



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105308548 A

(43) 申请公布日 2016. 02. 03

(21) 申请号 201480031005. 9

(22) 申请日 2014. 06. 03

(30) 优先权数据

61/830, 671 2013. 06. 04 US

61/833, 161 2013. 06. 10 US

61/911, 915 2013. 12. 04 US

61/919, 759 2013. 12. 22 US

61/923, 775 2014. 01. 06 US

61/950, 868 2014. 03. 11 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 11. 30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/040579 2014. 06. 03

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/197404 EN 2014. 12. 11

(71) 申请人 内奥诺德公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 罗伯特·彼得松 佩尔·罗森格伦

埃里克·罗森格伦

斯特凡·霍姆格伦

拉尔斯·斯帕尔夫

理查德·贝里林德

托马斯·埃里克松

卡尔·埃里克·帕特里克·努德斯特伦

贡纳尔·马丁·弗勒伊德 王夏涛

雷莫·贝达什特

(74) 专利代理机构 北京明和龙知识产权代理有限公司 11281

代理人 郁玉成

(51) Int. Cl.

G06F 3/042(2006. 01)

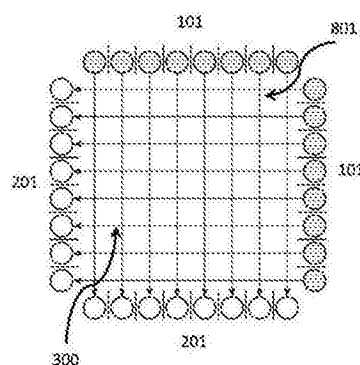
权利要求书3页 说明书33页 附图67页

(54) 发明名称

光学触摸屏

(57) 摘要

一种透镜,该透镜用于与光学触摸传感器中的二极管相对地放置,所述透镜包括:上部,该上部包括:更接近所述二极管定位的上折射表面;和距离所述二极管更远地定位的上反射器,所述上反射器在两个维度上弯曲并且被所述透镜的顶部水平平面水平切割;以及下部,该下部与所述二极管共面,并且包括:更接近所述二极管定位的下折射表面;和距离所述二极管更远地定位的下反射器,所述下反射器在所述两个维度上弯曲并且被所述透镜的底部水平平面水平切割,其中所述上反射器和所述下反射器是对称并且竖直对齐的,并且其中由所述下反射器反射到所述上反射器上的非准直光由所述下反射器在所述两个维度上部分地准直,并且由所述上反射器在所述两个维度上进一步准直。



(现有技术)

1. 一种透镜,该透镜用于与光学触摸传感器中的二极管相对地放置,所述透镜包括:
上部,该上部包括:
更接近所述二极管定位的上折射表面;和
距离所述二极管更远地定位的上反射器,所述上反射器在两个维度上弯曲并且被所述透镜的顶部水平平面水平切割;以及
下部,该下部与所述二极管共面,并且包括:
更接近所述二极管定位的下折射表面;和
距离所述二极管更远地定位的下反射器,所述下反射器在所述两个维度上弯曲并且被所述透镜的底部水平平面水平切割;
其中所述上反射器和所述下反射器是对称并且竖直对齐的,并且
其中由所述下反射器反射到所述上反射器上的非准直光由所述下反射器在所述两个维度上部分地准直,并且由所述上反射器在所述两个维度上进一步准直。
2. 根据权利要求1所述的透镜,其中所述透镜在所述顶部水平平面和所述底部水平平面之间的高度小于与所述透镜的后竖直背平面相交的弯曲反射器用以部分准直和进一步准直所述非准直光所需的高度。
3. 根据权利要求1所述的透镜,其中所述上折射表面和所述下折射表面不是弯曲的。
4. 根据权利要求1所述的透镜,其中所述下折射表面是单个弯曲表面,并且所述上折射表面不是弯曲的。
5. 一种用于计算屏上的多点触摸位置的方法,该方法包括:
启动围绕屏的周边的多个发射器和检测器,其中各个发射器-检测器对与来自横跨所述屏的多个光束的横跨所述屏的光束对应,并且其中所述光束中的一些光束被对所述屏进行触摸的一个或多个物体阻挡;
提供查找表,该查找表针对来自所述多个光束的各个光束列举来自所述多个光束的与该光束相交的其它光束以及它们各自的相交点;
(a) 识别第一被阻挡光束;
(b) 访问所述查找表,以识别与所述第一被阻挡光束相交的第二被阻挡光束;
(c) 访问所述查找表,以识别与如此识别出的第一被阻挡光束和第二被阻挡光束的相交点邻近的其它被阻挡光束的相交点;
(d) 重复操作(b)和(c),直到识别出被阻挡光束的所有邻近相交点,并且将如此识别出的邻近相交编组为单个触摸点;以及
(e) 针对尚未在操作(d)编组的其余被阻挡光束,重复(a)至(d)。
6. 一种用于计算屏上的多点触摸位置的方法,该方法包括:
启动围绕屏的周边的多个发射器和检测器,其中各个发射器-检测器对与来自横跨所述屏的多个光束的横跨所述屏的光束对应,并且其中所述光束中的一些光束被对所述屏进行触摸的一个或多个物体阻挡;
将所述屏识别为初始触摸候选区域;
针对各个候选区域:
(a) 识别横跨该候选区域的未被阻挡光束;
(b) 将所述候选区域分成被如此识别出的未被阻挡光束分开的多个候选区域;和

