



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106767537 B

(45)授权公告日 2019.03.01

(21)申请号 201710164252.1

审查员 李萍

(22)申请日 2017.03.20

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106767537 A

(43)申请公布日 2017.05.31

(73)专利权人 重庆市光学机械研究所

地址 401121 重庆市北部新区黄山大道中段杨柳路2号

(72)发明人 董仕 秦海宁 冉洋 姚单

赵学渝

(74)专利代理机构 重庆中之信知识产权代理事

务所(普通合伙) 50213

代理人 林祖锋

(51)Int.Cl.

G01B 11/25(2006.01)

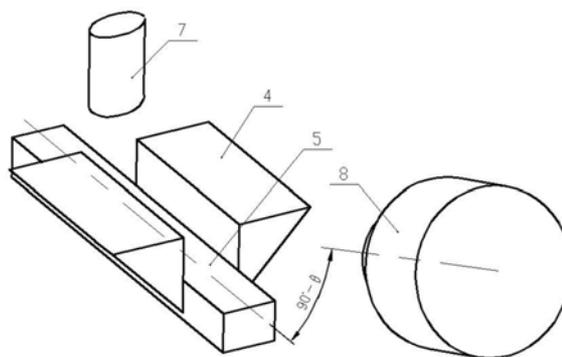
权利要求书1页 说明书6页 附图9页

(54)发明名称

一种单目多维度轮廓扫描装置

(57)摘要

本发明公布了一种单目多维度轮廓扫描装置,包括两个等腰直角棱镜和载物台;每个等腰直角棱镜的其中一个直角面竖直设置,载物台位于两竖直设置的直角面之间,待检测工件放入所述载物台上时其轮廓表面在竖直方向上不伸出所述等腰直角棱镜的另一直角面;在载物台的正上方设有一字线结构光,所述一字线结构光竖直向下投射的一字型的光亮线覆盖在待测工件上;在所述载物台的正前方还设有与PC端相连的摄像机,所述摄像机的摄像头可全面拍摄所述等腰直角棱镜和待测工件表面的所述光亮线的图像。该装置可将工件的侧面轮廓投射到顶面轮廓,可进行摄像机的视角设计来实现多维度轮廓扫描并同时满足等高等距的高精度视觉成像需求。



1. 一种单目多维度轮廓扫描装置,其特征在於:包括两个等腰直角棱镜和载物台;每个等腰直角棱镜的其中一个直角面竖直设置,所述载物台位于两竖直设置的直角面之间,待检测工件放入所述载物台上时其轮廓表面在竖直方向上不伸出所述等腰直角棱镜的另一直角面;

在所述载物台的正上方设有一字线结构光源,所述一字线结构光源竖直向下投射的一字型的光亮线覆盖在待测工件上;

在所述载物台的上前方还设有与PC端相连的摄像机,所述摄像机的摄像头可全面拍摄所述等腰直角棱镜和待测工件表面的所述光亮线的图像;所述单目多维度轮廓扫描装置具备以下参数条件:

$$\Delta h = d - L_f - \frac{d \cdot \cos \theta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}$$

其中,  $\Delta h = H$ ,  $\Delta h$ 为通过棱镜看到的所述光亮线的虚像相对等腰直角棱镜底边的高度,  $H$ 为被测工件的上表面相对于等腰直角棱镜底边的高度,  $d$ 为等腰直角棱镜的直角边长度,  $n$ 为等腰直角棱镜的折射率,  $\theta$ 为摄像机的视角,  $L_f$ 为工件侧面与相应侧等腰直角棱镜竖直设置的直角面之间的水平间隔距离。

2. 根据权利要求1所述单目多维度轮廓扫描装置,其特征在於:所述单目多维度轮廓扫描装置可按以下公式设计摄像机的视角:

$$\theta = \text{Arc cos} \left( \frac{\sqrt{n^2 - 1}}{\left(\frac{d}{d-H}\right)^2 - 1} \right)$$

3. 根据权利要求1所述单目多维度轮廓扫描装置,其特征在於:在两个等腰直角棱镜与一字线结构光源之间设有一平凸柱面透镜,所述平凸柱面透镜的平面镜面与等腰直角棱镜水平设置的直角面相平行。

4. 根据权利要求3所述单目多维度轮廓扫描装置,其特征在於:所述一字线结构光源为彩色结构光源,在两个等腰直角棱镜和所述平凸柱面透镜之间分别设有一个仅让一种颜色的光透过的滤光镜,并且两个滤光镜所透过的光的颜色不同。

5. 根据权利要求1所述单目多维度轮廓扫描装置,其特征在於:所述载物台的左右两侧面与等腰直角棱镜两竖直设置的直角面隔开。

6. 根据权利要求5所述单目多维度轮廓扫描装置,其特征在於:所述等腰直角棱镜均嵌于长方体状的安装座内,所述安装座内靠所述载物台的一侧设有45度倾斜面,所述等腰直角棱镜的斜面与所述45度倾斜面紧密贴合。

7. 根据权利要求1所述单目多维度轮廓扫描装置,其特征在於:在两块等腰直角棱镜的两侧分别安装有可以将一字线结构光源射出的光反射至等腰直角棱镜上的反射镜,所述反射镜与激光器光轴的夹角为 $\alpha$ ,且 $0 < \alpha < \beta/2$ ,  $\beta$ 为一字线结构光源的发散角。

## 一种单目多维度轮廓扫描装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于零件表面轮廓检测技术领域,尤其涉及一种不规则外形的在线截面积和体积检测设备。

### 背景技术

[0002] 在日常生产生活中,经常遇到需要在线检测产品立体轮廓、及在线定量切割的情况,比如贵金属条定量切割、不规则玻璃条在线定量切割、面包定量切割等大块物件等量分零的应用。现有设备要完成这方面的工作,一般是要求先把被加工件做成标准截面积的条形,然后再按指定的长度进行分割来实现等量切割的目的,这种方式的缺陷是误差较大、尤其是对于脆性材料很难加工成标准截面积的条形,且加工成条形这道工序本身会产生一定的成本、还有附加的很多工艺需要完善,因此目前所加工出来的上述物件大多需要重新计量和筛选。而现有市场的非接触视觉检测设备主要又存在以下两方面问题,一是由于一般机器视觉镜头的放大倍数小于1,因此造成了一定开度的视场角,这对于在长度方向上观测矩形条状物来说、是无法看到左侧和右侧面的形貌外观信息的,一种解决的办法是沿视线方向分别在左右两侧安装一定倾角的反光镜,但由于光程总长不一致无法在同一个镜头焦面上看到同样清晰的图像、像距相差过大;另一方面,对于那些表面起伏不大(凹凸不明显)却要进行精密轮廓扫描的立体零部件(诸如横截面呈矩形的钢条或者其他具有多种面的多面体结构)而言,其一个表面沿横向延伸,而它的两侧的表面(两侧面)沿纵向延伸,造成极大的图像传感器幅面浪费,其中一个最直接的影响就是造成图像帧率/时间分辨率大大降低,这对于那些需要快速检测的工业零部件而言是巨大的缺陷,将严重影响其最终检测结果,因为相同带宽下图像传感器的帧率和分辨率是成反比关系的。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于解决上述技术问题,提供一种单目多维度轮廓扫描装置,该装置可将工件的侧视图投射到顶视图,通过进行摄像机的视角设计来实现多维度轮廓扫描,并同时满足等高等距的高精度视觉成像需求。

[0004] 本发明的技术方案如下:

[0005] 一种单目多维度轮廓扫描装置,包括两个等腰直角棱镜和载物台;每个等腰直角棱镜的其中一个直角面竖直设置,所述载物台位于两竖直设置的直角面之间,待检测工件放入所述载物台上时其轮廓表面在水平方向上不触及所述等腰直角棱镜的另一直角面;

[0006] 在所述载物台的正上方设有一字线结构光源,所述一字线结构光源竖直向下投射的一字型的光亮线覆盖在待测工件和棱镜水平设置的上表面上;

[0007] 在所述载物台的上前方还设有与PC端相连的摄像机,所述摄像机的摄像头可全面拍摄所述等腰直角棱镜和待测工件表面的所述光亮线的图像。

[0008] 进一步地,所述单目多维度轮廓扫描装置具备以下参数条件:

$$[0009] \quad \Delta h = d - L_f - \frac{d \cdot \cos \theta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}};$$

[0010] 其中,  $\Delta h=H$ ,  $\Delta h$ 为通过棱镜看到的所述工件的侧面光亮线的虚像相对等腰直角棱镜底边的高度,  $H$ 为被测工件的上表面相对于等腰直角棱镜底边的高度,  $d$ 为等腰直角棱镜的直角边长度,  $n$ 为等腰直角棱镜的折射率,  $\theta$ 为摄像机的视角,  $L_f$ 为工件与相应侧所述竖直设置的等腰直角棱镜的直角面之间的水平间隔距离。

[0011] 反之, 当有特定的等腰直角棱镜和待测高度的设计目标, 可按以下关系式设计相机的安装斜角、即摄像机的视角进行设计计算:

$$[0012] \quad \theta = \text{Arc cos} \left( \sqrt{\frac{n^2 - 1}{\left(\frac{d}{d-H}\right)^2 - 1}} \right);$$

[0013] 进一步地, 在两个等腰直角棱镜与一字线结构光源之间设有一平凸柱面透镜, 所述平凸柱面透镜的平面镜面与等腰直角棱镜水平设置的直角面相平行。或者在一字线的两个发散方向接近棱镜的位置分别安装两片反射镜, 反射镜与激光器光轴的夹角 $\alpha$ 要小于激光发散角 $\beta$ 的一半且大于0, 即 $0 < \alpha < \beta/2$ 。

[0014] 进一步地, 所述一字线结构光源为彩色结构光源, 在两个腰直角棱镜的上表面, 即在两个等腰直角棱镜和所述平凸柱面透镜之间分别设有一个仅让一种颜色的光透过的滤光镜, 并且两个滤光镜所透过的光的颜色不同; 或者直接通过在两个等腰直角棱镜表面镀膜实现滤色功能。

[0015] 进一步地, 所述载物台的左右两侧面与等腰直角棱镜两竖直设置的直角面隔开。

[0016] 进一步地, 所述等腰直角棱镜均嵌于长方体状的安装座内, 所述安装座内靠所述载物台的一侧设有45度倾斜面, 所述等腰直角棱镜的斜面与所述45度倾斜面紧密贴合。

[0017] 本发明的有益效果: 本发明采用等腰直角棱镜将工件的三个面轮廓投射到同一水平平面内, 以便图像采集, 获得更加清晰准确的图像, 并采用等高设计进一步地将左右两个侧面的轮廓图像投射到与工件顶面共面的平面内, 不但将三面的轮廓图像(光亮线)在一个面上很小的高度变化范围或者无高度差的范围内(共面)集中摄取, 解决了数字摄像机多维度、尤其是正交维度图像所占的几何面积过大的问题, 提高了数字摄像机感光单元利用率、进而实现提高数字摄像机帧率/时间精度的目的, 通过提高摄像机帧率/时间精度来提高动态检测的速度和精度; 而且所有轮廓面的图像光亮线共面共线也实现了所有待检测轮廓到摄像机镜头的等效空气程距离相等, 即各个轮廓点投射的光亮线到摄像机镜头的等效总光程相同, 从而进一步地提高摄像画面的拍摄清晰度, 降低信息提取的视觉算法难度, 提高动态检测的速度和精度。

## 附图说明

[0018] 图1为本发明结构示意图。

[0019] 图2为本发明从一字线结构光源处剖开的横截面示意图。

[0020] 图3为检测合格工件时人眼从一侧所观察到的光亮线的位置示意图。

[0021] 图4为摄像机所拍摄到的图3所示光亮线位置的图像示意图。

- [0022] 图5为检测表面有凹凸不平的工件时人眼从一侧所观察到的光亮线的位置示意图。
- [0023] 图6为摄像机所拍摄到的图5所示光亮线位置的图像示意图。
- [0024] 图7为人眼从一侧逐渐转变视角时的光亮线的位置变化示意图。
- [0025] 图8为删除图7中各个构件的轮廓隐藏线(虚线)后的示意图。
- [0026] 图9为摄像机所拍摄到的图7所示光亮线位置变化的图像示意图。
- [0027] 图10为摄像机拍摄到的等高、等距的光亮线示意图。
- [0028] 图11为设有安装座的本发明的结构示意图。
- [0029] 图12为设有安装座的本发明从一字线结构光源处剖开的横截面示意图。
- [0030] 图13为参数推导光学示意图。
- [0031] 图14为设有平凸柱面透镜的本发明结构示意图。
- [0032] 图15为设有反射镜的本发明结构示意图。

### 具体实施方式

[0033] 以下由特定的具体实施例说明本发明的实施方式,熟悉此技术的人士可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点及功效。

[0034] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明:

[0035] 如图1—2所示,一种单目多维度轮廓扫描装置,包括两个等腰直角棱镜4和载物台5;每个等腰直角棱镜4的其中一个直角面竖直设置,所述载物台5位于两竖直设置的直角面之间,待检测工件6放入所述载物台5上时其轮廓表面在竖直方向上应低于所述等腰直角棱镜4的另一直角面,即不露出等腰直角棱镜4的水平设置的直角面,以便保证待测工件6的两侧面轮廓光线均可垂直投射在等腰直角棱镜4竖直设置的直角面上。一般地,工件高度为棱镜高度的一半左右能使摄像机获得较好的观测方位。

[0036] 在所述载物台5的正上方设有一字线结构光源7,一字线结构光源7可以为单条或多条白色光栅或线条激光器,例如一字型激光器,广泛用于成衣激光定位、服装钉钮点光源定位、裁布机裁布辅助标线、服装折边激光标线定位等,可激发出一条可见的直线线状亮斑(光亮线),所述一字线结构光源7竖直向下投射的一字型的光亮线覆盖在待测工件6和等腰直角棱镜4的上表面(水平设置的直角面),其中经过棱镜4全反射的激光线将投射到待测工件的侧面。

[0037] 在所述载物台5的正前方还设有与PC端(图中未示出)相连的摄像机8,所述摄像机8的摄像头可全面拍摄所述等腰直角棱镜4和待测工件6表面的所述光亮线的图像。

[0038] 例如3—4所示(为便于直观表示,此处包括后续实施例中均采用人眼在某一侧位置上观察到的图像与摄像机8所拍摄到的图像进行对比演示),待测工件6为一个长方体状的钢条,当钢条的顶面和左右两侧面均连续平整,无凹陷、凸起之类的缺陷时,如图3所示,操作者站在本发明的左前方看时,在工件顶面和等腰直角棱镜4靠工件的一侧的上表面分别有一条红色的光亮线,其中,工件顶面1上的投射光亮线为第一光亮线100,工件左侧面的轮廓投射光亮线为第二光亮线200,工件右侧面3的投射轮廓光亮线为第三光亮线300。此处需要说明的是,由于操作者所占的位置和所处的身姿不同,导致人眼视角不同,该光亮线也可以是被观察到在等腰直角棱镜4靠工件的一侧的内部,且大多数视角下是在等腰直角棱

