



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105115989 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201510650534. 3

(22) 申请日 2015. 10. 09

(71) 申请人 南京爱丁堡环保科技有限公司  
地址 211100 江苏省南京市江宁区芝兰路  
18号(江宁科学园)

申请人 南京波长光电科技股份有限公司

(72) 发明人 王善忠 郑少文 张金兴 袁麟鑫

(74) 专利代理机构 南京天翼专利代理有限责任  
公司 32112

代理人 李建芳

(51) Int. Cl.

G01N 21/958(2006. 01)

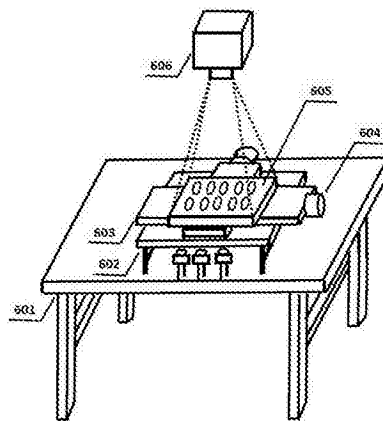
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

## (54) 发明名称

一种隐形眼镜缺陷的自动检测设备及检测方法

## (57) 摘要

本发明公开了一种隐形眼镜缺陷的自动检测设备及检测方法,隐形眼镜缺陷的自动检测设备包括图像采集装置、托盘、XY移动平台、照明光源、机架和中央处理计算机;照明光源和XY移动平台从下到上依次安装在机架上;托盘置于XY移动平台上;图像采集装置安装在托盘上方的机架上;图像采集装置和XY移动平台均与中央处理计算机电联接。本发明隐形眼镜缺陷的自动检测设备,实现了对隐形眼镜上缺陷的全自动检测和分折,从而实现对隐形眼镜生产过程中质量的自动控制,克服了现有人工质检存在的各种缺陷,避免了人为错误造成的误判,大幅度提高了生产效率和准确率高,准确率高达99.99%。



1. 一种隐形眼镜缺陷的自动检测设备,其特征在於:包括图像采集装置、托盘、XY 移动平台、照明光源、机架和中央处理计算机;

照明光源和 XY 移动平台从下到上依次安装在机架上;托盘置于 XY 移动平台上;图像采集装置安装在托盘上方的机架上;图像采集装置和 XY 移动平台均与中央处理计算机电联接。

2. 如权利要求 1 所述的隐形眼镜缺陷的自动检测设备,其特征在於:还包括光弥散板,光弥散板位于照明光源和 XY 移动平台之间的机架上。

3. 如权利要求 2 所述的隐形眼镜缺陷的自动检测设备,其特征在於:光弥散板与照明光源之间的间距为 4-6cm。

4. 如权利要求 1-3 任意一项所述的隐形眼镜缺陷的自动检测设备,其特征在於:托盘上设有一个或两个以上的球冠型凹坑。

5. 如权利要求 4 所述的隐形眼镜缺陷的自动检测设备,其特征在於:球冠型凹坑内设有生理盐水,隐形眼镜缺陷的自动检测设备还包括生理盐水转动机构,生理盐水转动机构与中央处理计算机电联接。

6. 如权利要求 1-3 任意一项所述的隐形眼镜缺陷的自动检测设备,其特征在於:照明光源为 LED 照明光源;

或者,LED 照明光源只有一个 LED 灯珠;

或者,LED 照明光源包括两个以上的 LED 灯珠,LED 灯珠的排列方式为以一个 LED 灯珠为圆心,依次排成两个以上同心圆的结构;其中一圈 LED 灯珠向圆心方向成 30-60° 的角度安装;

或者,LED 照明光源包括两个以上的 LED 灯珠,LED 灯珠的排列方式呈矩阵排列。

7. 利用权利要求 1-6 任意一项所述的隐形眼镜缺陷的自动检测设备检测隐形眼镜上缺陷的方法,其特征在於:检测时,开启照明光源,光照在托盘内的待检测隐形眼镜上;再利用图像采集装置对被照待检测隐形眼镜实施图像采集,如果没有缺陷,由于隐形眼镜各处都很均一,所得图像也是均匀的;如果有缺陷,由于缺陷破坏了隐形眼镜的光学均匀性,在缺陷处会产生较强烈的光散射,从而在图像中呈现亮斑或暗斑,从而被捕捉到;采集到的图像被送到中央处理计算机进行识别辨认;

图像采集装置采用了大物距小像距的成像方法实现对隐形眼镜的一次成像。

8. 如权利要求 6 或 7 所述的方法,其特征在於:利用图像采集装置对被照待检测隐形眼镜实施图像采集时,分别采集待检测隐形眼镜两个不同位置的明场图像和暗场图像:待检测隐形眼镜的不同位置是通过生理盐水转动机构的转动来实现的,将生理盐水转动机构启动前待检测隐形眼镜的位置记为位置 A,并分别采集位置 A 的暗场图像和 / 或明场图像各一张;然后启动生理盐水转动机构,待检测隐形眼镜在生理盐水的带动下转动一定角度后,关闭生理盐水转动机构,当待检测隐形眼镜停下来时,将此时位置记为位置 B,然后分别采集位置 B 的暗场图像和 / 或明场图像各一张;

用位置 A 的暗场图像减去位置 B 的暗场图像,就得到了消除了托盘影响的位置 A 的暗场图像 A1;反之,用位置 B 的暗场图像减去位置 A 的暗场图像,就得到了消除了托盘影响的位置 B 的暗场图像 B1;

同样地,本发明用位置 A 的明场图像减去位置 B 的明场图像,就得到了消除了托盘影响

的位置 A 的明场图像 A2 ;反之,用位置 B 的明场图像减去位置 A 的明场图像,就得到了消除了托盘影响的位置 B 的明场图像 B2 ;

通过使用阴影探针,探测到暗场图像 A1 和暗场图像 B1 中编号的位置 ;在寻再到编号位置后,对编号区域实施文字和数字识别,就可以获得编号的英文字母和数字,然后将编号擦除,擦除编号后的暗场图像 A1 或 B1,隐形眼镜区域内的亮点就是要检测的缺陷 ;

与暗场图像类似,通过使用阴影探针,在寻找到编号位置后,对编号区域实施文字和数字识别,就可以获得编号的英文字母和数字,然后将编号擦除,擦除编号后的明场图像 A2 或 B2,隐形眼镜区域内的亮点就是要检测的缺陷。

9. 如权利要求 8 所述的方法,其特征在于 :生理盐水在注入球冠型凹坑前,用孔径小于  $5\ \mu\text{m}$  的滤网过滤。

10. 如权利要求 9 所述的方法,其特征在于 :将采集到的图像中以圆心为极点,圆心到编号中心所引射线为极轴,建立一个极坐标系,则所有的亮点在极坐标系中都有对应的坐标值,如果是隐形眼镜上的缺陷,则暗场图像 A 减去暗场图像 B 获得的暗场图像 A1 上那些亮点的位置,与暗场图像 B 减去暗场图像 A 获得的暗场图像 B1 上那些亮点的位置,具有相同的坐标值 ;那些在暗场图像 A1 和 B1 中具有不同坐标值的亮点,可以判定不是隐形眼镜上的缺陷,而是生理盐水中的结晶颗粒或落入生理盐水中的尘埃颗粒,可以排除。

## 一种隐形眼镜缺陷的自动检测设备及检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种隐形眼镜缺陷的自动检测设备及检测方法,属于产品分选领域。

### 背景技术

[0002] 在隐形眼镜生产领域,从注塑车间生产出来的产品,有些带有各种各样的疵病,比如脱模时的表面微小撕裂、凹坑、突起、破边和生产过程中带进的灰尘等,因此必须要把这些带有疵病的不合格的隐形眼镜剔除出去,以免流入市场,给隐形眼镜的消费者带来身体上的伤害。

[0003] 目前的生产实践是,公司雇佣大量的女工,坐在放大镜前,一片一片地进行人工裸眼检测。由于隐形眼镜并非一个平面,而是一个凹面,放大后无法一屏就能把整个隐形眼镜上可能存在的缺陷都清晰成像出来,所以,操作工必须要调节操纵杆让隐形眼镜上下移动,目的是为了一点一点看清楚整个隐形眼镜上是否有疵病,因此每检验一片,耗时较长。

[0004] 由上可知,人工检测的缺点是显而易见的,雇佣大量的品质检验工,不仅效率低、需要借助放大镜、成本高,而且由于不可避免的人为操作错误的存在,不时会有不合格的产品流入市场,导致隐形眼镜配戴者产生眼部磨损、发炎直至视力衰退等身体伤害;长时间的用眼,让品质检验工的眼睛十分疲劳,不仅会导致误判的概率大大提高,而且会导致品质检验工视力的下降。

