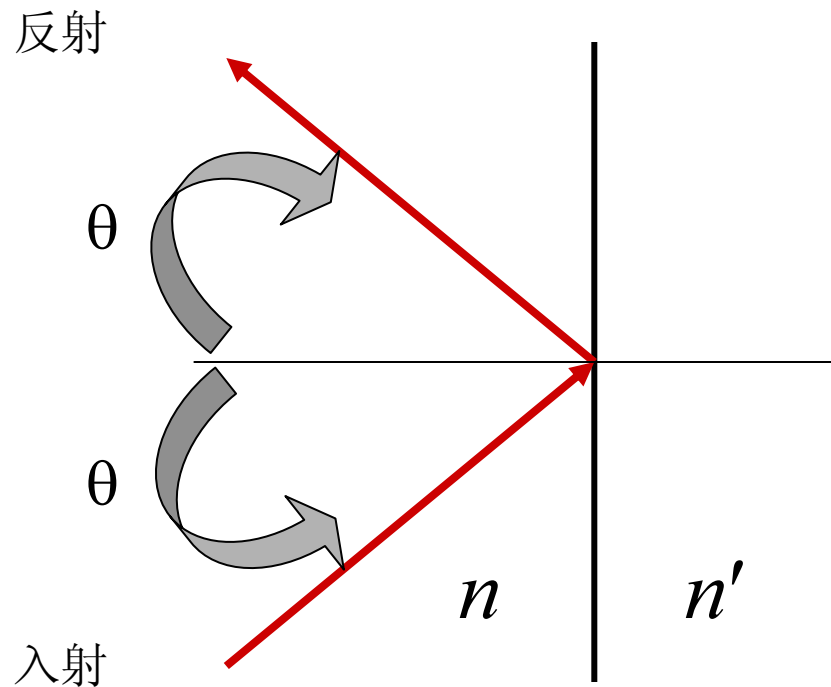


棱镜，光纤和反射镜

- 全内反射
- 棱镜
- 色散
- 光纤和其它波导
- 抛物面镜反射

全内反射(TIR)



例如从玻璃到空气的界面:

$$n=1.5, n'=1$$

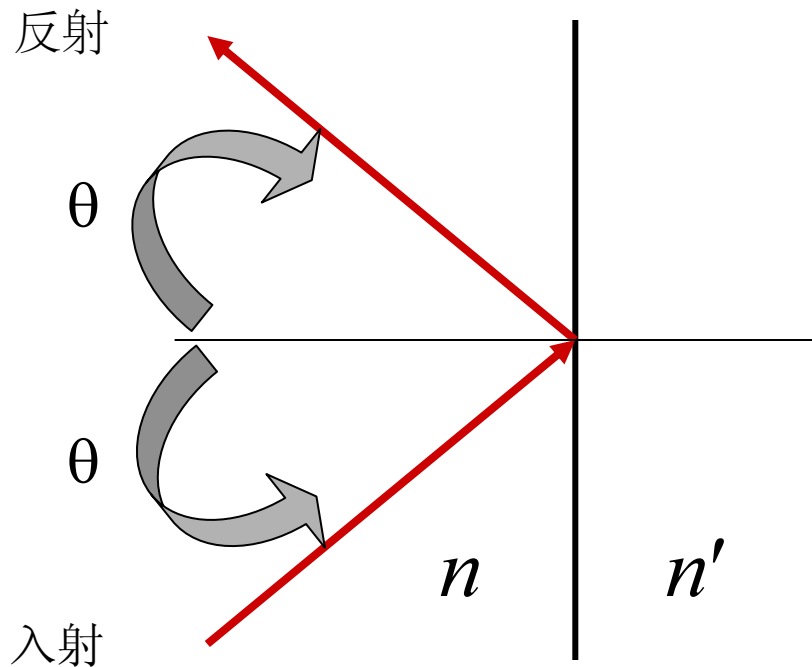
$$\frac{n}{n'} \sin \theta > 1 \text{ if}$$

$$\theta > \theta_{\text{crit}} = \sin^{-1} \frac{n'}{n} = 41.8^\circ$$

$$n \sin \theta = n' \sin \theta' \Rightarrow \sin \theta' = \frac{n}{n'} \sin \theta$$

如果 $\frac{n}{n'} \sin \theta > 1 \dots?$

全内反射(TIR)

