



中华人民共和国国家标准

GB/T 41605—2022

滚动轴承球用氮化硅材料 室温压痕断裂阻力试验方法 压痕法

Silicon nitride materials for rolling bearing balls—Test method for fracture resistance at room temperature—Indentation fracture (IF) method

[ISO 14627:2012, Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics)—Test method for fracture resistance of silicon nitride materials for rolling bearing balls at room temperature by indentation fracture (IF) method, MOD]

2022-07-11 发布

2023-02-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
滚动轴承球用氮化硅材料
室温压痕断裂阻力试验方法 压痕法
GB/T 41605—2022

*

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)68533533 发行中心:(010)51780238
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 0.75 字数 19 千字
2022年7月第一版 2022年7月第一次印刷

*

书号: 155066·1-70260 定价 20.00 元

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。

本文件修改采用 ISO 14627:2012《精细陶瓷(先进陶瓷、高技术陶瓷) 室温下用压痕断裂法测定滚动轴承球用氮化硅材料抗断裂性能的试验方法》。

本文件与 ISO 14627:2012 相比,在结构上有较多调整。两个文件之间的结构编号变化对照一览表见附录 A。

本文件与 ISO 14627:2012 相比,存在较多技术差异,在所涉及的条款的外侧页边空白位置用垂直单线(|)进行了标示。这些技术差异及其原因一览表见附录 B。

本文件做了下列编辑性修改:

- 为与现有标准协调,将标准名称改为《滚动轴承球用氮化硅材料 室温压痕断裂阻力试验方法 压痕法》;
- 对 ISO 14627:2012 文件的“范围”进行调整,将“范围”中与 $K_{1,IFR}$ 相关的内容与定义 3.1 整合并重新了定义术语“3.1”。

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。

本文件由中国建筑材料联合会提出。

本文件由全国工业陶瓷标准化技术委员会(SAC/TC 194)归口。

本文件起草单位:中材高新氮化物陶瓷有限公司、山东工业陶瓷研究设计院有限公司、合肥汇智新材料科技有限公司、深圳市昊擎科技有限公司、浙江精久轴承工业有限公司、江西工陶院精细陶瓷有限公司、江苏力星通用钢球股份有限公司、洛阳 LYC 轴承有限公司、泰晟新材料科技有限公司、山东国瓷功能材料股份有限公司、东阿海鸥钢球有限公司。

本文件主要起草人:张伟儒、孙峰、徐学敏、董廷霞、刘芸、宋健、徐玄、姚勇伟、张栋、陈常祝、杨勇、莫雪魁、宋海涛、商雁青、张晓丽、赵高明、高礼文、徐金梦、张晶、刘明辉、李洪浩。

滚动轴承球用氮化硅材料 室温压痕断裂阻力试验方法 压痕法

1 范围

本文件描述了在室温下用压痕法(Indentation Fracture, IF)测试氮化硅陶瓷轴承球断裂阻力的试验方法。

本文件适用于轴承球用氮化硅材料。

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。

JC/T 2172 精细陶瓷弹性模量、剪切模量和泊松比试验方法 脉冲激励法

ISO 6507-2 金属材料 维氏硬度试验 第2部分:硬度计的检验与校准(Metallic materials—Vickers hardness test—Part 2: Verification and calibration of testing machines)

注: GB/T 4340.2—2012 金属材料 维氏硬度试验 第2部分:硬度计的检验与校准(ISO 6507-2:2005, MOD)

ISO 26602:2017 精细陶瓷(先进陶瓷、先进技术陶瓷)滚动轴承球和滚子用氮化硅材料[Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics)—Silicon nitride materials for rolling bearing balls and rollers]

注: GB/T 31703—2015 陶瓷球轴承 氮化硅球(ISO 26602:2009, NEQ)

