



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103994728 A

(43) 申请公布日 2014. 08. 20

(21) 申请号 201310740927. 4

(22) 申请日 2013. 12. 26

(30) 优先权数据
2013-030144 2013. 02. 19 JP

(71) 申请人 株式会社安川电机
地址 日本福冈县

(72) 发明人 一丸勇二

(74) 专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理
有限公司 11291

代理人 黄志华 金丹

(51) Int. Cl.
G01B 11/24 (2006. 01)
B65G 43/08 (2006. 01)

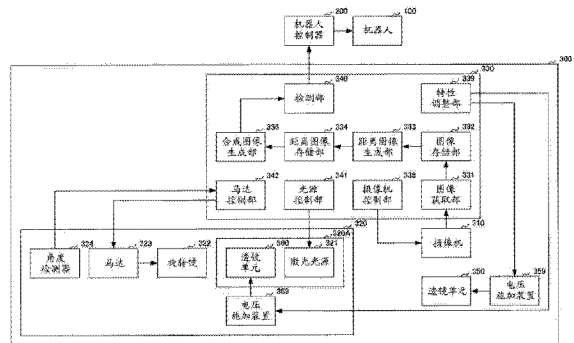
权利要求书2页 说明书11页 附图12页

(54) 发明名称

物体检测装置及机器人系统

(57) 摘要

本发明提供能够进行高精度的摄像并能够高精度检测物体的三维的外形形状的物体检测装置及机器人系统。传感器单元(300)具有:照射激光狭缝光(L)的激光光源(321);使从激光光源(321)照射的激光狭缝光(L)向工件(W)的投影部位向规定的扫描方向(A)移动的旋转镜(322)以及马达(323);摄像机(310),在通过马达(323)使旋转镜(322)旋转而使激光狭缝光(L)在工件(W)上的投影部位移动时,所述摄像机(310)对包含该移动的投影部位的工件(W)的外观以期望帧率进行连续摄像;设置于激光光源(321)及摄像机(310)上的透镜单元(350,360);能够在摄像机(310)进行连续摄像时调整各透镜单元(350,360)的光学特性的特性调整部(339)。



1. 一种物体检测装置,对检测对象的物体进行检测,其特征在于,具有:
光源,所述光源照射光;
扫描部,所述扫描部使从所述光源照射的所述光向所述物体投影的投影部位向规定的扫描方向移动;
摄像机,所述摄像机在所述扫描部使所述光在所述物体上的所述投影部位移动时,对包含所述移动的投影部位的所述物体的外观以期望的间隔进行连续摄像;
透镜单元,所述透镜单元设置于所述光源或所述摄像机;以及
特性调整部,所述特性调整部能够在所述摄像机进行连续摄像时调整所述透镜单元的光学特性。
2. 如权利要求 1 所述的物体检测装置,其特征在于,
所述光源是照射狭缝状的激光的激光光源,
所述透镜单元具有设置于所述激光光源与所述扫描部之间的透镜。
3. 如权利要求 2 所述的物体检测装置,其特征在于,
所述激光光源和所述透镜单元收纳于共同的壳体而形成激光光源单元。
4. 如权利要求 2 或 3 所述的物体检测装置,其特征在于,
所述扫描部具有:
旋转镜,所述旋转镜接收从所述激光光源照射的所述激光并使其向所述物体反射;以及
驱动装置,所述驱动装置改变所述旋转镜的旋转角度,从而使所述激光在所述物体上的所述投影部位移动。
5. 如权利要求 4 所述的物体检测装置,其特征在于,
所述特性调整部被构成为能够在不移动所述透镜的位置的情况下调整所述透镜的光学特性。
6. 如权利要求 5 所述的物体检测装置,其特征在于,
所述透镜是由被封入的液体构成的液体透镜,
所述透镜单元具有用于对所述液体透镜的所述液体施加期望的电压的电极,
所述特性调整部被构成为能够增减对所述电极施加的电压。
7. 如权利要求 6 所述的物体检测装置,其特征在于,
所述特性调整部以将所述液体透镜的焦点位置在赋予相互不同的焦点距离的多个位置之间进行切换的方式,增减对所述电极施加的电压。
8. 如权利要求 7 所述的物体检测装置,其特征在于,
所述特性调整部以将所述液体透镜的焦点位置交替地切换为赋予第一焦点距离的第一位置和赋予比第一焦点距离长的第二焦点距离的第二位置的方式,交替地增减对所述电极施加的电压。
9. 如权利要求 6 所述的物体检测装置,其特征在于,
所述特性调整部基于第一摄像帧的前一个摄像帧、即第二摄像帧的摄像结果,设定所述摄像机进行所述第一摄像帧的摄像时向所述电极施加的施加电压。
10. 一种机器人系统,其特征在于,具有:
如权利要求 1 至 9 中任一项所述的物体检测装置;

容器,将多个所述物体放入所述容器中;
机器人,所述机器人依次保持并移送所述容器内的所述多个物体;以及
控制器,所述控制器基于通过所述物体检测装置检测到的所述容器内的所述多个物体各自的三维形状使所述机器人动作。

11. 如权利要求 10 所述的机器人系统,其特征在于,
所述物体检测装置被安装于所述机器人上。

物体检测装置及机器人系统

技术领域

[0001] 本发明的实施方式涉及物体检测装置及机器人系统。

背景技术

[0002] 在专利文献 1 中,记载了通过光切断法进行物体检测的技术。在光切断法中,通过使从光源照射的光向物体投影的投影部位向扫描方向移动,以所期望的间隔对包含该移动的投影部位的物体的外观进行连续摄像,从而检测物体的三维的外形形状。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献 1 :日本特开 2009-250844 号公报

发明内容

[0006] 在如上所述的光切断法中,期望进行高精度的摄像从而高精度地检测物体的三维的外形形状。

[0007] 本发明是鉴于这样的问题而作出的,其目的在于,提供一种能够进行高精度的摄像并且能够高精度地检测物体的三维的外形形状的物体检测装置以及机器人系统。

[0008] 用于解决技术问题的手段

[0009] 为了解决上述问题,根据本发明的一个观点,提供一种物体检测装置,对检测对象的物体进行检测,其特征在于,具有:光源,所述光源照射光;扫描部,所述扫描部使从所述光源照射的所述光向所述物体投影的投影部位向规定的扫描方向移动;摄像机,在所述扫描部使所述光在所述物体上的所述投影部位移动时,所述摄像机对包含所述移动的投影部位的所述物体的外观以期望的间隔进行连续摄像;透镜单元,所述透镜单元设置于所述光源或所述摄像机;以及特性调整部,所述特性调整部能够在所述摄像机进行连续摄像时调整所述透镜单元的光学特性。

[0010] 发明效果

[0011] 根据本发明,能够进行高精度的摄像,因此能够高精度地检测物体的三维的外形形状。

附图说明

[0012] 图 1 是表示一个实施方式的机器人系统的整体构成的一个例子的系统构成图。

[0013] 图 2 是将传感器单元的构成的一个例子以一部分透视的状态表示的侧视图。

[0014] 图 3 是将传感器单元的结构的一个例子以一部分透视的状态表示的侧视图。

[0015] 图 4 是用于说明传感器单元的结构的一个例子的说明图。

[0016] 图 5 是用于说明传感器单元的构成的一个例子的说明图。

[0017] 图 6 是表示从摄像机输出的摄像帧的一个例子的说明图。

[0018] 图 7 是示意性表示透镜单元的构成的一个例子的示意图。

- [0019] 图 8 是表示传感器控制器的功能性构成的一个例子的框图。
- [0020] 图 9 是用于说明液体透镜的焦点位置的说明图。
- [0021] 图 10 是表示在第 N 次扫描时从摄像机输出的多个摄像帧以及通过距离图像生成部生成的距离图像的一个例子的说明图。
- [0022] 图 11 是表示在第 N+1 次的扫描时从摄像机输出的多个摄像帧以及通过距离图像生成部生成的距离图像的一个例子的说明图。
- [0023] 图 12 是表示通过合成图像生成部生成的合成图像的一个例子的说明图。
- [0024] 附图标记说明
- [0025] 1 机器人系统
- [0026] 20 储料器(容器)
- [0027] 100 机器人
- [0028] 200 机器人控制器(控制器)
- [0029] 300 传感器单元(物体检测装置)
- [0030] 310 摄像机
- [0031] 320 激光光源单元
- [0032] 321 激光光源(光源)
- [0033] 322 旋转镜
- [0034] 323 马达(驱动装置)
- [0035] 326 壳体
- [0036] 339 特性调整部
- [0037] 350 透镜单元
- [0038] 360 透镜单元
- [0039] 365 第一液体
- [0040] 366 第二液体
- [0041] 367 电极
- [0042] F 摄像帧
- [0043] L 激光狭缝光(光、狭缝状的激光)
- [0044] LL2 液体透镜(透镜)
- [0045] W 工件(物体)

具体实施方式

- [0046] 以下,对本发明的一个实施方式参照附图进行说明。
- [0047] 首先,参照图 1,说明本实施方式的机器人系统的整体构成的一个例子。
- [0048] 如图 1 所示,本实施方式的机器人系统 1 具有储料器 20 (容器)、机器人 100、输送机 30、传感器单元 300 (物体检测装置)、以及机器人控制器 200 (控制器)。
- [0049] 储料器 20 例如是由树脂或金属等形成的箱状的容器,并被配置于在机器人 100 的附近配置的基座 21 上。在该储料器 20 的内部,任意(散乱)地放入多个检测对象的工件 W (物体)。另外,各工件 W 也可以不放入储料器 20 等那样的容器,也可以载置于基座 21 上等那样的适合的载置面上。另外,作为各工件 W 以及它们的形状,没有特别地限定,可以是各

种各样的工件及形状。此时,各工件 W 及它们的形状也可以相互一致或者类似,也可以相互不同。但是,在各图中,将各工件 W 的形状简化用椭圆形表示。

[0050] 机器人 100 进行对储料器 20 内的多个工件 W 依次保持并移送的移送作业(所谓的随机箱内选取)。作为机器人 100,只要能够进行上述的移送作业即可,不特别地限定,例如,还能够使用垂直多关节机器人或水平多关节机器人(SCARA 机器人)等。在该例子中,作为机器人 100,应用垂直多关节机器人,机器人 100 具有固定于适合的固定面(例如,底板部等)的基台 101、以及旋转自如地设置在基台 101 上的臂部 102。臂部 102 从基台 101 侧到与基台相反的前端侧具有多个关节。该臂部 102 中内置有分别驱动上述多个关节的多个伺服马达(未图示)。另外,在臂部 102 的前端设置有能够保持工件 W 的保持装置 103。