### 发明内容

[0005] 为了解决现有技术中隐形眼镜人工质检存在的缺陷,本发明提供一种隐形眼镜缺陷的自动检测设备及检测方法,能对隐形眼镜生产过程中的每一个隐形眼镜进行自动化的质量检查。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案如下:

[0007] 一种隐形眼镜缺陷的自动检测设备,包括图像采集装置、托盘、XY 移动平台、照明光源、机架和中央处理计算机;

[0008] 照明光源和 XY 移动平台从下到上依次安装在机架上;托盘置于 XY 移动平台上;图像采集装置安装在托盘上方的机架上;图像采集装置和 XY 移动平台均与中央处理计算机电联接。

[0009] 上述图像采集装置可以为照相机或摄像机,图像采集装置安装于整个检测设备的上方,镜头向下对放置于托盘中的隐形眼镜进行成像拍摄,图像采集装置可以同时拍摄多个隐形眼镜,优选地,一次只对一个隐形眼镜进行成像拍摄;托盘是用来放置被检的隐形眼镜的,托盘放置在 XY 移动平台上,通过 XY 平台的移动,可以逐一对托盘中的每一个隐形眼镜进行成像拍摄;至少托盘的底部应由透明材料制备,XY 移动平台为中空框架结构或底部为透明材质制备,以保障照明光源能对隐形眼镜实施照明;照明光源优选为 LED 照明光源;中央处理计算机控制整个设备的操作流程和缺陷识别,具体过程可参照现有技术来实现。本申请优选所有部件都安装在一个机架上。本申请未做介绍部分,均参照现有技术。

[0010] 检测时,开启照明光源,光透过 XY 移动平台、托盘后照在待检测隐形眼镜上,再利用图像采集装置对被照待检测隐形眼镜实施图像采集,如果没有缺陷,由于隐形眼镜各处都很均一,所得图像也是均匀的,看不到什么特别的信号;如果有缺陷,比如划痕,由于划痕破坏了隐形眼镜的光学均匀性,在缺陷处会产生较强烈的光散射,在图像中呈现亮斑或暗斑,从而被捕捉到;采集到的图像被送到中央处理计算机进行识别辨认。

[0011] 利用本申请上述设备无需对隐形眼镜进行放大,相反,对隐形眼镜进行了缩小成像,这样就可以一次性把隐形眼镜清晰地成像到相机或摄像机等图像采集装置的焦平面阵列上,因而就无需再调节操纵杆上下移动隐形眼镜了,大大加快了工作效率;所有的疵病辨认全部由软件自动完成,并且可以将合格产品、不合格产品进行分选,避免了人为错误造成的误判,也提高了生产效率。合格的隐形眼镜产品将进入下一个生产流程。

[0012] 本发明的检测目标是如图 1 所示的隐形眼镜,由透明而柔软的材料制成,前表面和后表面都是具有一定曲率半径的曲面,边缘处具有一定的厚度。在前表面靠近边缘处的地方刻有隐形眼镜的编号,为阴文,笔划处为粗糙表面。为了跟眼睛吻合佩戴,隐形眼镜总体上不是一个平面,而是具有一定弯曲度的曲面,总矢高约 3 毫米。

[0013] 上述图像采集装置内设有成像传感器。一般情况下,弯曲的物体在光学系统的像面处也形成弯曲的像。但是现有成像传感器,无论是 CCD 还是 CMOS,或者是其他光伏 (PV) 和光导 (PC) 型的图像传感器面阵,都是平面型传感器,这就决定了弯曲的物体不可能一次性地清晰地成像在图像传感器面阵上,如要观察弯曲物体各处的清晰成像,就必须要么调节物距或者调节像距,依次观看弯曲物体的不同部位。但是申请人仔细研究成像光学系统的物像关系曲线后发现,如果在设计时考虑让成像光学系统工作在如图 2 中所示的 III 区,那么由于在该区的像距相对于物距的变化很不敏感,或者说相距相对于物距是慢变化的关系,即使物距有 3 毫米的变化,像距基本仍然是一样的,也就是说,在 III 区工作的光学系统是能够将隐形眼镜一次性地清晰成像到图像传感器面阵上的,因此,本申请图像采集装置优选使其成像光学系统在像距相对于物距为慢变化的区域(如图 2 中 III 区)工作,从而实现了利用现有成像传感器将隐形眼镜一次性地清晰地成像在图像传感器面阵上。

[0014] 由于隐形眼镜是由透明材料制成的,而且隐形眼镜上的缺陷也是由相同的材料构成的,例如划痕等,要把缺陷和隐形眼镜本体清楚地区分开来,并非轻而易举。而采用本申请上述装置,当光穿过隐形眼镜时,如果没有缺陷,由于隐形眼镜各处都很均一,图像传感器上得到的图像也是均匀的,看不到什么特别的信号;如果有缺陷,比如划痕,由于划痕破坏了隐形眼镜的光学均匀性,在缺陷处会产生较强烈的光散射,从而可以被图像传感器捕捉到。

[0015] 为了便于照明方式的调整,同时获得更加均匀的二次光源,优选,上述隐形眼镜缺陷的自动检测设备,还包括光弥散板,光弥散板位于照明光源和 XY 移动平台之间的机架上。光弥散板与照明光源之间的间距可根据 LED 照明光源的特性设定,使能在弥散板上形成均匀的照度,优选为 4-6cm。

[0016] 为了进一步便于光线调整,优选,上述光弥散板为可左右移动的光弥散板,具体可结合现有技术实现,既可为手动也可为自动,若为自动可通过中央处理计算机来控制。

[0017] 为了提高检测的效率,优选,托盘上设有两个以上的球冠型凹坑阵列,但不排除托盘上只有一个球冠型凹坑的情况。检测时,每个球冠型凹坑内放置一个待检测隐形眼镜;为

了便于操作,球冠型凹坑优选整齐排列。

[0018] 为了实施对同一隐形眼镜不同位置的图像采集,从而进一步提高检测的准确性,优选,球冠型凹坑内设有生理盐水;进一步优选,隐形眼镜缺陷的自动检测设备,还包括生理盐水转动机构,生理盐水转动机构与中央处理计算机电联接。

[0019] 上述生理盐水转动机构目的是为了使球冠型凹坑中的生理盐水能够转动起来,从而带动其中的隐形眼镜一起转动,从而改变隐形眼镜的位置;生理盐水转动机构可以是吹气装置、注液装置、搅拌装置或能使生理盐水转动起来的其它装置;吹气装置为向球冠型凹坑里吹入净化的空气等气体使生理盐水转动从而带动隐形眼镜转动;注液装置可向球冠型凹坑里注入生理盐水等液体从而带动隐形眼镜转动;搅拌装置为通过电机带动可转动的搅棒在球冠型凹坑中的生理盐水里旋转搅动,使凹坑中的生理盐水转动,从而带动隐形眼镜转动。

[0020] 照明光源优选为 LED 照明光源,LED 照明光源可以由一个 LED 灯珠构成(图 3),优选,由两个以上的 LED 灯珠组成,可以设计成圆环状的 LED 灯,同心圆的 LED 灯珠阵列,或垂直和水平排列的 LED 灯珠阵列。

[0021] 为了能够实现明场照明和暗场照明的混合使用,优选,照明光源为 LED 照明光源,LED 照明光源包括两个以上的 LED 灯珠,LED 灯珠的排列为以一个 LED 灯珠为圆心,依次排成两个以上同心圆的结构。

[0022] 优选每个 LED 灯珠可以进行独立地开关,这样可以根据需要控制需要打开的 LED 灯珠的数量。

[0023] 各圈 LED 灯珠的安装角度可根据实际需要来调整,优选,其中一圈 LED 灯珠向圆心方向成  $30\sim 60^\circ$  的角度安装。这样进一步方便了明场和暗场照明的调整。

[0024] 利用上述隐形眼镜缺陷的自动检测设备检测隐形眼镜上缺陷的方法,检测时,开启照明光源,光透过 XY 移动平台和托盘后照在待检测隐形眼镜上;再利用图像采集装置对被照待检测隐形眼镜实施图像采集,如果没有缺陷,由于隐形眼镜各处都很均一,所得图像也是均匀的;如果有缺陷,由于缺陷破坏了隐形眼镜的光学均匀性,在缺陷处会产生较强烈的光散射,从而在图像中呈现亮斑或暗斑,从而被捕捉到;采集到的图像被送到中央处理计算机进行识别辨认。

[0025] 为了采集方便,图像采集装置采用了大物距小像距的成像方法实现对隐形眼镜的一次成像。

[0026] 为了让隐形眼镜中的缺陷显现出来,照明方式就变得异常重要,比如明场照明、暗场照明或半明半暗照明。

[0027] 图 3 采用了一个 LED 灯珠从隐形眼镜的中心进行照明,在 LED 灯珠的光发散角  $\alpha$  范围内,也就是图中 B 区的范围内,隐形眼镜被来自 LED 的光直接照亮,形成明场照明;在 LED 灯珠的光发散角  $\alpha$  以外的范围内,也就是图中 D 区的范围内,隐形眼镜并没有被来自 LED 的光直接照亮,形成暗场照明,这是一种半明半暗的照明方式。

