



中华人民共和国国家标准

GB/T 30656—2014

碳化硅单晶抛光片

Polished monocrystalline silicon carbide wafers

2014-12-31 发布

2015-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布



中 华 人 民 共 和 国

国 家 标 准

碳化硅单晶抛光片

GB/T 30656—2014

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 24 千字
2015年1月第一版 2015年1月第一次印刷

*

书号: 155066 • 1-50707

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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这些专利的责任。

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

本标准起草单位:北京天科合达蓝光半导体有限公司、中国科学院物理研究所。

本标准主要起草人:陈小龙、郑红军、张玮、郭钰、刘春俊、刘振洲。

碳化硅单晶抛光片

1 范围

本标准规定了 4H 及 6H 碳化硅单晶抛光片的要求、检验方法、检验规则、标志、包装、运输、储存、质量证明书及订货单(或合同)内容。

本标准适用于 4H 及 6H 碳化硅单晶研磨片经单面或双面抛光后制备的碳化硅单晶抛光片。产品主要用于制作半导体照明及电力电子器件的外延衬底。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 1555 半导体单晶晶向测定方法

GB/T 6616 半导体硅片电阻率及硅薄膜薄层电阻测试方法 非接触涡流法

GB/T 6619 硅片弯曲度测试方法

GB/T 6620 硅片翘曲度非接触式测试方法

GB/T 6624 硅抛光片表面质量目测检验方法

GB/T 13387 硅及其它电子材料晶片参考面长度测量方法

GB/T 13388 硅片参考面结晶学取向 X 射线测试方法

GB/T 14140 硅片直径测量方法

GB/T 14264 半导体材料术语

GB/T 29505 硅片平坦表面的表面粗糙度测量方法

GB/T 29507 硅片平整度、厚度及总厚度变化测试 自动非接触扫描法

GB/T 31351 碳化硅单晶抛光片微管密度无损检测方法

DIN 50448 半导体工艺材料试验 使用电容式探测器对半绝缘半导体切片电阻率的非接触测定
(Testing of materials for semiconductor technology-Contactless determination of the electrical resistivity of semi-insulating semi-conductor slices using a capacitive probe)

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

六方空洞 hexagonal void

独立于晶片单晶区的具有六角形特征的空洞。

3.2

微管 micropipe

4H 或 6H 碳化硅单晶抛光片中沿 *c* 轴方向延伸且径向尺寸在一微米至几十微米范围的中空管道。

3.3

多型 polytype

由同种化学成分所构成的晶体,当其晶体结构中的结构单位层相同,但结构单位层之间的堆垛顺序

或重复方式不同时,而形成的结构上不同的变体。

3.4

表面取向 surface orientation

为满足不同要求,晶片表面与 $\{0001\}$ 面平行或成特定的角度,用这一角度来表示晶片的表面取向,即样品表面法线与样品 c 轴的夹角。

3.5

正交取向偏离 orthogonal misorientation

切片时有意偏离 $\{0001\}$ 晶面,晶片表面法向矢量在 $\{0001\}$ 面的投影与 $\{0001\}$ 面上最近的 $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ 方向的夹角,定义为正交取向偏离(见图 1)。