镜4的内部出现,且等腰直角棱镜4上的光亮线与工件顶面的光亮线呈上下平行分布,根据视角和等腰直角棱镜4以及工件尺寸的不同,工件顶面1的第一光亮线100可处于上方也可处于下方。而此刻摄像机8所拍摄到的光亮线的位置如图4所示,按此时的视角,第一光亮线100位于第二光亮线200和第三光亮线300的前侧靠近摄像机8的位置。无论人眼或者是摄像机8以何种视角观察,只要工件的上述三个表面无凹陷或凸起类的缺陷,所观察或者拍摄到的三条光亮线均连续平滑无间断。而当被检测的工件表面具有上述缺陷时,如图5所示,工件顶面1上有凹坑11、凸缘12,工件右侧面3有凹槽31、凸块32,则相应地在摄像机8所拍摄到的画面上具有如图6所示的断点间隔线,相应的光亮线间断不连续,第一断线110对应缺陷凹坑11处,第二断线120对应缺陷凸缘12处,第三断线310对应缺陷凹槽31处,第四断线320对应缺陷凸块32处。

[0039] 在使用时,可将工件以一定速度移动或者摄像头移动从而将整个需要检测的轮廓面所投射出的光亮线拍摄成像。而在检测轮廓上某一个小点或者线性特征时,一字线结构光源7与工件之间可以没有相对移动,只拍摄所要检测的那个点/线结构处的光亮线即可,当然这种检测误差稍大一点,适合局部轮廓的定性检测。

[0040] 进一步地,所述单目多维度轮廓扫描装置具备以下参数条件:

$$[0041] \quad \Delta h = d - L_f - \frac{d \cdot \cos \theta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}};$$

[0042] 其中, $\Delta h$ 为通过棱镜看到的所述工件侧面光亮线的虚像相对等腰直角棱镜底边的高度。工件顶面1上的投射光亮线第一光亮线100,工件左侧面的轮廓投射光亮线第二光亮线200,工件右侧面3的投射轮廓光亮线第三光亮线300三者处于同一高度位置,亦即将工件不处于同一平面内的三个面的轮廓线完全投射到一个面上(工件顶面1上)。上述 $d$ 为等腰直角棱镜4的直角边长度, $n$ 为等腰直角棱镜的折射率, $\theta$ 为摄像机的视角, $L_f$ 为工件与相应侧所述竖直设置的直角面之间的水平间隔距离,该段水平间隔距离内空旷无阻挡,为一段只具有空气介质的空气间隙,该参数 $L_f$ 主要是为了避免工件放在载物台5时,工件两侧面与等腰直角棱镜4的两竖直设置的直角面发生干涉碰撞而设置,工件放在载物台5正中央时,位于左侧的 $L_f$ 等于右侧的 $L_f$ 值,当工件两侧与竖直设置的直角面相接触时,其 $L_f=0$ 。

[0043] 当人眼的视角逐步向一个方向转动变化时,如图7和图8所示,可以看到等腰直角棱镜4上的光亮线逐步向下移动,即所有的光亮线均向等腰直角棱镜4的底部下移(反之,反向旋转人眼视角,上述光亮线逐步上升)。相应地,在上述变化过程中,摄像机8也做相应地视角旋转,所拍摄到的光亮线的位置移动过程如图9所示,即逐步向前移动,向摄像机8的镜头方向靠近。图7—9中所示的第一光亮线100、第二光亮线200和第三光亮线300各有四条,分别表示视角旋转变化时,光亮线的变化位置,当变换到第四条光亮线 $y$ 时,第二光亮线200和第三光亮线300刚好与第一光亮线100共面等高;即此刻 $\Delta h=H$ , $H$ 为被测工件的上表面相对于等腰直角棱镜底边的高度(达到两侧面的轮廓投射出来的光亮线与被测工件的上表面等高的要求)。当然,在实践中,可根据需要确定是否等高,或者光亮线之间的高度差值控制在多大的范围之内。

[0044] 参见图13,对于等高设计的上述参数关系理论推导如下:

[0045] 1. 等高设计的基础是通过斜视高折射率介质下的物体所得的虚像高度。

[0046] 2. 虚像高度是基于光程总长得来的,而高折射率介质的实际光程长度与摄像机8

视像(虚像)的等效光程是不一样的,即虚像的光程 $L_v = \frac{L_m}{n}$ 其中 $L_v$ 为虚像的光程长度(即等效空气光程), $L_m$ 为介质内实际光程长度, $n$ 为介质的折射率。

[0047] 3. 本发明所使用的是标准 $45^\circ$ 等腰直角棱镜4,介质内光程长度 $L_m$ 一方面取决于介质本身的高度和宽度,另一方面与摄像机的视角相关,根据折射率公式 $n = \frac{\sin \theta}{\sin \delta}$ ( $n$ 为折射率, $\theta$ 为摄像机视角,也等于入射角, $\delta$ 为折射角),我们可以得到 $\delta = \text{Arc sin}(\frac{\sin \theta}{n})$ 。由于本发明的摄像机视角 $\theta$ 是基于摄像机8的中轴线与两等腰直角棱镜4的横截面旋转所成的夹角,即摄像机8的镜头中轴线与等腰直角棱镜4的横截面之间的夹角,亦即等于入射角 $\theta$ ,而垂直等腰直角棱镜4的端面观测时,棱镜内的实际光程长度始终等于棱镜的高度(宽度) $d$ ,所以,绕等腰直角棱镜4的端面(横截面)旋转的实际光程长度 $L_m = \frac{d}{\cos \delta}$ ,因此,第2步虚像的光程

$$L_v = \frac{L_m}{n} = \frac{d}{n \cdot \cos \delta}$$

[0048] 4. 根据第三步得到的等效空气光程长度 $L_v$ ,我们得到虚像的位置和光程长度如图13,此时,本处于摄像8底部的工件在摄像机8看来已提高了 $\Delta h$ 的高度,而这个高度是与摄像机视角 $\theta$ 再次相关的,即 $\Delta h = d - L_f - \frac{L_m}{n} \cos \theta$ ,本式中 $L_f$ 是工件距离棱镜两侧的竖直面之间的空气隙宽度。需注意,图13所示为 $L_f = 0$ 的情况,即工件两侧是与棱镜的两个直角面接触的,所以。此处,上式即为 $\Delta h = d - \frac{L_m}{n} \cos \theta$ 。而考虑到被检测工件不应擦伤棱镜表面,所以留有间隙 $L_f$ ,此时我们的设计像高 $h$ 应与 $d - L_f$ 相等,即虚像的高度,则对于摄像机8及其镜头而言、距离棱镜竖直直角面 $L_f$ 处的宽度是与被测工件的高度是等高且等距的,如图10所示。

[0049] 进一步地,根据棱镜宽/高 $d$ 和设计间隙 $L_f$ ,通过公式 $\Delta h = d - L_f - \frac{L_m}{n} \cos \theta$ 进行反推

计算,可得到摄像机视角的设计角度

$$\theta = \text{Arc cos} \left( \frac{n^2 - 1}{\left( \frac{d}{d - \Delta h} \right)^2 - 1} \right)$$

[0050] 其中,同样, $\theta$ 为上述摄像机的视角, $H$ 为被测物件的上表面距离棱镜底边的高度, $n$ 为等腰直角棱镜的折射率, $d$ 为等腰直角棱镜4的直角边长度,利用该公式计算出来摄像机8的安装倾斜角度,以满足不同光程总长的工件被观测表面具有相等的等效物距;用以解决不同光程总长的被观测面的物距不同造成不能共焦的问题,并使得不同光程总长的被观测表面经过同一个镜头具有同样清晰的图像质量、以及相同的放大倍数。在具体设计时,可根据需要灵活选择是通过上式计算采用改变摄像机8的倾斜角度还是改变等腰直角棱镜4的折射率或者高/宽尺寸来实现摄像机8的动态检测速度和精度。