[0028] 图 4 是一种暗场照明方式,LED 灯珠围成一圈,构成一个环形 LED 灯,每一个 LED 灯珠都不是垂直安装的,而是根据需要与垂直方向成一定的夹角,优选,30 度到 60 度。由于照相机安装于被测隐形眼镜的正上方,这样的照明配置,最基本的原则是来自 LED 灯珠的光不直接进入充当图像采集任务的图像采集装置的镜头,所以图像采集装置采集到的图像因

光通量不足而呈黑色,形成暗场成像。这种照明配置,还可以更好地把 LED 灯珠的光耦合到隐形眼镜中去。同时,由于隐形眼镜的折射率相对于周边的环境,如生理盐水,具有更高的数值,所以,隐形眼镜本身就具有波导效应,使光能够照亮整个隐形眼镜的自体。被光充盈的隐形眼镜,如果在某一处有一个缺陷,无论下凹的撕裂,还是上凸的粘连,都会对光产生散射作用,散射光并不具有特定的方向性,它更多地通过散射使光线向各个方向散射出去。那些被缺陷向上散射的光就进入照相机的镜头,在像面上形成亮点、亮斑或亮线,从而使隐形眼镜上的缺陷得到显现,见图 7。

[0029] 图 5 是一种明场照明方式:沿水平或垂直方向排列整齐的 LED 灯珠阵列提供从下到上的照明,优选地,在 LED 灯珠上方约 5 厘米处,各 LED 灯珠的光相互交叠,形成了比较均匀的向上光场。为了使这个 LED 灯珠构成的光场进一步均匀化,优选地,在 LED 灯珠阵列上方约 5 厘米处,安装一块弥散板,光在弥散板里进一步扩散形成了非常均匀的二次光源。非常均匀的二次光源,从下到上对隐形眼镜提供照明。由于来自二次光源的光能够直接进入安装在隐形眼镜上方的图像采集装置的镜头,因而图像采集装置采集到的图像信号照度充分,形成亮场图像。被均匀光场充盈的隐形眼镜,如果在某一处有一个缺陷,无论下凹的撕裂,还是上凸的粘连,都会对光产生散射作用。散射光并不具有特定的方向性,它更多地通过散射使光线向各个方向散射出去。由于散射作用的存在,经过缺陷向上散射的光就被削弱,进入照相机的镜头后,在像面上形成暗点、暗斑或暗线,从而使隐形眼镜上的缺陷得到显现。

[0030] 暗场照明方式和明场照明方式可以根据情况混合使用。此时,隐形眼镜上的缺陷可以在像面上形成亮点、亮斑或亮线,也可以在像面上形成暗点、暗斑或暗线,见图 8。本申请检测方法优选通过明场光和暗场光的混合配置(同时采集明场图像和暗场图像),给系统设计带来了很大的灵活性和便利性。

[0031] 如图 2 中 III 区所示意的那样,为简化成像操作,本申请采用了大物距小像距的设计方案,这样的设计方案其优点是可以一次性把具有一定矢高的球冠型的隐形眼镜实现清晰成像,但是也正是因为采用了大物距小像距的设计方案,在对隐形眼镜实施拍照时也会把托盘上的缺陷拍进图像中造成干扰,此外生理盐水中也会有一些盐的结晶颗粒也会被拍进图像引起干扰,从而对产品品质检测造成严重的干扰。

[0032] 为了消除托盘上的缺陷对产品品质检测造成的干扰,利用图像采集装置对被检测检测隐形眼镜实施图像采集时,分别采集待检测隐形眼镜两个不同位置的明场图像和暗场图像:待检测隐形眼镜的不同位置是通过生理盐水转动机构的转动来实现的,将生理盐水转动机构启动前待检测隐形眼镜的位置记为位置 A,并分别采集位置 A 的暗场图像和 / 或明场图像各一张;然后启动生理盐水转动机构,待检测隐形眼镜在生理盐水的带动下转动一定角度后,关闭生理盐水转动机构,当待检测隐形眼镜停下来时,将此时位置记为位置 B,然后分别采集位置 B 的暗场图像和明场图像各一张;

[0033] 用位置 A 的暗场图像减去位置 B 的暗场图像,就得到了消除了托盘影响的位置 A 的暗场图像 A1;反之,用位置 B 的暗场图像减去位置 A 的暗场图像,就得到了消除了托盘影响的位置 B 的暗场图像 B1;

[0034] 其原理是,虽然隐形眼镜从位置 A 转动或移动到了位置 B,但是放置隐形眼镜的托盘没有发生移动,由此可以得知,托盘上的缺陷在暗场图像 A 和暗场图像 B 上位置是不会移

动的,处于同一个位置,当把两张图像进行相减时,就消除了托盘的影响。而隐形眼镜上的缺陷,因为隐形眼镜已经从位置 A 转动或移动到位置 B 了,因此隐形眼镜在位置 A 处在暗场图像 A 上留下的痕迹,相对于隐形眼镜在位置 B 处在暗场图像 B 上留下的痕迹,彼此之间有了一定的转动或移动,所以并不在同一位置,所以当暗场图像 A 减去暗场图像 B 时就获得了消除了托盘影响的暗场图像 A1,当用暗场图像 B 减去暗场图像 A 时就获得消除了托盘影响的暗场图像 B1。

[0035] 同样地,本发明用位置 A 的明场图像减去位置 B 的明场图像,就得到了消除了托盘影响的位置 A 的明场图像 A2;反之,用位置 B 的明场图像减去位置 A 的明场图像,就得到了消除了托盘影响的位置 B 的明场图像 B2;

[0036] 其原理是,虽然隐形眼镜从位置 A 转动或移动到了位置 B,但是放置隐形眼镜的托盘没有发生移动,由此可以得知,托盘上的缺陷在明场图像 A 和明场图像 B 上位置是不会移动的,处于同一个位置,当把两张图像进行相减时,就消除了托盘的影响。而隐形眼镜上的缺陷,因为隐形眼镜已经从位置 A 转动或移动到位置 B 了,因此隐形眼镜在位置 A 处在明场图像 A 上留下的痕迹,相对于隐形眼镜在位置 B 处在明场图像 B 上留下的痕迹,彼此之间有了一定的转动或移动,所以并不在同一位置,所以当明场图像 A 减去明场图像 B 时就获得了消除了托盘影响的明场图像 A2,当用明场图像 B 减去明场图像 A 时就获得消除了托盘影响的明场图像 B2。

[0037] 通过使用阴影探针,探测到暗场图像 A1 和暗场图像 B1 中编号的位置,以此可以确定隐形眼镜在两次图像拍摄的过程中是否发生了转动,若没有发生转动,需要启动生理盐水转动机构,然后重新采集图案,直至隐形眼镜发生了转动;在寻找到编号位置后,对编号区域实施文字和数字识别,就可以获得编号的英文字母和数字,然后将编号擦除,擦除编号后的暗场图像 A1 或 B1,隐形眼镜区域内的亮点就是要检测的缺陷。

[0038] 在一次操作中,可只采集 A、B 位置的明场图像或只采集暗场图像,即可通过上述方法实施对隐形眼镜缺陷的检测,但为了进一步提高检测的准确性,同时对 A、B 位置的明场图像和暗场图像采集,与暗场图像类似,通过使用阴影探针,探测到明场图像 A2 和明场图像 B2 中编号的位置,以此可以确定隐形眼镜在两次图像拍摄的过程中是否发生了转动,若没有发生转动,需要启动生理盐水转动机构,然后重新采集图案,直至隐形眼镜发生了转动;在寻找到编号位置后,对编号区域实施文字和数字识别,就可以获得编号的英文字母和数字,然后将编号擦除,擦除编号后的明场图像 A2 或 B2,隐形眼镜区域内的亮点就是要检测的缺陷。

[0039] 上述方法中,对图像的具体采集为:在对某一个球冠型凹坑中的隐形眼镜进行品质检测时,通过对照明光源中的 LED 灯珠实施开关操作,同时移动安装在灯珠阵列上方的弥散板,可以对隐形眼镜的样品拍摄明场和暗场两张图像,称之为位置 A 的一组(两张)图像,见图 7 和图 8;然后沿此球冠型凹坑边缘的内侧,用一个喷嘴,与水平面成一定的夹角,优化地,15 度到 45 度但不限于此,向球冠型凹坑内吹入空气,使吹入的空气能够使的球冠型凹坑内的生理盐水发生转动但不致飞溅,从而带动浸泡在生理盐水中的隐形眼镜发生转动,然后停止吹气,浸泡在生理盐水中的隐形眼镜会慢慢停下来,最后停在一个新的位置 B,在位置 B,同样地,通过对照明光源中的 LED 灯珠实施开关操作,同时移动安装在灯珠阵列上方的弥散板,可以对隐形眼镜的样品拍摄明场和暗场两张图像,称之为位置 B 的一组