[0051] 作为保持装置 103,只要是能够保持工件 W 的装置即可,不特别地限定,例如,还能够使用能够通过手指部件把持(保持的一种方式)工件 W 的把持装置、能够通过空气或电磁力等驱动来吸附(保持的一种方式)工件 W 的吸附装置等。在该例子中,作为保持装置 103,应用把持装置,保持装置 103 具有能够把持工件 W 的一对手指部件 103a。一对手指部件 103a 通过内置于保持装置 103 内的适合的致动器(未图示)被驱动,并通过扩大和缩小相互的间隔来进行开闭动作。另外,作为保持装置 103,并不限于具有上述的构造的装置,例如,还能够使用具有多个手指部件并通过这些多个手指部件的摆动来抓取工件 W 的抓取装置等。

[0052] 这样的机器人 100 通过利用把持装置 103 的手指部件 103a 一个一个地依次把持储料器 20 内的多个工件 W,并将它们向传送机 30 中预先设定的载置位置移送并载置,从而进行移送作业。

[0053] 传送机 30 将载置于预先设定的载置位置上的工件 W 向与下一工序相关的设备输送。

[0054] 传感器单元 300 通过光切断法,分别检测储料器 20 内的多个工件 W,并检测作为这些多个工件 W 各自的三维的外形形状(还包含三维的位置及姿态。以下相同)的三维形状。该传感器单元 300 以位于储料器 20 的上方的方式通过适合的支承部件 50 支承。关于传感器单元 300,在下面更详细地说明。

[0055] 机器人控制器 200 例如由具有运算器、存储装置、输入装置等的计算机构成,并与机器人 100 以及传感器单元 300 以能够相互通信的方式连接。该机器人控制器 200 基于由传感器单元 300 检测到的表示储料器 20 内的多个工件 W 各自的三维形状的三维形状信息,来控制机器人 100 整体的动作(例如,臂部 102 的各关节的驱动、把持装置 103 的手指部件 103a 的开闭动作等)。关于机器人控制器 200,在下面更详细地说明。

[0056] 接着,参照图 2~图 5,说明传感器单元 300 的构成的一个例子。

[0057] 如图 2~图 5 所示,传感器单元 300 具有激光扫描仪 320、摄像机 310、设置于摄像机 310 的透镜单元 350、以及传感器控制器 330。

[0058] 激光扫描仪 320 具有激光光源单元 320A、旋转镜 322、马达 323(驱动装置)、以及角度检测器 324。另外,旋转镜 322 以及马达 323 与扫描部对应。另外,激光光源单元 320A 具有激光光源 321(光源)以及设置于激光光源 321 的透镜单元 360,激光光源 321 和透镜单元 360 被收纳于共同的壳体 326 而形成。激光光源 321 照射狭缝状的激光(光。以下,称为“激光狭缝光”)L。透镜单元 360 设置于激光光源 321 与旋转镜 322 之间,并折射从激光

光源 321 照射的激光狭缝光 L 使其聚光。关于透镜单元 360,在下面更详细地说明。旋转镜 322 接收通过了透镜单元 360 的激光狭缝光 L,向工件 W 等反射,并向工件 W 等投影。马达 323 使旋转镜 322 旋转,从而使旋转镜 322 的旋转角度变化。通过利用马达 323 使旋转镜 322 旋转,能够使激光狭缝光 L 在全投影区域 TT 内的工件 W 等上的投影部位向箭头 A 所示的方向(规定的扫描方向。以下,称为“扫描方向 A”)移动,全投影区域 TT 由成为工件 W 等的投影对象的多个投影区域组成。角度检测器 324 检测旋转镜 322 的旋转角度。

[0059] 摄像机 310 在激光狭缝光 L 在全投影区域 TT 内的工件 W 等上的投影部位如上所述向扫描方向 A 移动时,以所希望的帧率(间隔)对包含该发生移动的投影部位的全投影区域 TT 内的工件 W 等的外观进行连续摄像。具体而言,摄像机 310 从激光狭缝光 L 的投影部位在全投影区域 TT 的反扫描方向(箭头 A 所示的方向的相反方向)侧端部的投影区域上生成直至沿扫描方向 A 依次移动到达全投影区域 TT 的扫描方向 A 侧端部的投影区域的期间(即,跨越全投影区域 TT 的整个区域的期间),进行连续摄像。然后,摄像机 310 输出与上述连续摄像对应的多个摄像帧 F(参照后述的图 6)。在图 6 中,示出从摄像机 310 输出的摄像帧 F 的一个例子。如图 6 所示,在摄像帧 F 中包含全投影区域 TT 内的工件 W 等的外观、以及如上所述时刻移动的、激光狭缝光 L 在该工件 W 等上的投影部位的行动。

[0060] 透镜单元 350 设置于激光狭缝光 L 在上述工件 W 等上的投影部位与摄像机 310 的摄像元件 311 之间,折射在投影部位反射的激光狭缝光 L 使其聚光。关于透镜单元 350,在下面更详细地说明。

[0061] 传感器控制器 330 例如由具有运算器和存储装置等的计算机构成,并控制传感器单元 300 整体的动作。该传感器控制器 330 基于从摄像机 310 输出的多个摄像帧 F,分别检测储料器 20 内的多个工件 W,并检测这些多个工件 W 各自的三维形状。关于传感器控制器 330,在下面更详细地说明。

[0062] 接着,参照图 7,说明透镜单元 350、360 的构成的一个例子。

[0063] 如图 7 所示,透镜单元 350 具有圆筒容器 354,圆筒容器 354 被构成为在圆筒部件 351 的两端部接合具有光透过性的盖部件 352、353。由具有绝缘性以及光透过性的非电解液构成的第一液体 355 以及由具有导电性及光透过性的电解液构成的第二液体 356 被相邻地封入圆筒容器 354 的内部。第一液体 355 以及第二液体 356 相互具有非混和性,折射率相互不同。通过这些第一液体 355 以及第二液体 356 构成液体透镜 LL1。液体透镜 LL1 设置于激光狭缝光 L 在上述工件 W 等上的投影部位与摄像机 310 的摄像元件 311 之间。另外,用于对第二液体 356 施加期望的电压的电极 357 以环状形成在圆筒容器 354 的内壁上。上述第一液体 355 以及第二液体 356 经由绝缘体 358 与该电极 357 接触。

[0064] 在这样的透镜单元 350 中,当通过适合的电压施加装置 359 对第二液体 356 与电极 357 之间施加电压时,根据该施加电压的大小,第一液体 355 与第二液体 356 的界面 IF1 的曲率发生变化。由此,液体透镜 LL1 的折射能力、即液体透镜 LL1 的焦点距离或视角等光学特性发生变化。

[0065] 另外,透镜单元 360 是与上述透镜单元 350 相同的构成。即,透镜单元 360 具有圆筒容器 364,圆筒容器 364 被构成为在圆筒部件 361 的两端部接合具有光透过性的盖部件 362、363。由具有绝缘性及光透过性的非电解液构成的第一液体 365、以及由具有导电性及光透过性的电解液构成的第二液体 366 被相邻地封入圆筒容器 364 的内部。第一液体 365

以及第二液体 366 相互具有非混和性,折射率相互不同。通过这些第一液体 365 以及第二液体 366 构成液体透镜 LL2 (透镜)。液体透镜 LL2 设置于激光光源 321 与旋转镜 322 之间。另外,用于对第二液体 366 施加期望的电压的电极 367 以环状形成在圆筒容器 364 的内壁上。上述第一液体 365 以及第二液体 366 经由绝缘体 368 与该电极 367 接触。

[0066] 在这样的透镜单元 360 中,当通过适合的电压施加装置 369 对第二液体 366 与电极 367 之间施加电压时,根据该施加电压的大小,第一液体 365 与第二液体 366 之间的界面 IF2 的曲率发生变化。由此,液体透镜 LL2 的折射能力、即液体透镜 LL2 的焦点距离或视角等光学特性发生变化。

[0067] 接着,参照图 8,说明传感器控制器 330 的功能性构成的一个例子。

[0068] 如图 8 所示,传感器控制器 330 具有光源控制部 341、马达控制部 342、摄像机控制部 338、特性调整部 339、图像获取部 331、图像存储部 332、距离图像生成部 333、距离图像存储部 334、合成图像生成部 336、以及检测部 340。

[0069] 光源控制部 341 控制上述激光光源 321,并照射激光狭缝光 L。马达控制部 342 输入通过上述角度检测器 324 检测到的上述旋转镜 322 的旋转角度信息,基于该输入的旋转角度信息,控制上述马达 323,并使旋转镜 322 旋转。摄像机控制部 338 控制上述摄像机 310,并在激光狭缝光 L 的投影部位跨越全投影区域 TT 的整个区域的期间,进行多次连续摄像,并输出所对应的多个摄像帧 F。

[0070] 在此,在由摄像机 310 进行上述多次连续摄像的一次扫描时,由于工件 W 等的位置不同或者在工件 W 等的表面上存在凹凸等诸如此类,有时激光狭缝光 L 在该工件 W 等上的投影部位存在凹凸。此时,根据投影部位是凹部还是凸部,从激光光源 321 到工件 W 等的表面(投影部位)的激光狭缝光 L 的光路长度、或从工件 W 等的表面(投影部位)到摄像机 310 的摄像元件 311 的激光狭缝光 L 的光路长度不同。因此,在上述的情况下,如果设上述各透镜单元 350、360 的焦点距离或视角等为固定值,则可能难以使各透镜单元 350、360 的焦点位置与上述各透镜单元 350、360 的焦点距离相互不同的多个位置对应。因此,由于从激光光源 321 到工件 W 等的表面的激光狭缝光 L 的光路长度的不同(透镜单元 360 的焦点距离的不同)、或从工件 W 等的表面到摄像机 310 的摄像元件 311 的激光狭缝光 L 的光路长度的不同(透镜单元 350 的焦点距离的不同),因此有时可能难以进行高精度的摄像。因此,在本实施方式中,设置能够对上述各透镜单元 350、360 的焦点距离或视角等光学特性进行调整的特性调整部 339。

[0071] 在上述一次扫描时,特性调整部 339 对上述各透镜单元 350、360 的光学特性进行调整。具体而言,特性调整部 339 在不移动各透镜单元 350、360 的各液体透镜 LL1、LL2 的位置的情况下,对该各液体透镜 LL1、LL2 的光学特性进行调整。即,特性调整部 339 通过增减上述电压施加装置 359 对透镜单元 350 的第二液体 356 与电极 357 之间施加的电压、以及上述电压施加装置 369 对透镜单元 360 的第二液体 366 与电极 367 之间施加的电压,使上述各界面 IF1、IF2 的曲率发生变化,从而对各液体透镜 LL1、LL2 的光学特性进行调整。

