

# 半 阴 偏 振 镜 研 究

李国华 吴华友 于德洪

(曲阜师范大学激光研究所, 曲阜)

**摘要:** 半阴偏振镜是精确确定和测量平面偏振光的偏振方位的重要器件。本文做了系统的理论分析, 并对所设计制作的半阴偏振镜进行了测试, 结果表明, 调整精度达到设计要求。

## The study of half-shade polarization prisms

Li Guohua, Wu Huayou, Yu Dehong

(Laser Institute, Qufu Normal University)

**Abstract:** The half-shade polarization prism is an important device for determining and measuring accurately the azimuth of a beam of plane polarized light. In this paper, the theoretic analysis of the device was given systematically. Experimental test of the half-shade polarization prism was made. The results show that the setting precision agrees well with the theoretic design.

### 一、概 述

在偏光应用技术中, 常需要准确地测量平面偏振光的偏振方位。一般的测量是较容易

通信及光信息处理。文中还根据半导体激光器的反馈噪声要求, 分析了波片偏振隔离系统, 并由此导出了实际设计、加工及装调这类隔离器的技术要求, 对实际工作具有重要意义。

### 参 考 文 献

- [1] Roychoudhuri C, Proc.SPIE., 1987; 740; 67
- [2] David Kuntz, Laser Focus & Electro-Optics, 1984; 20(3); 44
- [3] 巩马理, 清华大学博士论文, 北京: 清华大学, 1989; 16
- [4] Born M, Wolf E, Principles of Optics, 6th Edition. Oxford, Pergaman Press, 1980; 694
- [5] Verbeek B H et al., Philips Tech.Rev., 1987; 13(10); 292

收稿日期: 1990年4月20日。

的,即使该平面偏振光通过检偏镜,旋转检偏镜至全暗的位置,平面偏振光的方位角即与检偏镜的方位角成 $90^\circ$ ,这种“全暗”位置一般不容易精确定出,因为人的眼睛对光能和颜色的定量估计本领是较差的,所以用以定量计量误差较大,但人眼睛具有一个最大特点是能以极高的灵敏度比较出两相邻视场的光学差异(亮度、颜色等)。根据人眼的这一特点,用比较视场的偏光器件——半阴偏振镜取代使视场“全暗”的检偏镜,可以使偏光方位测量精度大大提高。半阴偏振镜是一个复合偏光镜系统<sup>[1]</sup>,我们设计的半阴偏振镜是完全相同的两个格兰-汤姆逊棱镜组成,两镜的主透射偏振面相互成一角度 $\alpha$ (如图1所示),通常平面偏振光通过半阴偏振镜,视场两半部分亮度不相等,以入射光束为轴转动棱镜,视场的一部分会变得更暗,另一部分则变亮,在匹配位置视场的两部分呈现相等的亮度。

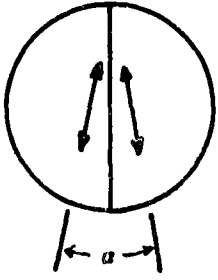


图 1

## 二、设计原理与分析

如图2所示,平面偏振光通过半阴偏振镜,一般情况将使左右两半视场亮度不等。设入射光振动矢量为 $\vec{S}$ ,与右半场棱镜主透射面成 $\beta$ 角,我们有:

$$\begin{aligned} \vec{S}_R &= \vec{S} \cos\beta \\ \vec{S}_L &= \vec{S} \cos(\alpha + \beta) \end{aligned} \quad (1)$$

则:

$$I_R = S^2 \cos^2\beta \quad (2)$$

$$I_L = S^2 \cos^2(\alpha + \beta)$$

为方便,角度符号这样规定:沿基准线逆时针旋转成的角为正,顺时针旋转成的角为负;半阴角 $\alpha$ 为正。

若使两边视场亮度相等,则必有 $I_R = I_L$ ,即:

$$\cos\beta = \pm \cos(\alpha + \beta) \quad (3)$$

取“-”号,有:

$$\cos\beta = -\cos(\alpha + \beta) = \sin\alpha \sin\beta - \cos\alpha \cos\beta$$

取得:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{1 + \cos\alpha}{\sin\alpha} = \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = \operatorname{tg}(90^\circ - \frac{\alpha}{2}) \quad (4)$$

取“+”号,有:

$$\cos\beta = \cos(\alpha + \beta) = \cos\alpha \cos\beta - \sin\alpha \sin\beta$$

得:

$$\operatorname{tg}\beta = -\frac{1 - \cos\alpha}{\sin\alpha} = \operatorname{tg} -(\frac{\alpha}{2}) \quad (5)$$

