

T/GDEIIA

团 体 标 准

T/GDEIIA XXXX—2023

CF1101 型硅基电容器技术规范

Technical Specification for CF1101 Silicon Based Capacitor

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

2023 - XX - XX 发布

2023 - XX - XX 实施

广东省电子信息行业协会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 电容量	1
3.2 损耗角正切	1
3.3 额定电压	1
3.4 寿命（试验）	1
3.5 霉菌（试验）	2
4 技术要求	2
4.1 总则	2
4.2 产品鉴定	2
4.3 质量保证	2
4.4 材料	2
4.5 电容器本体设计	2
4.6 温度冲击和电压处理	4
4.7 电容量及允许偏差	4
4.8 损耗角正切	4
4.9 绝缘电阻	4
4.10 介质耐电压	4
4.11 破坏性物理分析	4
4.12 键合强度	4
4.13 剪切强度	4
4.14 电压-温度特性	5
4.15 浸渍	5
4.16 耐焊接热	5
4.17 稳态湿热（低电压）	5
4.18 寿命	5
4.19 霉菌	6
4.20 标志	6
4.21 加工质量	6
4.22 替代要求	6
5 质量保证规定	6
5.1 检验分类	6
5.2 检验条件和基准测量	6
5.3 鉴定检验	7
5.4 一致性检验	8

5.5 检验方法.....	10
6 包装、运输和贮存.....	14
6.1 包装和标识.....	14
6.2 运输和贮存.....	14
6.3 发货时应提供的文件.....	15
附录 A (规范性)说明事项.....	16
A.1 使用注意事项.....	16
A.2 订购文件.....	16
附录 B 硅基电容器外观典型缺陷判断.....	17
B.1 电极上的缺陷.....	17
B.2 绝缘层上的缺陷.....	20
B.3 基体上的缺陷.....	21
附录 C 硅破坏性物理分析的剖面检查方法和判据.....	23
C.1 检验方法.....	23
C.2 单层结构电容器缺陷判据.....	23

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件的技术指标和试验方法是在参照GJB 2442A-2021《有失效率等级的单层片式瓷介电容器通用规范》、GJB 360B-2009《电子及电气元件试验方法》、GJB 548C-2021《微电子器件试验方法和程序》等国家军用标准的基础上，结合用户需要、国际上硅基电容器的技术发展趋势和企业的产品特点而制定的。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文由广州天极电子科技股份有限公司提出。

本文件由广东省电子信息行业协会归口。

本文件起草单位：广州天极电子科技股份有限公司、工业和信息化部电子第五研究所、佛山职业技术学院、广东产品质量监督检验研究院。

本文件主要起草人：丁明建、刁硕、陈大力、石光明、化雪荟、杨俊锋、冯毅龙、庄彤、蔡祥坤、陈永康、陈柱亨、徐毅泉、朱青山、王华洋、卢敏仪、雷仕焱。

本文件为首次发布。

CF1101 型硅基电容器技术规范

1 范围

本文件规定了CF1101型硅基电容器的技术要求、质量保证规定、包装、运输和贮存
本文件适用于CF1101型硅基电容器产品的质量控制在。

注：在不引起混淆的情况下，本文件以下将“CF1101型硅基电容器”简称为“电容器”。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191-2008	包装储运图示标志
GB/T 2828.1-2012	计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
GB/T 2693-2001	电子设备用固定电容器 第1部分：总规范
GB/T 2900.16-1996	电工术语 电力电容器
GJB 150.10A-2009	军用装备实验室环境试验方法 第10部分：霉菌试验
GJB 2442A-2021	有失效率等级的单层片式瓷介电容器通用规范
GJB 360B-2009	电子及电气元件试验方法
GJB 548C-2021	微电子器件试验方法和程序
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

3 术语和定义

GJB 360B-2009和GJB 548C-2021界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 电容量 Capacitance

在其他导体的影响可以忽略时，电容器的一个电极上贮积的电荷量与两电极之间的电压的比值。

[来源：GB/T 2900.16-1996]

3.2 损耗角正切 Tangent of the loss angle

在规定频率的正弦电压下，电容器的损耗功率除以电容器的无功功率。

[来源：GB/T 2693-2001]

3.3 额定电压 Rated voltage

设计电容器时所规定的电压（交流时为方均根值）。

[来源：GB/T 2900-1996]

3.4 寿命（试验） Life (test)

为确定电容器失效前的工作时间而进行的试验。

3.5 霉菌（试验） Fungus（test）

为确定电容器上长霉程度和长霉对产品性能及其他相关特性影响而进行的试验。

4 技术要求

4.1 总则

电容器应符合本文件和GJB 2442A-2021规定的所有适用要求。当本文件的要求与GJB 2442A-2021不一致时，应以本文件为准。

4.2 产品鉴定

电容器应按照本文件的规定进行鉴定。

4.3 质量保证

按本文件供货的电容器，承制方应按程序要求进行鉴定和维持。

4.4 材料

电容器采用表面有绝缘层的重掺硅基片进行表面金属化处理形成电极，引出端电极表面为金层。

4.5 设计结构和外形尺寸

4.5.1 电容器本体设计

电容器本体结构是介质薄膜层，由物理或者化学沉积的方法在重掺硅衬底上制得，再在硅衬底和介质薄膜层的表面金属化处理形成电极，最后通过切割而成的。

4.5.2 型号规格

“CF1101”型硅基电容器命名规则如下：

CF1101SG — N — 30 — 50V — 470 — M — S — T — W
 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

- ① “CF1101”表示硅基电容器类型,后两位字母表示产品外形：“SG”表示正方形结构；“SL”表示长方形结构；“SP”表示多电极结构。
- ② “N”表示容量温度系数，容量温度系数为±100ppm/°C。
- ③ 表示尺寸宽度，例如，“30”表示尺寸宽度为 30 mil。
- ④ 表示额定电压，采用直标法，以伏特（V）为单位，例如，“50V”表示额定电压为 50V。
- ⑤ 表示标称电容量，以皮法拉（pF）为单位，用三个数字或数字加字母 R 表示。用三个数字时，前两个数字为有效数字，最后一个数字表示零的个数，例如，“470”表示 47pF；当标称电容量小于 10pF 时，用字母 R 表示小数点，字母前的数字为个位数，字母后的数字为小数位，例如，“4R7”表示 4.7pF，“R75”表示 0.75pF。
- ⑥ 表示电容量允许偏差，用大写字母表示，具体代码见 4.7。
- ⑦ 表示电极外形。对产品外形代码为 SG 及 SL 的产品，“S”表示单留边，“D”表示双留边；对产品外形代码为 SP 的产品，电极外形代码为 1~10 数字序号，表示电极块的数量，例如，“3”表示 3 电极块。

