



世界最新的材料评估方法

# 涂层/材料综合性能评价试验机 (MSE微粒喷浆冲蚀法)



超硬、超薄、透明、超软、复合涂层的最新评估方法

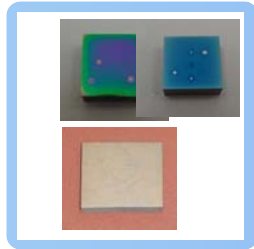


# 涂层/材料综合性能评价试验机 (MSE微粒喷浆冲蚀法)

## MSE 应用领域



透明\光学涂层



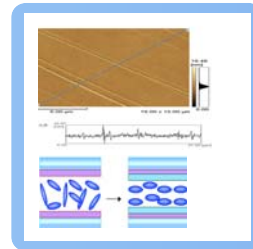
超硬涂层 DLC



超硬\耐高温涂层



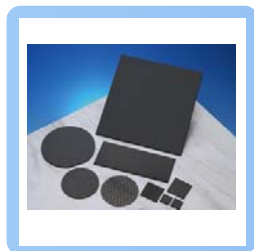
润滑涂层



超薄\复合涂层



超软\复合涂层



CVD金刚石



切削工具

超薄

透明

超软

超硬

复合涂层

### 1、先进的评估技术：

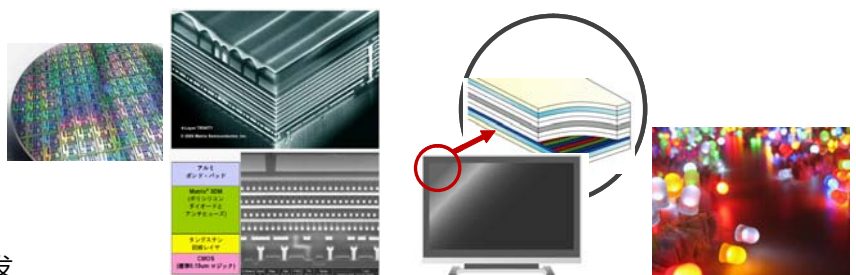
- 摩擦表面的镀膜技术和品质管理（如切削工具、滑动表面镀膜的评价）
- 超硬镀膜的技术和品质管理（如DLC、CVD钻石的评价）
- 透明薄膜的技术和品质管理（如液晶膜的评价）
- 光学功能膜的评价
- 塑料上的硬质薄膜的技术和品质管理（如触摸屏、眼镜镜片的评价）

### 2、适用范围：涂层、镀层、镀膜

- 涂层强度数值化
- 涂层与涂层、涂层与基体结合情况
- 表面至基体的强度变化
- 通过对膜的检测，评价镀膜工艺
- 涂层均匀性评价

### 3、尖端技术领域的需求：

- 切削和研磨工具研发领域
- 液晶 LED研发领域
- 半导体研发领域
- 燃料电池/太阳电池的研发
- 汽车/飞机/火箭等坚硬材料和耐高温材料的研发

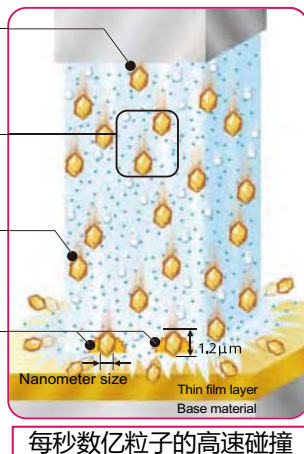


压缩空气与浆料（水和固体粒子的混合物）在喷嘴中混合后，高速喷射到样品表面，产生相应的冲蚀痕迹。可快速评估各种涂层/材料表面性能，特别适合于目前难以测量的涂层。

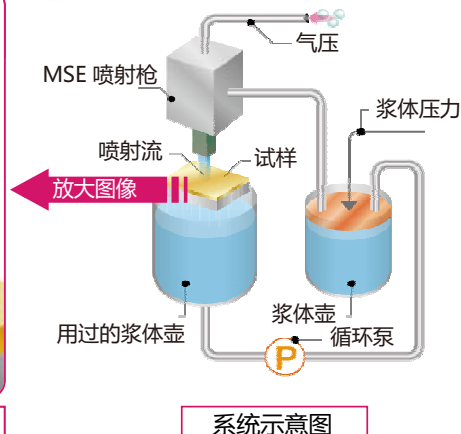
## MSE 测量原理

### 基本要素

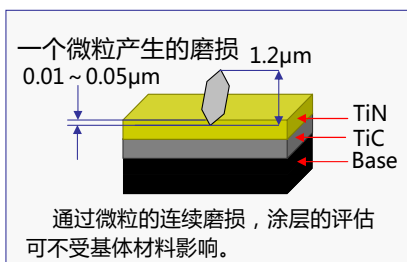
- 1 固体微粒**  
1 $\mu$ m左右直径，每个粒子能产生10-50nm磨痕。
- 2 浆体**  
水和固体粒子（粉末）混合物。精确控制喷射压力和流速。
- 3 高速喷射**  
可达100m/s的高速碰撞。
- 4 大量固体粒子的碰撞**  
每秒数亿粒子的大量冲击。