(c) 针对所有未被阻挡光束重复操作 (a) 和 (b) ;以及
将尺寸大于最小尺寸的候选区域指定为唯一触摸位置。

7. 根据权利要求 6 所述的方法, 其中假定触摸物体具有最小宽度 d , 并且其中在操作 (b) 将沿着每个未被阻挡光束的路径的宽度 d 的条带从所述触摸候选区域去除。

8. 一种用于计算屏上的触摸位置的方法, 该方法包括:

围绕屏的周边设置多个发射器和检测器, 其中各个发射器 - 检测器对与来自多个宽光束的横跨所述屏的宽光束对应;

启动屏扫描, 从而使各个发射器与相对的检测器成对;

(a) 从所述多个宽光束识别被对所述屏进行触摸的物体阻挡的那些宽光束;

(b) 识别在操作 (a) 识别出的被阻挡宽光束当中的基本垂直取向的宽光束之间的相交区域;

(c) 识别穿过在操作 (b) 识别出的相交区域的附加的被阻挡宽光束;

(d) 针对在操作 (c) 识别出的各个附加的被阻挡宽光束确定阻挡程度;

(e) 识别由在操作 (c) 识别出的各个附加的被阻挡宽光束与在操作 (a) 识别出的被阻挡宽光束的相交形成的二维形状; 以及

(f) 计算如此识别出的二维形状的重心的加权平均, 其中该和中各个重心的权重与在操作 (c) 确定的其各自的阻挡程度对应。

9. 根据权利要求 8 所述的方法, 该方法进一步包括针对在操作 (a) 识别出的各个被阻挡宽光束附加地确定阻挡程度, 并且其中该和中的各个重心的权重也与其各自的附加地确定的阻挡程度对应。

10. 一种圆形触摸传感器, 该圆形触摸传感器包括:

壳体;

安装在所述壳体中的表面, 该表面包括被暴露出以接收触摸输入的圆形部分;

多个光检测器, 所述多个光检测器沿着与所述圆形部分的一半对应的半圆形轮廓安装在所述壳体中, 其中邻近检测器之间的角间距是恒定的;

多个光发射器, 所述多个光发射器沿着与所述圆形部分的相对部分对应的相对半圆形轮廓安装在所述壳体中, 并且所述多个光发射器成组布置, 使得各个组内的邻近发射器之间的角间距为 θ , 并且使得在不同组中的最接近的发射器之间的角间距为 $\theta + \alpha$, 其中 α 为正; 以及

处理器, 该处理器连接至所述发射器和所述检测器, 用于同步地共同启动发射器 - 检测器对, 并且所述处理器被配置成基于所述检测器的输出来计算触摸所述圆形部分的物体的二维位置。