⑧ 表示金属膜层材料。“T”表示 Ti/Au，“N”表示 TiW/Au，“P”表示 TiW/Ni/Au，“S”表示特殊要求材料。

⑨ 表示包装方式。“W”表示普通包装，“C”表示特殊包装。

4.5.3 引出端

电容器引出端为适合于导电树脂粘接、金锡合金焊接及金丝引线键合的引出端。端电极材料为 TiW/Ni/Au、TiW/Au、Ti/Au。

4.5.4 结构和外形尺寸

SG型正方形结构电容器设计、外形尺寸见表1。

表1 SG型硅基电容器尺寸

尺寸代码	10	12	18	30	40	50	68
长 L (mm)	0.254 ±0.025	0.305 ±0.025	0.457 ±0.025	0.762 ±0.025	1.016 ±0.025	1.270 ±0.025	1.727 ±0.025
宽 W (mm)	0.254 ±0.025	0.305 ±0.025	0.457 ±0.025	0.762 ±0.025	1.016 ±0.025	1.270 ±0.025	1.727 ±0.025
留边 T (mm)	0.050±0.025			0.100±0.025			
厚 T (mm)	0.100~0.254						

SL型长方形结构电容器设计、外形尺寸见表2。

表2 SL型硅基电容器尺寸

尺寸代码	宽 W(mm)	长 L(mm)
35	0.889±0.025	3.048±0.025
留边 B(mm)	0.100~0.390	
厚 T(mm)	0.100~0.254	

SP型多电极形结构电容器设计，外形尺寸见表3。

表3 SP型硅基电容器尺寸

尺寸代码	宽 W(mm)	长 L(mm)
20	0.508±0.025	1.270±0.025
45	1.143±0.025	1.143±0.025
留边 B(mm)	0.050~0.194	
厚 T(mm)	0.100~0.254	

4.5.5 尺寸要求

产品外形代码为SG的产品尺寸应符合表1规定，产品外形代码为SL的产品尺寸应符合表2规定，产品外形代码为SP的产品尺寸应符合表3规定。

4.6 温度冲击和电压处理

电容器按 5.5.3 规定试验时，温度冲击试验后电容器应无可见损伤，电压处理后，在 25 °C 下电容器应符合下列要求：

- a) 电容量：应在规定的允许偏差范围内；
- b) 损耗角正切：应不超过初始要求值（见 4.8）；
- c) 绝缘电阻：应不低于初始要求值（见 4.9）；
- d) 介质耐电压：应无击穿、飞弧或可见损伤。

4.7 电容量及允许偏差

电容器按5.5.4规定测量时，电容量应符合按4.5.2表示的标称电容量及允许偏差。

电容器容量的允许偏差有：“A”表示 ± 0.05 pF；“B”表示 ± 0.10 pF；“C”表示 ± 0.25 pF；“D”表示 ± 0.50 pF；“F”表示 $\pm 1.0\%$ ；“G”表示 $\pm 2.0\%$ ；“J”表示 $\pm 5.0\%$ ；“K”表示 $\pm 10\%$ ；“L”表示 $\pm 15\%$ ；“M”表示 $\pm 20\%$ ；“O”表示 $\pm 40\%$ ；“Z”表示 $-20\% \sim +80\%$ 。

4.8 损耗角正切

电容器按 5.5.5 规定测量时，电容器的损耗角正切应不超过 0.0015。

注：电容量小于4.7 pF的电容器损耗角正切不考核。

4.9 绝缘电阻

电容器按 5.5.6 规定测量时，绝缘电阻应不小于以下规定：

- a) 在 25 °C 下：10 G Ω ；
- b) 在 125 °C 下：1 G Ω 。

4.10 介质耐电压

电容器按5.5.7规定试验时，电容器应无击穿、飞弧或可见损伤。

4.11 破坏性物理分析

按 5.5.8 规定进行试验时，电容器应无附录 C 中的缺陷。

4.12 键合强度

电容器按5.5.9规定试验时，至少应施加30 mN键合强度拉力，导线与电极交界面结合处应无裂缝或介质与电极分离。

4.13 剪切强度

电容器按 5.5.10 规定试验时，达到以下任一条判据均应视为合格。

- a) 在规定施加力下，电容器在其安装部位不应发生断裂（单层片式基体边缘的压伤不应视为断裂失效判据）。
- b) 施加力大于 1 倍规定力且小于等于 1.25 倍规定力，底座上保留有硅附着材料痕迹的区域大于或等于附着区面积的 50%。
- c) 施加大于 1.25 倍规定力且小于等于 2.0 倍规定力，底座上保留有硅附着材料痕迹的区域大于或

等于附着区面积的 10%。

d) 施加大于 2.0 倍规定力，电容器在其安装部位才发生断裂。

注：1)若抗剪强度设备无“设定推力测试功能”，仅在其安装部位发生断裂或部分断裂等情况下才显示抗剪强度推力大小，所以参照GJB 548C-2021方法2019.3设定了b、c、d试验判据。

2)对共晶焊料的电容器,残留在电容器附着区域的不连续碎产品应看作此种附着材料；对粘接剂粘接的电容器，在基座上的电容器附着材料应作为可接收的附着材料。

4.14 电压-温度特性

电容器按5.5.11规定试验时，温度系数应符合不超过表 4 规定的相应范围。

表4 电压-温度特性说明

介质代码	温度特性	温度范围
N	$\pm 100 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$	$-55 \text{ }^\circ\text{C} \sim +125 \text{ }^\circ\text{C}$

4.15 浸渍

电容器按 5.5.12 规定试验时，电容器应符合下列要求：

- a) 外观检查：应无机械损伤；
- b) 介质耐电压：应无击穿、飞弧或可见损伤；
- c) 绝缘电阻(25 °C)：应不小于初始要求值的 30%；
- d) 电容量变化：变化量应不大于试验前测量值的 $\pm 0.5\%$ 或 $\pm 0.5 \text{ pF}$ ，取较大者；
- e) 损耗角正切：应符合 4.8 规定。

4.16 耐焊接热

电容器按 5.5.13 规定试验时，电容器应符合下列要求：

- a) 外观检查：应无机械损伤；
- b) 电容量变化：变化量应不大于初始测量值的 $-1\% \sim +2\%$ 或 $\pm 0.5 \text{ pF}$ ，取较大者。

4.17 稳态湿热（低电压）

电容器按 5.5.14 规定试验时，电容器应符合下列要求：

- a) 外观检查：应无机械损伤；
- b) 绝缘电阻(25 °C)：应不小于 25 °C的初始要求值的 30%；
- c) 电容量变化：变化量应不大于初始测量值的 $\pm 0.5\%$ 或 $\pm 0.5 \text{ pF}$ ，取较大者。