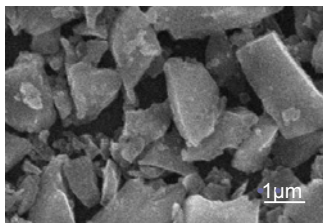
### 系统结构



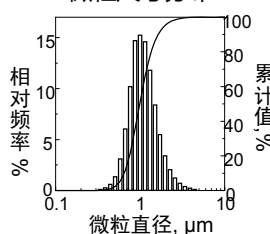
## MSE 表面发生的状态



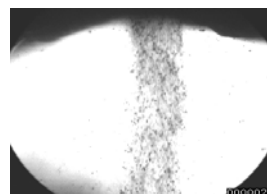
微粒图片



微粒尺寸分布



冲蚀图像

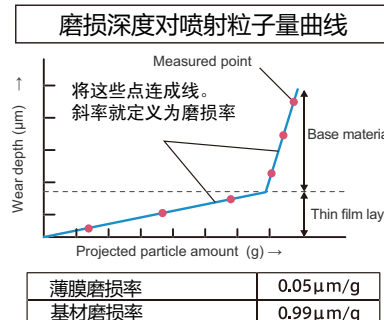
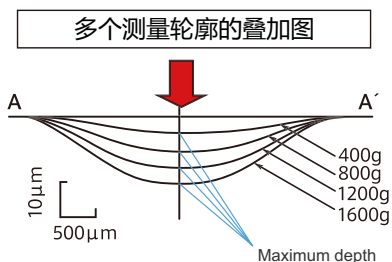
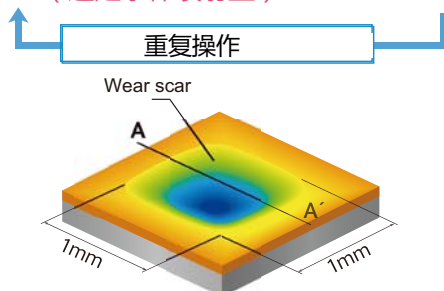


- ① 微粒流量  
平均直径 1.2  $\mu$ m  
浓度 3 wt%  
浆体流速 125 ml/min  
每秒180亿个粒子！
- ② 碰撞速度  
大约 100m/s

一个粒子产生的磨损深度是nm尺寸 → 精度高  
持续碰撞 → 重复性好

## MSE 测量步骤

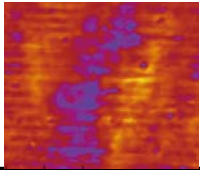
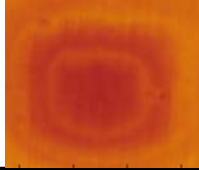
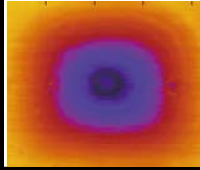
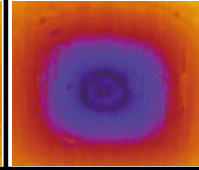
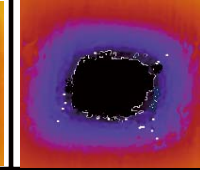
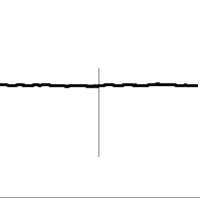
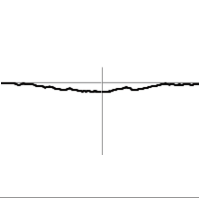
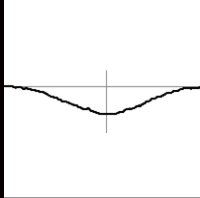
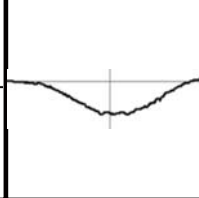
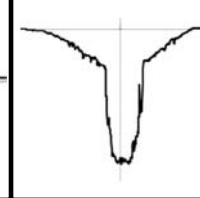
- 1 浆体喷射在预定的样品表面** (选定浆体喷射量)
- 2 磨痕的轮廓测量**
- 3 数据处理**

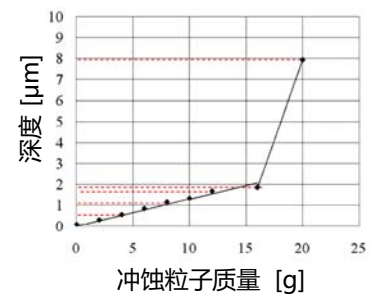
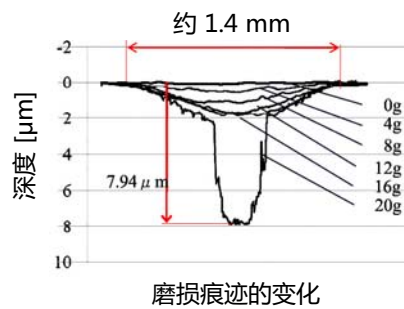
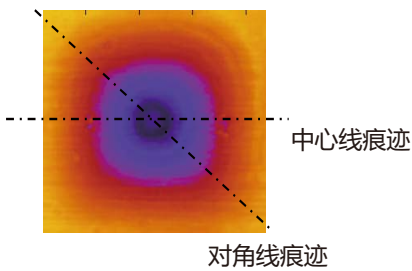


## MSE 测量示例

TiN 涂层举例

使用非接触激光显微镜测量

微粒质量	0g	4g	12g	16g	20g
磨损轨迹					
截面轮廓					
深度(μm)	0.08	0.56	1.69	1.86	7.94

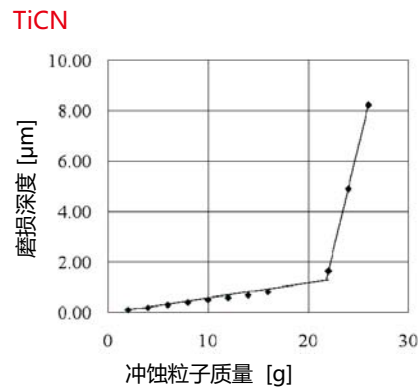
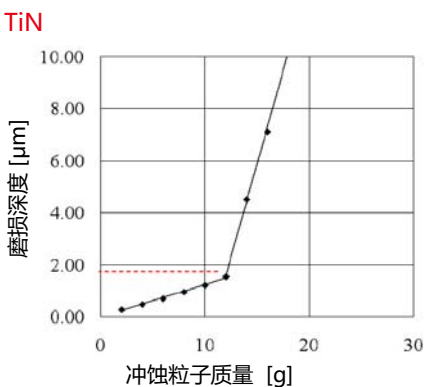


