

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 26332.1—2018/ISO 9211-1:2010  
代替 GB/T 26332.1—2010

---

## 光学和光子学 光学薄膜 第 1 部分：定义

Optics and photonics—Optical coatings—  
Part 1: Definitions

(ISO 9211-1:2010, IDT)

2018-03-15 发布

2018-10-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会



## 目 次

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 前言 .....                        | III |
| 1 范围 .....                      | 1   |
| 2 基本定义 .....                    | 1   |
| 3 按功能定义薄膜 .....                 | 4   |
| 4 常见的薄膜缺陷定义 .....               | 4   |
| 5 其他术语和定义 .....                 | 6   |
| 附录 A (资料性附录) 常见的薄膜缺陷的显微照片 ..... | 7   |
| 参考文献 .....                      | 16  |



## 前 言

GB/T 26332《光学和光子学 光学薄膜》分为以下4个部分：

- 第1部分：定义；
- 第2部分：光学特性；
- 第3部分：环境适应性；
- 第4部分：规定的试验方法。

本部分为GB/T 26332的第1部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分代替GB/T 26332.1—2010《光学和光学仪器 光学薄膜 第1部分：定义》。

本部分与GB/T 26332.1—2010相比，主要技术变化如下：

- 更改了标准的名称；
- 删除了“微划痕”“大溅点”“大微粒”和“孔径锥角”4个术语；
- 删除了术语“通光孔径”的别名“有用区域”；
- 附录A中的手绘图片均改为显微照片；
- 对部分文字表述进行了调整；
- 将术语“细划痕”改为“发状划痕”；
- 将术语“薄膜空隙”改为“薄膜空缺”；
- 将术语“相变”改为“相移”；
- 将术语“溅点”改为“喷溅点”；
- 将术语“裂纹”改为“断裂”；
- 将术语“龟裂”改为“裂纹”；
- 将术语“污点”改为“色斑”；
- 将术语“剥离”改为“剥落”。

本部分使用翻译法等同采用ISO 9211-1:2010《光学和光子学 光学薄膜 第1部分：定义》。

本部分由中国机械工业联合会提出并归口。

本部分起草单位：沈阳仪表科学研究所有限公司、浙江大学、大连化学物理研究所、同济大学、沈阳汇博光学公司、杭州科汀光学技术有限公司。

本部分主要起草人：高鹏、阴晓俊、费书国、孙龙、章岳光、王占山、顾培夫、程鑫彬、邓淞文、王峰、赵帅锋、王瑞生、王银河、徐秋玲、殷波。

本部分所替代标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 26332.1—2010。



# 光学和光子学 光学薄膜

## 第1部分:定义

### 1 范围

GB/T 26332 规定了在光学元器件及基片表面镀制的光学薄膜的应用功能分类、技术指标的标准表述形式、常规特性及试验测量方法,但不拟用于规定镀制方法。

GB/T 26332 不适用于眼科光学(眼镜)的光学薄膜。

GB/T 26332 的本部分界定了光学薄膜的相关术语,包括基本定义、按功能定义薄膜、常见的薄膜缺陷定义、其他术语和定义。

### 2 基本定义

#### 2.1 镀膜表面

##### 2.1.1

**元件和基片的表面镀膜** surface treatment of components and substrates

使用一种或多种材料,在元件表面镀膜,用以改变元件原表面的光学、物理或化学性质。

注:基片被视为是几何完美和光学均质的。在实际操作中,将基片及其表面作为一个整体进行检验测量。

##### 2.1.2

**入射介质** incident medium

光射入薄膜前经过的介质。

##### 2.1.3

**出射介质** emergent medium

光射出薄膜后进入的介质。

注:基片除了作为薄膜的机械支撑基底,也是薄膜的入射和(或)出射介质。

#### 2.2 镀膜表面的光学特性

##### 2.2.1 概述

镀膜表面的光学特性可以用分光光度值来描述,这些特性与电磁波传播的能量(辐射或发光)相关,并为波长、入射角、偏振态的函数。另外,散射也是影响镀膜表面光学特性的因素。

注1:在表述与光谱相关的函数时,通常将波长 $\lambda$ 写入圆括号内作为符号的一部分来表示。

注2:波长( $\lambda$ )可用波数( $\sigma$ )或光子能量( $h\nu$ )来代替。 $h$  = 普朗克常数; $\nu$  = 频率。建议波长的单位为纳米(nm)或微米( $\mu\text{m}$ ),波数的单位为厘米的倒数( $\text{cm}^{-1}$ ),光子能量的单位为电子伏特(eV)。

##### 2.2.2

**光谱透射比** spectral transmittance

$\tau(\lambda)$

透过的与入射的辐射能通量或光通量的光谱密集度之比。

[ISO 80000-7:2008,定义 7-22.3]

注1:光谱透射比与光谱光密度 $D(\lambda)$ 相关: $\tau(\lambda) = 10^{-D(\lambda)}$ 。

注2:光谱透射比的百分比表示形式称为光谱透射率,用符号 $T(\lambda)$ 表示。

## 2.2.3

**光谱反射比 spectral reflectance**

$\rho(\lambda)$

反射的与入射的辐射能通量或光通量的光谱密集度之比。

[ISO 80000-7:2008, 定义 7-22.2]

注：光谱反射比的百分比表示形式称为光谱反射率，用符号  $R(\lambda)$  表示。

## 2.2.4

**光谱吸收比 spectral absorptance**

$\alpha(\lambda)$

吸收的与入射的辐射能通量或光通量的光谱密集度之比。

[ISO 80000-7:2008, 定义 7-22.1]

## 2.2.5

**光谱散射 spectral scatter**

在某一表面或某一介质的作用下，一束光的传播由一个方向改变到多个方向，光的空间分布发生了变化，而组成这束光的任一单色成分的频率均未发生任何变化。

注 1：2.2.2~2.2.5 中定义的物理量之间的关系见式(1)~式(3)：

$$1 = \tau(\lambda) + \rho(\lambda) + \alpha(\lambda) \quad \dots\dots\dots(1)$$

其中：

$$\tau(\lambda) = \tau_r(\lambda) + \tau_d(\lambda) \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\rho(\lambda) = \rho_r(\lambda) + \rho_d(\lambda) \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中：

