



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107764834 B

(45) 授权公告日 2024.06.11

(21) 申请号 201711285348.X

(22) 申请日 2017.12.07

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107764834 A

(43) 申请公布日 2018.03.06

(73) 专利权人 南京波长光电科技股份有限公司
地址 211123 江苏省南京市江宁区湖熟工
业集中区波光路18号

专利权人 爱丁堡(南京)光电设备有限公司

(72) 发明人 王善忠 曹兆楼 张金兴 黄胜弟
黄炳强

(74) 专利代理机构 南京苏创专利代理事务所
(普通合伙) 32273

专利代理师 张学彪

(51) Int.Cl.

G01N 21/88 (2006.01)

G01N 21/958 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 2015040835 A, 2015.03.02

JP 2001208702 A, 2001.08.03

JP 5475167 B1, 2014.04.16

CN 207662807 U, 2018.07.27

CN 101887030 A, 2010.11.17

CN 103399018 A, 2013.11.20

CN 105115989 A, 2015.12.02

JP 2004246171 A, 2004.09.02

US 2007216897 A1, 2007.09.20

US 2008291436 A1, 2008.11.27

审查员 张咏

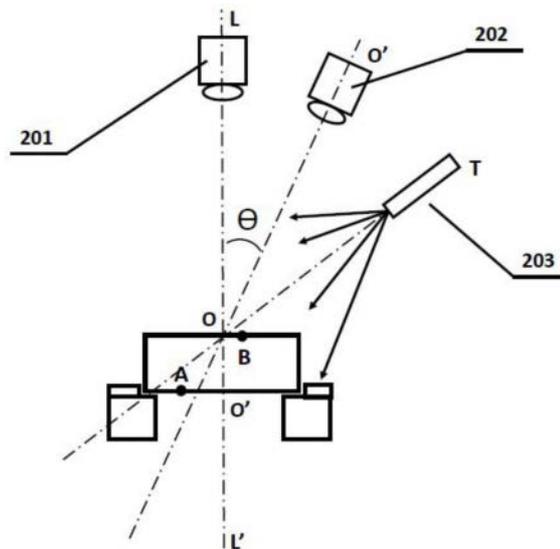
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种自动检测透明零件表面缺陷的装置及其检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种自动检测透明零件表面缺陷的装置及其检测方法。自动检测透明零件表面缺陷的装置,包括:托盘、顶视相机、侧视相机和照明光源;托盘上设有检测区;顶视相机设置在检测区的正上方;侧视相机设置在检测区的上方,且顶视相机和侧视相机之间的夹角不为零;照明光源设置在检测区的上方,且顶视相机和照明光源之间的夹角大于顶视相机和侧视相机之间的夹角;托盘由黑色材料制作;检测区表面呈黑色镜面结构,或者,托盘上设有通孔作为检测区,通孔上设有搁物台阶。本发明自动检测透明零件表面缺陷的装置,可实现对透明零件缺陷的自动检测,并能区分出缺陷所在的面,即适于平面零件,也适于非平面零件。



1. 一种自动检测透明零件表面缺陷的装置,其特征在于:包括:托盘、顶视相机、侧视相机和照明光源;

托盘上设有检测区;顶视相机设置在检测区的正上方;侧视相机设置在检测区的上方,且顶视相机和侧视相机之间的夹角不为零;照明光源设置在检测区的上方,且顶视相机和照明光源之间的夹角大于顶视相机和侧视相机之间的夹角;

来自照明光源的照明光线,无论是直射还是反射,均不能进入顶视相机和侧视相机,相对于顶视相机和侧视相机而言,形成一个暗场照明的效果;

托盘由黑色玻璃制作,检测区表面呈黑色镜面结构;或者,托盘由黑色铝合金制作,托盘上设有通孔作为检测区,通孔上设有搁物台阶,搁物台阶设在通孔内表面。

2. 如权利要求1所述的自动检测透明零件表面缺陷的装置,其特征在于:当托盘由黑色玻璃制作时,检测区由托盘上表面凹陷形成。

3. 如权利要求1或2所述的自动检测透明零件表面缺陷的装置,其特征在于:检测区位于托盘的中央,检测区为圆形;顶视相机和侧视相机之间的夹角为 $5-25^{\circ}$ 。

4. 如权利要求1或2所述的自动检测透明零件表面缺陷的装置,其特征在于:来自照明光源的照明光线以掠入射的方式照射到检测区。

5. 如权利要求1或2所述的自动检测透明零件表面缺陷的装置,其特征在于:还包括XY位移平台,托盘设在XY位移平台上。

6. 利用权利要求1-5任意一项所述的自动检测透明零件表面缺陷的装置检测透明零件表面缺陷的方法,其特征在于:将待检零件放置在检测区上,通过重影像实现对待检零件上表面缺陷和下表面缺陷的区分,或通过查验顶视相机获得圆形像中亮点到圆心的距离是否变化实现对待检零件上表面缺陷和下表面缺陷的区分;