综合(4)、(5)式,可知,当 $\beta$ 满足

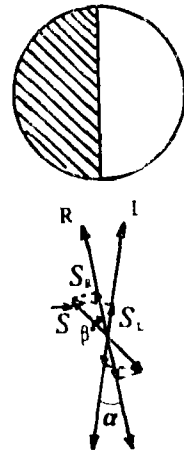


图 2

$$\beta = \begin{cases} 90^\circ - \frac{\alpha}{2} \\ -\frac{\alpha}{2} \end{cases} \quad (6)$$

时, 两边视场亮度相等。即当入射偏振光振动方向垂直或平行于两半棱镜通光方向夹角的平分线时, 两视场亮度相等。

半阴偏振镜主要是用于检测平面偏振光偏振面的方位角, 其主要的技术指标是调整精度  $\delta$ , 它表征该棱镜可测量的平面偏振光方位角的最小变化角, 也就是说当待测平面偏振光的偏振面变化  $\delta$  时, 在半阴偏振镜的两半视场间能引起可分辨的亮度差异。

对一确定半阴角  $\alpha$  的半阴镜, 为了得到其调整精度  $\delta$ , 我们借用瑞利判据所要求的两光强差, 即人眼能很容易地分辨光强相差 80% 的两视场<sup>[2]</sup>。由此我们定义, 当  $I_R/I_L = 80\%$  时, 对应的  $\beta$  偏离 (6) 式的角度为  $\delta$ 。

当入射偏振光方位在  $90^\circ - \alpha/2$  附近时, 取:

$$\beta = 90^\circ - \alpha/2 + \Delta \quad (\Delta > 0)$$

此时有:

$$\frac{I_R}{I_L} = \left[ \frac{\cos \beta}{\cos(\alpha + \beta)} \right]^2 = \left[ \frac{\sin(\frac{\alpha}{2} - \Delta)}{\sin(\frac{\alpha}{2} + \Delta)} \right]^2 \quad (7)$$

当入射偏振光方位在  $-\alpha/2$  附近时, 取,

$$\beta = \Delta - \alpha/2 \quad (\Delta < 0)$$

有:

$$\frac{I_R}{I_L} = \left[ \frac{\cos \beta}{\cos(\alpha + \beta)} \right]^2 = \left[ \frac{\cos(\frac{\alpha}{2} - \Delta)}{\cos(\frac{\alpha}{2} + \Delta)} \right]^2 \quad (8)$$

令  $I_R/I_L = 80\%$ , 用计算机对 (7)、(8) 式计算, 可得  $\delta$  结果, 见表 1, 表中  $\delta_1$ 、 $\delta_2$  分别

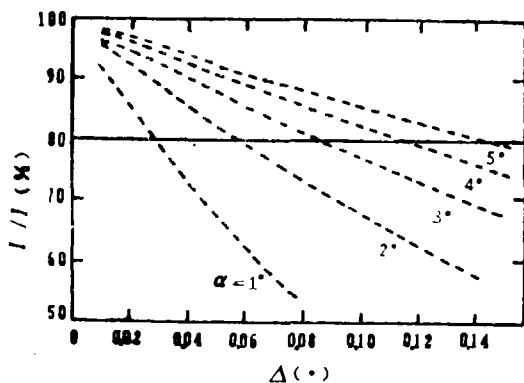


图3 在垂直半阴角  $\alpha$  平分线附近的情况

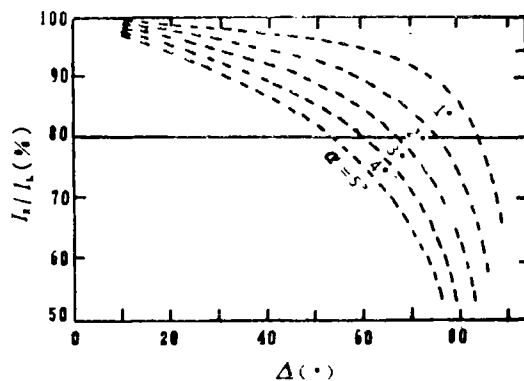


图4 在平行半阴角  $\alpha$  平分线附近的情况

表1 调整精度 $\delta$ 的计算值

$\alpha(^{\circ})$	1	2	3	4	5
$\delta_1(^{\circ})$	0.028	0.056	0.083	0.112	0.140
$\delta_2(^{\circ})$	81	72.5	65	58	52

很高的调整精度,即 $I_R/I_L$ 随 $\angle$ 变化非常快。 $0.01^{\circ}$ 的调整精度是完全可以达到的。而在角平分线附近调整精度很低。因此,我们利用前者进行设计。另外,若入射光较强,可采用半阴角较小的半阴镜,以达到较高的调整精度;若入射光较弱,可以采用较大半阴角的半阴镜。