[0051] 进一步地,如图14所示,在两个等腰直角棱镜4与一字线结构光源7之间设有一平凸柱面透镜13,所述平凸柱面透镜13的平面镜面与等腰直角棱镜7水平设置的直角面相平行,即平凸柱面透镜13与水平设置的直角面相平行。该设计主要针对有一定发散角的一字

线结构光源7,在等腰直角棱镜4与一字线结构光源7之间放置一平凸柱面透镜,该平凸柱面透镜13用于对有一定发散角的结构光进行准直或进行发散角调整,以便经过等腰直角棱镜4的一字线光能投射到等于或低于棱镜底边的工件底边,使摄像机能够完全观测到整个侧面的轮廓,主要是考虑到一字线结构光源7发出的光的散射性。

[0052] 除上述设置平凸柱面透镜来达到上述设计目的方法之外,也可以在一字线结构光源7的两个发散方向,如图15所示,接近等腰直角棱镜4的位置两侧分别安装反射镜14,该反射镜14可将一字线结构光源7发出的光反射到等腰直角棱镜4上,反射镜14与激光器光轴的夹角 $\alpha$ 要小于激光器所发出的光的发散角 $\beta$ 的一半,且大于0,即 $0 < \alpha < \beta/2$ 。

[0053] 进一步地,当所采用的一字线结构光源7为彩色结构光源时,即包含有多种颜色的光时,为了使检测更为准确清晰,在两个等腰直角棱镜4的所有直角面分别设有一个仅让一种颜色的光透过的滤光镜(图中未示出),并且两个滤光镜所透过的光的颜色不同。又或者直接通过在两个等腰直角棱镜4表面镀膜,该层膜仅透过某种颜色的光,从而实现滤色功能。该设计是因为,针对有一定透过率的材料,比如玻璃,所述一字线结构光采用单色色结构光时,表面反射和对面投射过来的光都会经过棱镜全部被摄像机观测到,难以区分它们,而只有工件表面反射的光线因结构信息完整才是我们需要的,所以对左右两块等腰直角棱镜4需要分别采用不同波长的滤镜(某一波长对应某一种颜色的光),使两块等腰直角棱镜4中射入的光线为两种不同的纯色光,同时因对立面的滤色镜会阻止透射过来的不同颜色光线而通过本侧相同颜色反射光线从而使摄像机接收到的只有信息结构完整的表面反射光线;因此,将两个滤光镜分别设于两个等腰直角棱镜4上方来过滤光源,实现什么样的颜色进去也只有这种颜色的光能够从其出来,解决透射光在对立面形成的串扰问题。

[0054] 进一步地,如图10—11所示,所述载物台8为横截面呈矩形的长方体钢块,所述两个等腰直角棱镜4关于所述载物台5镜像对称,以便于确定左右两侧面处的 $L_f$ 相等,便于计算实现等高等距设计。

[0055] 进一步地,所述等腰直角棱镜4均嵌于长方体状的安装座9内,所述安装座9内靠所述载物台5的一侧设有45度倾斜面,所述等腰直角棱镜4的斜面与所述45度倾斜面紧密贴合,以便安装好等腰直角棱镜4,还可在安装座9端面外侧设置紧固螺栓10,用于顶紧等腰直角棱镜4,等腰直角棱镜4的两个竖直设置的直角面也可以选择伸出安装座9的安装槽之外。

[0056] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效,而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰或改变。因此,举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本发明的权利要求所涵盖。