[0072] 在本实施方式中,特性调整部 339 以将各液体透镜 LL1、LL2 的焦点位置在该各液体透镜 LL1、LL2 的焦点距离相互不同的多个位置之间切换的方式,增减各电压施加装置 359、369 所施加的电压。在该例子中,如图 9 (a) 所示,作为液体透镜 LL1 的焦点距离相互不同的多个位置,设定上侧位置 P1a 和下侧位置 P1b 这两个位置。上侧位置 P1a 是液体透

镜 LL1 的焦点距离为相对较短的短焦点距离的位置(范围)。下侧位置 P1b 是液体透镜 LL1 的焦点距离为比上述短焦点距离长的长焦点距离的位置(范围)。另外,在该例子中,如图 9 (b) 所示,作为液体透镜 LL2 的焦点距离相互不同的多个位置,设定上侧位置 P2a 以及下侧位置 P2b 这两个位置。上侧位置 P2a 是液体透镜 LL2 的焦点距离为相对较短的短焦点距离的位置(范围)。下侧位置 P2b 是液体透镜 LL2 的焦点距离为比上述短焦点距离长的长焦点距离的位置(范围)。另外,在图 9 (b) 中,为了便于说明,将激光光源 321、液体透镜 LL2、旋转镜 322、以及工件 W 等图示为位于同一直线上。

[0073] 另外,当使上述各上侧位置 P1a、P2a 与第一位置对应时,上述各短焦点距离与第一焦点距离对应,并且上述各下侧位置 P1b、P2b 与第二位置对应,上述各长焦点距离与第二焦点距离对应。相反,当使上述各下侧位置 P1b、P2b 与第一位置对应时,上述各长焦点距离与第一焦点距离对应,并且上述各上侧位置 P1a、P2a 与第二位置对应,上述各短焦点距离与第二焦点距离对应。

[0074] 并且,特性调整部 339 以在与摄像机 310 的摄像定时对应的切换定时将各液体透镜 LL1、LL2 的焦点位置交替地切换到上述各上侧位置 P1a、P2a 和上述各下侧位置 P1b、P2b 的方式,交替地增减各电压施加装置 359、369 所施加的电压。

[0075] 例如,特性调整部 339 以下述方式增减各电压施加装置 359、369 所施加的电压:响应于一次扫描中的多次的切换定时中的第 n 次(n 是正的奇数)切换定时(第 1、3、5、7...次的切换定时),将各液体透镜 LL1、LL2 的焦点位置切换到各上侧位置 P1a、P2a,响应于第 n+1 次切换定时(第 2、4、6、8...次的切换定时),将各液体透镜 LL1、LL2 的焦点位置切换到各下侧位置 P1b、P2b。另外,以下,将这样的各液体透镜 LL1、LL2 的焦点位置的切换模式称为“第一切换模式”。或者,特性调整部 339 以下述方式增减各电压施加装置 359、369 所施加的电压:响应于一次扫描中的多次的切换定时中的第 n 次切换定时,将各液体透镜 LL1、LL2 的焦点位置切换到各下侧位置 P1b、P2b,响应于第 n+1 次切换定时,将各液体透镜 LL1、LL2 的焦点位置切换到各上侧位置 P1a、P2a。另外,以下,将这样的各液体透镜 LL1、LL2 的焦点位置的切换模式称为“第二切换模式”。

[0076] 在本实施方式中,特性调整部 339 以在时间上不同的多次扫描中交替地重复上述第一切换模式和上述第二切换模式的方式,增减各电压施加装置 359、369 所施加的电压。

[0077] 例如,特性调整部 339 以下述方式增减各电压施加装置 359、369 所施加的电压:在第 N 次(N 是正的奇数)扫描(第 1、3、5、7...次的扫描)中,与上述第一切换模式对应的方式切换各液体透镜 LL1、LL2 的焦点位置,在第 N+1 次扫描(第 2、4、6、8...次的扫描)中,与上述第二切换模式对应的方式切换各液体透镜 LL1、LL2 的焦点位置。或者,特性调整部 339 也可以以下述方式增减各电压施加装置 359、369 所施加的电压,在第 N 次的扫描中,与上述第二切换模式对应的方式切换各液体透镜 LL1、LL2 的焦点位置,在第 N+1 次的扫描中,与上述第一切换模式对应的方式切换各液体透镜 LL1、LL2 的焦点位置。其中,以下,为了便于说明,对特性调整部 339 以在第 N 次的扫描中以与上述第一切换模式对应的方式切换各液体透镜 LL1、LL2 的焦点位置、并在第 N+1 次扫描中以与上述第二切换模式对应的方式切换各液体透镜 LL1、LL2 的焦点位置这样的方式增减各电压施加装置 359、369 所施加的电压的情况,进行说明。

[0078] 另外,在本实施方式中,上述摄像机控制部 338 以使在上述第 N 次扫描和上述第

N+1 次扫描中摄像开始定时错开的方式,控制摄像机 310。

[0079] 图像获取部 331 获取从上述摄像机 310 输出的多个摄像帧 F。通过图像获取部 331 获取的多个摄像帧 F 存储于图像存储部 332。

[0080] 距离图像生成部 333 针对上述每 1 次扫描,使用存储于图像存储部 332 中的在该扫描中的多个摄像帧 F,根据三角测量的原理,计算摄像机 310 与工件 W 等的距离。具体而言,距离图像生成部 333 计算在该扫描中的多个摄像帧 F 的各摄像帧中表示的、多个激光狭缝光 L 的投影部位的行动中的、焦点一致的各部分的上述距离。然后,距离图像生成部 333 生成在全投影区域 TT 内的工件 W 等的外观图像的上述焦点一致的各部分中包含上述计算出的距离信息的一个距离图像 DP (参照后述的图 10 后部以及图 11 后部)。通过距离图像生成部 333 生成的距离图像 DP 被存储于距离图像存储部 334。

[0081] 在图 10 中示出了在上述第 N 次的扫描时从摄像机 310 输出的多个摄像帧 F、以及通过距离图像生成部 333 生成的距离图像 DP 的一个例子。另外,在图 10 上部以及后述的图 11 上部中,为了便于说明,图示出与多个工件 W 没有放入储料器 20 内而是多个(在该例子中为两个)工件 W 载置于基座 21 上的状态下摄像机 310 摄像时对应的多个摄像帧 F。另外,以下,为了便于说明,将与第 M 次(M 是正的整数)摄像对应的第 M 个摄像帧 F 称为“摄像帧 FM”,将与第 M+1 次摄像对应的第 M+1 个摄像帧 F 称为“摄像帧 FM1”。

[0082] 如图 10 上部所示,示出了以下的激光狭缝光 L 的投影部位的行动:在第 N 次扫描时从摄像机 310 输出的多个摄像帧 F 中的第 M 个摄像帧 FM 中,在存在于上述各上侧位置 P1a、P2a 内的工件 W 的上表面上,所述激光狭缝光 L 的焦点一致,在存在于该各上侧位置 P1a、P2a 外的工件 W 的下表面(基座 21 的上表面)上,所述激光狭缝光 L 的焦点不一致。另一方面,示出了以下的激光狭缝光 L 的投影部位的行动:在第 M+1 个摄像帧 FM1 中,在存在于上述各下侧位置 P1b、P2b 外的工件 W 的上表面上,所述激光狭缝光 L 的焦点不一致,在存在于该各下侧位置 P1b、P2b 内的工件 W 的下表面(基座 21 的上表面)上,所述激光狭缝光 L 的焦点一致。另外,在图 10 上部以及后述的图 11 上部中,用细线表示焦点一致的激光狭缝光 L 的投影部位的行动,用粗线表示焦点不一致的激光狭缝光 L 的投影部位的行动。另外,如图 10 下部所示,在第 N 次扫描时使用上述图 10 上部所示的多个摄像帧 F 所生成的距离图像 DP 在基座 21 上的两个工件 W 的外观图像的上述焦点一致的各部分 Pa 中包含距离信息。

[0083] 在图 11 中,示出在上述第 N+1 次扫描时从摄像机 310 输出的多个摄像帧 F、以及通过距离图像生成部 333 生成的距离图像 DP 的一个例子。

[0084] 如图 11 上部所示,示出了以下的激光狭缝光 L 的投影部位的行动:在第 N+1 次扫描时从摄像机 310 输出的多个摄像帧 F 中的第 M 个摄像帧 FM 中,在存在于上述各上侧位置 P1a、P2a 内的工件 W 的上表面上,所述激光狭缝光 L 的焦点一致,在存在于该各上侧位置 P1a、P2a 外的工件 W 的下表面(基座 21 的上表面)上,激光狭缝光 L 的焦点不一致。另一方面,示出了以下的激光狭缝光 L 的投影部位的行动:第 M+1 个摄像帧 FM1 中,在存在于上述各下侧位置 P1b、P2b 外的工件 W 的上表面上,所述激光狭缝光 L 的焦点不一致,在存在于该各下侧位置 P1b、P2b 内的工件 W 的下表面(基座 21 的上表面)上,所述激光狭缝光 L 的焦点一致。另外,如图 11 下部所示,在第 N+1 次的扫描时使用上述图 11 上部所示的多个摄像帧 F 所生成的距离图像 DP 在基座 21 上的两个工件 W 的外观图像的上述焦点一致的各部分

Pb 中包含距离信息。

[0085] 如图 8 所示,合成图像生成部 336 每当各扫描结束时,将存储于距离图像存储部 334 中的在时间上相互不同的多次(在该例子中两次)扫描中的多个(在该例子中为两个)距离图像 DP 合成,并生成合成图像 CP (参照后述的图 12)。合成图像 CP 是用于检测储料器 20 内的多个工件 W 各自的三维形状的图像。具体而言,合成图像生成部 336 每当各扫描结束时,将最新的扫描中的距离图像 DP 和紧接最新的扫描之前的扫描中的距离图像 DP 合成,并生成合成图像 CP。即,合成图像生成部 336 将基于最新的扫描的距离图像 DP 中的包含距离信息的部分、和基于紧接最新的扫描之前的扫描的距离图像 DP 中的部分合成。由此,合成图像生成部 336 将基于最新的扫描的距离图像 DP 中不包含距离信息的部分利用基于该紧接最新的扫描之前的扫描的距离图像 DP 中包含距离信息的部分进行补充。如此,合成图像生成部 336 生成合成图像 CP。通过合成图像生成部 336 生成的合成图像 CP 被输出给检测部 340。

[0086] 图 12 表示通过合成图像生成部 336 将上述图 10 下部以及图 11 下部所示的距离图像 DP、DP 合成所生成的合成图像 CP 的一个例子。

[0087] 如图 12 所示,上述图 10 下部及图 11 下部所示的距离图像 DP、DP 被合成所生成的合成图像 CP 在基座 21 上的两个工件 W 的外观图像的上述各部分 Pa、Pb(即,该外观图像的大致全部)中包含距离信息。

