.2 进行完芯片检查的一只样品，或采用同批次未封装的一只芯片样品，按 GJB 548B—2005 方法 2018 进行扫描电子显微镜(SEM)检查。

### 2.9 钝化层的完整性检查

可行时，取按 2.7.2 进行完芯片检查的一只样品，或采用同批次未封装的一只芯片样品，按 GJB 548B—2005 方法 2021 进行玻璃钝化层的完整性检查。

### 2.10 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 1200 光电器件

本工作项目规定了光电器件 DPA 的详细要求。表 1200-1 给出了本工作项目包括的光电器件类型及其相应规范。

表 1200-1

工作项目	产品类型	产品相应规范编号
1201	光耦合器	GJB 33
1202	半导体光电模块	SJ 20642

## 工作项目 1201 光耦合器

### 1 结构

光耦合器的示意图见图 1201-1~图 1201-4。

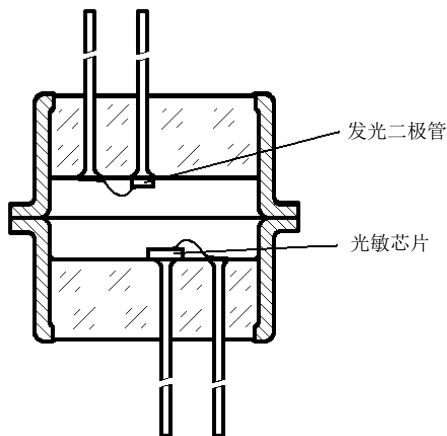


图 1201-1 光耦合器结构示意图

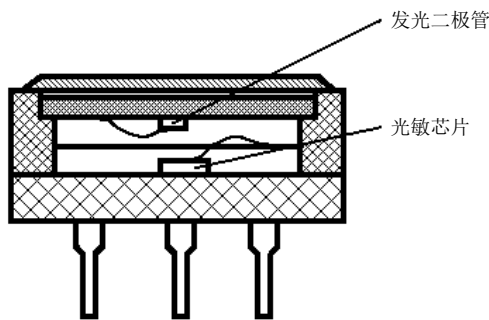


图 1201-2 光耦合器结构示意图

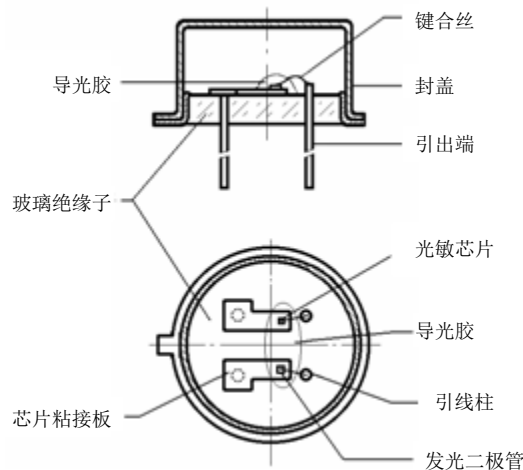


图 1201-3 光耦合器结构示意图

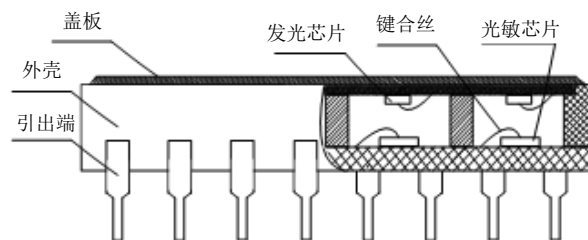


图 1201-4 多组的光耦合器结构示意图

## 2 程序

### 2.1 概述

光耦合器的 DPA 项目和程序见表 1201-1。

表 1201-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	粒子碰撞噪声检测 (PIND)	2.5
5	密封	2.6
6	内部气体成份分析	2.7
7	内部目检	2.8
8	键合强度	2.9
9	扫描电子显微镜 (SEM) 检查	2.10
10	剪切强度	2.11
11	结构基线 (适用时)	2.12

## 2.2 外部目检

应按 GJB 128A-1997 方法 2071 进行。

## 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时, 应按附录 B 要求, 对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

## 2.4 X 射线检查

必要时, 应按 GJB 128A-1997 方法 2076 进行。应检查腔体, 特别检查固定的芯片、各种元件、相互间隙及松动的粒子等方面的情况, 以作为在确定去除封盖和剖面切截的位置, 及研究可疑缺陷的一种非破坏性的辅助手段。

## 2.5 粒子碰撞噪声检测 (PIND)

对有空腔的光耦合器应按 GJB 128A-1997 方法 2052 进行。必要时, 应对多余物尺寸和成份进行测量分析。经委托方认可, 内部具有光电耦合胶的可不进行 PIND 试验。

## 2.6 密封

应按 GJB 128A-1997 方法 1071 或相应的详细规范进行。

## 2.7 内部气体成份分析

### 2.7.1 方法

应按 GJB 128A-1997 方法 1018 进行。相应的详细规范不要求细检漏的, 则不要求作内部气体成份分析。

如为了节约样品, 希望进行本项试验后的样品能继续进行其他 DPA 项目, 必须尽可能减小本试验对器件内部结构的损伤, 特别注意避免穿刺工具穿入器件空腔时造成的任何损伤。

### 2.7.2 缺陷判据

水汽含量超过 0.5% (体积百分比) 应拒收。对其他气体成份控制要求的, 应按详细规范或总规范的要求。

## 2.8 内部目检

### 2.8.1 开封及剖切

根据不同结构, 开封可用专用开帽器或采用任何其他的等效工具, 也可参见工作项目 1101 中 2.8.1 的开封方法。剖开工作必须在确切了解其结构后, 采用适当的金刚砂打磨工具把各部分基板切开。开封须注意防止破坏内部元件和混入多余物。对可观察到的任何内部损坏和异常, 应检查有无可能是因所采用的方法引入的并应考虑所采用的方法有无可能对器件产生潜在破坏和异常。

### 2.8.2 去除光电耦合胶前的检查

以光电耦合胶作为表面保护的器件, 在去除光电耦合胶前, 应按 GJB 128A-1997 方法 2072 中 4.2 进行内部目检。

### 2.8.3 去除光电耦合胶

对涂有光电耦合胶的器件, 当光电耦合胶影响检查时, 首先要去除光电耦合胶。去光电耦合胶所使用的化学试剂不应损坏除涂层外的其他所有材料。DPA 记录中应指明并记录下所采用的程序及使用的材料。应尽可能采用研制单位推荐的化学制品。

### 2.8.4 检查

应按 GJB 128A-1997 或 GJB 548B-2005 进行。其中光敏晶体管按方法 2072; 光敏二极管、发光二极管按方法 2073 进行。集成电路按 GJB 548B-2005 方法 2010 进行。

## 2.9 键合强度

应按 GJB 128A-1997 方法 2037 进行。对于有光电耦合胶的器件, 应在不影响焊点质量的前提下, 先去除光电耦合胶后再进行测试。需要时, 应对键合强度不合格的键合脱落点进行扫描电子显微镜检查, 观察形貌和分析表面材料成份。

## GJB 4027B-2021

### 2.10 扫描电子显微镜(SEM)检查

应对芯片按 GJB 548B-2005 方法 2018 进行检查。

### 2.11 剪切强度

应按 GJB 128A-1997 方法 2017 进行。

### 2.12 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 1202 半导体光电模块

### 1 结构

混合结构式的半导体光电模块的示意图见图 1202-1。

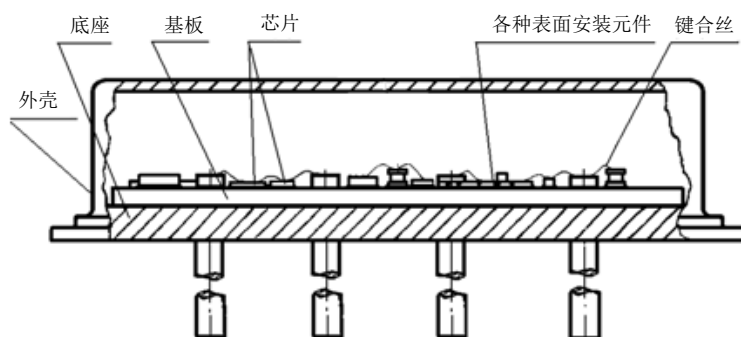


图 1202-1 混合结构式的半导体光电模块

### 2 程序

#### 2.1 概述

混合结构式的半导体光电模块,其结构与混合电路一致,其 DPA 项目和程序与混合集成电路的 DPA 项目和程序一致,见表 1202-1。

表 1202-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	粒子碰撞噪声检测 (PIND)	2.5
5	密封	2.6
6	内部气体成份分析	2.7
7	内部目检	2.8
8	键合强度	2.9
9	扫描电子显微镜 (SEM) 检查	2.10
10	剪切强度	2.11
11	结构基线 (适用时)	2.12

## 2.2 外部目检

应按 GJB 548B-2005 方法 2009 进行。

## 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时, 应按附录 B 要求, 对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

## 2.4 X 射线检查

必要时, 应按 GJB 548B-2005 方法 2012 进行 X 射线检查。应检查腔体, 特别检查固定的芯片、各种元件、相互间隙及松动的粒子等方面的情况。以作为在确定去除封盖的位置, 及研究可疑缺陷非破坏性的一种辅助手段。

## 2.5 粒子碰撞噪声检测(PIND)

应按 GJB 548B-2005 方法 2020 进行。必要时, 应对多余物的尺寸和成份进行测量和分析。经委托方认可, 内部具有光电耦合胶的可不进行 PIND 试验。

## 2.6 密封

应按 GJB 548B-2005 方法 1014 进行。

## 2.7 内部气体成份分析

### 2.7.1 方法

应按 GJB 548B-2005 方法 1018 进行。

如为了节约样品, 希望进行本项试验后的样品能继续进行其他 DPA 项目, 必须尽可能减小本试验对器件内部结构的损伤, 特别注意避免穿刺工具穿入器件空腔时造成的任何损伤。

### 2.7.2 缺陷判据

水汽含量超过 0.5%(体积百分比)应拒收。对有其他气体成份控制要求的, 应按详细规范或总规范的要求。

## 2.8 内部目检

### 2.8.1 开封

根据不同结构, 开封可用专用开帽器或采用任何其他的等效工具, 也可参见工作项目 1101 中 2.8.1 的开封方法。剖开工作必须在确切了解其结构后, 采用适当的金刚砂打磨工具把各部分基板切开。开封须注意防止破坏内部元件和混入多余物。对可观察到的任何内部损坏和异常, 应检查有无可能是因所采用的方法引入的并应考虑所采用的方法有无可能对器件产生潜在破坏和异常。

### 2.8.2 检查

应按 GJB 548B-2005 方法 2017 检查全部器件。

## 2.9 键合强度

应按 GJB 548B-2005 方法 2011 进行。需要时, 应对键合强度不合格的键合脱落点进行扫描电子显微镜检查: 观察形貌和分析表面材料成份。

## 2.10 扫描电子显微镜(SEM)检查

应对芯片按 GJB 548B-2005 方法 2018 进行检查。

## 2.11 剪切强度

应按 GJB 548B-2005 方法 2019 进行。对每一个粘接的元件, 例如各个裸芯片、片式电阻器和电容器、过渡片、薄膜电阻网络, 以及除了和外壳底座粘接的基板外的每一块基板, 均应根据 GJB 548B-2005 方法 2019 的要求, 进行剪切强度试验。

