



中华人民共和国国家标准

GB/T 24578—2024

代替 GB/T 24578—2015, GB/T 34504—2017

半导体晶片表面金属沾污的测定 全反射 X 射线荧光光谱法

Test method for measuring surface metal contamination on semiconductor
wafers—Total reflection X-Ray fluorescence spectroscopy

2024-07-24 发布

2025-02-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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。

本文件代替 GB/T 24578—2015《硅片表面金属沾污的全反射 X 光荧光光谱测试方法》和 GB/T 34504—2017《蓝宝石抛光衬底片表面残留金属元素测量方法》。与 GB/T 24578—2015 和 GB/T 34504—2017 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了范围(见第 1 章,GB/T 24578—2015 和 GB/T 34504—2017 的第 1 章)；
- b) 增加了“全反射”的定义(见 3.1)；
- c) 删除了缩略语(见 GB/T 24578—2015 的第 4 章,GB/T 34504—2017 的 3.2)；
- d) 更改了方法原理(见第 4 章,GB/T 24578—2015 的第 5 章和 GB/T 34504—2017 的第 4 章)；
- e) 更改了干扰因素中掠射角校准的影响、样品表面粗糙度和波纹带来的影响[见 5.2.3、5.3.2, GB/T 24578—2015 的 6.2.1、6.3.2 和 GB/T 34504—2017 的 6.2 b)、6.2 g)]；增加了掠射角选择,测试钠、镁、铝元素时的检出限,靶材工作方式的影响,靶材腔室真空度的影响,主腔室氮气纯度的影响,校准样片与测试样片角扫描不同的影响(见 5.1.1、5.1.6、5.2.6、5.2.7、5.2.8、5.3.1)；
- f) 更改了干扰因素中沾污元素的影响、沾污不均匀的影响[见 5.3.4、5.3.5,GB/T 34504—2017 的 6.3 e)、6.3 f)]；
- g) 删除了干扰因素中设备主机高架地板振动的影响、设备所在环境、样品载具、操作人员的手套洁净度不良等情况的影响[见 GB/T 34504—2017 的 6.3 a)、6.3 c)]；
- h) 更改了试验条件(见第 6 章,GB/T 24578—2015 的第 9 章和 GB/T 34504—2017 的第 7 章)；
- i) 增加了校准中全反射临界角的近似计算公式(见 9.2.3)；
- j) 更改了设备的校准(见第 9 章,GB/T 24578—2015 第 10 章、第 11 章和 GB/T 34504—2017 的第 8 章)；
- k) 更改了试验步骤(见第 10 章,GB/T 24578—2015 的第 12 章和 GB/T 34504—2017 的第 9 章)；
- l) 更改了精密度(见第 11 章,GB/T 24578—2015 的第 13 章和 GB/T 34504—2017 的第 11 章)；
- m) 删除了测试结果的计算(见 GB/T 34504—2017 的第 10 章)。

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)与全国半导体设备和材料标准化技术委员会材料分技术委员会(SAC/TC 203/SC 2)共同提出并归口。

本文件起草单位：有研半导体硅材料股份公司、天通银厦新材料有限公司、浙江海纳半导体股份有限公司、北京通美晶体技术股份有限公司、深圳牧野微电子有限公司、浙江金瑞泓科技股份有限公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、广东天域半导体股份有限公司、江苏华兴激光科技有限公司、江苏芯梦半导体设备有限公司、哈尔滨科友半导体产业装备与技术研究院有限公司、深圳市深鸿盛电子有限公司、深圳市晶导电子有限公司、湖南德智新材料有限公司。

本文件主要起草人：宁永铎、孙燕、贺东江、李素青、朱晓彤、康森、靳慧洁、孙韞哲、潘金平、任殿胜、张海英、何凌、丁雄杰、刘薇、沈演凤、廖周芳、赵丽丽、张西刚、赖辉朋、廖家豪。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2009 年首次发布为 GB/T 24578—2009；

——本次为第二次修订，并入了 GB/T 34504—2017《蓝宝石抛光衬底片表面残留金属元素测量方法》。

半导体晶片表面金属沾污的测定

全反射 X 射线荧光光谱法

1 范围

本文件描述了半导体镜面晶片表面深度为 5 nm 以内金属元素的全反射 X 射线荧光光谱(TXRF)测试方法。

本文件适用于硅、绝缘衬底上的硅(SOI)、锗、碳化硅、蓝宝石、砷化镓、磷化铟、铋化镓等单晶抛光片或外延片表面金属沾污的测定,尤其适用于晶片清洗后自然氧化层或经化学方法生长的氧化层中沾污元素面密度的测定,测定范围:109 atoms/cm²~1 015 atoms/cm²。

本文件规定的方法能够检测周期表中原子序数 16(S)~92(U)的元素,尤其适用于钾、钙、钛、钒、铬、锰、铁、钴、镍、铜、锌、砷、钼、钨、银、锡、铟、铊、铅、铋、汞和铀等金属元素。

注:测试范围在一定条件下能扩展到原子序数 11(Na)~92(U)的元素,取决于测试设备提供的 X 射线源。

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 8979—2008 纯氮、高纯氮和超纯氮

GB/T 14264 半导体材料术语

GB/T 25915.1—2021 洁净室及相关受控环境 第 1 部分:按粒子浓度划分空气洁净度等级

3 术语和定义

GB/T 14264 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

全反射 total reflection

光从光密介质射向光疏介质,当入射角超过临界角时,折射光完全消失,仅剩反射光线的现象。

注:对于 X 射线,一般固体与空气相比都是光疏介质。

3.2

掠射角 glancing angle

样品表面平面与包含入射到样品表面的 X 射线的虚拟平面之间的夹角。

注:本方法以小的掠射角入射到晶片表面时,X 射线会在晶片表面发生全反射,此时反射的角度等于掠射角。

3.3

临界角 critical angle

X 射线能产生全反射的入射角度。当掠射角低于这一角度时,被测表面发生对入射 X 射线的全反射。

注:如果入射角足够小,X 射线不穿过样品被反射,则折射角和反射角交界处的入射角称为临界角。