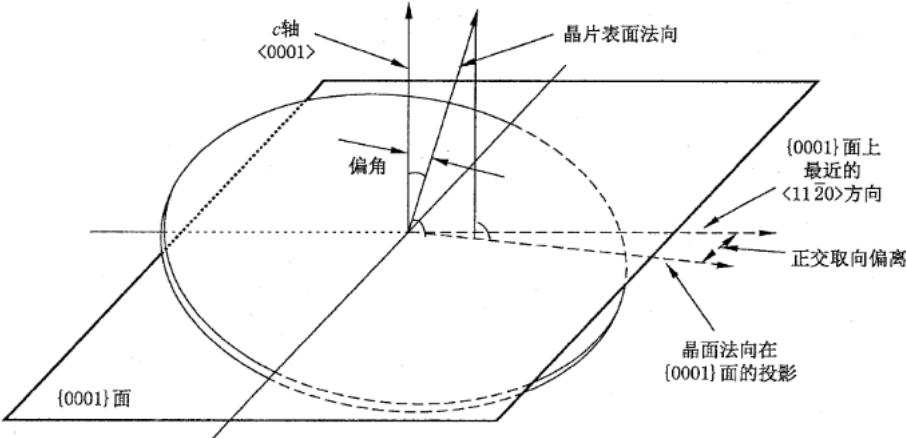


图 1 晶片正交取向偏离示意图

4 要求

4.1 总则

碳化硅单晶抛光片的技术参数是指在固定优质区内的要求,且边缘去除区应符合表 1 的规定。

表 1 边缘去除区

单位为毫米

直径	边缘去除区
50.8	1
76.2	2
100	3

4.2 分类

4.2.1 碳化硅单晶抛光片按晶型分为 4H 和 6H。

4.2.2 碳化硅单晶抛光片按导电能力分为导电型和半绝缘型。

4.3 牌号

碳化硅单晶抛光片的牌号应符合附录 A 的规定。

4.4 规格

4.4.1 碳化硅单晶抛光片按直径分为 $\phi 50.8$ mm、 $\phi 76.2$ mm 和 $\phi 100$ mm。

4.4.2 碳化硅单晶抛光片按产品质量,分为工业级(简称 P 级)、研究级(简称 R 级)和试片级(简称 D 级)。

4.5 几何参数

碳化硅单晶抛光片的几何参数应符合表 2 的规定。

表 2 几何参数

序号	项目	要求		
		$\phi 50.8$ mm	$\phi 76.2$ mm	$\phi 100.0$ mm
1	直径及允许偏差/mm	50.8 ± 0.2	76.2 ± 0.2	100.0 ± 0.5
2	主定位边长度及允许偏差/mm	16.0 ± 1.7	22.0 ± 2.0	32.5 ± 2.0
3	次定位边长度及允许偏差/mm	8.0 ± 1.7	11.0 ± 1.5	18.0 ± 2.0
4	主定位边取向 (示意图见图 2)	平行于 $\{10\bar{1}0\} \pm 5^\circ$	平行于 $\{10\bar{1}0\} \pm 5^\circ$	平行于 $\{10\bar{1}0\} \pm 5^\circ$
5	次定位边取向 (示意图见图 2)	硅面:沿主定位边方向 顺时针旋转 $90^\circ \pm 5^\circ$ 碳面:沿主定位边方 向逆时针旋转 $90^\circ \pm 5^\circ$	硅面:沿主定位边方 向顺时针旋转 $90^\circ \pm 5^\circ$ 碳面:沿主定位边方 向逆时针旋转 $90^\circ \pm 5^\circ$	硅面:沿主定位边方 向顺时针旋转 $90^\circ \pm 5^\circ$ 碳面:沿主定位边方 向逆时针旋转 $90^\circ \pm 5^\circ$
6	厚度及允许偏差/ μm	330 ± 25	350 ± 25	350 ± 25
7	总厚度变化/ μm	≤ 15	≤ 15	≤ 25
8	翘曲度/ μm	≤ 25	≤ 35	≤ 45
9	弯曲度(绝对值)/ μm	≤ 15	≤ 25	≤ 35
10	粗糙度($10\ \mu\text{m} \times 10\ \mu\text{m}$)/nm	< 0.5	< 0.5	< 0.5

注:当客户对厚度有特殊要求时,由供需双方协商确定。

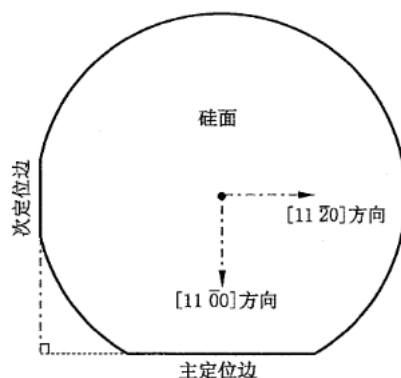


图 2 主、次定位边示意图

4.6 表面取向

4.6.1 碳化硅单晶抛光片的晶向为{0001}。

4.6.2 碳化硅单晶抛光片表面取向的正交晶向偏离为：

- a) 正晶向： $0^{\circ} \pm 0.25^{\circ}$ ；
- b) 偏晶向：碳化硅单晶抛光片的正交晶向偏离为晶片表面法线沿主定位边方向偏向 $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ 方向 $3.5^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ 或 $4^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ 或 $8^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ 。