直线的斜率即为磨损率 WR。

$$\text{磨损率}[\mu\text{m/g}] = \frac{\text{深度}[\mu\text{m}]}{\text{微粒质量}[\text{g}]}$$

	TiN	基体
WR	0.129	1.520

## MSE 单层涂层测量示例



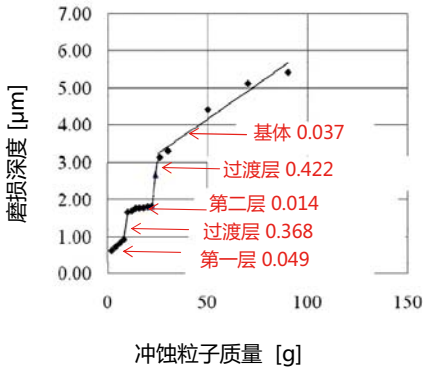
磨损率对比表[μm/g]

	TiN	TiCN
涂层	0.125	0.060
基体	1.434	1.643

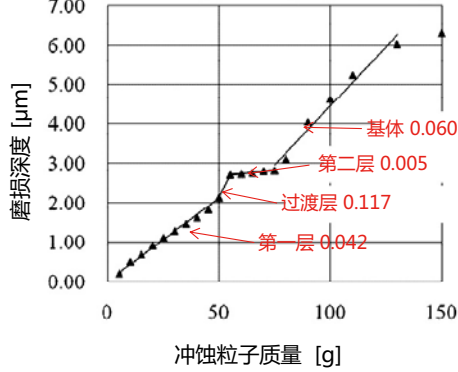
- 可用于各种材料
- 可分别评估薄膜涂层和基体材料

## MSE 多层涂层测量示例

涂层①



涂层②



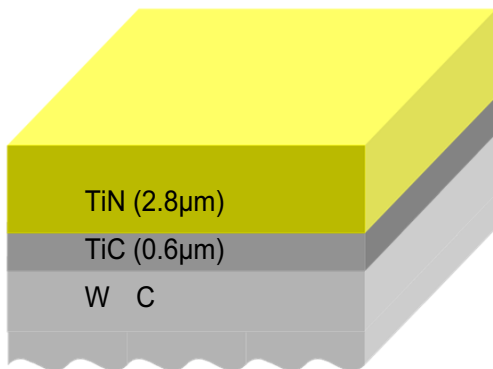
磨损率对比表[μm/g]

