

# 氮化铝陶瓷表面断裂韧度测试

HMV-003

**摘要：**本文参考了显微维氏硬度计的普遍测试方法，使用岛津岛津 HMV-G31 显微维氏硬度计对氮化铝陶瓷表面用维氏压头加载后通过显微影像测定其断裂韧度。试验表明，岛津 HMV-G31 显微维氏硬度计可以满足测试氮化铝陶瓷表面断裂韧度的需求，能获取可靠的断裂韧度。

**关键词：**万能试验机 氮化铝陶瓷 断裂韧性测试

随着电子设备仪器的小型轻量化以及集成度的大幅提高，对基板散热能力要求越来越高，而氮化铝陶瓷基板是解决高散热密度问题的一种新型的，最适合半导体芯片安装的陶瓷基板。而测定氮化铝陶瓷表面断裂韧度也成为该材料力学评价的一项要求。

断裂韧性表征材料阻止裂纹扩展的能力，是度量材料的韧性好坏的一个定量指标。在加载速度和温度一定的条件下，对某种材料而言它是一个常数，它和裂纹本身的大小、形状及外加应力大小无关，是材料固有的特性，只与材料本身、热处理及加工工艺有关。当裂纹尺寸一定时，材料的断裂韧性值愈大，其产生裂纹失稳扩展所需的临界应力就愈大；当外力一定时，若材料的断裂韧性值愈高，其裂纹达到失稳扩展时的临界尺寸就愈大。

断裂韧性在工程中受到重视，例如同一系列的材料的断裂韧性值随屈服强度增加而下降。因此，尽管按屈服强度准则认为已进行十分安全设计的高强度材料的结构，由于其构件中某种原因或有缺陷或产生裂

纹，也会发生不稳定断裂造成致命的损伤。

因此，测定氮化铝陶瓷材料表面断裂韧度也是评价该材料稳定的一项重要参数，也从另一个方面实现对氮化铝陶瓷强度提供评价与参考的方法。

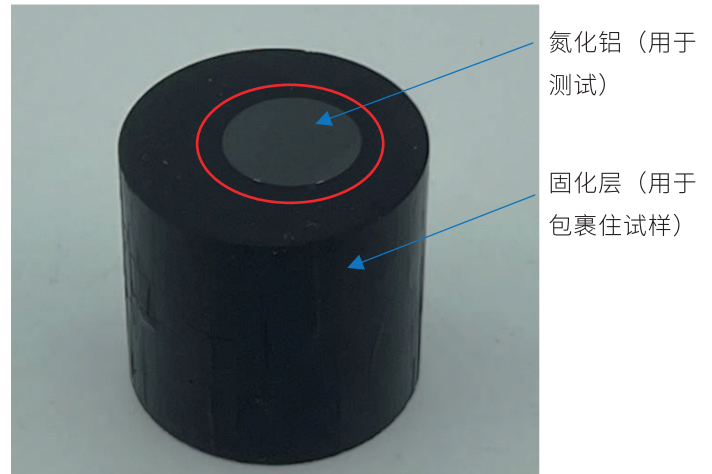


图 1 氮化铝陶瓷镶嵌试样

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器与夹具

HMV-G31 显微维氏硬度计

HMV-G 软件

### 1.2 分析条件

试验温度：室温 20°C 左右

加载载荷：HV1 (9.807N)

物镜规格：40 倍物镜

保持时间：10 秒

### 1.3 样品前处理

试样为  $\phi 22$  mm 高 20 mm 圆柱形样品，顶部平面镶嵌氮化铝试样片，测试前需用无纺布喷酒精后擦拭氮化铝表面，以去除表面氧化层。

## ■ 表面断裂韧性试验介绍

测试时先在断裂韧性测试中输入测试样品的弹性率，查得氮化铝陶瓷的弹性率为  $3.2 \times 10^{11}$  Pa 并填入框中（如下图），以 HV1 (9.807 N) 加载在氮化铝表层上，保持时间 10 秒，可获得清晰的压痕。压载完成后，先读取表面维氏硬度，然后切换到读取裂纹，所测得的数值即为断裂韧性。

初始条件设定

试验结果保存路径: C:\Shimadzu\HMV-G\Data 参照...

输出CSV: C:\Shimadzu\HMV-G\CSV 参照...

试验模式:  连续试验  标准试验

试验用压头设定:  压头1  压头2  
维氏 2次 其结果是明确的，如果你改变压头的形状。

读取物镜:  左  右  左2  右2  
40倍 H 0.19231 V 0.19231 um/pixel  开关自动镜头

自动读取模式:  镜面用  磨损面、腐蚀面用  
 提示高级搜索 5 pixel 图像清晰度(磨损面、腐蚀面用)  
 指定区域搜索 1/8 10

换算硬度记号: 无

读取数字测微仪坐标

断裂韧性试验 弹性率 3.2 x10<sup>11</sup> [Pa]

