

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G03H 1/04 (2006.01)

G02B 5/18 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610016902.X

[43] 公开日 2007 年 12 月 5 日

[11] 公开号 CN 101082804A

[22] 申请日 2006.6.2

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所

[21] 申请号 200610016902.X

代理人 赵炳仁

[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130031 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 发明人 李文昊 巴音贺希格 齐向东
李英海

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

[54] 发明名称

一种确定凹面全息光栅制作光路中两激光束夹角的方法

[57] 摘要

一种确定凹面全息光栅制作光路中两激光束夹角的方法属于光谱技术领域中涉及的一种确定两激光束夹角的方法。要解决的技术问题是：提供一种确定凹面全息光栅制作光路中两激光束夹角的方法。技术方案为：第一步，建立一套凹面全息光栅曝光装置；第二步，制备一个刻有角度线的大平板；第三步，利用步骤一所建立的凹面全息光栅曝光装置的光路，在光路中放置一个 He - Ne 激光器和大平板；使经过平面反射镜和及 He - Ne 激光器发出的光线的主光轴分别与大平板上的角度线重合；第四步，确定凹面全息光栅毛坯的位置，使三束激光的主光轴交点位置与凹面全息光栅毛坯的中心点重合。该方法对制作高质量的凹面全息光栅有直接的重大价值。

1、一种确定凹面全息光栅制作光路中两激光束夹角的方法，其特征在于：第一步，建立一套凹面全息光栅曝光装置；包括 Kr⁺激光器(1)、平面反射镜(2)、半反半透镜(3)、平面反射镜(4)和(5)、针孔滤波器(6)和(7)、干涉场(8)和光栅毛坯(9)；在 Kr⁺激光器(1)的激光束传播方向的光轴上置有平面反射镜(2)，平面反射镜(2)与光轴成 45° 角；在平面反射镜(2)的反射光光路上置有半反半透镜(3)，它的半反半透面与光轴成 45° 角；分别在半反半透镜(3)的反射面和透射面出射光的光轴上置有平面反射镜(4)和平面反射镜(5)；分别在平面反射镜(4)和平面反射镜(5)的反射光线的光轴上置有针孔滤波器(6)和针孔滤波器(7)；针孔滤波器(6)和针孔滤波器(7)发射光线的交汇区域形成了干涉场(8)；在干涉场(8)内置有光栅毛坯(9)，光栅毛坯(9)的中心点位于干涉场(8)的中心位置；角 γ 和 δ 为球面波通过凹面全息光栅毛坯中心点的光线与凹面全息光栅毛坯法线的夹角，本发明方法要确定的就是这两个角；激光束由 Kr⁺激光器(1)发出，经平面反射镜(2)反射，又经过半反半透镜(3)分为能量相等的两束光，通过平面反射镜(4)和(5)调整两束光的夹角，两束光经过针孔滤波器(6)和(7)后变为球面波，这两束球面波相遇后形成干涉场(8)，将光栅毛坯(9)放入干涉场(8)内就可以曝光；第二步，制备一个大平板；大平板(10)上刻有用计算机确定的角度，(11)、(12)和(13)分别为角度线，并且角度线(12)和(13)与角度线(11)的夹角分别为 γ 和 δ ；使用时将大平板(10)的中心固定在五

维调整装置的上表面的中心位置，通过调整五维调整装置，大平板(10)可以上下、前后、左右、旋转、倾斜等五个方向自由运动；第三步，利用步骤一所建立的凹面全息光栅曝光装置，不要摆放针孔滤波器(6)和(7)及光栅毛坯(9)，在光路中放置一个 He-Ne 激光器(14)和大平板(10)；调整大平板(10)，使其上表面与两束激光的主光轴位于同一个平面内，调整平面反射镜(4)和(5) 及 He-Ne 激光器(14)，使经过平面反射镜(4)和(5)及 He-Ne 激光器(14)发出的光线的主光轴分别与大平板(10)上的角度线(12)、(13)和(11)重合；至此，大平板(10)上的角度线(11)分别与角度线(12)和(13)之间的夹角被移植到凹面全息光栅曝光装置的光路中，这两个角相当于曝光光路中由 He-Ne 激光器(14)发出的光分别与经过平面反射镜(4)和(5)发出的光的夹角；第四步，确定凹面全息光栅毛坯的位置，保持平面反射镜(4)和(5)及 He-Ne 激光器(14)的位置不变，将大平板(10)连同五维调整装置撤走，把光栅毛坯(9)放置在光路中，调整光栅毛坯(9)在光路中的位置，使三束激光的主光轴交点位置与凹面全息光栅毛坯的中心点重合，凹面全息光栅毛坯的中心点是指光栅毛坯的两对角线交点。