	①	②
第一层	0.049	0.042
过渡层	0.368	0.117
第二层	0.014	0.005
过渡层	0.422	-
基体	0.037	0.060

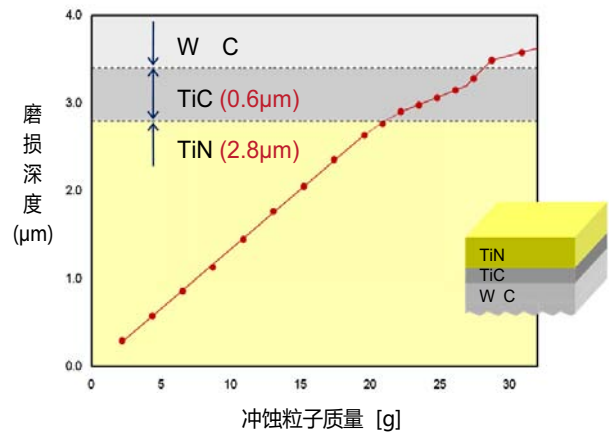
- 多层涂层的连续评估
- 截面轮廓的精细分析

## MSE TiN复合涂层测量示例

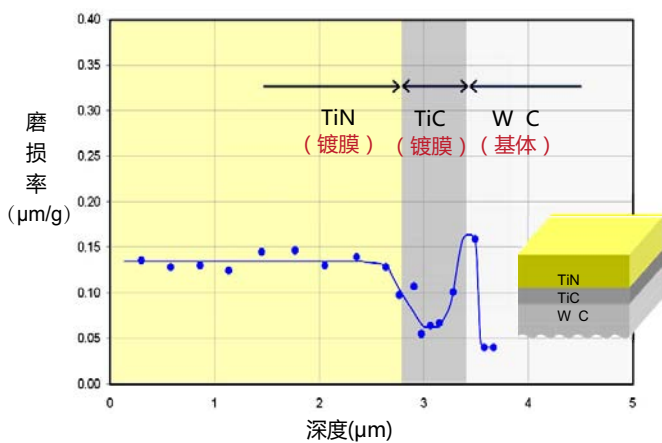
TiN 多层膜



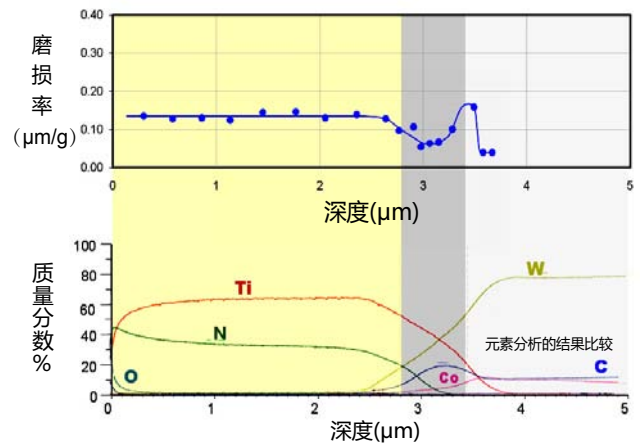
磨损图



磨损率分布图



与元素分析的结果比较



## MSE 测试步骤



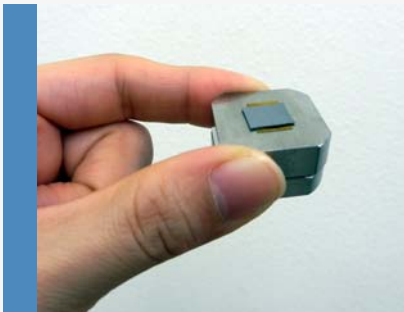
浆体容器台



浆体是水和MSE专用粒子的充分混合物



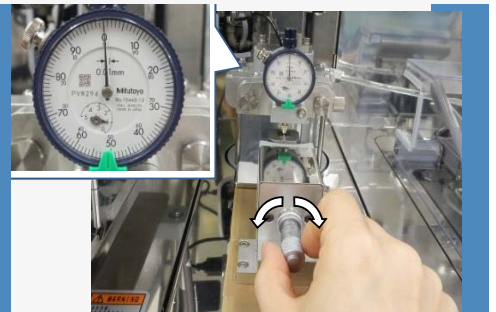
浆体容器安装在容器台



标准样品和试验台



在试验台上固定样品



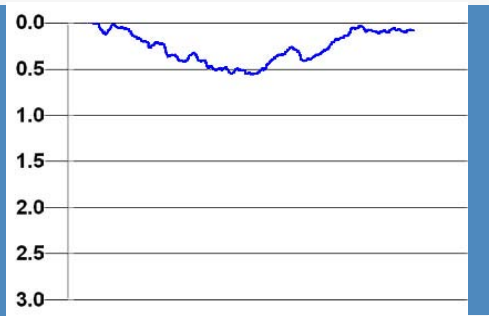
高度调整



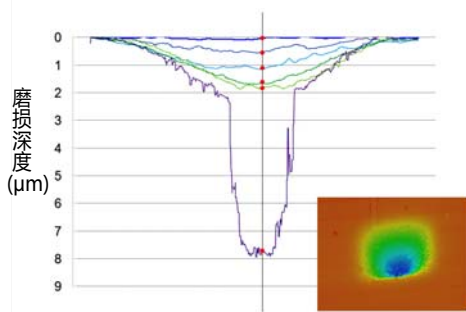
喷射条件设定好后，自动开始试验



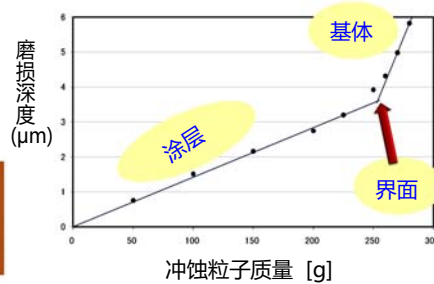
表面形貌测定



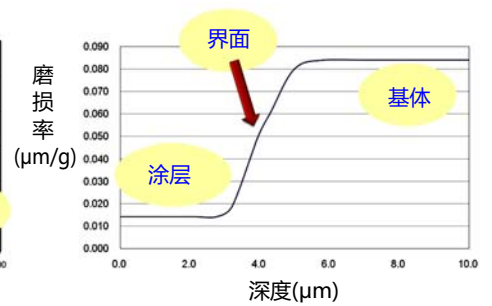
轮廓测量



磨损深度测量



磨损曲线



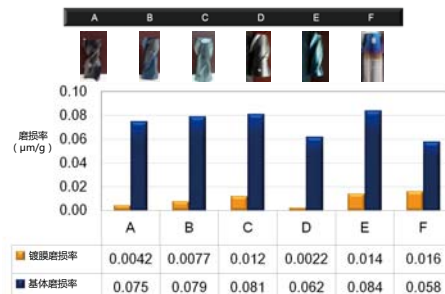
磨损率曲线

## MSE 评估事例

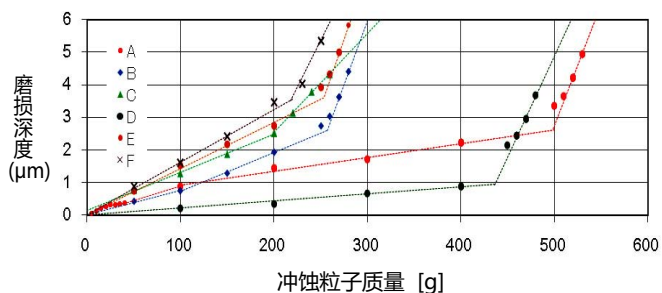
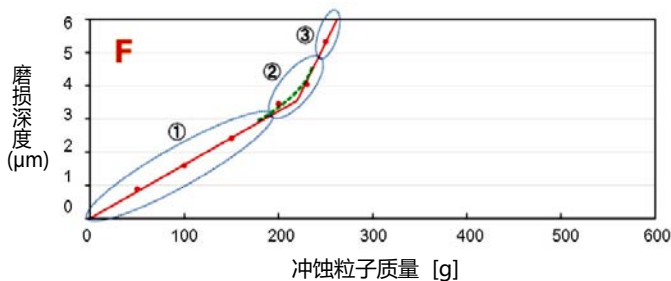
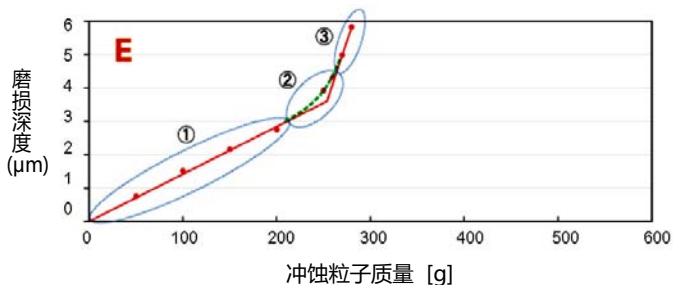
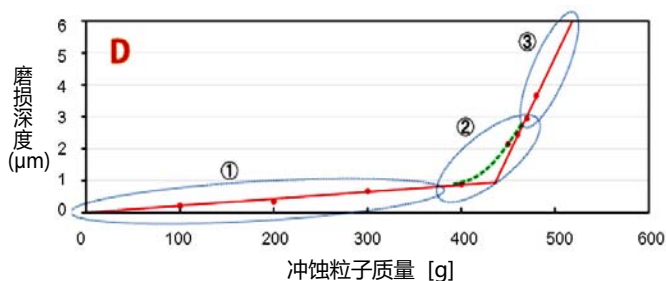
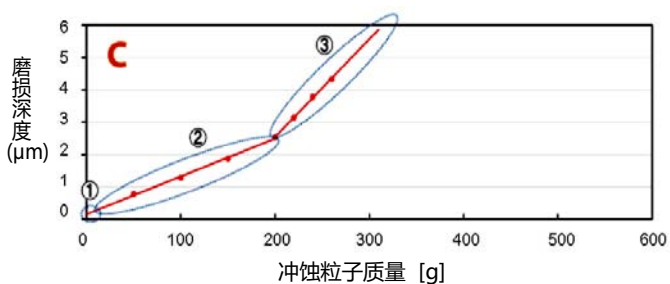
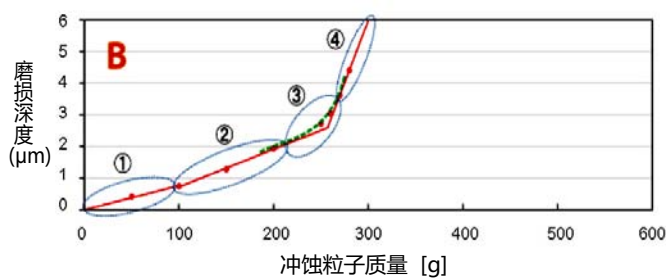
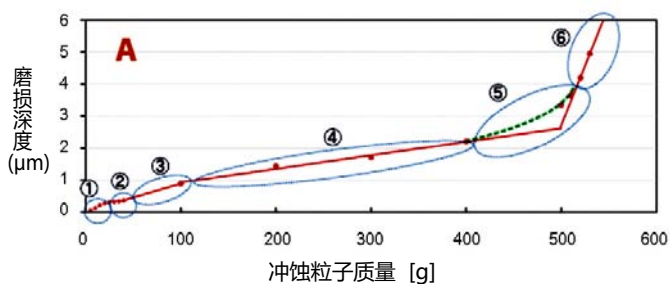
用微粒浆料喷射冲蚀MSE 方法对市场上销售的六种不同的 DLC 涂层的铣刀进行测量。