3 术语和定义

ISO 26602:2017 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

压痕断裂阻力 indentation fracture resistance; IFR

$K_{I,IFR}$

材料抵抗压痕产生裂纹扩展的能力。

注: $K_{I,IFR}$ 与材料的耐磨性、轴承球滚动接触疲劳寿命以及氮化硅材料的加工工艺有关。 $K_{I,IFR}$ 不同于断裂韧性

K_{IC} , K_{IC} 是材料的本征性能,与测试方法无关。

[来源:ISO 26602:2017, 3.1, 有修改]

3.2

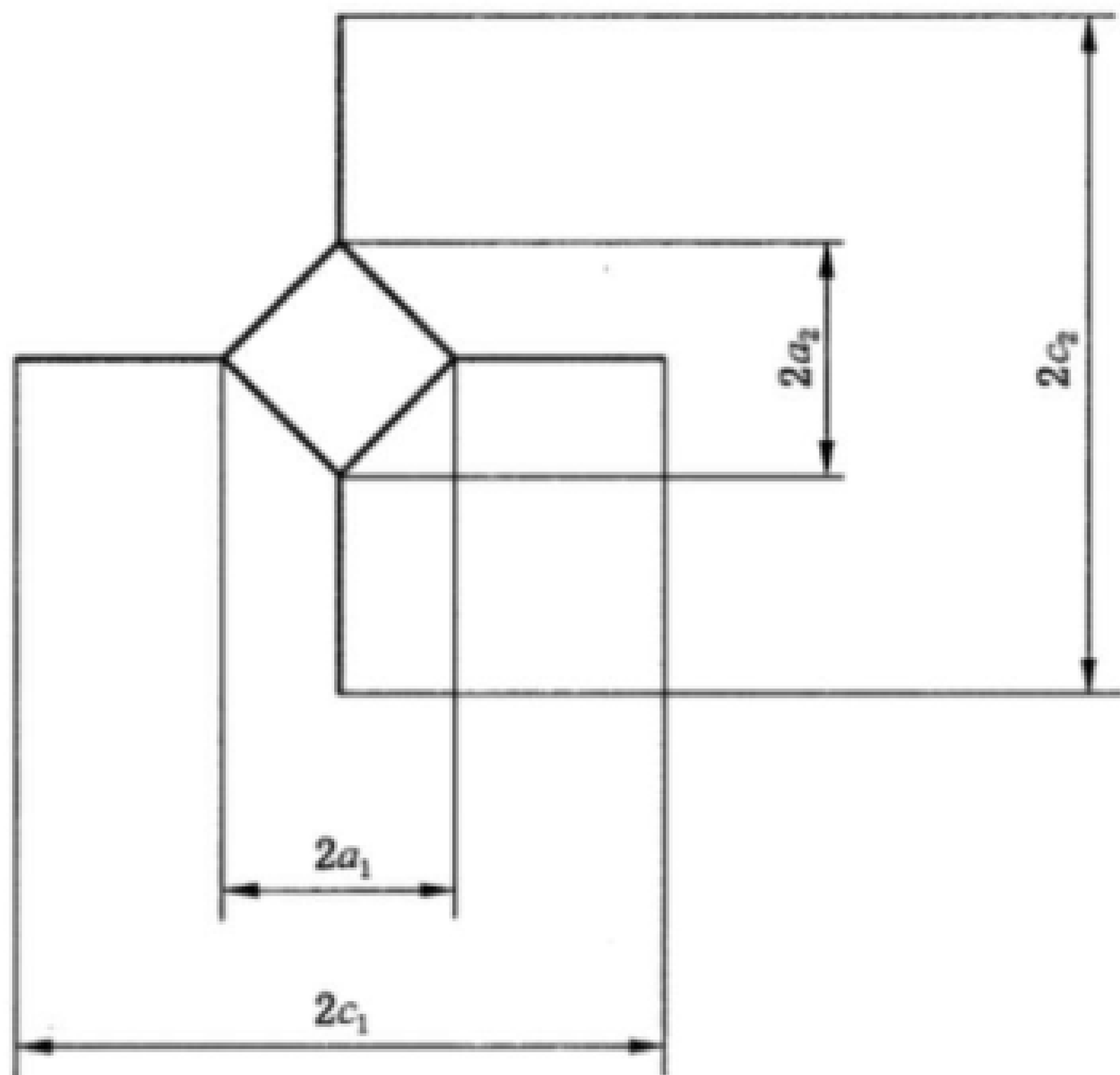
毛坯球 preprocessed ball

烧结后未经加工的氮化硅球。

4 原理

$K_{I,IFR}$ 的检测方法是将维氏硬度计的金刚石压头压入被测样品,压头移出后,测量两条压痕对角线

的长度及两条与之相关的裂纹长度(见图 1),依据第 8 章公式计算得到压痕断裂阻力。



标引序号说明:
 $2a_1$ 、 $2a_2$ ——压痕对角线长度;
 $2c_1$ 、 $2c_2$ ——裂纹对角线长度。

图 1 维氏压痕长度和裂纹对角线长度

5 设备

维氏硬度计:最大载荷不小于 294 N,应符合 ISO 6507-2 的要求。

6 样品

6.1 通用要求