4.18 寿命

电容器按 5.5.15 规定试验时，电容器应符合下列要求：

- a) 外观检查：应无机械损伤；
- b) 绝缘电阻(25 °C)：应不小于初始要求值的 30%；
- c) 绝缘电阻(125 °C)：应不小于初始要求值的 30%；
- d) 电容量变化：变化量应不大于试验前测量值的 $\pm 2\%$ 或 $\pm 0.5 \text{ pF}$ ，取较大者；
- e) 损耗角正切（安装状态）：应不大于 4.8 规定值的 2 倍。

4.19 霉菌

可证实所有材料都是防霉的或按5.5.16规定试验时，产品表面检查应无霉菌生长或损坏。同类产品或同类介质有相应霉菌合格证书，则可以不进行本条款试验。

4.20 标志

电容器本体上不打标志。电容器的包装盒上应标出型号规格、标称电容量、电容量允许偏差、额定电压、批号和日期。

4.21 加工质量

电容器应采用能保证质量一致性的加工工艺，外观应满足附录B的规定。

4.22 替代要求

4.22.1 失效率等级的替代

已鉴定合格较高失效率等级的电容器，可替代较低失效率等级的电容器。

4.22.2 电容量允许偏差和额定电压的替代

除非在合同或采购文件中另有规定，已鉴定合格并标有较小容量允许偏差或较高额定电压的电容器，只要所有其它值，如外形尺寸和引出端等相同，可替代电容量允许偏差较大或额定电压较低的电容器。

5 质量保证规定

5.1 检验分类

本规范规定的检验分类如下：

- a) 鉴定检验；
- b) 质量一致性检验。

5.2 检验条件和基准测量

5.2.1 检验的环境条件

除另有规定外，所有检验均应在 GJB 360B-2009 第 4 章规定的试验标准大气条件下进行，但相对湿度不得超过 75%。

5.2.2 检验条件

- a) 产品在安装、检验及包装过程中，操作人员要佩戴防静电手环；
- b) 产品试验、检验设备及辅件应保持干净，不得用手接触产品；试验后测试耐电压、绝缘电阻、电容量和损耗角正切等电性能时，如果检测结果不符合规定，应滴加适量的丙酮（分析纯）和酒精（分析纯）使其浸泡 5 min~10 min，然后用滤纸或者无尘纸吸干残留物，静置挥发 2 h~3 h 后再检测。
- c) 产品在键合金丝后应重新测试产品电容量、损耗角正切、常温绝缘电阻，常温绝缘电阻应符合初始要求，电容量不小于基准电容量的 99%，损耗角正切不超过第 4.8 条规定值的 1.5 倍，进行外观检查应无机械损伤，并更换其中的不合格品；
- d) 对采用粘接或焊接的方式进行安装的试验项目，只是考核电容量的相对变化量，试验后应在已剪断金丝状态下测量电容量、损耗角正切。

5.2.3 基准测量

如果各项要求是基于条件试验前后的测量值进行比较，应以 (25 ± 3) °C的测量值为基准测量值，基准测量按下列要求进行：

- a) 对采用粘接或焊接的方式进行安装的试验项目，以产品安装后（未键合金丝前），恢复至少4 h~24 h后，测试的产品电容量值为基准测量值。若基准测量完成后的30天内未进行试验，应在产品试验前重新测试电容量值为基准测量值。
- b) 其它基于条件试验项目，在试验前测试的产品电容量值为基准测量值。若基准测量完成后的30天内未进行试验，应在产品试验前重新测试电容量值为基准测量值。

5.2.4 电源

寿命试验所使用的电源应是稳压电源，其电压稳定度应不超过规定试验电压的 $\pm 2\%$ 。测量绝缘电阻所用的电源至少应稳定到 $\pm 0.01\%$ 。在测量期间，测量电压的幅值波动不应导致电流测量读数产生偏差。

5.3 鉴定检验

5.3.1 鉴定批准

鉴定检验应在鉴定机构认可的试验室进行，试验的样品应是用正常生产中所用的设备和工艺生产的。鉴定批准以表5规定的试验全部合格为依据。

5.3.2 样本大小

鉴定样品应为每种温度系数，每种额定电压中最大外形尺寸的最大电容量产品，提交鉴定检验的电容器样本大小应符合表5规定。

表5 鉴定检验

组别	检验项目	要求条款	试验方法条款	被试样品数	允许不合格品数
1组	温度冲击和电压处理	4.6	5.5.3	79 ²⁾	
	绝缘电阻(125 °C) ¹⁾	4.9	5.5.6		
	电容量 ¹⁾	4.7	5.5.4		
	损耗角正切 ¹⁾	4.8	5.5.5		
	介质耐电压 ¹⁾	4.10	5.5.7		
	绝缘电阻(25 °C)	4.9	5.5.6		
	外观和机械检查	4.5.4、4.5.5、4.21	5.5.2		
2组	键合强度	4.12	5.5.9	6	0
	剪切强度	4.13	5.5.10		
3组	电压-温度特性	4.14	5.5.11	18	1
	浸渍	4.15	5.5.12		
4组	耐焊接热	4.16	5.5.13	6	
5组	稳态湿热(低电压)	4.17	5.5.14	12	0
6组	寿命	4.18	5.5.15	25	1
7组	霉菌 ³⁾	4.19	5.5.16	6	0

8 组	破坏性物理分析	4.11	5.5.8	6	0
注：1) 作为电压处理的一部分。 2) 允许备份 30 只样品，用于替换由于操作问题导致的样品丢失或损坏。 3) 如果能提供霉菌合格证书，则鉴定试验只需 73 只样品。					

5.3.3 检验程序

样品应按表 5 规定的项目和顺序进行鉴定检验。全部样品均应承受 1 组的检验，然后再将样品按表 5 规定分配到 2 组至 8 组进行试验。

5.3.4 允许不合格数

当超过表 5 允许的不合格品数时，应拒绝给予鉴定批准。

5.4 质量一致性检验

5.4.1 产品交货检验

产品交货检验由 A 组检验和 B 组检验组成。

5.4.2 生产批和检验批

5.4.2.1 生产批

生产批应由同一型号、额定电压、标称电容量、电压-温度特性和引出端型式相同的所有电容器组成，并在生产开始、过程、装配和检验中作为同一组。整个生产过程中应有批号标识。

5.4.2.2 检验批

检验批应由在同样的条件下，用相同的材料生产的，同一种电压-温度特性的，并且同一次提交检验的所有电容器组成。检验批中的样品应接近似的比例代表生产批中的电容量和额定电压。