[0088] 如图 8 所示,检测部 340 每当各扫描结束时,获取从合成图像生成部 336 输出的合成图像 CP。然后,检测部 340 使用上述所获取的合成图像 CP,检测储料器 20 内的多个工件 W 各自的三维形状。表示基于检测部 340 的检测结果的检测信号被输出给上述机器人控制器 200。

[0089] 由此,机器人控制器 200 获取从检测部 340 输出的上述检测信号。然后,机器人控制器 200 以基于用上述所获取的检测信号表示的三维形状信息,保持并移送一个工件 W(例如,最易于保持的工件 W 等)的方式,使上述机器人 100 动作。

[0090] 如上所述,在本实施方式的传感器单元 300 中,设置有能够调整设置于摄像机 310 以及激光光源 321 中的各透镜单元 350、360 的光学特性的特性调整部 339。特性调整部 339 能够在一次扫描时调整各透镜单元 350、360 的光学特性。其结果是,能够与上述工件 W 等的表面的凹凸相对应地,在上述一次扫描中高速地切换光学特性。因此,能够进行高精度的摄像,能够高精度地检测工件 W 的三维形状。

[0091] 另外,在本实施方式中,特别地,设置有照射激光狭缝光 L 的激光光源 321,透镜单元 360 在激光光源 321 与旋转镜 322 之间具有液体透镜 LL2。由此,在激光狭缝光 L 进行扫描、摄像机 310 进行连续摄像从而检测工件 W 的三维形状的结构中,能够进行与上述工件 W 等的表面的凹凸对应的高精度的摄像。其结果是,能够高精度地检测工件 W 的三维形状。

[0092] 另外,在本实施方式中,特别地,激光光源 321 和透镜单元 360 被收纳于共同的壳体 326 而形成激光光源单元 320A。通过使用该激光光源单元 320A,与将激光光源 321 以及透镜单元 360 收纳于不同的壳体时相比较,能够将传感器单元 300 小型化。

[0093] 另外,在本实施方式中,特别地,设置有接收从激光光源 321 照射的激光狭缝光 L 并使其向工件 W 等反射的旋转镜 322、以及使旋转镜 322 的旋转角度变化并使激光狭缝光 L 在上述工件 W 等上的投影部位移动的马达 323。通过使用这些旋转镜 322 以及马达 323,能

够容易地使向上述工件 W 等反射的激光狭缝光 L 向扫描方向 A 移动。

[0094] 另外,在本实施方式中,特别地,特性调整部 339 能够在不移动液体透镜 LL2 的位置的情况下调整该液体透镜 LL2 的光学特性。由此,与通过适合的驱动机构等改变透镜的位置的情况不同,能够不移动液体透镜 LL2 的位置而进行与上述工件 W 等的表面的凹凸对应的高精度的摄像。另外,能够减少用于设置用于改变液体透镜 LL2 的位置的适合的驱动机构等的空间和费用,因此能够使传感器单元 300 小型化及低成本化。

[0095] 另外,在本实施方式中,特别地,在透镜单元 360 中设置液体透镜 LL2,透镜单元 360 具有用于对液体透镜 LL2 的第二液体 366 施加期望的电压的电极 367,特性调整部 339 能够增减电压施加装置 360 对第二液体 366 与电极 367 之间施加的电压。由此,利用通过向第二液体 366 与电极 367 之间施加的电压大小来响应性优良地自由地改变焦点距离或视角等的液体透镜 LL2 的性质,能够在不移动液体透镜 LL2 的位置的情况下进行与上述工件 W 等的表面的凹凸对应的高精度的摄像。

[0096] 另外,在本实施方式中,特别地,特性调整部 339 以将液体透镜 LL2 的焦点位置在赋予相互不同的焦点距离的多个位置之间切换的方式,增减电压施加装置 360 对第二液体 366 与电极 367 之间施加的电压。由此,即使在由于上述工件 W 等的表面的凹凸等导致从激光光源 321 到上述工件 W 等的表面的激光狭缝光 L 的光路长度增长或缩短的情况下,也能够与此相对应地,在上述一次扫描中响应性优良地高速地切换液体透镜 LL2 的焦点距离,并且能够进行高精度的摄像。

[0097] 另外,在本实施方式中,特别地,特性调整部 339 以将液体透镜 LL2 的焦点位置交替地切换为上侧位置 P2a 和下侧位置 P2b 的方式,交替地增减电压施加装置 360 对第二液体 366 与电极 367 之间施加的电压。由此,在向从激光光源 321 到上述工件 W 等的表面的激光狭缝光 L 的光路长度相对缩短的上述工件 W 等的凸部投影时,能够将液体透镜 LL2 的焦点位置作为上侧位置 P2a,在向从激光光源 321 到上述工件 W 等的表面的激光狭缝光 L 的光路长度相对增长的上述工件 W 等的凹部投影时,能够将液体透镜 LL2 的焦点位置作为下侧位置 P2b。其结果是,能够切实地进行高精度的摄像。

[0098] 另外,在本实施方式的机器人系统 1 中,通过机器人 100 依次保持并移送储料器 20 内的多个工件 W。在本实施方式中,在对上述多个工件 W 进行移送时,基于机器人控制器 200 的控制,如上述那样,根据由传感器单元 300 检测到的各工件 W 的三维形状,使机器人 100 动作。由此,能够顺畅且切实地进行上述多个工件 W 的移送。另外,由于如上所述地各工件 W 的三维形状被高精度地检测出,因此能够切实地顺利地进行通过机器人 100 对上述多个工件 W 的移送。另外,如本实施方式那样,在传感器单元 300 中,在特性调整部 339 能够在不移动液体透镜 LL2 的位置的情况下调整该液体透镜 LL2 的光学特性时,能够减少用于设置用于改变液体透镜 LL2 的位置的适合的驱动机构等的空间和费用,因此,能够使传感器单元 300 小型化以及低成本化。另外,如上述那样能够使传感器单元 300 小型化的结果是,能够避免与周围物体的干涉。

[0099] 另外,本发明的实施方式并不限于上述内容,在不脱离其主旨以及技术思想的范围内能够进行各种变形。

[0100] 即,在上述实施方式中,当增减向第二液体 356 与电极 357 之间施加的施加电压来调整液体透镜 LL1 的焦点距离、并且增减向第二液体 366 与电极 367 之间施加的施加电压

来调整液体透镜 LL2 的焦点距离时,特性调整部 339 以将各液体透镜 LL1、LL2 的焦点位置交替地切换为各上侧位置 P1a、P2a 和各下侧位置 P1b、P2b 的方式,交替地增减上述各施加电压。然而,本发明的实施方式不限于此。例如,也可以是特性调整部 339 以将各液体透镜 LL1、LL2 的焦点位置在赋予相互不同的焦点距离的三个以上的位置之间进行切换的方式,增减上述各施加电压。或者,特性调整部 339 也可以基于该摄像帧 F 的前一个摄像帧 F(第二摄像帧)的摄像结果,设定通过摄像机 310 对一个摄像帧 F(第一摄像帧)摄像时的上述各施加电压。此时,能够高精度地进行各液体透镜 LL1、LL2 的焦点距离的细微的调整,因此能够更切实地进行高精度的摄像。

[0101] 另外,在上述实施方式中,传感器单元 300 以使得位于储料器 20 的上方的方式通过支承部件 50 支承,但本发明的实施方式并不限于此。例如,传感器单元 300 也可以安装于机器人 100 的适合的部位(例如,臂部 102 的前端侧等)。这样,即使在将传感器单元 300 安装于机器人 100 上进行使用的情况下,如上述那样能够使传感器单元 300 小型化的结果是,能够避免与周围物体的干涉。

[0102] 另外,在上述实施方式中,作为透镜,各透镜单元 350、360 具有液体透镜 LL1、LL2,特性控制部 339 通过增减上述各施加电压来改变各液体透镜 LL1、LL2 的折射能力,从而在不移动各透镜的位置的情况下调整了该各透镜的光学特性。然而,本发明的实施方式不限于此。例如,透镜单元具有液体透镜以外的透镜(例如,液晶透镜等可变焦透镜),特性控制部也可以通过使用适合的方法改变透镜的折射能力,而在不移动透镜的位置的情况下调整该透镜的光学特性。或者,也可以是,透镜单元具有多个透镜和驱动这些多个透镜的适合的驱动机构,特性控制部通过使驱动机构驱动来调整多个透镜的位置关系,从而调整透镜单元的光学特性。

[0103] 另外,在上述实施方式中,激光光源 321 和透镜单元 360 收容于共同的壳体 326 而形成激光光源单元 320A,但本发明的实施方式不限于此。例如,激光光源 321 和透镜单元 360 也可以收纳于不同的壳体。

[0104] 另外,在上述实施方式中,作为光源,使用照射激光狭缝光 L 的激光光源 321,但本发明的实施方式不限于此。例如,作为光源,也可以使用照射模式光等光的适合的光源(例如,投影仪等)。

[0105] 另外,在上述实施方式中,在激光光源 321 以及摄像机 310 双方上设置了透镜单元 350、360,但本发明的实施方式不限于此。例如,也可以仅在激光光源 321 以及摄像机 310 的任一方上设置透镜单元。

[0106] 另外,在上述实施方式中,通过利用马达 323 使旋转镜 322 旋转,使从激光光源 321 照射的激光狭缝光 L 向工件 W 等的照射部位移动,但本发明的实施方式不限于此。例如,也可以通过改变从激光光源 321 等光源照射的光的朝向或者使光源本身移动,来移动从光源照射的光向工件 W 等的照射部位。此时,改变从光源照射的光的朝向或者移动该光源本身的构造与扫描部对应。