一种确定凹面全息光栅制作光路中两激光束夹角的方法

一、技术领域

本发明属于光谱技术领域中涉及的一种确定凹面全息光栅制作光路中两激光束夹角的方法。

二、背景技术

凹面全息光栅是用于可见、紫外区的多波段分光器件，使用它可以缩小光谱仪器的尺寸，减少组成的零部件数量，消除光学系统的像散，提高光学仪器的成像质量、分辨本领和测试精度。

在凹面全息光栅设计过程中，将 Fermat 原理应用到 Seya-Namioka 成像系统中去，使用光程展开法修正光学系统的像差，通过计算可以得出记录球面波的波源点与凹面全息光栅毛坯中心的距离以及这两束球面波主光线与凹面全息光栅毛坯法线的夹角，理论分析和计算结果表明，通过改变球面波波源的位置可以改变像差的大小，进而达到消除光学系统中的像散和彗差的目的。

光栅常数是衍射光栅非常重要的技术指标，所谓光栅常数是指每毫米刻线数的倒数，它决定光栅的色散率和分辨率。对光谱仪器而言，光栅常数的变化必然引起光栅衍射角的改变，导致光谱仪器谱线位置产生偏移，因此，光栅常数的准确性直接影响光谱仪器的波长精度，在制作过程中必须给予严格控制。

凹面全息光栅的制作过程中，一个非常关键的步骤就是将涂有光致抗蚀剂的凹面光栅毛坯放在由两束球面波相干后确定的干涉场中，由光致抗蚀剂记录干涉场中的干涉条纹。干涉场中的干涉条纹宽度即

是凹面全息光栅的光栅常数，它由记录激光波长 λ 、两束光与凹面全息光栅毛坯法线夹角 γ 和 δ 决定。光栅常数 σ 可以表示为（令 $\delta > \gamma$ ）

$$\sigma = \frac{\lambda}{(\sin \delta - \sin \gamma)}$$

可见，精确地确定这两束球面波主光线与凹面全息光栅毛坯法线的夹角对于制作凹面全息光栅有着非常重要的意义。

传统测量角度或角位移的方法主要有：利用莫尔条纹现象的光栅角度传感器、码盘等；利用电磁原理工作的电容式角度和角位移传感器、感应同步器、磁栅式传感器等。利用光栅莫尔条纹现象的角度传感器多用于测量旋转物体的角度；利用电磁原理工作的角度传感器多属于接触测量，测量时需要与被测物体接触。可见传统测量角度或角位移的方法不适用于确定凹面全息光栅制作光路中两激光束的夹角。

三、发明内容

为了克服上述已有技术存在的缺陷，本发明的目的在于提出一种新型的、低成本的、易于实现的用于确定凹面全息光栅制作光路中两激光束夹角的方法。

本发明要解决的技术问题是：提供一种确定凹面全息光栅制作光路中两激光束夹角的方法。解决技术问题的技术方案为：第一步，建立一套凹面全息光栅曝光装置。如图 1 所示，包括 Kr⁺激光器 1、平面反射镜 2、半反半透镜 3、平面反射镜 4 和 5、针孔滤波器 6 和 7、干涉场 8 和光栅毛坯 9。在 Kr⁺激光器 1 的激光束传播方向的光轴上置有平面反射镜 2，平面反射镜 2 与光轴成 45° 角；在平面反射镜 2 的反射光光路上置有半反半透镜 3，它的半反半透面与光轴成 45° 角；分别在半反半透镜 3 的反射面和透射面出射光的光轴上置有平面