应将毛坯球或成品球加工出平面并抛光后,进行压痕法试验。

6.2 厚度

样品厚度应大于裂纹长度的 5 倍,通常样品厚度宜大于 3 mm。

6.3 表面加工

测试面应平整、光洁。表面粗糙度(Ra)应不大于 $0.1\ \mu\text{m}$ 。

注:如果样品测试区域不足以选取 5 个有效点(有效点的选取需要一定的间距,参见 7.6),如果为小尺寸样品,允许使用同一批材料中尺寸更大的样件,或从同一批材料中随机选择几个轴承球进行测试。

7 试验步骤

7.1 样品放置

将样品放置在硬度计的样品台上,试验样品的测试面应与压头轴线垂直,保证测试过程中样品不会移动。放置时样品表面应保持清洁。

7.2 检查和清洁压头

试验前应检验金刚石压头,如有松动、钝化或开裂,应当更换。试验前应清洁硬度计压头,可以用棉签蘸乙醇、甲醇或异丙醇进行清洁,也可采用压软铜的方法去除碎屑。

7.3 试验载荷

试验条件:载荷 196.1 N,保压时间 15 s。

如果在 196.1 N 载荷下测试,无法得到有效压痕(见图 2),则可改用 98.07 N 的载荷进行试验,并应在试验报告中注明。

- 注 1: 对于具有上升阻力曲线行为的自增韧氮化硅陶瓷,在 98.07 N 下测得的 $K_{L,IFR}$ 数值可能低于在 196.1 N 下的测试值。
- 注 2: 小规格样品测试时,如果样品厚度不能满足 6.2 要求,或样品测试区域不能满足 7.5 要求,可以使用比 98.07 N 更小的载荷进行测试。