$\tau_r(\lambda)$ ——常规的光谱透射比(镜面)；

$\rho_r(\lambda)$ ——常规的光谱反射比(镜面)；

$\tau_d(\lambda)$ ——漫射光谱透射比(散射)；

$\rho_d(\lambda)$ ——漫射光谱反射比(散射)。

注 2：上述值也可表示为在波长范围  $\lambda_1 \sim \lambda_2$  内的平均值，式(4)以光谱透射比的平均值  $\tau_{ave}$  为例进行说明：

$$\tau_{ave}(\lambda_1 \sim \lambda_2) = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \tau(\lambda) d\lambda}{\lambda_2 - \lambda_1} = \frac{\sum_{i=1}^m \tau(\lambda_i) \Delta\lambda}{\lambda_2 - \lambda_1} = \frac{\sum_{i=1}^m \tau(\lambda_i)}{m} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中， $\Delta\lambda$  见式(5)：

$$\Delta\lambda = (\lambda_2 - \lambda_1) / m \quad \dots\dots\dots(5)$$

## 2.2.6

**折射率 refractive index**

$n(\lambda)$

光在真空中的传播速率与在介质中的传播速率之比。

## 2.2.7

**入射角 angle of incidence**

入射光线与入射表面法线的夹角。

## 2.2.8

**入射面 plane of incidence**

入射光线与入射表面法线所构成的平面。

## 2.3 色度参数

若某一表面应用于视觉方面，可用色度参数来对其描述。这些参数取决于所应用的参考光源、观测者以及表面的光学特性。

## 2.4 偏振

### 2.4.1 概述

当入射角不为零时,薄膜的特性与入射光的偏振态有关,且将影响出射光的偏振态。这时有必要说明电矢量的方向与入射面之间的关系。

### 2.4.2

#### 线偏振光 linearly polarized radiation

当电矢量的方向保持不变时的偏振光。

注 1:  $s$ -偏振是指电矢量与入射面正交的线偏振光。

注 2:  $p$ -偏振是指电矢量与入射面平行的线偏振光。

### 2.4.3

#### 椭圆偏振光 elliptically polarized radiation

当电矢量投影到与传播方向正交的平面上形成一个椭圆时的偏振光。

### 2.4.4

#### 圆偏振光 circularly polarized radiation

当电矢量投影到与传播方向正交的平面上形成一个圆时的偏振光。

### 2.4.5

#### 随机偏振光 randomly polarized radiation

电矢量方向随时间随机变化的偏振光。

### 2.4.6

#### 非偏振光 unpolarized radiation

其电矢量可分解成为相互垂直的具有不同相位差的任意两个电矢量,这两个电矢量的平均振幅相同,但其相位差是完全随机变化的。

## 2.5 相位关系

### 2.5.1

#### 相移 $d\Phi$ phase change

某一电磁波和一个参考电磁波之间相位的角度差( $\Phi - \Phi_0$ )称为相移。电磁波的电矢量可用式(6)来表示:

$$E = A \cos\left(\frac{2\pi vt}{\lambda} - \Phi\right) \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$E$  ——电矢量;

$A$  ——振幅;

$v$  ——在介质中的传播速率;

$t$  ——时间;

$\lambda$  ——在介质中的波长;

$\Phi$  ——相位。

电磁波在空间中某一点的电矢量可用式(7)来表示:

$$E_0 = A \cos\left(\frac{2\pi vt}{\lambda} - \Phi_0\right) \dots\dots\dots (7)$$

### 2.5.2

**相位延迟  $\Delta\Phi$  phase retardation**

电矢量的  $s$  分量和  $p$  分量的相移差:  $\Delta\Phi = d\Phi_p - d\Phi_s$ 。

## 3 按功能定义薄膜

按功能来定义薄膜,即按薄膜对表面特性所实现的主要调制功能来定义薄膜。

某种薄膜能够实现表 1 列出的一种主要功能,也可能同时具有其他一种或几种次要功能,这些次要功能相对主要功能的重要性也应当标明。

**表 1 按功能定义薄膜**

| 主要功能                                                                     | 代号                   | 定义                                                          | 应用的例子                           |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 反射 reflecting                                                            | RE                   | 在指定的波长范围内能增加光学表面反射率的薄膜                                      | 激光反射镜                           |
| 减反射 antireflecting                                                       | AR                   | 在指定波长范围内能减小光学表面的反射率而通常增加透射率的薄膜                              | 镀减反射膜的镜头                        |
| 分束 beam splitting                                                        | BS                   | 能把入射光分成两束光的薄膜,一束透射,另一束反射,在指定光谱范围内能量分配无波长选择性                 | 中性分束镜<br>部分反射镜                  |
| 衰减 attenuating                                                           | AT                   | 在指定波长范围内,无波长选择性地减小透射率的薄膜                                    | 中性密度滤光片                         |
| 滤光 filtering<br>a) 带通 Bandpass<br>b) 带阻 Band rejection                   | FI<br>FI-BP<br>FI-BR | 在指定波长范围内,有波长选择性地透射的薄膜                                       | 激光线选择滤光片<br>拉曼负滤光片              |
| 分色或合色<br>selecting or combining<br>a) 长波通 Long pass<br>b) 短波通 Short pass | SC<br>SC-LP<br>SC-SP | 通过透射或反射,将入射光分为两束或多束的薄膜,每束覆盖一个特定的光谱区域。逆向光路即可把不同光谱区域的两束或多束光合并 | 二向分色镜<br>合色镜<br>冷光镜<br>近红外截止滤光片 |
| 偏振 polarizing                                                            | PO                   | 在指定波长范围内,能控制出射光偏振态的薄膜                                       | 偏振片<br>消偏振分光镜                   |
| 相移 phase changing                                                        | PC                   | 在指定波长范围内,能控制出射光的相移,并且(或者)能控制电矢量 $s$ 和 $p$ 之间相位延迟的薄膜         | 相位延迟器                           |
| 吸收 absorbing                                                             | AB                   | 在指定波长范围内,定量吸收入射光能量的薄膜                                       | 光陷阱<br>紫外吸收器                    |
| 附属功能<br>supplementary function                                           | SU                   | 提供非光学性质的薄膜。这种非光学性质往往与光学功能相结合来应用                             | 电导体<br>化学或机械防护                  |