当托盘由黑色玻璃制作,检测区表面呈黑色镜面结构时:待检零件在托盘检测区上形成倒影成像,顶视相机位于待检零件的正上方,来自照明光源的照明光线,无论是直射还是反射,均不能进入顶视相机和侧视相机,相对于顶视相机和侧视相机而言,形成一个暗场照明的效果;假设托盘表面是完全无瑕疵的,同时假设待检零件为圆形,当待检零件的上下表面完全没有缺陷,则分别从顶视相机和侧视相机所采集到的图像是一个完美的黑色圆斑和黑色椭圆斑;当待检零件上表面存在疵点B时,会在检测区的镜面形成一个虚像B',当待测光学零件下表面存在疵点A时,则不会在检测区的镜面形成一个虚像,当顶视相机所采集到的图像上出现一个亮点,而侧视相机所采集到的图像上沿着侧视相机倾斜方向上出现完全相同成对的亮点,则此缺陷为上表面缺陷,当侧视相机所采集到的图像上出现非成对出现的亮点,则是下表面的缺陷;

当托盘由黑色铝合金制作,托盘上设有通孔作为检测区,通孔内上设有搁物台阶时,将待检零件放在搁物台阶上,来自照明光源的照明光线,无论是直射还是反射,均不能进入顶视相机和侧视相机,相对于两个相机而言,形成一个暗场照明的效果;假设托盘表面是完全无瑕疵的,同时假设待检零件为圆形,当待检零件的上下表面也完全没有缺陷,则分别从顶视相机和侧视相机所采集到的图像是一个完美的黑色圆斑和黑色椭圆斑;当待检零件的上表面有一个缺陷点B、下表面有一个缺陷点A,顶视相机所获取的图像仍然是一个黑色圆斑,但是会增加两个亮点,对应于下表面的缺陷A和上表面的缺陷B,将侧视相机所获取的图像根据余弦投影关系反演成顶视相机所获取的图像,将反演图像上的亮点到图像中心的距

离,与顶视相机获得图像中亮点到图像中心的距离进行比较,凡是距离发生变化的均属于下表面的缺陷、不变的属于上表面的缺陷。

一种自动检测透明零件表面缺陷的装置及其检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种自动检测透明零件表面缺陷的装置及其检测方法,属于自动检测领域。

背景技术

[0002] 透明零件表面缺陷的自动检测一直以来由于透射、反射、折射等因素的干扰难于实现。有一类相对简单的透明零件是平面透明零件,例如光学窗口片、光学分划片、手表面、手机面板、电视面板等,生产实践中目前基本仍然是采用人工检测,缺乏自动检测的设备。

[0003] 透明零件表面缺陷检测的难点在于其透明性,当采集图像时,零件上表面的缺陷和下表面的缺陷将同时在像面上成像,导致上下表面缺陷判断不准,所以到目前为止,绝大部分的光学零件加工厂,主要的仍然使用人工进行缺陷检测。

发明内容

[0004] 为了解决现有技术中透明零件表面无法实现自动检测等缺陷,本发明提供一种自动检测透明零件表面缺陷的装置及其检测方法。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案如下:

[0006] 一种自动检测透明零件表面缺陷的装置,包括:托盘、顶视相机、侧视相机和照明光源;

[0007] 托盘上设有检测区;顶视相机设置在检测区的正上方;侧视相机设置在检测区的上方,且顶视相机和侧视相机之间的夹角不为零;照明光源设置在检测区的上方,且顶视相机和照明光源之间的夹角大于顶视相机和侧视相机之间的夹角;

[0008] 托盘由黑色材料制作;检测区表面呈黑色镜面结构,或者,托盘上设有通孔作为检测区,通孔上设有搁物台阶。

[0009] 上述顶视相机和侧视相机是为了拍摄检测区上的待检零件,因此顶视相机和侧视相机的镜头都是对着待检零件的,顶视相机和侧视相机之间的夹角:指过顶视相机和待检零件的直线与过侧视相机和待检零件的直线之间的夹角;照明光源是为了给待检零件照明,因此照明光源是对着待检零件设置的,顶视相机和照明光源之间的夹角大于顶视相机和侧视相机之间的夹角指:过顶视相机和待检零件的直线与过照明光源和待检零件的直线所形成的夹角,大于过顶视相机和待检零件的直线与过侧视相机和待检零件的直线形成的夹角。