## 2.12 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 1300 声表面波器件

本工作项目规定了声表面波器件 DPA 的详细要求。表 1300-1 给出了本工作项目中所包括的声表面波器件及其相应规范。

表 1300-1

工作项目	产品类型	产品相应规范编号
1301	声表面波器件	GJB 2600

## 工作项目 1301 声表面波器件

### 1 结构

声表面波器件的示意图见图 1301-1。

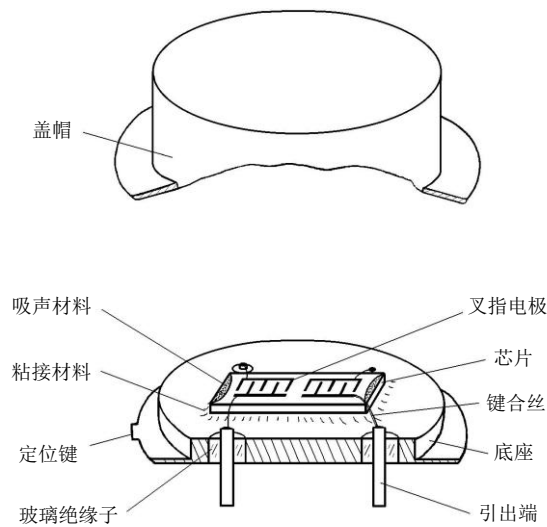


图 1301-1 声表面波器件

### 2 程序

#### 2.1 概述

声表面波器件的 DPA 项目和顺序见表 1301-1。

表 1301-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	粒子碰撞噪声检测 (PIND)	2.5
5	密封	2.6

表 1301-1 (续)

顺序号	项目	章条号
6	内部气体成份分析	2.7
7	内部目检	2.8
8	键合强度	2.9
9	扫描电子显微镜检查	2.10
10	粘结强度/剪切强度	2.11
11	结构基线(适用时)	2.12

## 2.2 外部目检

应按 GJB 548B-2005 方法 2009 进行。

## 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时, 应按附录 B 要求, 对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

## 2.4 X 射线检查

### 2.4.1 方法

应按 GJB 548B-2005 方法 2012 进行 X 射线检查。检查内腔体, 特别应检查固定的芯片、内部间隙及松动的粒子等, 同时应寻找正确的开封位置。

### 2.4.2 缺陷判据

X 射线检查的缺陷判据为:

- 结构和设计不符合要求;
- 内引线键合形状不符合要求;
- 有多余物;
- 密封周边不连续或密封宽度小于设计宽度的 25%。

## 2.5 粒子碰撞噪声检测 (PIND)

应按 GJB 548B-2005 方法 2020 进行。

## 2.6 密封

应按 GJB 548B-2005 方法 1014 进行。

## 2.7 内部气体成份分析

应按 GJB 548B-2005 方法 1018 进行。

## 2.8 内部目检

### 2.8.1 开封

圆形金属壳封装、焊边封装、扁平封装、陶瓷封装的开封方法, 见工作项目 1101 中 2.8.1 的相关方法。

### 2.8.2 低倍检查

放大 30 倍检查样品的芯片粘接方向、焊接、键合丝和键合点缺陷。

### 2.8.3 缺陷判据

低倍检查的缺陷判据为:

- 芯片粘接方向未按器件装配图定位或定向;
- 键合丝断裂和脱键;
- 键合丝腐蚀;
- 叉指条有粉状腐蚀;
- 键合点的尺寸宽度小于 1.2 倍或大于 3.0 倍键合丝直径, 长度小于 1.5 倍或大于 6.0 倍键合丝直

## GJB 4027B-2021

径，键合面积的一半以上不在键合区内；

- f) 键合丝与另一键合丝(不包括共用键合丝)或异性叉指电极相连；
- g) 键合丝上有裂纹或严重的切伤、刻痕、弯曲或颈缩；
- h) 有不符合设计要求的遗漏或多余的键合丝；
- i) 在芯片键合区键合丝尾部长度大于两倍引线直径；
- j) 在引出端键合区键合丝尾部长度大于四倍引线直径；
- k) 键合点或引线有撕裂；
- l) 两键合点之间的引线不是弓形，而成为一条直线；
- m) 引线和引线交叉(共用引线除外)；
- n) 引线过高部分与封盖接触；引线扭结或弯曲角度成锐角。

### 2.8.4 高倍检查

放大 75~150 倍检查芯片缺陷、加工质量或工艺缺陷等。

### 2.8.5 缺陷判据

高倍检查的缺陷判据为：

- a) 芯片：芯片有裂纹或碎裂，有效面上有与设计不符的凹槽、划伤或周边崩损等缺陷；
- b) 金属化层和叉指电极：铝膜腐蚀、隆起、起皮或有砂眼，叉指电极之间的间距小于设计值的 50%，叉指电极上的空隙或划伤使其未受破坏的部分小于电极宽度的 50%；
- c) 粘结：芯片周边 50%以上或两个邻边长度内见不到粘结材料，粘结材料不符合设计要求而掩盖叉指电极或键合区，芯片周边与粘结材料之间有裂缝；
- d) 有大于叉指电极间距 75%的多余物超过设计要求。

### 2.9 键合强度

应按 GJB 548B-2005 方法 2011 进行。需要时，应对键和强度不合格的键合脱落点进行扫描电子显微镜检查：观察形貌和分析表面材料成份。

### 2.10 扫描电子显微镜检查

应对芯片按 GJB 548B-2005 方法 2018 进行检查。

### 2.11 粘结强度/剪切强度

除另有规定外，对于芯片面积大于等于  $30\text{mm}^2$  的芯片，应按 GJB 548B-2005 方法 2027 进行粘结强度试验；对于芯片面积小于  $30\text{mm}^2$  或粘结部位长宽比过大的芯片，应按 GJB 548B-2005 方法 2019 进行剪切强度试验。

### 2.12 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 1400 射频元件

本工作项目规定了射频元件 DPA 的详细要求。表 1400-1 给出了本工作项目所包括的射频元件类型及其相应规范。

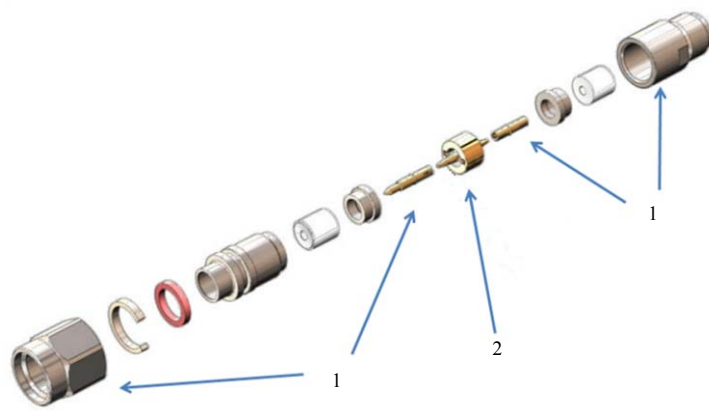
表 1400-1

工作项目	产品类型	产品相应规范编号
1401	同轴衰减器	-
1402	隔直/监测 T 形头	-
1403	同轴、波导检波器	-

## 工作项目 1401 同轴衰减器

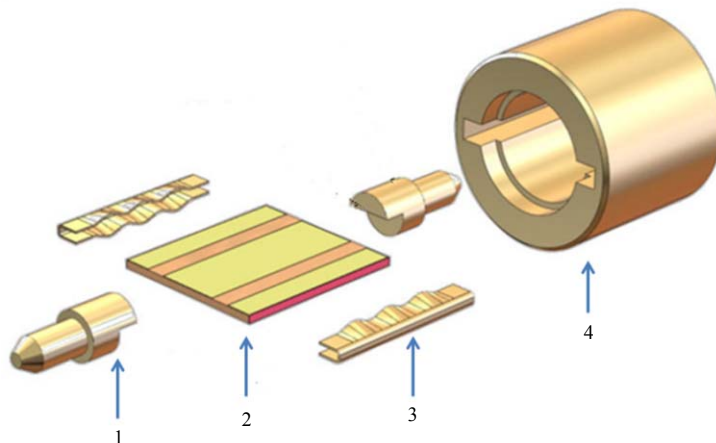
### 1 结构

同轴衰减器的结构见图 1401-1 和图 1401-2。



1-同轴连接器组件；2-衰减器组件

图 1401-1 同轴衰减器组装结构图



1-引出插针；2-陶瓷衰减器；3-陶瓷衰减器卡簧；4-套筒

图 1401-2 同轴连接器内衰减器组件结构图

## GJB 4027B-2021

### 2 程序

#### 2.1 概述

同轴衰减器(以下简称衰减器)的 DPA 项目和顺序见表 1401-1。

表 1401-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	制样镜检	2.5
5	结构基线(适用时)	2.6

#### 2.2 外部目检

##### 2.2.1 方法

用至少 20 倍的显微镜对衰减器外部结构, 标志, SMA 连接器及工艺缺陷进行检查。

##### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为:

- 衰减器的外部结构或标志不符合产品的详细规范的规定;
- 标志脱落或不清晰;
- 由于漏镀或机械损伤, 暴露了镀层下的金属;
- SMA 连接器外观存在缺陷。

#### 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时, 应按附录 B 要求, 对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

#### 2.4 X 射线检查

##### 2.4.1 方法

按照 GJB 360B-2009 方法 209 规定进行 X 射线检查。

##### 2.4.2 缺陷判据

X 射线检查的缺陷判据为:

- 内部陶瓷基片的位置不符合产品详细规范的规定;
- 腔体内存在尺寸大于内部最小绝缘间距 1/2 的外来颗粒或焊锡球。

#### 2.5 制样镜检

##### 2.5.1 概述

将样品等分为三组, 分别采用 2.5.1~2.5.3 三种方法对样品进行解剖检查。

##### 2.5.2 方法 1

###### 2.5.2.1 拆卸检查

抽取样品的 1/3(取临近的较大整数), 将样品两个端头的 SMA 连接器取下, 如果连接器是经焊接或环氧树脂固定的, 拆卸之前应先从焊接或粘附区域切开样品。然后采用测量基片推出力的方法试验接地端的拉力。检查基片和相关组件上是否存在工艺缺陷。

###### 2.5.2.2 缺陷判据

缺陷判据为:

- 接地端拉力测试数据小于规定值, 如果没有规定, 应不小于 9N;

b) 电阻膜上存在严重划痕或基片上存在裂纹等其他工艺缺陷。

### 2.5.3 方法 2

#### 2.5.3.1 剖面检查

抽取样品的 1/3 (四舍五入计数), 按 GJB 4152-2001 的方法制备剖面, 以平行样品轴线的一个方向进行剖切, 这样的方向应有利于进一步剖切基片以暴露其引出端的粘接部位, 同时易于暴露其平面特征。剖切到空腔时必须空腔内部填充制样材料, 以支撑其内部基片。剖切直至衰减器主体的中点, 检查连接是否牢固, 所有组件的粘接设计是否存在明显的缺陷、组件的装配工艺是否存在缺陷, 当发现缺陷时要照相记录缺陷特征。

#### 2.5.3.2 缺陷判据

缺陷判据为:

- a) 基板与 SMA 连接器的连接、内部其他组件的粘接有明显的缺陷;
- b) 组件的装配工艺存在缺陷。

### 2.5.4 方法 3

#### 2.5.4.1 化学开封检查

将剩余的 1/3 样品浸入盐酸与硝酸按 3:1 配比的溶液(王水)中, 直至外壳、连接器、内部基片安装组件, 以及粘接引线完全溶解。应采用 10 倍显微镜和染色渗透或透射光技术, 检查裸露的衰减器陶瓷基片上所有有效表面上是否存在裂纹。对于采用焊接方式连接引线的衰减器, 应重点检查引线的焊接区域。