## 4 常见的薄膜缺陷定义

注:在 ISO 9211-4 和 ISO 14997 中规定了检验方法。薄膜缺陷类型的照片参见附录 A。

#### 4.1 点缺陷 point-like imperfections

##### 4.1.1

###### 针孔 pinhole

非常小的薄膜孔洞。

##### 4.1.2

###### 喷溅点 spatter

在镀膜过程中,小块薄膜材料飞溅到基片表面并附着在基片上所造成的缺陷。

##### 4.1.3

###### 微粒 particle

薄膜上或内部的小碎块物质。

##### 4.1.4

###### 细微灰尘 fine dust

薄膜上或内部的几个(通常是许多)微小物质。

##### 4.1.5

###### 节瘤 nodule

薄膜内微小的结节状缺陷(通常是薄膜材料)。

#### 4.2 线缺陷 line-like imperfections

##### 4.2.1

###### 划痕 scratches

表面像被利器或粗糙器械所伤的斑痕或裂痕。

注:各种意外原因都可能使光学表面产生不同程度的划痕。

##### 4.2.2

###### 发状划痕 hairline scratch

非常细且光滑的划痕,通常是直的。

注:发状划痕的特征:形状为直的,单个分布。其他类划痕可呈曲线或直线曲线复合形,各划痕间可相连或不相连。

##### 4.2.3

###### 断裂 crack

薄膜内出现的断裂状缺陷。

##### 4.2.4

###### 裂纹 crazing

薄膜内部的裂纹状缺陷(通常是由于薄膜材料热应力不同造成的)。

#### 4.3 面缺陷 area imperfections

##### 4.3.1

###### 色斑 stain

表面上局部颜色不一致的补丁状斑点(例如由化学反应引起的变色)。

##### 4.3.2

###### 磨损 abrasion

与另一表面摩擦引起的表面损伤。

##### 4.3.3

###### 纤维纹 lint mark

残留在光学表面的织物纤维或纸纤维。

4.3.4

**薄膜空缺 void**

在镀膜区域内存在的小块未镀膜区域。

4.4 **体缺陷 volume imperfections**

4.4.1

**起皮 peeling**

源自镀膜区域外围,薄膜发生的局部分离。

4.4.2

**剥落 flaking**

源自镀膜区域内部,薄膜发生的局部分离。

4.4.3

**起泡 blister; bubble**

薄膜局部凸起,形同薄膜底部或内部含有包含物将薄膜顶起。

5 **其他术语和定义**

5.1

**通光孔径 clear aperture**

符合要求的表面区域。

5.2

**边缘 rim**

通光孔径之外的区域。

5.3

**测试样品 witness sample**

代表实际镀膜元件,用于光谱检测和环境试验的样品。

注:测试样品的采样规定(例如,材料、表面质地、尺寸、每批的数量、在镀膜室的位置等)由供求双方协商确定。

附录 A  
(资料性附录)

