



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200310115844.2

G02B 5/32 G02B 5/18
G03F 7/20 G02B 27/00

[43] 公开日 2004 年 11 月 10 日

[11] 公开号 CN 1544994A

[22] 申请日 2003.11.26

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司
代理人 刘树清

[21] 申请号 200310115844.2

[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

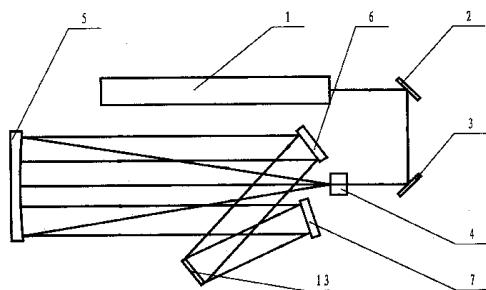
[72] 发明人 巴音贺希格 齐向东 李英海
于宏柱 李文昊

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 7 页

[54] 发明名称 一种平面全息光栅制作中精确控制刻线密度的方法

[57] 摘要

一种平面全息光栅制作中精确控制光栅刻线密度的方法，属于光谱技术领域中涉及的一种方法。要解决的技术问题：提供一种平面全息光栅制作中精确控制光栅刻线密度的方法。解决的技术方案：第一，配备一套全息光栅曝光装置，第二，在该装置光路中置入标准机刻光栅和半反射镜，再从准直反射镜光路中分出光路，使其产生干涉条纹，第三，在光路中取出标准机刻光栅和分出光路中的反射镜，保持半反射镜的位置不变，调节光路，使接收屏上的干涉条纹与第二步产生的干涉条纹一致，第四，取出光路中的半反射镜，在原标准机刻光栅的位置放置涂有光致抗蚀剂的光栅基底，由光致抗蚀剂记录的干涉条纹数，就是被制作的全息光栅的刻线密度。该方法控制光栅刻线密度精度高。



1、一种平面全息光栅制作中精确控制刻线密度的方法，是通过全息光栅曝光装置实现的，其特征在于平面全息光栅制作中精确控制刻线密度的方法为：第一，配备一套全息光栅曝光装置，包括激光光源（1）、反射镜（2）和（3）、扩束滤波器（4）、准直反射镜（5）、调整反射镜（6）和（7）；第二，在全息光栅曝光装置中，在准直反射镜（5）和调整反射镜（7）所形成的光路中与平行光线成一定角度置有反射镜（8），在调整反射镜（6）和（7）的反射光形成的干涉场中放置标准刻线密度的机刻反射光栅（11），光栅刻线方向垂直于纸面，光栅表面背向调整反射镜（6）和（7），光栅的法线大致平行于调整反射镜（6）和（7）反射光夹角的平分线，在垂直于标准刻线密度的机刻反射光栅（11）表面上的方向上安置一块半反射镜（10），同时使半反射镜（10）在光栅上的投影与光栅的刻线平行，与平面反射镜（8）的反射面相对，并与标准刻线密度的机刻反射光栅（11）平行，位于半反射镜（10）左端一定距离置有反射镜（9），调整反射镜（9），使它的反射光经半反射镜（10）后分为两束光，一束为反射光，另一束为透射光，这两束光都能到达标准刻线密度的机刻反射光栅（11），由于两束光分别以标准刻线密度的机刻反射光栅（11）的±1 级的自准衍射角入射到机刻光栅（11）上，这两束光经光栅（11）的±1 级自准衍射后，各自按它们的入射方向原路返回，再经半反射镜（10）之后，-1 级的反射光和+1 级的透射光在半反射镜（10）的另一侧重叠，在接收屏（12）上形成干涉条纹，仔细调整半反射镜（10）的俯仰和方位角，以保证在接收屏（12）上的干涉条纹铅直并清晰可见，记录此时干涉条纹的数量；第三，取下光路中的标准刻线密度的机刻反射光栅（11）和平面反射镜（8），并确保（10）和（12）的位置不变，这时调节调整反射镜（6）和（7）的反射光分别经半反射镜（10）的透射和反射，叠加后在接收屏（12）上形成干涉条纹，再分别调节调整反射镜（6）和（7）的俯仰和方位角，使接收屏（12）上的干涉条纹的方向和数量分别与标准刻线密度的机刻反射光栅（11）所产生的干涉条纹相同，这时干涉场中的干涉条纹密度与标准刻线密度的机刻反射光栅（11）的刻线密度相同；第四，取出光路中的半反射镜（10），将涂有光致抗蚀剂的光栅基底（13）放在原来光路中的标准刻线密度的机刻反射光栅（11）所在的位置，由光致抗蚀剂记录来自调整反射镜（6）和（7）反射光的干涉场中的干涉条纹，该干涉条纹的密度即为被制作全息光栅的刻线密度。