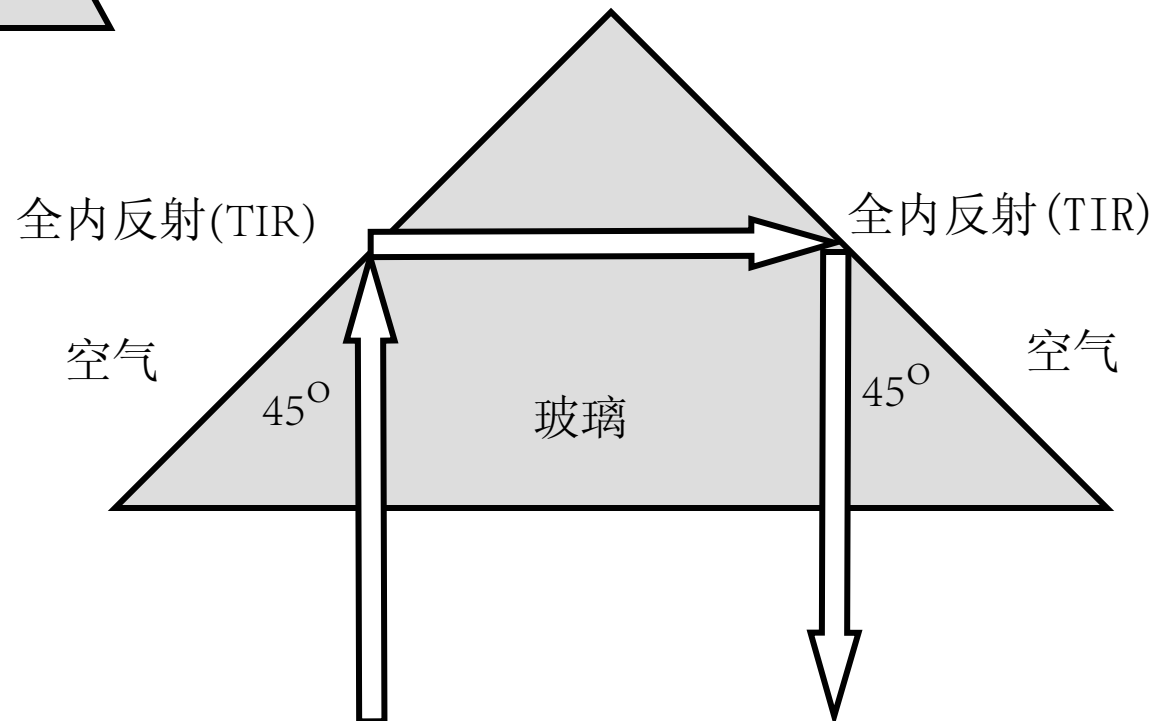
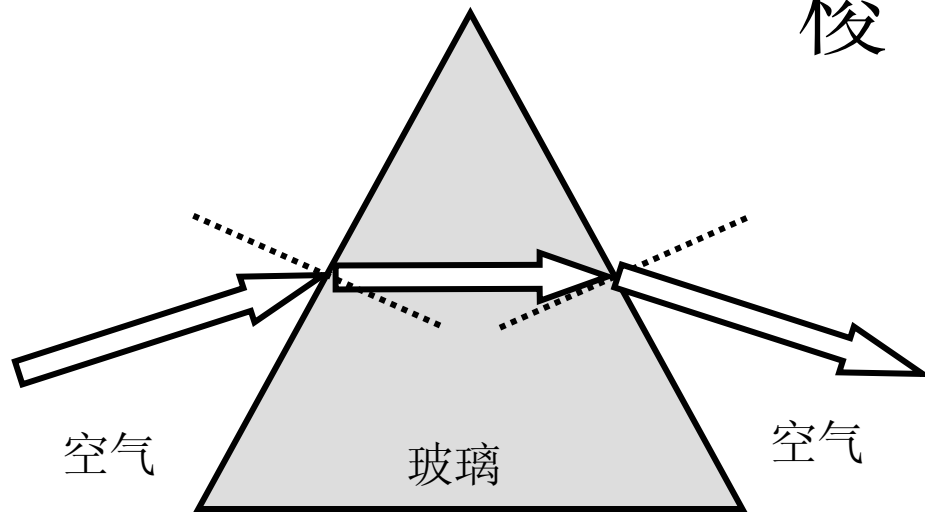


没有光进入光疏介质空间

(实际上在光密介质中光场是迅速衰减的, 例如, 以指数规律递减。)

