ICS 31.030
CCS L 90

中华人民共和国国家标准

GB/T 46378—2025

集成电路封装用球形氧化铝微粉

Spherical alumina powder for integrated circuit packaging

2025-10-31 发布　　2026-02-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅲ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　分类与标记 …… 2
4.1　产品分类 …… 2
4.2　标记 …… 2
5　要求 …… 3
5.1　产品外观 …… 3
5.2　切断点 …… 3
5.3　主要理化性能 …… 3
6　试验方法 …… 4
6.1　试验环境 …… 4
6.2　外观检测 …… 4
6.3　切断点以上颗粒含量和最大颗粒尺寸 …… 4
6.4　中位粒径 …… 5
6.5　放射性元素含量(U、Th) …… 5
6.6　比表面积 …… 5
6.7　平均球形度 …… 5
6.8　含水量 …… 6
6.9　真密度 …… 6
6.10　导热系数 …… 6
6.11　α 相含量 …… 7
6.12　萃取液电导率 …… 7
6.13　萃取液 pH …… 7
6.14　Al_2O_3 含量 …… 7
6.15　Fe_2O_3 含量 …… 7
6.16　Na_2O 含量 …… 7
6.17　萃取液中的 Na^+ 含量 …… 7
6.18　萃取液中的阴离子含量(Cl^-、NO_3^-、SO_4^{2-}、PO_4^{3-}) …… 8
6.19　磁性异物 …… 8
7　检验规则 …… 9
7.1　检验分类 …… 9

7.2 组批 …… 10
7.3 检验项目 …… 10
7.4 判定规则 …… 10
8 标志、包装、运输和贮存 …… 10
8.1 标志 …… 10
8.2 包装 …… 11
8.3 运输 …… 11
8.4 贮存 …… 11
参考文献 …… 12

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。

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专利的责任。

本文件由全国半导体设备和材料标准化技术委员会(SAC/TC 203)提出并归口。

本文件起草单位：江苏联瑞新材料股份有限公司、联瑞新材(连云港)有限公司、广东金戈新材料股份有限公司、中国电子技术标准化研究院、中触媒新材料股份有限公司、河南天马新材料股份有限公司、安徽壹石通材料科技股份有限公司、苏州锦艺新材料科技股份有限公司、国家硅材料深加工产品质量监督检验中心东海研究院、苏州三锐佰德新材料有限公司、雅安百图高新材料股份有限公司、天津泽希新材料有限公司、中铝山东新材料有限公司。

本文件主要起草人：曹家凯、阮建军、刘振、胡世成、曹可慰、张宝帅、潘玥、马淑云、吴怡然、李进、赵俊莎、张艳、印亚峰、胡林政、宋厚苇、陈嘉雯、史泽远、蒋学鑫、洪涛、郭敏、郭洪、徐艳艳、高伟、陈长昊。

