

§ 3.6 等倾条纹和等厚条纹

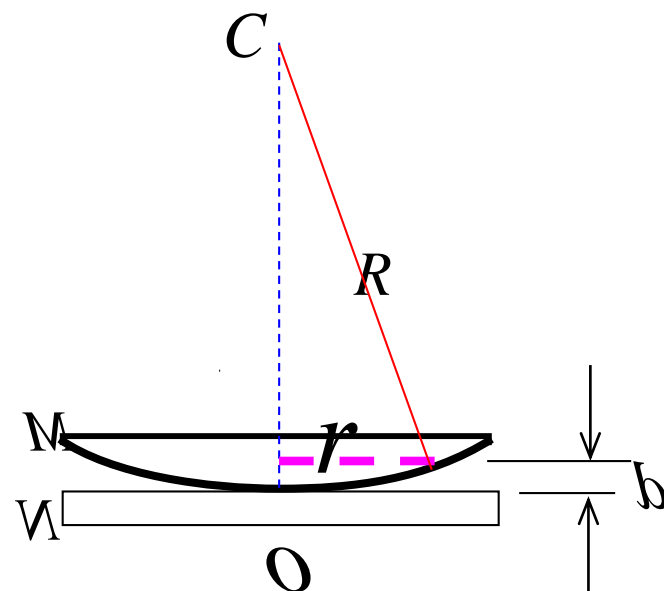
■ iii° 牛顿环

若在一平晶上放置一 R 很大的平凸透镜，则两面之间形成的空气契能实现等厚干涉。称为**牛顿环**。

分析 $\Delta L \sim d$ ，条纹是同心圆

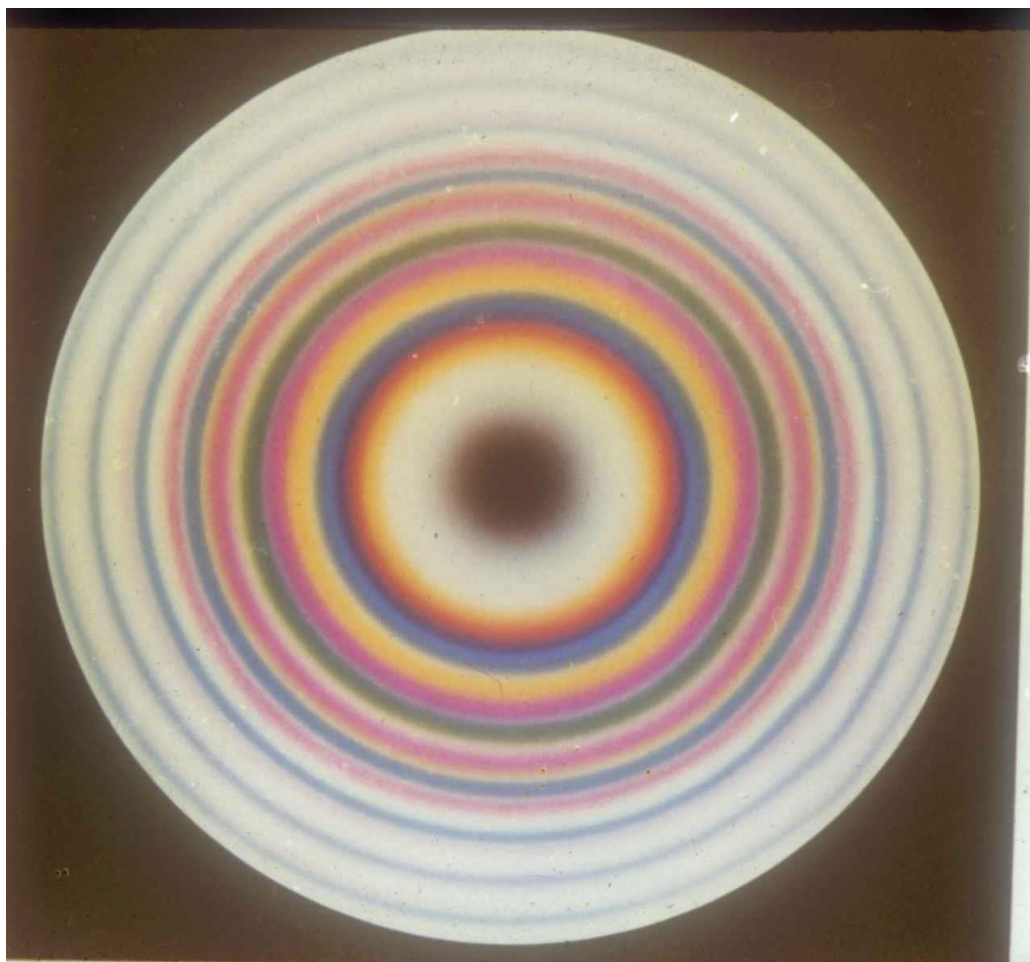
中心处， $\Delta L = \lambda/2 \rightarrow$ **暗条纹**

定义为零级



§ 3.6 等倾条纹和等厚条纹

白光入射的牛顿环照片



§ 3.6 等倾条纹和等厚条纹

在实际观察中常测牛顿环的半径 r
它与 d 和凸球面的半径 R 的关系:

$$r^2 = R^2 - (R-d)^2 = 2Rd - d^2$$

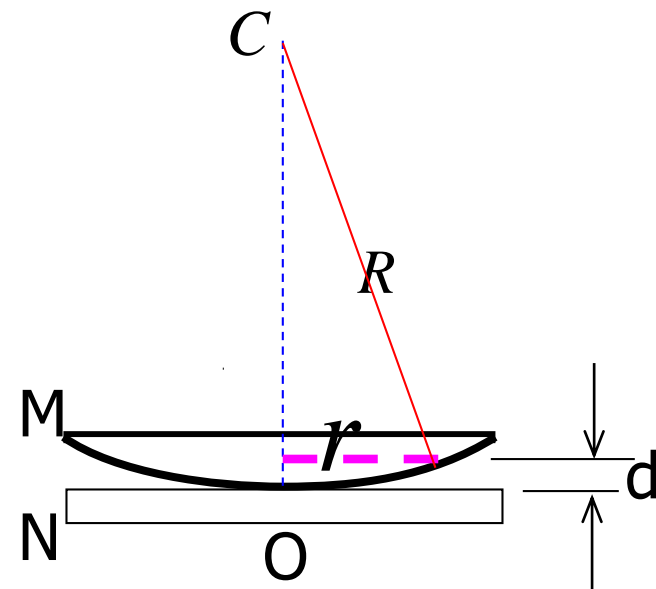
略去二阶小量 d^2 得:

$$d = r^2 / 2R$$

对于暗纹, 其光程差满足

$$\Delta L = 2d + \lambda/2 = (2k+1)\lambda/2$$

$$r = \sqrt{kR\lambda} \quad k = 0, 1, 2, 3 \dots$$



牛顿环中心为暗环, 级次最低。离开中心愈远, 程差愈大, 圆条纹间距愈小, 即愈密。其透射光也有干涉, 明暗条纹互补。

- 例：用牛顿环测定单色光的波长，若测得某一明环的直径为 3.00mm ，在它外面的第五个明环直径为 4.60mm ，所用平凸透镜的曲率半径为 1.03m 。试求该单色光的波长。

解： \because 第 k 级明环半径为 $r_k^2 = \frac{2k-1}{2} R\lambda$

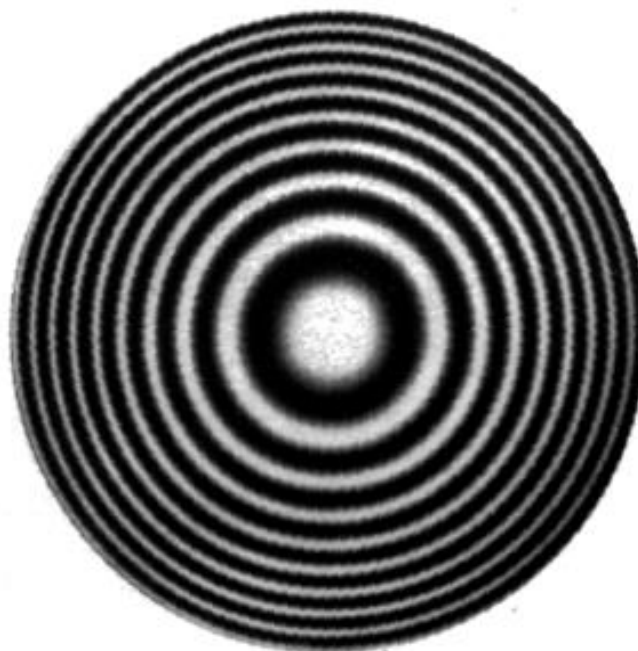
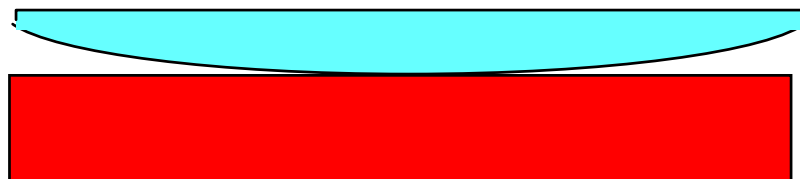
$$\therefore r_{k+5}^2 - r_k^2 = 5R\lambda .$$

$$\therefore \lambda = \frac{r_{k+5}^2 - r_k^2}{5R} = 5.90 \times 10^{-4} \text{ mm} .$$

从透射光中观察干涉条纹，
中心为亮斑

透镜曲率半径变小时

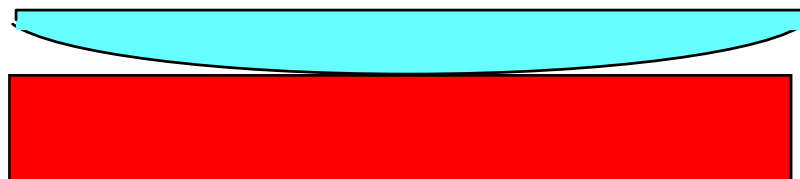
干涉条纹变密



从透射光中观察干涉条纹，
中心为亮斑

透镜曲率半径变小时

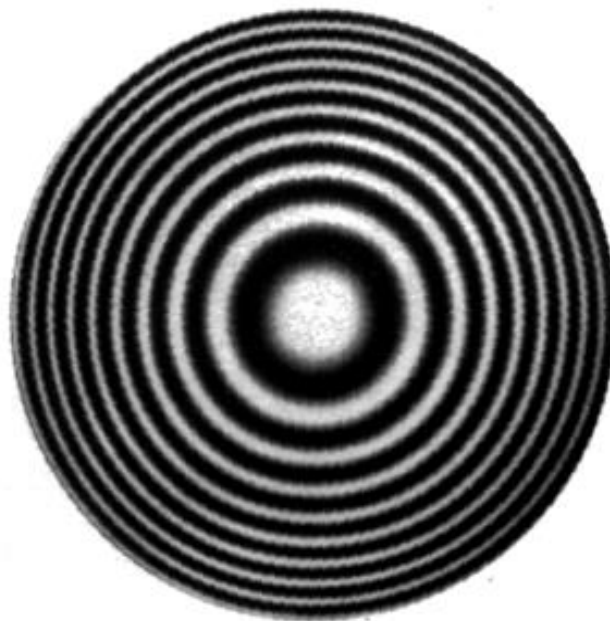
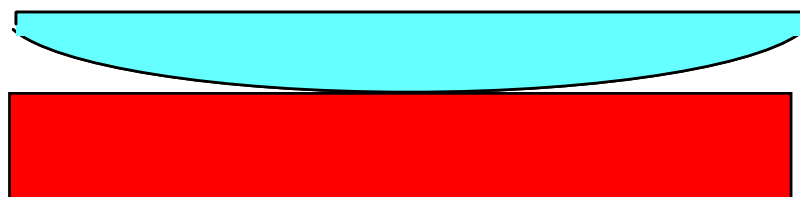
干涉条纹变密