一种平面全息光栅制作中精确控制刻线密度的方法

一、 技术领域

本发明属于光谱技术领域中涉及的一种平面全息光栅制作中精确控制刻线密度的方法。

二、 技术背景

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。

在全息光栅的制作过程中，一个非常关键的工艺流程就是将涂有光致抗蚀剂的光栅基底放在干涉场中，由光致抗蚀剂记录干涉场中的干涉条纹，该干涉条纹的密度即为被制作光栅的刻线密度。

当曝光波长一定时，干涉条纹的密度唯一决定于两束平行光的夹角。常规检测刻线密度的方法一般都是在完成光栅制作后，通过测量光栅0级与1级衍射光的夹角来计算光栅的刻线密度，测量误差较大，光路调整过程没有固定的基准可依，仅凭经验进行调整，往往要经过多个光栅制作回合，并且很难达到要求的精度。

三、 发明内容

为了克服上述已有技术存在的缺陷，本发明的目的在于建立一种简便可行的能够精确控制光栅刻线密度的方法。

本发明要解决的技术问题是：提供一种平面全息光栅制作中精确控制刻线密度的方法。解决技术问题的技术方案为：第一，配备一套全息光栅曝光装置，如图1所示，包括激光光源1、反射镜2和3、扩束滤波器4、准直反射镜5、调整反射镜6和7；第二，如图2所示，在图1所示的全息光栅曝光装置中，在准直反射镜5和调整反射镜7之间的光路中与平行光线成一定角度置有反射镜8，在调整反射镜6和7的反射光形成的干涉场中放置标准刻线密度的机刻反射光栅11，光栅刻线方向垂直于纸面，光栅表面背向调整反射镜6和7，光栅的法线大致平行于调整反射镜6和7反射光间夹角的平分线，在垂直于标准刻线密度的机刻反射光栅11表面上安置一块半反射镜10，同时使半反射镜10在光栅上的投影与光栅的刻线平行，还有与平面反射镜8的反射面相对，并与标准刻线密度的机刻反射光栅11平行，位于半反射

镜 10 左端一定距离置有反射镜 9，调整反射镜 9，使它的反射光经半反射镜 10 后分为两束光，一束为反射光，另一束为透射光，这两束光都能到达标准刻线密度的机刻反射光栅 11，由于两束光分别以标准刻线密度的机刻反射光栅 11 的±1 级的自准衍射角入射到机刻光栅 11 上，这两束光经光栅 11 的±1 级自准衍射后，各自按它们的入射方向原路返回，再经半反射镜 10 之后，-1 级的反射光和+1 级的透射光在半反射镜 10 的另一侧重叠，在接收屏 12 上形成干涉条纹，如图 3 所示，仔细调整半反射镜 10 的俯仰和方位角，以保证在接收屏 12 上的干涉条纹铅直并清晰可见，记录此时干涉条纹的数量；第三，如图 4 所示，取下图 2 所示的标准刻线密度的机刻反射光栅 11 和平面反射镜 8，并确保 10 和 12 的位置不变，这时调节调整反射镜 6 和 7 的反射光分别经半反射镜 10 的透射和反射，叠加后在接收屏 12 上形成干涉条纹，再分别调节调整反射镜 6 和 7 的俯仰和方位角，使接收屏 12 上的干涉条纹的方向和数量分别与标准刻线密度的机刻反射光栅 11 所产生的干涉条纹相同，如图 5 所示，这时，干涉场中的干涉条纹密度与标准刻线密度的机刻反射光栅 11 的刻线密度相同；第四，如图 6 所示，取出图 4 所示的半反射镜 10，将涂有光致抗蚀剂的光栅基底 13 放在原来图 2 所示的标准刻线密度的机刻反射光栅 11 所在的位置，由光致抗蚀剂记录来自调整反射镜 6 和 7 反射光的干涉场中的干涉条纹，该干涉条纹的密度即为被制作全息光栅的刻线密度。