11. 根据权利要求 10 所述的圆形触摸传感器, 其中 $\alpha = \theta / 2$ 。

12. 根据权利要求 10 所述的圆形触摸传感器, 该圆形触摸传感器进一步包括透镜, 该透镜包围所述圆形部分, 以将来自所述发射器的光横跨所述圆形部分引导到所述检测器。

13. 一种圆形触摸传感器, 该圆形触摸传感器包括:

壳体;

安装在所述壳体中的表面, 该表面包括被暴露出以接收触摸输入的圆形部分;

多个光发射器, 所述多个光发射器沿着与所述圆形部分的一半对应的半圆形轮廓安装

在所述壳体中,其中邻近发射器之间的角间距是恒定的;

多个光检测器,所述多个光检测器沿着与所述圆形部分的相对半部对应的相对半圆形轮廓安装在所述壳体中,并且成组布置,使得各个组内的邻近检测器之间的角间距为 θ ,并且使得不同组中的最接近的检测器之间的角间距为 $\theta + \alpha$,其中 α 为正;以及

处理器,该处理器连接至所述发射器和所述检测器,用于同步地共同启动发射器-检测器对,并且所述处理器被配置成基于所述检测器的输出来计算触摸所述圆形部分的物体的二维位置。

14. 根据权利要求 13 所述的圆形触摸传感器,其中 $\alpha = \theta/2$ 。

15. 根据权利要求 13 所述的圆形触摸传感器,该圆形触摸传感器进一步包括透镜,该透镜包围所述圆形部分,以将来自所述发射器的光横跨所述圆形部分引导到所述检测器。

光学触摸屏

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请要求如下美国临时专利申请的优先权权益：

[0003] ● 由发明人 Erik Rosengren、Robert Pettersson、Lars Sparf 和 Thomas Eriksson 在 2013 年 6 月 4 日提交的、名称为“MULTI-TOUCH OPTICAL TOUCH SCREENS WITHOUT GHOST POINTS(没有假性触摸点的多点触摸光学触摸屏)”的美国临时专利申请 No. 61/830, 671；

[0004] ● 由发明人 Richard Berglind、Erik Rosengren、Robert Pettersson、Lars Sparf、Thomas Eriksson、Gunnar Martin Fröjd 和 Xiatao Wang 在 2013 年 6 月 10 日较的、名称为“CIRCULAR MULTI-TOUCH OPTICAL TOUCH SCREENS(圆形多点触摸光学触摸屏)”的美国临时专利申请 No. 61/833, 161；

[0005] ● 由发明人 Remo Behdasht、Erik Rosengren、Robert Pettersson、Lars Sparf、Thomas Eriksson 在 2013 年 12 月 22 日提交的、名称为“OPTICAL TOUCH SCREENS WITH TOUCH-SENSITIVE BORDERS(具有触敏边界的光学触摸屏)”的美国临时专利申请 No. 61/919, 759；

[0006] ● 由发明人 Richard Berglind、Erik Rosengren、Robert Pettersson、Lars Sparf、Thomas Eriksson、Gunnar Martin Fröjd 和 Xiatao Wang 在 2013 年 12 月 4 日提交的、名称为“CIRCULAR MULTI-TOUCH OPTICAL TOUCH SCREENS(圆形多点触摸光学触摸屏)”的美国临时专利申请 No. 61/911, 915；

[0007] ● 由发明人 Per Rosengren、Stefan Holmgren、Erik Rosengren、Robert Pettersson、Lars Sparf 和 Thomas Eriksson 在 2014 年 1 月 6 日提交的、名称为“MULTI-TOUCH OPTICAL TOUCH SCREENS WITHOUT GHOST POINTS(没有假性触摸点的多点触摸光学触摸屏)”的美国临时专利申请 No. 61/923, 775；以及

[0008] ● 由发明人 Karl Erik Patrik Nordström、Per Rosengren、Stefan Holmgren、Erik Rosengren、Robert Pettersson、Lars Sparf 和 Thomas Eriksson 在 2014 年 3 月 11 日提交的、名称为“OPTICAL TOUCH SCREENS(光学触摸屏)”的美国临时专利申请 No. 61/950, 868。

