ICS 77.040

CCS H 21



中华人民共和国国家标准

|  |
| --- |
| GB/T XXXXX—XXXX |

碳化硅单晶片厚度和平整度测试方法

Test method for thickness and fltaness of monocrystalline silicon carbide wafers

|  |
| --- |
| （讨论稿） |
|  |

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施



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 32278-2015《碳化硅单晶片平整度测试方法》和GB/T 30867-2014《碳化硅单晶片厚度和总厚度变化测试方法》，与GB/T 32278、GB/T 30867相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

1. 更改了适用范围（见第1章，GB/T 32278-2015版的第1章、GB/T 30867-2014的第1章）；
2. 原理内容自动非接触式测量增加自由态和吸附态的状态内容（见第4章，GB/T 32278-2015版的第4章、GB/T 30867-2014的第4章）；
3. 增加接触式测量的干扰因素，另外对自动非接触式测量的干扰因素进一步识别，增加chunk盘及温湿度的影响；（见第6章，GB/T 32278-2015版的第6章）；
4. 更改了测试环境的要求；（见第6章，GB/T 32278-2015版的第7章，GB/T 30867-2014的第7章）；
5. 仪器设备进行了更改；（见第7章，GB/T 32278-2015版的第5章、GB/T 30867-2014的第5章）；
6. 更改了测试程序内容；（见第9章，GB/T 32278-2015版的第9章、GB/T 30867-2014的第8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/TC203）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/TC203/SC2）共同提出并归口。

本文件起草单位：北京天科合达半导体股份有限公司

本文件主要起草人：。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——GB/T 32278-2015、GB/T 30867-2014；

碳化硅单晶片厚度和平整度测试方法

1. 范围

本文件规定了碳化硅单晶片的厚度和平整度，即厚度（THK）、总厚度变化（TTV）、局部厚度变化（LTV）、弯曲度（Bow）、翘曲度（Warp）的测试方法。

本文件适用于直径为50.8mm、76.2mm、100mm、150mm、200mm，厚度0.13mm～1mm碳化硅单晶片厚度和平整度的测试。

1. 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 14264 半导体材料术语

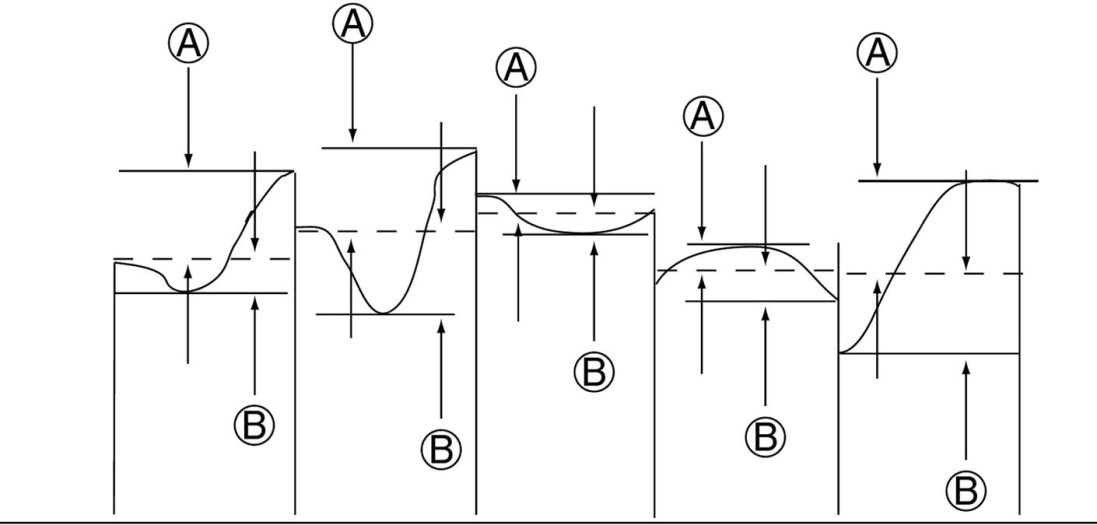
GB/T 25915.1 洁净室及相关受控环境 第1部分:空气洁净度等级

1. 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。

局部厚度变化 local thickness variation (LTV)