当 $\theta > \theta_{crit}$ 时, θ' 变为虚数
 $\Rightarrow$ 折射光消失, 能量全部被反射。

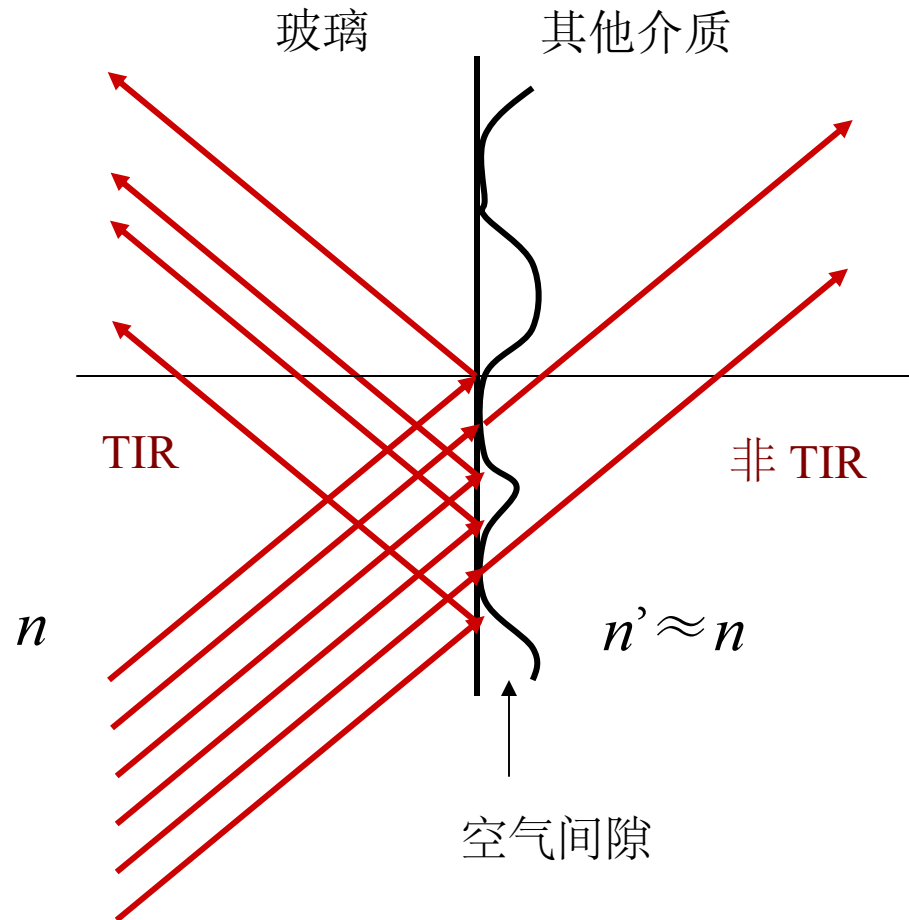
棱 镜



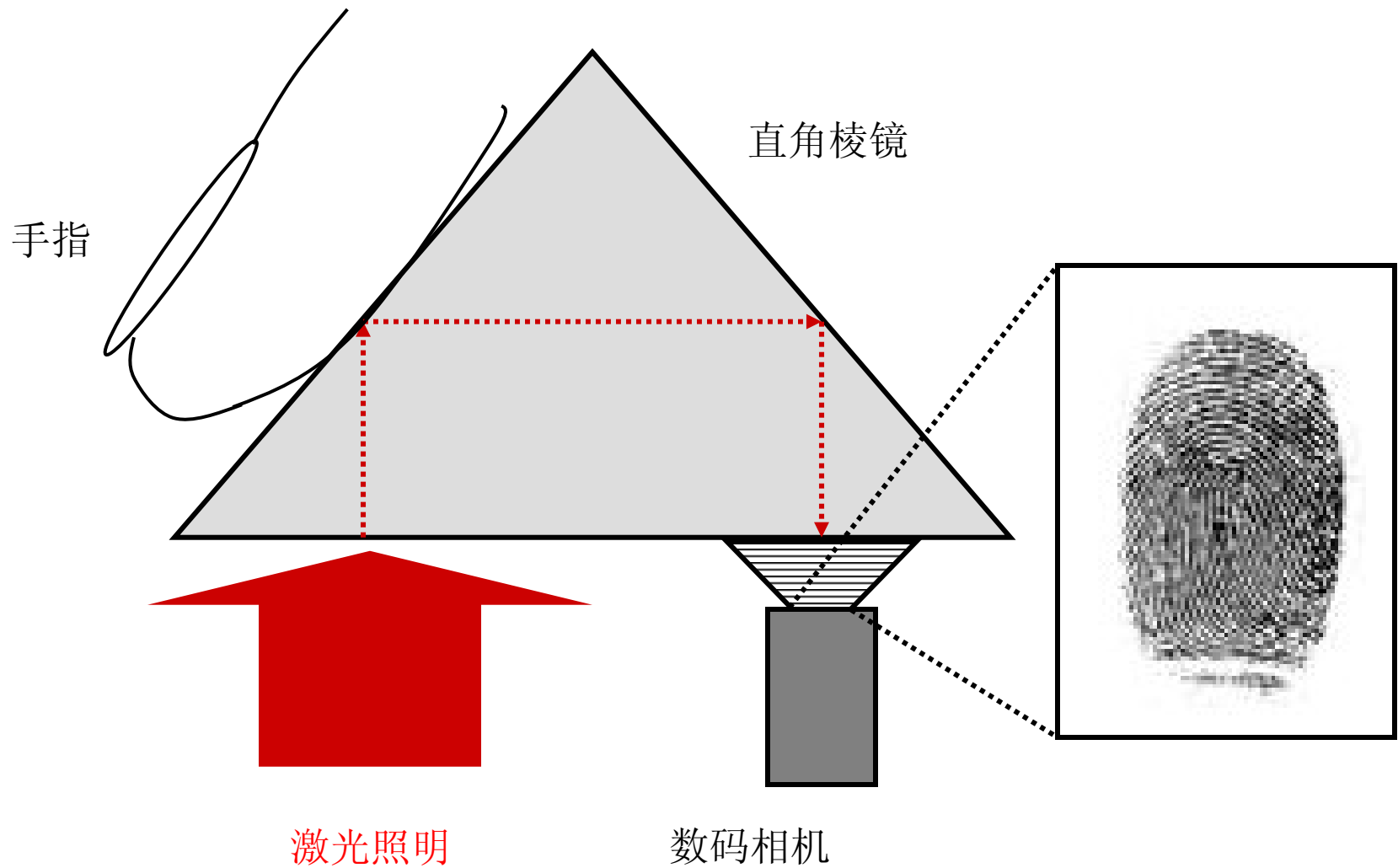
部分全内反射(FTIR)