集成电路封装用球形氧化铝微粉

1 范围

本文件规定了集成电路封装用球形氧化铝微粉的分类与标记、要求、检验规则以及标志、包装、运输和贮存，描述了相应的试验方法。

本文件适用于采用火焰熔融法、高温熔融喷射法、高温氧化法、等离子体法或液相合成法制备的集成电路封装用球形氧化铝微粉。

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 包装储运图形符号标志

GB/T 6284 化工产品中水分测定的通用方法 干燥减量法

GB/T 6609.4 氧化铝化学分析方法和物理性能测定方法 邻二氮杂菲光度法测定三氧化二铁含量

GB/T 6609.5 氧化铝化学分析方法和物理性能测定方法 氧化钠含量的测定

GB/T 6609.32 氧化铝化学分析方法和物理性能测定方法 第32部分：α-三氧化二铝含量的测定 X-射线衍射法

GB/T 6609.34 氧化铝化学分析方法和物理性能测定方法 第34部分：三氧化二铝含量的计算方法

GB/T 6609.35 氧化铝化学分析方法和物理性能测定方法 第35部分：比表面积的测定 氮吸附法

GB/T 6678 化工产品采样总则

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 6908 锅炉用水和冷却水分析方法 电导率的测定

GB/T 9724 化学试剂 pH值测定通则

GB/T 11446.7 电子级水中痕量阴离子的离子色谱测试方法

GB/T 14640 工业循环冷却水和锅炉用水中钾、钠含量的测定

GB/T 19077 粒度分析 激光衍射法

GB/T 29313 电气绝缘材料热传导性能试验方法

GB/T 32661 球形二氧化硅微粉

GB/T 37406 电子封装用球形二氧化硅微粉球形度的检测方法 颗粒动态光电投影法

GB/T 39486 化学试剂 电感耦合等离子体质谱分析方法通则

GB/T 40401 骨架密度的测量 气体体积置换法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

球形度　degree of sphericity

单个粒子平面投影图像接近标准圆形的程度。

[来源:GB/T 37406—2019,3.1]

3.2

平均球形度　average degree of sphericity

所有颗粒球形度的平均值,反映所有颗粒接近球形的程度。

[来源:GB/T 37406—2019,3.2]

3.3

中位粒径　median diameter

累积粒度分布百分数达到50%时所对应的粒径。

注:写作 D_{50},单位为微米(μm)。

[来源:GB/T 16418—2008,2.2.1.9,有修改]

3.4

大颗粒切断点　top cut

表示对粉体大颗粒尺寸的控制值。

注:单位为微米(μm)。

3.5

切断点以上颗粒含量　particle content exceeding top cut size

约定的样本中,超过切断点尺寸的颗粒含量。

注:切断点尺寸值单位为微米(μm),颗粒含量单位为微克每克(μg/g)或个/1 000个。

4　分类与标记

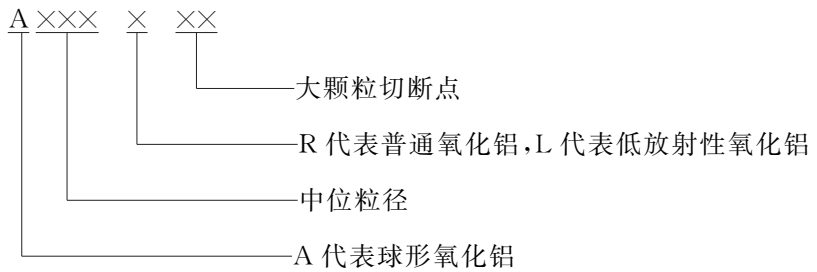
4.1　产品分类

4.1.1　按放射性元素含量分为普通球形氧化铝微粉和低放射性球形氧化铝微粉。

4.1.2　按中位粒径范围分为20 μm～50 μm、10 μm～20 μm、1 μm～10 μm和0.05 μm～1 μm。

4.1.3　按大颗粒切断点(以下简称切断点)分为75 μm、55 μm、45 μm、32 μm、25 μm、20 μm、10 μm、5 μm、3 μm和1 μm。

4.2　标记



示例:D_{50}为5.0 μm,切断点为45 μm,低放射性球形氧化铝微粉,标记为A050L45。

5 要求

5.1 产品外观

应为白色粉末，无团聚。

5.2 切断点

切断点以上颗粒含量和最大颗粒尺寸应符合表 1 的规定。

表 1 切断点以上颗粒含量和最大颗粒尺寸

D_{50}/μm	切断点/μm									
$20 \leqslant D_{50} \leqslant 50$	75	55	45	—	—	—	—	—	—	—
$10 \leqslant D_{50} < 20$	75	55	45	32	25	—	—	—	—	—
$1 \leqslant D_{50} < 10$	75	55	45	32	25	20	10	5	3	—
$0.05 \leqslant D_{50} < 1$	—	—	—	—	—	20	10	5	3	1
最大颗粒尺寸	≤180	≤150	≤150	≤100	≤100	≤75	≤45	≤25	≤20	≤10
切断点以上颗粒含量	≤500 μg/g							≤5 个/1 000 个		
注：有约定时，切断点和最大颗粒尺寸按供需双方协商确定。										