(两张)图像,类似于图 7 和图 8。

[0040] 让隐形眼镜从上述的位置 A 向位置 B 转动的方法,除了上述的通过喷嘴向球冠型凹坑内的生理盐水以一定的倾斜角度吹气这个方法,也可以是在球冠型凹坑边缘的内侧,用一个喷嘴,与水平面成一定的夹角,优化地,15 度到 45 度但不限于此,向球冠型凹坑内注入适量的生理盐水,使新注入的生理盐水能够带动球冠型凹坑内的生理盐水发生转动但不致飞溅,从而带动浸泡在生理盐水中的隐形眼镜发生转动,然后停止注入生理盐水,浸泡在生理盐水中的隐形眼镜会慢慢停下来,最后停在一个新的位置 B;还有一种方式,是通过电机带动搅棒在球冠型凹坑内搅动生理盐水,从而带动隐形眼镜发生转动,使之从位置 A 转动到位置 B。同样地,通过对照明光源中的 LED 灯珠实施开关操作,同时移动安装在灯珠阵列上方的弥散板,可以分别在位置 A 和位置 B 对隐形眼镜的样品拍摄明场和暗场两张图像。

[0041] 由于图像 A 和图像 B 是等价的,图像 A 减去图像 B 所得到的结果,并不会比图像 B 减去图像 A 有任何的特殊性。以暗场图像 A 减去暗场图像 B 所获得的消除了托盘影响的暗场图像 A1 为例,也可以明场图像 A 减去明场图像 B 所获得的消除了托盘影响的明场图像 A2 为例,见图 9。检测有三大任务:一、寻找到隐形眼镜的边缘,为后面寻找隐形眼镜上的编号和计数隐形眼镜上的缺陷数目创造条件;二、读出隐形眼镜上的编号;三、计数隐形眼镜上的缺陷的数目。

[0042] 无论从暗场图像 A1 还是明场图像 A2,都可以通过亮度差或微分方法寻找到隐形眼镜的边缘。理论上,只要三个点就可以确定一个圆,而图像上所显示的隐形眼镜的大量的边缘信号,可以非常精确地确定出隐形眼镜的圆心位置,还有半径的长度。隐形眼镜上的编号在隐形眼镜上相对于圆心的位置是一定的,分布在一定的区域里,如图 9 中位于两段的虚线之间,取图 9 中两段虚线和两条相夹一个小角度  $\omega$  的半径之间所形成的一个小的阴影部分为探针,从整个圆周的任何一个点为起点,做 360 度的扫描,记录下沿着角度分布的强度值,如图 10 所示。所取的  $\omega$  值越小,作为探针的阴影面积越小,探针就显得越精密。当探针沿着圆周从 0 度位置一直扫过去直到 360 度的位置时,它在某一段角度的连续范围内,信号的强度会明显地高于其他区域,这一段角度所扫过的地方就是隐形眼镜上的编号所在的位置。当确定了编号所在的区域位置后,软件将这一部分的图像取出来,通过文字和数字识别模块(例如 OCR 模块)就可以读出编号的文字和数字。在暗场图像 A1 中,可类似参照图 7,圆周以内的所有亮点,除了隐形眼镜上的编号,都是隐形眼镜上的缺陷。前面已经找到了编号所处的位置和亮度值了,软件通过逐一将跟编号对应的像元的亮度值置零,就擦除了隐形眼镜上的编号,从而获得擦去了编号的隐形眼镜的图像,如图 12 所示。用软件把图 12 中的亮点数目统计出来,就获得了隐形眼镜上的缺陷数目。实现了对隐形眼镜质量的自动检测。

[0043] 为了尽可能排除生理盐水中因长期放置而造成的盐的结晶颗粒造成的干扰,在实际生产实践中,生理盐水都是在线进行过滤,滤网的孔径根据质量控制的需要在一定的数值,优选,小于 5 微米,但不限于此。由于实际生产中所要检测的隐形眼镜上的缺陷,其尺寸一般为 50 微米以上,所以,当采用孔径小于 5 微米的滤网现场对工作中使用的生理盐水进行过滤后,来自生理盐水中盐的结晶颗粒的影响就几乎可以忽略了。

[0044] 为了进一步排除生理盐水中的结晶颗粒或者空气中尘埃颗粒落到生理盐水中而

造成的误判,可以对上面得到的结果进行进一步的验证。在前面的图像处理中,已经获得了圆心位置和半径(利用获得的图像即可确定),已经确定了编号的位置,如图 11,图像中以圆心为极点,圆心到编号中心所引射线为极轴,建立一个极坐标系(当然也可以建立其它极轴),则所有的亮点在极坐标系中都有对应的坐标值,如果是隐形眼镜上的缺陷,则暗场图像 A 减去暗场图像 B 获得的暗场图像 A1 上那些亮点的位置,与暗场图像 B 减去暗场图像 A 获得的暗场图像 B1 上那些亮点的位置,具有相同的坐标值;那些在暗场图像 A1 和 B1 中具有不同坐标值的亮点,可以判定不是隐形眼镜上的缺陷,而是生理盐水中的结晶颗粒或落入生理盐水中的尘埃颗粒,可以排除。把图像 A1 和 B1 中那些具有相同坐标值的亮点统计出来,就是隐形眼镜上的缺陷的数目。

[0045] 结合本申请上述介绍及现有知识本领域技术人员可实现对缺陷识别和自动化控制软件的编程,从而由中央处理计算机控制整个识别过程和自动化控制过程。

[0046] 上述圆心指所采集到图像的圆心。

[0047] 本发明未提及的技术均参照现有技术。

[0048] 本发明隐形眼镜缺陷的自动检测设备,实现了对隐形眼镜上缺陷的全自动检测和分析,从而实现了对隐形眼镜生产过程中质量的自动控制,克服了现有人工质检存在的各种缺陷,避免了人为错误造成的误判,大幅度提高了生产效率和准确率高,准确率高达 99.99%。

## 附图说明

[0049] 图 1 隐形眼镜的主视图(a)和俯视图(b)。

[0050] 图 2 物距和像距的关系曲线,获得相距对物距变化不敏感的工作区(III 区)。

[0051] 图 3 单个 LED 照明光源配置,实现半暗场和半明场的成像效果。

[0052] 图 4 环形 LED 照明光源配置,实现暗场成像。

[0053] 图 5 面阵 LED 照明光源配置,在 LED 面阵上方安装有光场弥散板。

[0054] 图 6 本发明隐形眼镜缺陷的自动检测设备示意图。

[0055] 图 7 隐形眼镜的暗场成像照片。

[0056] 图 8 隐形眼镜的明场成像照片。

[0057] 图 9 寻找隐形眼镜上编号的示意图。

[0058] 图 10 隐形眼镜上编号位置的信号特征图。

[0059] 图 11 获得隐形眼镜上编号位置和编号强度信息后,对编号实施擦除操作的示意图。

[0060] 图 12 编号擦除后的隐形眼镜,用于统计隐形眼镜上缺陷数目。

[0061] 图中,101. 隐形眼镜的后表面;102. 隐形眼镜的前表面;103. 隐形眼镜的边缘;104. 隐形眼镜上的阴文编号的所在位置;301. 垂直向上的 LED 灯珠照明光源;401. 倾斜一定角度的 LED 灯珠的照明光源;501. 垂直向上的 LED 灯珠阵列的照明光源;502. 光场的弥散板;601. 工作桌面;602. 支架;603. XY 移动平台;604. 驱动 XY 平台移动的电机;605. 放置隐形眼镜的托盘;606. 相机;701. 隐形眼镜的编号;702. 亮斑;901. 隐形眼镜的边缘信号;902. 圆心;903. 阴影探针;1001. 隐形眼镜上编号位置的信号特征;1101. 亮斑;1102. 亮线;1103 亮点。

## 具体实施方式

[0062] 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。

### [0063] 实施例 1

[0064] 本实施例检测的目标是如图 1 所示的隐形眼镜,由透明而柔软的材料制成,隐形眼镜的前表面 102 和隐形眼镜的后表面 101 都是具有一定曲率半径的曲面,隐形眼镜的边缘 103 处具有一定的厚度;在隐形眼镜的前表面 102 靠近隐形眼镜的边缘 103 处的地方 104(隐形眼镜上的阴文编号的所在位置,在隐形眼镜的前表面)刻有隐形眼镜的编号 105,为阴文,笔划处为粗糙表面。为了跟眼睛吻合佩戴,隐形眼镜总体上不是一个平面,而是具有一定弯曲度的曲面,总矢高约 3 毫米。