### 三、棱镜制作与测量

做半阴偏振镜的晶体要求光学质量好,且是同一块晶体,所做半阴偏振镜需结构牢固、棱镜的两部分偏光性能一致等。因此,我们采用格兰-汤姆逊型结构,将格兰-汤姆逊棱镜按图5所示一分为二,将分开的两半棱镜沿切割面磨成与光轴方向成 $\alpha/2$ 的夹角,然后再胶合起来,就构成半阴角为 $\alpha$ 的半阴偏振镜,我们设计的半阴角为 $3^{\circ}$ 。此半阴镜具有如下特点:1.结构牢固,2.光学一致性好,3.具有格兰-汤姆逊棱镜的高透射比,高消光比,使用波段宽,抗光损伤阈值高等优点;4.根据理论计算,其调整精度优于 $0.08^{\circ}$ (约 $5'$ )。

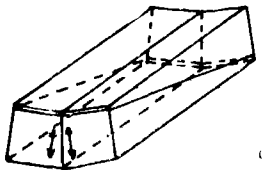
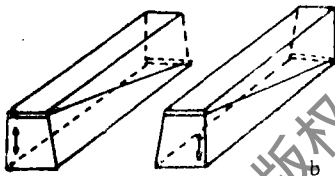
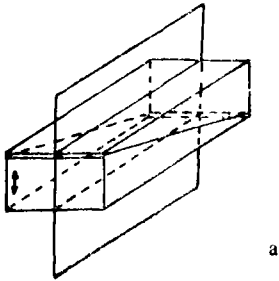


图5 制作过程图

是由(7)、(8)两式得到的结果。

同时,不同 $\alpha$ 角的、由(7)、(8)式决定的 $I_R/I_L$ 随偏离匹配位置的角度 $\angle$ 的变化曲线分别示于图3和图4。

由表1和图3、图4可明显地看到,在半阴角 $\alpha$ 角平分线垂直方向附近,可得到

采用如图6所示的光路,对该半阴镜的调整精度进行测试。

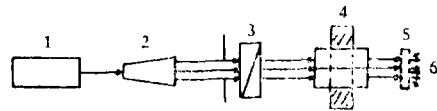


图6 测试光路图

- 1—He-Ne激光器 2—准直扩束镜  
3—起偏器 4—半阴镜旋转度盘  
5—毛玻璃 6—眼睛

旋转半阴偏振镜(旋转精度 $1'$ ),观察入射平面偏振光偏振面相对半阴镜发生微小变化时两半视场的变化。多次测试表明,研制的半阴镜的调整精度完全达到设计要求。

### 参 考 文 献

- (1) Driscoll Walter G et al., Handbook of Optics. Kingsport Press, 1978; 10-147  
(2) Буицков Е И, ОПТИКА, Москва: Высшая школа, 1986; 336~368

# 碳钢表面激光TiN合金化的研究

郑克全 张思玉

(兰州大学物理系, 兰州)

**摘要:** 本文介绍了用一台CO<sub>2</sub>激光器对碳钢表面进行了TiN激光合金化处理, 对处理后的合金层的组织结构、相形貌、合金元素的分布、硬度和耐磨性能进行了测试和分析, 结果表明: TiN激光合金化使45#钢基体产生了多种强化效果, 使基体金属表面性能有很大的提高

## Study of TiN laser alloying in the carbonic steel surfaces

Zheng Kequan, Zhang Siyu

(Department of Physics, Lanzhou University)

**Abstract:** The experimental procedure for the TiN laser alloying in the carbonic steel surface by using a CO<sub>2</sub> laser is described. A comprehensive analysis of the phase structure, the phase morphology, the distribution profile of the alloying elements, the hardness, and the resistance to abrasion of the alloyed layer after laser treatment is introduced. The results indicate that TiN laser surface alloying will give many strengthening effects on the carbonic steel surface. The characteristic of the base metal surface can be greatly ameliorated.

### 一、引 言

激光合金化就是将合金元素设法涂置于基体金属材料的表面, 利用高能密度的激光束把置于表面的合金元素熔入工件表层。合金元素可以是金属(如铬、钼、钨、铁等)或非金属元素(如碳、氮、硼、碳氮、碳硼和碳氮硼等), 也可以采用难熔金属的氧化物、碳化物、氮化物和硼化物等, 这些合金元素熔入基体金属材料后形成多种物相, 改变了基体金属的化学成分和组织结构, 基体表面形成特殊性能的合金化层<sup>[1~4]</sup>, 这可使廉价的普通金属材料

作者简介: 李国华, 请参见本刊1990年第3期第54页。

吴华友, 女, 1964年10月出生。理学硕士, 助教。主要从事理论物理研究工作。

于德洪, 男, 1962年出生。理学硕士, 讲师。现在从事激光偏振器件与技术和光学测试研究工作。

收稿日期: 1990年1月22日。