[0010] 上述托盘可以设置在XY位移平台上,方便高效批量检测,也可设置在其它支撑台或支撑架上,具体的XY位移平台、支撑台或支撑架均可利用现有已知的相关设备,顶视相机、侧视相机和照明光源在使用时,也是固定在相关的支架或设备上,是现有常识,本申请不作过多介绍。

[0011] 上述装置通过对待检零件表面的暗场成像,分析斑点是否存在重影像或者离开原点距离的变化,实现对上表面缺陷和下表面缺陷的区分,从而实现对上表面和/或下表面光

洁度的自动检测。

[0012] 本申请上下、顶部、底部等范围词均指装置正常使用时的相对位置。

[0013] 为了提高检测的准确性,来自照明光源的照明光线,无论是直射还是反射,均不能进入顶视相机和侧视相机,相对于顶视相机和侧视相机而言,形成一个暗场照明的效果。

[0014] 优选,托盘由黑色玻璃制作,检测区表面呈黑色镜面结构;或者,托盘由黑色铝合金制作,托盘上设有通孔作为检测区,通孔上设有搁物台阶,搁物台阶设在通孔内表面。

[0015] 为了提高检测的稳定性,当托盘由黑色玻璃制作时,检测区由托盘上表面凹陷形成。制作时可以在黑色玻璃表面挖出一定大小的坑,然后将坑的底面抛光形成黑色镜面。

[0016] 当托盘由黑色铝合金制作时,可在黑色铝合金上挖出一定大小的通孔,并在通孔的内表面边缘处设计有一个微小的台阶用于放置待检零件。

[0017] 为了提高使用稳定性,搁物台阶设在通孔内表面。

[0018] 为了方便控制,同时提高使用稳定性,检测区位于托盘的中央。

[0019] 优选,检测区为圆形。

[0020] 为了提高检测的准确性,顶视相机和侧视相机之间的夹角为 $5-25^{\circ}$ 。

[0021] 优选,来自照明光源的照明光线以掠入射的方式照射到检测区。

[0022] 为了提高检测准确性,照明光源的照明光线到检测区的入射角度为 $50-90^{\circ}$ 。

[0023] 照明光源,必须是具有定向性的照明光,以较大的入射角、呈类似掠入射的方式对待检零件表面进行照明。

[0024] 为了提高检测效率,自动检测透明零件表面缺陷的装置,还包括XY位移平台,托盘设在XY位移平台上。可实现高效的批量检测。

[0025] 利用上述自动检测透明零件表面缺陷的装置检测透明零件表面缺陷的方法,将待检零件放置在检测区上,通过重影像实现对待检零件上表面缺陷和下表面缺陷的区分,或通过查验疵点的像离开原点距离是否变化实现对待检零件上表面缺陷和下表面缺陷的区分。

[0026] 当托盘由黑色玻璃制作,检测区表面呈黑色镜面结构时:待检零件在托盘检测区上形成倒影成像,顶视相机位于待检零件的正上方,来自照明光源的照明光线,无论是直射还是反射,均不能进入顶视相机和侧视相机,相对于顶视相机和侧视相机而言,形成一个暗场照明的效果;假设托盘表面是完全无瑕疵的,同时假设待检零件为圆形,当待检零件的上下表面完全没有缺陷,则分别从顶视相机和侧视相机所采集到的图像是一个完美的黑色圆斑和黑色椭圆斑;当待检零件上表面存在疵点B时,会在检测区的镜面形成一个虚像B',当待测光学零件下表面存在疵点A时,则不会在检测区的镜面形成一个虚像,当顶视相机所采集到的图像上出现一个亮点,而侧视相机所采集到的图像上沿着侧视相机倾斜方向上出现完全相同成对的亮点,则此缺陷为上表面缺陷,当侧视相机所采集到的图像上出现非成对出现的亮点,则是下表面的缺陷;

[0027] 当待检零件上表面存在疵点B(它会在相对于检测区所在的镜面形成一个虚像B'),同时在待检零件下表面存在疵点A时(不会在相对于托盘底部的镜面形成一个虚像),顶视相机所获取的图像仍然是一个黑色圆斑,但是会增加两个亮点,对应于下表面的缺陷A和上表面的缺陷B,其中缺陷点B及其虚像B'由于投影关系,在顶视相机所得获取的图像中则重合为一个点B/B',因此单依靠顶视相机是无法区分缺陷是上表面的还是下表面的;而

