

90°分束偏光镜光强分束比研究

吴福全 黄家寅* 封太忠 李国华

(曲阜师范大学激光研究所, 曲阜, 273165)

摘要: 给出了90°分束偏光镜的e, o光光强分束比的计算公式, 以及光强分束比随光波长的变化曲线, 在6328Å测得的光强分束比与计算值是一致的。

关键词: 90°分束偏光镜 光强分束比

Research on beamsplitting intensity ratio of 90° polarization beamsplit prism

Wu Fuquan, Huang Jiayin*, Feng Taizhong, Li Guohua

(Laser Institute, Qufu Normal University)

Abstract: This paper gives the calculation formula of e, o beam intensity ratio, and the ratio is changeable with wavelength of light through the 90° polarization beamsplit prism. The beamsplit intensity ratio is well in agreement with calculation value at $\lambda=6328\text{\AA}$.

Key words: 90° polarization beamsplitting prism beamsplitting intensity ratio

一、引言

由于90°偏光分束镜e, o光之分束角为90°, 给光路的设计和调整提供了极大的方便, 因此

* 曲阜师范大学物理系。

5 USP 3,647,729

6 AD. 746293

7 FP. 2039637

作者简介: 段 潜, 男, 1968年1月出生。硕士, 讲师。现从事激光防护方面的研究。

王立杰, 男, 1940年出生。教授。一直从事光学塑料和激光防护方面的研究, 有多项成果通过国家鉴定。

邹 颖, 女, 1940年出生。副教授。一直从事激光防护方面的研究, 有多项成果通过国家鉴定。

收稿日期: 1993-10-09

而被广泛地使用^[1]。对 90°偏光分束镜以及其它种类的偏光分束镜而言,其主要的技术参数是棱镜的消光比、抗光损伤阈值、分束角以及使用光谱范围和透射比。这些参数大多做过测试研究,而对于经棱镜分束的 e, o 光的光强分束比以及其随波长的变化至今尚未见报导。然而,在许多 90°分束偏光镜的使用者中,需要知道棱镜在自己的使用光谱范围 e, o 光的光强分束比,以及光强分束比与波长的关系。因此,我们研究 90°分束偏光镜的光强分束比,对于完善该棱镜的技术参数是十分必要的。

二、光强分束比分析

为方便起见,我们首先设:(1)入射光为单色自然光,或者是偏振面与 90°分束偏光镜中 e, o 光的偏振面成 45°的单色偏振光;(2)光正入射于棱镜;(3)研究限于冰洲石无吸收的光谱范围。

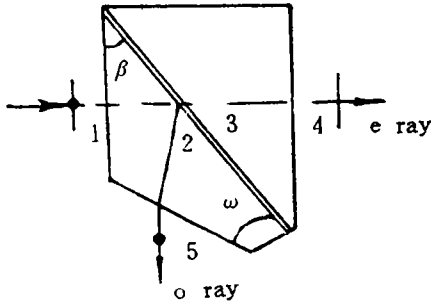


Fig. 1 Configuration of a beamsplit prism

90°分束偏光镜的光路如图 1 所示。图中的 β 和 ω 是棱镜的结构角。由图可知,出射的 e 光经过了棱镜的 1, 2, 3, 4 介面, o 光经过 1, 2, 5 介面。由菲涅耳公式, e 光在各介面的强度反射系数^[2]为:

$$\begin{cases} R_{e1} = R_{e4} = [(n_e - 1)/(n_e + 1)]^2 \\ R_{e2} = R_{e3} = \frac{\text{tg}^2[\beta - \sin^{-1}(n_e \sin \beta)]}{\text{tg}^2[\beta + \sin^{-1}(n_e \sin \beta)]} \end{cases} \quad (1)$$

式中, n_e 是冰洲石晶体中 e 光的主折射率。我们以

$I_{e1}, I_{e2}, I_{e3}, I_{e4}$ 表示 e 光通过各介面后的光强,那么它们分别为:

$$\begin{cases} I_{e1} = I(1 - R_{e1})/2 \\ I_{e2} = I_{e1}(1 - R_{e2}) \\ I_{e3} = I_{e2}(1 - R_{e3}) \\ I_{e4} = I_{e3}(1 - R_{e4}) \end{cases} \quad (2)$$