DLC 磨损率列表

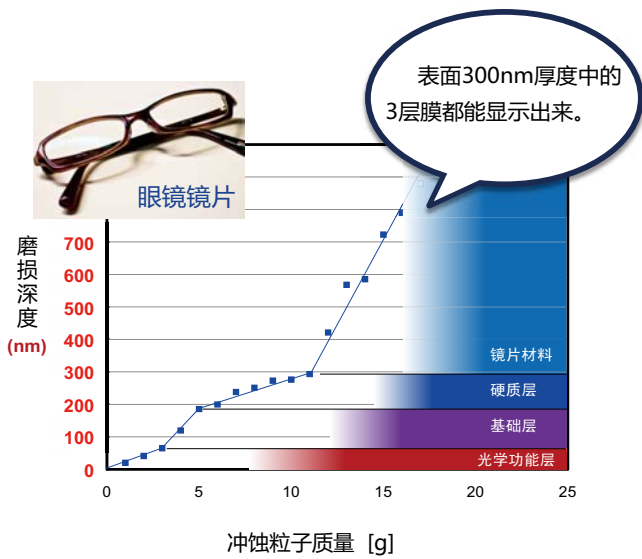


通过观察 A 到 F 六个试样图表，可看出其各自表面强度分布不同。即使具有同样DLC表面涂层，由于磨损率高或低，膜的薄厚会多少有些不同。六种DLC膜的不同加工工艺，导致磨损率最多相差约9 倍。膜厚度最小为0.9μm，最大3.4μm。



样品	膜厚(μm)	磨损率 μm/g	
		DLC涂层	基体
A	2.5	①0.014 ②0.0036 ③0.0087 ④0.0042	①0.075
B	2.5	①0.0077 ②0.012	①0.079
C	2.2	①0.012	①0.031
D	0.9	①0.0022	①0.062
E	3.4	①0.014	①0.084
F	3.4	①0.016	①0.058