[0065] 图 6 是隐形眼镜缺陷的自动检测设备的结构示意图,将整个设备置于一个工作桌面 601 上,在工作桌面上有一个支架 602,在支架的下面安装 LED 照明光源,在支架的上面装一个可以沿着 XY 方向移动的 XY 移动平台 603,XY 移动平台上放置一个在隐形眼镜生产流程中用于质量检测的托盘 605,托盘 605 上有 48 个球冠型凹坑,每一个球冠型凹坑里均滴入生理盐水并放置一个隐形眼镜,即每一个托盘上可以放置 48 个被检的隐形眼镜,在托盘的上方安装一个图像采集装置相机 606,用来获取隐形眼镜的图像,图像信息传递给中央处理计算机,从而自动完成对隐形眼镜上的缺陷进行检测的工作,并给出该隐形眼镜是否合格的信号,制作并打印隐形眼镜是否合格的表格,供下一工序进一步操作使用。

[0066] 上述相机 606 一次只检测一个球冠型凹坑里的一个隐形眼镜,驱动 XY 平台移动的电机 604 可以让托盘 605 进行 XY 方向的移动,从而可以对托盘上 48 个隐形眼镜逐一检测,XY 平台移动的电机 604 由中央处理计算机控制。

[0067] LED 照明光源包括两个以上的 LED 灯珠,LED 灯珠的排列为以一个 LED 灯珠为圆心,依次排成两个以上同心圆的结构;其中一圈 LED 灯珠向圆心方向成 30-60° 的角度安装,每个 LED 灯珠可以独立地进行开关控制;

[0068] LED 照明光源和 XY 移动平台之间设有光弥散板;光弥散板与照明光源之间的间距为 5cm。

[0069] 图像采集装置采用了如图 2 中 III 区所示的大物距小像距的成像方法实现对隐形眼镜的一次成像,即像距相对于物距缓变的区域,在本实施例中设定为像距 = (1% ~ 0.1%) 物距。相机将采集到的图像传递给中央处理计算机,由中央处理计算机进行缺陷识别后,给出该隐形眼镜是否合格的信号,制作并打印隐形眼镜是否合格的表格,供下一工序进一步操作使用。

[0070] 具体的识别方法为:弥散板可以做左右移动,配合 LED 灯珠的开关和弥散板的左右移动,可以实现对隐形眼镜的暗场照明和明场照明。在对一个特定的隐形眼镜进行检测时,该隐形眼镜必须要被移入相机 606 的视场的中心,当隐形眼镜在视场中稳定后,确定为位置 A,通过开关 LED 灯珠和左右移动 LED 灯珠上面的弥散板,可以在位置 A 拍得一张暗场照片和一张明场照片。然后,通过向球冠型凹坑内吹气或注入少量的生理盐水,或者通过搅棒在凹坑内的生理盐水中进行搅动,使球冠型凹坑内的隐形眼镜随着生理盐水的转动跟着转动,最后慢慢停下来,来到位置 B。同样地,在位置 B 也通过控制 LED 灯珠的开关和左右移

动弥散板的位置,可以在位置 B 也拍得一张暗场照片和一张明场照片。为了确认位置 B 相对于位置 A 是真正地移动了,可以通过图 9 中定义的阴影探针寻找隐形眼镜上编号的角度位置,只要在位置 A 拍得的暗场照片上的编号角度位置与在位置 B 拍得的暗场照片上的编号角度位置不同,就确认了隐形眼镜已经发生了转动。此时,用位置 A 的暗场照片减去位置 B 的暗场照片,获得暗场照片 A1;也可以用位置 B 的暗场照片减去位置 A 的暗场照片,获得暗场照片 B1。无论是暗场照片 A1 还是暗场照片 B1,都可以用图 9 所述的阴影探针 903,然后用图 10 中的方法获得隐形眼镜上编号的角度位置。对编号所在的区域使用文字和数字识别技术,例如采用 OCR 技术或者模板模式识别技术,就可以获取隐形眼镜上的编号,包括英文字母和数字,在获取了编号的文字和数字信息后,就可以把它擦除掉,这样,在暗场照片 A1 或暗场照片 B1 中隐形眼镜区域内剩余的亮点,全部都是隐形眼镜上的缺陷,可以一一统计出来。

[0071] 为了防止生理盐水中可能存在的结晶颗粒或者空气中尘埃颗粒的沉降而造成的误判,生理盐水在注入球冠型凹坑前,用孔径小于  $5\ \mu\text{m}$  的滤网过滤,同时分别在暗场照片 A1 和暗场照片 B1 上以编号为基准建立一个极坐标,那些在两张暗场照片中具有相同极坐标位置的亮点就必定是隐形眼镜上的缺陷,而在两张暗场照片中具有不同极坐标位置的亮点,由于位置相对于隐形眼镜上的编号位置发生了移动,所以可定是生理盐水中的结晶颗粒或者空气中沉降下来的尘埃颗粒。