常见的薄膜缺陷的显微照片

本附录的图 A.1～图 A.16 给出了常见的薄膜缺陷的显微照片。

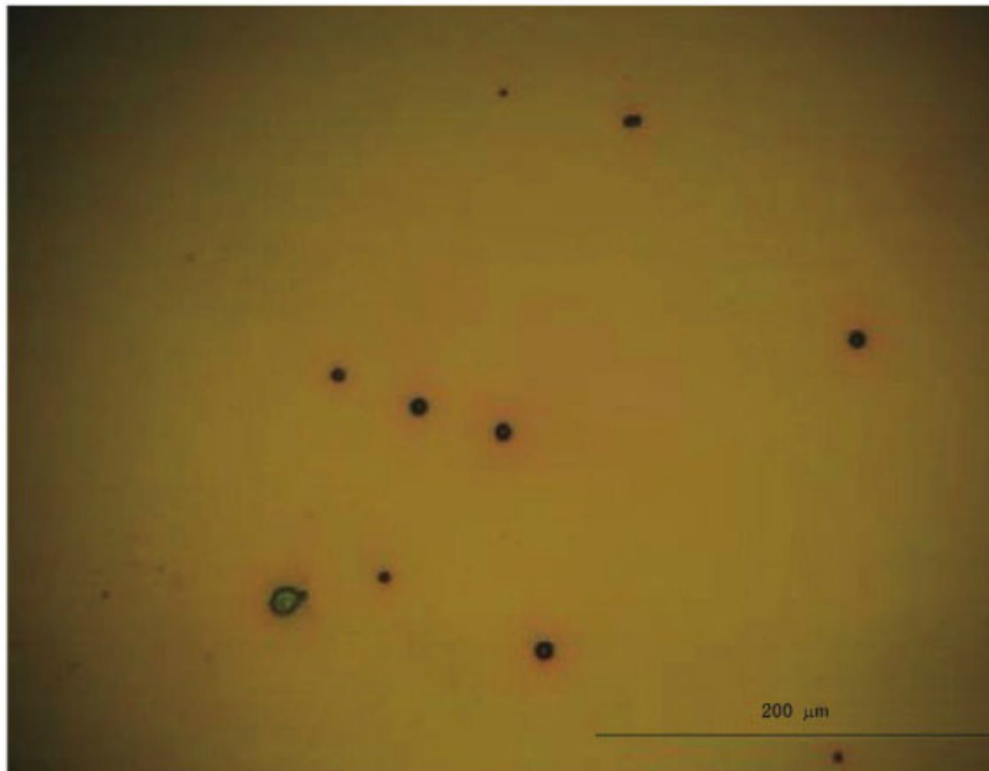


图 A.1 针孔

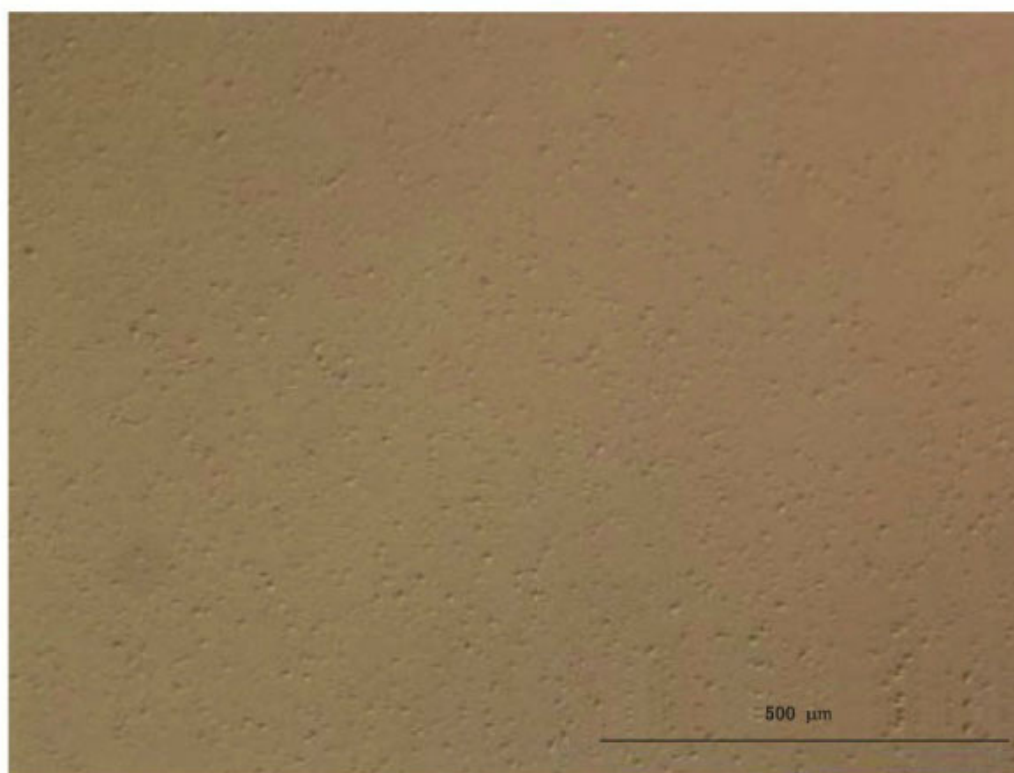


图 A.2 喷溅点

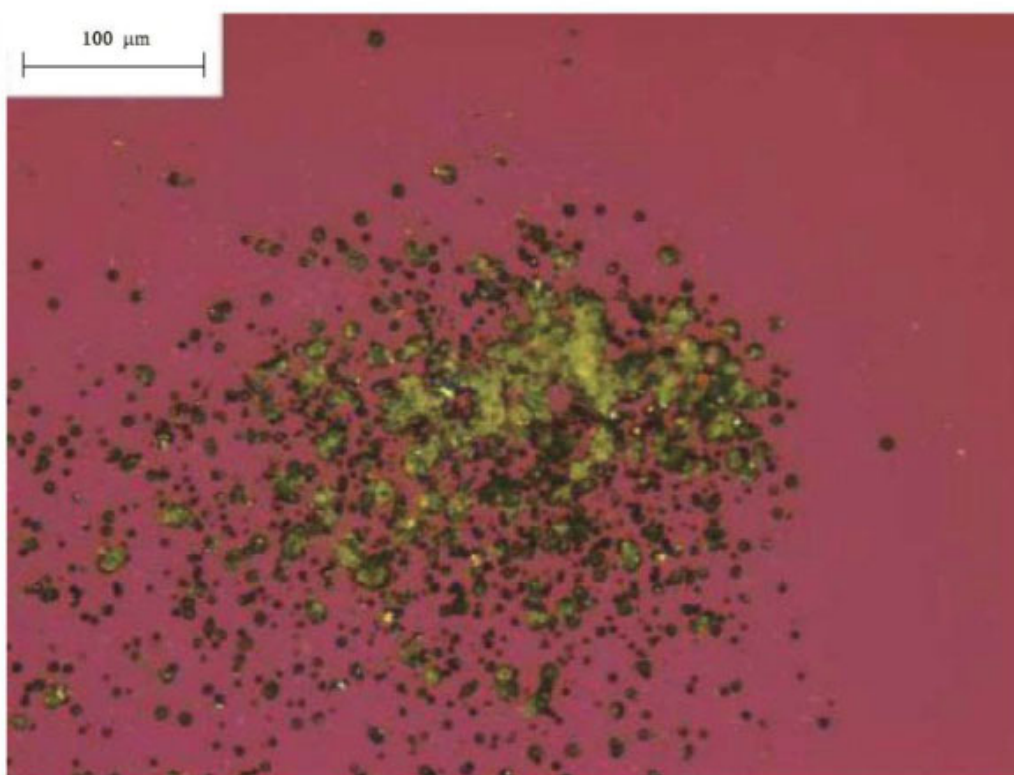


图 A.3 微粒

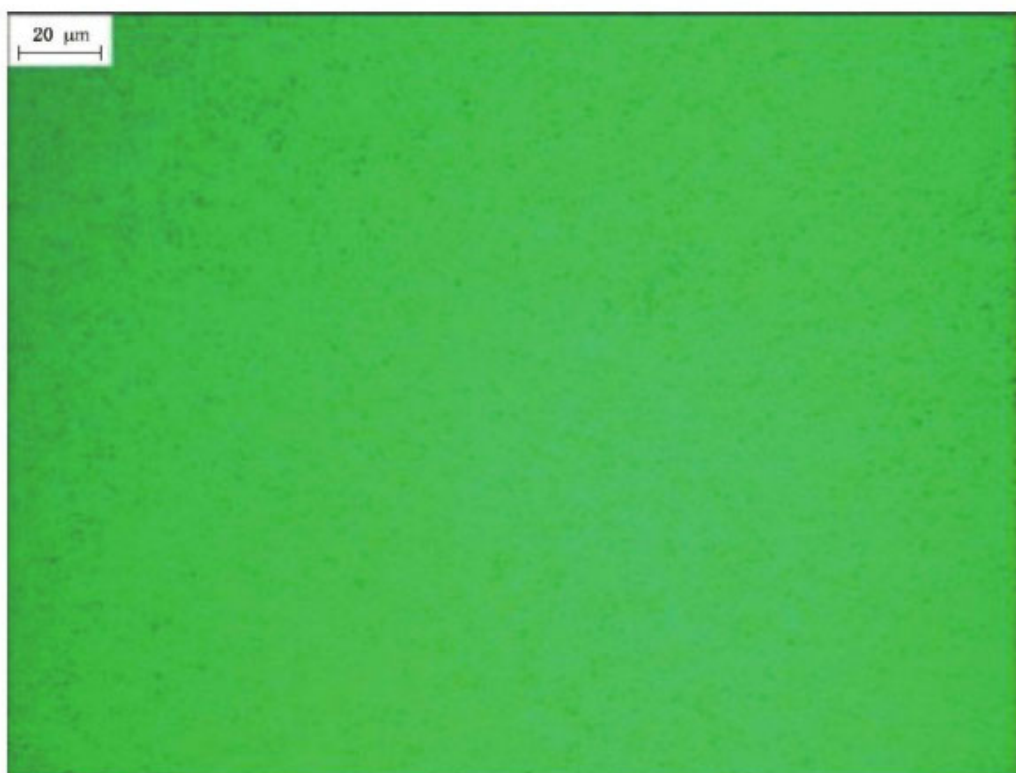


图 A.4 细微灰尘