4.7 表面缺陷

碳化硅单晶抛光片表面缺陷应符合表3的规定，其中50.8、76.2、100分别代表 $\phi 50.8$ mm、 $\phi 76.2$ mm、 $\phi 100$ mm。

表3 表面缺陷

序号	检验项目	工业级			研究级			试片级		
		50.8	76.2	100	50.8	76.2	100	50.8	76.2	100
1	裂纹	位于晶片边缘且			位于晶片边缘且			累积长度 ≤ 10 mm， 且每个长度 ≤ 2 mm		
		<1 mm	<2 mm	<3 mm	<2 mm	<3 mm	<3 mm			
2	六方空洞	尺寸 $<100\mu\text{m}$ ，且个数			尺寸 $<300\mu\text{m}$ ，且个数			不单独要求， 满足可用面积 $>70\%$		
		≤ 2 个	≤ 4 个	≤ 6 个	≤ 5 个	≤ 8 个	≤ 12 个			
3	划痕	无			无			累计长度 <1 条直径，且		
								≤ 3 条	≤ 5 条	≤ 8 条
4	表面沾污	无			无			无		
5	凹坑	≤ 5 个	≤ 12 个	≤ 20 个	≤ 20 个	≤ 45 个	≤ 80 个	不单独要求，满足可用面积 $>70\%$		

4.8 微管密度

碳化硅单晶抛光片的微管密度应满足工业级 <10 个/ cm^2 ，研究级 <30 个/ cm^2 ，试片级 <100 个/ cm^2 。

4.9 结晶质量

碳化硅单晶抛光片的结晶质量用摇摆曲线的半高宽(FWHM)表示，4H-SiC(0004)或6H-SiC(0006)的FWHM应满足工业级小于30 arcsec，研究级小于50 arcsec，试片级无要求。

4.10 电阻率

碳化硅单晶抛光片的电阻率应符合表4的规定。

表4 电阻率

单位为欧姆厘米

导电类型	晶型	工业级	研究级	试片级
导电型	4H	<0.025	<0.1	<0.1
	6H	<0.1	<0.2	<0.2
半绝缘型	4H/6H	(90%) $>1 \times 10^5$	(85%) $>1 \times 10^5$	(75%) $>1 \times 10^5$

4.11 多型

碳化硅单晶抛光片的多型要求应符合表 5 的规定。

表 5 多型

项目	工业级	研究级	试片级
多型	无	≤2% 面积	≤5% 面积

5 检验方法

5.1 几何参数

碳化硅单晶抛光片几何参数的检测方法见表 6。

表 6 几何参数检测方法

序号	检测项目	参照标准
1	直径及允许偏差/mm	GB/T 14140
2	主定位边长度及允许偏差/mm	GB/T 13387
3	次定位边长度及允许偏差/mm	GB/T 13387
4	主定位边取向	GB/T 13388
5	次定位边取向	GB/T 13388
6	厚度及允许偏差/μm	GB/T 29507
7	总厚度变化/μm	GB/T 29507
8	翘曲度/μm	GB/T 6620
9	弯曲度/μm	GB/T 6619
10	粗糙度/nm	GB/T 29505