7.4 有效压痕

有效压痕的四条主裂纹应从压痕尖端呈正交直线延伸。图 2 所示的均为无效压痕。

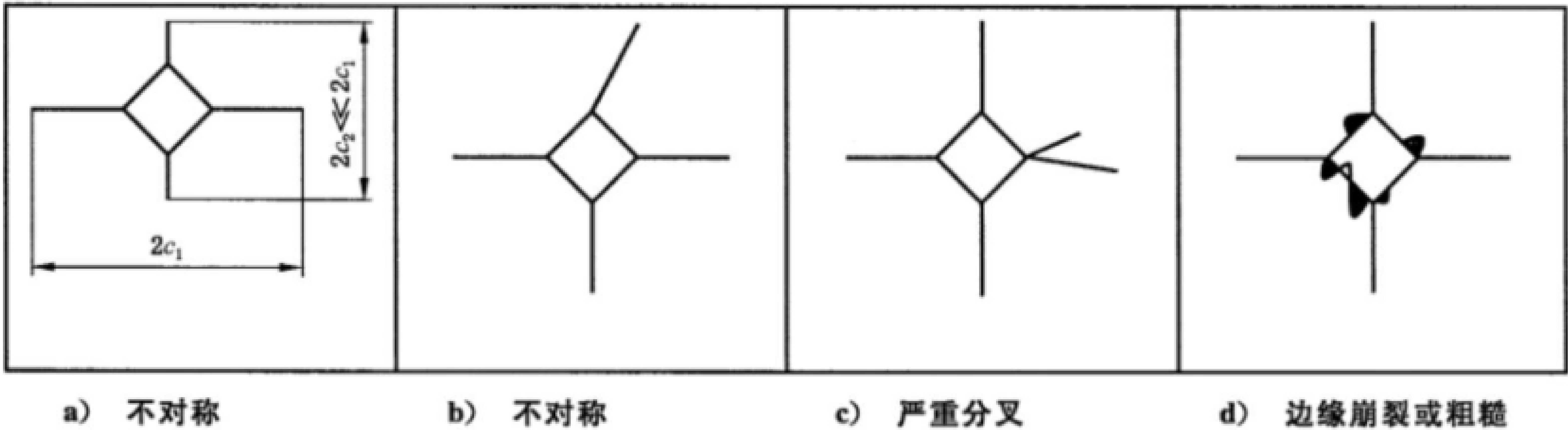


图 2 无效压痕参考图

7.5 压痕数量

有效的压痕数量应不少于 5 个。如图 3 所示,压痕的间距应不小于裂纹对角线长度的 5 倍。压痕与样品边界的距离应不小于裂纹对角线长度的 3 倍。

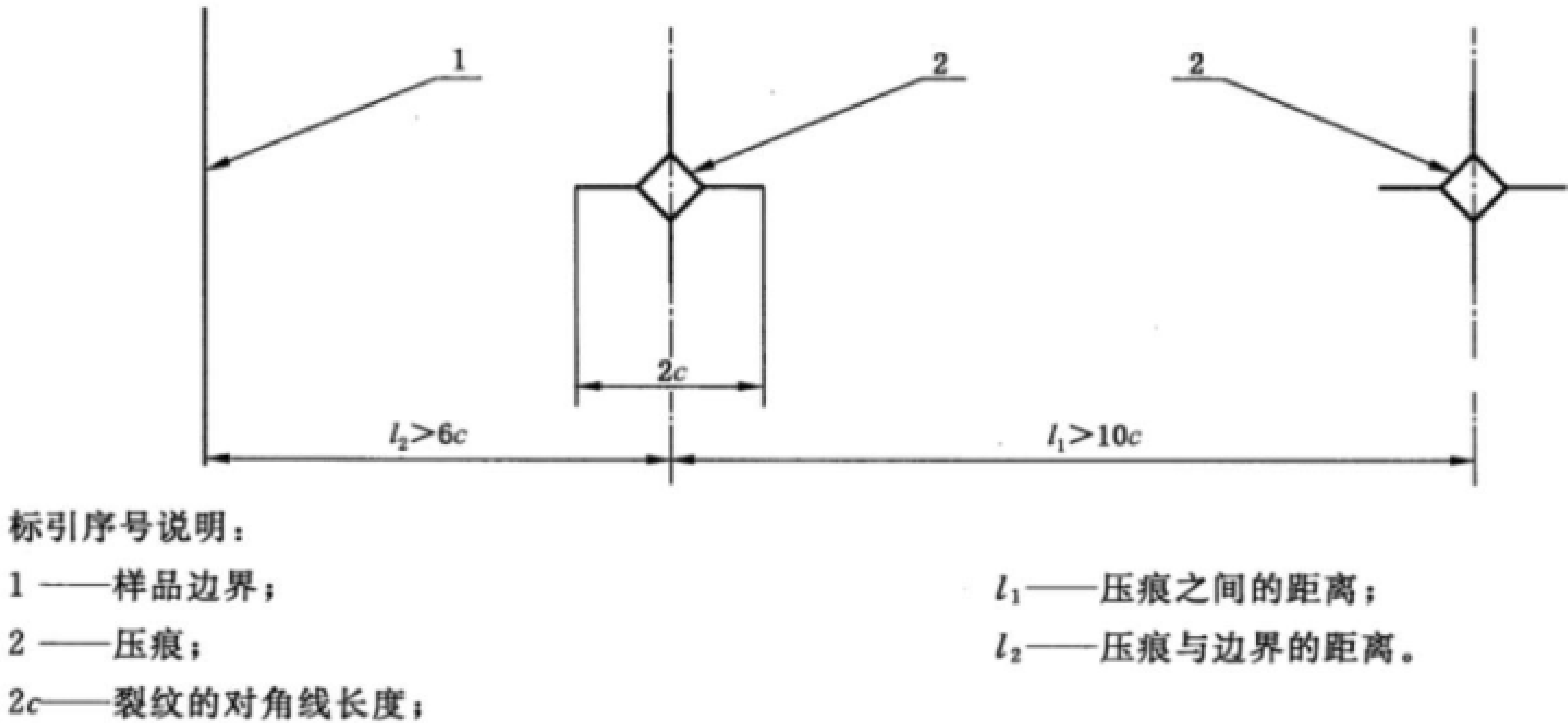


图 3 压痕间距及压痕与样品边界间的最小允许间距

7.6 压痕尺寸的测量

在卸载后 10 min 内用光学读数显微镜测量压痕对角线的长度“ $2a_1$ 、 $2a_2$ ”，精确至 $2\text{ }\mu\text{m}$ 。

7.7 裂纹尺寸的测量

在卸载后 10 min 内用光学读数显微镜测量裂纹对角线长度“ $2c_1$ 、 $2c_2$ ”，精确至 $10\text{ }\mu\text{m}$ 。

注：裂纹尺寸测量的精度取决于材料的微观结构、表面光洁度和显微镜的放大倍数。依据公式(3)，裂纹长度的测量精度影响压痕断裂阻力的数值，因此推荐使用大于 100 倍的倍数来读取数值。

应在测试报告中注明测量裂纹长度用放大倍数。

8 计算

8.1 计算单个压痕 $2a$ 和 $2c$ 的平均值，见公式(1)：