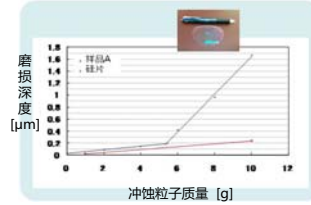
## ■ 塑料镜片上的硬质薄膜的膜强度和膜厚度



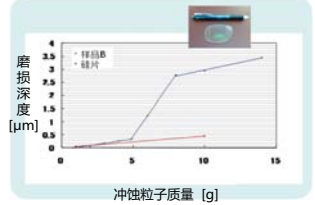
### ■ 眼镜外表薄膜的评估事例

— 1/300磨损力 —

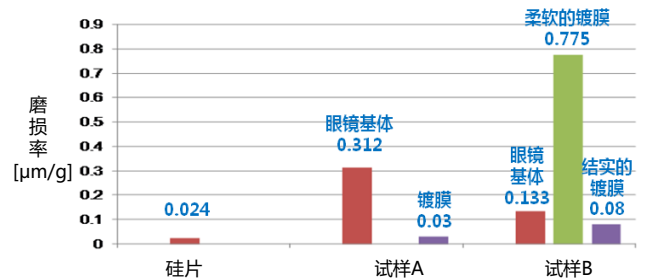
#### 样品 A



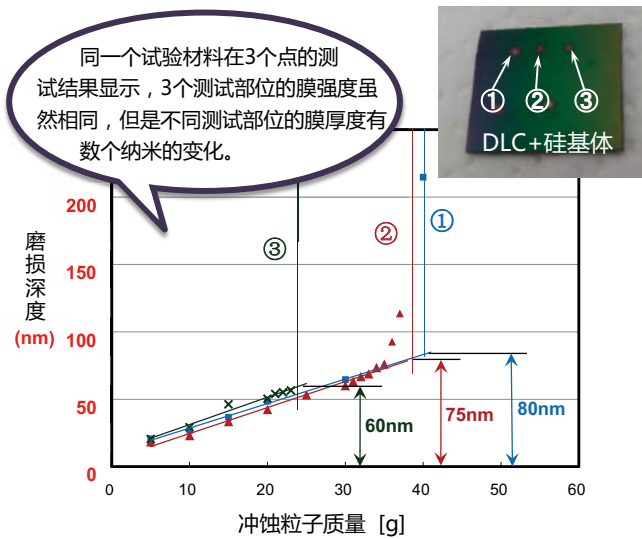
#### 样品 B



#### 磨损率比较



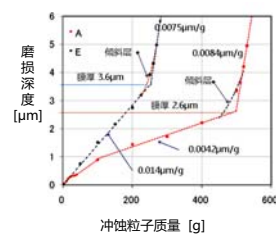
## ■ 基体表面上很薄的DLC涂层的膜强度和膜厚度



### ■ DLC 评估事例

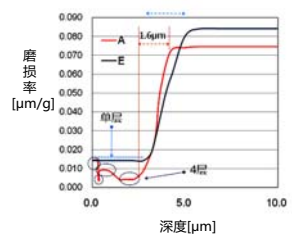
— 标准磨损力 —

#### 磨损率图



知道各部分的磨损率和膜厚。也知道倾斜层的存在。

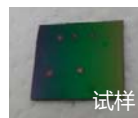
#### 磨损率分布图



膜的构成和倾斜层的厚度。

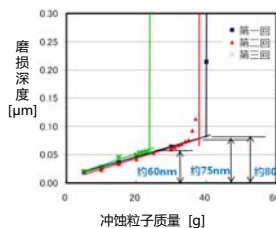
### ■ 柔软材料上的结实镀膜的评估事例

— 标准磨损力 —



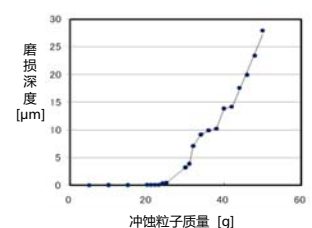
基体	硅片
镀膜	DLC

#### 磨损率图



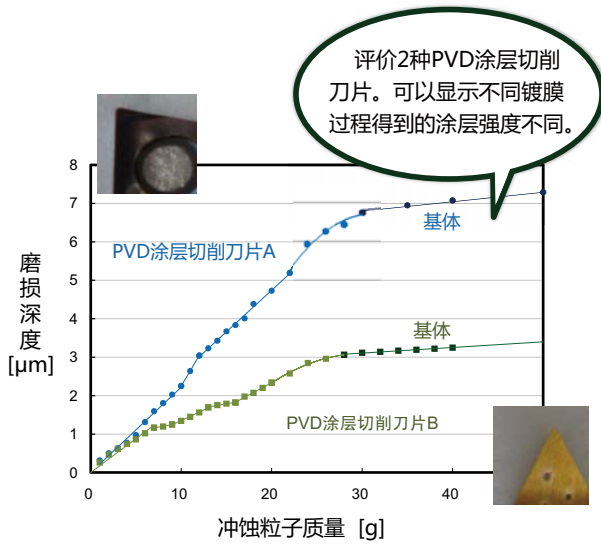
3个地方显示的膜厚不同

#### 硅基体的磨损图表



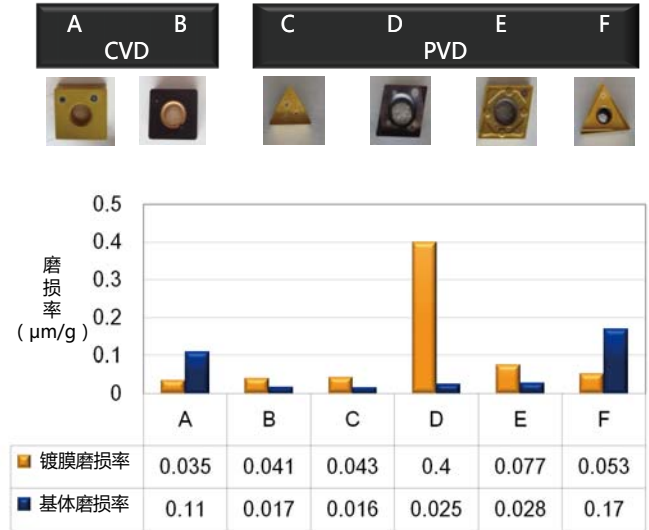


## ■ PVD 陶瓷表面复合涂层的膜强度和膜厚度



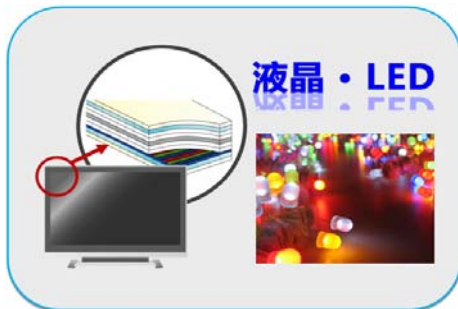
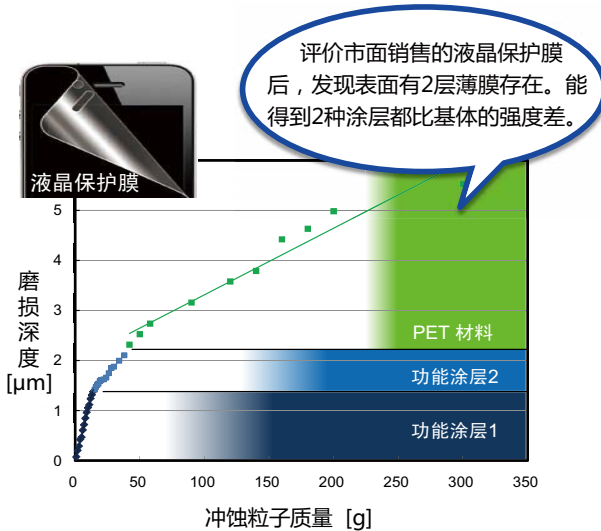
可以测量涂层表面到基体的连续强度分布。