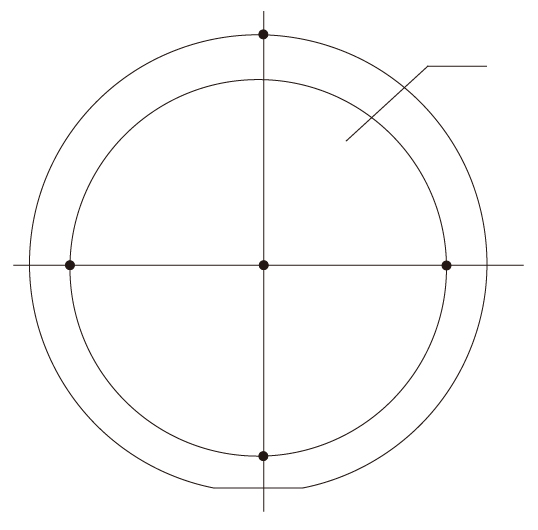
以晶片的底平面为参考面，晶片表面特定（面积）区域内厚度最高点（最大值）和最低点（最小值）之间的差。晶片的LTV指整片上所有测试区域LTV的最大值，示意图见图1。



1. 局部厚度变化（LTV）示意图
2. 原理
   1. 接触式测量

接触式测量采用五点法。在碳化硅单晶片中心点和距碳化硅单晶片边缘D/10（D为碳化硅单晶片直径）的圆周上4个对称点位置测量碳化硅单晶片厚度，如图1所示，单晶片中心点厚度为标准厚度，5个厚度测量值中的最大值和最小值的差值为碳化硅单晶片的总厚度变化。

接触式测量方法对晶片表面有损伤，可用于测量碳化硅切割片、研磨片的THK和TTV。



D/10

5

4

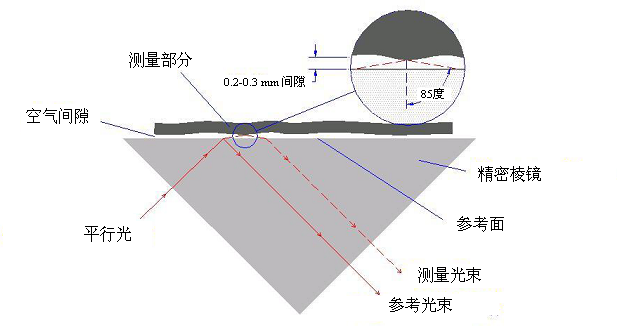
3

2

1

1. 接触式测量测量点位置示意图
   1. 自动非接触式测量

一束平行光被分光镜（棱镜）分为两束光，其中一束经过固定的棱镜底部反射形成参考光，另一束经过移动的反射镜形成测量光，参考光和测量光经过分光镜（棱镜）后汇合。如果两束光相位差稳定，则发生干涉现象，两列光波相位相同时，光波叠加增强，表现为亮条纹，反之，如果两束光波相位相反，光波相互抵消，则表现为暗条纹。通过干涉条纹可反映出样品表面的起伏状态，进而结合入射光的波长、入射角及干涉条纹的宽度和相位差，可计算出样品的厚度和平整度。测试光路图如图2所示。



1. 测试光路示意图

自动非接触式测量不接触晶片正表面，可用于测量碳化硅碳化硅单晶抛光片的厚度和平整度。测量方式分为吸附状态测量和自由状态测量。自由状态下WAFER 放置于吸盘上时，不施加任何压力的自由状态，用于测量 WARP、BOW 等需要非加持条件下的测量参数。吸附状态下WAFER 放置于吸盘上时，被负压吸附于吸盘表面的状态。用于测量 TTV、LTV、THK 等以WAFER背面作为基面的特性参数；

1. 干扰因素
   1. 接触式测量
      1. 由于晶片表面无规则区域变化，使用五点测试晶片的总厚度变化，可能导致误差较大；
      2. 晶片表面的洁净度对测试结果有影响，测试前样品应经过清洗，确保晶片表面洁净；
   2. 自动非接触式测量
      1. 晶片表面上或测试机台上的颗粒会对平整度参数的测试产生较大的影响，因此测试机台应放置在 GB/T 25915.1 规定的ISO 6级及以上的洁净室，并且样品应经过清洗，确保晶片表面清洁。
      2. 测试机台上样品的放置方式会对测试结果产生较大的影响，如样品竖直放置，由于需要吸盘固定样品，会对弯曲度和翘曲度的测试结果产生影响；如样品水平放置，则会受到重力的影响，导致测试结果有偏差。
      3. 较大振动会对测试结果产生较大影响。
      4. 如果测试盘表面有较大倾斜，可能会对测试结果造成影响。
      5. 对于手动测试机，chuck盘的放置位置对其测试结果有影响。
      6. 温湿度偏离合理范围过多会影响测试结果，使测试结果失真。
2. 测试环境