从透射光中观察干涉条纹，
中心为亮斑

透镜曲率半径变小时

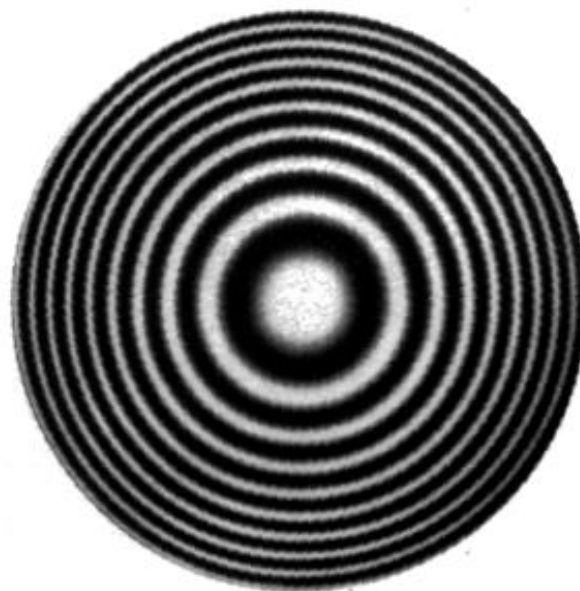
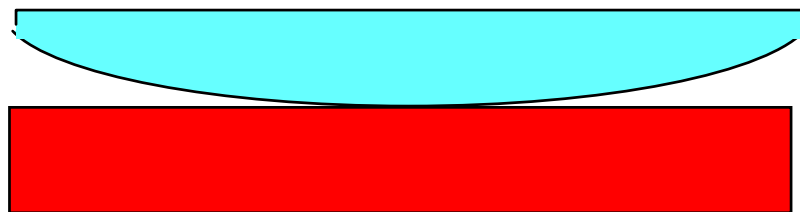
干涉条纹变密



从透射光中观察干涉条纹，
中心为亮斑

透镜曲率半径变小时

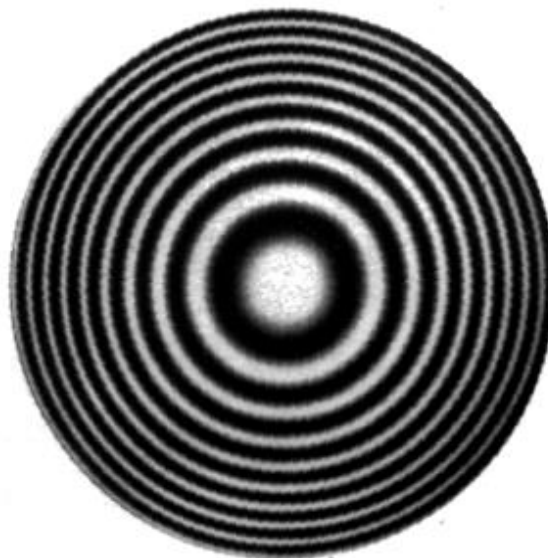
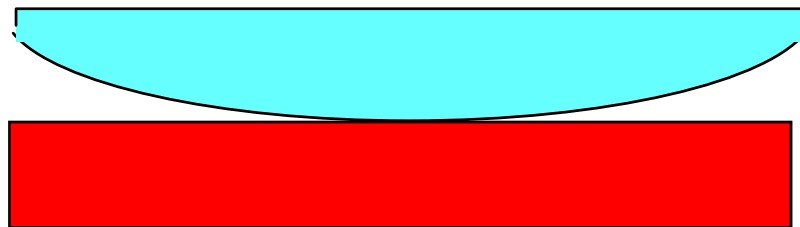
干涉条纹变密



从透射光中观察干涉条纹， 中心为亮斑

透镜曲率半径变小时

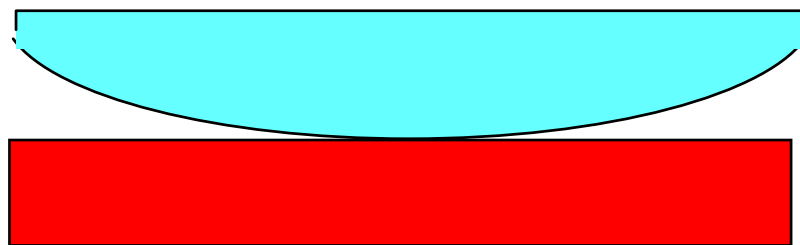
干涉条纹变密



从透射光中观察干涉条纹，
中心为亮斑

透镜曲率半径变小时

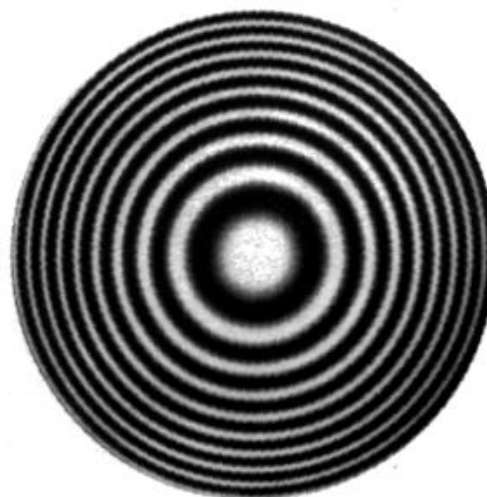
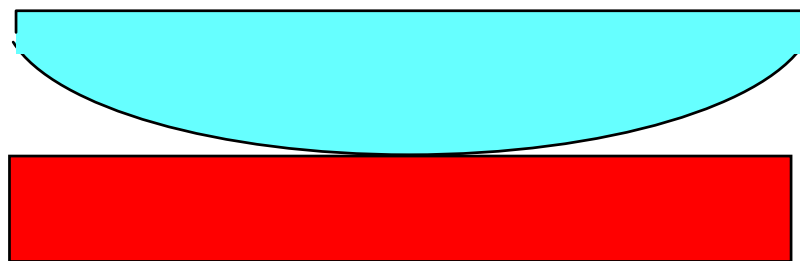
干涉条纹变密