[0072] 通过上述隐形眼镜缺陷的自动检测设备对隐形眼镜生产过程中的质量实施自动检测,检测缺陷的准确度达 99.99%。

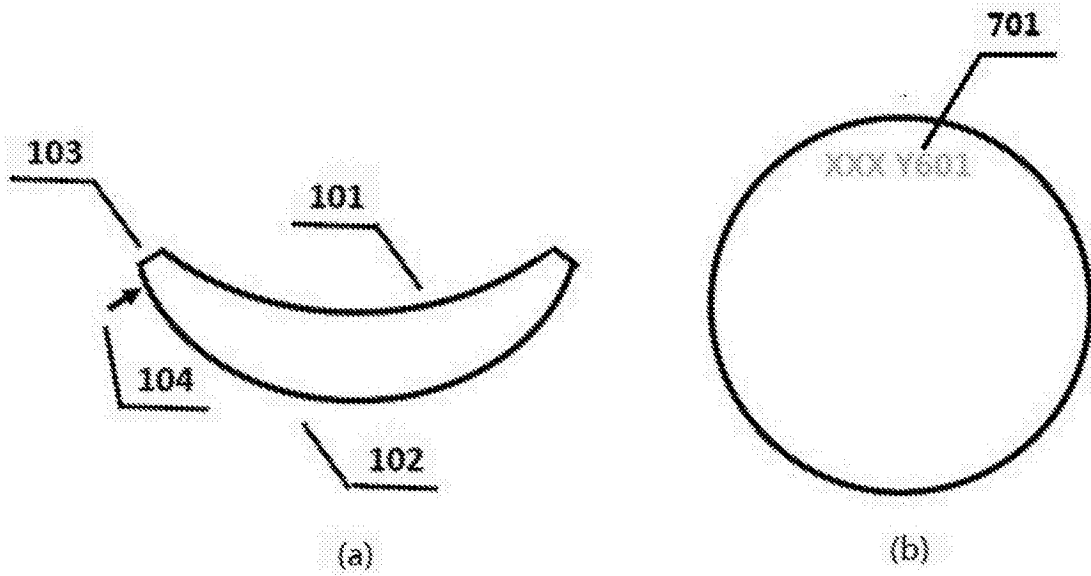


图 1

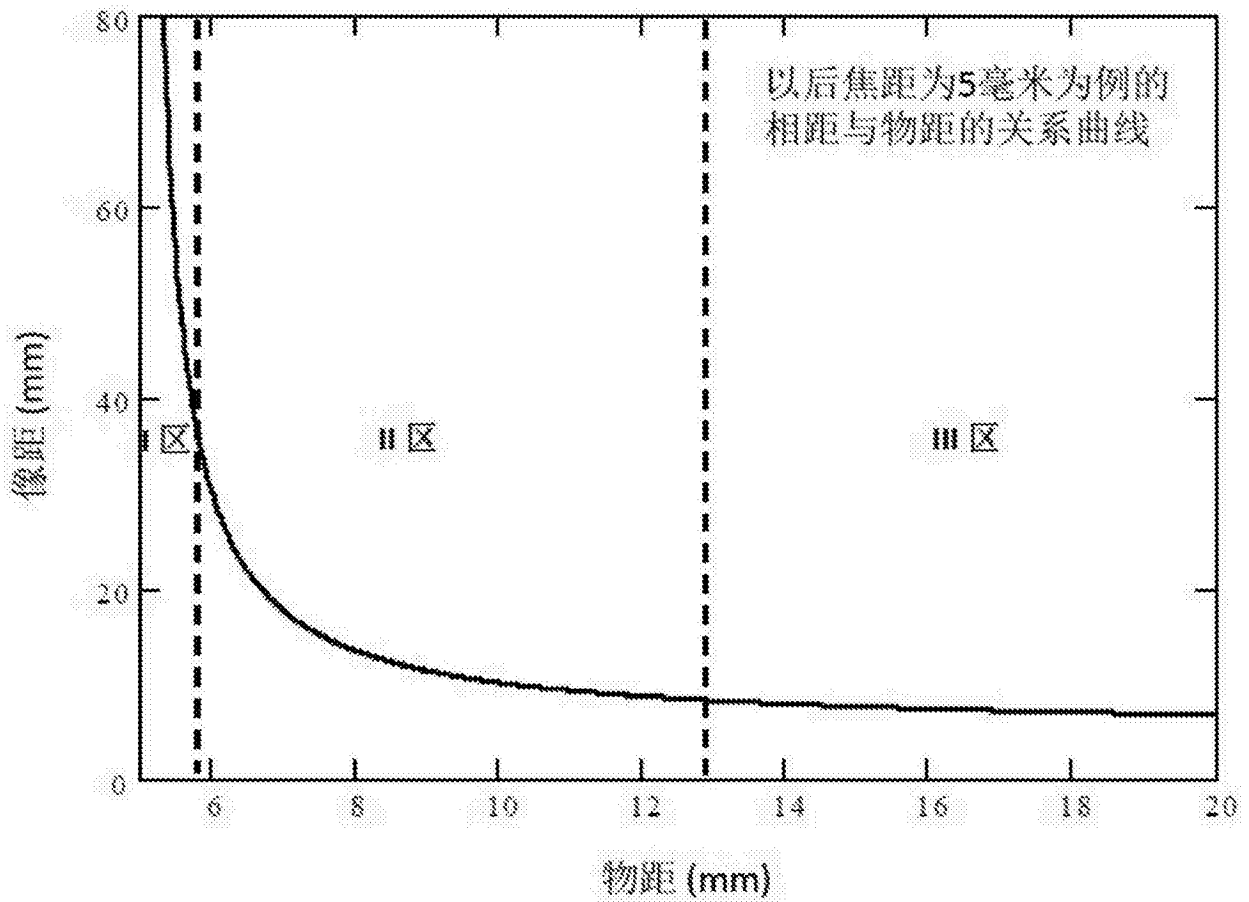


图 2

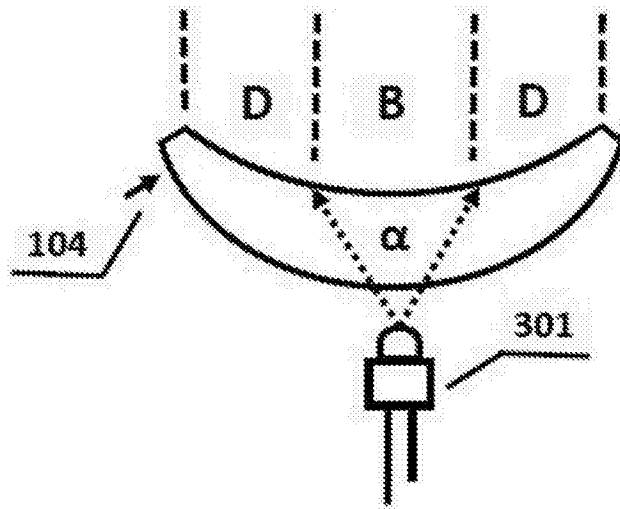


图 3