本发明工作原理说明：以标准的机刻光栅做为基准，使待制作的全息光栅刻线密度的名义值与机刻光栅的刻线密度一致。步骤一，调整反射镜 9，使它的反射光经半反射镜 10 后分为两束光，一束为反射光，另一束为透射光。反射光以标准刻线密度的机刻反射光栅 11 的+1 级的自准直方向入射到基准标准刻线密度的机刻反射光栅 11 上，根据自准直原理，衍射光按其入射方向原路返回至半反射镜 10，结果其中一半透过半反射镜 10 到达接收屏 12；透射光以标准刻线密度的机刻反射光栅 11 的-1 级的自准直方向入射到标准刻线密度的机刻反射光栅 11 上，根据自准直原理，衍射光按其入射方向原路返回至半反射镜 10，结果其中一半经半反射镜 10 反射到达接收屏 12。上述两束相干光叠加，在接收屏 12 上形成干涉条纹。具体光路见图 7(a)，干涉条纹如图 3 所示。步骤二，取下基准机刻光栅 11 和平面反射镜 8，用反射镜 6 和 7 的反射光来代替基准机刻光栅 11 的自准直状态下的+1 级和-1 级衍射光。接下来的过程与步骤一方法相同：来自 6 的反射光入射到半反射镜 10 上，其中一半透过半反射镜 10 到达接收屏 12；来自 7 的反射光入射到半反射镜 10 上，其中一半经半反射镜 10 反射到达接收屏 12。上述两束相干光叠加，在接收屏 12 上形成干涉条纹，具体光路见图 7(b)，干涉条纹如图 5 所示。由于由步骤

一和步骤二获得的相干光有相同的传播方向和光程差，必然有相同的干涉条纹（包括条纹密度和条纹方向）。

本发明的积极效果：不仅可以快速地检测全息光栅曝光装置的干涉场中干涉条纹的密度，而且能够将刻线密度精度控制在 0.01% 左右，比传统方法提高一个数量级。

四、附图说明

图 1 是全息光栅曝光装置光路结构示意图，图 2 是在全息曝光装置光路中加入反射镜 8 和 9、半反射镜 10 和标准刻线密度的机刻反射光栅 11 所形成的干涉光路示意图，图 3 是图 2 所示干涉光路中接收屏 12 上显示的干涉条纹示意图，图 4 是从图 2 所示干涉光路中去掉反射镜 8 和 9 以及标准刻线密度的机刻反射光栅 11 所形成的干涉光路示意图，图 5 是图 4 所示干涉光路中接收屏 12 上显示的干涉条纹示意图，图 6 是在图 4 所示干涉光路中去掉半反射镜 10、加入涂有光致抗蚀剂的光栅基底 13 的全息光栅制作光路示意图，图 7 是本发明工作原理及干涉条纹比较示意图。

五、具体实施方式

本发明按图 1、2、4、6 所示光路结构和按上述第一、第二、第三、第四方法步骤实施，光源 1 采用氪离子激光器，波长为 413.1nm，反射镜 2 和 3 为玻璃基底镀铝反射镜，扩束滤波器 4 由显微物镜和针孔组成，准直反射镜 5 的口径为 $\phi 320\text{mm}$ 、焦距 f 为 1.2m，调整反射镜 6 和 7 为玻璃基底镀铝反射镜，反射镜 8 和 9 为玻璃基底镀铝反射镜，半反射镜 10 由两片胶合在一起的薄玻璃片组成，标准刻线密度的机刻反射光栅 11 的刻线密度及尺寸根据需要选择，接收屏 12 采用普通白色毛玻璃，制作的全息光栅基底采用 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。