当两种折射率相当的物质相互有一定接触的时候，入射光部分反射，形成阴影。

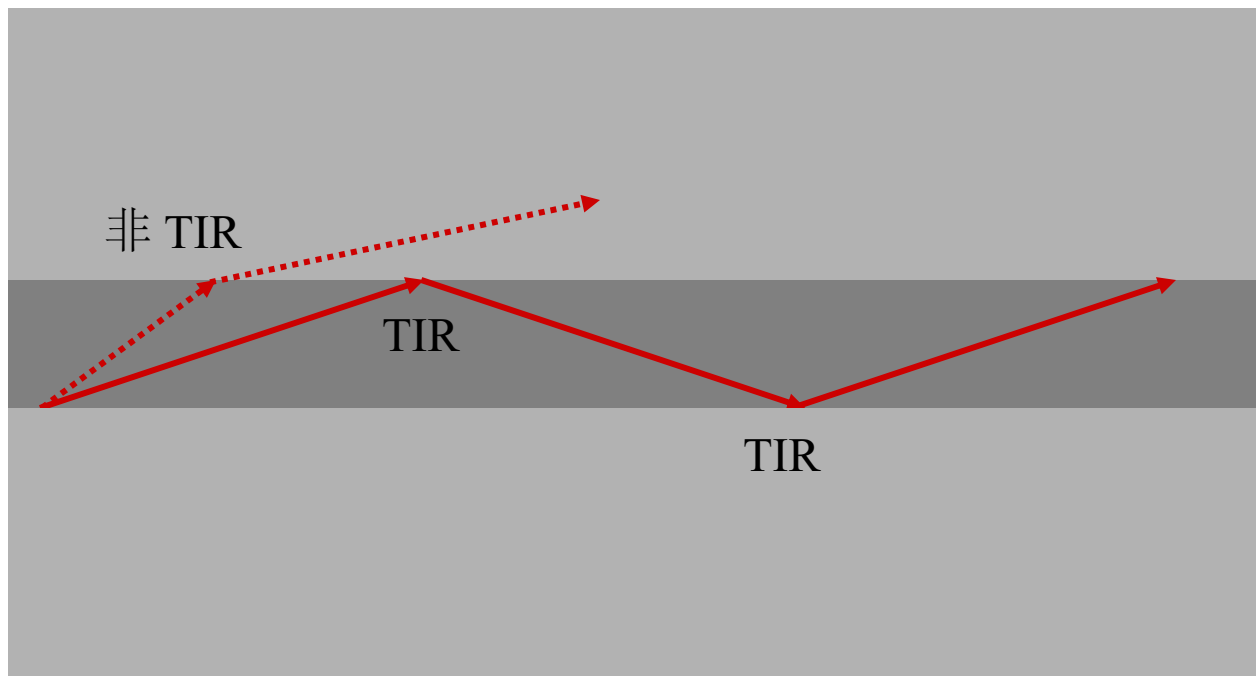
入射角大于临界角



指纹传感器



光波导

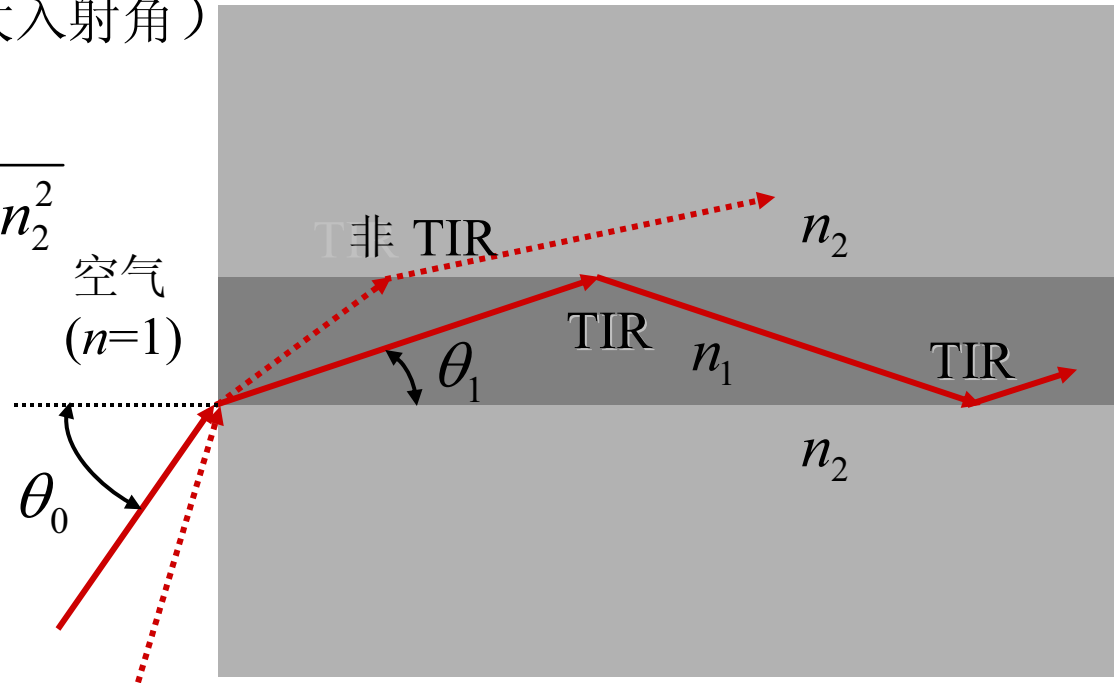


“平面”波导：高折射率介质材料夹在低折射率介质材料中间

光波导： 数值孔径（NA）