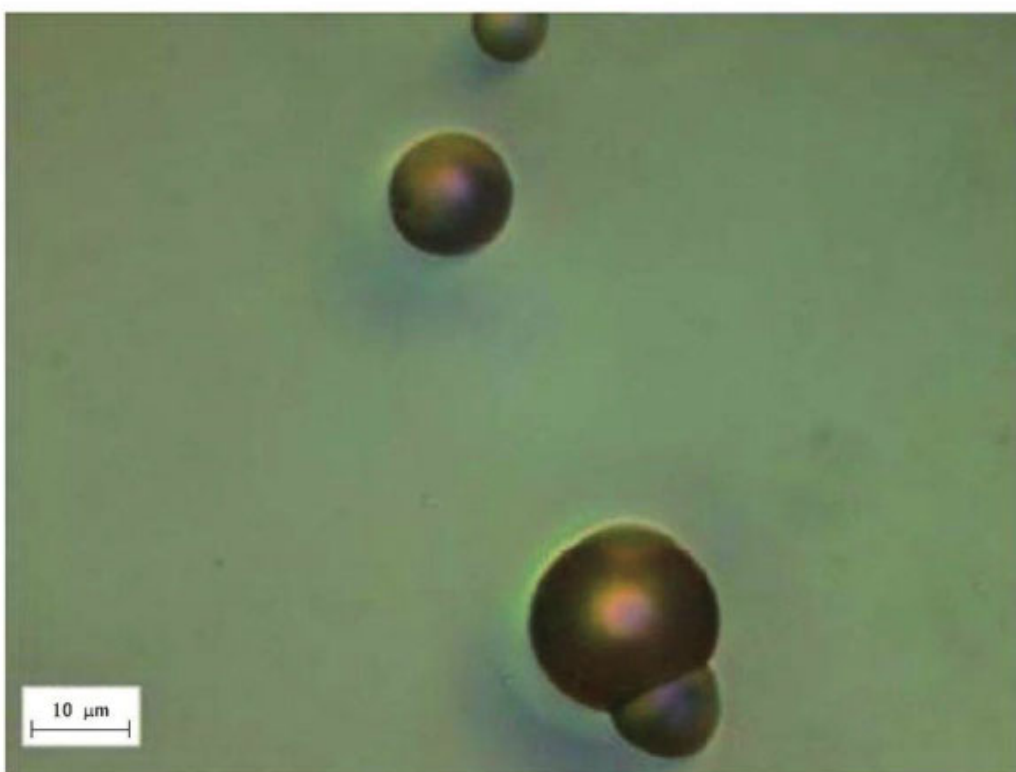


图 A.5 节瘤

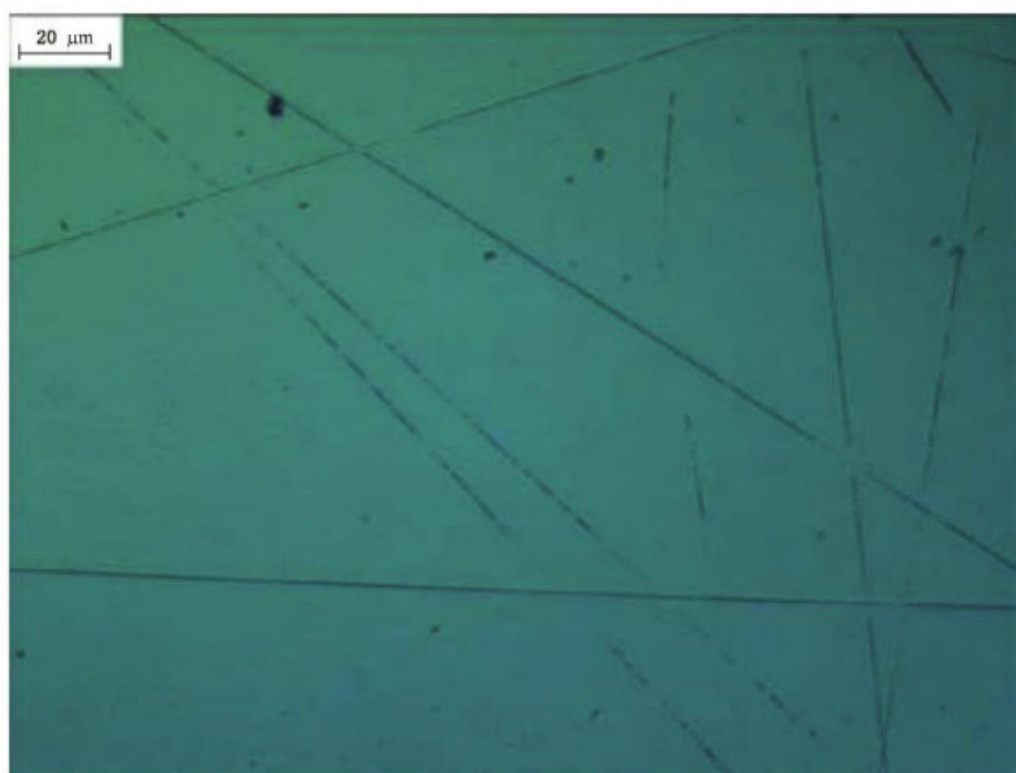


图 A.6 划痕

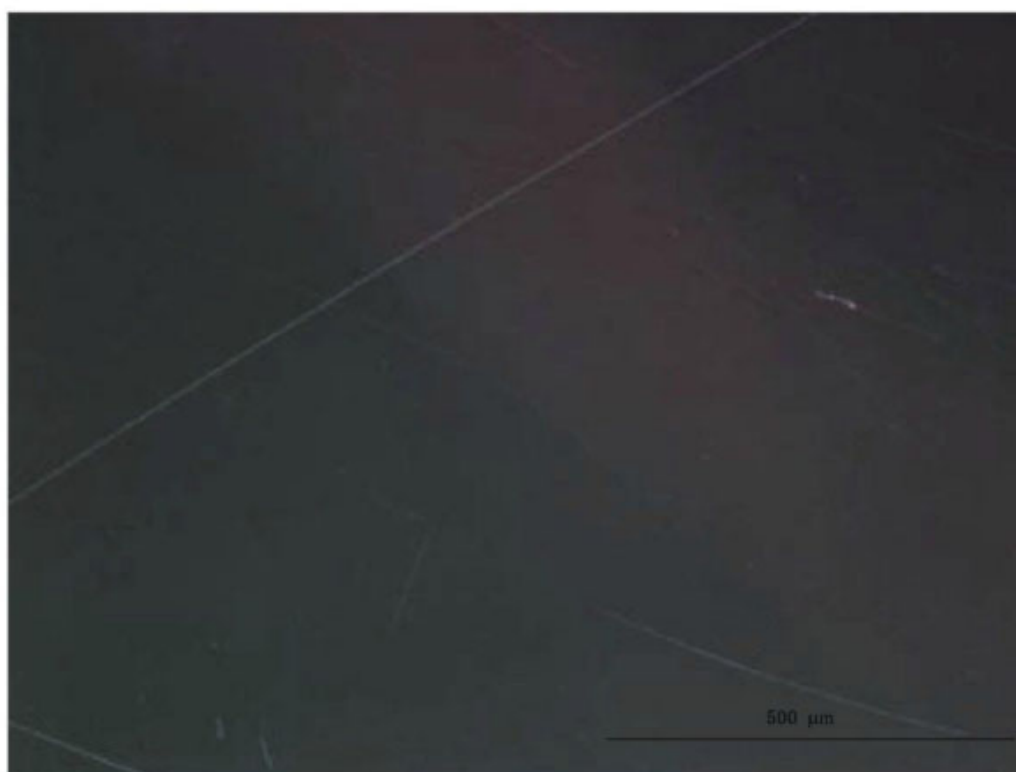


图 A.7 发状划痕

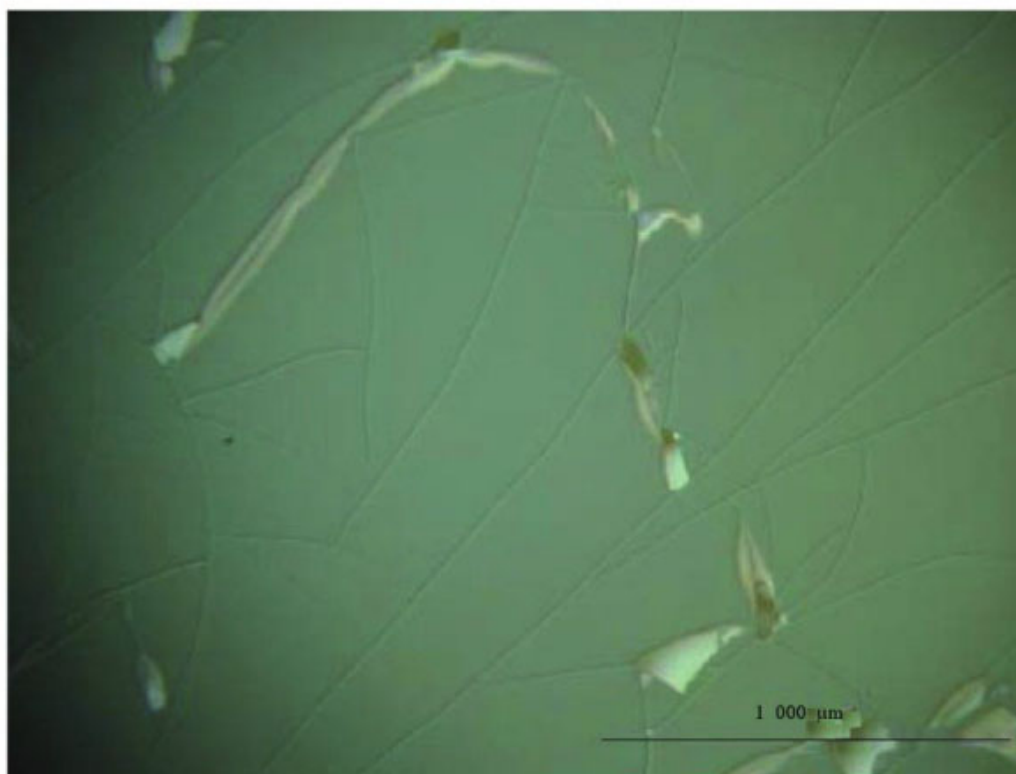


图 A.8 断裂

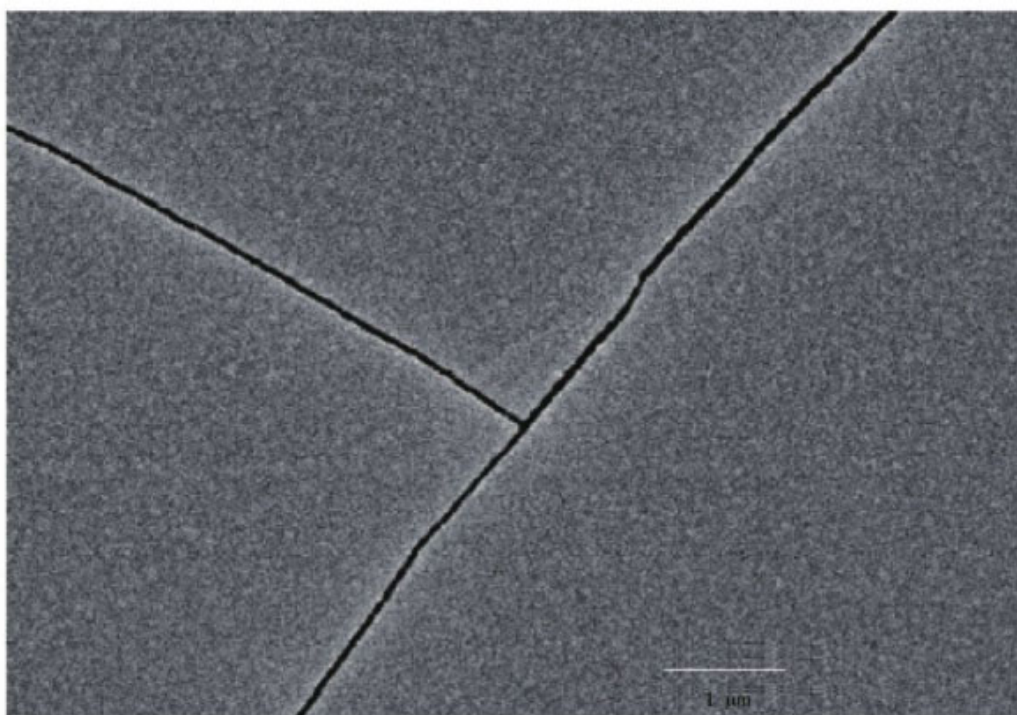


图 A.9 裂纹