5.2 表面取向

碳化硅单晶抛光片表面取向的测量按 GB/T 1555 的规定,用 X 射线定向仪对晶体基准面进行定向。

5.3 表面缺陷

碳化硅单晶抛光片表面缺陷检测按 GB/T 6624 规定的方法进行。

5.4 微管密度

碳化硅单晶抛光片的微管密度按 GB/T 31351 规定的方法,用光学显微镜在透射正交偏光下进行观察。

5.5 结晶质量

碳化硅单晶抛光片的结晶质量按附录 B 规定的方法用高分辨率 X 射线衍射仪做双晶摇摆曲线

检测。

5.6 电阻率

5.6.1 导电型抛光片电阻率测量按 GB/T 6616 规定的方法进行。

5.6.2 半绝缘抛光片电阻率测量按 DIN 50448 规定的方法进行。

5.7 多型

碳化硅单晶抛光片的多型按附录 C 规定的方法检测。

6 检验规则

6.1 检查和验收

6.1.1 产品应由供方技术质量监督部门进行检验,保证产品质量符合本标准的规定,并填写产品质量证明书。

6.1.2 需方可对收到产品按本标准的规定进行检验。若发现产品质量不符合本标准或合同要求时,应在收到产品之日起 3 个月内向供方提出,由供需双方协商解决。

6.2 组批

产品应成批提交验收,每批由同一碳化硅单晶体切割而成的并具有相同牌号的碳化硅单晶抛光片组成,每批片数由供需双方协商确定,一般不大于 10 片。

6.3 取样

每批产品随机抽取 20% 进行检验,6 片~10 片取 2 片,5 片及以下取 1 片。

6.4 检验结果的判定

6.4.1 碳化硅单晶抛光片首先进行表面取向、微管密度、结晶质量、电阻率的抽检,抽检结果中若有一项不合格,则判该批产品不合格。

6.4.2 对 6.4.1 检验合格批次的碳化硅单晶抛光片进行几何参数、表面缺陷、多型的检测,有一项检验结果不合格,则取双倍数量的试样进行重复试验,如仍有检验结果不合格的,则判该批产品不合格。

7 标志、包装、运输、储存和质量证明书

7.1 标志

7.1.1 产品包装盒上应有下列标志:

- a) 产品名称;
- b) 晶型、导电类型、晶向;
- c) 晶片编号。

7.1.2 产品包装箱上应标明:

- a) 产品名称、型号、数量、发货日期;
- b) 供方名称、地址、电话;
- c) 需方名称、地址;
- d) 防撞、防摔、防腐蚀标志。

7.2 包装

7.2.1 在5级洁净室内,将清洗干净的碳化硅单晶抛光片放在特制的聚乙烯圆形包装盒里,用塑料袋充氮气密封。

7.2.2 封装好的晶片连同质量证明书一起装入“物流盒里”(每盒里的晶片数量依据晶片直径而定),再将“物流盒”放入包装箱内,周围用塑料泡沫填充,防止移动或相互挤压,最后用胶带封好。

7.3 运输、储存

7.3.1 产品在运输过程中应防止挤压、碰撞并采取防震、防潮等措施。

7.3.2 产品应存放在洁净、干燥、无化学腐蚀的环境中。

7.4 质量证明书

每批产品应有质量证明书,其上注明:

- a) 合同号、质量证明书编号;
- b) 晶片编号;
- c) 晶片晶型、导电类型;
- d) 晶片加工类型、表面粗糙度;
- e) 晶向角度、晶片直径尺寸、晶片厚度、晶片主/副定位边晶向及长度;
- f) 微管密度、摇摆曲线半高宽、电阻率;
- g) 晶片可用面积;
- h) 检验员盖章;
- i) 出厂日期。

8 订货单(或合同)内容

本标准所列材料的订货单(或合同)内应包括下列内容:

- a) 产品名称;
- b) 型号;
- c) 数量;
- d) 规格,技术要求;
- e) 本标准编号。

附录 A

(规范性附录)

碳化硅单晶抛光片牌号规定

碳化硅单晶抛光片牌号由 9 位数字或字母组成,形式为 WABCDE-XXX,各字母代表的含义如下:

W——标准产品

A——直径

2——50.8 mm

3——76.2 mm

4——100.0 mm

B——晶型

4——4H

6——6H

C——导电类型

N——导电型

S——半绝缘型

D——晶向角度

0——正晶向

1——1°偏角

3——3.5°偏角

4——4°偏角

8——8°偏角

E——等级

P——工业级

R——研究级

D——试片级

X——硅面抛光状态

L——研磨

P——光学抛光

C——化学机械抛光,即开即用

X——碳面抛光状态

L——研磨

P——光学抛光

C——化学机械抛光,即开即用

X——厚度

D—— $(430 \pm 25) \mu\text{m}$

E—— $(350 \pm 25) \mu\text{m}$

F—— $(330 \pm 25) \mu\text{m}$

示例: W24N0P-CPF 代表的含义为该产品为标准产品,直径为 50.8 mm、晶型为 4H、导电型、工业级产品, Si 面经化学机械抛光、C 面为光学抛光、厚度范围为 $(330 \pm 25) \mu\text{m}$ 。

附 录 B

(规范性附录)

碳化硅单晶抛光片摇摆曲线检测方法

B.1 范围

本附录规定了碳化硅单晶抛光片的摇摆曲线的检测方法。

本附录适用于在室温下晶向为[0001]的碳化硅晶片的[0001]方向及(0001)面的摇摆曲线检测。

B.2 方法提要

X射线衍射是一种常用于测量晶体晶格变形引起的残余应力的非破坏性检测方法。存在损伤的晶体完整性下降,从而导致X射线衍射峰宽化,并且随着晶体损伤程度加剧。摇摆曲线是根据晶面固定相应的 2θ 角,通过优化 Φ ,采用三轴晶高分辨X射线衍射方法在小范围内进行 ω 及 $\omega-2\theta$ 扫描,所得到的一个衍射峰强度和 ω 的关系曲线。根据摇摆曲线,计算半高宽,进而表征晶面在该点附近的结晶质量。

B.3 仪器设备

三轴晶高分辨X射线衍射仪。高分辨双晶衍射仪是由单色器轴、样品轴、分析器轴组成的三轴衍射仪,其中样品轴由三个变量组成: ω 是入射线与样品表面的夹角; χ 用于调节样品的俯仰,对样品的偏向进行补偿; Φ 是绕样品法线旋转的一个圆。

B.4 样品

B.4.1 碳化硅单晶抛光片的厚度应为0.4 mm左右。

B.4.2 碳化硅单晶抛光片用肉眼在日光灯下观察表面应没有划痕、凹坑等。

B.4.3 碳化硅单晶抛光片测试前用无水乙醇浸泡多次清洗后,使用超声波清洗机清洗,确保样品表面清洁。

B.5 检测环境

测量应在满足X射线衍射仪工作环境要求的实验室内进行。

B.6 检测程序

B.6.1 测量

B.6.1.1 测量点的位置

去除晶片的边缘区域,沿 $\langle 110 \rangle$ 、 $\langle 100 \rangle$ 方向取点,中心点为一点,各测量点之间的间隔为 $D/4$,共5点,并使(100)面平行于X射线衍射平面。检测点如图B.1所示,其中 D 为样品直径。