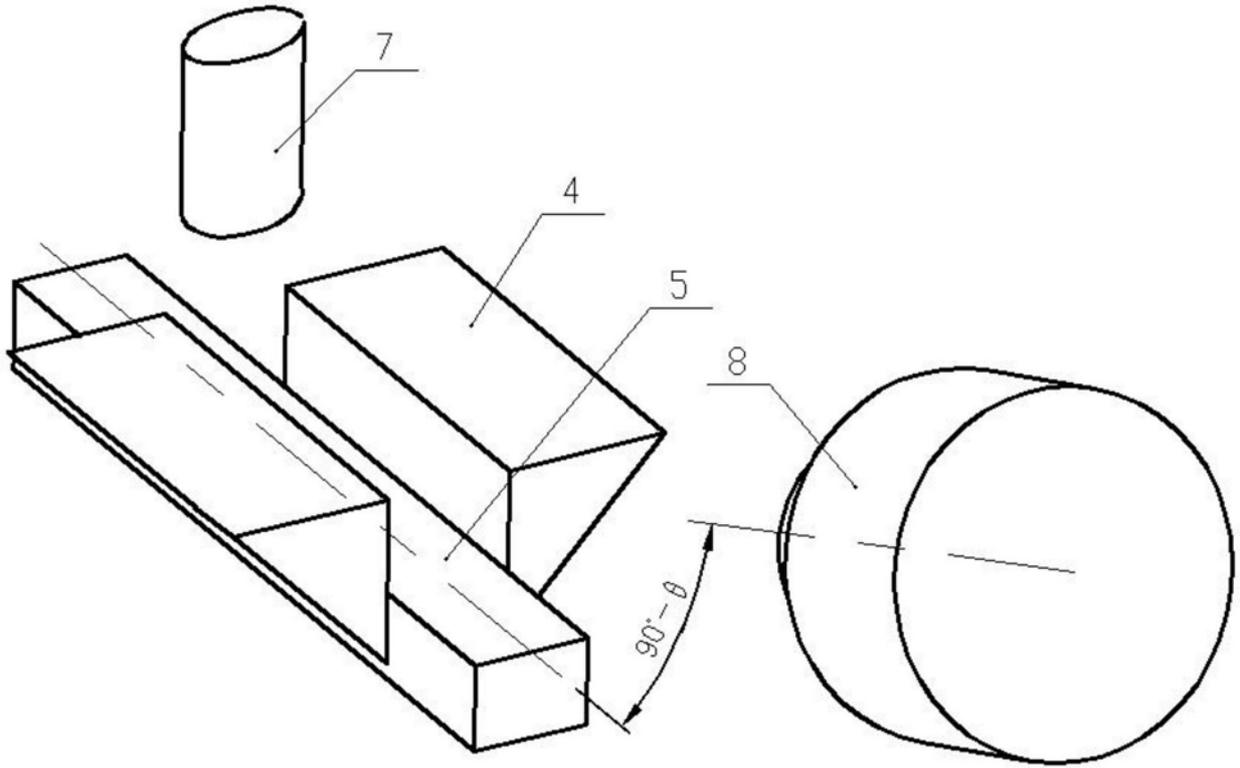


图1

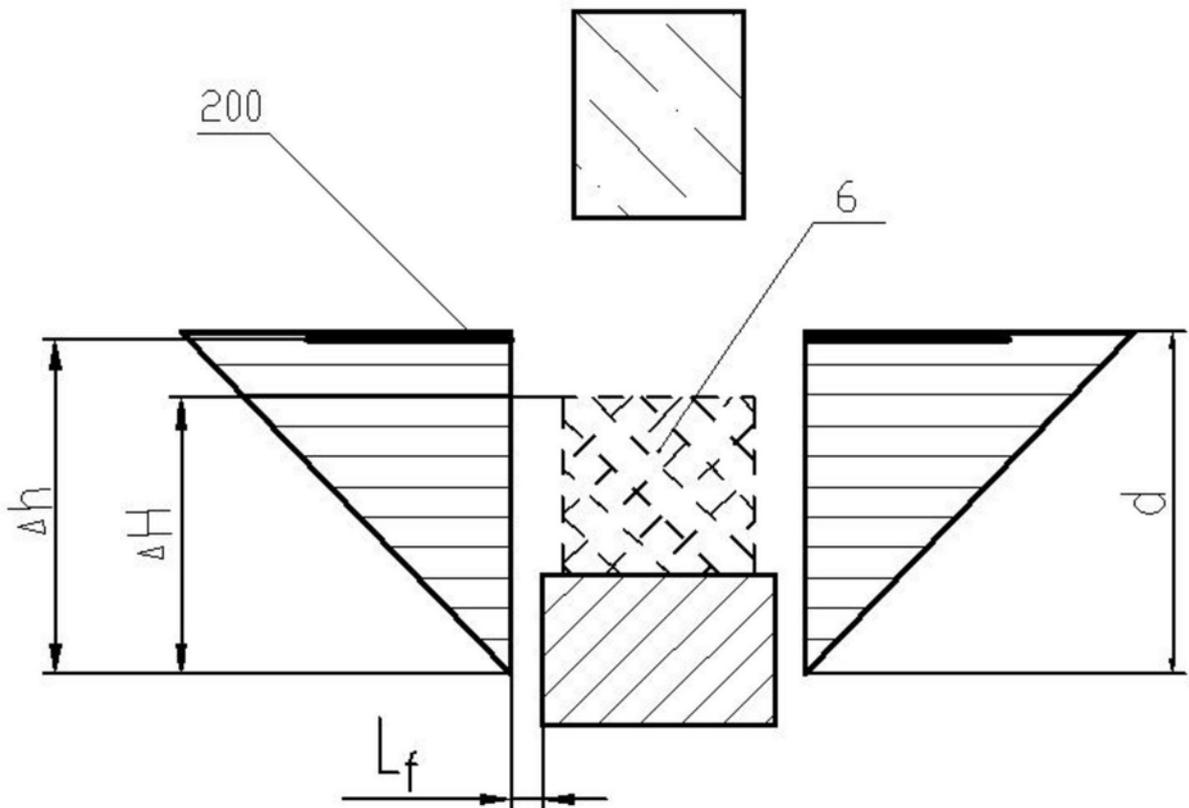


图2

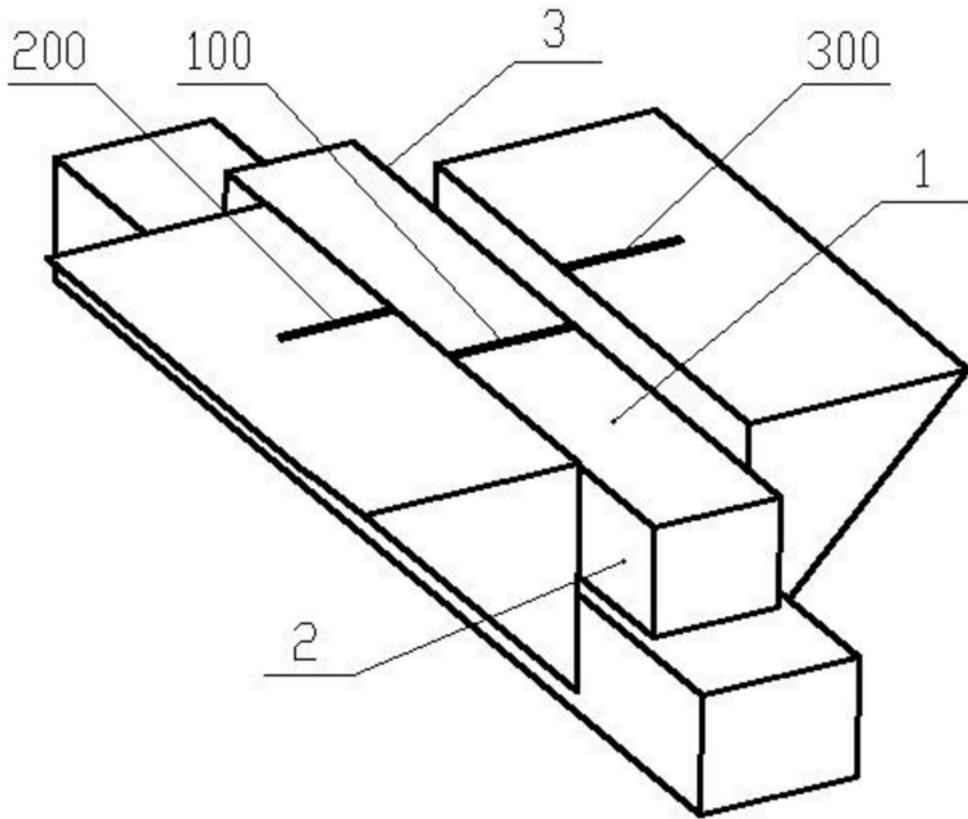


图3