#### 2.5.4.2 缺陷判据

任何有效电阻区域长度超过 120 $\mu$ m 或穿透基板厚度一半的裂纹, 都应视为拒收。

### 2.6 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 1402 隔直/监测 T 形头

### 1 程序

#### 1.1 概述

隔直/监测 T 形头的 DPA 项目和顺序见表 1402-1。

表 1402-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	1.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	1.3
3	制样镜检	1.4
4	结构基线(适用时)	1.5

#### 1.2 外部目检

##### 1.2.1 方法和检查

用至少 20 倍的显微镜对隔直/监测 T 形头外部结构, 标志, SMA 连接器及工艺缺陷进行检查。

##### 1.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为:

- a) 隔直/监测 T 形头的外部结构或标志不符合产品的详细规范规定;

## GJB 4027B-2021

- b) 标志脱落或不清晰;
- c) 由于漏镀或机械损伤, 暴露了镀层下的金属;
- d) SMA 连接器外观存在缺陷。

### 1.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时, 应按附录 B 要求, 对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 1.4 制样镜检

#### 1.4.1 方法和检验

将所有样品按 GJB 4152-2001 的方法制备剖面, 沿平行样品的纵轴线剖切, 剖切到空腔时必须进行填充, 以支撑其内部基板。剖切直至器件的中点, 至少放大 100 倍检查直流负载与 SMA 连接器的接触面, 确认连接是否牢固, 所有组件的粘接设计上是否存在明显的缺陷、组件的装配工艺是否存在缺陷, 当发现缺陷时要照相记录缺陷特征。

#### 1.4.2 缺陷判据

制样镜检的缺陷判据为:

- a) 基片与 SMA 连接器的连接、内部其他组件的粘接有明显的缺陷;
- b) 组件的装配工艺存在缺陷。

### 1.5 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 1403 同轴、波导检波器

### 1 程序

#### 1.1 概述

同轴、波导检波器的 DPA 项目和顺序见表 1403-1。

表 1403-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	1.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	1.3
3	X 射线检查	1.4
4	内部检查	1.5
5	扫描电子显微镜检查(SEM)	1.6
6	键合强度	1.7
7	剪切强度	1.8
8	结构基线(适用时)	1.9

#### 1.2 外部目检

##### 1.2.1 方法和检查

用至少 20 倍的显微镜对同轴、波导检波器外部结构, 标志, SMA 连接器及工艺缺陷进行检查。

##### 1.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为:

- a) 同轴波导检波器的外部结构或标志不符合产品的详细规范的规定;

- b) 标志脱落或不清晰;
- c) 由于漏镀或机械损伤, 暴露了镀层下的金属;
- d) SMA 连接器外观存在缺陷。

### 1.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时, 应按附录 B 要求, 对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 1.4 X 射线检查

#### 1.4.1 方法和检查

按照 GJB 548B-2005 方法 2012 规定进行 X 射线检查。

#### 1.4.2 缺陷判据

X 射线检查的缺陷判据为:

- a) 内部组件装配错误;
- b) 腔体内存在尺寸大于内部最小绝缘间距 1/2 的外来颗粒或焊锡球。

### 1.5 内部检查

#### 1.5.1 方法和检查

将样品两个端头的 SMA 连接器取下, 如果连接器是经焊接或环氧树脂固定的, 拆卸之前应先从焊接或粘附区域切开样品。打开样品封装时应小心不损坏内部结构。按照 GJB 548B-2005 方法 2017 的规定进行目检。

#### 1.5.2 缺陷判据

GJB 548B-2005 方法 2017 规定的缺陷判据。

### 1.6 键合强度

#### 1.6.1 方法和检查

应按照 GJB 548B-2005 方法 2011 条件 D 对每只样品的所有键合的内引线进行试验。需要时, 应对键和强度不合格的键合脱落点进行扫描电子显微镜检查: 观察形貌和分析表面材料成份。

#### 1.6.2 缺陷判据

GJB 548B-2005 方法 2011 规定的缺陷判据。

### 1.7 扫描电子显微镜检查

#### 1.7.1 方法和检查

应按照 GJB 548B-2005 方法 2018 对 1 只样品中半导体芯片的金属化层进行检查。

#### 1.7.2 缺陷判据

GJB 548B-2005 方法 2018 规定的缺陷判据。

### 1.8 剪切强度

#### 1.8.1 方法

适用时, 应按照 GJB 548B-2005 方法 2019 对所有样品进行试验。

#### 1.8.2 缺陷判据

GJB 548B-2005 方法 2019 规定的缺陷判据。

### 1.9 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 1500 熔断器

本工作项目规定了熔断器 DPA 的详细要求。表 1500-1 给出了本工作项目所包括的熔断器类型及其相应规范。

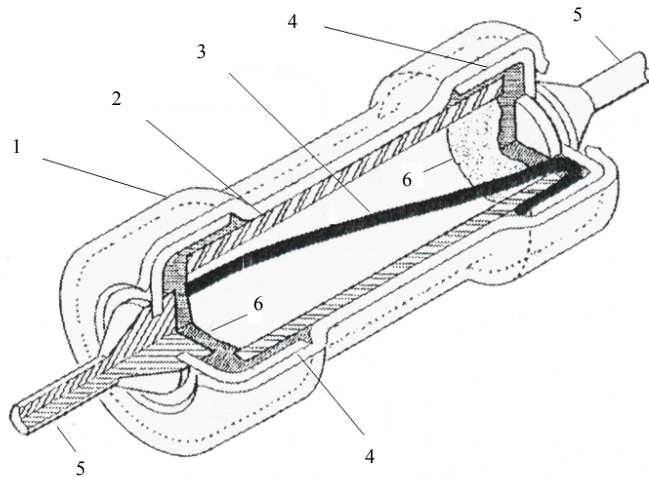
表 1500-1

工作项目	产品类型	产品相应规范编号
1501	熔丝型管状熔断器	—
1502	玻璃和陶瓷基片型熔断器	—
1503	膜式表面安装型熔断器	—

## 工作项目 1501 熔丝型管状熔断器

### 1 结构

熔丝型管状熔断器的示意图见图 1501-1。



1-外套管；2-封装体；3-熔断丝；4-端帽；5-引出端；6-焊接材料

图 1501-1 熔丝型管状熔断器

### 2 程序

#### 2.1 概述

表 1501-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	密封性检查	2.5
5	制样镜检	2.6
6	结构基线(适用时)	2.7

## 2.2 外部目检

### 2.2.1 方法

用至少 10 倍的显微镜对熔断器外观进行检查。

### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 熔断器引出端或端帽上有腐蚀痕迹；
- b) 引出端或端帽有机械损伤，暴露了镀层下的金属；
- c) 玻璃或陶瓷管有破损或裂纹。

## 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

## 2.4 X 射线检查

### 2.4.1 方法

按照 GJB 360B-2009 方法 209 规定进行 X 射线检查。

### 2.4.2 缺陷判据

X 射线检查的缺陷判据为：

- a) 熔断器腔体内存在尺寸大于 120 $\mu\text{m}$  松动的外来粒子或焊锡球；
- b) 熔断丝长度过长以至中间部位触及陶瓷或玻璃管壁。

## 2.5 密封性检查

### 2.5.1 方法

按照 GJB 360B-2009 方法 112 条件 A 进行密封性检查，试验前可以先将可能影响检测的外部塑料套管去除。

### 2.5.2 缺陷判据

有连续的气泡冒出。

## 2.6 制样镜检

### 2.6.1 概述

将样品等分为两组，分别按照 2.6.2 和 2.6.3 的方法进行试验。

### 2.6.2 方法 1

#### 2.6.2.1 方法和检查

用锋利的金刚石刀，对 50%的熔断器(取临近的最大整数)，沿圆柱状陶瓷或玻璃管壳的中间周向划线。沿划线将器件折断为两半。用至少 10 倍的显微镜对熔断器的内部进行检查。

#### 2.6.2.2 缺陷判据

按方法 1 的缺陷判据为：

- a) 熔断丝或端帽有腐蚀痕迹；
- b) 熔断丝没有充分的焊接到端帽上；
- c) 端帽没有充分的粘接到熔断器的陶瓷和玻璃壳体上；
- d) 熔断器腔体内存在尺寸大于 120 $\mu\text{m}$  的松动或潜在能松动的外来粒子或焊锡球；
- e) 熔断丝存在缺损；
- f) 熔断丝长度过长以至中间部位触及陶瓷或玻璃管壁。

### 2.6.3 方法 2

#### 2.6.3.1 方法和检查

按 GJB 4152A-2014 的方法，将剩余的熔断器制成剖面，沿样品的纵轴线进行剖切。在打开内部空

## GJB 4027B-2021

腔时，用至少 10 倍的显微镜对熔断器的内部进行检查。然后，对空腔进行填充，以保证对内部组件有足够的机械支撑。继续剖切至端帽和引线的中点，用至少 10 倍的显微镜连续对剖面进行检查。检查的面至少包括熔断丝与端帽的焊点以及引出端与端帽的焊点两个剖面。

### 2.6.3.2 缺陷判据

缺陷判据同 2.6.2.2。

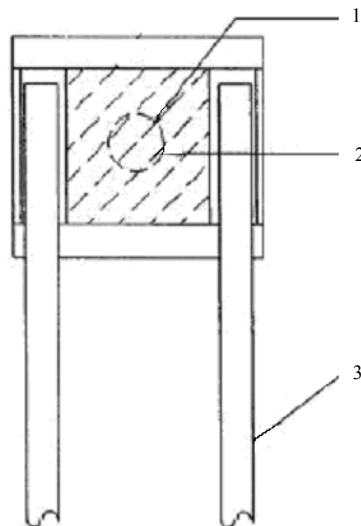
### 2.7 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 1502 引线包封型玻璃和陶瓷基片型熔断器

### 1 结构

引线包封型玻璃和陶瓷基片型熔断器的示意图见图 1502-1。



1-熔断元件；2-灭弧材料；3-引出端

图 1502-1 陶瓷基片型熔断器结构示意图

### 2 程序

#### 2.1 概述

引线包封型玻璃和陶瓷基片型熔断器(以下简称熔断器)的 DPA 项目和顺序见表 1502-1。

表 1502-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	制样镜检	2.5
5	结构基线(适用时)	2.6

## 2.2 外部目检

### 2.2.1 方法和检查

用至少 10 倍显微镜进行外部目检，记录熔断器的标志或工艺上任何明显的缺陷。

### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- 熔断器的标志错误或不清楚；
- 熔断器引出端有腐蚀痕迹；
- 引出端有机械损伤，暴露了镀层下的金属；
- 包封材料有破损或裂纹。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 X 射线检查