5.4.3 A 组检验

5.4.3.1 通则

A 组检验按表 6 规定的所有项目和顺序进行。

5.4.3.2 A1 分组

按本规范提交的电容器，每个生产批应按表 6 规定抽样方案进行 A1 分组检验。在 A1 分组检验中不合格的产品数量应满足表 6 的规定，否则该批应拒收。

表 6 A 组检验

序号	检验项目	要求条款	试验方法条款	被试样品数	允许不合格样品数
A1 分组	电容量	4.7	5.5.4	GB/T2828.1-2012 标准一次抽样方案：一般检验水平 II 及 S-3	AQL: 0.25
	损耗角正切	4.8	5.5.5		AQL: 0.25
	介质耐电压	4.10	5.5.7		AQL: 0.25
	绝缘电阻 (25 °C)	4.9	5.5.6		AQL: 0.25
A2 分	外观和机械检查	4.5.4、4.5.5、	5.5.2		AQL: 0.40

组		4.21			AQL: 0.65
---	--	------	--	--	-----------

5.4.3.3 A2 分组

5.4.3.3.1 抽样方案

A2 分组检验应在检验批的基础上进行。承受 A2 分组检验的样品应按照表 6 规定进行抽取。

拒收批次应与新提交批次和已通过检验的批次分开。承制方应针对拒收批样品中发现不合格的质量特性进行 100% 的检验，并从其中剔除所有不合格的电容器，然后按表 6 的规定随机抽取新的样本。如果第二次提交的样本不满足表 6 的 AQL 值要求，该批次应被拒收并不得按本规范供货。

5.4.4 B 组检验

5.4.4.1 通则

B 组检验由表 7 规定的所有项目和顺序进行，并从通过 A 组检验的检验批中抽取样品进行试验。

5.4.4.2 拒收批

如果出现 1 个或多个不合格项，该检验批应拒收并不得按本规范供货。

5.4.4.3 样品的处理

经受过 B 组检验的样品不应按合同或订单交货。

表7 B组检验

序号	检验项目	要求条款	试验方法条款	被试样品数	允许不合格样品数
B1 分组	键合强度 ¹⁾	4.12	5.5.9	13	0
	剪切强度 ¹⁾	4.13	5.5.10		
B2 分组	电压-温度特性 ²⁾	4.14	5.5.11	13	0

注：1) 承制方可利用A1分组的电性能不合格品作为B分组键合强度、剪切强度试验的全部或部分样品。

2) 如果介质材料的每一生产批进行过相应的试验并有合格证明，则该分组可免做检验。

5.4.5 C 组检验

5.4.5.1 通则

C 组检验应按表 8 规定的所有项目和顺序组成。C 组检验应在已通过 A 组、B 组检验的检验批中随机抽样进行。除检验结果表明不符合本规范的要求外，已通过 A 组检验和 B 组检验的产品，不必为等待周期检验的结果而延期交货。

5.4.5.2 抽样方案

5.4.5.2.1 C1 分组至 C4 分组

每 6 个月从生产的电容器中每种电压-温度特性抽取 41 只样品，经受各自分组的试验。允许的不合格品数按表 8 规定。

5.4.5.2.2 C5 分组

每 6 个月从生产的电容器中，随机抽取 25 只样品，按表 8 试验。允许的不合格品数按表 8 规定。

5.4.5.3 样品的处理

C组检验应按表8规定的所有项目和顺序组成。C组检验应在已通过A组、B组检验的检验批中随机抽样进行。

表8 C组检验

组别	检验项目	要求条款	试验方法条款	被试样品数	允许不合格品数
C1组	浸渍	4.15	5.5.12	18	1
C2组	耐焊接热	4.16	5.5.13	6	1
C3组	稳态湿热（低电压）	4.17	5.5.14	12	0
C4组	破坏性物理分析	4.11	5.5.8	5	0
C5组	寿命	4.18	5.5.15	25	1

5.4.5.4 样品的处理

经受过C组检验的样品不应按合同或订单交货。

除检验结果表明不符合本规范的要求外，已通过A组检验和B组检验的产品，不必为等待周期检验的结果而延期交货。

5.4.5.5 不合格

如果样品未能通过C组检验，则周期检验代表组范围内的产品应停止发货。必须分析原因并在生产中采用相应改进措施，直至新的周期检验合格后才能恢复生产和发货。

5.5 检验方法

5.5.1 样品安装

电容器应按下列规定进行安装：

- a) 方法一：当在实验程序中规定电容器需要安装时，电容器应安装在适当的基板上（例如99%的氧化铝基板）。基板材料应是可以用来进行任何试验而不会引起也不会促使任何试验失效。电容器应按下列规定安装在基板上：
1. 基板上应有金属化焊接区；
 2. 应用任何简便的方法，将被试电容器焊接到每一个独立焊接区上（如图1所示）；方法提供以下两种：一是在试验基板上使用与被试电容器尺寸相似的金锡焊片/铅锡焊料进行贴片，二是在试验基板上的独立焊接区上电镀与与被试电容器尺寸相似的金锡，再进行贴片。需要注意的是，硅基电容器老化试验板的贴片，焊料必须使用AuSn焊料，且焊料尽可能少，应避免焊料溢出至电容器边缘；
 3. 而公共焊接区的高度应大于等于电容器高度，方法提供如下，可使用与公共焊接区尺寸一致的短路片进行贴片，对公共焊接区进行垫高；
 4. 与公共焊接区的连接应采用超声加热楔形焊法将金丝（金丝直径为25 μm、32 μm或38 μm，按客户需求选择合适直径金丝）点焊接在电容器的暴露引出端上，然后再点焊在基板的公共焊接区上。另外需要注意的是，不同尺寸电容器可使用的金丝数量不同。

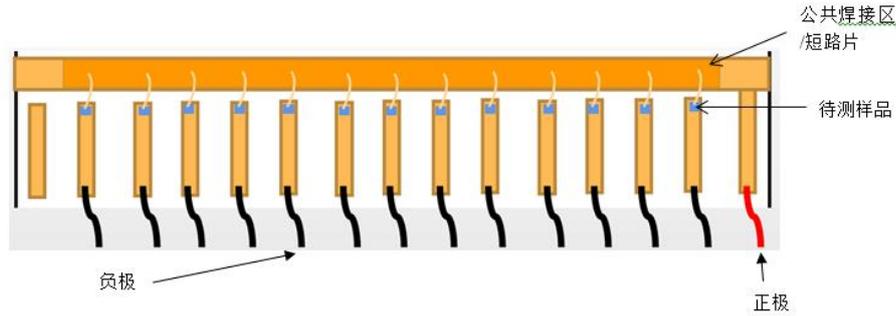


图1 试验基板样品安装和接线示意图

- b) 方法二：采用弹性夹具固定产品两个端电极上，通过弹性夹具对产品进行加电等试验；
- c) 产品按方法一安装在后应在 20 倍显微镜下检查产品侧面、键合点、金丝引线，当发现因安装导致产品贯穿性裂纹、焊接短路、键合点脱落、引线损伤等现象时，需更换样品重新安装；
- d) 在安装过程中损坏的产品可由同批次产品替代；
- e) 为避免附着灰尘造成产品两电极间的放电距离缩小而出现短路、飞弧等问题，寿命试验产品安装及完成产品外观检查后，可在产品侧面涂覆绝缘材料，防止产品侧面附着灰尘；
- f) 通过每只电容器的电流不超过 50 mA。