$$2a = \frac{2a_1 + 2a_2}{2} \text{ 和 } 2c = \frac{2c_1 + 2c_2}{2} \dots\dots\dots(1)$$

8.2 计算单个压痕维氏硬度值，见公式(2)：

$$HV = 0.001\ 854 \frac{P}{(2a)^2} \dots\dots\dots(2)$$

式中：
HV ——维氏硬度，单位为吉帕(GPa)；
P ——载荷，单位为牛顿(N)；
a ——压痕平均对角线半长，单位为毫米(mm)。

8.3 计算单个压痕断裂阻力，见公式(3)：

$$K_{1,IFR} = 0.000\ 978 \left(\frac{E}{HV}\right)^{0.4} \left(\frac{P}{C^{1.5}}\right) \dots\dots\dots(3)$$

式中：
 $K_{1,IFR}$ ——压痕断裂阻力，单位为兆帕米的二分之一次方(MPa·m^{1/2})；
E ——弹性模量，单位为吉帕(GPa)；
HV ——维氏硬度，单位为吉帕(GPa)；
P ——载荷，单位为牛顿(N)；
C ——裂纹的平均半长，单位为毫米(mm)。

注：因氮化硅陶瓷材料在 98.07 N 及以上的载荷下，只会出现半月形裂纹，所以满足公式(3)的使用条件。
如能获得和一批轴承球相同材料的测试样品，应根据 JC/T 2172 来测量该批氮化硅的弹性模量，否则允许使用文献中给出的弹性模量数据。