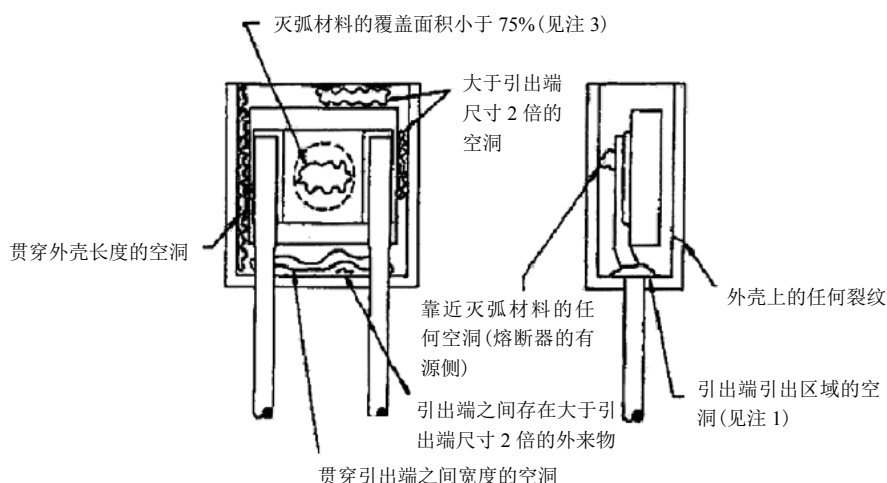
#### 2.4.1 方法

在两个相互垂直的平面上进行 X 射线检查，确定封盖里基片的位置并探测封盖(陶瓷)材料的空洞。

#### 2.4.2 缺陷判据

拒收或接收判据参照图 1502-2 和图 1502-3，并按照如下规定：

- 引出端引出区域的空洞不能超过外壳底与基片距离的 50%；
- 引出端之间大于引线直径 2 倍的空洞应拒收；
- 灭弧材料上大于  $250\mu\text{m}$  的针孔应拒收；
- 贯穿整个外壳的长条状空洞或任何距离引线  $120\mu\text{m}$  的长条状空洞(从底部或基片到外壳底部)应拒收；
- 大于引出端直径尺寸 3 倍的空洞应拒收；
- 基片的位置并不太重要，除非它突出外壳或位于外壳底部；
- 位于外壳和基片有源侧之间小于引出端直径 2 倍且灭弧材料不相连的空洞或外来物是可以接受的。X 射线应能检测出空洞和引出端之间的间隙。



注 1：位于非关键区域，并且累计不超过外壳总容积 30% 的空洞或外来物是允许的。

注 2：环氧灌封线痕是可接受的。

注 3：壳体表面到基片有源区域之间(上图虚线圈所示)，引出端之间的区域和引出端的引出部位应被定义为关键区域。

图 1502-2 缺陷判据示意图

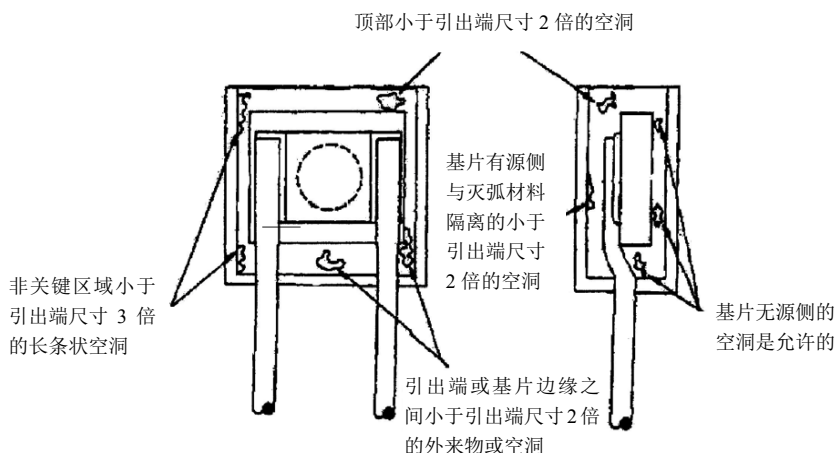


图 1502-3 接收标准示意图

## 2.5 制样镜检

### 2.5.1 对玻璃基片熔断器

#### 2.5.1.1 方法

打开熔断器的封装，用至少 10 倍的显微镜进行检查。

#### 2.5.1.2 缺陷判据

对玻璃基片熔断器的缺陷判据为：

- 熔体元件粘接不好，有裂纹或浮起应被视为拒收；
- 金属化键合区与熔体元件粘接的对准度出现偏差；
- 基片(玻璃)上，位于引线和熔断器元件之间的贝壳状裂纹，如果延伸超过引线的 50%，应被视为拒收；贝壳状裂纹定义为从一个表面起始，延伸到基片的内部，如果就此不再延伸，将返回同一表面；
- 用适当的溶剂去除剩余的封装材料，检查引线焊点连接处，若发现焊点处存在冷焊或裂缝则视为拒收。

### 2.5.2 对用树脂包封陶瓷玻璃基片的熔断器

#### 2.5.2.1 方法 1

##### 2.5.2.1.1 方法和检查

按 GJB 4152A-2014 的方法将样品数的 1/3 (取邻近的最大整数) 制成剖面，沿引线的纵轴线剖切，示意图见图 1502-4，用至少 10 倍显微镜检查。

##### 2.5.2.1.2 缺陷判据

对用树脂包封陶瓷玻璃基片的熔断器，按方法 1 的缺陷判据为：

- 引线与基片粘接不牢固；
- 焊点处或基片上有裂纹，陶瓷基片划伤的痕迹不应成为拒收的原因；
- 有污染物的痕迹；
- 焊点空洞不应超过焊点区域截面积的 25%。



图 1502-4 第一组样品剖切方向示意图

### 2.5.2.2 方法 2

#### 2.5.2.2.1 方法和检查

按 GJB 4152A-2014 的方法将样品数的另外 1/3(取邻近的最大整数)制成剖面,使剖面垂直于引线的纵轴线,示意图见图 1502-5,用至少 10 倍显微镜检查。

#### 2.5.2.2.2 缺陷判据

对用树脂包封陶瓷玻璃基片的熔断器,按方法 2 的缺陷判据为:

- a) 灭弧材料上存在尺寸大于或等于  $250\mu\text{m}$  的针孔;
- b) 存在污染物的痕迹;
- c) 焊点处或基片上存在裂纹(陶瓷基片划伤的痕迹不应成为拒收的原因)。

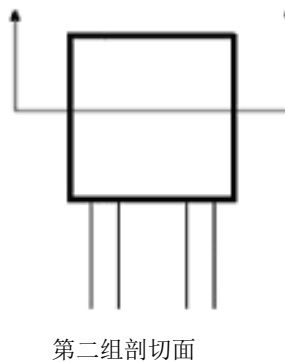


图 1502-5 第二组样品剖切方向示意图

### 2.5.2.3 方法 3

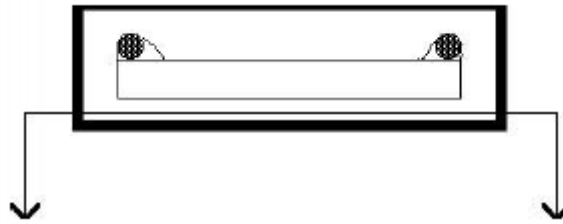
#### 2.5.2.3.1 方法和检查

按 GJB 4152A-2014 的方法将剩余的样品封装在环氧树脂或牙托粉等其他材料中,剖切/研磨熔断器包封外表面直至熔断器的基片的背面,示意图见图 1502-6,当基片足够薄,可以通过剩余的薄层陶瓷检查熔断器元件时,停止剖切,用至少 10 倍显微镜检查。

#### 2.5.2.3.2 缺陷判据

对用树脂包封陶瓷玻璃基片的熔断器,按方法 3 的缺陷判据为:

- a) 树脂中存在大于引线直径 2 倍的空洞;
- b) 基片上存在贝壳状或其他类型的裂纹;
- c) 熔断器元件上的针孔或其他异常。



第三组剖切面

图 1502-6 第三组样品剖切方向示意图

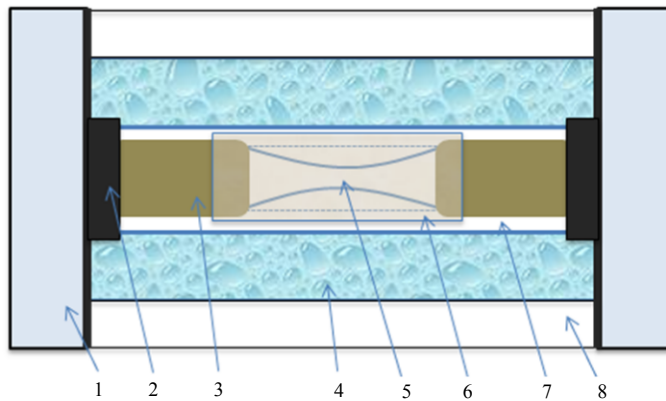
## 2.6 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

### 工作项目 1503 膜式表面安装型熔断器

#### 1 结构

膜式表面安装型熔断器的示意图见图 1503-1。



1-焊片(含镀层); 2-焊料; 3-引出电极; 4-填充料; 5-熔断机构; 6-灭弧材料; 7-基板; 8-陶瓷外壳

图 1503-1 膜式表面安装型熔断器结构示意图

#### 2 程序

##### 2.1 概述

膜式表面安装型熔断器(以下简称熔断器)的 DPA 项目和顺序见表 1503-1。

表 1503-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	X 射线检查	2.4
4	内部目检	2.5
5	制样镜检	2.6
6	结构基线(适用时)	2.7

## 2.2 外部目检

### 2.2.1 方法和检查

用至少 30 倍显微镜进行外部目检，记录熔断器的标志或工艺上任何明显的缺陷。

### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 熔断器的标志错误或不清楚，尺寸不符合规范要求；
- b) 熔断器焊片存在腐蚀现象；
- c) 熔断器焊片暴露了镀层下的金属，或镀层有起皮、剥落等现象；
- d) 熔断器陶瓷外壳上存在特征尺寸大于 0.12mm 的孔洞；
- e) 熔断器陶瓷外壳内部嵌入或表面附着面积大于  $0.02\text{mm}^2$  的外来颗粒；
- f) 熔断器陶瓷外壳存在直径大于 0.5mm 的色斑；
- g) 熔断器陶瓷外壳上存在任何裂纹；
- h) 熔断器焊片与陶瓷外壳焊缝处存在不可见底的孔洞；
- i) 熔断器正方形焊片与陶瓷外壳对接时旋转角度超过  $5^\circ$  (图 1503-2)；
- j) 熔断器外表存在的凸出物高度超过  $80\mu\text{m}$ ，或影响焊接。

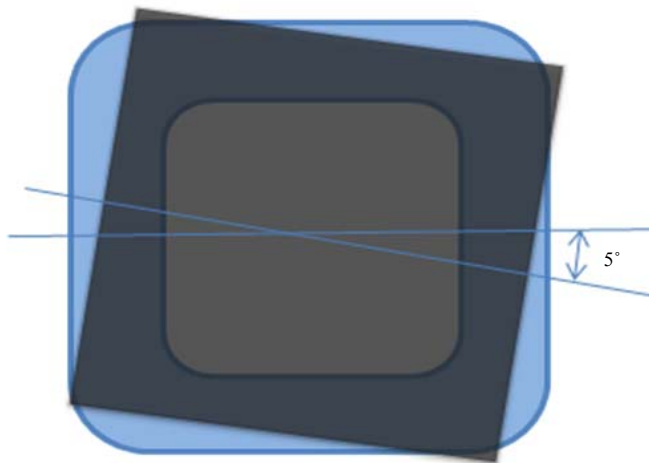


图 1503-2 焊片与陶瓷管壳对接旋转示意图

## 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时，应按附录 B 要求，对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

## 2.4 X 射线检查

### 2.4.1 方法和检查

至少应在垂直于熔断器轴向的平面内，分别从垂直于熔断机构表面和平行于熔断机构表面两个方向进行 X 射线检查。

### 2.4.2 缺陷判据

X 射线检查的缺陷判据为：

- a) 熔断机构存在穿透性孔洞；
- b) 熔断器焊片与陶瓷外壳焊缝处存在孔洞，且深度超过焊接宽度的 25%；
- c) 陶瓷外壳上存在裂纹，或者存在特征尺寸大于 0.12mm 的空洞(但空洞不能使陶瓷管壁厚度减少超过原始厚度的 50%)；