[0009] 通过参考将这些申请的内容全部结合于此。

技术领域

[0010] 本发明的领域为基于光的触摸屏。

背景技术

[0011] 许多消费性电子设备现在都构建有触敏表面(追踪垫(track pad)或触摸屏),以供手指或触笔触摸用户输入之用。这些设备的范围从诸如移动电话和车载娱乐系统之类的小型屏幕设备到诸如笔记本电脑之类中型屏幕设备,再到诸如机场的检入站之类的大

型屏幕设备。

[0012] 在计算技术中,多点触摸(或多点触控)是指触摸感测表面的、识别存在与该表面接触的两个或更多个点的能力。这种多点感知经常用来实现高级功能,诸如捏拉缩放或启动预先规定的程序(维基百科(Wikipedia),“多点触摸(multi-touch)”)。微软公司(Microsoft Corporation)的视窗(Windows)8操作系统需要支持最少5点数字化仪的触摸屏。**WINDOWS®**是微软公司的注册商标。

[0013] 本发明涉及基于光的触敏表面。基于光的触敏表面利用光发射器和光检测器包围表面边界以在该表面上面产生光束网格。触摸该表面的物体阻挡光束的对应部分。

[0014] 参照图1,图1是现有技术的基于光的触摸屏的图示,该触摸屏具有16个LED和16个PD。在图1中,屏801由沿着两个边缘的发射器101和沿着其余两个边缘的光电二极管(PD)接收器201包围,这些发射器101和接收器201一起能够形成覆盖该屏的光束300的网格。

[0015] 基于光的触摸检测系统不能精确地识别与表面接触的两个或更多个点的许多情形。参照图2和图3,图2和图3是在现有技术的触摸屏中的不确定的多点触摸检测的情形的例示图。图2和图3示出了两个对角相对的触摸901和902的不同情形,相对于图1的光网格来说,触摸901和902是不确定的。如图2和图3所示,相同的光束在两种情形下都被阻挡。

[0016] 当多于两个的物体同时对该屏进行触摸时,还有进一步的不确定性。参照图4和图5,图4和图5是在现有技术的触摸屏中的假性触摸(ghosted touch)的情形的例示图。相比于图4中所示的三点触摸的情况以及相比于图5中所示的四点触摸的情况,图2和图2中所示的两点触摸的情况也是不确定的。在图2至图5中所示的情况当中的每种情况下,行和列PD a-h都示出了在相同位置处不存在光。图4和图5中所示的不确定性是由于“鬼影”(也称为假性触点)引起,“鬼影”是指第一物体的阴影遮蔽第二物体并且妨碍该第二物体被检测到的作用或影响。

[0017] 相比于其它触摸传感器技术,诸如电容式和电阻式方案,基于光的触摸屏具有许多优点。尤其是,基于光的触摸屏使得材料清单(bill-of-material)成本能够比电容式方案低,特别是对于大型屏来说。基于光的触摸屏比电容式和电阻式方案优越的原因还在于,基于光的触摸屏不需要位于屏的上面的附加物理层,这种附加物理层削弱了屏图像。对于采用其中屏图像的亮度取决于反射光而不是背光的反射屏的设备来说,这是一个重要的优点。参照美国专利No. 8,674,966,名称为“ASIC CONTROLLER FOR A LIGHT-BASED TOUCH SCREEN(用于基于光的触摸屏的ASIC控制器)”,通过参考将该专利全部结合于此。该专利教导了对于基于光的触摸屏来说能够获得比可利用现有技术的电容式屏获得的扫描速率更快的扫描速率。提供一种操作而检测多点触摸手势并且与视窗8操作系统的要求兼容的基于光的触摸屏将是有利的。