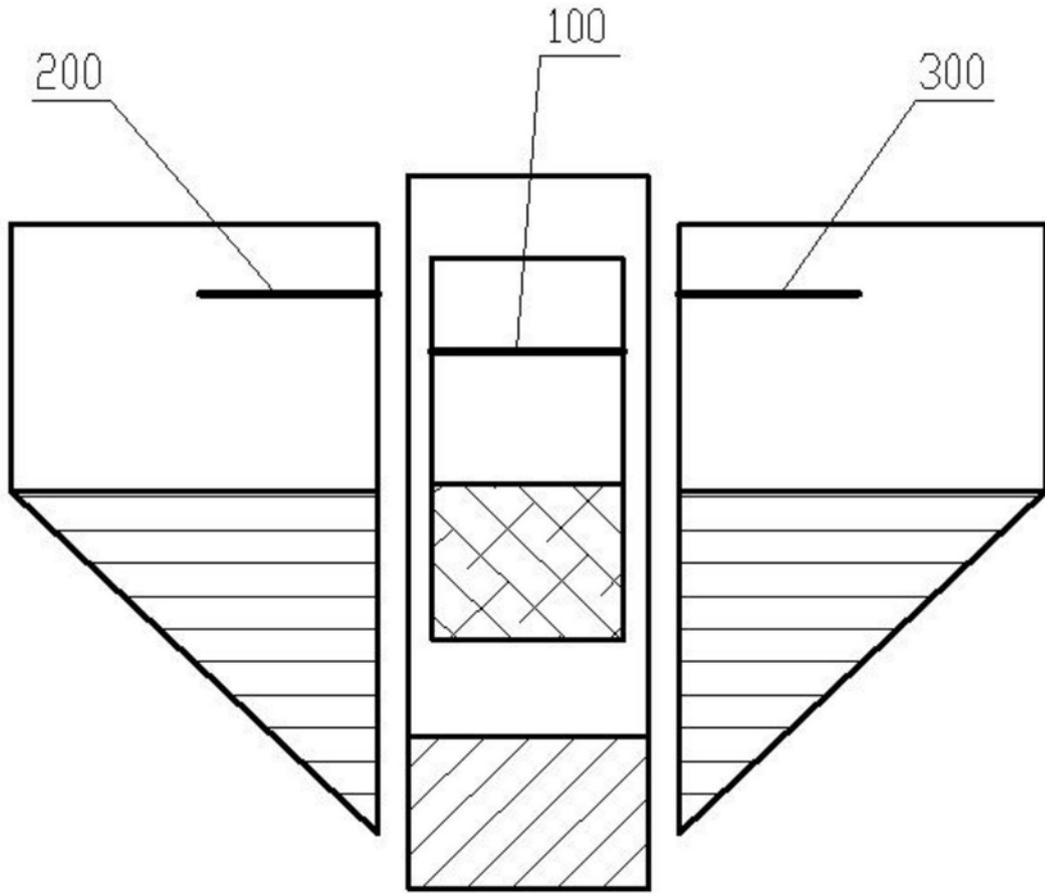


图4

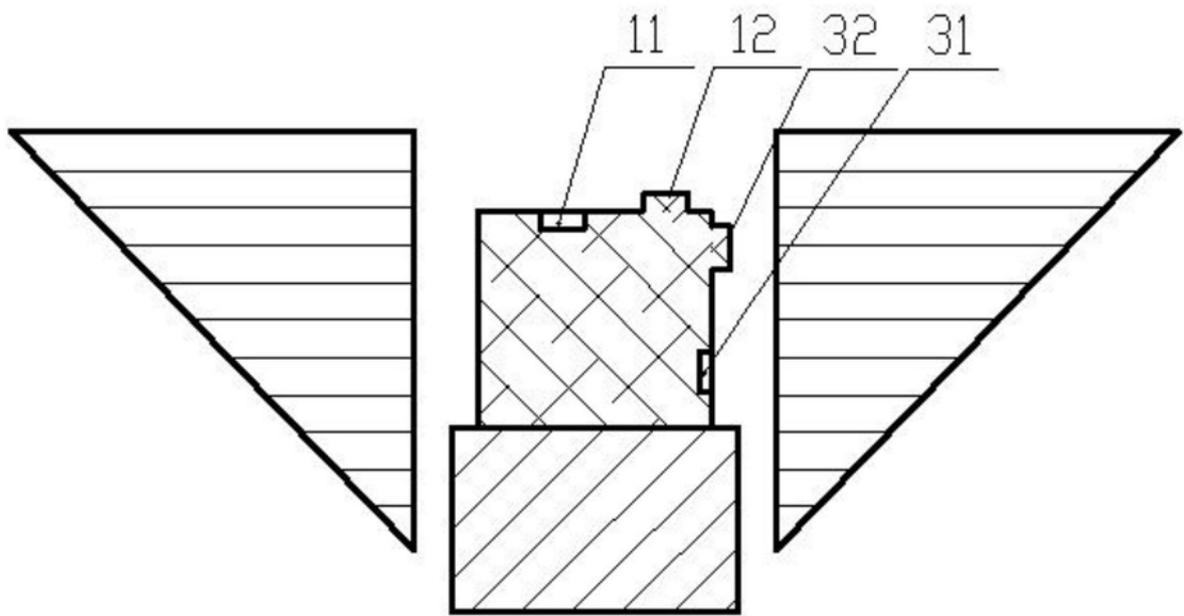


图5

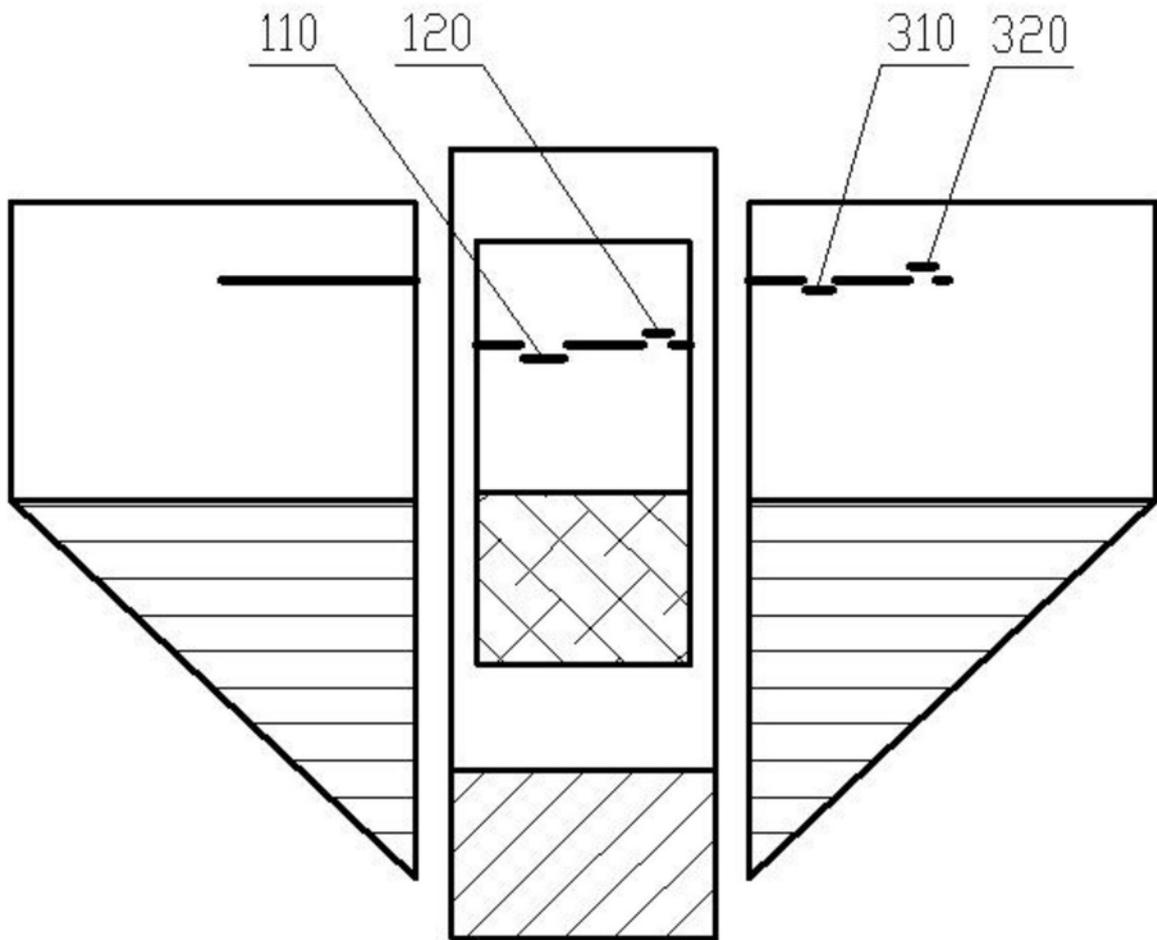


图6

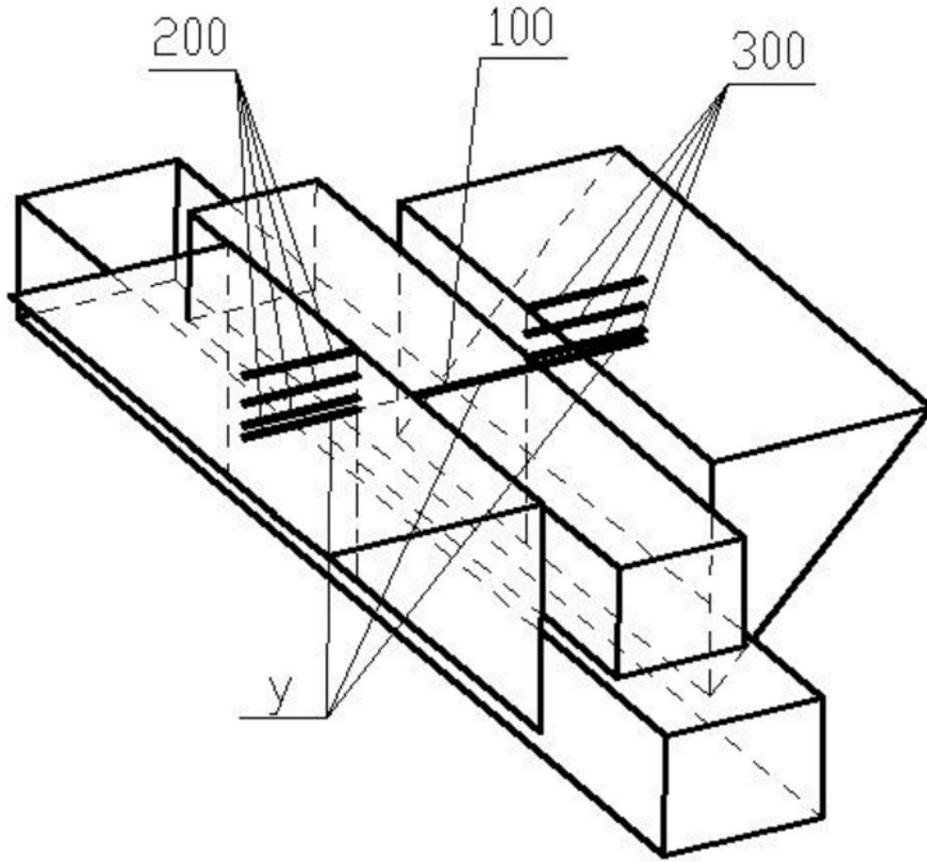