## GJB 4027B-2021

- d) 基板轴线与熔断器轴线夹角超过  $15^\circ$  (图 1503-3)；
- e) 熔断机构上方区域出现外来颗粒；
- f) 灭弧材料存在裂纹或者大于  $250\mu\text{m}$  的空洞。

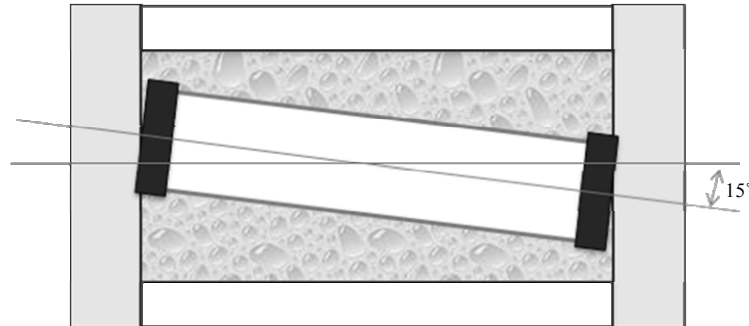


图 1503-3 基板与熔断器轴线夹角示意图

## 2.5 内部目检

### 2.5.1 方法和检查

取一半数量的样品，打开熔断器的封装，完整取出熔断器内部基板，至少用 50 倍显微镜对基板进行检查。

### 2.5.2 缺陷判据

- a) 基板上存在任何裂纹；
- b) 引出电极的空洞、划伤等使得其流过电流的截面减少超过原始截面的 75%；
- c) 灭弧材料未完全覆盖熔断机构；
- d) 熔断机构上方的灭弧材料出现裂纹；
- e) 灭弧材料存在穿透性孔洞使得熔断机构露出；
- f) 灭弧材料上存在直径大于  $250\mu\text{m}$  的针孔；
- g) 距熔断机构中心 1mm 范围内灭弧材料的凹陷或凹坑使得其厚度减少超过原始厚度的 50%；
- h) 熔断机构出现划伤、穿透性孔洞等，或者熔断机构的缺陷使得载流截面减少到原始设计的 75% 以下 (采用物理或化学方法使得熔断机构可见)。

## 2.6 制样镜检

### 2.6.1 方法和检查

将剩余一半样品，沿熔断器轴向且垂直于熔断机构表面的方向剖切 (剖切过程可能需要对熔断器内部填充料所在空腔进行二次灌封)，至少研磨至熔断机构中心位置，采用至少 50 倍显微镜进行检查。

### 2.6.2 缺陷判据

检查，呈现任何下列缺陷的器件应拒收：

- a) 陶瓷管壳存在裂纹；
- b) 陶瓷管壳内部存在大于  $0.12\text{mm}$  的空洞，或空洞使陶瓷管壳厚度减少 50% 以上；
- c) 基板存在裂纹；
- d) 焊片镀层出现分层；
- e) 焊片阻挡层不可见或者不满足规范要求；
- f) 焊片最外层镀层厚度小于  $2.5\mu\text{m}$ ；
- g) 焊片与基板及陶瓷外壳的焊缝出现裂纹；
- h) 焊片与基板及陶瓷外壳的焊缝中的孔洞超过焊接宽度的 25%；
- i) 熔断机构上方的灭弧材料上存在穿透性孔洞；

- j) 距熔断机构中心 1mm 范围内灭弧材料的凹坑或凹陷使得其厚度减少超过原始厚度的 50%;
- k) 熔断机构与引出电极搭接宽度小于 75 $\mu\text{m}$  或者不满足规范要求。

## 2.7 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

## 工作项目 1600 加热器

本工作项目规定了加热器 DPA 的详细信息。表 1600-1 列举了本工作项目所包括的加热器类型及其相应规范。

表 1600-1

工作项目	产品类型	产品相应规范编号
1601	带状柔性加热器	-

## 工作项目 1601 带状柔性加热器

### 1 结构

带状柔性加热器的示意图见图 1601-1。

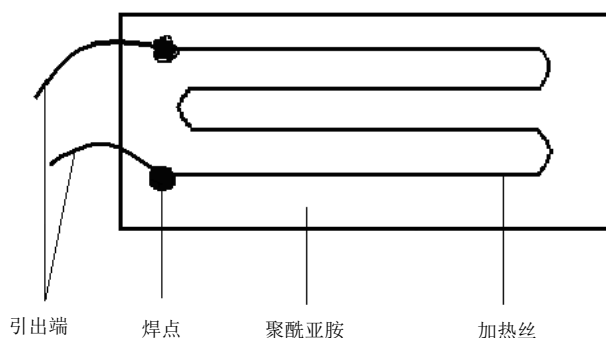


图 1601-1 聚酰亚胺薄膜型加热器

### 2 程序

#### 2.1 概述

带状柔性加热器(以下简称加热器)的 DPA 项目和顺序见表 1601-1。

表 1601-1

顺序号	项目	章条号
1	外部目检	2.2
2	封装表面镀涂材料分析方法	2.3
3	引出端强度	2.4
4	制样镜检	2.5
5	结构基线(适用时)	2.6

#### 2.2 外部目检

##### 2.2.1 方法和检查

用 30 倍的显微镜对加热器外观进行检查。

##### 2.2.2 缺陷判据

外部目检的缺陷判据为：

- a) 有效导线减少超过 30%;
- b) 非公用导体的间距小于 50 $\mu\text{m}$  或平均间距的 25%;
- c) 绝缘封盖没有完全遮覆散热元件;
- d) 导电性粒子桥连非公用导体元件。

### 2.3 封装表面镀涂材料分析方法

必要时, 应按附录 B 要求, 对封装表面镀涂材料的符合性进行检查。也可采用双方认可的其他方法。

### 2.4 引出端强度

#### 2.4.1 电性能测试

##### 2.4.1.1 方法

按照 GJB 360B-2009 方法 303 规定进行低功率输入电阻试验。

##### 2.4.1.2 失效判据

测试数据不符合产品规范的规定。

#### 2.4.2 引出端强度

##### 2.4.2.1 方法

按照 GJB 360B-2009 方法 211 条件 A 规定进行引出端强度试验。引线轴向应施加 1.36kg 的拉力, 至少保持 3min。试验后用 30 倍显微镜检查加热器引线结合处和加热器表面。

##### 2.4.2.2 缺陷判据

引出端强度的缺陷判据为:

- a) 加热器引线结合处出现任何松动或破裂的迹象;
- b) 加热器出现分层现象。

#### 2.4.3 引出端强度试验后的电测试

##### 2.4.3.1 方法

按照 GJB 360B-2009 方法 303 规定进行低功率输入电阻试验。

##### 2.4.3.2 失效判据

测试数据和引出端强度试验前相比, 阻值变化量超过产品规范的规定。

### 2.5 制样镜检

#### 2.5.1 方法

将 50%的加热器(取整数)封装在清晰的环氧树脂或其他材料中, 横向剖切引线焊点, 并用 30 倍的显微镜检查焊点的完整性。

#### 2.5.2 缺陷判据

引出端焊点检查的缺陷判据为:

- a) 焊点出现任何松动, 破裂, 腐蚀;
- b) 焊接界面上存在污染物的迹象。

### 2.6 结构基线(适用时)

依据 4.2.3 规定进行检查。

附 录 A  
(资料性附录)  
DPA 数据记录格式

DPA 数据记录格式参见图 A.1~图 A.3。

DPA 报告摘要表

报告号\_\_\_\_\_

元器件名称		型号规格		元器件门类	
生产单位		生产批号		生产日期	
执行标准			质量等级		
委托单位			工程用户		
样品母体数		规定抽样数		实际抽样数	
重新抽样 规定数			重新抽样 实际数		
<p>试验结果：</p> <p>不合格样品数_____</p> <p>不合格项目_____</p> <p>可筛选缺陷_____</p> <p>不可筛选缺陷_____</p> <p>是否需要进一步分析：需要_____不需要_____</p> <p>DPA 结论：</p> <p>合格_____不合格_____样品通过_____可疑_____其他_____</p>					
<p>总体评论：</p>					
<p>注：“总体评论”可对 DPA 进行总体的描述。包括 DPA 依据的标准、DPA 项目、DPA 其他结论的详细描述以及必要的建议等。</p>					

图 A.1 DPA 报告摘要表

### DPA 项目结果汇总表

报告号\_\_\_\_\_

项 目	样品编号									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
外部目检										
封装表面镀涂材料分析方法(必要时)										
X 射线检查										
PIND(适用于密封空腔结构)										
密封(适用于密封空腔结构)										
内部气体成份分析(适用于密封空腔结构)										
内部目检										
键合强度										
扫描电子显微镜检查(必要时)										
剪切强度										
制样镜验(适用时)										
结构基线符合性(适用时)										
备注：										
试验时间： 年 月 日～ 年 月 日										
注 1：DPA 项目和样品数应根据具体情况调整。 注 2：DPA 结果按 4.4 规定，分四类填写。 注 3：对不合格和可疑的项目，应在备注栏说明情况或试验记录编号，以便查阅。										

**图 A. 2 DPA 项目结果汇总表**

GJB 4027B-2021

**DPA 试验记录表**

试验项目		样品数量						
试验设备及型号								
环境温度	℃	相对湿度	%RH					
合同或标准：  检查内容和缺陷判据：  a)  b)  c)  d)  .  .								
样品编号	a	b	c	d	...	...	结果	照片号
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
操作人员								
审核人员								
备注：								
试验时间： 年 月 日～ 年 月 日								

**图 A.3 DPA 试验记录表**

**附录 B**  
(规范性附录)  
**封装表面镀涂材料分析方法**

**B.1 总则**

本附录规定了元器件进行 DPA 时,对内部和外部的封装材料进行禁用材料分析的详细要求。

**B.2 用 X 射线荧光光谱仪 (XRF) 对元器件封装表面镀涂材料进行禁用材料分析****B.2.1 目的**

本方法规定了使用 XRF 设备测量铅锡合金和镀层中铅含量的仪器、技术、判据和标准。分析的目的是验证合金和镀层至少含有 3%(重量百分比)的铅;镉和锌表面镀覆及镉和锌合金的电镀层是否能够防止锌升华。

**B.2.2 XRF 系统****B.2.2.1 仪器**

使用的 XRF 设备应具备对成份复杂的样品中的金属成份进行分析的能力,其定量准确度足以排除禁用材料。

**B.2.2.2 X 射线探测器和激发源**

探测器的分辨力用锰(Mn)元素的  $K-L_{2,3}(K_{\alpha})$  线的半高全宽(FWHM)测量,应优于 290eV。满足此要求的 X 射线探测器应当为利用珀耳帖效应制冷的固态二极管探测器或具有更好元素分辨能力的探测器。X 射线的激发电压应最小为 40keV,以支持探测较高的能量线。

**B.2.2.3 对准和聚焦系统**

台式 XRF 系统应具有对准和聚焦系统,以提供被分析表面的识别和沿表面进行扫描的能力。表面扫描能力对于扫描非常小的焊接引出端时,获得成份的平均值非常重要。当不使用扫描功能时,应测量多个位置,以避免由于表面成份变化而导致的误差。

**B.2.2.4 空间分辨率**

设备的空间分辨率应有能力将分析区域的材料成份和邻近区域的材料区分开。设备的空间分辨率应进行周期性的校验。这需要 X 射线束尺寸小于被分析的表面,或能证实被测表面周围的材料不含有禁用材料。表 A.1 提供了典型的设备能力和相应适合的样品类型。