[0018] 现有技术的基于光的触摸屏的一个缺点是需要沿着屏的全部四个边缘容纳许多光发射器和光检测器。该要求使得在不对现有的电子设备内部部件的布局进行重大改变的情况下难以将基于光的触摸检测嵌入到该电子设备内。减少所需部件的数量并且能够将它们放置在有限面积内而不是包围整个屏将是有利的。减少所需的光发射器和光检测器的总数具有减少材料清单(ROM)的额外收益。

发明内容

[0019] 本发明的实施方式提供了基于被阻挡光束的明确的多点触摸检测。本发明的其它实施方式提供了利用沿着屏的仅一个边缘的光发射器的一维阵列和沿着屏的相对边缘的光检测器的相对阵列进行的 2D 触摸检测。

[0020] 因此,根据本发明的一个实施方式,提供了一种光发射器和光检测器的矩形布置,其中光发射器沿着所述矩形布置的两个相邻边缘布置,而光检测器沿着两个其余边缘布置。来自各个发射器的光由多个检测器检测。从发射器到检测器的各个光束横穿多个屏像素。存储在计算机存储器中的表针对各个光束列举了位于该光束的路径中的所有像素。对于各个被阻挡光束,位于该光束的路径中的所有像素都被标记为被阻挡;而对于各个未被阻挡光束,位于该光束的路径中的所有像素都被标记为未被阻挡。这创建了具有三个类型像素的图:完全被阻挡、完全未被阻挡和部分被阻挡。部分被阻挡的像素被若干个光束横穿,这些光束中的仅一些光束被阻挡。完全被阻挡的像素被若干光束横穿,这些光束全部被阻挡。完全被阻挡的像素对应于触摸位置。该系统然后将相邻的被阻挡像素连接以构成连续被阻挡像素的斑点。各个斑点或一组连续的被阻挡像素被作为单个触摸位置来进行处理。

[0021] 根据本发明的一个实施方式,另外提供了一种触摸屏,该触摸屏的特征在于沿着所述触摸屏的底部边缘的一行光发射器和沿着所述触摸屏的顶部边缘的一行光检测器。各个光发射器投射被所有所述光检测器检测到的极宽光束。触摸所述触摸屏的物体的 x 坐标对应于与所述触摸屏的侧边缘平行地延伸的被阻挡光束。y 坐标通过识别对角的被阻挡光束之间的相交来确定。

[0022] 根据本发明的一个实施方式,进一步提供了一种透镜,该透镜用于与光学触摸传感器中的二极管相对地放置,所述透镜包括:上部,该上部包括:更接近所述二极管定位的上折射表面;和距离所述二极管更远地定位的上反射器,所述上反射器在两个维度上弯曲并且被所述透镜的顶部水平平面水平切割;以及下部,该下部与所述二极管共面,并且包括:更接近所述二极管定位的下折射表面;和距离所述二极管更远地定位的下反射器,所述下反射器在所述两个维度上弯曲并且被所述透镜的底部水平平面水平切割,其中所述上反射器和所述下反射器是对称并且竖直对齐的,并且其中由所述下反射器反射到所述上反射器上的非准直光由所述下反射器在所述两个维度上部分地准直,并且由所述上反射器在所述两个维度上进一步准直。

[0023] 在所述透镜的所述二极管视角较大的情况下,所述透镜在所述顶部水平平面和所述底部水平平面之间的高度小于与所述透镜的后竖直背平面相交的弯曲反射器用以部分准直和进一步准直所述非准直光所需的高度。

[0024] 根据本发明的一个实施方式,更进一步提供了一种用于计算屏上的多点触摸位置的方法,该方法包括:启动围绕屏的周边的多个发射器和检测器,其中各个发射器-检测器对与来自横跨所述屏的多个光束的横跨所述屏的光束对应,并且其中所述光束中的一些光束被对所述屏进行触摸的一个或多个物体阻挡;提供查找表,该查找表针对来自所述多个光束的各个光束列举来自所述多个光束的与该光束相交的其它光束以及它们各自的相交点;(a) 识别第一被阻挡光束;(b) 访问所述查找表,以识别与所述第一被阻挡光束相交的