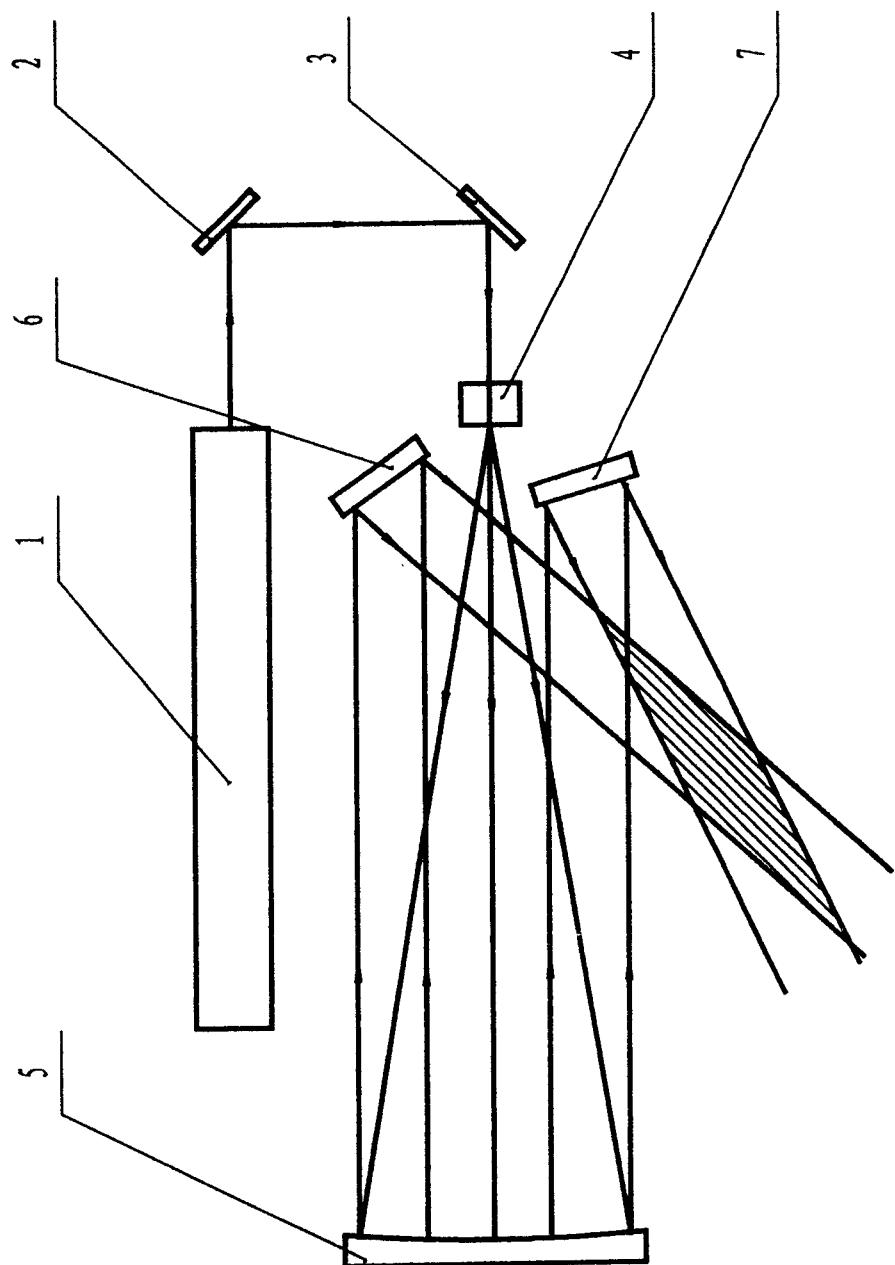


图 1