反射镜 4 和平面反射镜 5；分别在平面反射镜 4 和平面反射镜 5 的反射光线的光轴上置有针孔滤波器 6 和针孔滤波器 7；针孔滤波器 6 和针孔滤波器 7 发射光线的交汇区域形成了干涉场 8；在干涉场 8 内置有光栅毛坯 9，光栅毛坯 9 的中心点位于干涉场 8 的中心位置。角 γ 和 δ 为球面波通过凹面全息光栅毛坯中心点的光线与凹面全息光栅毛坯法线的夹角，本发明方法要确定的就是这两个角。激光束由 Kr⁺激光器 1 发出，经平面反射镜 2 反射，又经过半反半透镜 3 分为能量相等的两束光，通过平面反射镜 4 和 5 调整两束光的夹角，两束光经过针孔滤波器 6 和 7 后变为球面波，这两束球面波相遇后形成干涉场 8，将光栅毛坯 9 放入干涉场 8 内就可以曝光。第二步，制备一个大平板。如图 2 所示，大平板 10 上刻有用计算机确定的角度，11、12 和 13 分别为角度线，并且角度线 12 和 13 与角度线 11 的夹角分别为 γ 和 δ 。图 3 是一个可以五维自由调整的装置，该装置是由北京卓立汉光公司生产，型号为 TSMW-XYZT-1。使用时将大平板 10 的中心固定在五维调整装置的上表面的中心位置，通过调整五维调整装置，大平板 10 可以上下、前后、左右、旋转、倾斜等五个方向自由运动。第三步，利用步骤一所建立的凹面全息光栅曝光装置，不要摆放针孔滤波器 6 和 7 及光栅毛坯 9，在光路中放置一个 He-Ne 激光器 14 和大平板 10，如图 4 所示。调整大平板 10，使其上表面与两束激光的主光轴位于同一个平面内，调整平面反射镜 4 和 5 及 He-Ne 激光器 14，使经过平面反射镜 4 和 5 及 He-Ne 激光器 14 发出的光线的主光轴分别与大平板 10 上的角度线 12、13 和 11 重合。至此，大平板 10 上的角度线 11 分别与角度线 12 和 13 之间的夹角被移植到凹面全息光栅

曝光装置的光路中，这两个角相当于曝光光路中由 He-Ne 激光器 14 发出的光分别与经过平面反射镜 4 和 5 发出的光的夹角。第四步，确定凹面全息光栅毛坯的位置，保持平面反射镜 4 和 5 及 He-Ne 激光器 14 的位置不变，将大平板 10 连同五维调整装置撤走，把光栅毛坯 9 放置在光路中，调整光栅毛坯 9 在光路中的位置，使三束激光的主光轴交点位置与凹面全息光栅毛坯的中心点重合，凹面全息光栅毛坯的中心点是指光栅毛坯的两对角线交点，如图 5 所示。

本发明工作原理说明：将激光光路中不容易测量到的两激光束夹角移植到一个刻有精确角度（事先确定好的角度）的大平板上面，通过调整激光束与大平板上的角度线重合，进而达到精确确定两束激光夹角的目的。步骤一，建立一套制作凹面全息光栅的曝光装置，在光路中摆放 Kr⁺激光器 1，平面反射镜 2，半反半透镜 3，平面反射镜 4 和 5，不要摆放针孔滤波器 6 和 7 及光栅毛坯 9，而要另放置一个 He-Ne 激光器 14 和大平板 10。步骤二，调整大平板 10，使其上表面与三束激光的主光轴位于同一个平面内。步骤三，调整三束激光的主光轴与大平板上的角度线重合。调整平面反射镜 4 和 5 及 He-Ne 激光器 14，使经过平面反射镜 4 和 5 及 He-Ne 激光器 14 发出的光线的主光轴分别与大平板 10 上的角度线 12、13 和 11 重合，并且这三束激光将在角度线 11、12 和 13 的交点处重合，此时得到的两束激光与凹面全息光栅毛坯法线的夹角 γ 和 δ 的数值就与刻在大平板上的角度一致。步骤四，确定凹面全息光栅毛坯的位置。保持平面反射镜 4 和 5 及 He-Ne 激光器 14 的位置不变，将大平板撤走，把光栅毛坯 9 放置在光路中，调整光栅毛坯 9 在光路中的位置，使三束激光的主光轴交点

位置与凹面全息光栅毛坯的中心重合。至此，经由平面反射镜 4 和 5 出射的光束角度就被确定下来，光栅毛坯 9 的位置也被准确地确定了，这样，两束激光主光轴与凹面全息光栅毛坯法线的夹角 γ 和 δ 就精确地被确定下来了。最后在光路中的适当位置摆放针孔滤波器 6 和 7，这样凹面全息光栅的曝光光路系统就调整完毕了。