在侧视相机所获取的图像,由于投影关系,则沿倾斜方向的尺寸按照余弦规律被压缩,而垂直于倾斜方向的尺寸则未被压缩,获得黑色椭圆形斑,即如下余弦投影关系

$$[0028] \quad L_{\perp} = L_{\parallel} \cos\theta$$

$$[0029] \quad W_{\perp} = W_{\parallel} \cos\theta$$

[0030] W 代表宽度, L 代表长度;而 \perp 和 \parallel 则表示互相垂直的两个方向,上式中,“=”前面的下标为 \perp ,“=”后面的下标为 \parallel 。在侧视相机所获取的黑色椭圆斑背景上有三个亮点,分别对应下表面缺陷点A,上表面缺陷点B及其虚像B',如此,仅仅依靠一个侧视相机就可以区分缺陷点是上表面的还是下表面的,但凡沿着侧视相机倾斜方向上出现两个一模一样成对出现的亮点的,此缺陷为上表面缺陷;其它非成对出现的亮点,则是下表面的缺陷。在区分了上、下表面的缺陷点之后,清除掉B'虚像点,并通过上面提供的公式把椭圆形像反演成圆形图像,可分别计算出上表面和下表面的光洁度等级。

[0031] 当托盘由黑色铝合金制作,托盘上设有通孔作为检测区,通孔内上设有搁物台阶时,将待检零件放在搁物台阶上,来自照明光源的照明光线,无论是直射还是反射,均不能进入顶视相机和侧视相机,相对于两个相机而言,形成一个暗场照明的效果;假设托盘表面是完全无瑕疵的,同时假设待检零件为圆形,当待检零件的上下表面也完全没有缺陷,则分别从顶视相机和侧视相机所采集到的图像是一个完美的黑色圆斑和黑色椭圆斑;当待检零件的上表面有一个缺陷点B、下表面有一个缺陷点A,场顶视相机所获取的图像仍然是一个黑色圆斑,但是会增加两个亮点,对应于下表面的缺陷A和上表面的缺陷B,将侧视相机所获取的图像根据余弦投影关系反演成顶视相机所获取的图像,将反演图像上的亮点到图像中心的距离,与顶视相机获得图像中亮点到图像中心的距离进行比较,凡是距离发生变化的均属于下表面的缺陷、不变的属于上表面的缺陷。

[0032] 在侧视相机所获取的图像,由于投影关系,则沿倾斜方向的尺寸按照余弦规律被压缩,而垂直于倾斜方向的尺寸则未被压缩,获得黑色椭圆形斑,即如下余弦投影关系

$$[0033] \quad L_{\perp} = L_{\parallel} \cos\theta$$

$$[0034] \quad W_{\perp} = W_{\parallel} \cos\theta$$

[0035] W 代表宽度, L 代表长度;而 \perp 和 \parallel 则表示互相垂直的两个方向。在黑色椭圆斑背景上也有两个亮点,分别对应下表面缺陷点A,上表面缺陷点B。如此,依靠一个侧视相机也无法区分缺陷点是上表面的还是下表面的。通过上面提供的公式把椭圆形像反演成圆形图像,检查反演圆形像上的亮点到圆心的距离,再与顶视相机获得圆形像中亮点到圆心的距离进行比较,凡是到圆心的距离发生变化的均属于下表面的缺陷、不变的属于上表面的缺陷。区分了上、下表面的缺陷后,即可计算出可分别计算出上表面和下表面的光洁度等级。

[0036] 本申请是以待检零件为圆形来解释的,当待检测零件为其它形状时,具体检测方法与圆形的相同。

[0037] 本发明未提及的技术均参照现有技术。

[0038] 本发明自动检测透明零件表面缺陷的装置,可实现对透明零件缺陷的自动检测,并能区分出缺陷所在的面,即适于平面零件,也适于非平面零件。

附图说明

[0039] 图1为实施例1中黑色玻璃托盘结构示意图;

- [0040] 图2为图1的俯视图；
- [0041] 图3为实施例1自动检测透明零件表面缺陷的装置结构示意图；
- [0042] 图4为实施例1中顶视相机和侧视相机的成像示意图；
- [0043] 图5为实施例2中黑色铝合金托盘结构示意图；
- [0044] 图6为图5的俯视图；
- [0045] 图7实施例2自动检测透明零件表面缺陷的装置结构示意图；
- [0046] 图8为实施例2中顶视相机和侧视相机的成像示意图；
- [0047] 图中,101、待检零件(圆形);102、黑色玻璃托盘;103、样品放置的限制区(实施例1中的托盘边沿,实施例2中的搁物台阶);201、顶视相机;202、侧视相机;203、照明光源;302为黑色铝合金托盘;