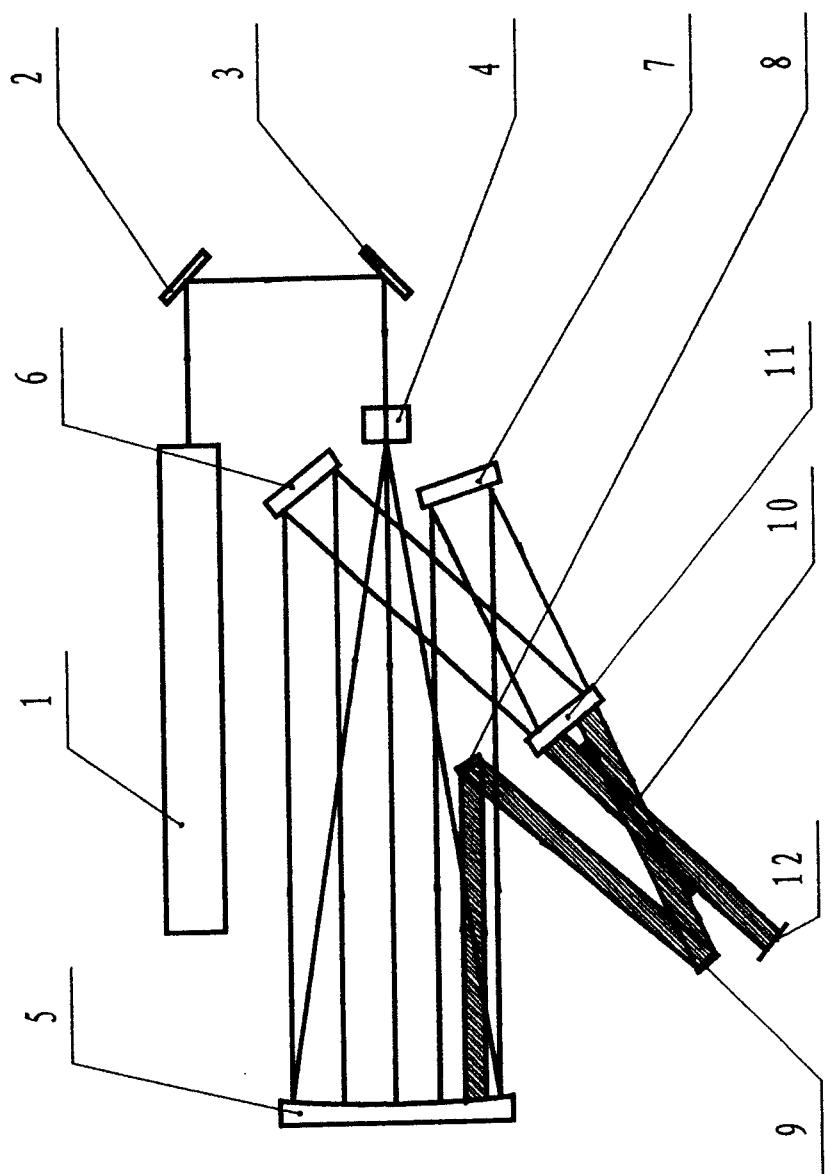


图 2

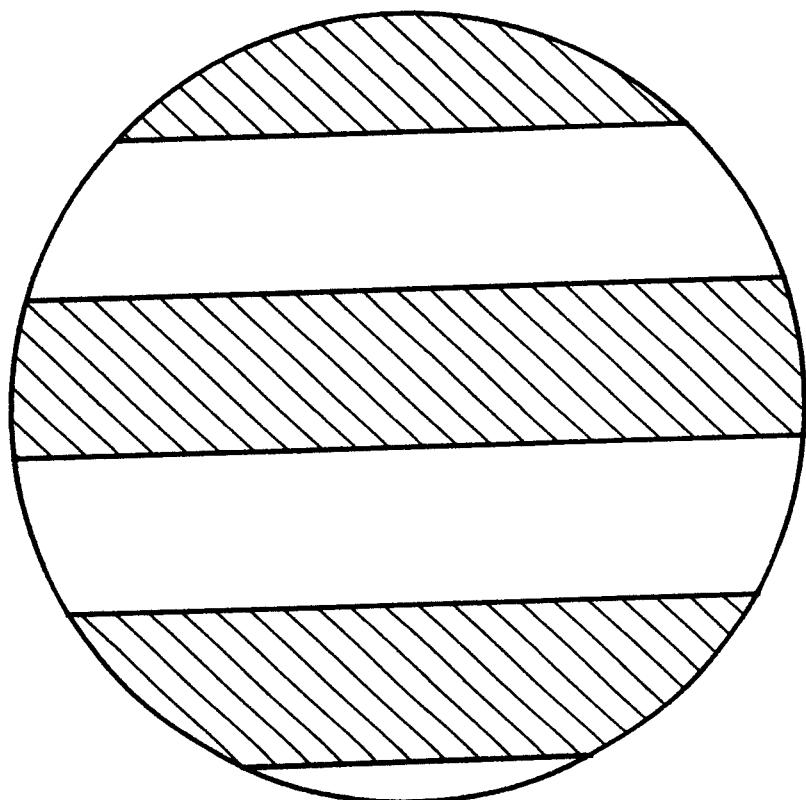