[0107] 另外,在上述实施方式中,将传感器单元 300 应用于机器人系统 1,但传感器单元也能够应用于机器人系统以外的系统。

[0108] 另外,图 8 中所示的箭头用于表示信号的流动的一个例子,而不旨在限定信号的流动方向。

[0109] 另外,除了上面已经叙述的以外,也可以将基于上述实施方式等的方法适当地组合来利用。

[0110] 此外,虽然没有一一列举,但上述实施方式等可以在不脱离其主旨的范围内施加各种变更来实施。

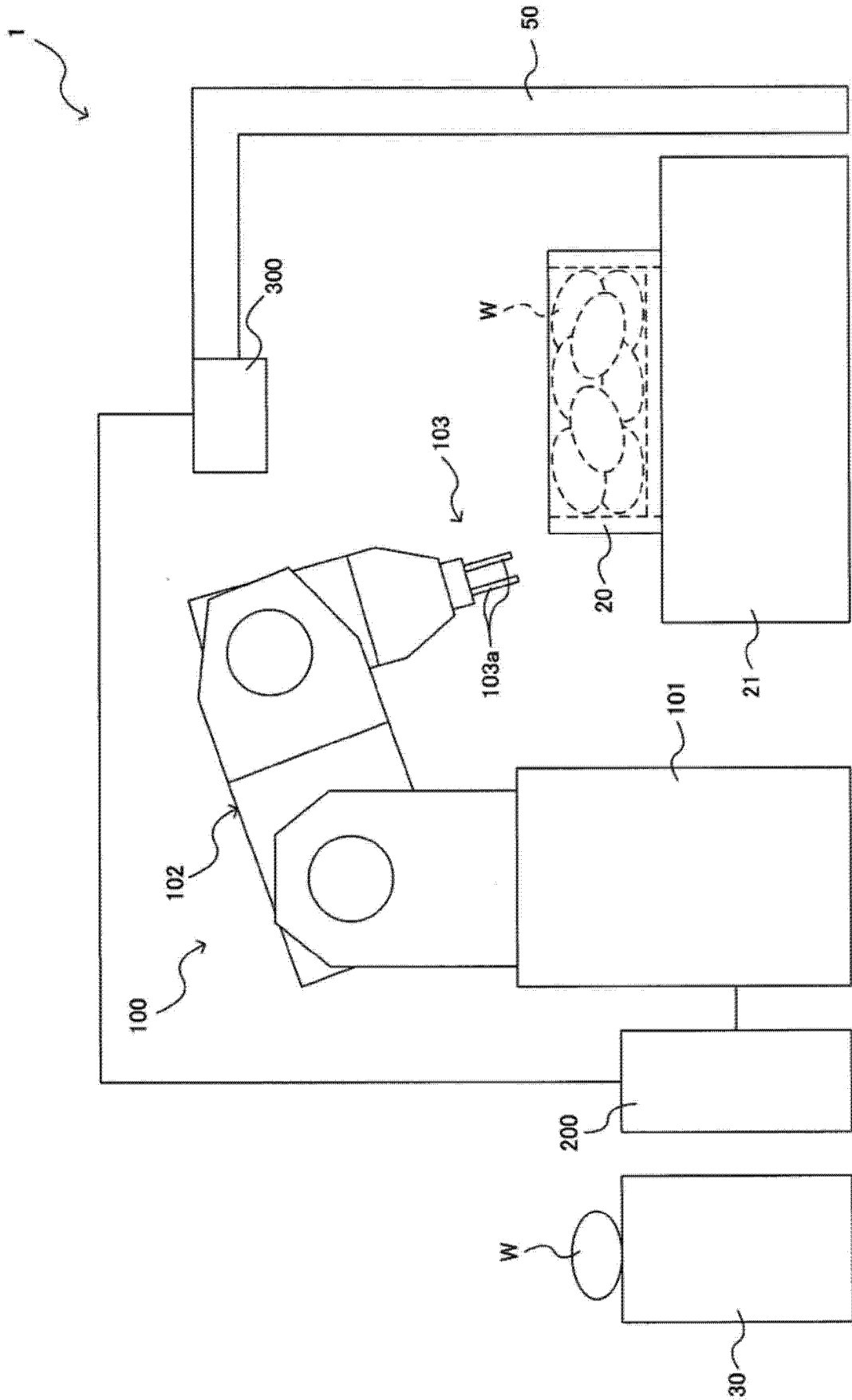


图 1

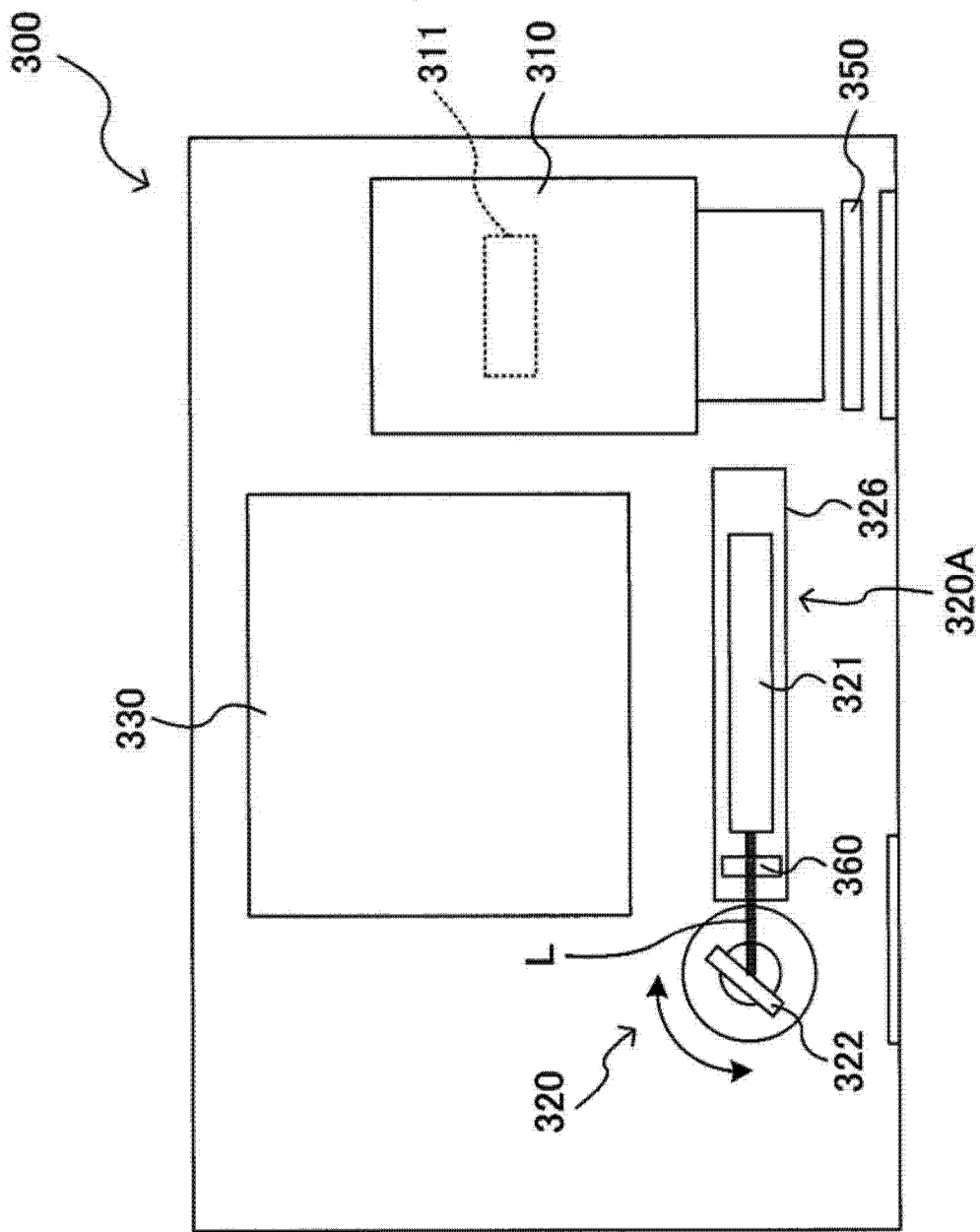


图 2

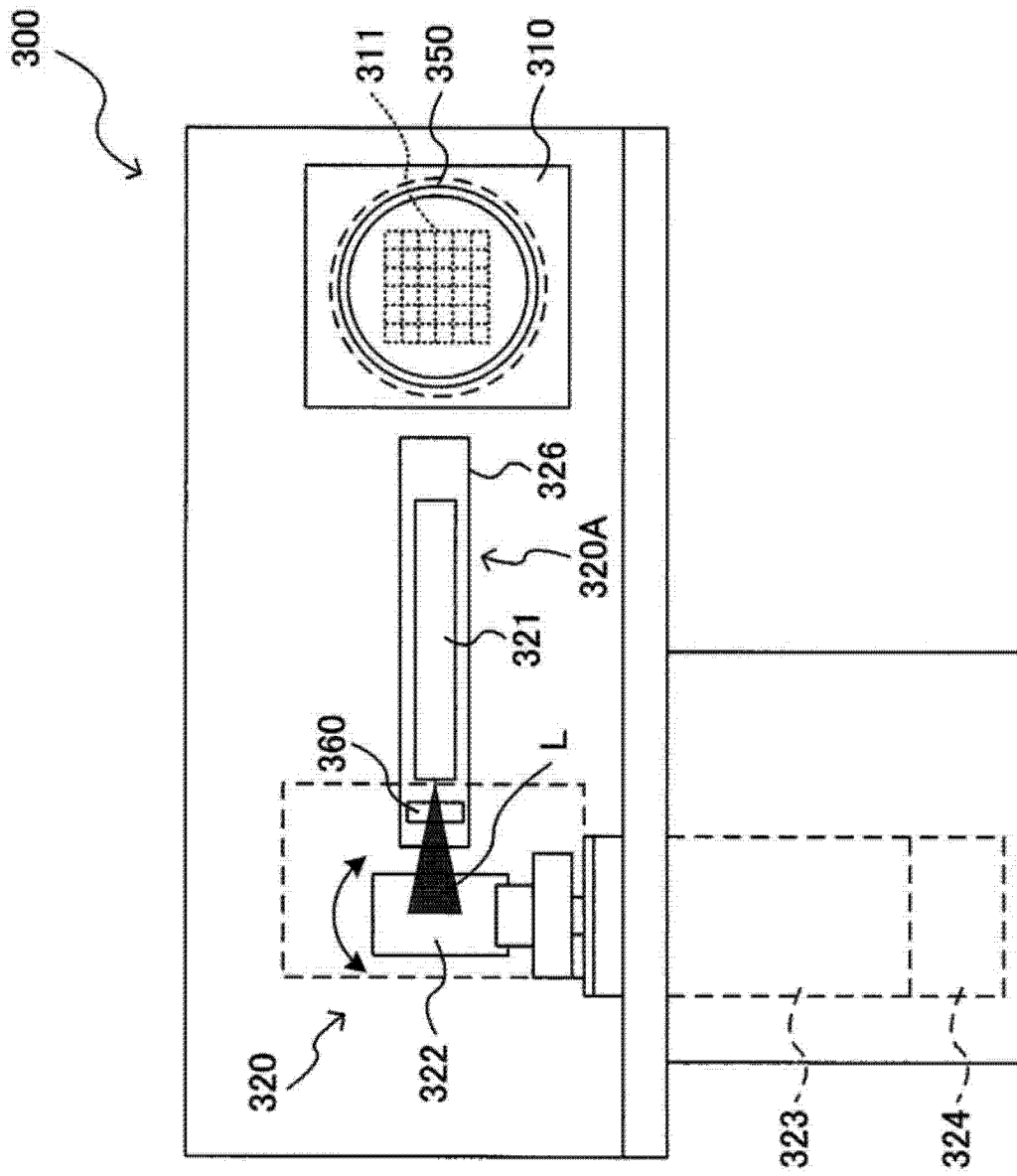


图 3

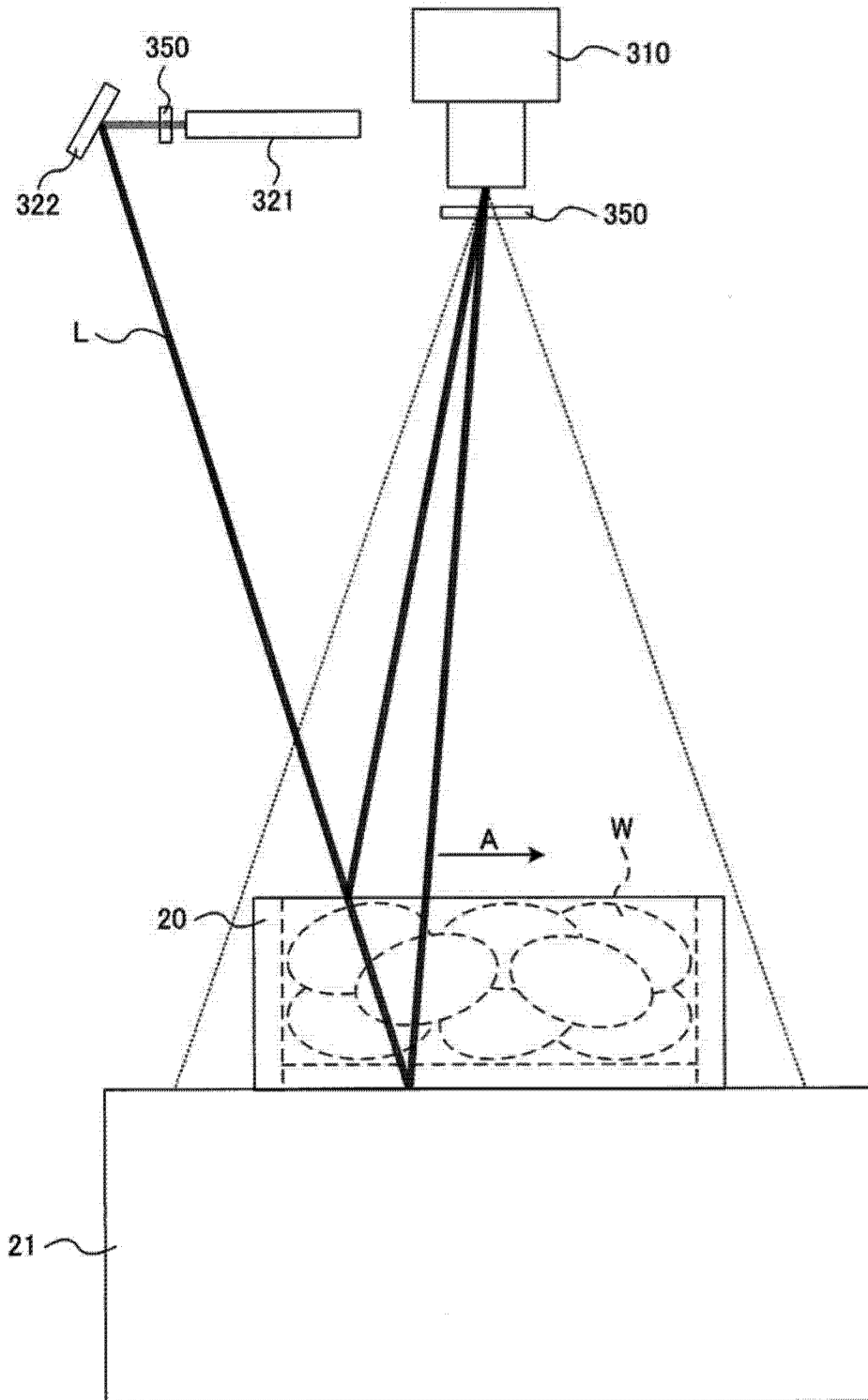