从透射光中观察干涉条纹， 中心为亮斑

透镜曲率半径变小时

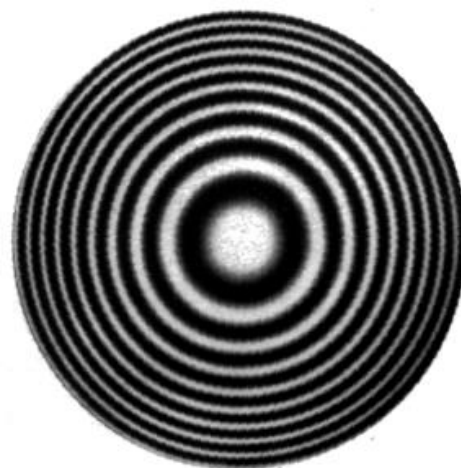
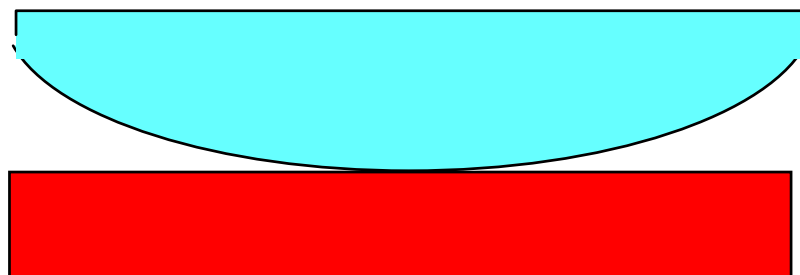
干涉条纹变密



从透射光中观察干涉条纹， 中心为亮斑

透镜曲率半径变小时

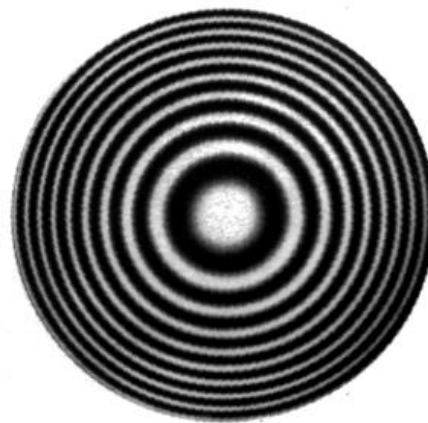
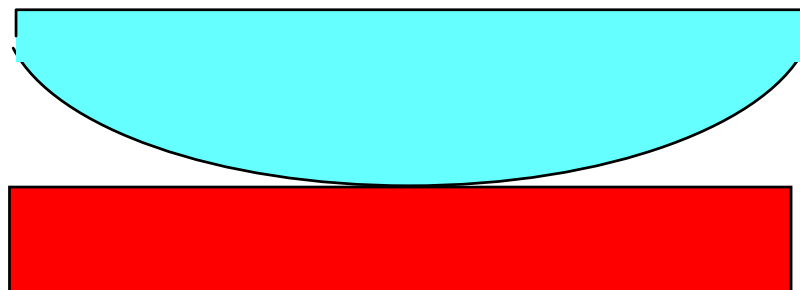
干涉条纹变密



从透射光中观察干涉条纹，
中心为亮斑

透镜曲率半径变小时

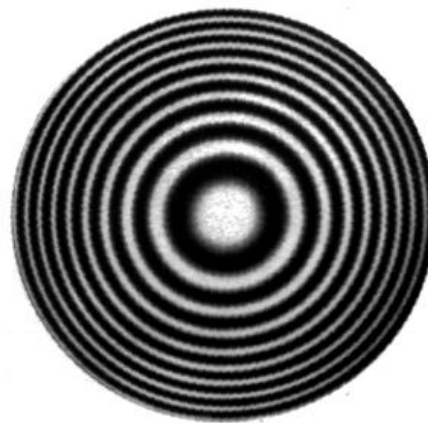
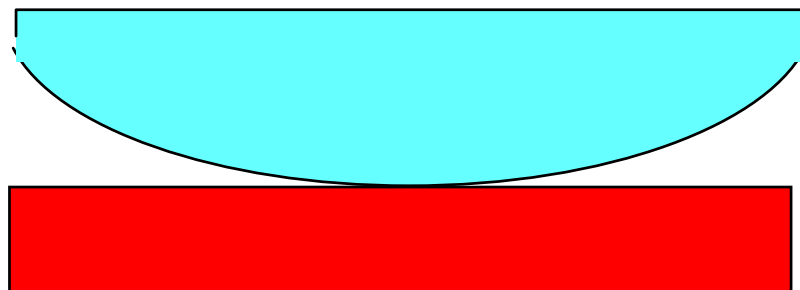
干涉条纹变密