5.3 主要理化性能

产品的主要理化性能指标应符合表 2 的规定。

表 2 主要理化性能指标

性能名称	单位	指标要求							
		普通				低放射性			
中位粒径，D_{50}	μm	$20 \leqslant D_{50} \leqslant 50$	$10 \leqslant D_{50} < 20$	$1 \leqslant D_{50} < 10$	$0.05 \leqslant D_{50} < 1$	$20 \leqslant D_{50} \leqslant 50$	$10 \leqslant D_{50} < 20$	$1 \leqslant D_{50} < 10$	$0.05 \leqslant D_{50} < 1$
中位粒径公差	%	±3.0	±3.0	±1.0	±0.2	±3.0	±3.0	±1.0	±0.2
铀(U)含量	μg/kg	—				≤3.0		≤5.0	
钍(Th)含量	μg/kg	—				≤10.0		≤10.0	
比表面积	m^2/g	≤5.0		≤10.0	≤50.0	≤5.0		≤10.0	≤50.0
平均球形度	—	>0.95		>0.95	>0.98	>0.95		>0.95	>0.98
含水量	%	≤0.05		≤0.30		≤0.05		≤0.30	
真密度	$\times 10^3 kg/m^3$	3.70±0.20		3.60±0.20		3.70±0.20		3.60±0.20	
导热系数	W/(m·K)	≥3		≥1.5	—	≥3		≥1.5	—
α 相含量	%	≥30.0		—		≥30.0		—	
萃取液电导率	μS/cm	≤15.0							
萃取液 pH	—	5～8							

表 2　主要性能指标（续）

性能名称		单位	指标要求			
			普通		低放射性	
Al_2O_3		%	≥99.70			
Fe_2O_3		μg/g	≤300			
Na_2O		μg/g	≤500			
萃取液中的离子含量	Na^+	μg/g	≤5.0	≤10.0	≤5.0	≤5.0
	Cl^-	μg/g	≤5.0	≤10.0	≤3.0	≤5.0
	NO_3^-	μg/g	≤5.0			
	SO_4^{2-}	μg/g	≤5.0			
	PO_4^{3-}	μg/g	≤5.0			
磁性异物个数	20 μm～45 μm	个	≤30			
	45 μm～100 μm	个	≤30			
	>100 μm	个	≤1			
磁性异物含量		μg/g	≤5			

注 1：D_{50}<0.05 μm 的产品，相关指标按供需双方协商确定。

注 2：有约定时，α 相含量按供需双方协商确定。

6　试验方法

6.1　试验环境

除特殊规定以外，本文件试验按照以下条件进行。

——温度：15 ℃～30 ℃。

——相对湿度：20%～70%。

——大气压力：86 kPa～106 kPa。

6.2　外观检测

目视检查。

6.3　切断点以上颗粒含量和最大颗粒尺寸

6.3.1　切断点大于或等于 10 μm

选用切断点对应的标准筛网，按 GB/T 32661 中有关规定，测量筛分余量，记为切断点以上颗粒含量。筛分余量称重时，应采用精度为 0.000 1 g 的电子天平。