### CVD · PVD 涂层磨损率排列表



## ■ 树脂薄膜上软材质复合涂层的膜强度和膜厚度

可以测量薄和软的基体材料上的复合涂层的各层强度。

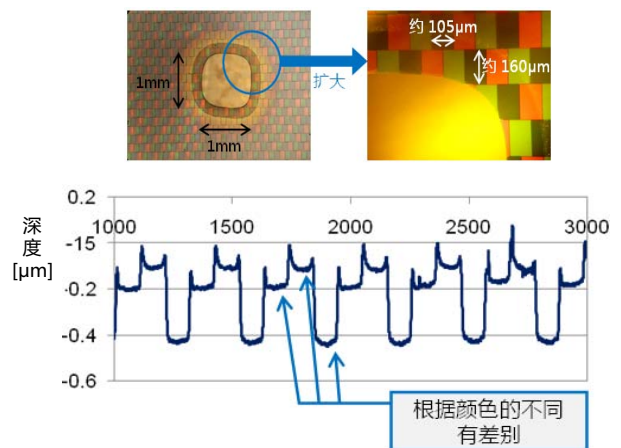


### ■ 有颜色过滤层的评估事例

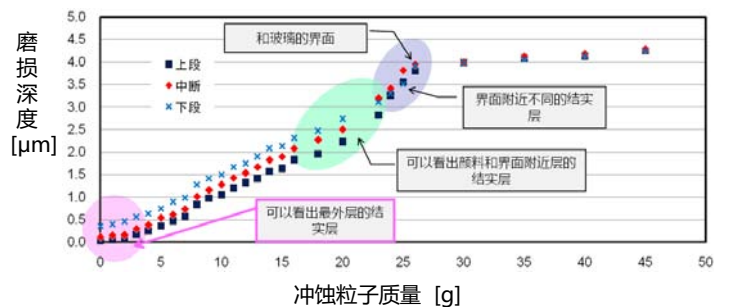
— 1/300 摩擦率 —

试样

手机的颜色液晶过滤层基体

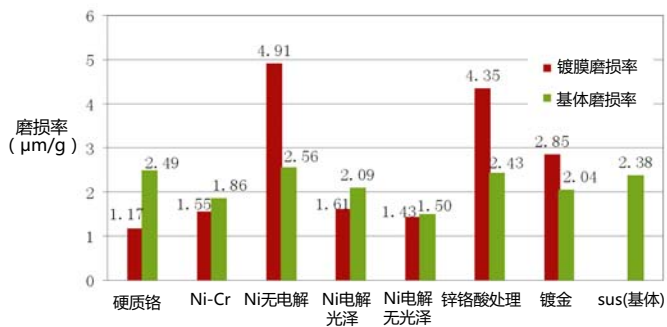
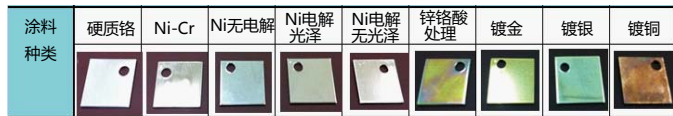


磨损图表

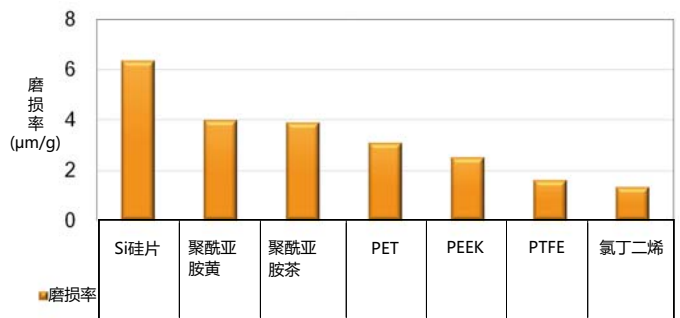
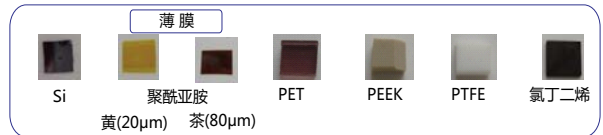