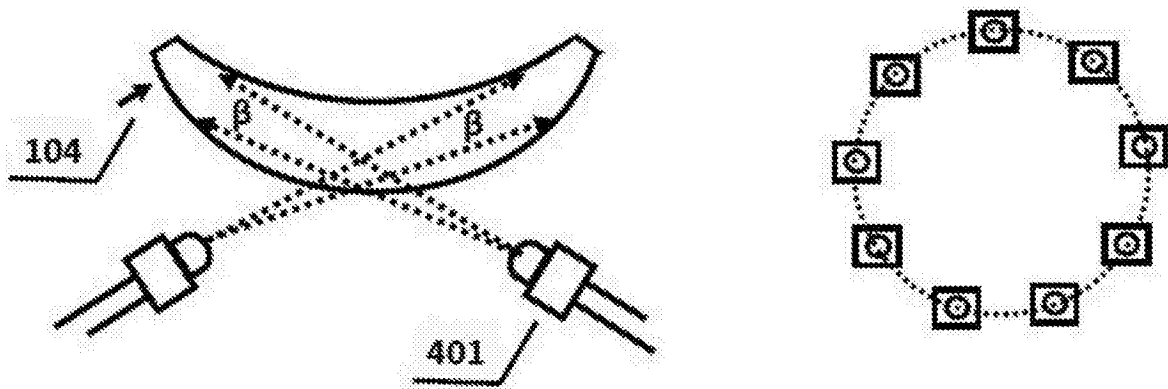


图 4

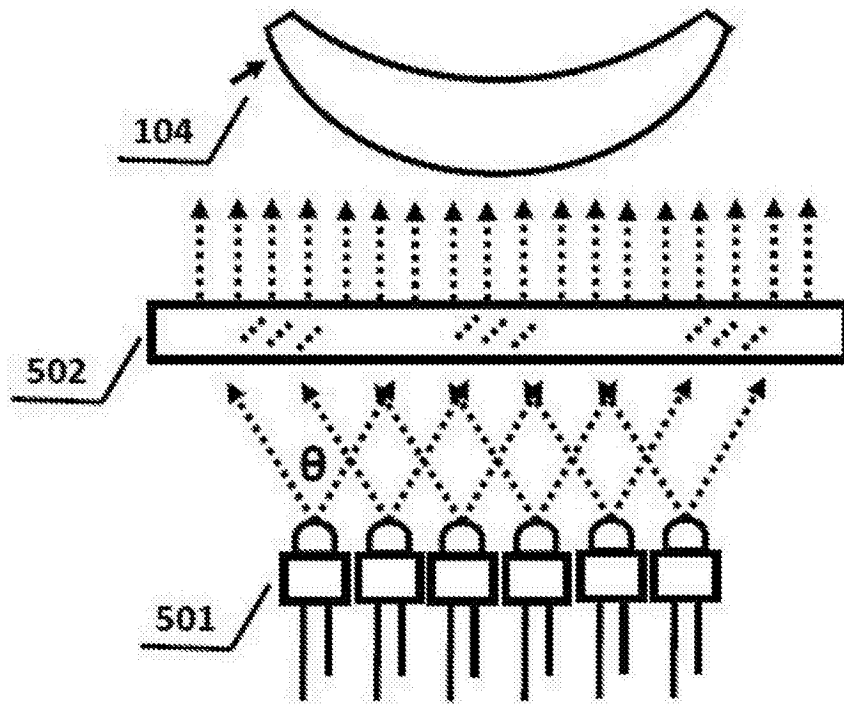


图 5

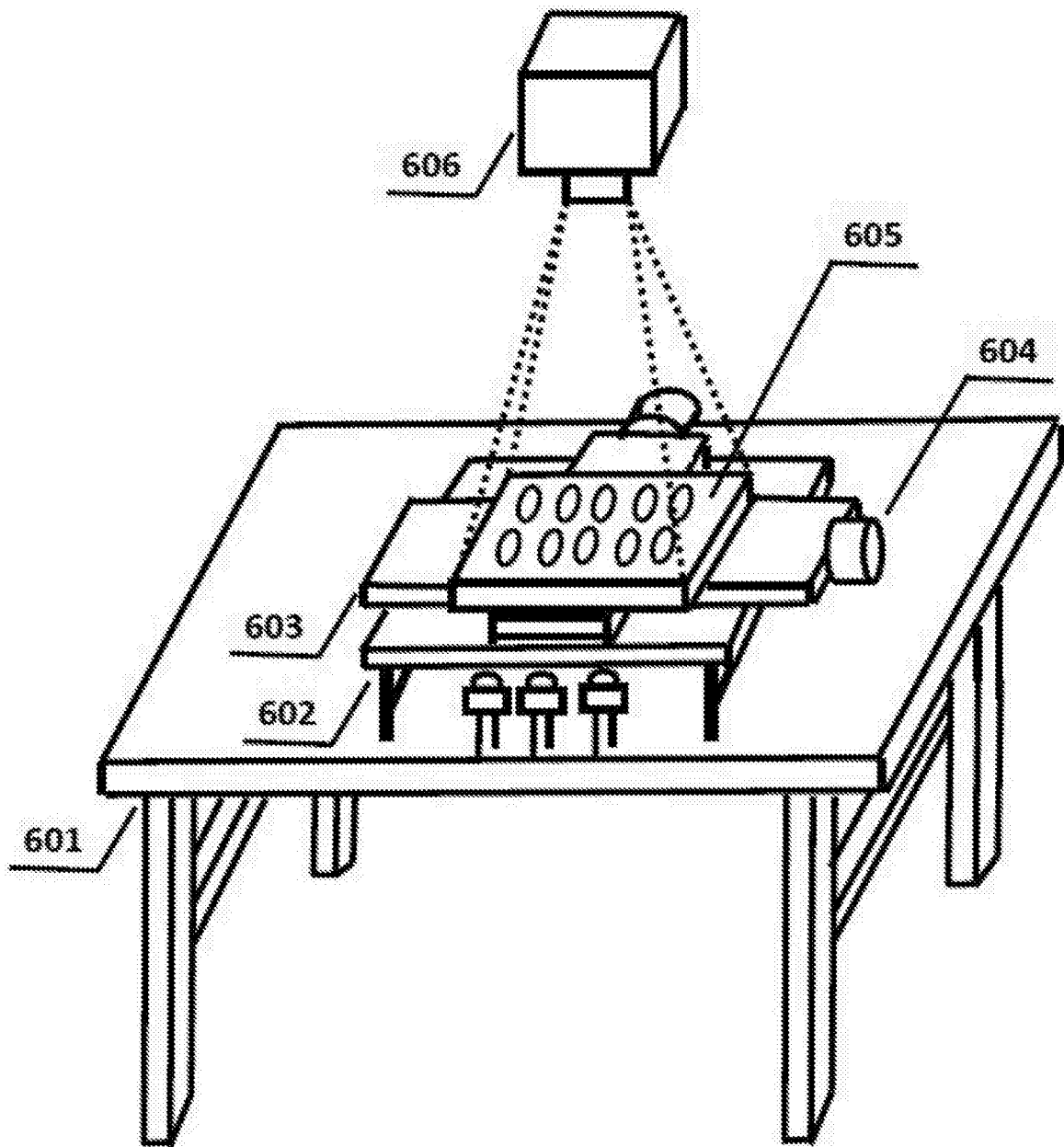


图 6



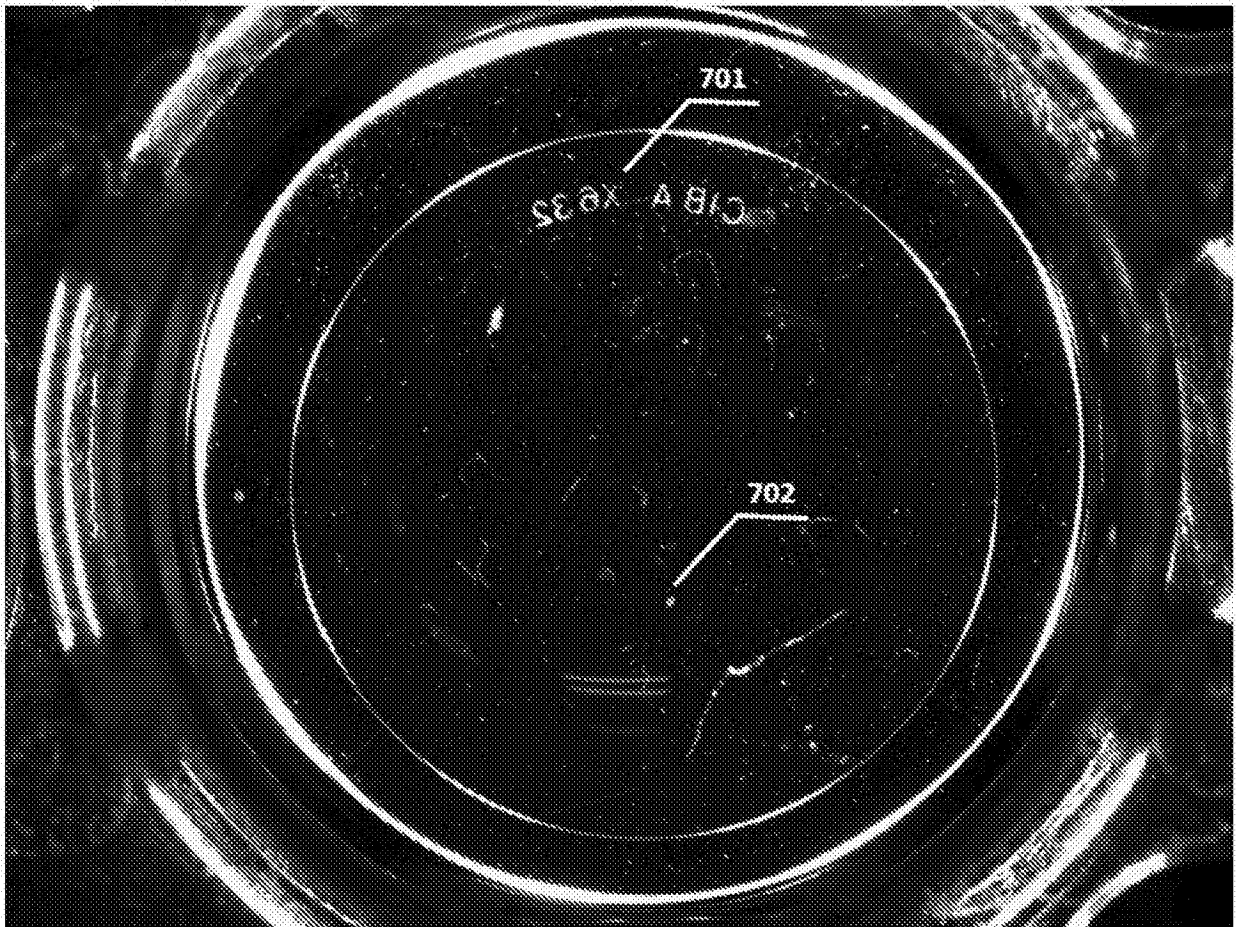


图 7

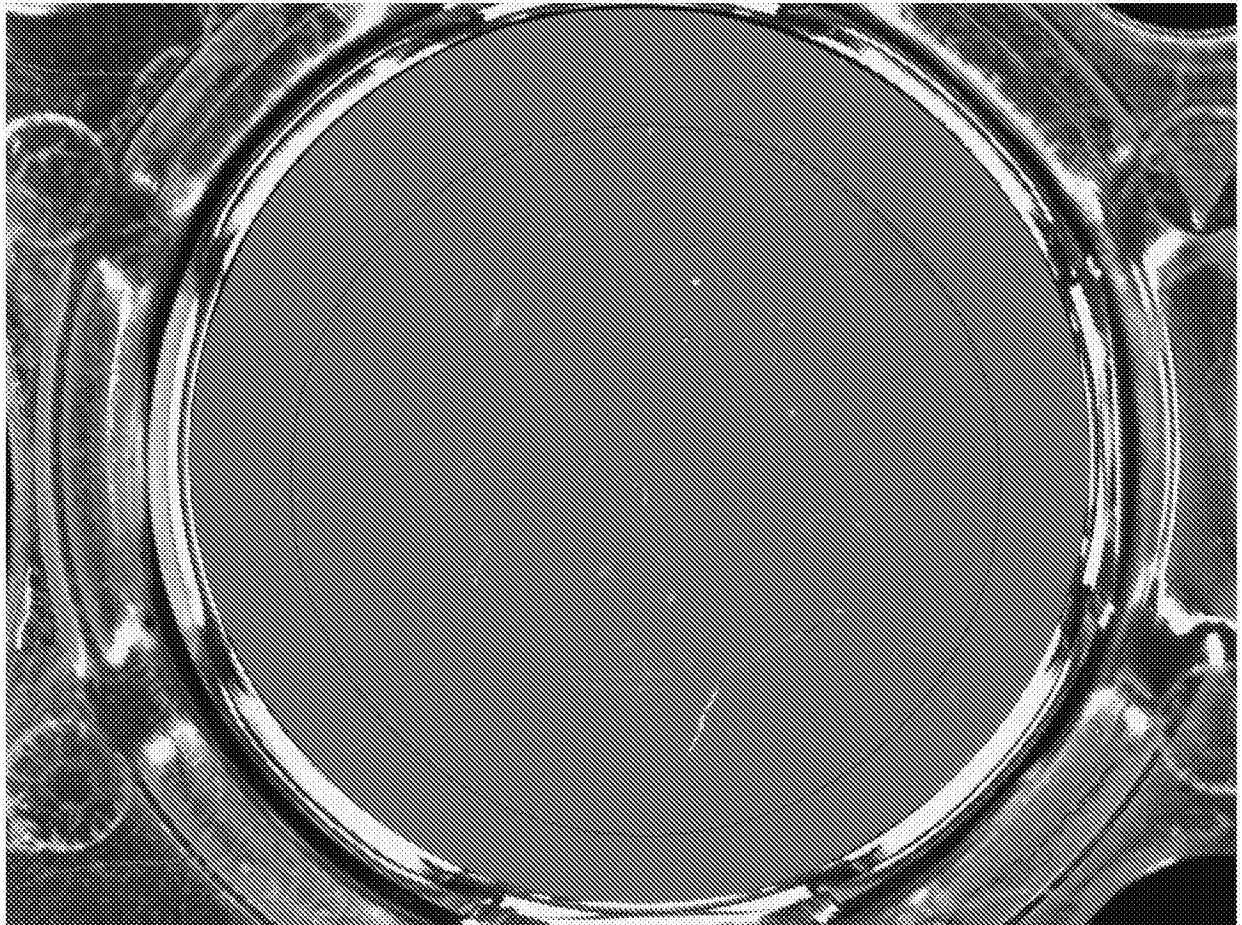