本发明的积极效果：本发明提到的方法是新型的、低成本的、易于实现的，可以快速准确地确定凹面全息光栅制作中两激光束的夹角，对制作高质量的凹面全息光栅有直接的重大价值。

四、附图说明

图 1 是本发明方法中第一步建立的凹面全息光栅曝光装置的光路结构示意图。图 2 是本发明方法中第二步制备的刻有精确角度的大平板示意图。图 3 是本发明方法中第二步用到的购买的五维调整装置结构示意图。图 4 是本发明方法第三步中激光束与大平板 10 上刻有的角度线进行夹角对比时的光路结构示意图。图 5 是用对角连线法确定凹面全息光栅毛坯中心点示意图。

五、具体实施方式

本发明按所建立的第一、第二、第三、第四四个方法步骤实施。光源 1 采用 Kr⁺激光器，波长为 413.1nm；平面反射镜 2、4 和 5 为玻璃基底镀铝反射镜；半反半透镜 3 为双胶合玻璃棱镜；针孔滤波器 6 和 7 由显微物镜和针孔组成；凹面全息光栅毛坯 9 采用 K9 光学玻璃，K9 光学玻璃上涂敷的光致抗蚀剂为日本产的 Shipley 1805 型光致抗蚀剂；He-Ne 激光器 14 的出射波长为 632.8nm；大平板 10 为透明的有机玻璃基板；大平板上的角度线 11、12 和 13 是使用计算机控制精确刻上的。