图 3

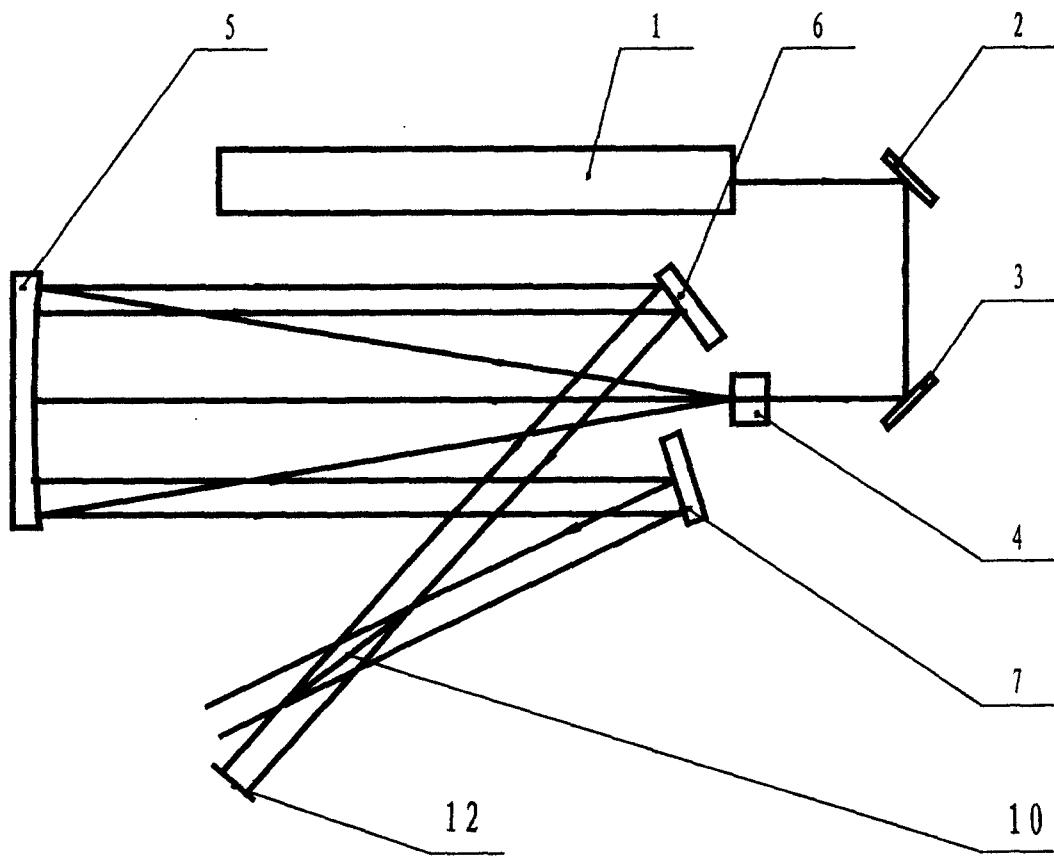


图 4