图 4

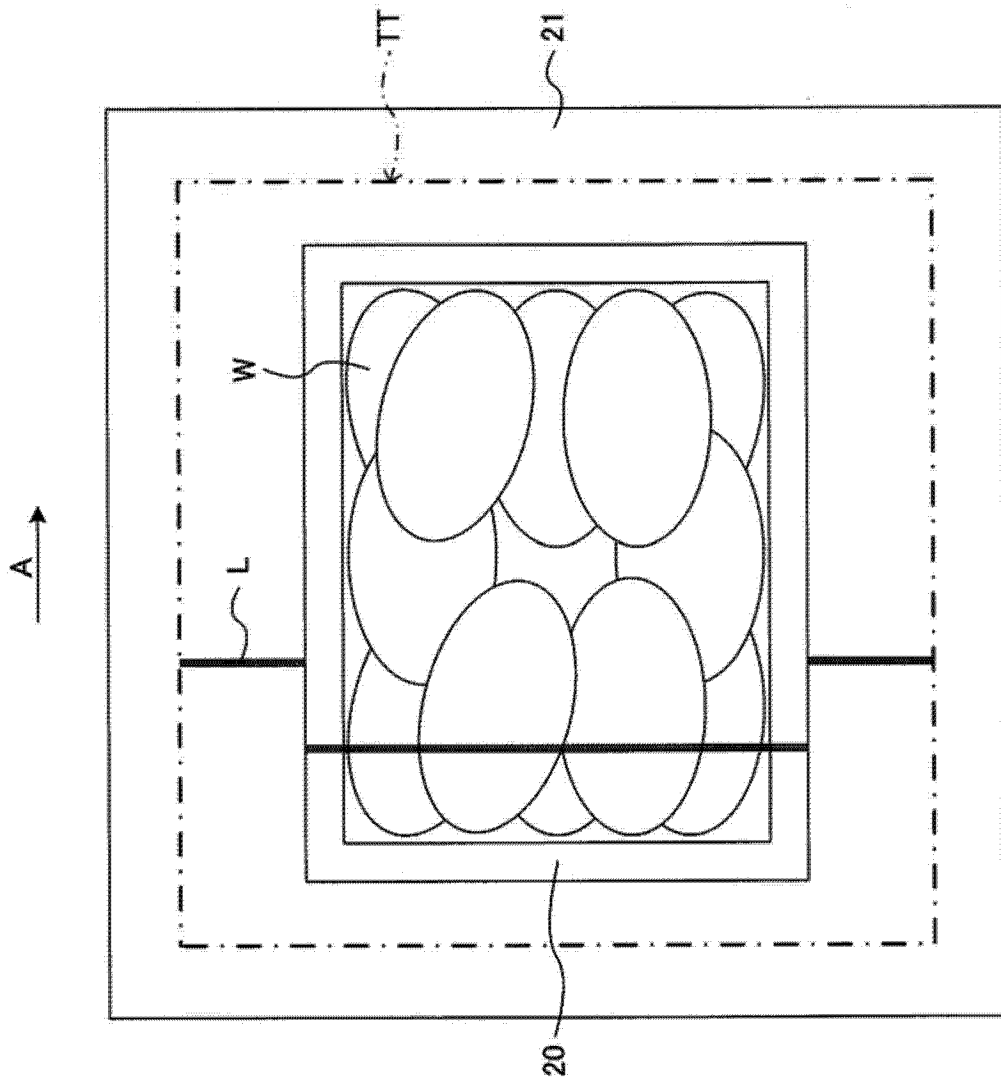


图 5

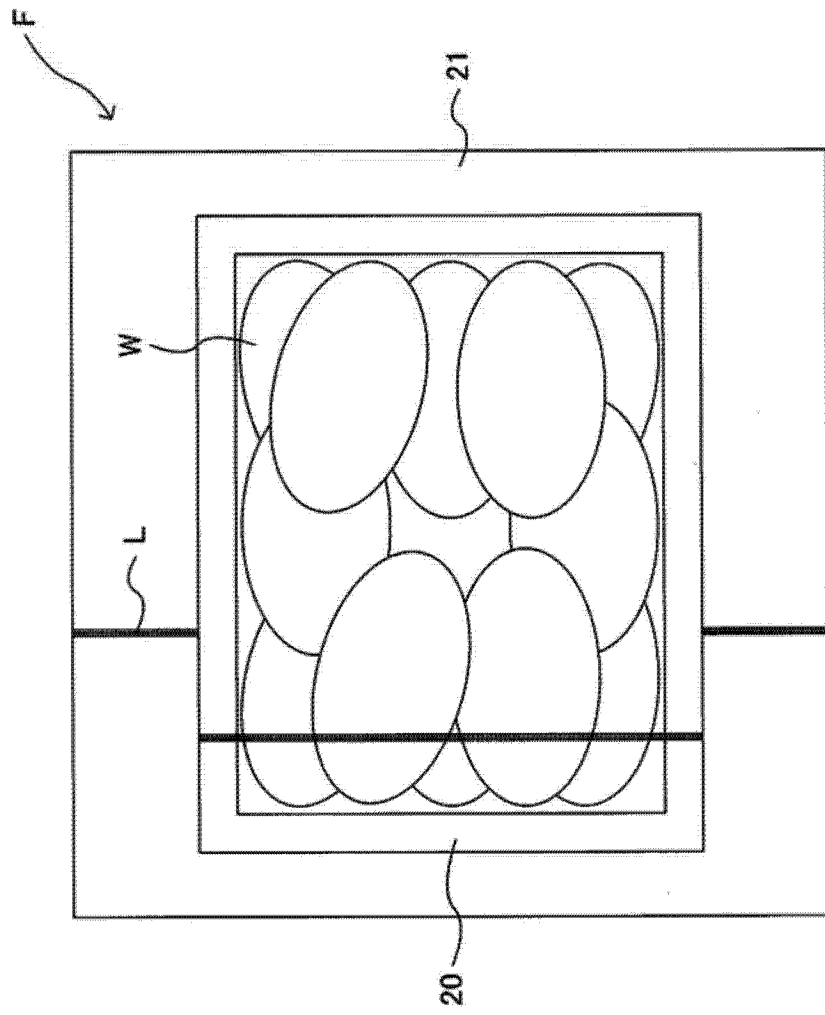


图 6

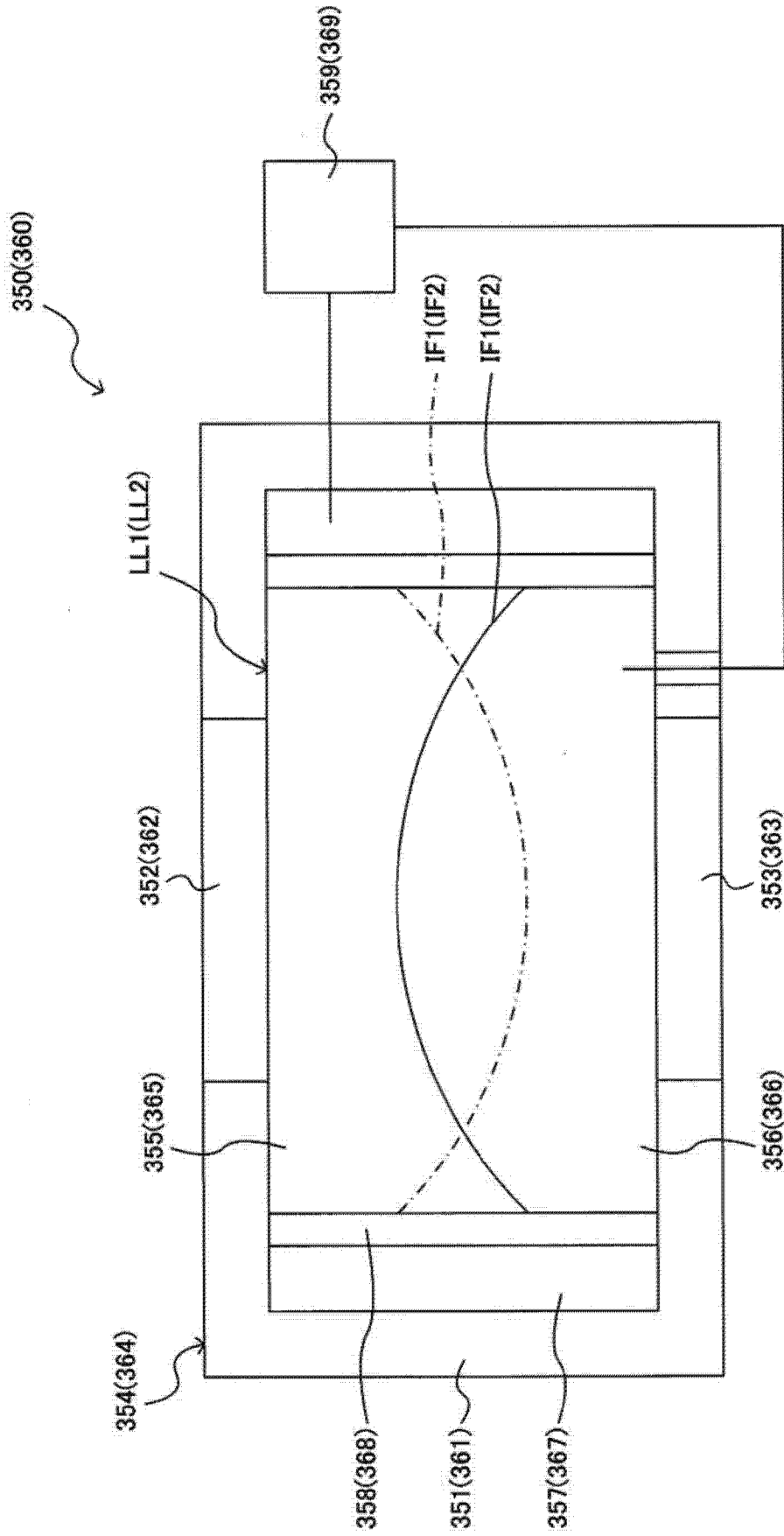


图 7

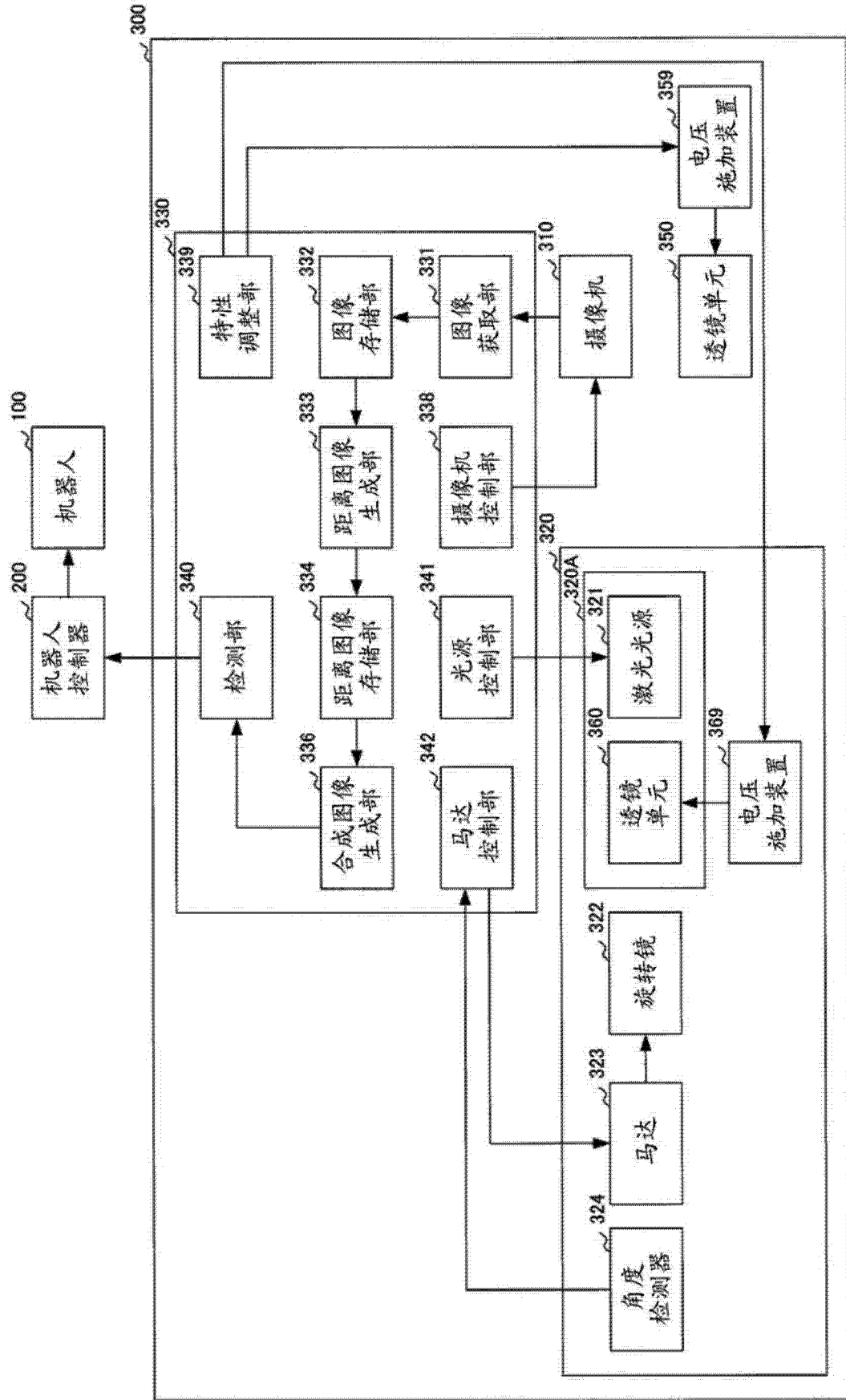


