

# 作为光学波片的费涅耳斜方体

丁大军 刘航

(吉林大学原子与分子物理研究所)

## 提 要

根据全反射时的菲涅耳原理,我们设计了在紫外波段作为 $\lambda/4$ 片或 $\lambda/2$ 片的斜方体棱镜,实现了线偏振—圆偏振的转换或线偏振光偏振矢的转动。

关键词: 光的偏振、光谱。

近年来在激光光谱实验中,特别是在研究原子多光子电离过程的实验中,经常需要改变与原子相互作用的激光的偏振状态。这种改变包括实现线偏振态到圆偏振态的转换或者线偏态的偏振矢在偏振面上的转动,通常是利用石英晶体的 $\lambda/4$ 片或 $\lambda/2$ 片实现的。然而对一些要求激光波长在较宽范围内可调谐的光谱工作,上述波片则难以胜任,不可能在波长调谐范围内是消色差的。此外,在紫外波段石英晶体波片的加工也是很困难的。

根据费涅耳原理<sup>[1]</sup>,当一线偏振光由光密媒质向光疏媒质传播时,若其入射角 $\theta$ 大于临界角时,在界面上将发生全反射现象:线偏振光两相互垂直分量经历全反射后有不同的位相跃变,所产生的位相差 $\delta = \delta_{\perp} - \delta_{\parallel}$ 满足下式:

$$\tan\left(\frac{\delta}{2}\right) = \frac{\cos\theta\sqrt{\sin^2\theta - n^2}}{\sin^2\theta}, \quad (1)$$

可见,此时位相差 $\delta$ 为光的入射角 $\theta$ 以及材料的折射率 $n$ 的函数。通过选择 $n$ 和 $\theta$ ,即可保证全反射后的位相差 $\delta$ 为特定值,从而改变入射光的偏振状态。因此,利用这一原理可以

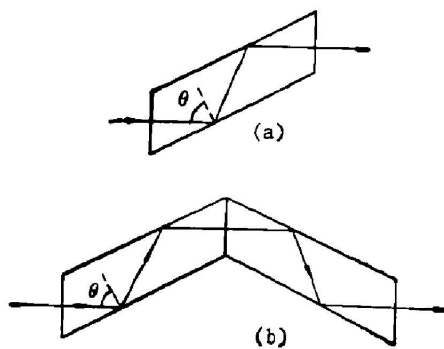


Fig. 1 Fresnel rhombs used as optical wave-length plates. (a.  $\lambda/4$  plate; b.  $\lambda/2$  plate.)

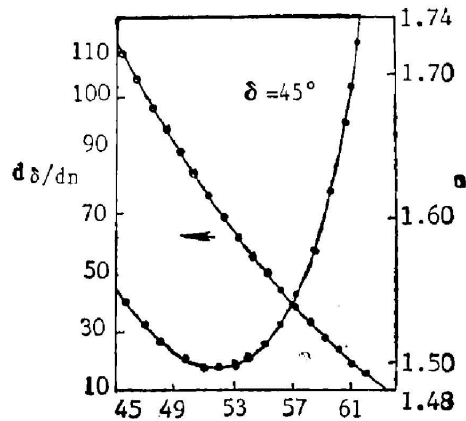


Fig. 2  $n$  or  $d\delta/dn$  as a function of incident angle  $\theta$  at  $\delta = 45^\circ$

制做斜方体棱镜作为光学波片使用。一般斜方体设计如图 1 所示, 已经在激光光谱学中广泛地使用了<sup>[3~4]</sup>。

为了实现在紫外 3340 Å ~ 3500 Å 范围内激光偏振态的改变, 我们设计了费涅耳斜方体。根据(1)式可知, 当选用的材料(UK<sub>6</sub> 特种光学玻璃)平均折射率  $\bar{n}=1.5378$  时, 若保证单次全内反射产生 45° 的位相差, 入射角  $\theta$  应为 46.09° 或 56.52° (见图 2)。由图 2 给出的  $\delta=45^\circ$  时位相差随折射率改变的变化率曲线可以看出在较大的  $\theta$  角下可以保证具有较小的色差, 因而我们选  $\theta=56.52^\circ$ 。在此入射角下, 当激光在上述紫外波段范围内变化时, 位相差的变化  $\Delta\delta$  小于 0.04°, 基本可以认为是消色差的。

我们将给上述考虑设计加工的费涅耳斜方体应用到铅原子多光子电离光谱研究中, 得到了很好的效果。说明利用费涅耳原理制做的斜方体作为光学波片是完全适用的, 并且具有加工方便和宽波段应用的特点。

### 参 考 文 献

- [1] M. 玻恩, E. 沃耳夫: 《光学原理》, (科学出版社, 1978 年), 75 页。
- [2] R. W. Anderson; *Appl. Opt.*, 1974, **13**, No. 5 (May), 1110.
- [3] J. A. Armstrong *et al.*; *Phys. Rev. (A)*, 1977, **A15**, No. 1 (Jan) 180.
- [4] R. N. Compton *et al.*; *Phys. Rev. (A)*, 1984, **A30**, No. 4 (Apr), 1766

## Fresnel rhomb used as a optical wavelength plate

DING DAJUN AND LIU HANG

(*Institute of Atomic and Molecular Physics, Jilin University*)

(Received 15 September 1987)

### Abstract

We have constructed Fresnel rhombs used as a  $\lambda/4$  or  $\lambda/2$  wavelength plate. This design was based on Fresnel's principle in a total internal reflection. We have made a transformation from a linear to a circular polarization or a rotation of a linear polarization vector in ultraviolet spectral region.

**Key words:** light polarization; spectroscopy.