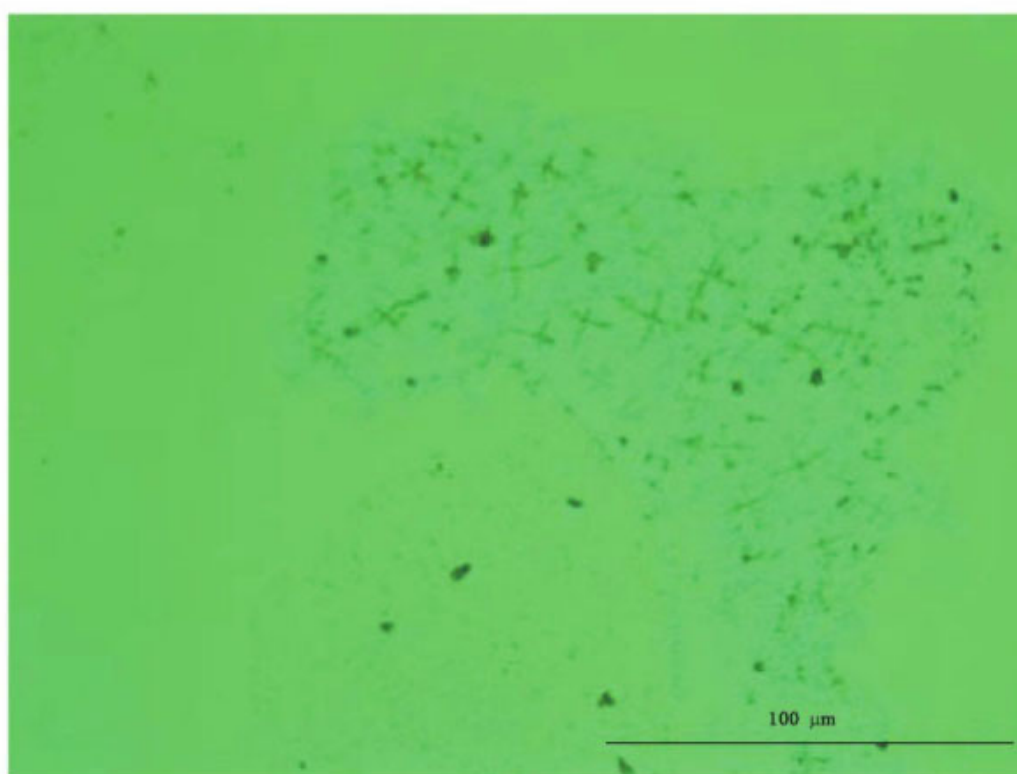


图 A.10 色斑

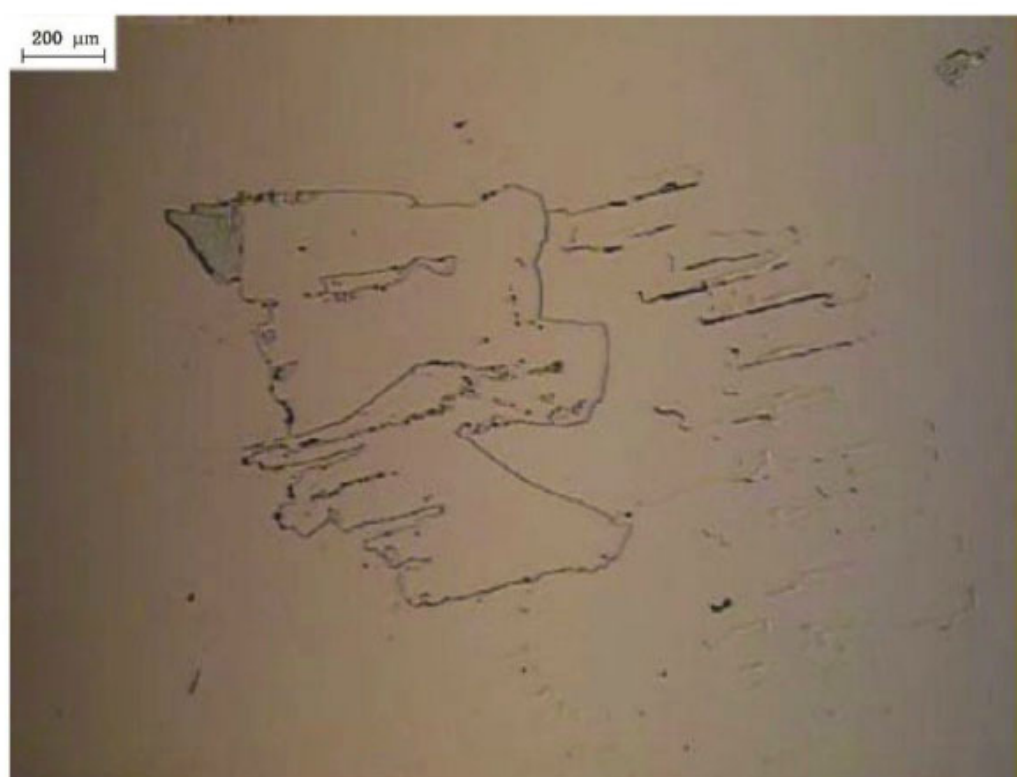


图 A.11 磨损

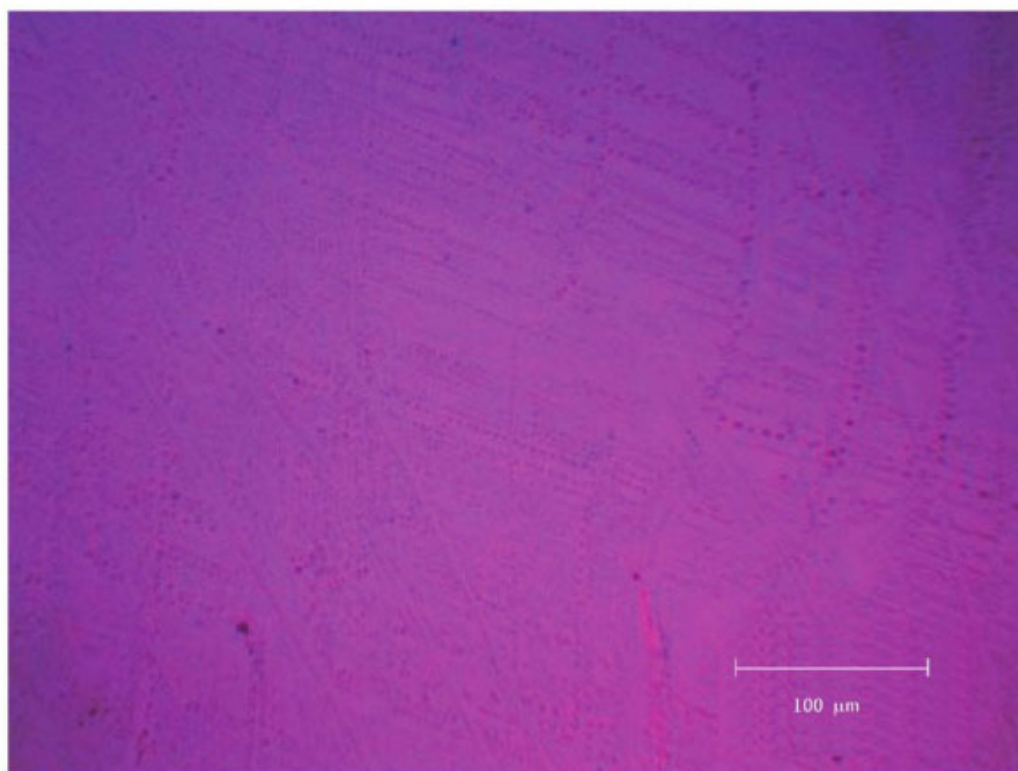


图 A.12 纤维纹

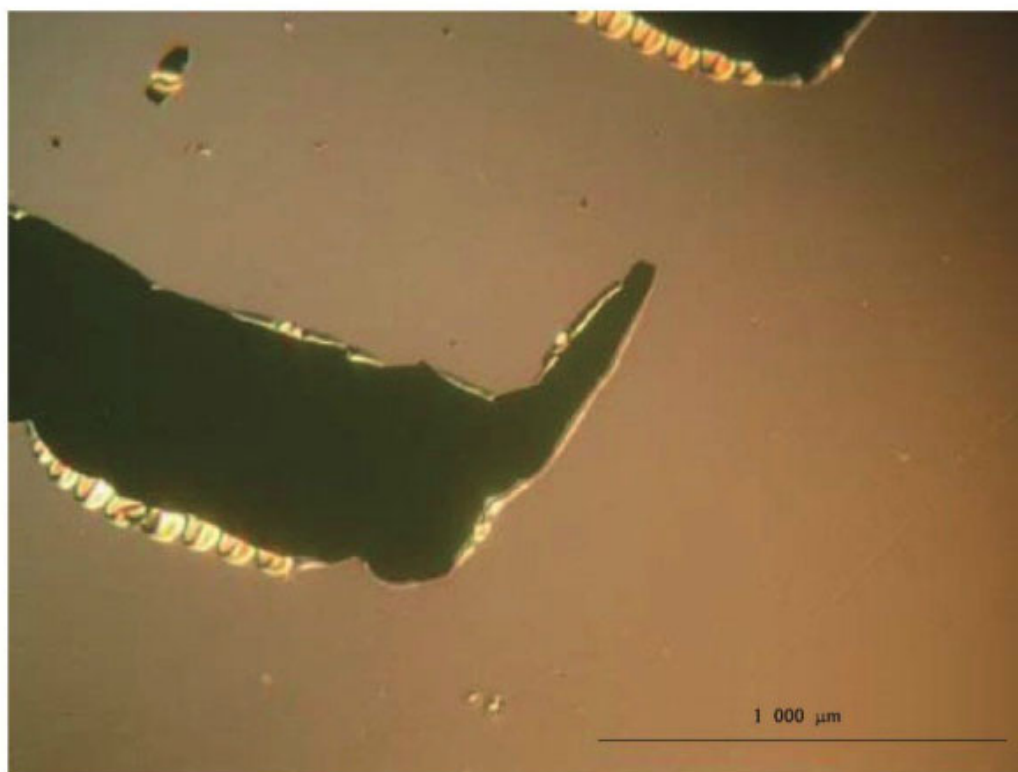


图 A.13 薄膜空缺

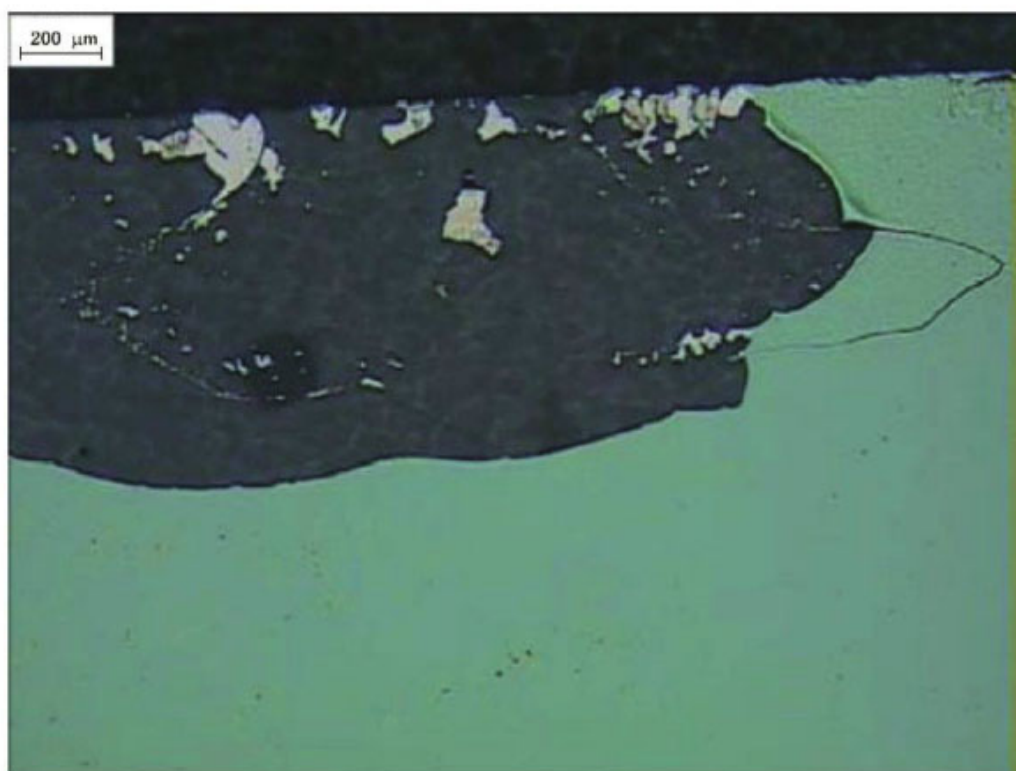