**表 A.1 XRF 设备电子束尺寸和相应的样品尺寸**

电子束对准	X 射线束尺寸	取样区域	典型样品	例外
毛细管光纤(安装 X 射线探测器的 SEM)	50 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	0.004mm <sup>2</sup> 至 0.032mm <sup>2</sup>	片式元器件、细金属丝、圆形引线器件	与最高点切线高度变化超过 250 $\mu\text{m}$ 的圆形或不规则表面
毛细管光纤(台式 XRF)	80 $\mu\text{m}$	0.009mm <sup>2</sup> 至 0.13mm <sup>2</sup>	片式元器件、细金属丝、圆形引线器件	与最高点切线高度变化超过 250 $\mu\text{m}$ 的圆形或不规则表面
机械狭缝(台式 XRF)	540 $\mu\text{m}$	0.45mm <sup>2</sup> 至 1.6cm <sup>2</sup>	SMT 二极管、带状引线元器件,金属线和电缆、部件	尺寸限制
机械狭缝(手持式 XRF)	1mm 至 10mm	小至 1.6cm <sup>2</sup>	紧固件和部件	尺寸限制

<sup>a</sup> 这种情况下,主要为电子束,而不是 X 射线束。

## GJB 4027B-2021

### B.2.2.5 取平均值

扫描平均为  $0.01\text{mm}^2$  的区域，或最大有效区域如果小于  $0.01\text{mm}^2$  时，应使用毛细管光纤 XRF 设备进行操作。

### B.2.2.6 固定位置夹具

使用的定位夹具或样品架应由不会干扰检测准确性的材料(如，工业纯铝)制成。

### B.2.2.7 标样

#### B.2.2.7.1 锡-铅(Sn-Pb)合金分析

对于锡-铅(Sn-Pb)合金，至少需要使用两个标样：

- 纯度不低于 99.9% 的规定厚度的锡箔。
- 铅含量为 3.0% (重量百分比)、厚度不大于  $15\mu\text{m}$  的标准铅锡箔。此标准铅锡箔应由试剂级的锡和铅制成的合金样品。

#### B.2.2.7.2 镉(Cd)和锌(Zn)分析

对于镉或锌不要求标样。

### B.2.3 试验程序

#### B.2.3.1 校准

##### B.2.3.1.1 锡-铅标样

校准应在每班工作前通过测量含 3% 铅(重量百分比)的锡-铅标样(见 A.2.2.7)进行。如果标样是金属薄片，应将其放置在铜基板(无铅)上进行测量。校准的结果在考虑了标准值的不确定度和实验室操作的不确定度后必须与标样的值一致。可建立控制图来监控这些比对。

##### B.2.3.1.2 非标准的锌和镉

对于镉和锌分析，不需要校准。

#### B.2.3.2 测量及抽样方法

##### B.2.3.2.1 测量

应对每个样品进行独立的测量。应尽可能选取一个平面进行测量。应优先选择平整的样品表面而不是不规则的或圆形的表面。在任何情况下，X 射线的光斑或电子束的尺寸应在测试区域内保持足够小，留出近似于电子束直径宽的警戒区(见图 B.1)。

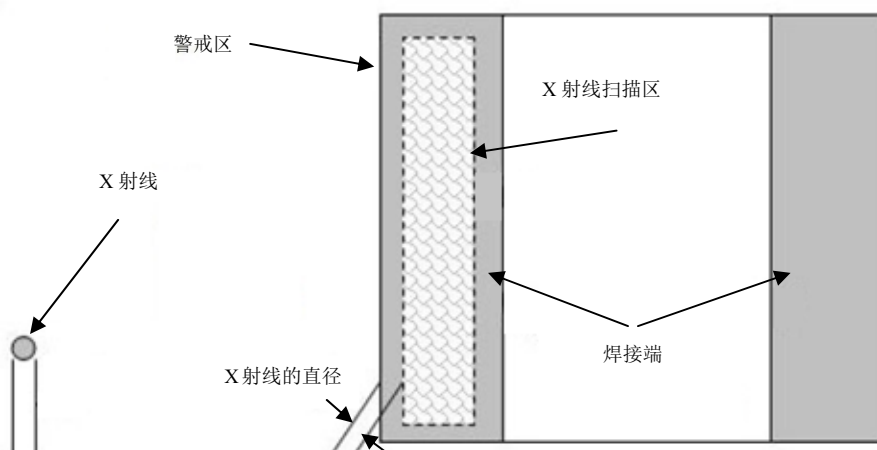


图 B.1 平整的表面焊接端上 X 射线曝光区举例

##### B.2.3.2.2 抽样方法

如果样品之间光学外观保持一致，则每批至少 1 只样品进行禁用材料分析。如果样品光学外观有任何不同，则应至少对 2 只样品进行评估，并由外观不同的样品组成。

#### B.2.4 记录

应记录下设备的试验参数或设置, 包括:

- a) 采集时间;
- b) X 射线管激发电压;
- c) X 射线管电流;
- d) X 射线束尺寸;
- e) 工作距离;
- f) 探测器类型。

#### B.2.5 接收判据

对于含有铅锡成份的元器件批, 如果所有测量结果为铅含量不小于 3%(重量百分比), 则该批元器件可接收。可根据计量的复现性和重复性研究确定的方法准确度, 对该最低可接收判据进行调整(例如, 如果该方法的不确定度为 20%, 则要求的最低可接收判据为 3.6%铅(重量百分比))。

#### B.2.6 复验

当怀疑锡和铅的含量有偏析并且 XRF 显示样品锡: 铅 > 15:1 (锡 > 93.6%(重量百分比)) 时, 应进行 XRF 材料分析的复验。样品表面材料可能有偏析, 如圆桶状或扁平状的焊接引出端可能有纯度近似为纯锡的区域, 这种情况很难由 XRF 检测出。

为了进行复验, 应通过剖面和扫描电镜-能谱仪(SEM-EDS)测量来确定材料成份。SEM-EDS 测量应在焊料表面、剖面的中部及和基材的界面上进行。若 SEM-EDS 发现任何扫描位置上铅含量小于 3.0%(重量百分比), 则样品拒收。

### B.3 用扫描电镜-能谱仪(SEM-EDS)对元器件封装表面镀涂材料进行禁用材料分析

#### B.3.1 目的

本试验方法规定了使用 SEM-EDS 设备测量铅锡合金和电镀层中铅含量的仪器、技术、判据和标准。分析的目的在于验证合金和镀层至少含有 3%(重量百分比)的铅, 镉和锌表面镀覆及镉和锌合金的电镀层是否能够防止锌升华。

#### B.3.2 SEM-EDS 系统

##### B.3.2.1 仪器

SEM-EDS 系统应有能力按标准对被分析材料中的每种元素的重量百分比进行定量分析。探测器的分辨力用 Mn 元素的 K-L<sub>2,3</sub>(K<sub>α</sub>) 线的半高全宽(FWHM)测量, 应优于 290eV。SEM 应有能力发射最小 20kV 的电子束到被分析材料的表面, 以检测禁用材料是否存在。EDS 应有能力对被分析材料每种元素的重量百分比进行定量分析, 并能以一定的格式生成 EDS 谱图和定量数据。

##### B.3.2.2 空间分辨率

SEM-EDS 的空间分辨率应有能力将分析区域和有可能影响结果的邻近材料区分开。在给定样品尺寸情况下, 电子束的探测范围在最低放大倍率条件下应尽可能大。这会对被分析材料的局部不同进行平均。建议检测分析人员考虑制造商的推荐设置, 如发射角、设备尺寸等以确保最佳结果。

##### B.3.2.3 标样

###### B.3.2.3.1 锡-铅(Sn-Pb)合金分析

标样具有可溯源值的 97%锡(重量百分比)和 3%铅(重量百分比), 用来验证测试设备的准确度和测量锡-铅样品的定量分析软件的准确度。该标样的均匀性是至关重要的。

###### B.3.2.3.2 镉(Cd)和锌(Zn)分析

对于镉或锌不要求标样。

## GJB 4027B—2021

### B.3.3 试验程序

#### B.3.3.1 校准

##### B.3.3.1.1 锡-铅标样

校准应在每班工作前通过测量含 3%铅(重量百分比)的锡-铅标样(见 A.3.2.3)进行。校准的结果在考虑了标准值的不确定度和实验室操作的不确定度后必须与标样的值一致。可建立控制图来监控这些比对。

##### B.3.3.1.2 非标准的锌和镉

对于镉和锌分析,不需要校准。

#### B.3.3.2 推荐的测试条件

选择样品的分析区域是很重要的,在最小可能的放大倍数情况下样品分析区域的几何尺寸应尽可能大。除非样品尺寸不能满足要求,推荐使用 SEM-EDS 制造商推荐的工作距离和 SEM-EDS 谱仪校准参数。推荐的测试条件如下:

- a) 最小加速电压为 20kV,除非电子束穿透深度需要较低的电压;
- b) 频谱采集时间(活时间)最少 100 s;
- c) 死时间小于 40%;
- d) 每秒计数: 1000~2000;
- e) 样品方向应与校准时的发射角相匹配。

#### B.3.3.3 样品制备

被测样品应按照可获得优化分析结果的方式制备。提供接地通路的涂层应谨慎选择。选择涂层所用材料应使其不会影响样品达到材料的最佳分析,应使用尽可能薄的涂层。可能时,推荐使用具有平整分析面的剖面样品。

#### B.3.3.4 样品分析模式

对于锡-铅分析,扫描应始终按照 A.3.2.3.1 标准的模式进行。

### B.3.4 样品选择

#### B.3.4.1 样品一致性

对同一批产品,至少对一只样品进行禁用材料分析。如果在 10 倍或更低放大倍数下,目检发现样品表面不一致,则样品的每个目检不同的表面都要分别进行扫描。如果样品光学外观有任何不同,则应至少对 2 只样品进行评估,并由外观不同的样品组成。

#### B.3.4.2 样品几何形貌

每个样品的测量区域都应尽可能为平整表面。对于不平整或圆形表面,样品应当在中心区测量以防电子束在样品边缘的扩展。在测量非平面表面时必须小心操作以防止电子束散射。

对于圆形引线样品,应对圆周上 30° 弧度的区域内进行放大分析。

### B.3.5 记录

#### B.3.5.1 试验参数

记录下进行分析所使用的设备的试验参数,包括:

- a) 加速电压;
- b) 发射角;
- c) 每秒计数;
- d) 谱采集时间和死时间;
- e) 工作距离(样品到极靴距离)。

#### B.3.5.2 EDS 分析

所有 EDS 分析的结果(频谱、定量分析结果、背散射 SEM 图像、元器件图像上的样品窗口(探针区域)等),应作为禁用材料分析的一部分。

## B.3.6 接收判据

### B.3.6.1 含锡-铅的样品

如果所有测量结果铅含量都不小于 3.0%(重量百分比), 则样品通过禁用材料分析。可根据计量的复现性和重复性研究确定的方法准确度, 对该最低可接收判据进行调整(例如, 如果方法具有的不确定度为 20%, 则要求最低可接收判据为 3.6%铅(重量百分比))。1 只样品拒收, 则整个样品批拒收。

### B.3.6.2 含镉和锌的样品

如果样品的每一个测量结果镉和锌含量都不大于 5.0%(重量百分比), 或者镉或锌表面覆盖了厚度经用户同意的镍或铜的镀层, 则样品通过。

## B.4 试验位置要求

### B.4.1 测量位置

XRF 和 SEM-EDS 试验所要求的测量位置是相同的, 如图 B.2~图 B.19 所示。

### B.4.2 测量独立性唯一性

每个样品都应单独进行测量, 每个目检可识别的金属表面都需要单独进行扫描。例如, 电缆组装需对连接器外壳、连接器针、插孔位置、电缆导线等分别进行扫描。同一样品的金属外壳和封盖需要分别进行扫描(见图 B.11、图 B.12 和图 B.13)。