根据产品最大颗粒尺寸要求选用对应的标准筛网，将筛分余量再过筛。目视筛网上无残留颗粒时，该标准筛网的网孔尺寸为产品最大颗粒尺寸。

6.3.2 切断点小于 10 μm

6.3.2.1 方法提要

采用电子显微镜和图像分析软件，以计量颗粒数量的方式进行。

6.3.2.2 仪器设备

所需的仪器设备包括：

——电子显微镜(放大倍数不低于表 3 的测试倍数要求)；

——图像分析软件(应具备全自动对颗粒快速识别、定量分析和分类统计功能)。

6.3.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

a) 根据仪器要求制备电子显微镜待测样品，并将样品装入样品仓中；

b) 根据表 3 中的 D_{50} 选择测试倍数，在同一视野下，平行拍摄多张图片；

c) 采用图像分析软件，识别并分离多张图片中的单个微球颗粒，直至有效颗粒数量大于 1 000 个；

d) 测量 1 000 个颗粒的费雷特最大直径并记录最大尺寸；

e) 大于所选切断点的颗粒个数，记为切断点以上颗粒含量。

表 3 电镜法测量切断点的测试倍数选择

D_{50}/μm	5～10	1～5	0.1～1	＜0.1
测试倍数	500	3 000	10 000	100 000

6.4 中位粒径

按 GB/T 19077 的规定执行。

6.5 放射性元素含量(U、Th)

称取待测样品 0.1 g±0.005 g，置于消解罐中，分别加 68%的硝酸 4 mL，85%的磷酸 3 mL 和 98%的硫酸 2 mL 至样品消解罐中进行微波消解，消解完成后进行赶酸处理，获得测试样品，按 GB/T 39486 进行检测。

6.6 比表面积

按 GB/T 6609.35 的有关规定执行。

6.7 平均球形度

6.7.1 D_{50} 大于或等于 4 μm

按 GB/T 37406 的有关规定执行。

6.7.2 D_{50} 小于 4 μm

6.7.2.1 仪器设备

所需的仪器设备包括：

——电子显微镜，带有电荷耦合器件(CCD)模块，像素不应低于100万，倍数不应低于10万倍；
——计算处理系统，含有图像处理软件。

6.7.2.2 测试步骤

按GB/T 32661中有关规定，采用电子显微镜进行测量，测试倍数按照表4选择，球形度的测定结果为图像中随机选取的50个完整颗球形度的算术平均值，图像边缘不完整颗粒不予测定。

表4 电镜法测量平均球形度的测试倍数选择

D_{50}/μm	1～4	0.1～1	＜0.1
测试倍数	3 000	10 000	100 000

6.8 含水量

按GB/T 6284的有关规定执行。

6.9 真密度

按GB/T 40401的有关规定执行。

6.10 导热系数

6.10.1 样品制备

6.10.1.1 材料和仪器

所需的材料和仪器如下：
——乙烯基硅油，黏度＜500 cps；
——含氢硅油；
——抑制剂；
——铂金催化剂；
——真空脱泡机(含真空脱泡机专用杯)；
——聚四氟乙烯模具；
——恒温干燥箱；
——试样尺寸，试样表面应平整，厚度通常为3 mm～5 mm。

6.10.1.2 制备步骤

样品制备步骤如下：
a) 称取乙烯基硅油10 g±0.05 g、含氢硅油0.3 g±0.05 g、抑制剂2滴、铂金催化剂0.25 g±0.05 g、球形氧化铝微粉90 g±0.05 g于真空脱泡机专用杯中；
b) 在真空脱泡机中搅拌均匀后，倒入聚四氟乙烯模具；
c) 将模具置于120 ℃恒温干燥箱中，固化30 min；
d) 将固化后的样品裁切得到待测试样，试样边长应与加热板相等。

6.10.2 样品测试

按GB/T 29313的有关规定执行，设置闭合等温面板压力为50 N、稳态时高温等温面板与低温等温面板的温差为40 ℃。

6.11 α 相含量

按 GB/T 6609.32 的有关规定执行。

6.12 萃取液电导率

6.12.1 萃取液制备

6.12.1.1 试剂材料

实验室一级水，电导率小于或等于 0.1 μS/cm，符合 GB/T 6682 的有关要求。

6.12.1.2 仪器设备

所需的仪器设备如下：

——消解罐，聚四氟乙烯内衬、不锈钢外壳、200 mL；

——恒温干燥箱，精度为± 2 ℃。

6.12.1.3 制备方法

按 GB/T 6678 的要求采样，称取试样 8 g(精确至 0.1 g)于消解罐中，加入 80 mL 水(同时做空白)，混匀后与空白样同时放入 100 ℃的恒温干燥箱中 24 h，冷却至室温。