5.5.2 外观和机械检查

采用具有测量功能且能满足精度要求的显微镜、千分尺检查电容器的结构和尺寸。
采用 7~45 倍的显微镜对电容器进行外观检验，必要时，应采用具备测量功能的显微镜。
外观应符合电容外观检验标准要求。

5.5.3 温度冲击和电压处理

5.5.3.1 温度冲击

应按 GJB 360B-2009 方法 107 规定的空气介质法进行试验，并应采用下列细则：

- a) 试验条件：见表 9；

表 9 温度冲击试验条件

负极限温度/°C	正极限温度/°C	循环时间/min	循环次数/次
-55 ₃	125 ₀ ⁺⁴	15	5

- b) 试验方法：产品放在玻璃烧杯、表面皿或封有锡箔纸的陶瓷杯中，在负极限温度下试验 15 min，正极限温度下试验 15 min，转换时间 ≤ 5 min，循环次数 5 次；
- c) 循环前和循环后的测量：不适用，只进行外观检查。

5.5.3.2 电压处理

按照 GJB 2442A-2021 中 4.5.3.2.2 条款进行电压处理试验，并采用以下细则：

- a) 标准电压处理：电容器在 125₀⁺⁴ °C 下，施加 1 倍额定直流电压，保持 100₄⁺²⁵ h；
- b) 完成电压处理后，电容器应在室温下，24 h 内达到稳定后，应按 5.5.4、5.5.5、5.5.7、5.5.6 进行损耗角正切、电容量测试、介质耐电压和绝缘电阻测量。

注：1) 电源应能提供需要的试验电压。

2) 限流装置为电阻器或熔断器，电流应限制 30 mA~50 mA。

3) 应接入电压监视器监视电压波动，若电压降低或升高超过 5% 则断开试验电路。

4) 熔断器和电阻器任选。其阻值不应影响电源提供满足规定的试验电压 (±5%)。

5.5.4 电容量

电容器应按GJB 2442A-2021中4.5.4进行，并采用如下细则：

- a) 数字式LCR电桥，测试频率： (1 ± 0.1) MHz；
- b) 测试电压：交流有效值为 (1.0 ± 0.2) V。

5.5.5 损耗角正切

电容器在非安装状态下，应在 5.5.4 中规定的频率和电压下测量损耗角正切。

5.5.6 绝缘电阻

应按 GJB 360B-2009 方法 302 的规定进行测试，测试时电容器应仔细清洗，以清除污染。进行测量时必须注意保持清洁。并应采用下列细则：

- a) 试验条件：通过一个足以将充电电流限制在最大为 50 mA 的串联电阻，施加额定电压；
- b) 特殊条件：如果在高于 50%的相对湿度下测量结果不合格，可在低于 50%的任意相对湿度下再次测量绝缘电阻；
- c) 测量点：引出端之间。

注：如果检测结果不符合规定，电容器应用丙酮（分析纯）和酒精（分析纯）仔细进行清洗，以清除污染，包括手指的沾染，清洗后自然凉干或吹干。试验箱内和进行测量时必需注意保持清洁。

5.5.7 介质耐电压

应按GJB 360B-2009方法301的规定进行试验，并应采用下列细则：

- a) 试验电压的大小和性质：1.5 倍额定直流电压；
- b) 施加试验电压的持续时间： (5 ± 1) s；
- c) 试验电压施加点：引出端之间；
- d) 浪涌电流的极限值：应不超过 50 mA；
- e) 试验后检查：目视检查电容器外观有无可见损伤或击穿。

5.5.8 破坏性物理分析

按 GJB 4152A-2014 中 5.5 的相关规定进行剖面制样。剖面应为与端电极和介质平面垂直的两个方向，并按附录 C 中规定的要求和程序进行检查。

5.5.9 键合强度

电容器应按GJB 548C-2021中方法2011.2实验条件D进行试验，并采用以下细则：

- a) 电容器应按楔形键合进行安装；
- b) 试验条件：在有介质层面电极的中间位置选一处进行键合强度拉力试验；
- c) 金属丝类型：直径25 μm 的金丝；
- d) 键合强度拉力：30 mN。

注：1) 若因金丝键合质量(虚焊、金丝受到损伤等)不合格引起的结果失效，允许重新判定。
2) 小尺寸产品若键合面积不够，可用已制备端电极的同批次较大尺寸产品替代做试验。

5.5.10 剪切强度

电容器应按GJB 2442A-2021中4.5.10及GJB 548C-2021方法2019.3进行试验，并采用如下细则：

- a) 电容器应按5.5.1安装方法一进行安装，但不进行公共焊接区垫高和金丝键合；
- b) 对SL、SG和SP型电容器，根据电容器的面积参照GJB 548C-2021方法2019.3计算1倍剪切力的大小。

5.5.11 电压-温度特性

电容器应按5.5.1方法二进行安装。按GJB 2442A-2021中4.5.11进行，并采用以下细则：

- a) 测试过程中不施加电压；
- b) 电容器应在表11规定的每个温度下保持到热稳定之后，在该温度下测量，实测容量相对于基准点的容量变化百分数 $\Delta C/C$ 与实测温度点和基准温度点之差 ΔT 的比值即为温度系数。

表 11 电压-温度系数测试条件

步骤	直流电压	温度 $^{\circ}\text{C}$
A	无	25 \pm 2
B		-55 \pm 2
C (基准点)		25 \pm 2
D		125 $_0^{\pm 4}$

- c) 电容器温度系数TCC按公式 (1) 计算：

$$TCC = \frac{C_t - C_1}{C_1 \times (T - 25^{\circ}\text{C})} \times 10^6 [\text{ppm}/^{\circ}\text{C}] \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：