除非另有规定，应在下列条件下进行测试;

* 1. 温度：20±2℃，相对湿度：35%-75%RH。
  2. 大气压：86kPa~106kPa。
  3. 对于接触式测量测量环境要求为无尘环境，要求洁净度等级不低于ISO 8级。
  4. 对于自动非接触式测量环境要求为无尘环境，要求洁净度等级不低于ISO 6级。

1. 仪器设备
   1. 接触式测量
      1. 测厚仪由带指示仪表的探头及支撑单晶片的夹具或者平台组成；
      2. 测厚仪应能使碳化硅单晶片绕平台中心旋转，并使每次测量定位在规定位置的2mm范围内；
      3. 仪表最小指示量值不大于1μm；
      4. 测量时探头与碳化硅单晶片接触面积不应超过2mm2。
   2. 自动非接触式测量
      1. 激光干涉仪测量系统：主要由激光、组合光学透镜和反射镜、高速相机、电机等组成；
      2. 吸盘：放置被测量晶片的平台；
      3. 光学标准盘：用于校验设备灵敏度；
      4. 控制系统及人机界面；
      5. 壳体结构支撑系；
2. 样品
   1. 碳化硅单晶片应具有洁净、干燥的表面；
3. 测试程序
   1. 接触式测量
      1. 调整测厚仪的零点；
      2. 将待测碳化硅单晶片正面朝上，置于测厚仪的平台上；
      3. 将测厚仪探头置于碳化硅单晶片中心位置（见图1），测量厚度记为t1，翻转单晶片，重复操作，厚度记为t1’，比较t1和t1’，较小值为该单晶片标称厚度值[单位为微米(μm)]；
      4. 移动碳化硅单晶片，是测厚仪探头依次位于单晶片位置2、3、4、5（见图1）（偏差在2mm之内），测量厚度分为记为t2、t3、t4、t5。
      5. 测厚仪探头中心距碳化硅单晶片边缘不小于D/10；
      6. 5个厚度测量值中的最大值和最小值的差值为碳化硅单晶片的总厚度变化[单位为微米(μm)]。
   2. 自动非接触式测量
      1. 开机预热10min。
      2. 选择合适的光学标准盘对仪器进行调平校准，消除由于卡盘倾斜引入的误差。
      3. 将样品放置在对应尺寸的测试吸盘上，样品放置于吸盘上不施加任何压力的自由状态，用于测量弯曲度（BOW）和翘曲度（Warp）的特性参数。样品吸附于吸盘表面的状态，用于测量厚度（THK）、总厚度变化（TTV）、局部厚度变化（LTV）以样品背面作为基面的特性参数。
      4. 根据测试要求选择相应的测试程序，设置合适的测试参数，输入样品编号。
      5. 对样品进行调平，当干涉条纹最少时，表示样品表面已经调整到最佳测试位置。
      6. 电机“测试”按钮进行样品扫描。
      7. 扫描结束，保存扫描图像，记录测试结果。
      8. 取下样品，收好测试吸盘。
4. 精密度

本方法的精密度是由起草单位和验证单位在同样条件下，对碳化硅单晶进行重复性验证，并根据相对标准偏差公式和重复性试验数据计算得出重复性和再现性的精密度。

本方法的精密度使用2片直径为150 mm碳化硅单晶片，在3个测试单位巡回测试得到。单个测试单位重复性测试的相对标准偏差不大于，3个测试单位的再现性相对标准偏差不大于。

1. 试验报告

试验报告应至少包括以下内容：

1. 送样单位；
2. 样品信息，包括（样品直径、编号）；
3. 测试日期；
4. 测试结果（THK、LTV、TTV、BOW、Warp）；
5. 测试扫描图；
6. 本文件编号；
7. 其他。

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_