图 A.14 起皮



图 A.15 剥落

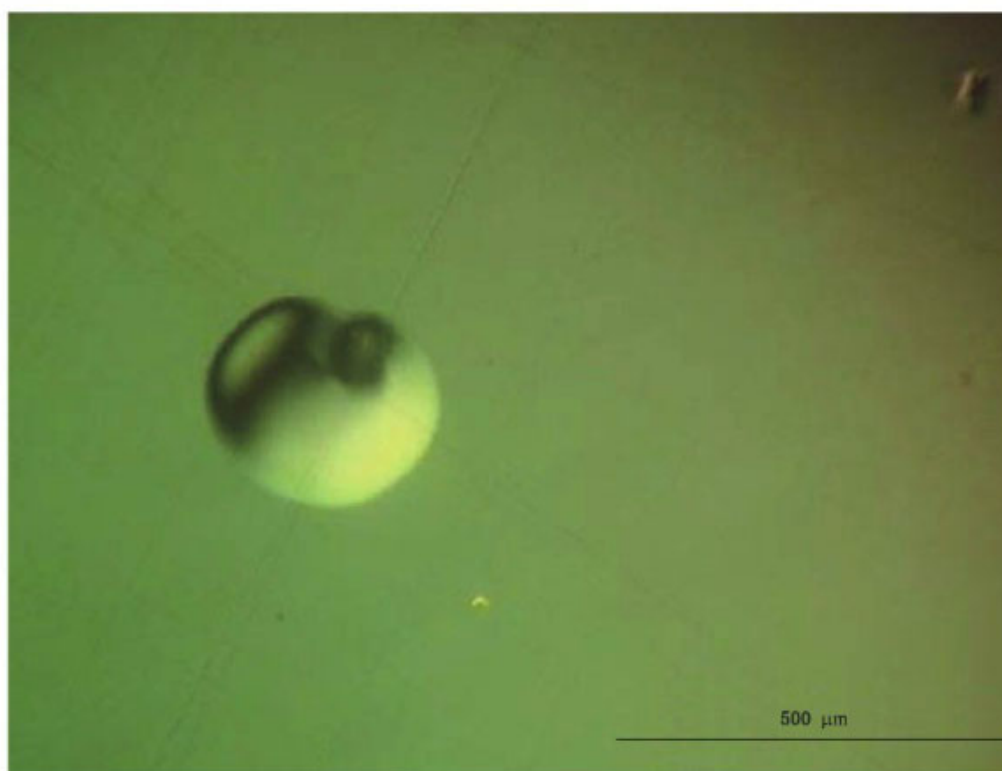


图 A.16 起泡

### 参 考 文 献

- [1] ISO 6268 分子吸收光谱法 词汇 总则 仪器
  - [2] ISO 14997 光学和光学仪器 测定光学元件表面缺陷的试验方法
  - [3] ISO 80000-7:2008 量和单位 第7部分:光
  - [4] ISO 9211-4 光学和光子学 光学薄膜 第4部分:规定的试验方法
-



中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准

光学和光子学 光学薄膜

第 1 部分:定义

GB/T 26332.1—2018/ISO 9211-1:2010

\*

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.org.cn

服务热线:400-168-0010

2018 年 3 月第一版

\*

书号:155066·1-54742

版权专有 侵权必究



GB/T 26332.1-2018