C_t —测试温度下的电容量 (pF) ；

C_1 —第二次常温 (基准点 C) 25 $^{\circ}\text{C}$ 下的电容量 (pF) ；

T—测试点温度($^{\circ}\text{C}$)。

注：1) 只有对于电容量等于或大于 10 pF 的电容器才需要进行这种测量。

2) 小尺寸产品试验时若安装面积不够，可用同批次介质层的较大尺寸产品替代做试验。

3) 当电容量小于等于 100 pF 时，若其测试结果有异议，可用同批次介质基片电容量大于 100 pF 的产品替代做试验。

4) 对于同一批次介质生产的产品，其任一型号规格产品试验合格，其它型号规格产品视为合格。

5.5.12 浸渍

电容器应按GJB 360B-2009方法104的条件A规定进行试验，并应采用下列细则：

- a) 试验前测量：测量电性能（电容量、损耗角正切、介质耐电压、绝缘电阻）、外观；
- b) 试验条件：65 $_0^{+5}$ $^{\circ}\text{C}$ 清水 25 $_3^{+10}$ $^{\circ}\text{C}$ 清水，分别在 65 $_0^{+5}$ $^{\circ}\text{C}$ 清水和 25 $_3^{+10}$ $^{\circ}\text{C}$ 清水中浸泡 15 min，循环 2 次；
- c) 恢复：在最后一次循环结束时，用清水将试验样品很快彻底清洗干净，并将所有表面吸干净或用试验空气吹干；
- d) 最后检测：完成后恢复 4h~24h，目视检查电容器外观，并按按 5.5.4、5.5.5、5.5.7 和 5.5.6 的规定测试电容量、损耗角正切、介质耐电压、绝缘电阻。

5.5.13 耐焊接热

按GJB 2442A-2021中4.5.13规定，电容器应按下列步骤进行试验：

- a) 样品安装：电容器应水平放置在加热板上；
- b) 试验：将放置有样品的热板加热至 310 $_0^{\pm 4}$ $^{\circ}\text{C}$ ，保持 5s \pm 1s；
- c) 试验后测量前的恢复时间：最少 10 min，最多 24 h；
- d) 试验后检查和测量：目视检查电容器外观，并按 5.5.4 规定测量电容量。

5.5.14 稳态湿热（低电压）

电容器应按 GJB 360B-2009 方法 103 的规定进行试验，并应采用下列细则：

- a) 预处理：试验样品应在 $40^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的干燥箱（室）内放置 24h；
- b) 试验前测量：按 5.5.4 规定测量电容量；
- c) 试验条件：温度为 $85^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $85\%\pm 5\%$ ，时间 240_0^{+24}h 。应通过 $100\text{ k}\Omega$ 的电阻器持续施加 $1.3\text{V}\pm 0.25\text{V}$ 的直流电压；
- d) 试验后检查和测量：从试验箱中取出电容器，电容器应返回到 5.2 规定的检验条件下恢复 24 h～48 h，并检查电容器有无机械损伤；试验后剪断金丝，按照 5.5.6 和 5.5.4 规定分别测量绝缘电阻（测试电压为 $1.3\text{V}\pm 0.25\text{V}$ ）和电容量；
- e) 试验过程中，加在任何被测电容器上的电压都不得大于 1.55V。

注：产品安装方法应确保试验期间，产品表面上不会沉积水滴。

5.5.15 寿命

按 GJB 2442A-2021 中 4.5.15 及 GJB 360B-2009 方法 108 进行。

- a) 电容器应按 5.5.1 安装方法一进行安装；
- b) 试验温度和允许偏差： $125_0^{+4}\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 工作条件：电容器承受 100% 额定电压，浪涌电流应不超过 50 mA。必要时，应在电流中接入一个适当的限流电阻器；
- d) 试验条件：D(1000 h)；
- e) 试验后的测量：在本试验结束时，电容器仍应保持在 $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，按 5.5.6 规定测量绝缘电阻，然后电容器应返回到 5.2 规定的检验条件下恢复 24 h～48 h，并应进行外观检查有无机械损伤；然后应分别按 5.5.4，5.5.5 和 5.5.6 规定测量电容量、损耗角正切和绝缘电阻；
- f) 最后测量结果应满足 4.18 求。

5.5.16 霉菌

电容器应按 GJB 150.10A-2009 进行试验，持续时间为 28d，并采用如下细则：

菌种选择：GJB 150.10A-2009 表 1 第 2 组。

6 包装、运输和贮存

交货准备按 GJB 2442A-2021 中第 5 章规定及下列要求：

6.1 包装和标识

电容器包装和储运标识应符合 GB/T 191-2008 的相关要求。

6.1.1 包装

电容器应装入相适用的产品包装盒内，内装同一型号、同一批号、同一规格、同一引出端形式的产品。

6.1.2 标识

6.1.2.1 内包装标识

电容器应装入芯片栅格盒内，然后将芯片盒放入防静电屏蔽袋内密封。

芯片栅格盒表面及合格证上应标识生产日期（批次）、型号规格、生产厂标志。合格证上应标明：

- a) 制造厂名称;
- b) 产品型号、额定电压、标称电容量及允许偏差;
- c) 产品批号;
- d) 电容器数量;
- e) 执行详细规范编号。

6.1.2.2 外包装标识（运输包装）

包装箱上除应在明显位置标识防潮防雨、防倒置、易碎等标识外，还应注明：

- a) 承制方名称;
- b) 承制方通信地址;
- c) 使用方收件人姓名和联系电话;
- d) 使用方通信地址。

6.2 运输和贮存

6.2.1 运输

在避免雨、雪直接影响的条件下，装有产品的包装箱可以用任何运输工具运输。但不能和带有酸性、碱性和其它腐蚀性物体堆放在一起。

承制方应及时将元件和需提交的全部报告发往指定地点。

6.2.2 贮存

包装盒应放入防静电屏蔽袋密封。包装好的产品应贮存在环境温度为-30℃~40℃，相对湿度为不大于80%，周围环境无酸性、碱性或其它腐蚀性气体且通风良好的库房里。

6.3 发货时应提供的文件

- a) 产品合格证;
- b) 质量一致性报告;
- c) 验收方和用户要求的其他文件资料。

附录 A
(规范性)
说明事项

A.1 使用注意事项

电容器在使用过程中应注意以下事项：

- a) 电容器在使用过程中操作人员需佩戴防静电手环；
- b) 应在额定电压值内使用产品，注意关键参数的降额使用；
- c) 电容器在搬运、移动时应避免激烈碰撞，禁止使用坠落的电容器；
- d) 产品应避免接触氯气、酸性或硫化气体等化学气体；
- e) 产品可用无水乙醇等非导电非腐蚀性溶剂进行清洗。待用的产品、引线丝、外壳和基板应存放在充氮气的气柜中储存；
- f) 安装产品使用的工具和设备应无污染、无夹伤或擦伤产品的尖锐棱角，满足产品安装要求；存取产品应采用真空吸笔或镊子等工具，并防止产品受损伤，严禁裸手触摸；
- g) 产品底面安装：应采用导电胶或焊料与电路板线路连接；最高焊接温度不超过 320℃；
- h) 产品表面安装：应采用引线键合工艺进行安装，键合方法推荐采用热超声楔形焊接法；
- i) 为保证电容器性能，留边型产品在安装时，电极留边面应朝上安装。