具体实施方式

[0048] 为了更好地理解本发明,下面结合实施例进一步阐明本发明的内容,但本发明的内容不仅仅局限于下面的实施例。

[0049] 如图1-8所示,自动检测透明零件表面缺陷的装置,包括:托盘、顶视相机、侧视相机和照明光源;托盘中央设有检测区,检测区为圆形;顶视相机设置在检测区的正上方;侧视相机设置在检测区的上方,且顶视相机和侧视相机之间的夹角为 $5-25^{\circ}$;照明光源设置在检测区的上方,且顶视相机和照明光源之间的夹角大于顶视相机和侧视相机之间的夹角;来自照明光源的照明光线,无论是直射还是反射,均不能进入顶视相机和侧视相机,相对于顶视相机和侧视相机而言,形成一个暗场照明的效果,优选,照明光源到检测区的入射角度为 $50-90^{\circ}$;托盘由黑色玻璃制作,检测区表面呈黑色镜面结构;或者,托盘由黑色铝合金制作,托盘上设有通孔作为检测区,通孔内表面设有搁物台阶。

[0050] 优选,自动检测透明零件表面缺陷的装置,还包括XY位移平台,托盘设在XY位移平台上。

[0051] 实施例1:镜面托盘加正斜双相机方案

[0052] 图1的黑色玻璃托盘102采用采用黑色玻璃制造,在黑色玻璃上挖一个圆形凹坑用于放置待检零件101,凹坑的底部必须抛光成镜面。这些凹坑排列成 $N \times N$ 的二维阵列, N 为整数。待测光学零件在托盘底部的镜面上形成倒影成像(图3)。在待测零件的正上方,安装一个顶视相机201,在顶视相机201侧边距离一定角度的地方安装一个侧视相机202,在侧视相机202侧边更远的地方安装定向照明光源203,这种结构设计需达成如下光学效果:来自光源203的照明光线,无论是直射还是反射,均不能进入顶视相机201和侧视相机202,相对于两个相机而言,形成一个暗场照明的效果。一次检测一个光学零件,通过XY平台扫描的方式实现高效的批量检测。

[0053] 假设托盘表面是完全无瑕疵的,此时,如果待测光学零件(圆形)的上下表面也完全没有缺陷,则分别从顶视相机201和侧视相机202所采集到的图像将是一个完美的黑色圆斑和黑色椭圆斑(图4)。当待测光学零件上表面存在疵点B时,它会在相对于托盘底部的镜面形成一个虚像(图3)B'。当待测光学零件下表面存在疵点A时,它则不会在相对于托盘底部的镜面形成一个虚像,顶视相机201所获取的图像仍然是一个黑色圆斑,但是会增加两个亮点,对应于下表面的缺陷A和上表面的缺陷B,其中缺陷点B及其虚像B'由于投影关系,在

顶视相机201获取图像中则重合为一个点B/B'，实际上依靠顶视相机201是无法区分缺陷是上表面的还是下表面的，在侧视相机202所获取的图像，由于投影关系，则沿倾斜方向的尺寸按照余弦规律被压缩，而垂直于倾斜方向的尺寸则未被压缩，获得黑色椭圆斑，即如下余弦投影关系

$$[0054] \quad L_{\perp} = L_{\parallel} \cos \theta$$

$$[0055] \quad W_{\perp} = W_{\parallel} \cos \theta$$

[0056] W代表宽度，L代表长度；而 \perp 和 \parallel 则表示互相垂直的两个方向。在黑色椭圆斑背景上有三个亮点，分别对应下表面缺陷点A，上表面缺陷点B及其虚像B'，如此，仅仅依靠一个侧视相机202就可以区分缺陷点是上表面的还是下表面的，因此，凡沿着侧视相机倾斜方向上出现两个一模一样成对出现的亮点的，此缺陷为上表面缺陷；其它非成对出现的亮点，则是下表面的缺陷。在区分了上、下表面的缺陷点之后，清除掉B'虚像点，并通过上面提供的公式把椭圆形像反演成圆形图像，可分别计算出上表面和下表面的光洁度等级。

[0057] 实施例2：镂空托盘加正斜双相机方案

[0058] 图5的托盘302采用采用发黑铝合金制造，在黑色铝合金上挖一个圆形通孔和搁物台阶用于放置待检测光学零件101，这些通孔排列成 $N \times N$ 的二维阵列，N为整数。在待测零件的正上方，安装一个小视场角的顶视相机201，在顶视相机201侧边距离一定角度的地方安装一个侧视相机202，在侧视相机202侧边更远的地方安装定向照明光源203，这种结构设计可达成如下光学效果：来自光源203的照明光线，无论是直射还是反射，均不能进入顶视相机201和侧视相机202，相对于两个相机而言，形成一个暗场照明的效果。一次检测一个光学零件，通过XY平台扫描的方式实现高效的批量检测。