从透射光中观察干涉条纹，
中心为亮斑

透镜曲率半径变小时

干涉条纹变密



§ 3.6 等倾条纹和等厚条纹

■ 牛顿环的应用

依据公式

$$r_{k+m}^2 - r_k^2 = mR\lambda$$

▲ 测透镜球面的半径 R

已知 λ ，测 m 、 r_{k+m} 、 r_k ，可得 R 。

▲ 测波长 λ

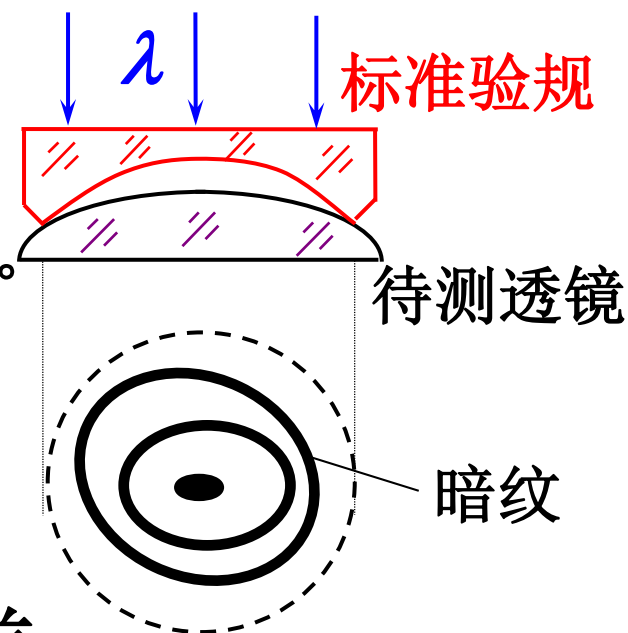
已知 R ，测出 m 、 r_{k+m} 、 r_k ，可得 λ 。

▲ 检验透镜球表面质量

若条纹如图，说明待测透镜

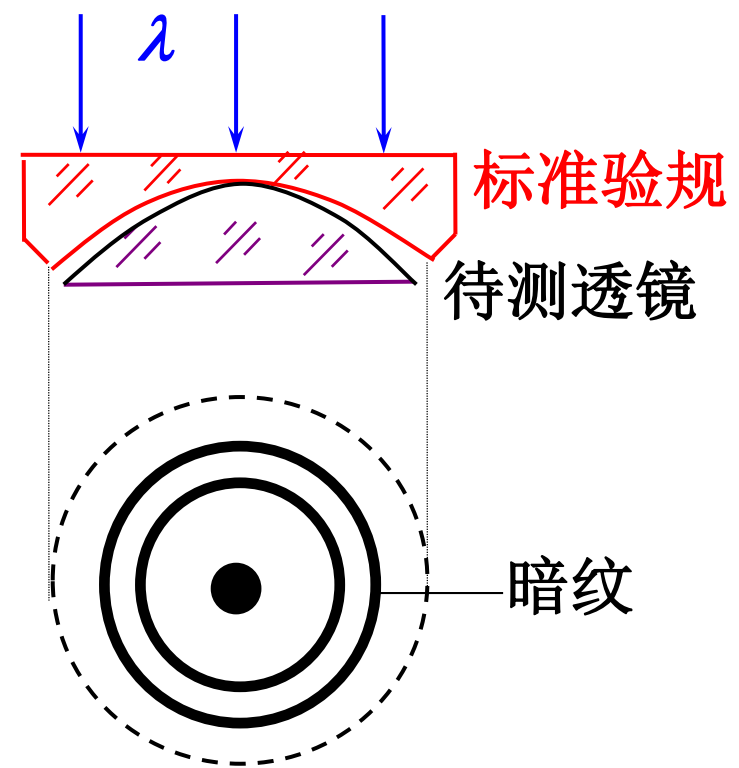
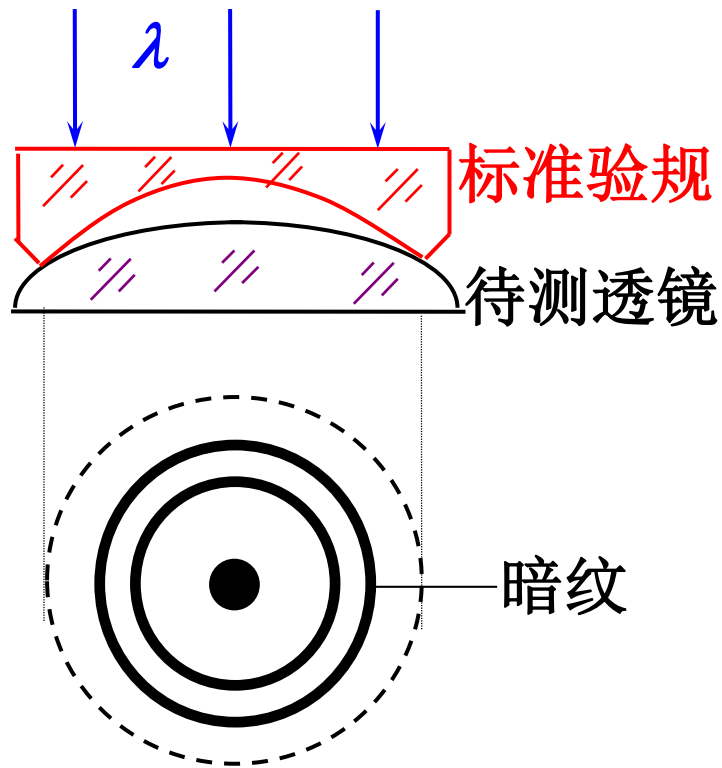
球表面不规则，且半径有误差。