A.2 订购文件

采购合同中应明确以下要求：

- a) 本规范的编号；
- b) 产品名称，规格型号；
- c) 订货数量；
- d) 验收单位；
- e) 用户特殊要求（若有）。

附录 B
(规范性)
硅基电容器外观典型缺陷判断

B.1 电极上的缺陷

B.1.1 电极划伤

电极表面由于运输及操作不当等原因造成的损伤划痕。定义：由于工装夹具如镊子、探针等在外力的作用下在金属化区域留下的痕迹。

金属化刮伤分为轻微刮伤、中刮伤和重刮伤：

①轻微刮伤：刮伤只存在于上层材料(对于公司产品而言，上层材料为金)、40 倍显微镜下无明显深度为轻微刮伤；

②中刮伤：在 40 倍显微镜观察，具有明显深度，但是没有刮穿上层金层(在显微镜下以适当的倾角对刮伤的痕迹观察，需在所有刮痕迹上都能观察到金)；

③重刮伤：若刮伤穿透了上层材料(对于公司产品而言，上层材料为金)则为重刮伤。

放大倍数：20~45倍。

正面不合格判据：

轻刮伤（正面）：轻刮伤的长度或长度之和超过电容器的 50%为不合格。

中刮伤（正面）：中刮伤的长度或长度之和大于等于 0.050 mm 为不合格。

重刮伤（正面）：重刮伤为露出下层金属的情况为不合格。

背面要求：背面的轻刮伤和中刮伤为合格；背面重刮伤面积或面积之和超过背面电极的25%为不合格。

正面不合格举例：

1) 电极表面出现划痕或刮花且已看到下层金属为不合格(从任何角度观划痕区域,均无金的光泽); 电极划痕或刮花的长度或长度之和大于所在电极边长的 50%则不合格; 对于电极表面出现划痕或刮花连到电极边缘也为不合格; 划痕或刮花较深至周边金层有明显翻起情况为不合格; 参考图例见图 B.1;

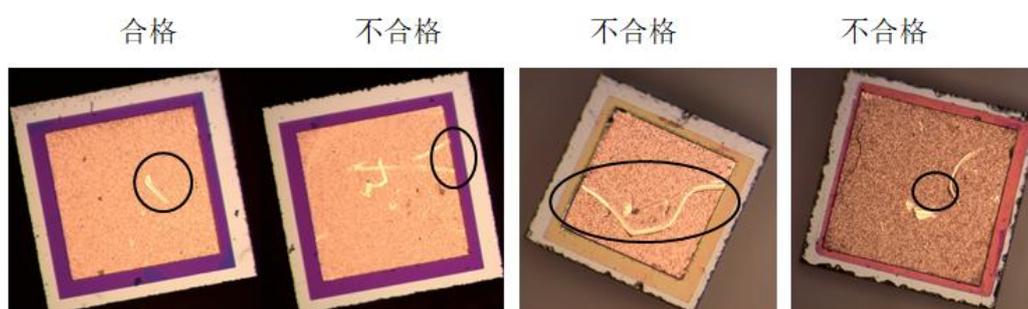


图 B.1 电极表面划痕或刮花图

2) 电极磨损露出下层金属的情况为不合格(从任何角度观察磨损区域,均无金的光泽); 磨损的面积或面积之和大于所在电极面积的 10%则为不合格; 对于出现在电极边缘的刮花和磨损也为不合格; 参考图例见图 B.2;

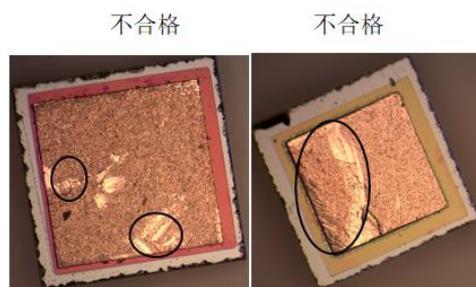


图 B.2 电极磨损图

3) 电极表面因为测试时出现的点式划痕露出下层金属的情况为不合格(从任何角度观察刮花或磨损区域, 均无金的光泽); 点式压痕较深至周边金层有翻起现象为不合格; 参考图例见图 B.3。



图 B.3 电极点式划痕图

背面不合格判据:

1) 电极表面出现划痕或刮花且已看到下层金属为不合格(从任何角度观划痕区域, 均无金的光泽)。电极划痕或刮花区域的长度或长度之和大于所在电极边长的 50% 则不合格; 划痕较深至周边金层有明显翻起情况为不合格;

2) 电极磨损露出下层金属的情况为不合格(从任何角度观察刮花或磨损区域, 均无金的光泽), 磨损面积或面积之和大于所在电极面积的 20% 则为不合格。

B.1.2 电极凹陷

电极上局部区域的电极低于整个电极表面而形成的缺陷。参考图例见图 B.4。

- 1) 放大倍数: 20 倍;
- 2) 留边面不合格判据: 电极表面出现由任何原因所造成的明显凹陷或损伤区域都为不合格。



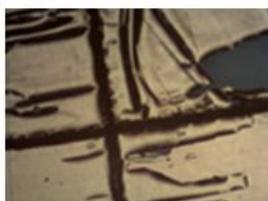
图 B.4 电极凹陷图

B.1.3 电极起皮

电极与基体脱离，并向上卷曲而形成的缺陷（注意起皮与缺金的区别）。参考图例见图 B.5。

- 1) 放大倍数：20~45 倍
- 2) 正面不合格判据：正面电极不允许有起皮现象。
- 3) 背面不合格判据：对于 18 型及小于 18 型的产品，起皮部位的宽度大于 0.030 mm 或长度大于电极边长 1/2 则不合格；对于大于 18 型的产品起皮部位的宽度大于 0.050 mm 或长度大于电极边长 1/2 则不合格则不合格。

不合格 0.254mm



尺寸代码: 1.7mm×1.7mm

图 B.5 电极起皮图

B.1.4 表面污染

产品表面存在着不是构成产品所必需的物质（外来物质包括石蜡、白膜残余、蓝膜残余、划切光刻胶、UV 胶水、粉尘颗粒；金属多余、TaN 多余不得判为外来物质）。

- 1) 放大倍数：20 倍；
- 2) 不合格判据：任何可以识别的外来物污染均为不合格。

B.1.5 电极变色

由于电镀或腐蚀或清洗残余的水渍导致的金层发黑或发红（电极变色参照标准限度样品进行判断）。参考图例见图 B.6。

- 1) 放大倍数：20 倍；
- 2) 不合格判据：电极变色区域的面积超过所在电极面积的 10%为不合格；
- 3) 不留边面，不合格大于 25%电极面积。

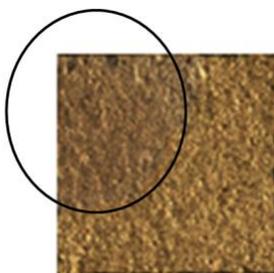


图 B.6 电极变色图

B.1.6 电极卷边

产品电极边缘由于切割等因素造成基体崩缺，导致金层向上弯曲。参考图例见图 B.7。

- 1) 放大倍数：20 倍；
- 2) 正面不合格判据：正面电极不允许有卷边现象；
- 3) 背面不合格判据：对于 18 型及小于 18 型的产品，金层卷边部位的宽度大于 0.030 mm 或长度大于电极边长 1/2 则不合格；对于大于 18 型的产品，金层卷边部位的宽度大于 0.050 mm 或长度大于电极边长 1/2 则不合格。