[0059] 假设托盘表面是完全无瑕疵的，此时，如果待测光学零件（圆形）的上下表面也完全没有缺陷，则分别从顶视相机201和侧视相机202所采集到的图像将是一个完美的黑色圆斑和黑色椭圆斑（图8）。假设待测零件的上表面有一个缺陷点B、下表面有一个缺陷点A。在待测零件尺寸不太大（例如1英寸）时，顶视相机201所获取的图像仍然是一个黑色圆斑，但是会增加两个亮点，对应于下表面的缺陷A和上表面的缺陷B。实际上依靠顶视相机201是无法区分缺陷是上表面的还是下表面的。在侧视相机202所获取的图像，由于投影关系，则沿倾斜方向的尺寸按照余弦规律被压缩，而垂直于倾斜方向的尺寸则未被压缩，获得黑色椭圆形斑，即如下余弦投影关系

$$[0060] \quad L_{\perp} = L_{\parallel} \cos \theta$$

$$[0061] \quad W_{\perp} = W_{\parallel} \cos \theta$$

[0062] W代表宽度，L代表长度；而 \perp 和 \parallel 则表示互相垂直的两个方向。在黑色椭圆斑背景上也有两个亮点，分别对应下表面缺陷点A，上表面缺陷点B。如此，依靠一个侧视相机202也无法区分缺陷点是上表面的还是下表面的。通过上面提供的公式把椭圆形像反演成圆形图像，检查反演圆形像上的亮点到圆心的距离，再与顶视相机获得圆形像中亮点到圆心的距离进行比较，凡是到圆心的距离发生变化的均属于下表面的缺陷、不变的属于上表面的缺陷。区分了上、下表面的缺陷后，即可计算出可分别计算出上表面和下表面的光洁度等级。