第二被阻挡光束；(c) 访问所述查找表，以识别与如此识别出的第一被阻挡光束和第二被阻挡光束的相交点邻近的其它被阻挡光束的相交点；(d) 重复操作 (b) 和 (c)，直到识别出被阻挡光束的所有邻近相交点，并且将如此识别出的邻近相交编组为单个触摸点；以及 (e) 针对尚未在操作 (d) 编组的其余被阻挡光束，重复 (a) 至 (d)。

[0025] 此外，根据本发明的一个实施方式，提供了一种用于计算屏上的多点触摸位置的方法，该方法包括：启动围绕屏的周边的多个发射器和检测器，其中各个发射器-检测器对与来自横跨所述屏的多个光束的横跨所述屏的光束对应，并且其中所述光束中的一些光束被对所述屏进行触摸的一个或多个物体阻挡；将所述屏识别为初始触摸候选区域；针对各个候选区域：(a) 识别横跨该候选区域的未被阻挡光束；(b) 将所述候选区域分成被如此识别出的未被阻挡光束分离的多个候选区域；和 (c) 针对所有未被阻挡光束重复操作 (a) 和 (b)；以及将尺寸大于最小尺寸的候选区域指定为唯一触摸位置。

[0026] 另外，根据本发明的一个实施方式，提供了一种用于计算屏上的触摸位置的方法，该方法包括：围绕屏的周边设置多个发射器和检测器，其中各个发射器-检测器对与来自多个宽光束的横跨所述屏的宽光束对应；启动屏扫描，从而使各个发射器与相对的检测器成对，(a) 从所述多个宽光束识别被对所述屏进行触摸的物体阻挡的那些宽光束；(b) 识别在操作 (a) 识别出的被阻挡宽光束当中的基本垂直取向的宽光束之间的相交区域；(c) 识别穿过在操作 (b) 识别出的相交区域的附加的被阻挡宽光束；(d) 针对在操作 (c) 识别出的各个附加的被阻挡宽光束确定阻挡程度；(e) 识别由在操作 (c) 识别出的各个附加的被阻挡宽光束与在操作 (a) 识别出的被阻挡宽光束的相交形成的二维形状；以及 (f) 计算如此识别出的二维形状的重心的加权平均，其中该和中各个重心的权重与在操作 (c) 确定的其各自的阻挡程度对应。

[0027] 根据本发明的一个实施方式，进一步提出了一种圆形触摸传感器，该圆形触摸传感器包括：壳体；安装在所述壳体中的表面，该表面包括被暴露出以接收触摸输入的圆形部分；多个光检测器，所述多个光检测器沿着与所述圆形部分的一半对应的半圆形轮廓安装在所述壳体中，其中邻近检测器之间的角间距是恒定的；多个光发射器，所述多个光发射器沿着与所述圆形部分的相对部分对应的相对半圆形轮廓安装在所述壳体中，并且所述多个光发射器成组布置，使得各个组内的邻近发射器之间的角间距为 θ ，并且使得在不同组中的最接近的发射器之间的角间距为 $\theta + \alpha$ ，其中 α 为正；以及处理器，该处理器连接至所述发射器和所述检测器，用于同步地共同启动发射器-检测器对，并且所述处理器被配置成基于所述检测器的输出来计算触摸所述圆形部分的物体的二维位置。。

[0028] 根据本发明的一个实施方式，更进一步提供了一种圆形触摸传感器，该圆形触摸传感器包括：壳体；安装在所述壳体中的表面，该表面包括被暴露出以接收触摸输入的圆形部分；多个光发射器，所述多个光发射器沿着与所述圆形部分的一半对应的半圆形轮廓安装在所述壳体中，其中邻近发射器之间的角间距是恒定的；多个光检测器，所述多个光检测器沿着与所述圆形部分的相对半部对应的相对半圆形轮廓安装在所述壳体中，并且成组布置，使得各个组内的邻近检测器之间的角间距为 θ ，并且使得不同组中的最接近的检测器之间的角间距为 $\theta + \alpha$ ，其中 α 为正；以及处理器，该处理器连接至所述发射器和所述检测器，用于同步地共同启动发射器-检测器对，并且所述处理器被配置成基于所述检测器的输出来计算触摸所述圆形部分的物体的二维位置。