### B.4.3 有引线器件的测量

#### B.4.3.1 表面安装集成电路上的焊接引线

表面安装集成电路上的焊接引线应按图 B.2 进行测量, 应靠近工作距离所允许的器件本体。大焊盘器件应在具有合适扫描尺寸的位置进行扫描以满足准确度和重复性要求, 而不是扫描整个表面。

#### B.4.3.2 小于 38mm 外部引线

小于 38 mm 的外部引线, 应按如下位置分析:

- a) 尽可能接近封装本体的点;
- b) 引线上除两端点的一点。(见图 B.3~图 B.13)。

#### B.4.3.3 大于 38mm 的外部引线

大于 38mm 的外部引线, 应按如下位置分析:

- a) 尽可能接近封装本体的点;
- b) 离开封装本体 25 mm 位置的点;
- c) 引线上除两端点的一点。(见图 B.14)。

#### B.4.3.4 不同几何形状器件

不同几何形状的器件应在每个不同的平面进行测量, 如玻璃包封表面安装器件(MELF)应在两个位置进行测量: 一个是端帽的平面, 另一个是端帽的边缘, 见图 B.15。

#### B.4.3.5 表面安装片式电容

表面安装片式电容应按图 B.16 在引出端顶部和侧面进行测量。

#### B.4.3.6 表面安装片式电阻

表面安装片式电阻应按图 B.17 在引出端顶部和底部进行测量。

#### B.4.3.7 无引线片式载体电阻网络

无引线片式载体电阻网络应在金属封盖、焊接引出端的底部和侧面进行测量(图 B.18)。

#### B.4.3.8 堆叠式电容

堆叠式电容应在焊接引线, 以及无遮蔽的连接引线和电容器本体的高温焊料处进行测量(图 B.19)。

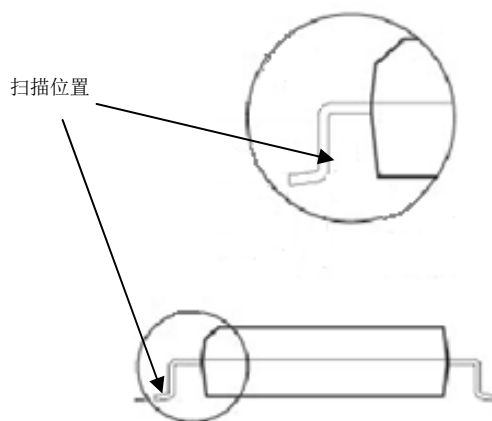


图 B.2 表面安装集成电路的扫描位置

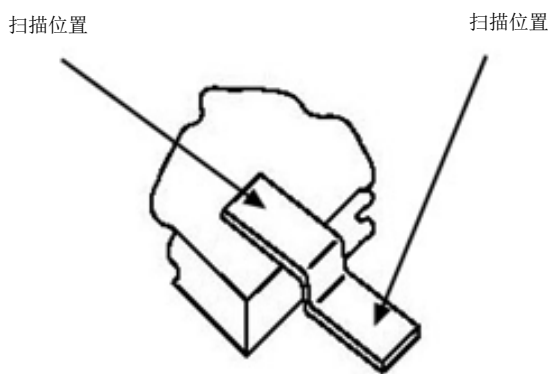


图 B.3 翼形引线的扫描位置

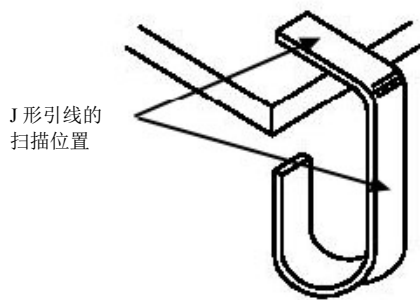


图 B.4 J形引线的扫描位置

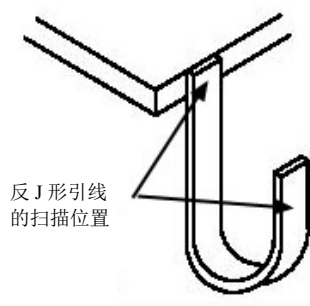


图 B.5 反J形引线的扫描位置

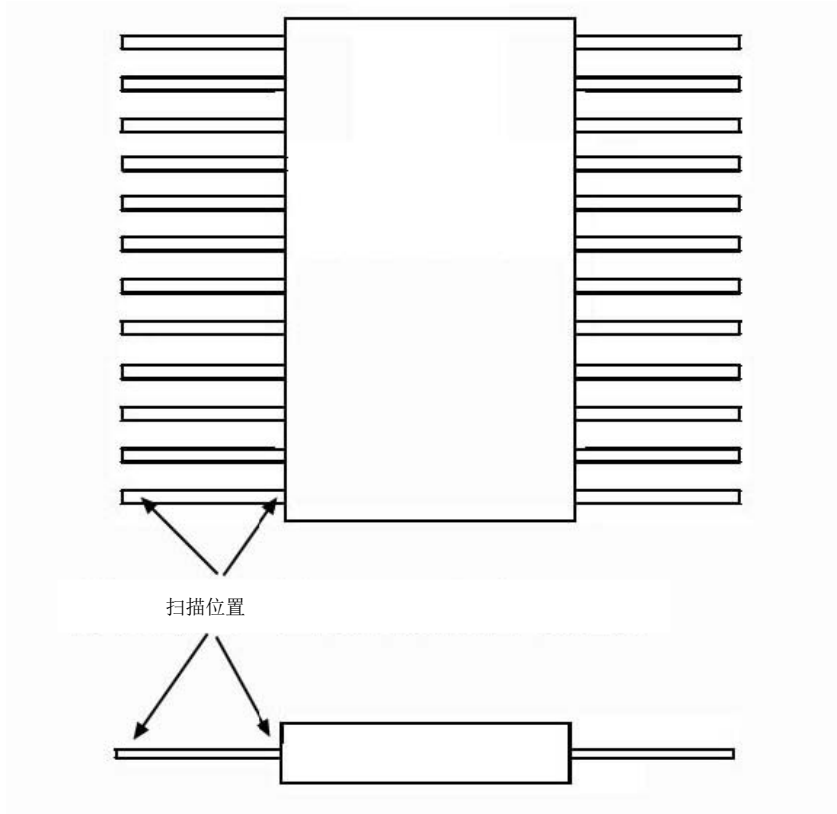


图 B.6 扁平封装的扫描位置