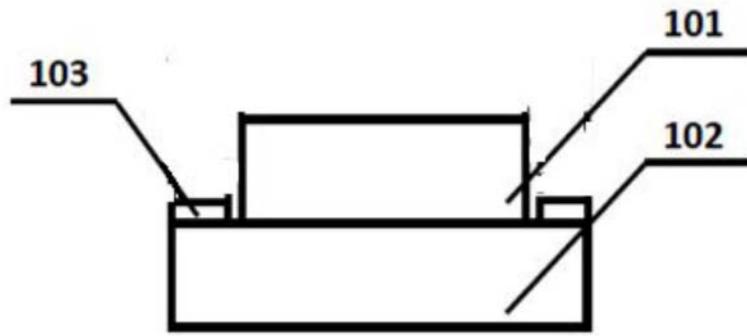


图1

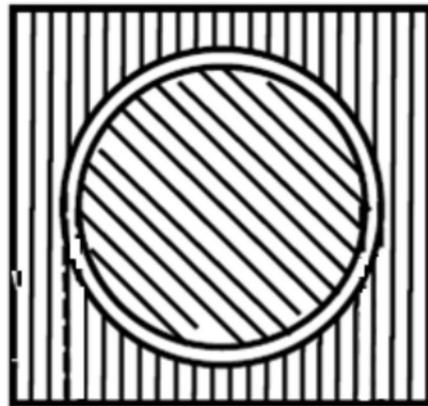


图2

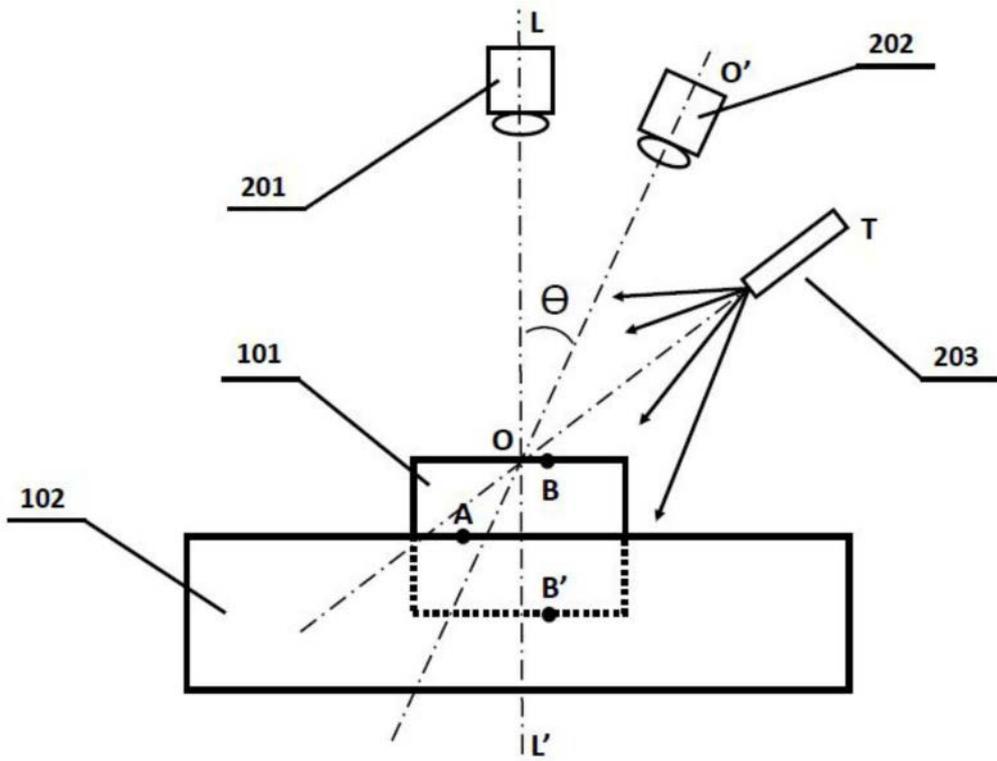


图3

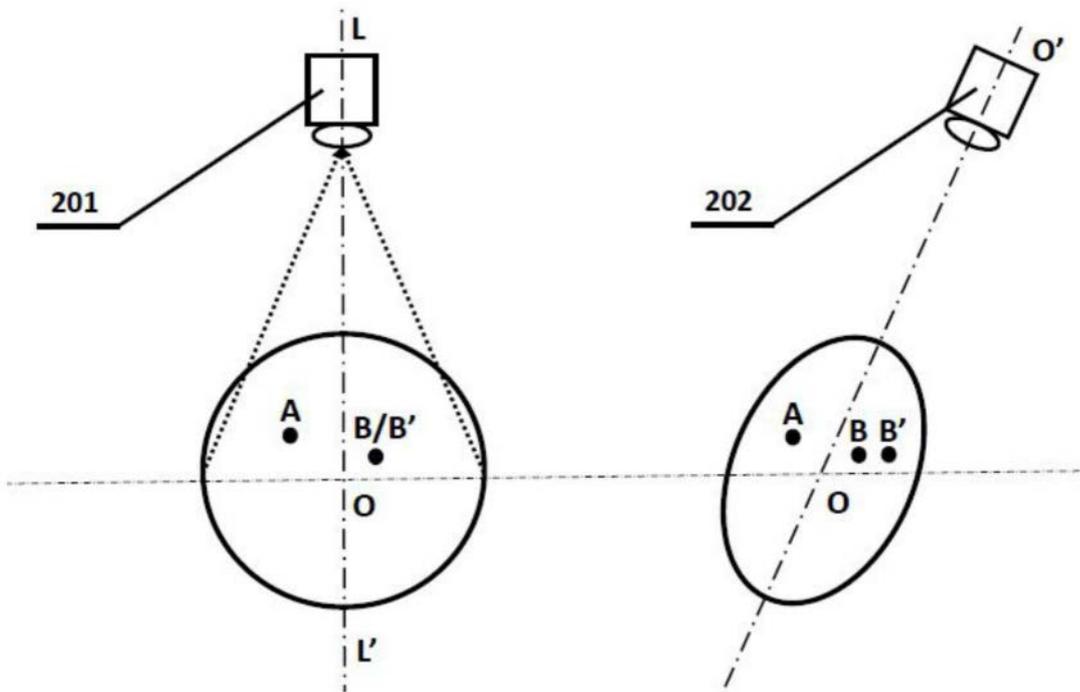


图4