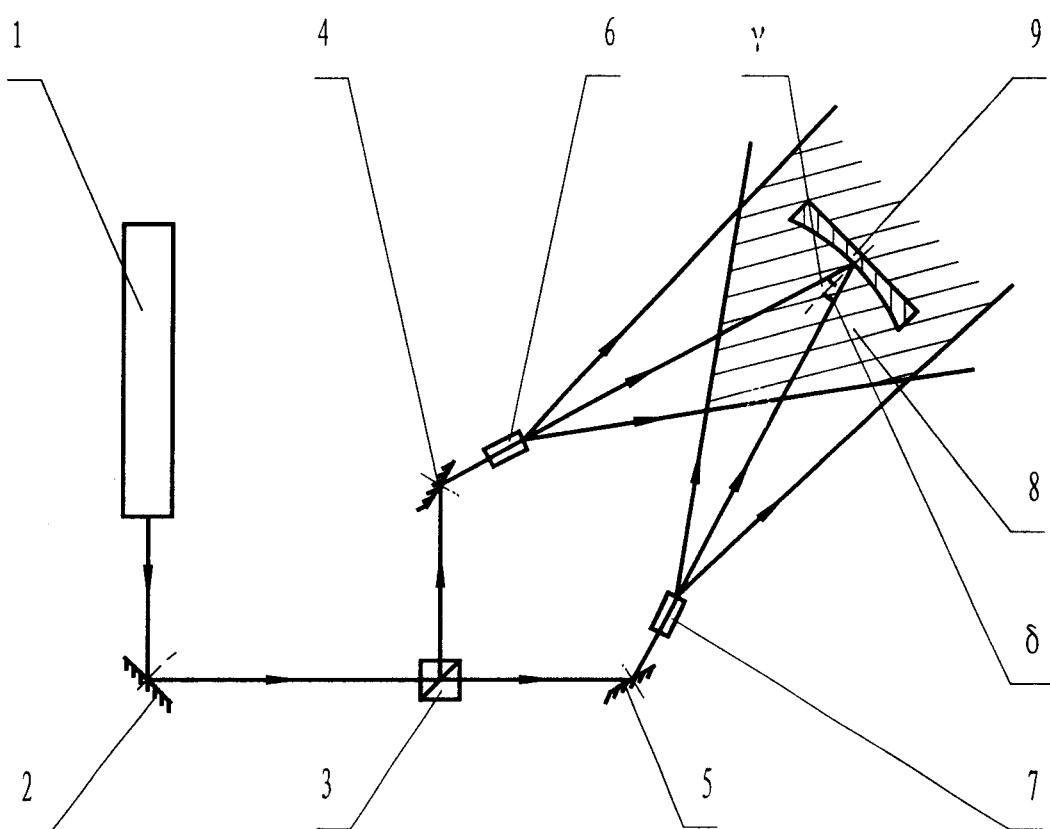


图 1

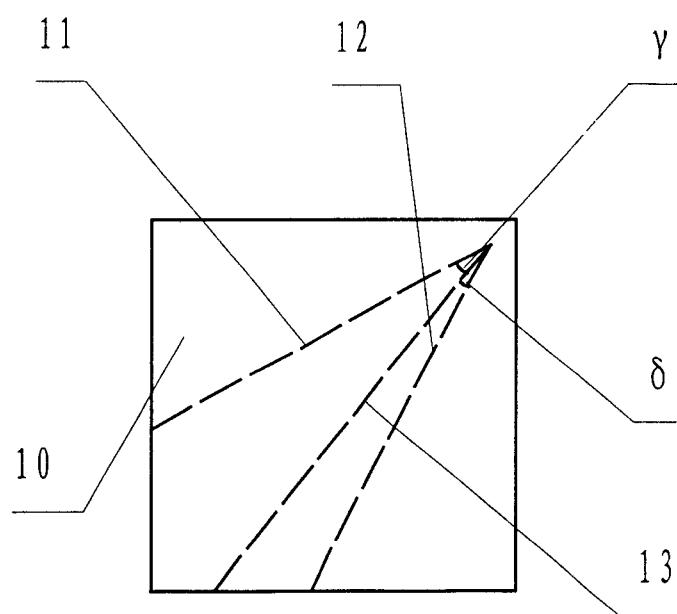


图 2

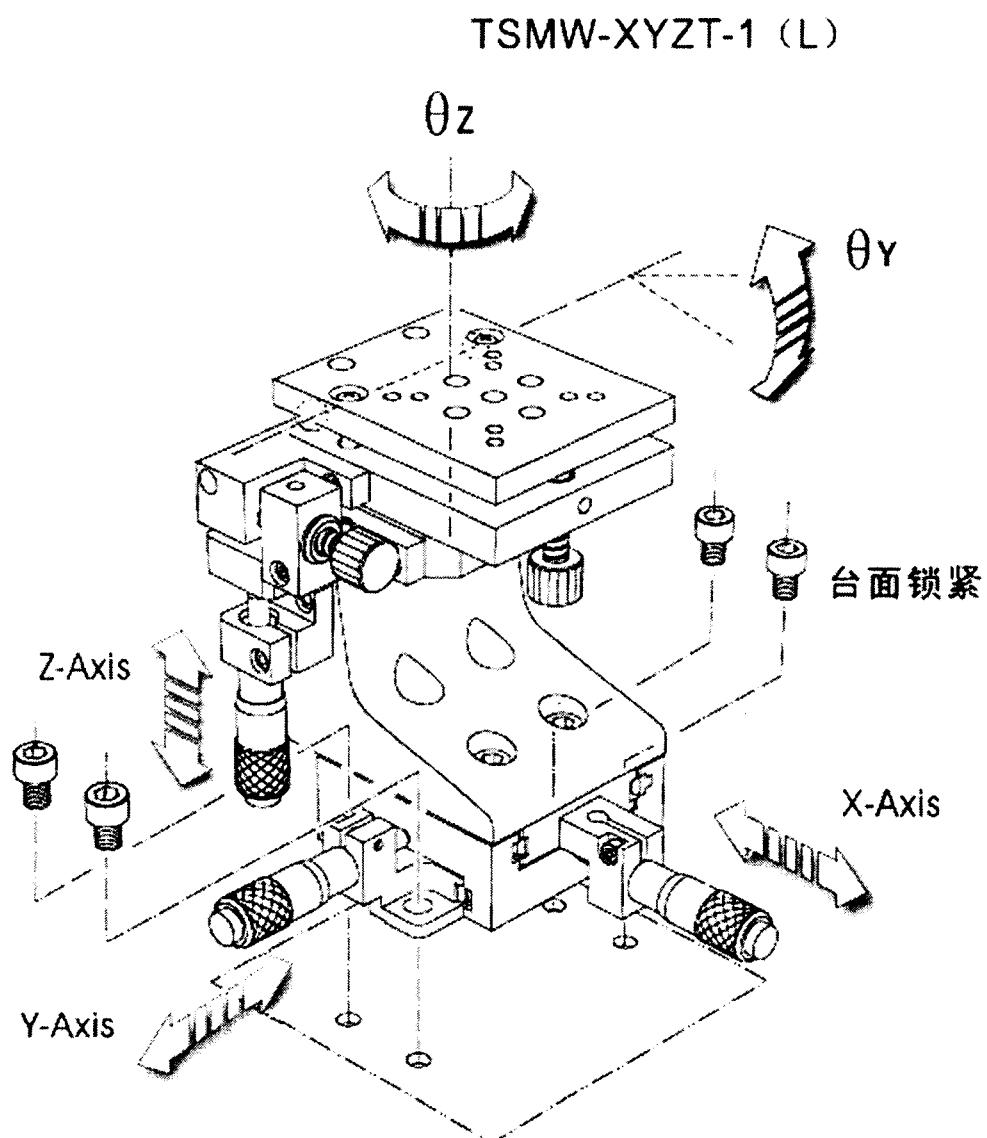