合格

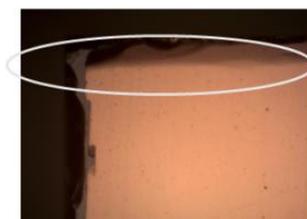


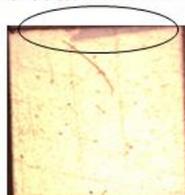
图 B.7 电极卷边图

B.1.7 金层脱落

产品电极由于粘附力不足或切割等因素造成金层于基体脱离。参考图例见图 B.8。

- 1) 放大倍数：20 倍；
- 2) 正面不合格判据：正面电极不允许有金层脱落现象；
- 3) 背面不合格判据：对于 18 型及小于 18 型的产品，金层脱落部位的宽度大于 0.030 mm 或长度大于电极边长 1/2 则不合格；对于大于 18 型的产品，金层脱落部位的宽度大于 0.050 mm 或长度大于电极边长 1/2 则不合格。

不合格 0.312mm



尺寸代码：0.45mm*0.45mm

图 B.8 金层脱落图

B.2 绝缘层上的缺陷

正面电极于基体中间的绝缘层：电极边缘与基体边缘的绝缘层会由于切割、夹取等因素会导致裂纹或崩缺等现象。参考图例见图 B.9。

- 1) 放大倍数：45 倍；
- 2) 绝缘层不合格判据：电极边缘与基体边缘的绝缘层（即可视区域的绝缘层）出现裂纹或大于 0.010 mm 的崩缺为不合格；出现裂纹即为不合格。

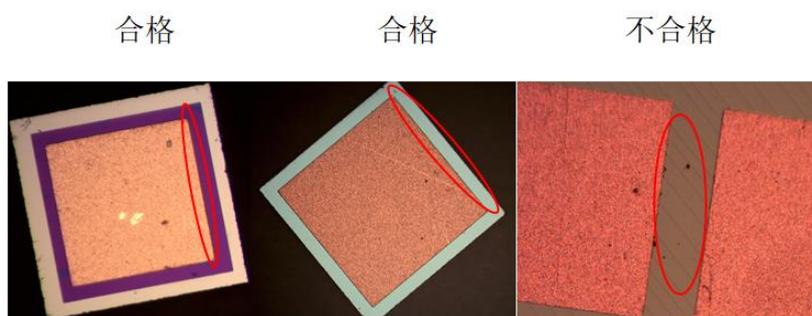


图 B.9 绝缘层图

B.3 基体上的缺陷

B.3.1 留边面崩缺

留边面边缘由于切割、夹取等因素导致的崩边现象为留边面崩缺。参考图例见图 B.10。

- 1) 放大倍数：20 倍；
- 2) 正面崩缺不合格判据：正面崩缺的宽度大于 0.010 mm 为不合格；
- 3) 背面边面崩缺不合格判据：背面崩缺尺寸大于等于 0.020 mm 为不合格。

不合格 0.032mm

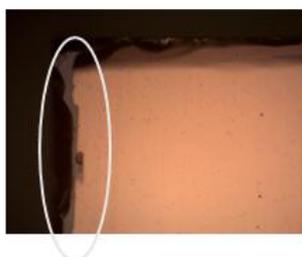


图 B.10 留边面崩缺图

B.3.2 基体侧崩

在产品侧面的边角的位置，有部分硅基体产生裂纹。

- 1) 放大倍数：20 倍
- 2) 不合格判据：硅基体侧崩沿着产品长度方向的崩缺的长度大于 0.050 mm 为不合格。

B.3.3 基体侧裂

在产品侧面非边角的位置，硅基体出现裂缝的现象为基体侧裂。参考图例见图 C.11。

- 1) 放大倍数：45 倍；
- 2) 不合格判据：凡是在侧面硅基体出现可以分辨的裂纹，则不合格。

不合格

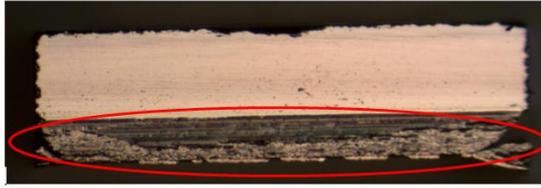


图 B.11 基体侧裂图

B.3.4 形状不规则

产品长、宽不垂直导致的形状不规则。

1) 放大倍数：20 倍；

不合格判据：形状不规则导致产品尺寸超出该产品所允许的公差则不合格。

附录 C (规范性)

硅破坏性物理分析的剖面检查方法和判据

C.1 检验方法

每个电容器应采用至少放大50倍的检查，以确定是否符合本文件规定的要求。

C.2 单层结构电容器缺陷判据

当按C.1对电容器进行检查时，单层结构电容器缺陷判据为：

a) 介质层出现任何裂纹（见图 C.1）；

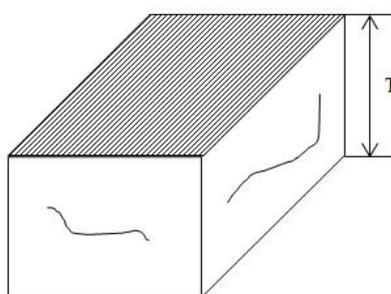


图 C.1 介质裂纹示意图

b) 介质层中单个或聚集的空隙超介质厚度（T）的 30% (见图 C.2)

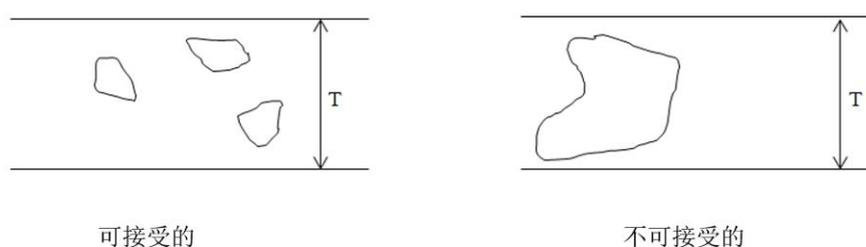


图 C.2 介质层空隙示意图

c) 介质层厚度不均匀，厚度变化超过其平均值的 20%；

d) 电极长度 50% 以上的电极厚度大于或小于设计厚度；

e) 电极和介质层之间存在起层。