确定 取消

图2 输入弹性率值

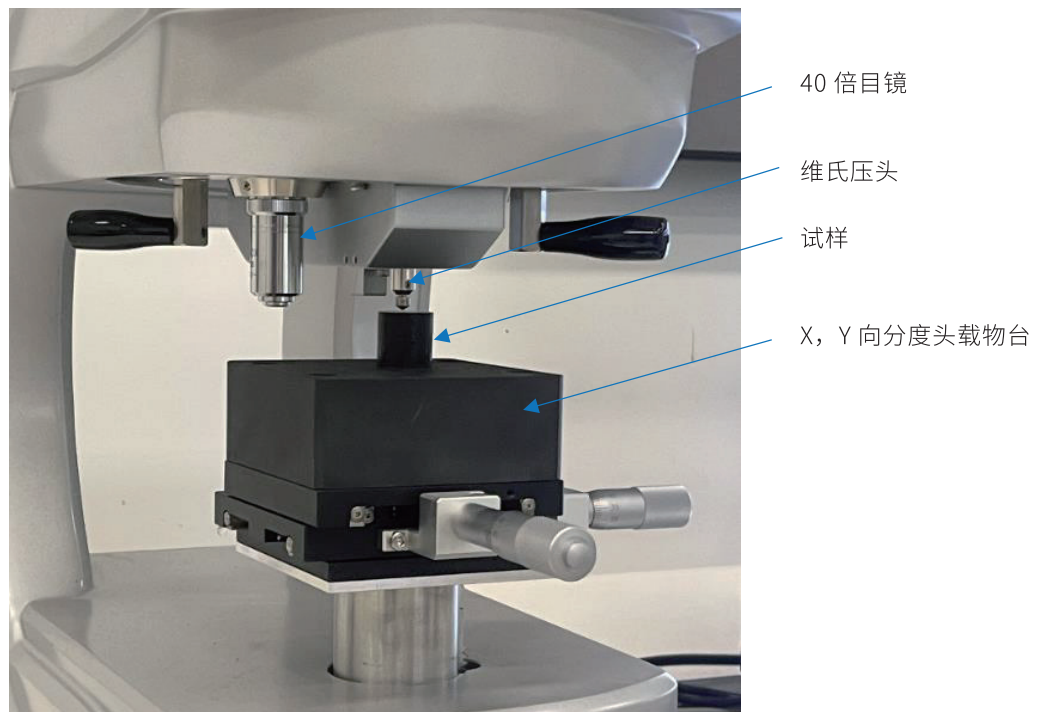


图3 使用岛津压盘压缩夹具进行循环压缩测试

## ■ 结果与结论

### 3.1 循环压缩试验结果

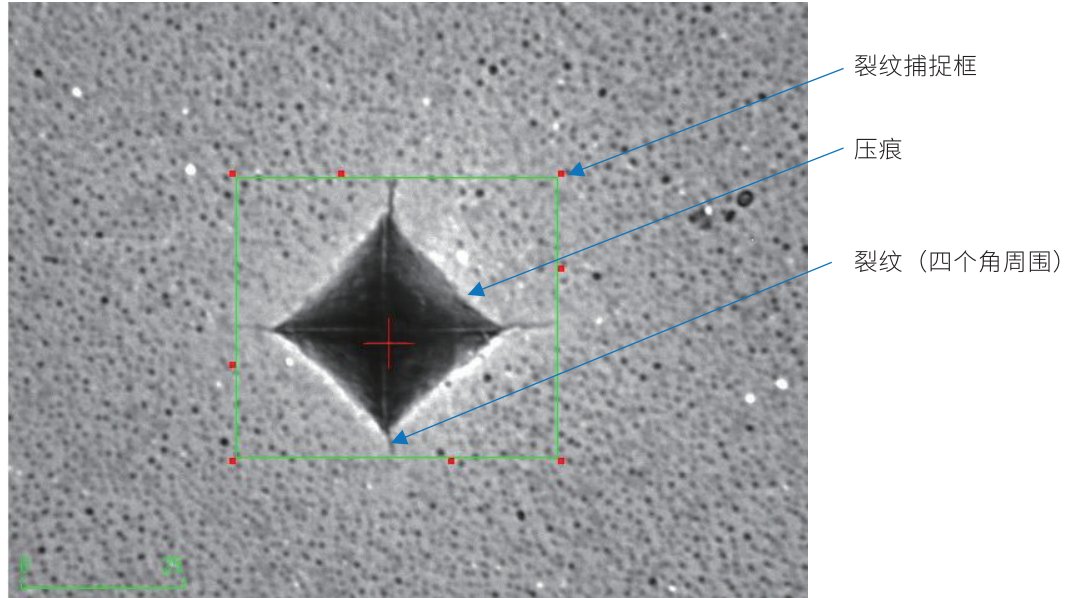


图 4 用 HMV-G31 捕捉压痕的裂纹长度

根据 HMV 软件中预设的断裂韧性计算公式：

$$Kc = 0.026 \frac{E^{\frac{1}{2}} P^{\frac{1}{2}} a}{C^{\frac{3}{2}}}$$

Kc: 断裂韧性值 (Pa) · m<sup>1/2</sup> P: 试验力 (N)

E: 弹性模量

C: 平均裂纹长度的 1/2 (m)

a: 1/2 的对角线平均长度穿过压痕 (m)

同时断裂韧性测试必须满足以下条件：

1. 裂纹必须沿压痕角的对角线延伸出现。
2. 必须确定两个扩展方向上裂纹长度的差异应小于等于平均裂纹长度的 10%。
3. 裂缝长度必须至少为管道长度的 2.5 倍印痕的对角线。
4. 裂纹由操作员手动确定。

表 1 测试结果

压痕编号	维氏硬度 (HV)	断裂韧性值 (Pa · m <sup>1/2</sup> )
1	1539	6.8e+006
2	1522	6.8e+006
3	1522	6.8e+006
4	1522	6.8e+006
5	1539	6.8e+006

如上图，在氮化铝陶瓷表面完成 5 个清晰的压痕，维氏硬度值保持稳定，通过测量裂纹长度和面积所获取的断裂韧度稳定为  $6.8e+006$ 。

## ■ 结论

综上所述，使用岛津 HMV-G31 显微维氏硬度计，能够测得氮化铝陶瓷表面断裂韧度，可用于评价氮化铝陶瓷的表面裂纹产生扩散情况，且测试对试样表面影响小，操作便捷，在氧化铝陶瓷材料的开发与生产品控中能够发挥重要作用。

岛津应用云