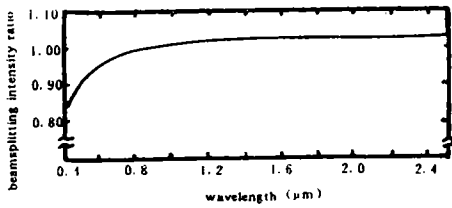


Fig. 2 Relationship of beamsplit intensity ratio to wavelength

由此,可得通过 90°分束偏光镜透射的 e 光光强为:

$$I_e = I_{e4} = I(1 - R_{e1})^2(1 - R_{e2})^2/2 \quad (3)$$

式中, I 是入射光光强。

对于 o 光,它在各介面的强度反射系数为:

$$\begin{cases} R_{o1} = [(n_o - 1)/(n_o + 1)]^2 \\ R_{o2} = 1 \\ R_{o5} = \frac{\sin^2\{(\beta - \omega) - \sin^{-1}[n_o \sin(\beta - \omega)]\}}{\sin^2\{(\beta + \omega) + \sin^{-1}[n_o \sin(\beta - \omega)]\}} \end{cases} \quad (4)$$

式中, n_o 为冰洲石晶体中 o 光的折射率。以 I_{o1}, I_{o2}, I_{o5} 表示 o 光通过各介面后的光强,它们分别为:

$$\begin{cases} I_{o1} = I(1 - R_{o1})/2 \\ I_{o2} = I_{o1} \\ I_{o5} = I_{o1}(1 - R_{o5}) \end{cases} \quad (5)$$

由此,又得到 90°分束偏光镜透射的 o 光光强为:

$$I_o = I_{o5} = I(1 - R_{o1})(1 - R_{o5})/2 \quad (6)$$

那么, 90° 分束偏光镜的光强分束比 F 为: $F = I_c/I_o$ 。(7)

图 2 是取 $\beta=39^\circ, \omega=22^\circ$ 计算的 90° 分束偏光镜光强分束比随波长变化的曲线。

三、测试与讨论

1. 测试.

测试光路如图 3 所示。P 是起偏镜, 装在具有微调功能的旋转支架上(旋转角的可读精度为 $5'$); 两功率计是由中国计量科学院对 6328 \AA 定标的 LM-5 型激光功率计。

测量过程如下: (1) 将待测棱镜置入光路, 调整棱镜, 使光正入射于前端面; (2) 旋转起偏镜 P, 使通过待测棱镜到达光功率计 1 的光强为最小; 然后将起偏镜以入射光为轴旋转 45° ; (3) 记下四组同一时刻功率计 1, 2 测得的光功率; 为了消除两功率计造成的测量误差, 将功率计 1, 2 互换, 再记下四组数据。(4) 将测得的 e , o 光的光功率数据分别取平均值, 然后得出测试的光强分束比 F_c 。三只棱镜光强分束比的测量值 F_c 和计算值 F_j 列于下表。

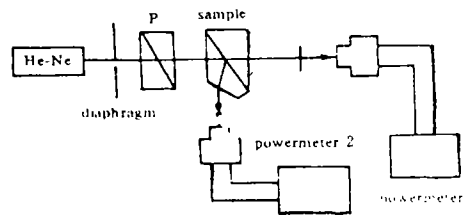


Fig. 3 Test setup

Table Summary of test data

sample	structural angle β (deg)	structural angle ω (deg)	measuring data F_c	calculating data F_j
1	39.07	22.00	0.994	1.003
2	38.90	22.06	1.002	1.013
3	39.05	22.09	0.995	0.998

对于以上的测量加两点说明, 其一是所测的三只棱镜的结构角 β 和 ω 均经过精确测量(测角仪的可读精度为 $1'$); 表中光强分束比的计算值均根据实测的 β 和 ω 计算。其二是由于 He-Ne 激光器输出的光是部分偏振光, 且偏振面随时间作旋转变化的^[3], 加起偏镜的目的就在于消除光源对测量精度的影响。

2. 讨论

(1) 测试结果和计算值表明, 90° 分束偏光镜的光强分束比接近 1。

(2) 由表中数据可见, 90° 分束偏光镜的光强分束比的实测值(对 6328 \AA) 与理论计算值之差小于 1%, 因此可以认为光强分束比的实测值与计算值是一致的。

(3) 由于测试条件的限制, 样品棱镜的光强分束比只在 6328 \AA 的光源中做了测试; 但是从测量值与计算值的一致性可以认为: 在冰洲石晶体无吸收的光谱范围($0.45 \sim 2.5 \mu\text{m}$), 图 2 给出的理论曲线与实际是相符的。

参 考 文 献

- 1 李国华. 曲阜师范大学学报, 1984; 10(4)
- 2 李景镇. 光学手册. 西安: 陕西科学技术出版社, 1986: 486
- 3 赵明山, 李国华, 张敬斌. 激光杂志, 1993; 14(5): 241

作者简介: 吴福全, 男, 1952 年出生。副教授。现从事偏光器件和偏光技术方面的研究。

收稿日期: 1993-12-21 收到修改稿日期: 1994-03-12