图 3

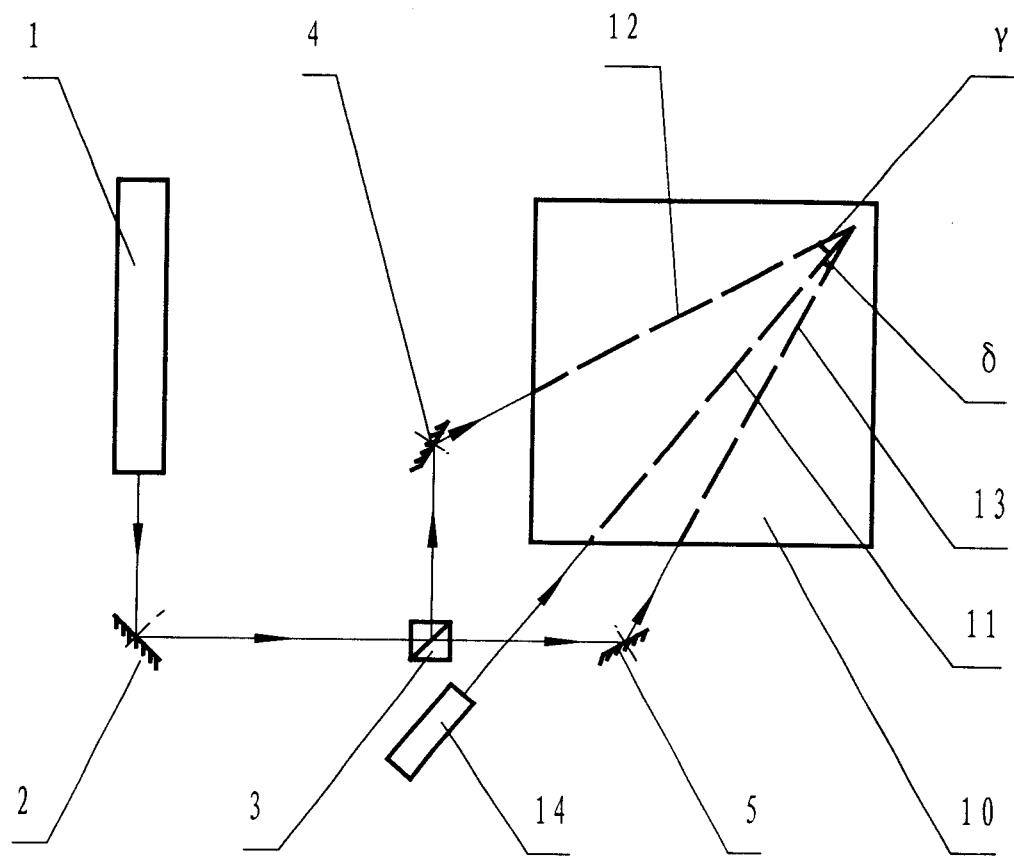


图 4

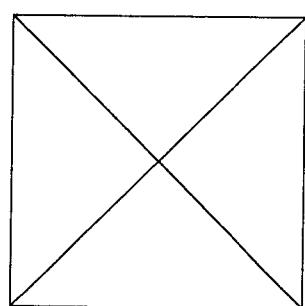


图 5