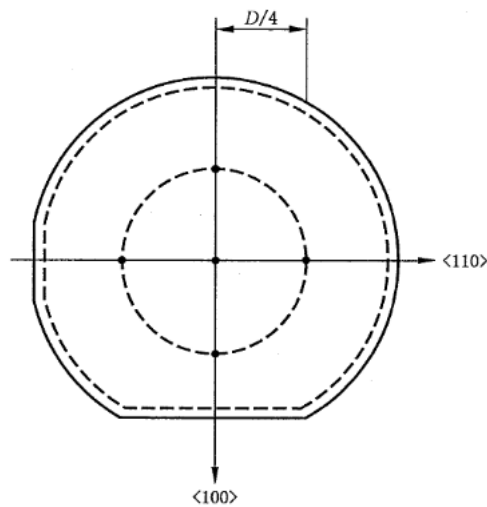


图 B.1 圆形单晶片的测量点位置分布

B.6.1.2 摇摆曲线测量

摇摆曲线的测量按下列步骤进行：

- 调节系统参数：选用红外样品台， $4\times\text{Ge220}$ 单色器， $1/16^\circ$ 发散狭缝，线光源 $0.1\text{ mm}\times 2\text{ mm}$ ，开放式探测器；
- 电压 40 kV ，电流 $10\text{ mA}\sim 40\text{ mA}$ （根据衍射峰强度进行调整）；
- 固定 $2\theta : 6\text{H}$ 碳化硅， $\text{HKL} : 006$ ， 4H 碳化硅， $\text{HKL} : 004$ 。如果晶片存在偏角，可通过设置 offset 进行补偿；
- 进行 ω 扫描粗扫，调节 χ 对 ω 进行补偿，循环扫描、调节，直至半高宽不变，最后精确扫描，扫描范围 0.2° ，步长 0.001° ；
- 记录摇摆曲线，并用专用软件计算摇摆曲线的半高宽。

B.6.2 精密度

本测试方法的半高宽测试结果标准偏差小于 0.3 arcsec ，相对偏差小于 2% 。

B.6.3 测试报告

测试报告应包括以下内容：

- 样品规格、编号；
- 摇摆曲线图；
- 每个测试点半高宽；
- 测试结果；
- 每个测试点的探测器类别；
- 除主峰外的次峰个数；
- 测试日期和测试者。

附录 C

(规范性附录)

碳化硅单晶抛光片多型检测方法

C.1 范围

本方法适用于碳化硅单晶抛光片的多型的测定。

C.2 测试设备

裸眼观测或拉曼光谱测试仪、直尺。

C.3 裸眼检查方法

碳化硅单晶抛光片多型判定,首先采用裸眼宏观检查。不同的晶型会显示不同的颜色(参考图 C.1)。当对结果有异议时,采用拉曼散射法对可疑区域进行扫描判断。

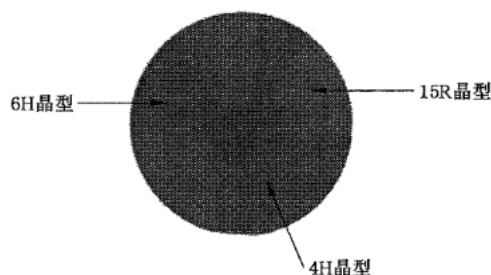


图 C.1 多型示意图

C.4 拉曼散射测试环境

拉曼散射应在下列环境中进行测试:

- a) 温度: 18 °C ~ 28 °C;
- b) 相对湿度: 不大于 75 %;
- c) 测试时要避光。

C.5 测试结果分析

将测试结果与图 C.2 中碳化硅的拉曼标准图谱进行比对,即可判断碳化硅单晶抛光片是否存在多型。如果存在多型,用直尺测量多型区域边界并计算面积,进一步计算多型比例。

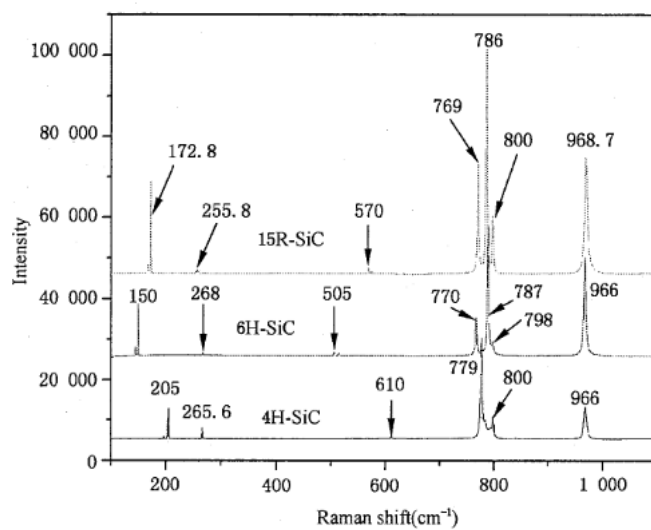


图 C.2 碳化硅的拉曼标准图谱

C.6 测试报告

测试报告应包括以下内容：

- 样品名称、规格型号；
- 碳化硅晶片拉曼光谱图(适用于拉曼测试)及晶型；
- 多型比例；
- 测量环境；
- 测试、审核人签字；
- 测试日期。



GB/T 30656—2014

版权专有 侵权必究

*

书号:155066·1-50707