## ■ 磨损率排列表

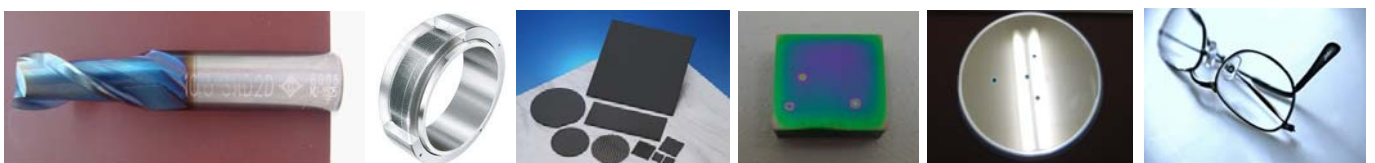
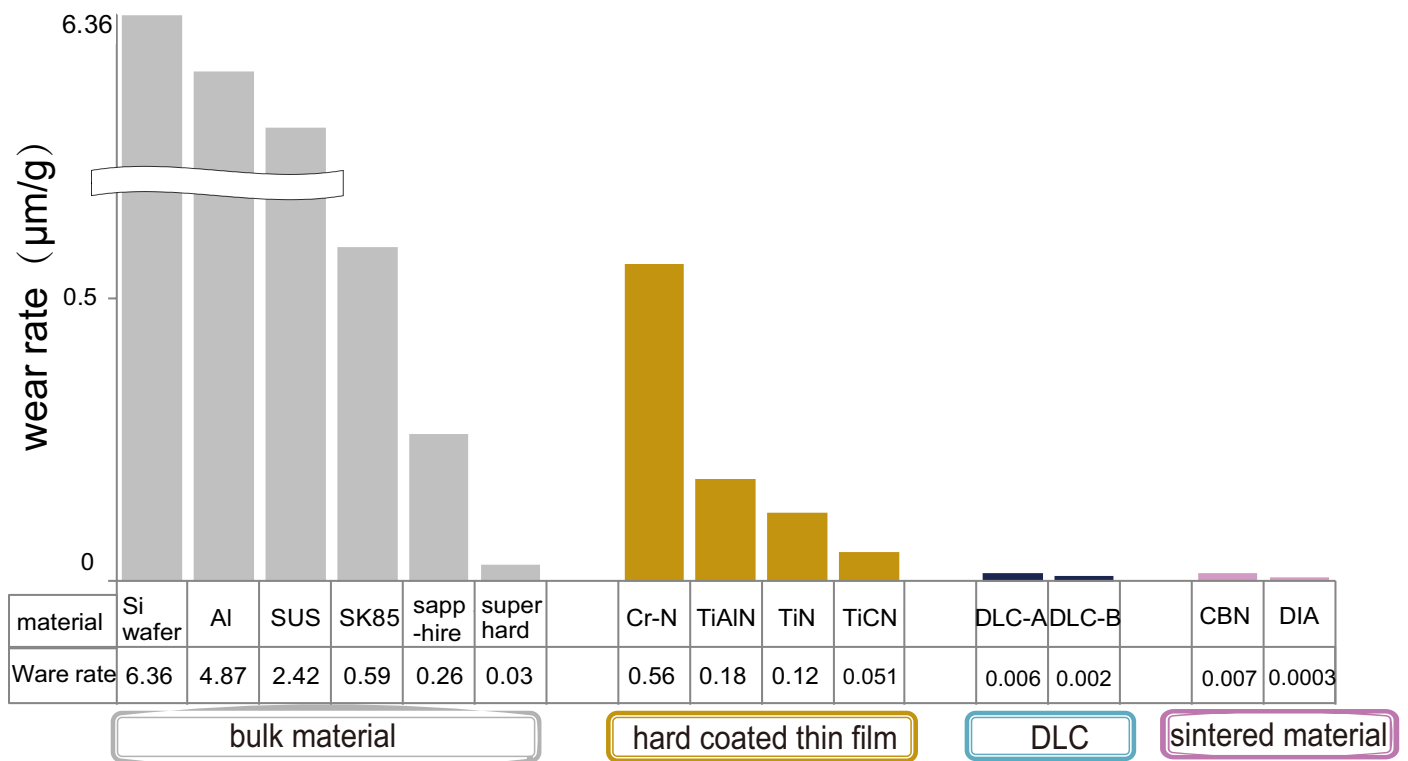
冶金类磨损率排列表



树脂类材料排列表



## ■ 各种材料的摩擦率等级



## ■ MSE 试验装置



MSE-A  
全自动型



MSE-B  
简易型



MSE-S  
超精密型

## ■ MSE 技术参数

	MSE-S	MSE-A	MSE-B
<b>基本规格</b>			
构造	磨损处理系统	磨损处理系统	磨损处理系统
	-	样品清洗单元	-
	-	自动测量系统	-
	-	数据处理系统	-
<b>测试规格</b>			
样品尺寸(不大于)	30mm×30mm×10mm	30mm×30mm×10mm	50mm×50mm×10mm
磨损面积	□ 1 mm <sup>2</sup>	□ 1 mm <sup>2</sup>	□ 2mm <sup>2</sup>
颗粒类型	平均直径 1.2μm ( WA8000)	平均直径 1.2μm ( WA8000)	平均直径 1.2 ~ 100μm
浆液浓度	3wt% ( 恒定 )	3wt% ( 恒定 )	MAX 5wt%
浆液罐容量	1 L	1 L	1 L
喷射角度	90° ( 恒定 )	90° ( 恒定 )	60 ~ 90° ( 喷射过程中恒定 )
喷射分辨率	0.5 g	0.5 g	0.5g
连续测量的准确度	±8%	±8%	±8%
<b>测量部分参数</b>			
测量方法	-	垂直扫描干涉仪形状测量	-
面积	-	1330×1760μm	-
深度	-	20μm	-
分辨率	-	20nm	-
<b>主体参数</b>			
尺寸	w700×d530×h610	w1100×d500×h650	w600×d550×h650
测量控制部分	-	w550×d550×h580	-
屏幕	-	w400×d200×h400	-
<b>电源</b>			
电源	100V 0.8kVA	100V 1kVA	100V 0.8kVA
<b>气源</b>			
气源	干燥空气 0.55MPa 以上 15L / min ( ANR 0.4kw相当 )	干燥空气 0.55MPa 以上 15L / min ( ANR 0.4kw相当 )	干燥空气 0.55MPa 以上 15L / min ( ANR 0.4kw相当 )
<b>其他</b>			
其他	空气和水废液	水源、空气和水废液	空气和水废液

## ■ 日本Palmeso 公司

日本Palmeso Co., Ltd.公司与福井大学历经10年合作研发的MSE试验机是世界唯一的采用全新方法评估涂层材料的试验机，对划痕、压痕、摩擦磨损试验不能解决的涂层及材料常规方法不能精细评估的样品可提供精确的表面涂层评估。该试验机是唯一的可以评估硬质涂层的试验机，填补了现在各种试验机不能评估硬质涂层的空白，是尤其针对超硬、超薄、透明、超软及复合涂层的全新评估方法。

百匯諸行皆有益

興業千年助國強

**佰汇兴业（北京）科技有限公司**

BaiHui XingYe (Beijing) Technology Co., Ltd.

北京市海淀区西八里庄路69号西楼201室 | 100142

Tel: +86 (0)10 8811 0667/5228/6879 | Fax: +86 (0)10 8814 2618

www.bhxytech.com | info@bhxytech.com