$NA = \sin \theta_0$ （导波的最大入射角）

$$NA = \sin \theta_0 \leq \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

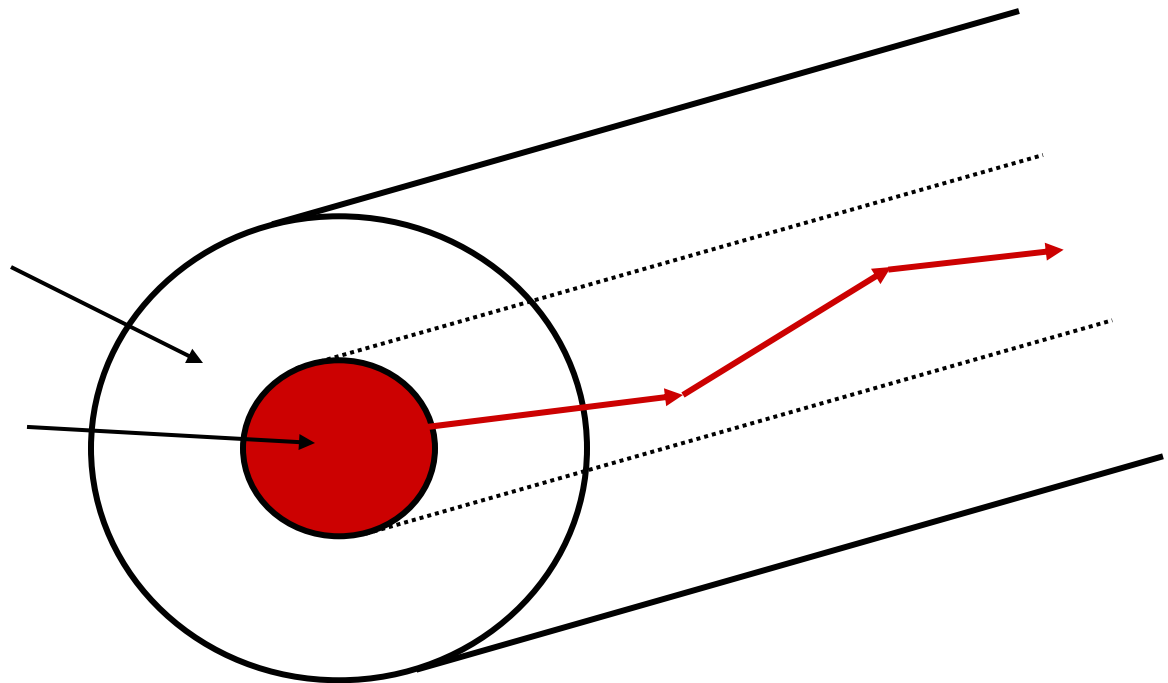


高对比的折射率 (n_1/n_2) $\Leftrightarrow$ 高数值孔径 (NA)