6.12.2 测试步骤

按 GB/T 6908 的有关规定执行。

6.13 萃取液 pH

6.13.1 萃取液制备

按 6.12.1 制备萃取液。

6.13.2 测试步骤

按 GB/T 9724 的有关规定执行。

6.14 Al_2O_3 含量

按 GB/T 6609.34 的有关规定执行。

6.15 Fe_2O_3 含量

按 GB/T 6609.4 的有关规定执行。

6.16 Na_2O 含量

按 GB/T 6609.5 的有关规定执行。

6.17 萃取液中的 Na^+ 含量

6.17.1 萃取液制备

6.17.1.1 试剂材料

按 6.12.1.1 的规定执行。

6.17.1.2 制备方法

按照 GB/T 6678 的要求采样，称取试样 8 g(精确至 0.000 1 g)于消解罐中，加入 80 g 水(精确至 0.000 1 g)，混匀后放入 100 ℃的恒温干燥箱中 24 h，冷却后将其倒入一次性离心管中，将装有样品的离心管置于高速离心机中，12 000 r/min 离心 5 min，取上层液体，用 0.22 μm 的一次性水系微孔膜针筒过滤器过滤至清液，置进样管中备用。

6.17.2 测试步骤

按 GB/T 14640 的有关规定执行。

6.18 萃取液中的阴离子含量(Cl^-、NO_3^-、SO_4^{2-}、PO_4^{3-})