图7

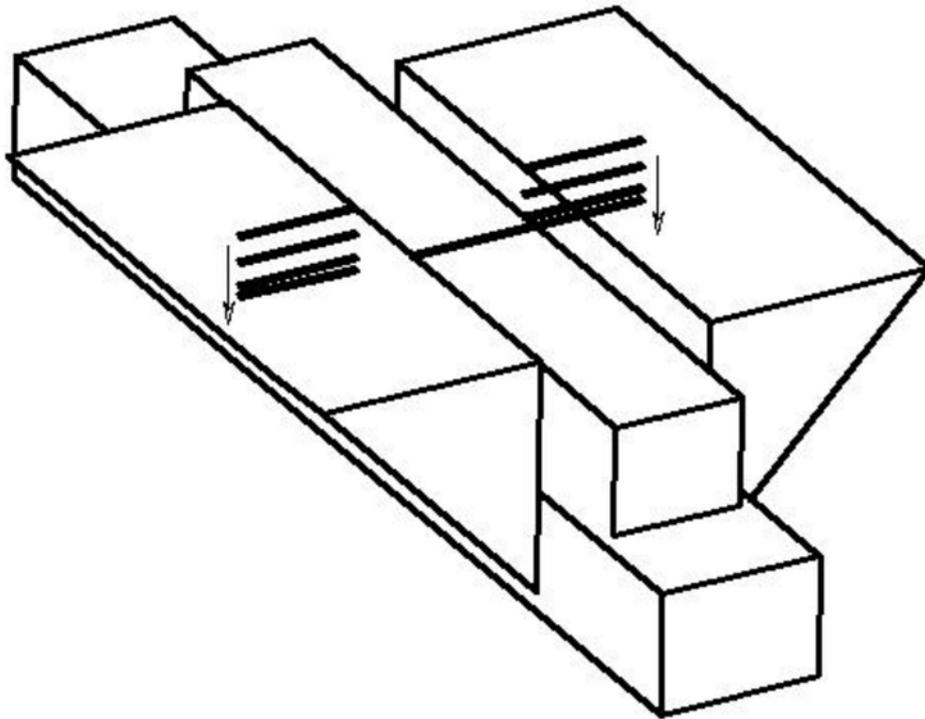


图8

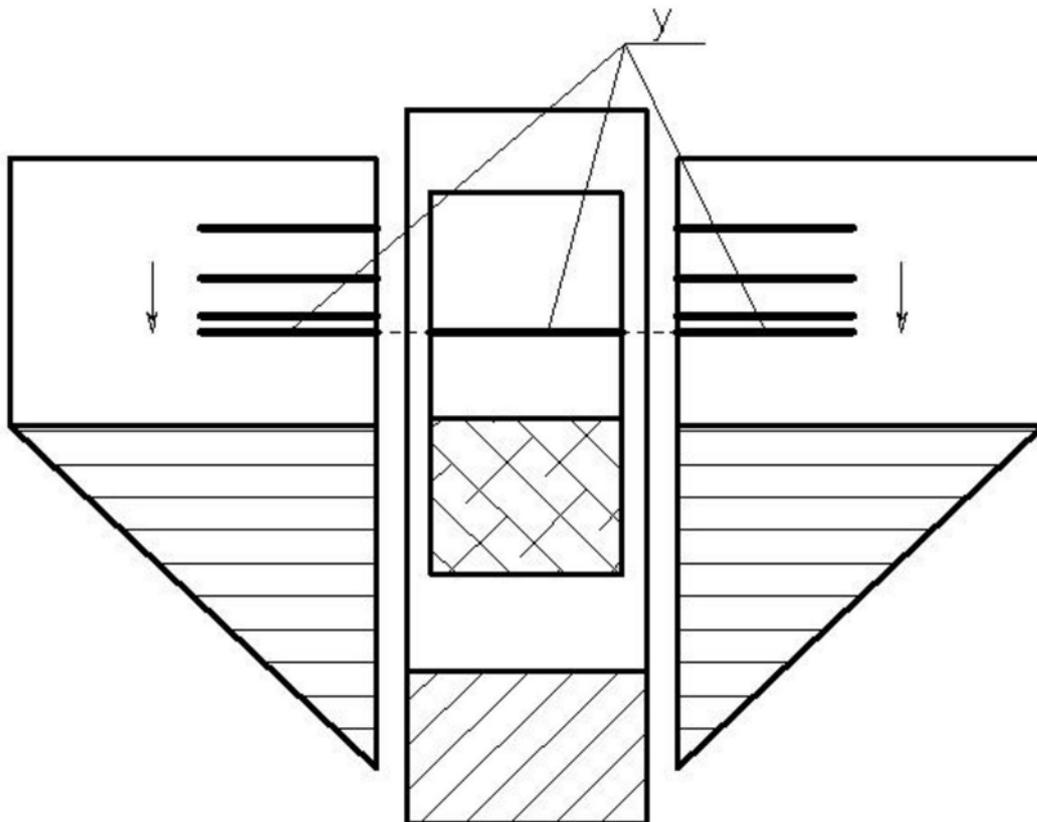


图9

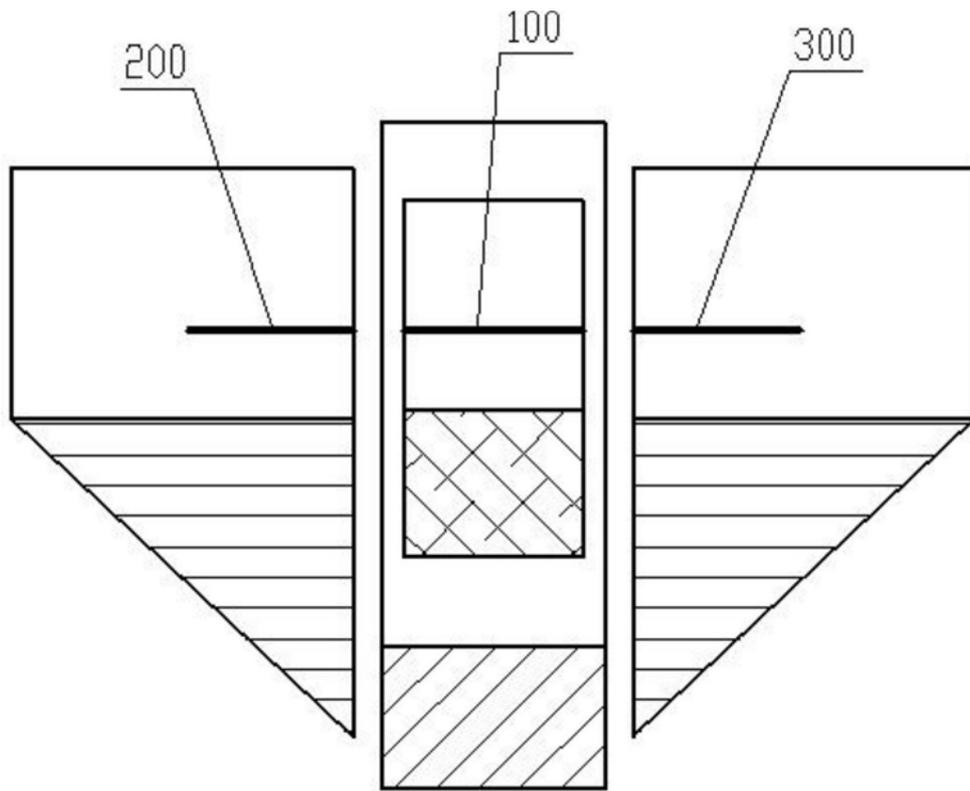