光 纤

包层（低折射率）

纤芯（高折射率）



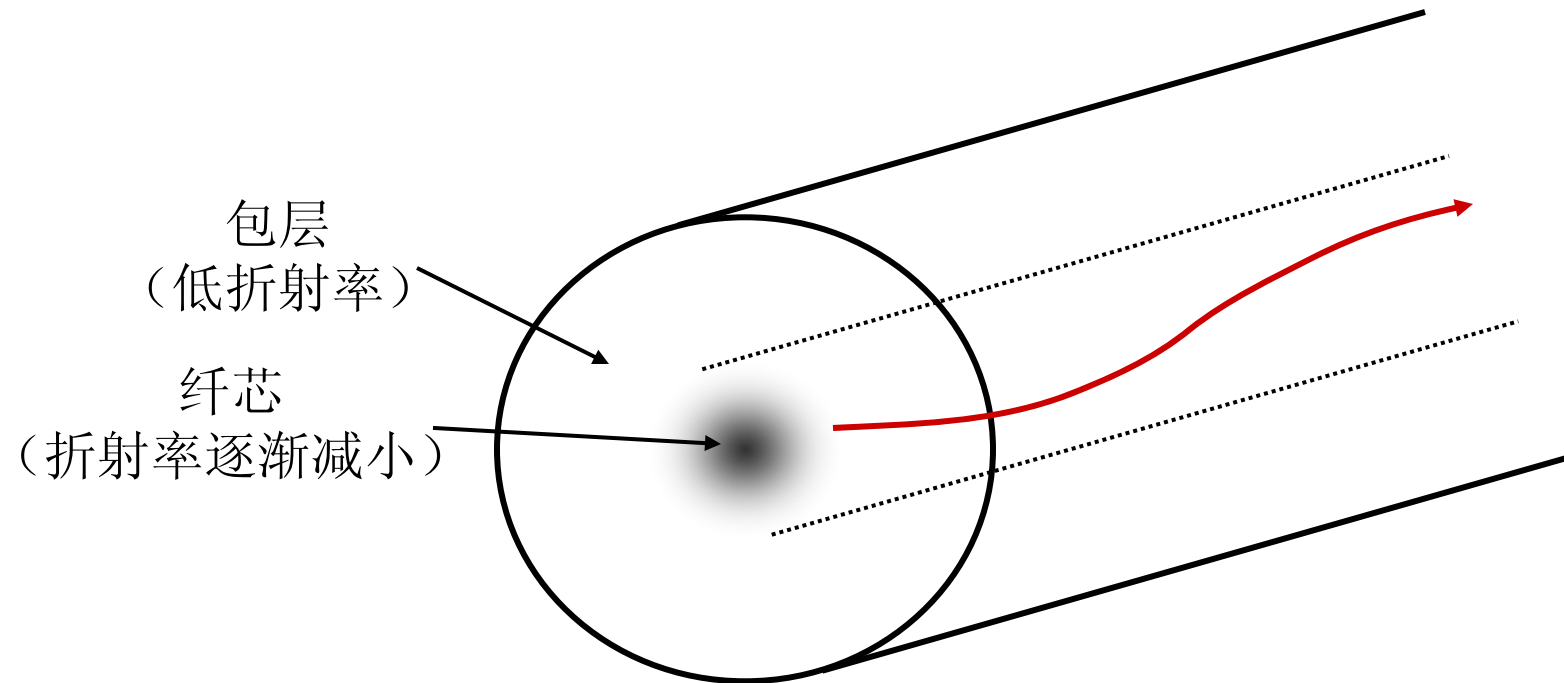
纤芯直径：8-10 μm （商业级）

包层直径：250 μm （商业级）

折射率对比：0.007 （很低的NA）

损耗：0.25 dB/km

渐变折射率光纤



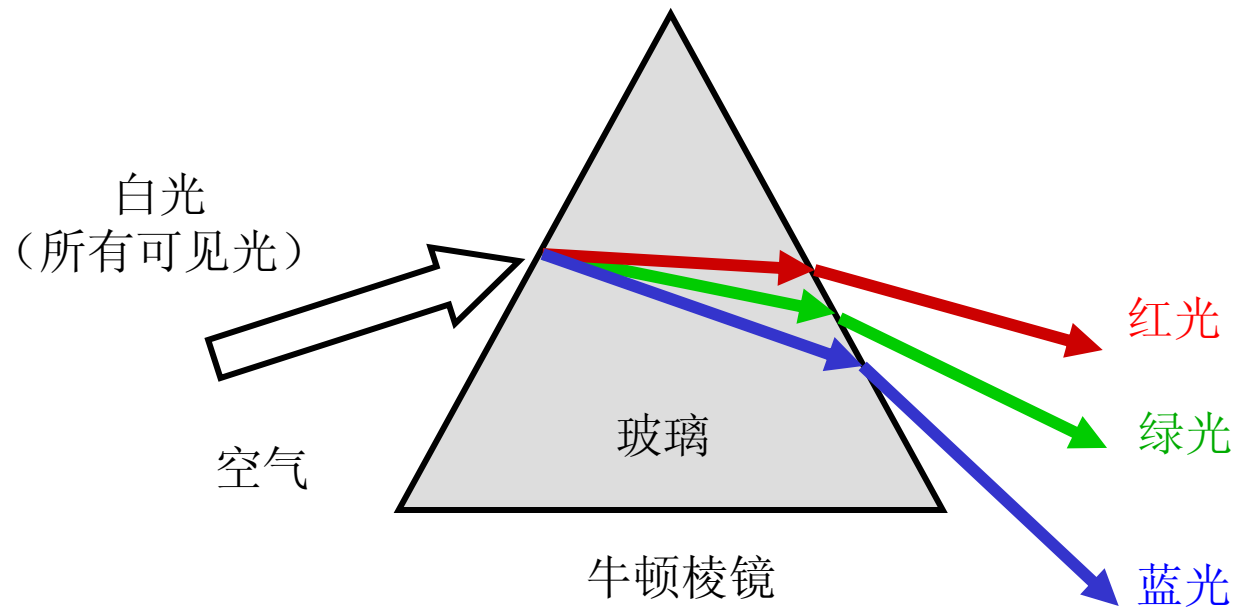
光线绕着纤芯轴线“螺旋状”传播！

自然界中的渐变折射率光波导： 昆虫的眼睛（复眼）

由于版权原因，图像被删除。

色散

折射率 n 是波长的函数



色散测量

参考颜色线:

C (H- $\lambda=656.3\text{nm}$, 红光), D (Na- $\lambda=589.2\text{nm}$, 黄光),
F (H- $\lambda=486.1\text{nm}$, 蓝光)

冕玻璃:

$$n_{\text{F}} = 1.52933 \quad n_{\text{D}} = 1.52300 \quad n_{\text{C}} = 1.52042$$

色散本领

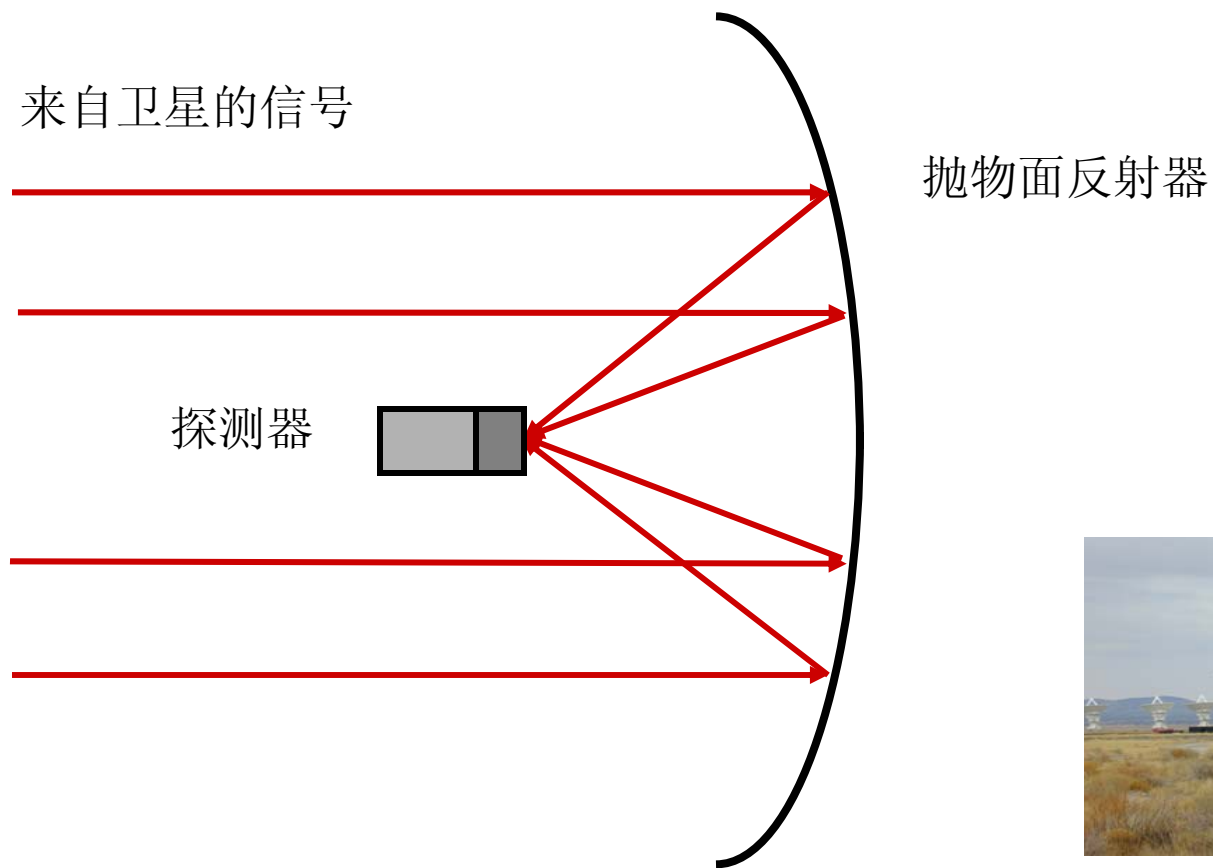
$$V = \frac{n_{\text{F}} - n_{\text{C}}}{n_{\text{D}} - 1}$$