一圈条纹对应 $\frac{\lambda}{2}$ 的球面半径误差。



思考

如何区分如下两种情况？



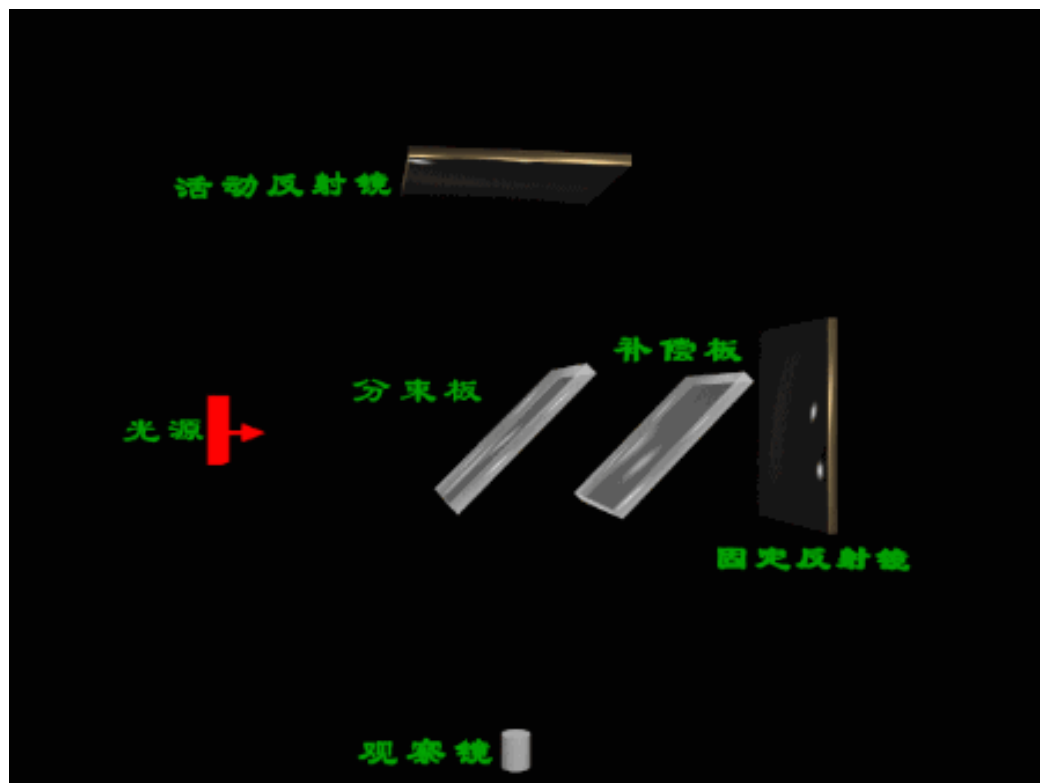
§ 3.7 迈克尔逊干涉仪

1. 迈克尔逊干涉仪的结构及原理

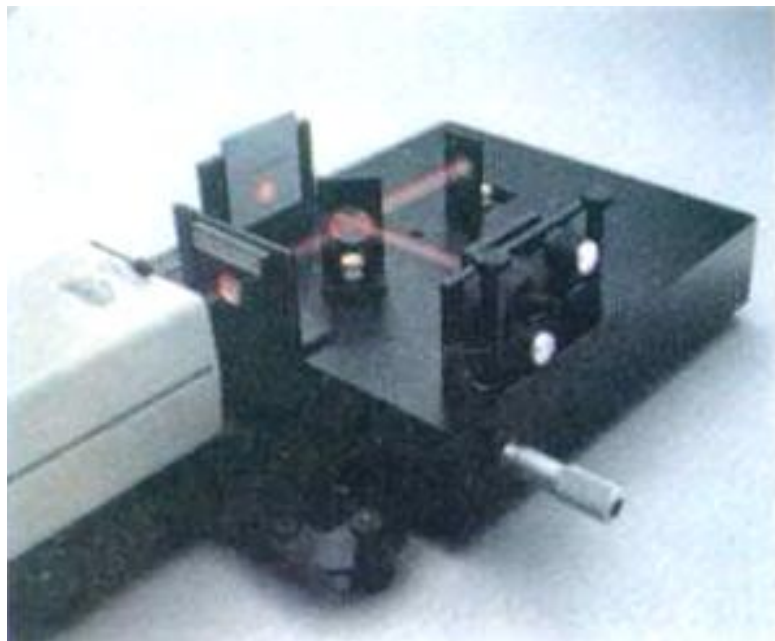
G_1 和 G_2 是两块材料相同
厚薄均匀、几何形状完
全相同的光学平晶。

G_1 一侧镀有半透半反的薄
银层。与水平方向成 45° 角
放置； G_2 称为补偿板。

在 G_1 镀银层上 M_1 的虚象 M_1'



§ 3.7 迈克尔逊干涉仪



迈克尔逊干涉仪

§ 3.7 迈克尔逊干涉仪

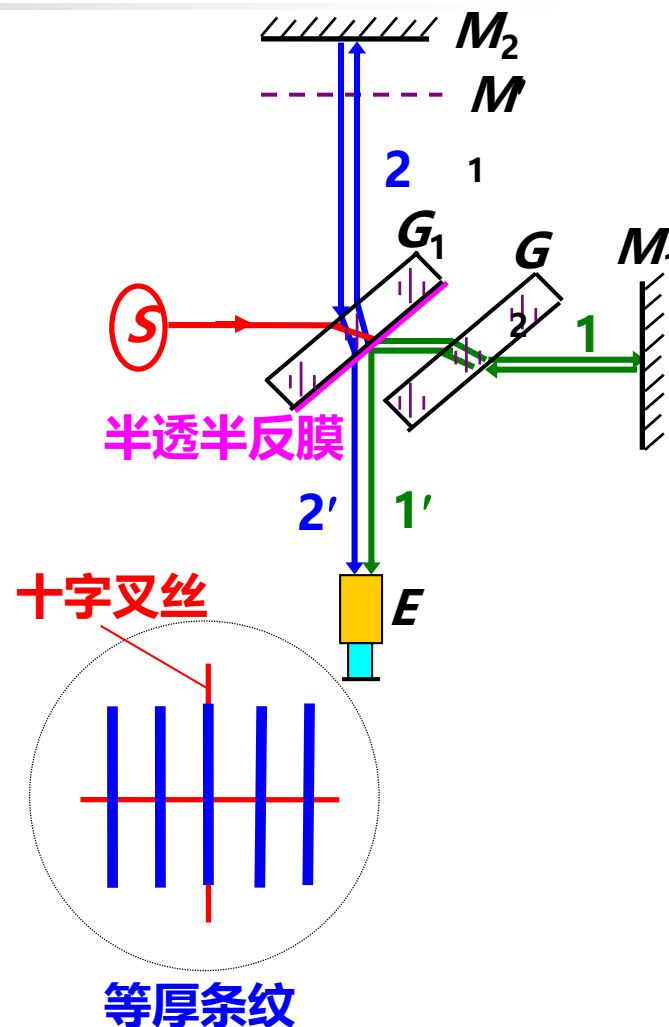
2. 迈克耳孙干涉仪的干涉条纹

一束光在A处分振幅形成的两束光1和2的光程差，就相当于由 M_1' 和 M_2 形成的空气膜上下两个面反射光的光程差。

它们干涉的结果是薄膜干涉条纹。调节 M_1 就有可能得到 $d=0$, $d=\text{常数}$, $d \neq \text{常数}$ (如劈尖) 对应的薄膜等倾或等厚干涉条纹。