6.18.1 萃取液制备

按 6.17.1 制备萃取液。

6.18.2 测试步骤

按 GB/T 11446.7 的有关规定执行。

6.19 磁性异物

6.19.1 磁性异物个数

6.19.1.1 材料和仪器

所需的材料和仪器设备包括：

——电子天平，分度值 0.1 g；

——烧杯，容积 1 000 mL；

——超声波仪；

——永久磁棒，磁感应强度不应小于 1 T；

——塑料套管，套管与磁棒紧密结合，壁厚不大于 1 mm；

——标准筛网，孔径 20 μm；

——无尘滤纸；

——显微镜，放大倍数不应小于 60 倍；

——图像分析软件(应具备全自动对颗粒快速识别、定量分析和分类统计功能)。

6.19.1.2 测试步骤

6.19.1.2.1 将 100 g±0.5 g 样品加入盛有 700 mL 水的烧杯中并用玻璃棒搅拌均匀，超声分散 3 min。

6.19.1.2.2 用去离子水洗净磁棒外套套管，将套管先竖直插入烧杯液体中，再将磁棒插入套管中，沿容器内壁顺时针搅拌 3 min。

6.19.1.2.3 将磁棒和塑料套管一起取出，使用去离子水冲洗塑料套管表面的非磁性物。

6.19.1.2.4 抽出磁棒，将塑料套管表面粘附的磁性异物冲洗到 20 μm 的筛网表面过滤。

6.19.1.2.5 将无尘滤纸置于筛网底部，吸干水分。

6.19.1.2.6 用 60 倍显微镜观测筛网上磁性异物，利用图像分析软件分析图像中磁性异物的个数和费

雷特最大直径。

6.19.1.2.7 对费雷特最大直径为 20 μm～45 μm、45 μm～100 μm 和＞100 μm 的磁性异物计数。

6.19.2 磁性异物含量

6.19.2.1 仪器设备

所需的仪器设备包括：

——烧杯，容积 2 000 mL；

——永久磁棒，磁感应强度不应小于 1 T；

——不锈钢套管，套管与磁棒紧密结合，壁厚不大于 1 mm；

——数控搅拌器，转速不小于 300 r/min；

——称量瓶，规格为 20 mL；

——恒温干燥箱，精度为±1 ℃；

——电子天平，分度值 0.1 g；

——电子分析天平，分度值 0.000 1 g。

6.19.2.2 测试步骤

6.19.2.2.1 将 300 g±0.5 g 样品(m_0)加入盛有 1 500 mL 水的烧杯中并用玻璃棒搅拌分散 5 min。

6.19.2.2.2 将磁棒放入烧杯中，开启数控搅拌器，将转速设定 300 r/min，搅拌 3 min，静置吸附 5 min。

6.19.2.2.3 将磁棒和不锈钢套管一起取出，使用去离子水冲洗套管表面的磁性物于烧杯中。

6.19.2.2.4 重复 6.19.2.2.2 和 6.19.2.2.3 两次。

6.19.2.2.5 将磁棒表面的磁性物收集到已恒重过的称量瓶(记录 m_1)内，将多余的水倒掉，盖上配套盖子。

6.19.2.2.6 将盛有磁性物的称量瓶放入 110 ℃恒温干燥箱内干燥至恒重后，放入干燥器内冷却至室温。

6.19.2.2.7 用电子分析天平称量其质量，记录 m_2。

6.19.2.3 结果计算

按公式(1)计算：

$$x = \frac{(m_2 - m_1)}{m_0} \times 100 \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：

x ——磁性物含量，%；

m_2 ——含磁性物称量瓶质量，单位为克(g)；

m_1 ——称量瓶质量，单位为克(g)；

m_0 ——称取的样品质量，单位为克(g)。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 组批

产品应成批提交检验，同种原料，相同工艺并一次提交的产品构成一个检验批。

7.3 检验项目

7.3.1 出厂检验

出厂检验按表5执行。

表5 出厂检验

检验项目		检验要求(章条号)	检验方法(章条号)
产品外观		5.1	6.2
切断点以上颗粒含量		5.2	6.3
中位粒径		5.3	6.4
铀(U)含量		5.3	6.5
钍(Th)含量		5.3	6.5
萃取液	电导率	5.3	6.12
	pH	5.3	6.13
磁性异物个数	20 μm～45 μm	5.3	6.19.1
	45 μm～100 μm	5.3	6.19.1
	＞100 μm	5.3	6.19.1
注：低放射性球形氧化铝微粉产品需检测铀(U)含量和钍(Th)含量。			

7.3.2 型式检验

型式检验项目为第5章中规定的全部技术要求，有下列情况之一时，应进行型式检验：

——新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；

——原材料和工艺等有较大改变，可能影响产品性能时；

——停产超过六个月后恢复生产时；

——正常生产时，每年进行一次。

7.4 判定规则

若规定中的检验项目全部合格，则该批产品合格。若检验项目中出现任何一项不合格，则加倍取样检验该项目，取样总量不应小于2 kg，四分法缩减后的重量不应小于250 g。重检结果合格，则该批产品为合格批，若重检结果不合格，则为不合格批。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

产品包装应标明：产品名称、规格型号、生产单位名称和地址、生产日期或生产批号、商标、净含量、

保质期、合格状态，并应符合 GB/T 191 的有关规定。

8.2 包装

产品应采用密封、防潮包装。如需方对包装有特殊要求，由供需双方协商解决。

8.3 运输

产品在运输过程中应防雨、防潮、防破包、防污染，不与其他货物混放，运输工具应保持清洁。

8.4 贮存

产品应贮存于干燥、清洁的室内，并应防雨、防潮、防破包、防污染。

参 考 文 献

[1] GB/T 16418—2008 颗粒系统术语

[2] GB/T 37406—2019 电子封装用球形二氧化硅微粉球形度的检测方法 颗粒动态光电投影法