图10

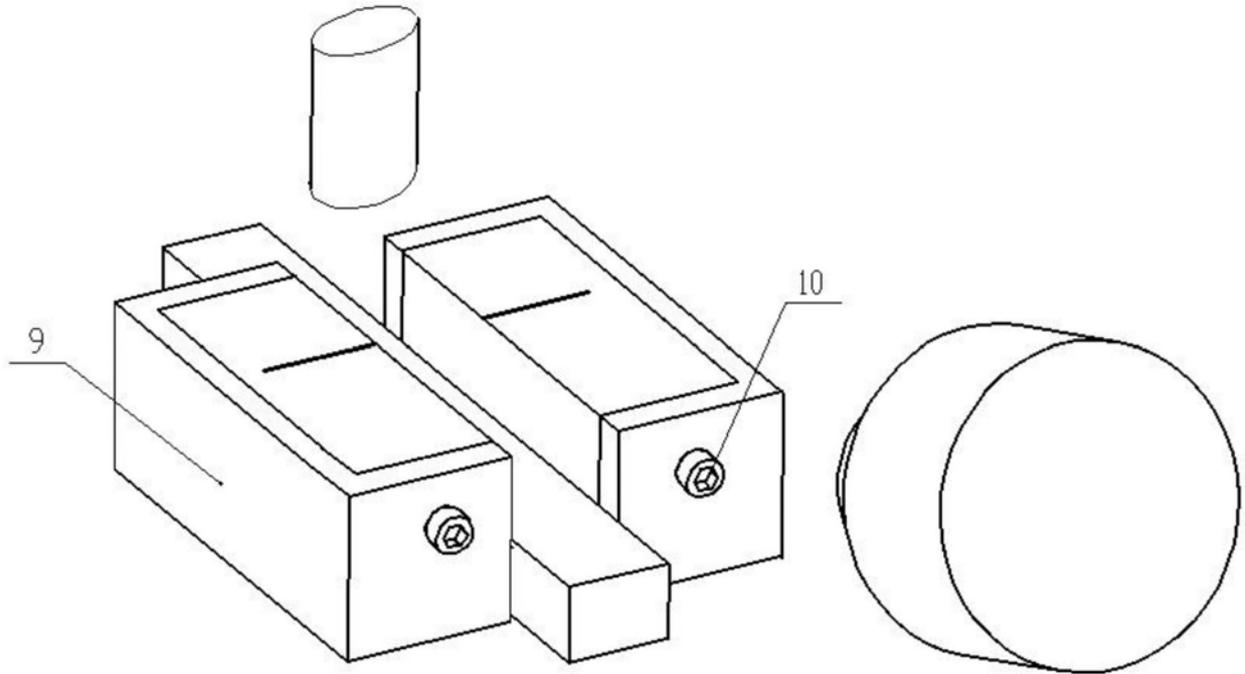


图11



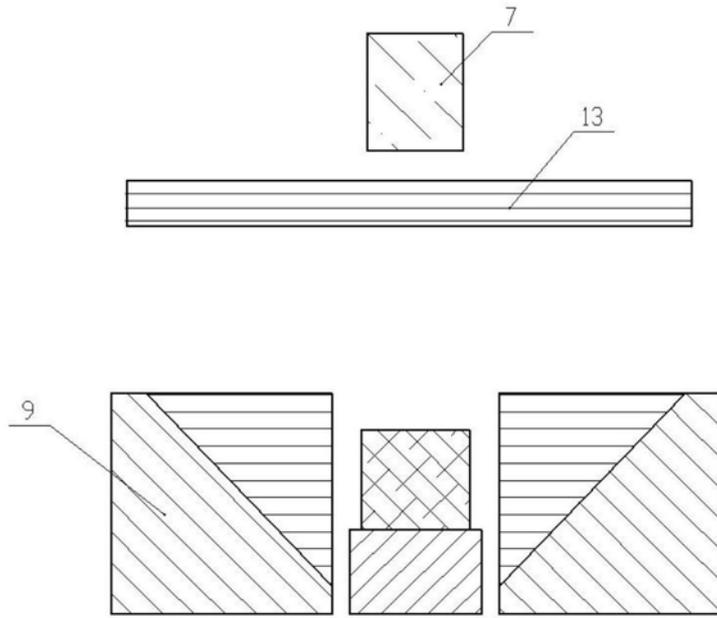


图14

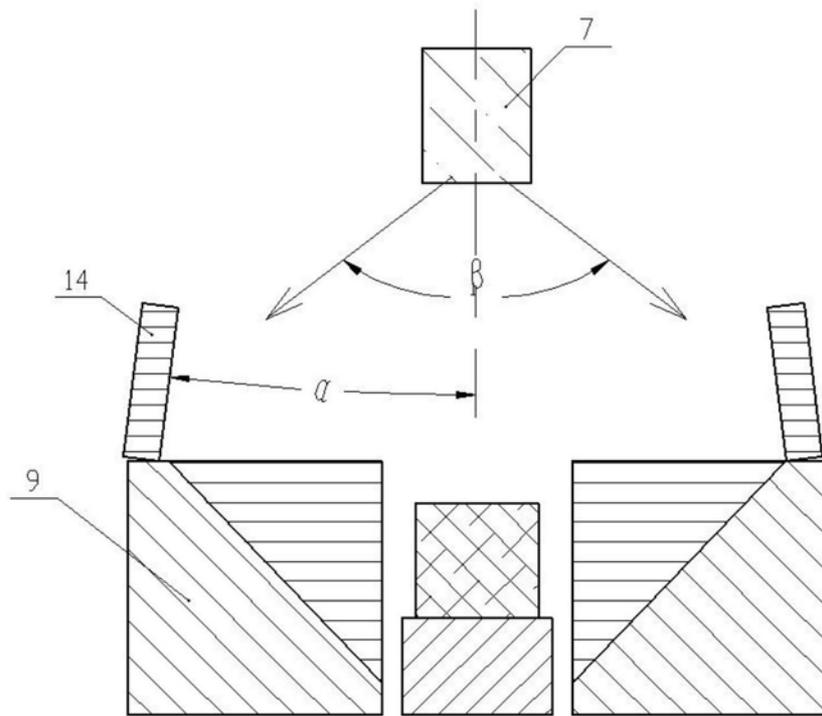


图15