图 8

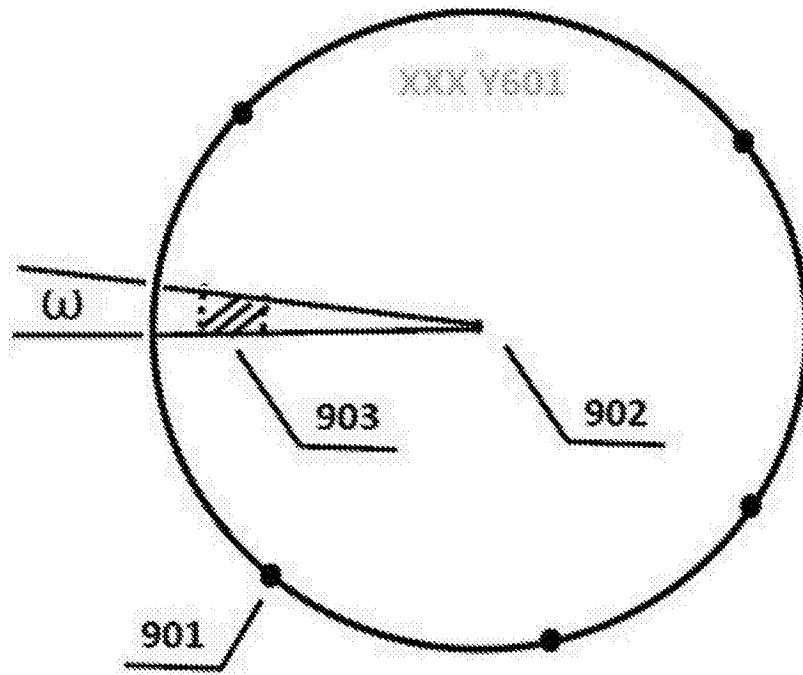


图 9

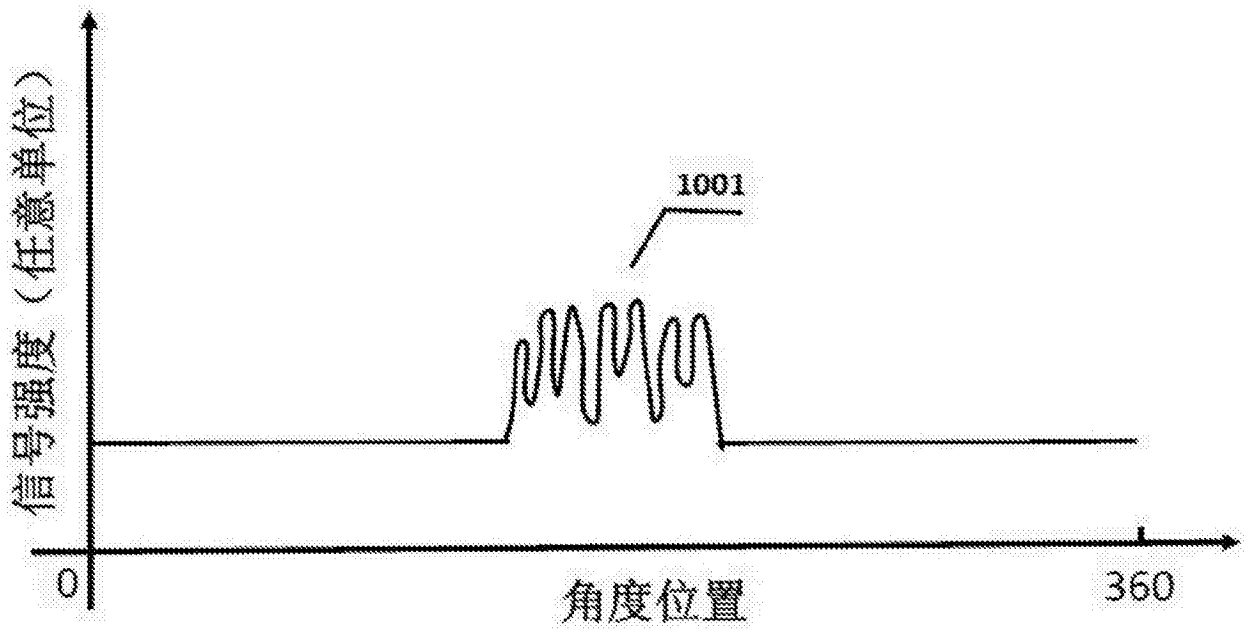


图 10

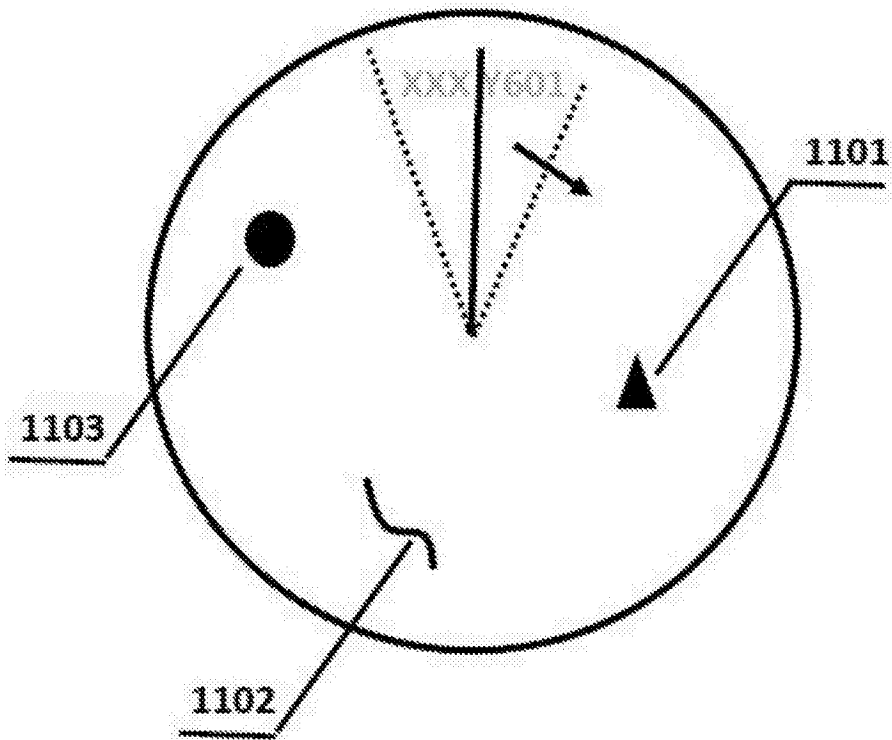


图 11

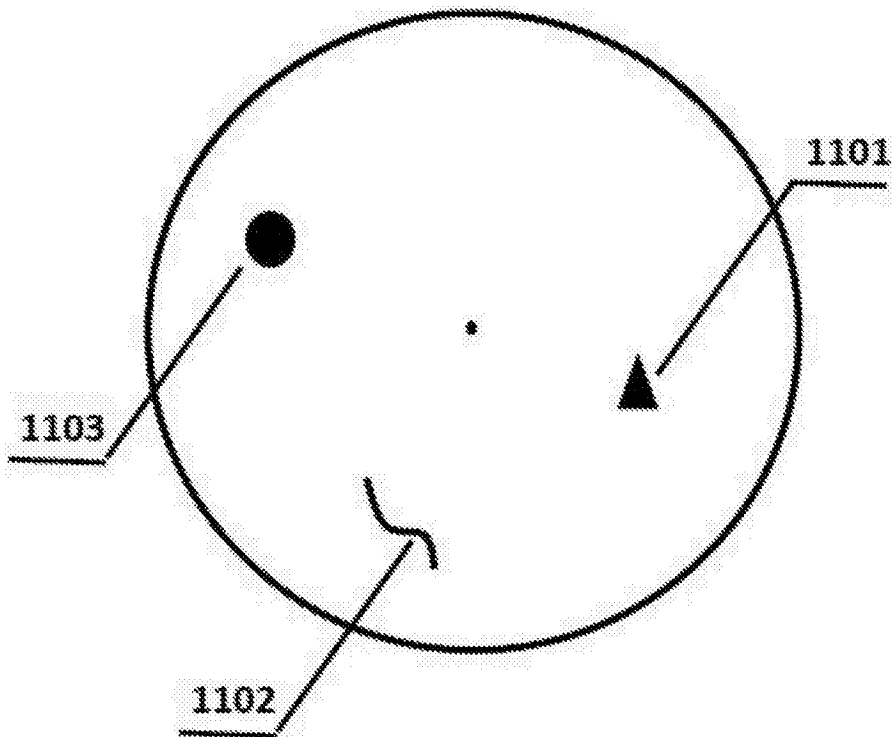


图 12