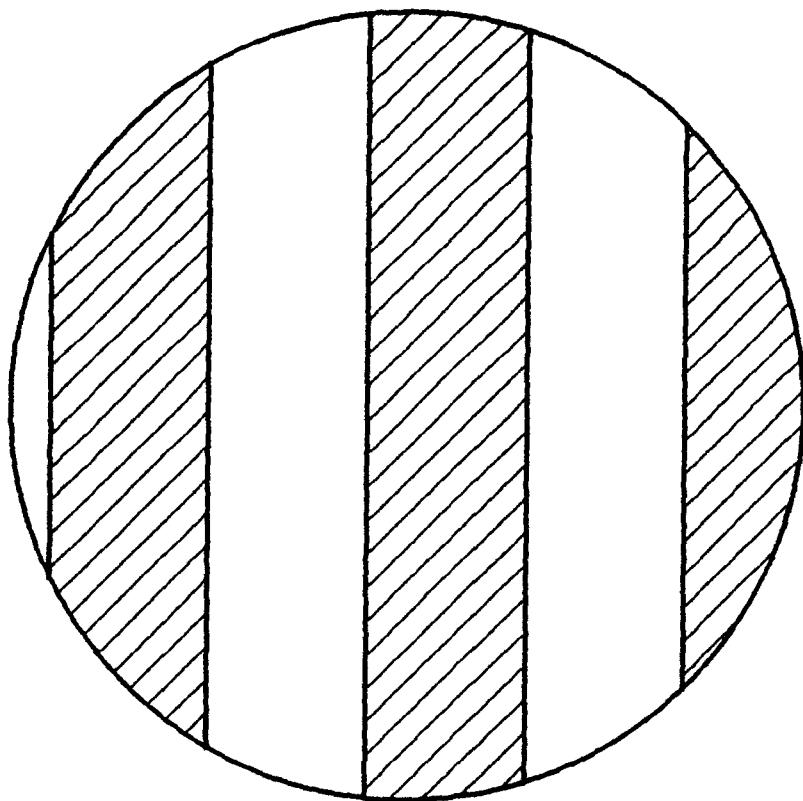


图 5

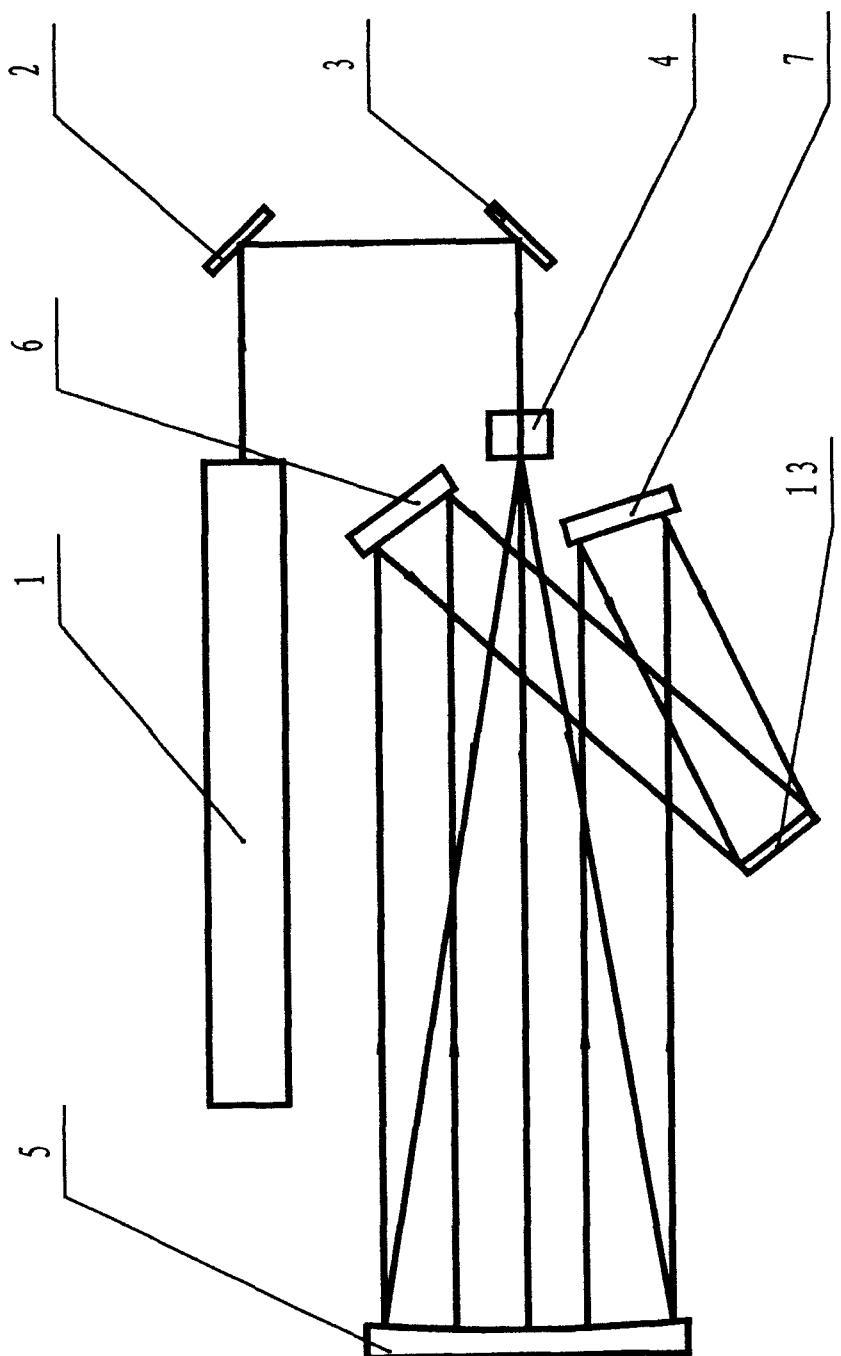