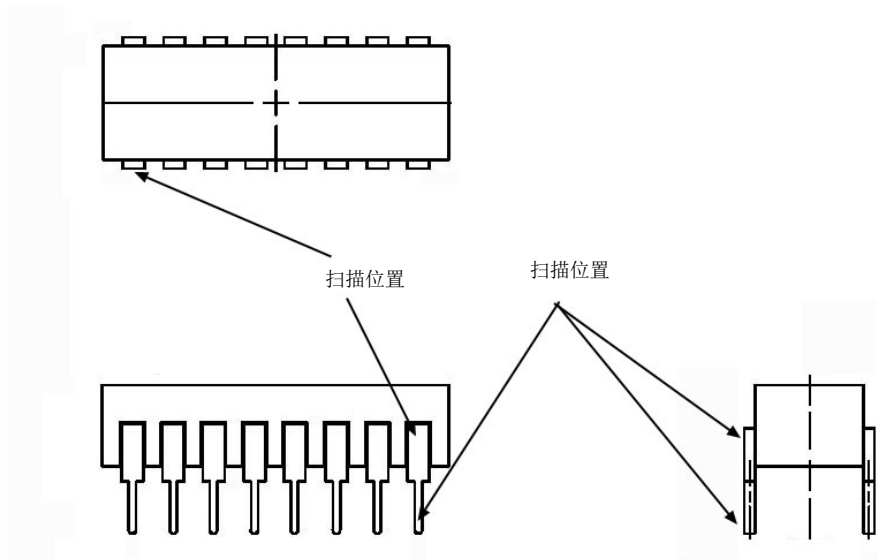


图 B.7 双列直插封装的扫描位置

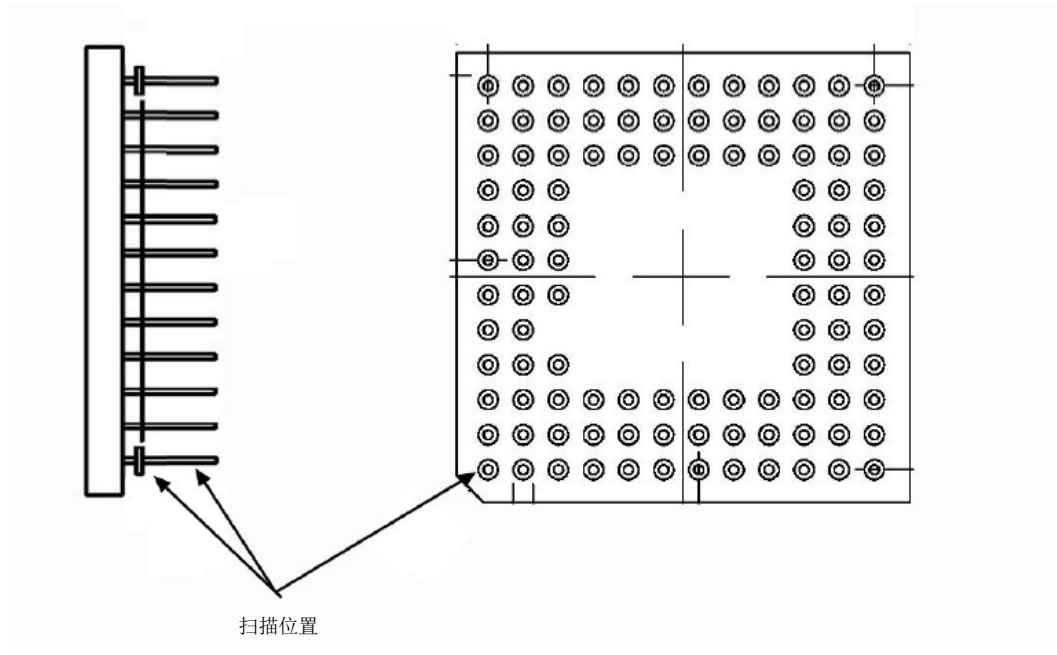


图 B.8 针栅阵列封装的扫描位置

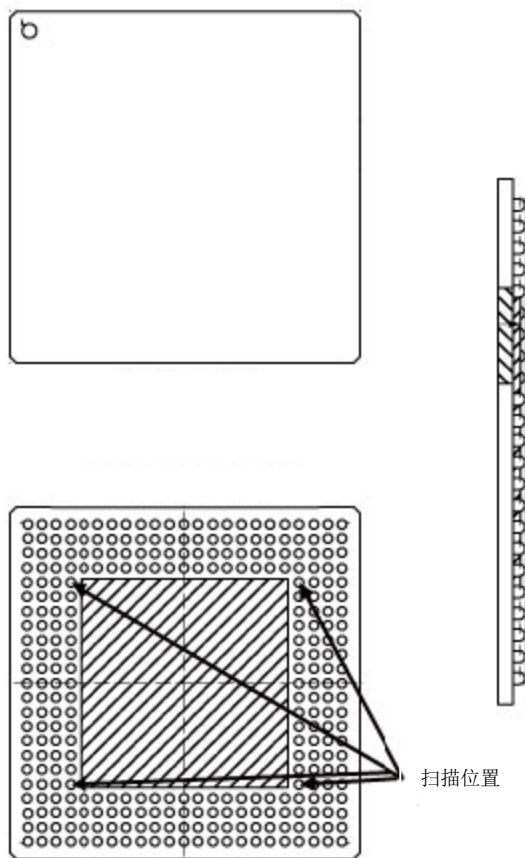


图 B.9 球栅阵列封装 1 的扫描区域

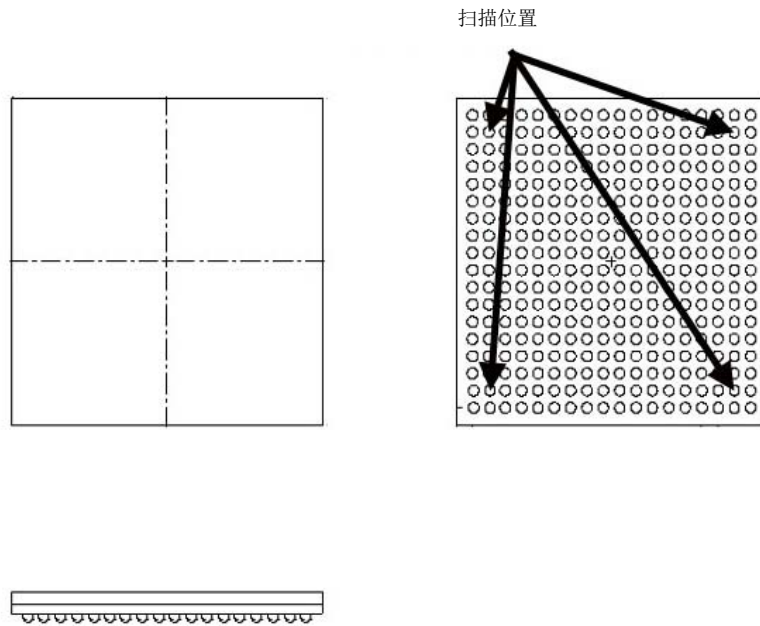


图 B.10 球栅阵列封装 2 扫描区域

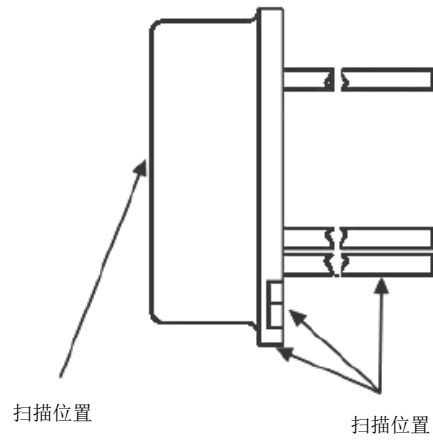


图 B.11 圆形封装的扫描位置

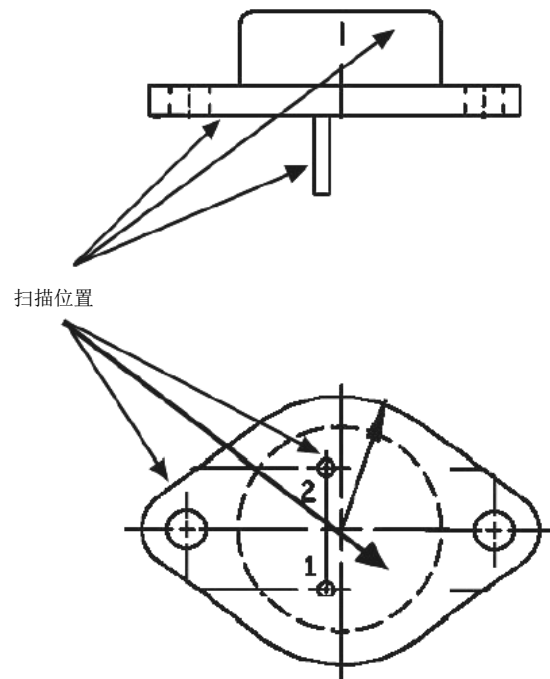


图 B.12 金属法兰封装的扫描位置

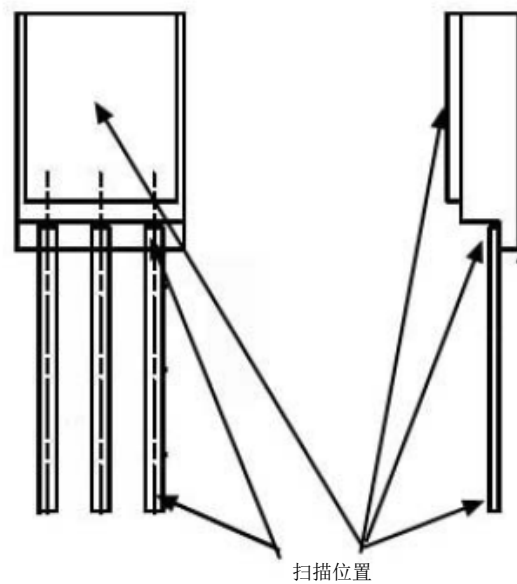


图 B.13 陶瓷金属密封单列直插封装的扫描位置

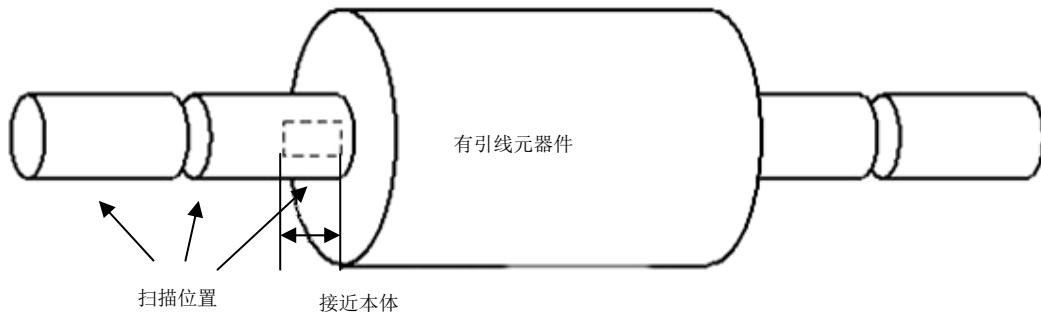


图 B. 14 轴向引线封装的扫描位置

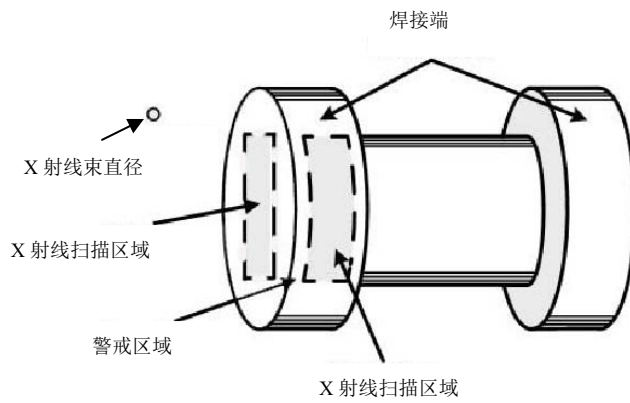


图 B. 15 MELF 型元器件上有典型警戒区域的扫描位置

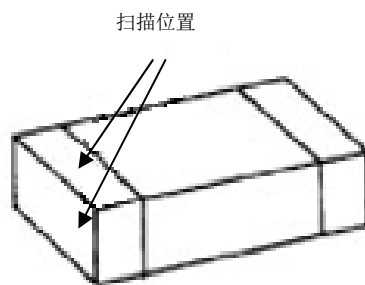


图 B. 16 具有环形包封焊接端的表面安装片式电容的扫描位置

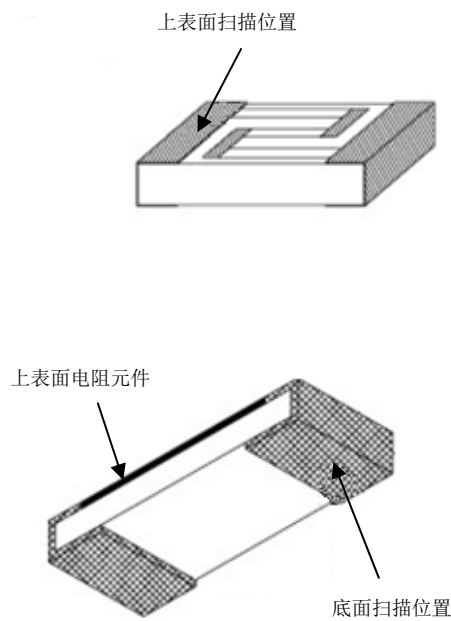


图 B.17 具有环形包封焊接端的表面安装片式电阻的扫描位置

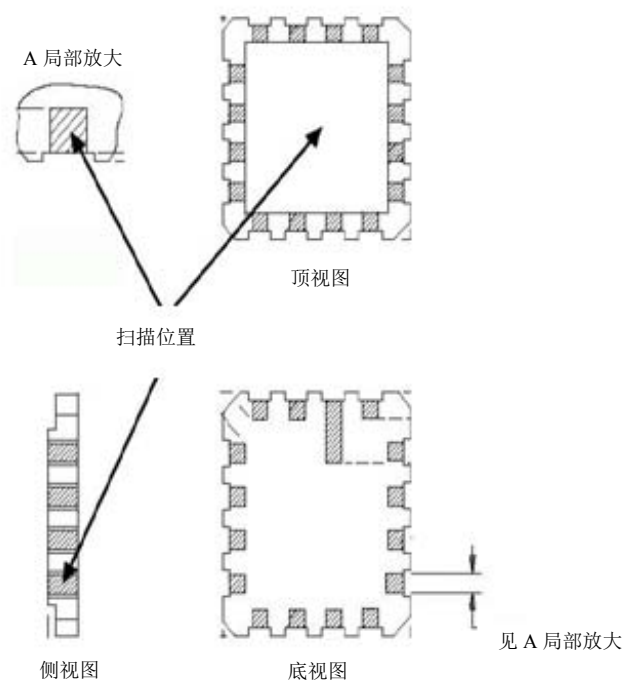


图 B.18 CLCC 封装的电阻网络扫描位置

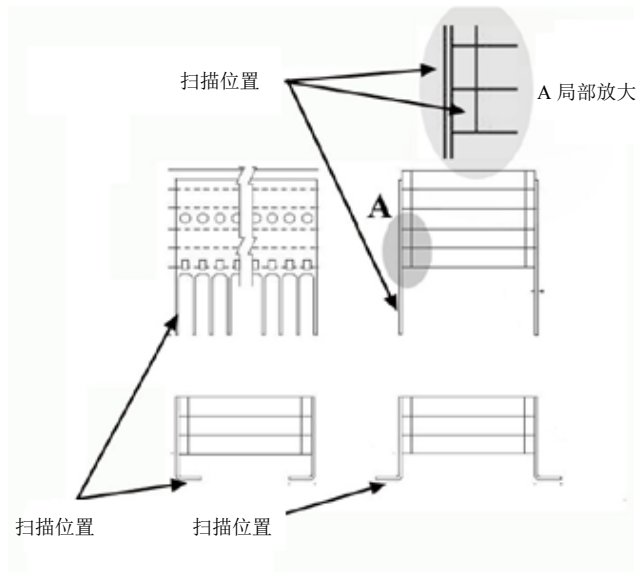


图 B.19 堆叠式电容器扫描位置

中 华 人 民 共 和 国  
国家军用标准  
军用电子元器件破坏性物理分析方法  
GJB 4027B—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 11¼ 字数 370 千字  
2022 年 2 月第 1 版 2022 年 2 月第 1 次印刷

\*

军标出字第 13655 号