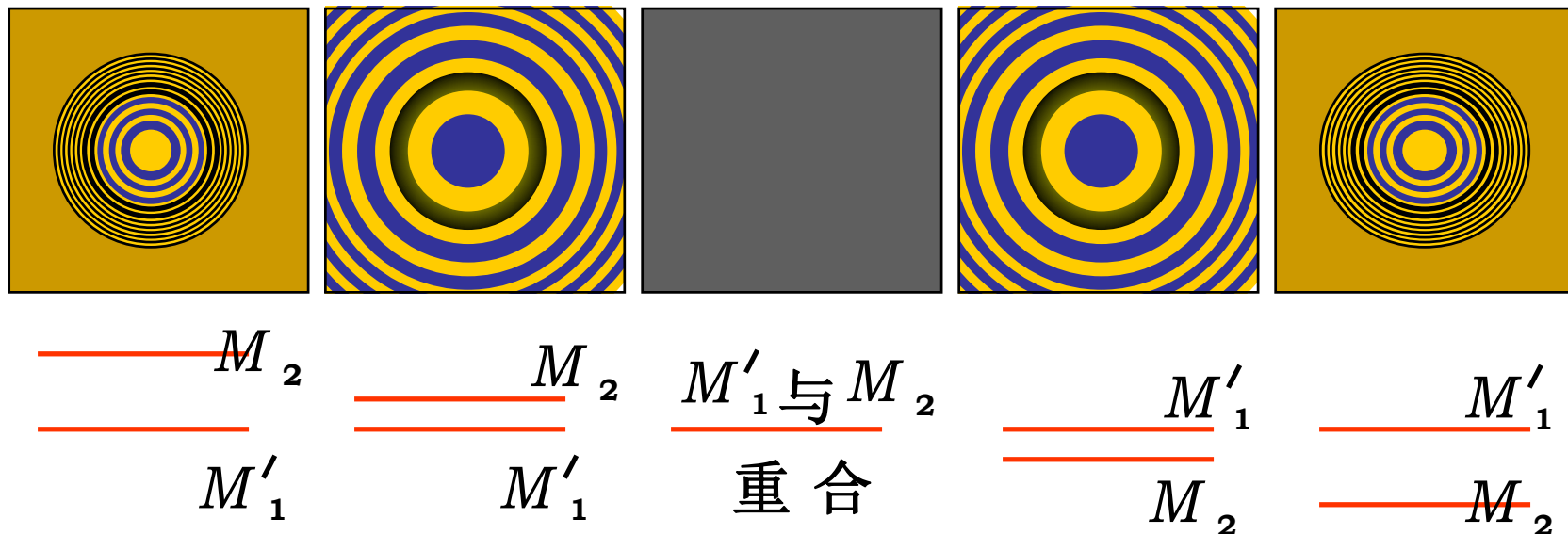
若 M_1 平移 Δd 时，
干涉条移过 N 条，则有：

$$\Delta d = N \cdot \frac{\lambda}{2}$$



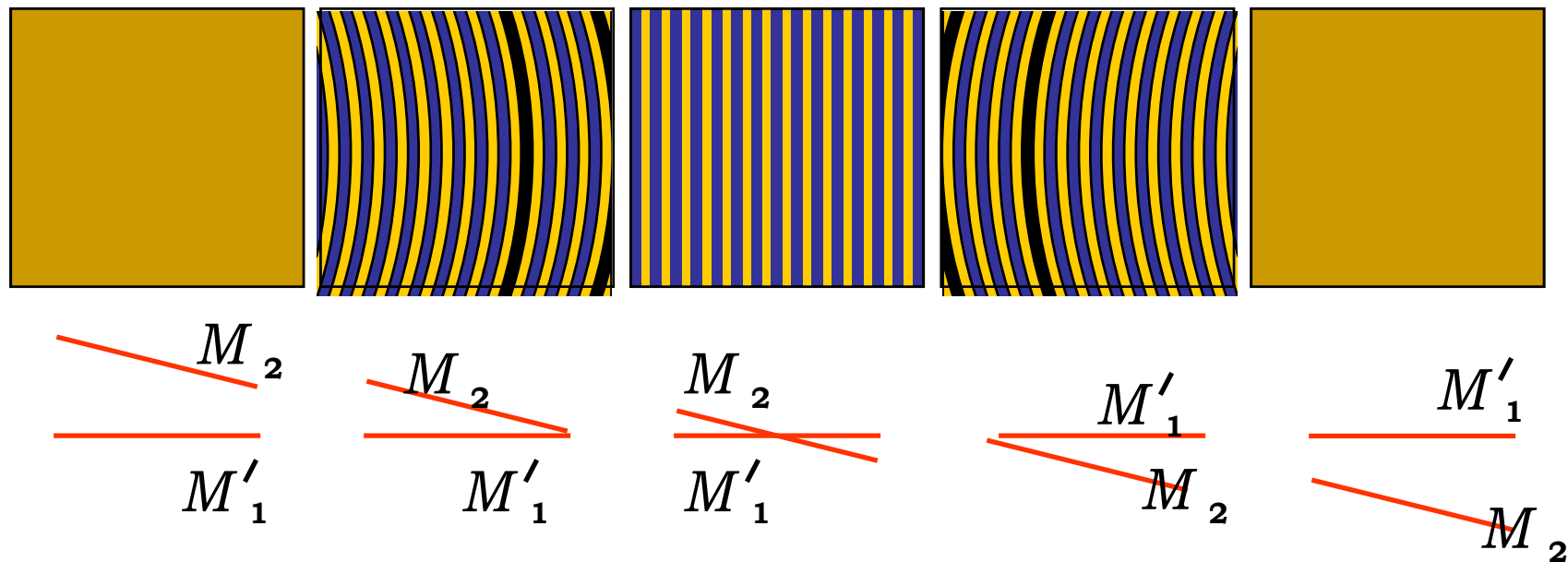
迈克耳逊干涉仪的干涉条纹

等倾干涉条纹



迈克耳逊干涉仪的干涉条纹

等厚干涉条纹

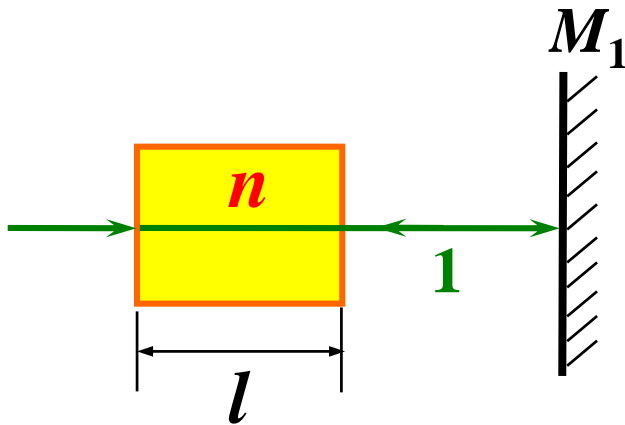


3. 迈克耳孙干涉仪的应用

▲ 测量微小位移

(以波长为尺度, 可精确到 $\frac{\lambda}{20}$)

▲ 测折射率:



光路1中插入待测介质,

产生附加光程差:

$$\delta = 2(n - 1)l$$

由此可测折射率 n 。



§ 3.7 迈克尔逊干涉仪

用氦氖激光器作光源 ($\lambda=6328\text{\AA}$), 迈克尔逊干涉仪中的内 M_2 反射镜移动一段距离, 这时数得干涉条纹移动了 79.2 条, 试求 M_2 所移过的距离。