9 测试报告

9.1 抗压痕断裂试验结果测试报告应包含以下内容：

- a) 实验室的名称和地址；
- b) 测试日期、客户名称和地址、报告人签名；
- c) 对本文件的引用；
- d) 测试材料的描述：弹性模量、批次代码、制造日期等信息；
- e) 测试样品尺寸；

- f) 测试样品的制样和加工条件(例如样品需要热处理);
- g) 试验设备的名称和型号;
- h) 试验观测裂纹的放大倍数;
- i) 试验载荷;
- j) 用来计算压痕断裂阻力的弹性模量以及测量方法,如 JC/T 2172;如使用文献数据,应提供数据来源;
- k) 试验结果:有效压痕的数量、总的压痕数、平均压痕断裂阻力、标准差。

9.2 以下内容可选项目:

- a) 样品的添加剂种类与烧结方法;
- b) 样品的力学性能,如弯曲强度、维氏硬度等。

附 录 A
(资料性)
结构编号对照一览表

表 A.1 给出了本文件与 ISO 14627:2012 结构编号对照一览表。

表 A.1 本文件与 ISO 14627:2012 结构编号对照情况

本文件结构编号	ISO 14627:2012 结构编号
1	1
2	2
3	3
3.1	3.1
3.2	3.2
4	4
5	5
—	5.1
—	5.2
—	5.3
6	6
6.1	6.1
6.2	6.2
6.3	6.3
7	7
7.1	7.1
—	7.2
7.2	7.3
7.3	7.4
7.4	7.5
7.5	7.6
7.6	7.7
7.7	7.8
8	8
8.1	8.1
8.2	8.2
8.3	8.3
9	9
附录 A	—
附录 B	—

附 录 B
(资料性)
技术差异及其原因一览表

表 B.1 给出了本文件与 ISO 14627:2012 技术差异及其原因的一览表。

表 B.1 本文件与 ISO 14627:2012 技术差异及其原因

本文件结构 编号	技术差异	原因
5	将“5.1”与“5.2”整合为第 5 章,删除了 ISO 14627:2012 中“5.3”,用最新版 ISO 6507-2 代替了上一版	适应我国技术条件,简化文本内容
6.3	删除了测试的注意事项	增强可操作性,便于文件的应用
7.2	增加了试验前对压头的检查的描述	增强可操作性,便于文件的应用
7.4	删除了对四种无效压痕的描述	增强可操作性,便于文件的应用
8.3	将 ISO 17561 所规定的方法,更改为我国的 JC/T 2172 所提及的方法测定试样弹性模量	适应我国技术条件,简化文本内容
9.1	删除了 ISO 14627:2012 的第 9 章中 h)、j)和 n)的内容,同时根据我国的技术标准,对 ISO 14627:2012 第 9 章中 l)的内容做出相应修改:用来计算压痕断裂阻力的弹性模量以及测量方法,如 JC/T 2172。如使用文献数据,应提供数据来源	增强可操作性,便于文件的应用
9.2	更改 ISO 14627:2012 的第 9 章中必选项目 o)、p)为可选项目	增强可操作性,便于文件的应用