图 8

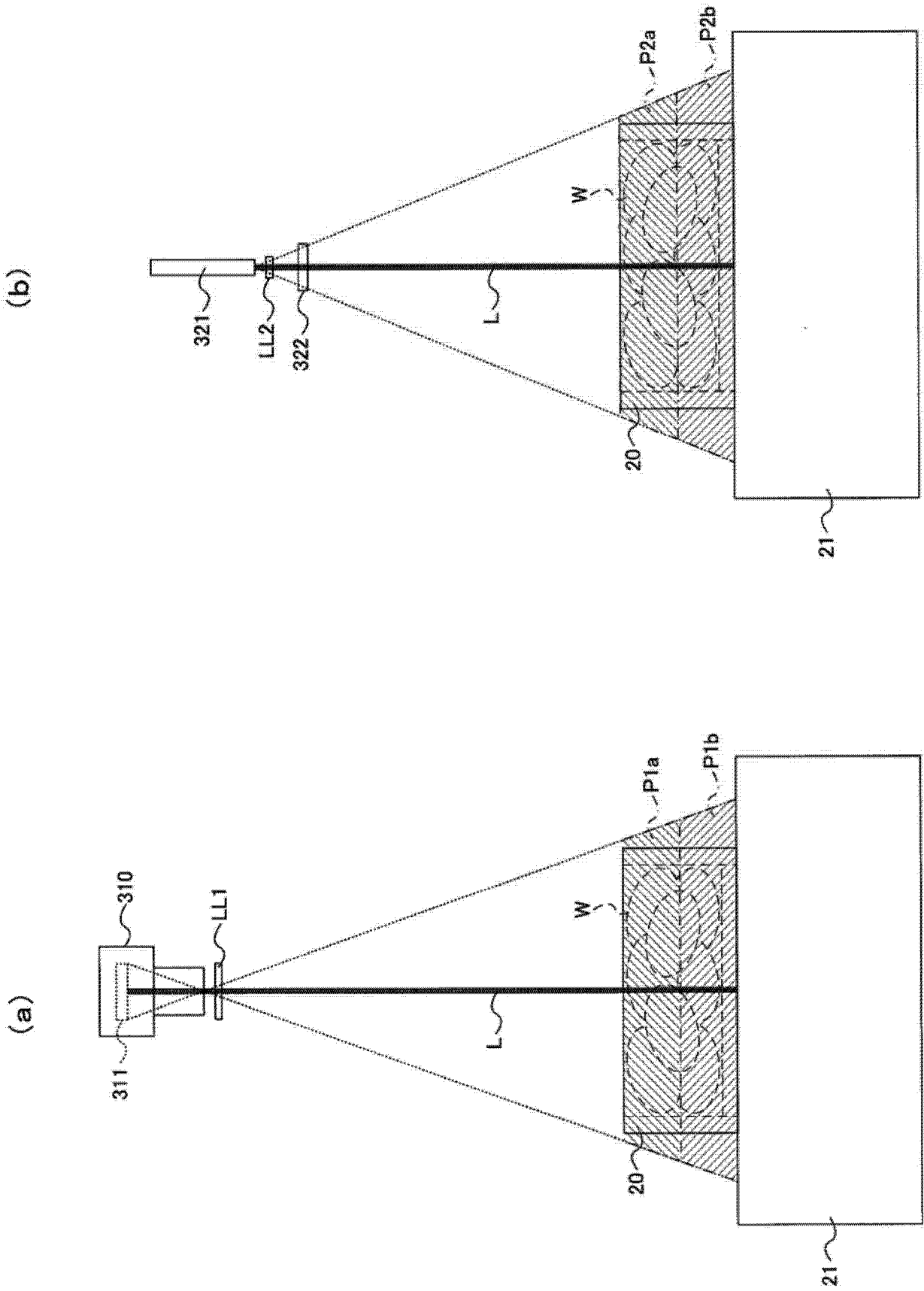


图 9

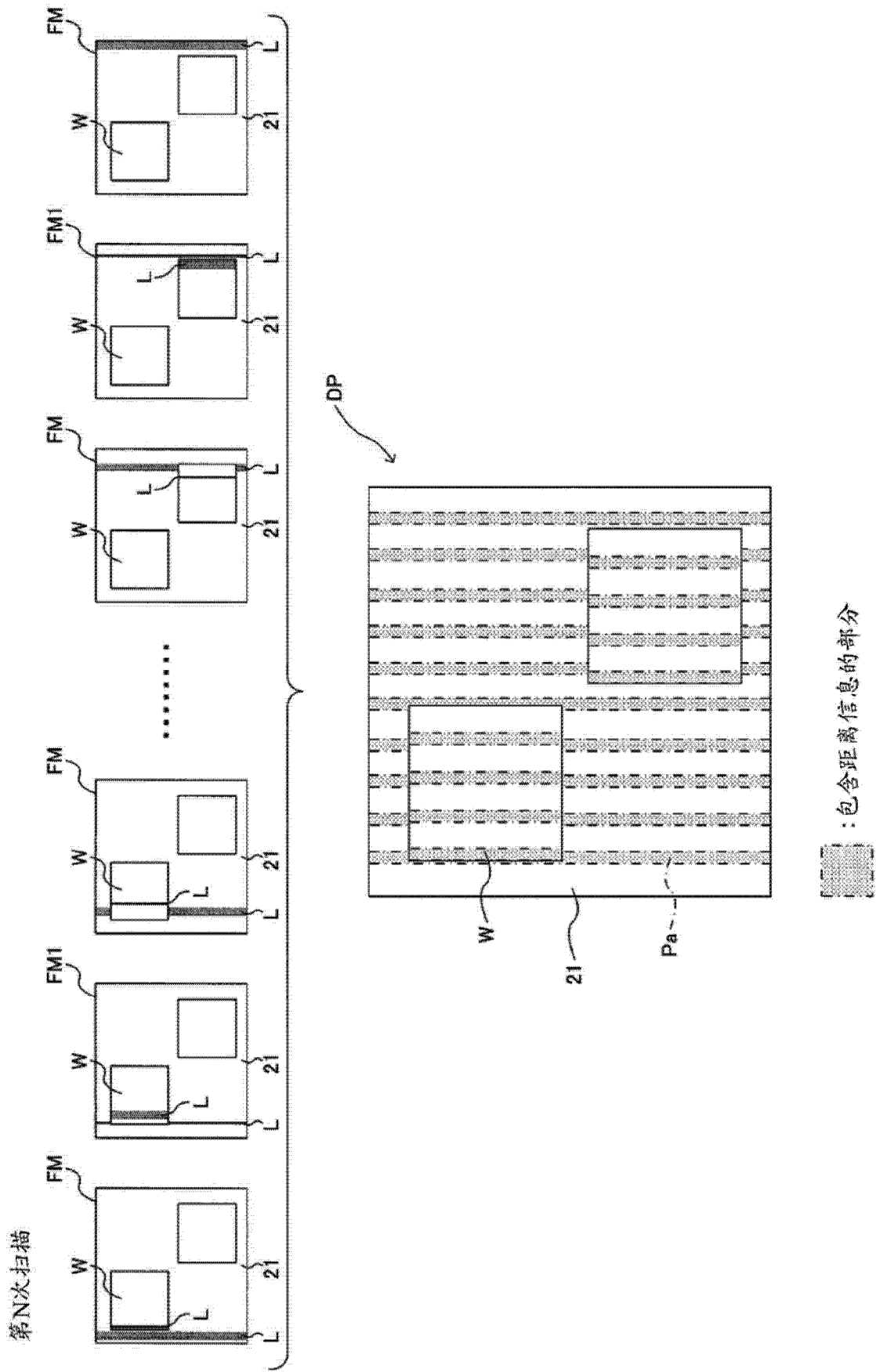


图 10

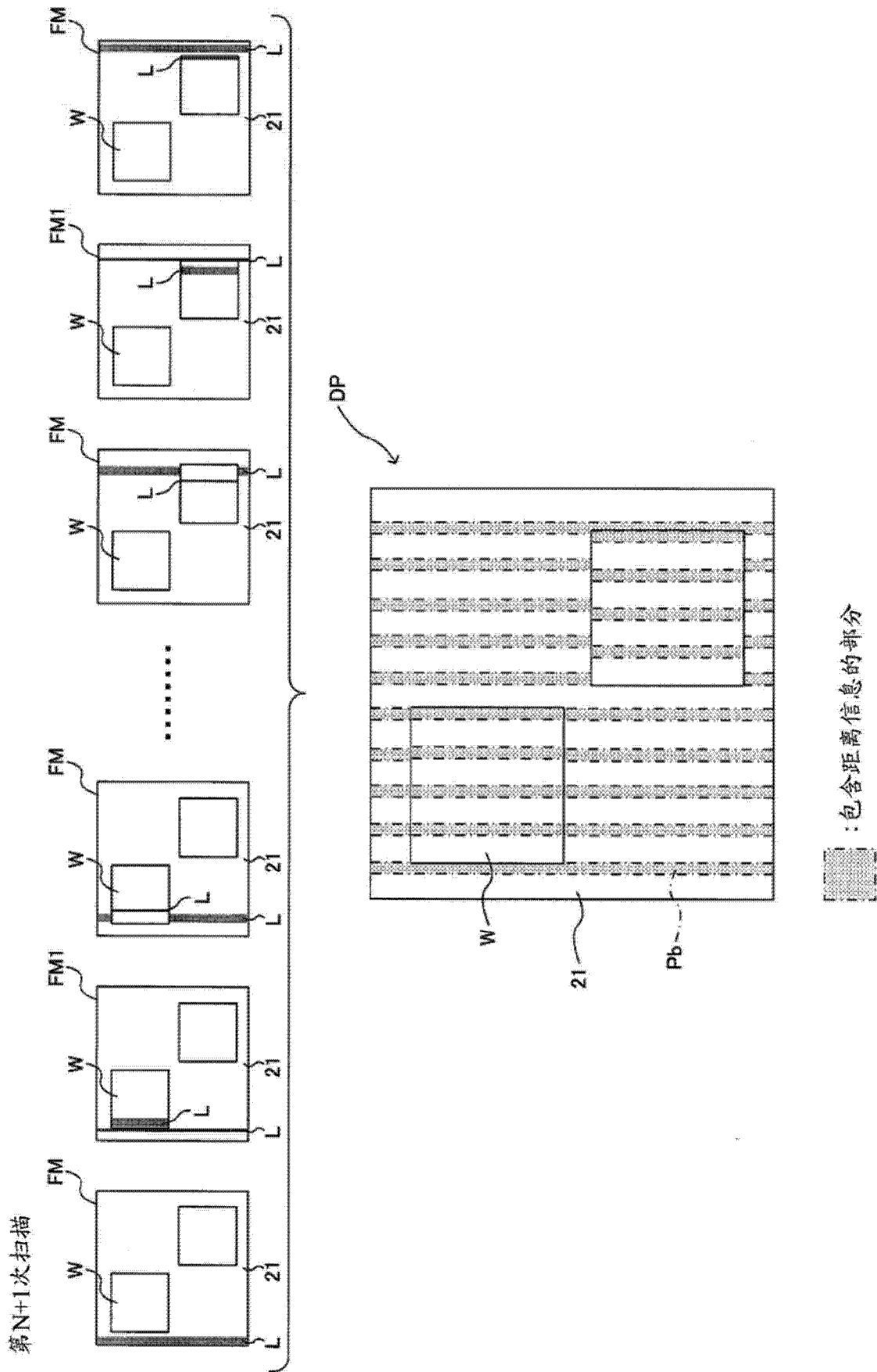


图 11

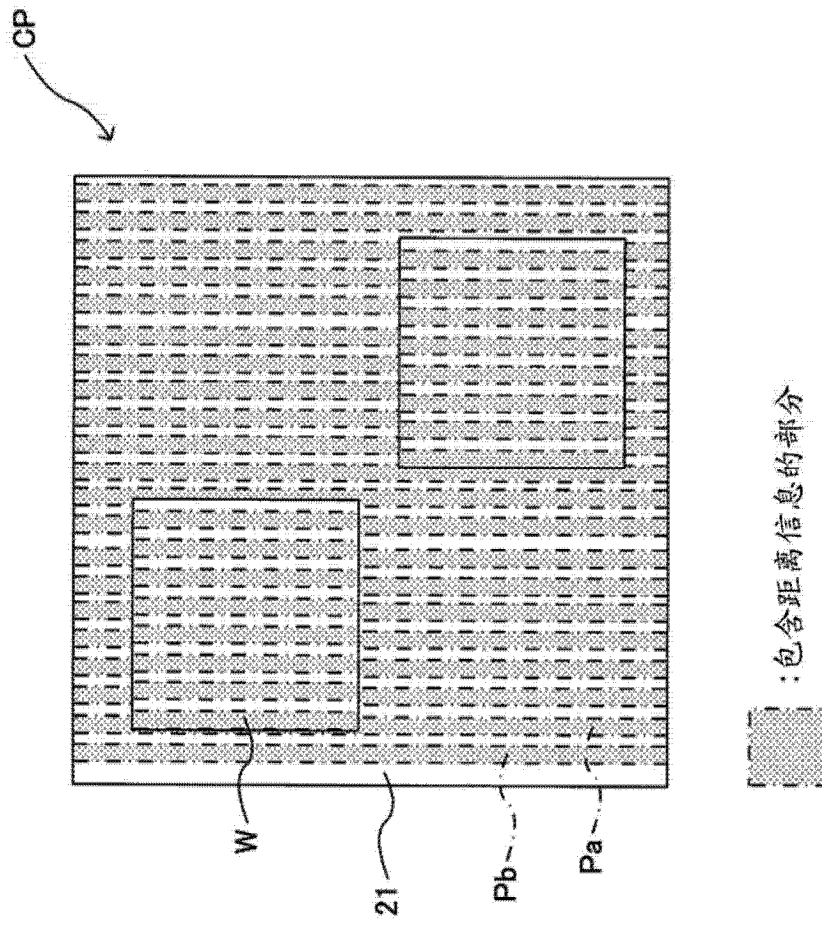


图 12