解:

$$d = N \frac{\lambda}{2} = 79.2 \times \frac{6328}{2} = 2.508 \times 10^5 \text{\AA}$$
$$= 25 \mu\text{m} .$$

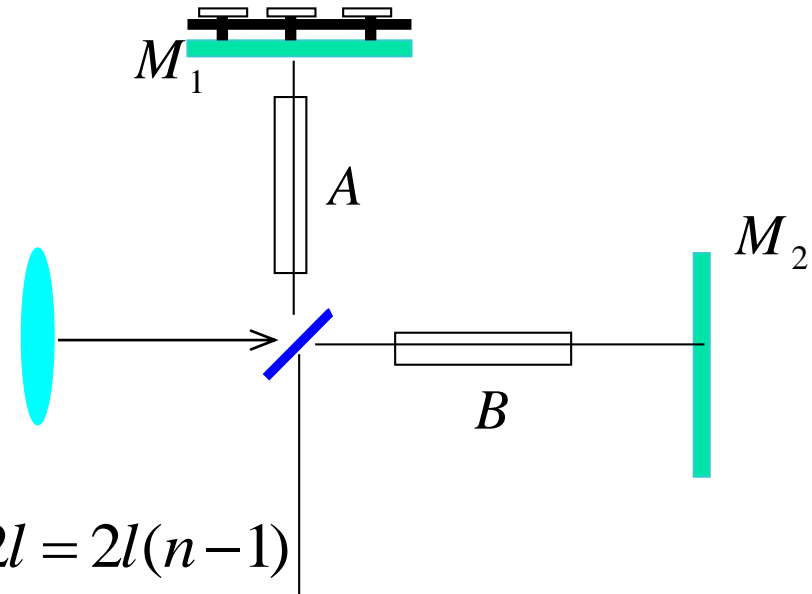
§ 3.7 迈克尔逊干涉仪

在迈克尔逊干涉仪的两臂中分别引入 10 厘米长的玻璃管 A、B，其中一个抽成真空，另一个在充以一个大气压空气的过程中观察到 107.2 条条纹移动，所用波长为 546nm。求空气的折射率？

解：设空气的折射率为 n $\Delta L = 2nl - 2l = 2l(n - 1)$

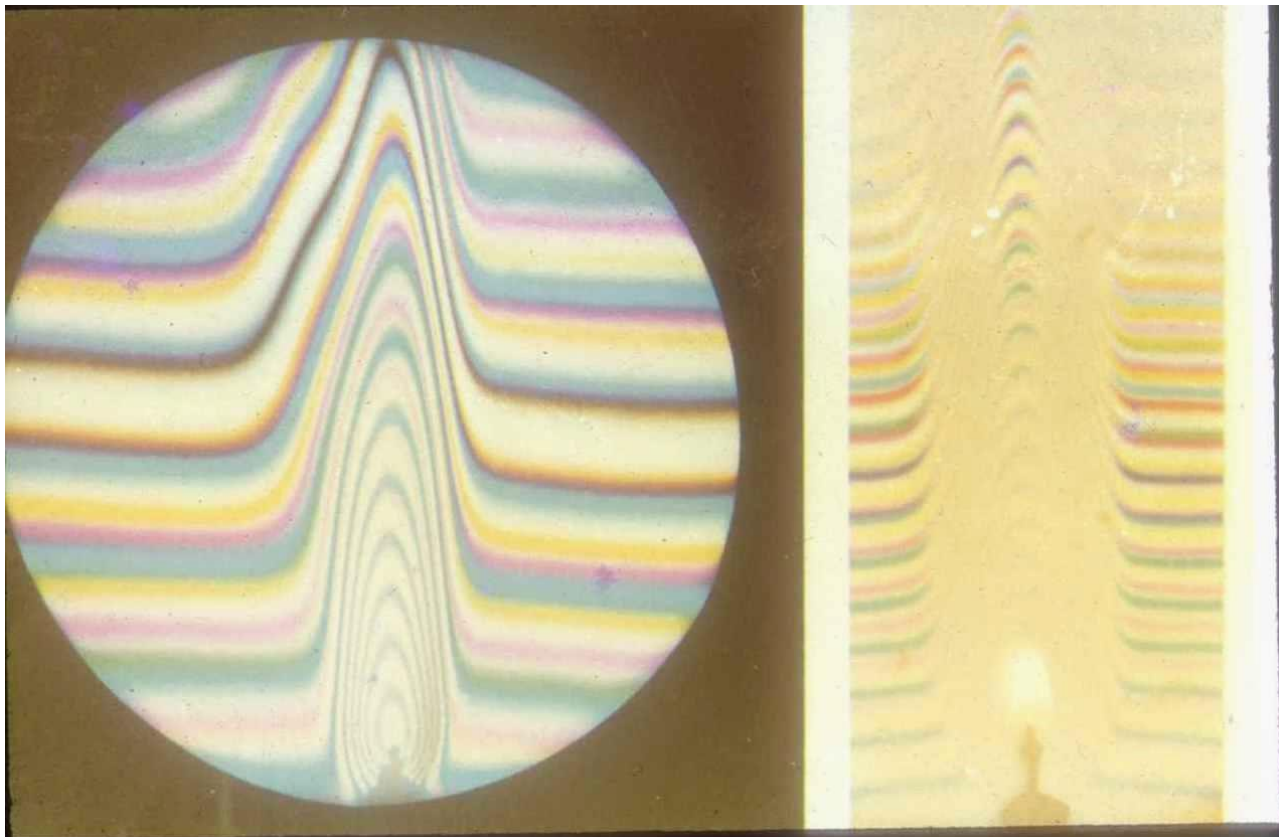
$$2l(n - 1) = 107.2 \times \lambda$$

$$n = \frac{107.2 \times \lambda}{2l} + 1 = 1.0002927$$



精度高

§ 3.7 迈克尔逊干涉仪



用迈克尔孙干涉仪测气流

■ 光学相干CT — 断层扫描成像新技术

(Optical Coherence Tomography , 简称OCT)

计算机断层成像 (CT-Computed Tomography)

第一代: X射线 CT
 γ 射线 CT—工业CT

第二代: NMR CT—核磁共振成像

第三代: 光学相干CT—OCT

空间分辨率达微米的量级