参 考 文 献

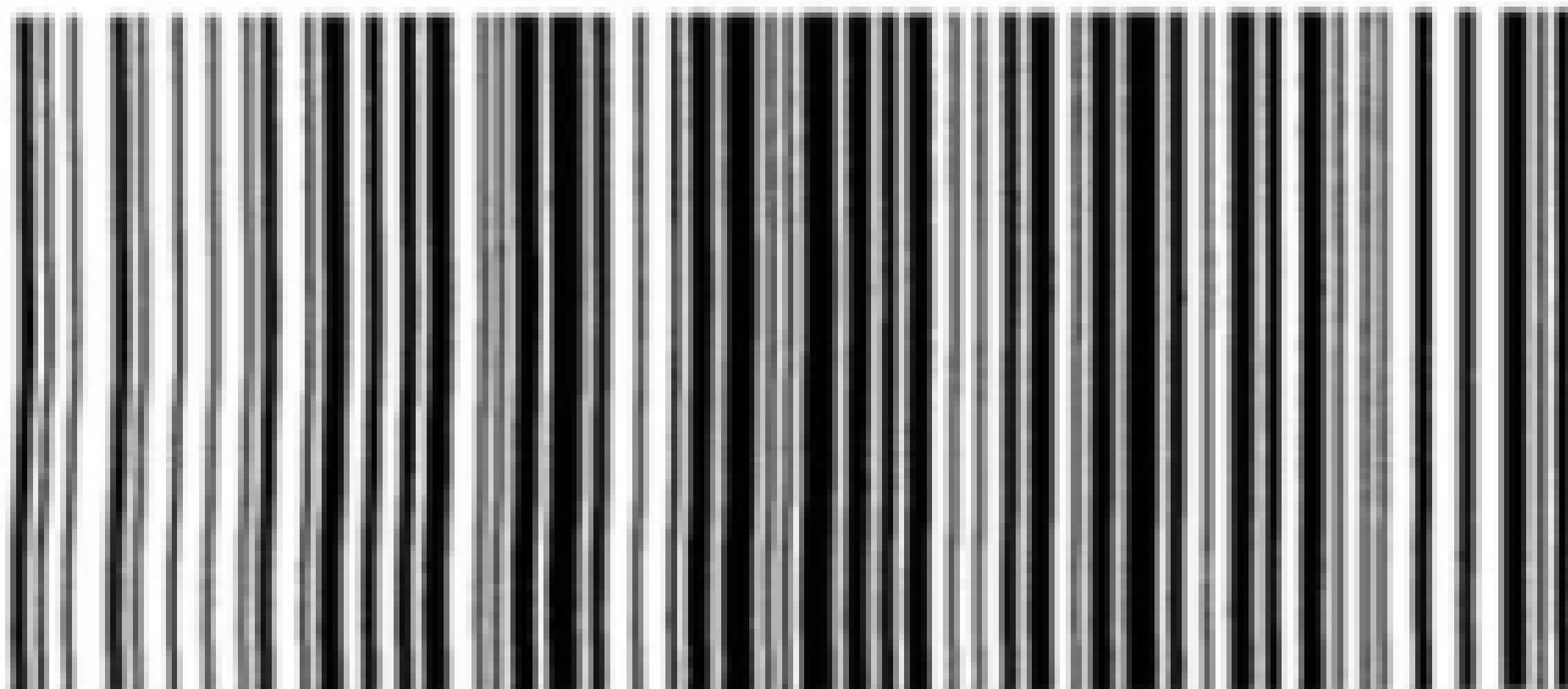
[1] A fracture mechanics analysis of indentation-induced Palmqvist crack in ceramics

[2] Evaluation of K_{ic} of brittle solids by the indentation method with low crack-to-indent ratios

[3] Further Reply to “Comment on ‘Elastic /Plastic Indentation Damage in Ceramics ;The Median/Radial Crack System’”

[4] LUBE, T. Indentation crack profiles in silicon nitride, J. Eur. Ceram. Soc., 21, 2001, pp. 211-218

[5] MIYAZAKI, H., HYUGA, H., YOSHIZAWA, Y., HIRAO, K. and OHJI, T. Crack profiles under a Vickers indentation in silicon nitride ceramics with various microstructures, Ceram. Int., 36, 2010, pp. 173-179



GB/T 41605—2022



码上扫一扫 正版服务到

版权专有 侵权必究

*

书号:155066 · 1-70260

定价 20.00 元



www.bzxz.net

免费标准下载网