色散系数

$$\nu = \frac{1}{V} = \frac{n_{\text{D}} - 1}{n_{\text{F}} - n_{\text{C}}}$$

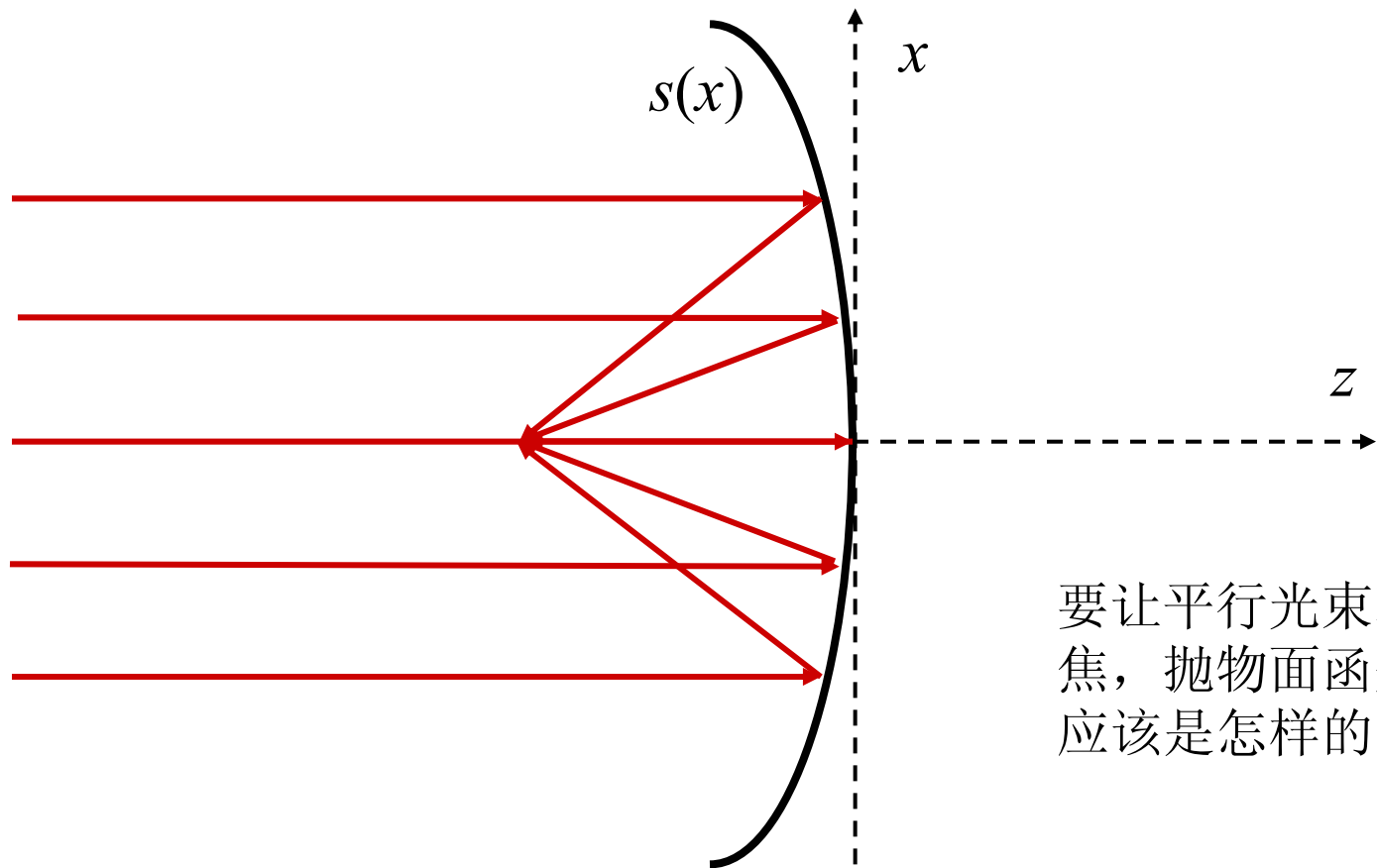
弯曲反射面

卫星抛物面反射器



抛物面镜：理想聚焦

（例如卫星抛物面反射器）



要让平行光束理想聚焦，抛物面函数 $s(x)$ 应该是怎样的？

抛物面镜：理想聚焦

（例如卫星抛物面反射器）