图 6

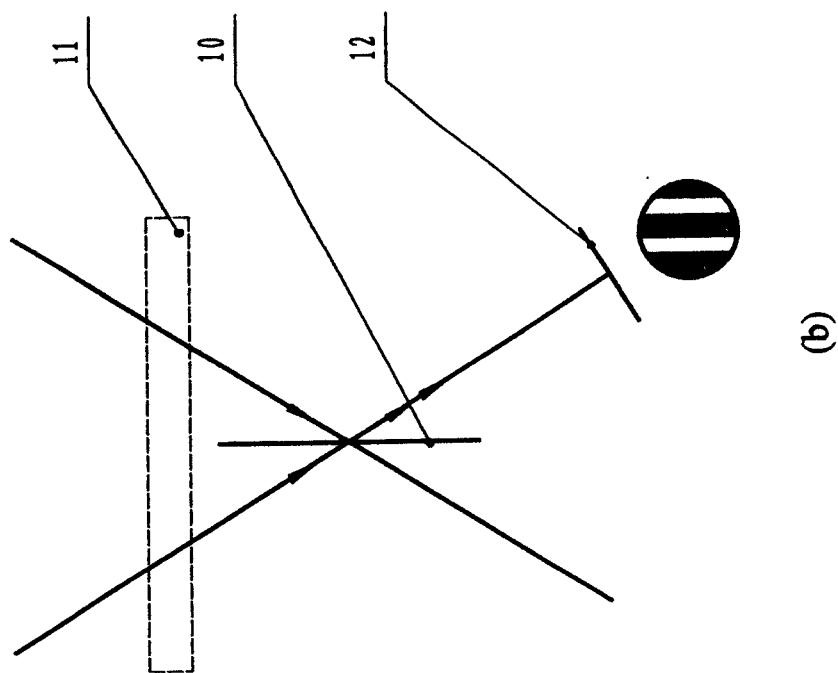


图7