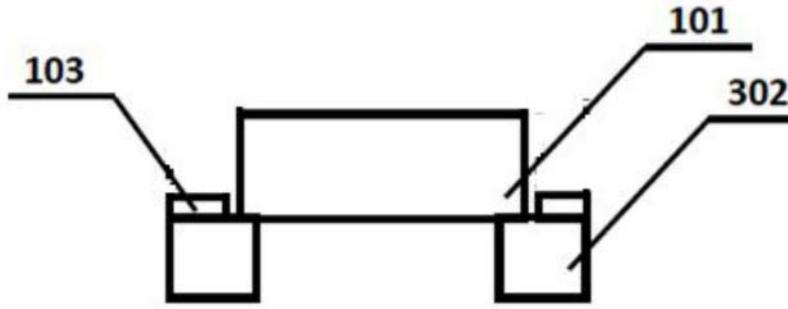


图5

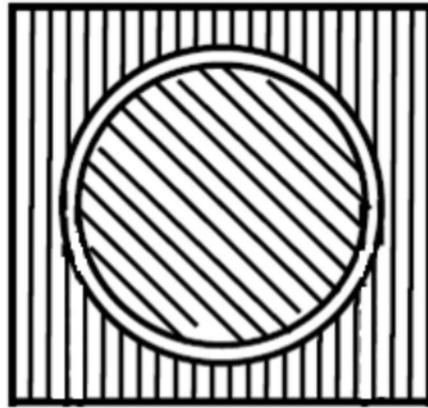


图6

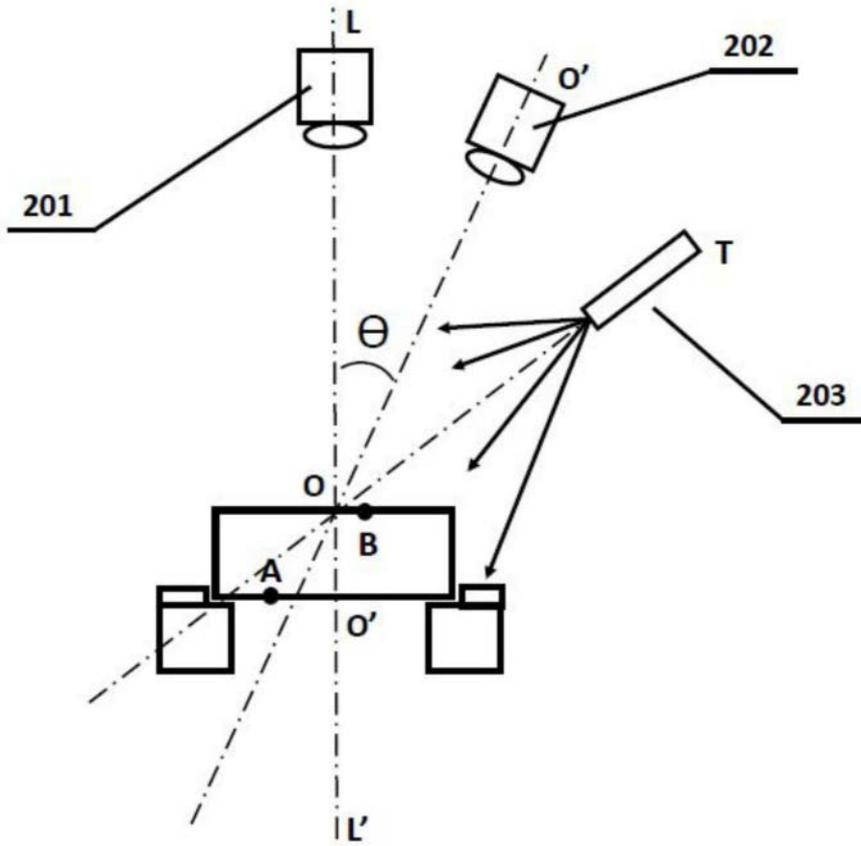


图7

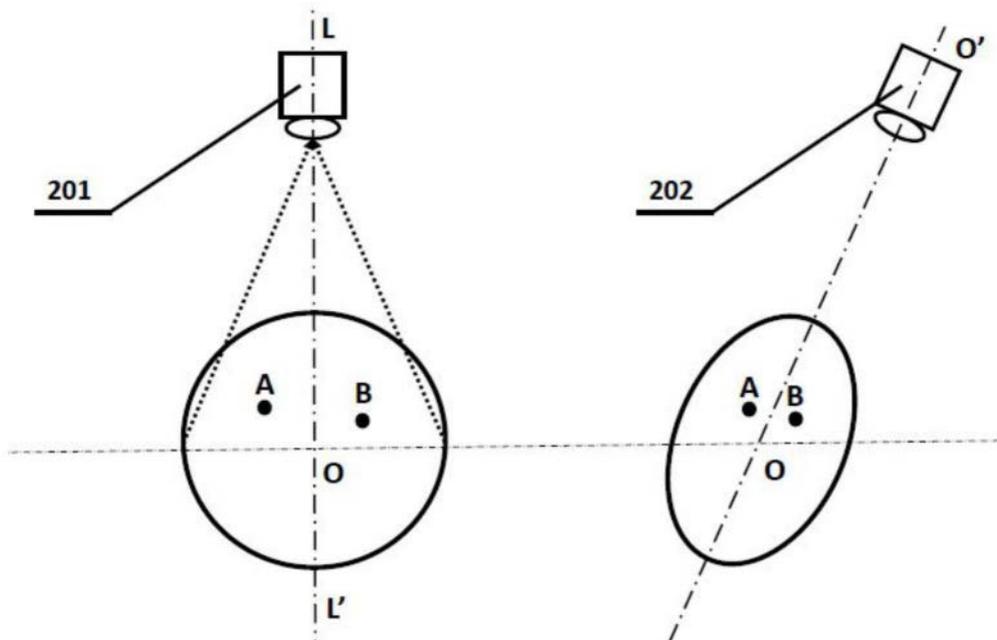


图8