附图说明

- [0029] 从如下结合附图的详细描述将更充分地理解和认识本发明,在附图中:
- [0030] 图 1 是现有技术的基于光的触摸屏的图,该触摸屏具有 16 个 LED 和 16 个 PD;
- [0031] 图 2 和图 3 是在现有技术的触摸屏中的不确定的多点触摸检测的情形图示;
- [0032] 图 4 和图 5 是在现有技术的触摸屏中的假性触摸的情形图示;
- [0033] 图 6 是在根据本发明的一个实施方式的触摸屏系统中的相交光束的网络的图示;
- [0034] 图 7 是在根据本发明的一个实施方式的触摸屏系统中的检测五个触摸点的相交光束的网络的图示;
- [0035] 图 8 是根据本发明的一个实施方式的描述用于识别触摸位置的第一方法的流程图;
- [0036] 图 9 是根据本发明的一个实施方式的描述用于识别触摸位置的第二方法的流程图;
- [0037] 图 10 是根据本发明的一个实施方式的由图 9 的方法使用的邻近相交的图示;
- [0038] 图 11 是根据本发明的一个实施方式的用于定位触摸物体的相连接的被阻挡光束的网络的图示;
- [0039] 图 12 是根据本发明的一个实施方式的通过触摸屏识别出的五个识别触摸物体的图示;
- [0040] 图 13 至图 18 是根据本发明的一个实施方式的用于确定触摸位置的另选方法的图示,其中根据未被阻挡的细光束排除了较大的、候选触摸区域的多个部分;
- [0041] 图 19 是根据本发明的一个实施方式的表示由于触摸物体而没有光束穿过的区域的五个圆圈的图示;
- [0042] 图 20 是根据本发明的一个实施方式的根据被阻挡光束的数量追踪分开的触摸候选区域的数量数的曲线图;
- [0043] 图 21 和图 22 是根据本发明的一个实施方式的被部分地阻挡的宽光束的简化图示,它们示出了在何处放置阻挡物体的作用;
- [0044] 图 23 是根据本发明的一个实施方式的横跨宽光束的宽度的等参曲线(iso-curves)的简化示例性图示;
- [0045] 图 24 至图 30 是根据本发明的一个实施方式的触摸位置确定方法的简化图示,其中根据被阻挡的以及被部分地阻挡的宽光束排除大的候选触摸触摸的多个部分;
- [0046] 图 31 是根据本发明的一个实施方式的在两个相邻的屏边缘之间延伸的被部分地阻挡的宽光束的简化图示;
- [0047] 图 32 至图 34 是根据本发明的另一个方法的利用宽光束检测的物体的简化图;
- [0048] 图 35 是根据本发明的一个实施方式的消除假性触摸的方法的流程图;
- [0049] 图 36 是根据本发明的一个实施方式的横跨许多角度分布光束的透镜的简化图;
- [0050] 图 37 是根据本发明的一个实施方式的都聚焦在单个二极管上的四个不同视场的简化图;
- [0051] 图 38 是根据本发明的一个实施方式的从上方观看时图 37 的四个视场的简化图示;

[0052] 图 39 和图 40 是根据本发明的一个实施方式的从一个发射器到两个相应的 PD 的两个光束的简化图示；

[0053] 图 41 至图 43 是根据本发明的一个实施方式的设备中的部件、光导、PCB 和屏的布置的简化图示；

[0054] 图 44 和图 45 是根据本发明的一个实施方式的光导的简化图示；

[0055] 图 46 是根据本发明的一个实施方式的在图 44 和图 45 的光导中微结构如何修正光场中的间隙问题的简化图示；

[0056] 图 47 至图 49 是根据本发明的一个实施方式的光导的简化图示；

[0057] 图 50 是根据本发明的一个实施方式的横跨宽光束的宽度的光强度分布的简化图示；

[0058] 图 51 是根据本发明的一个实施方式的将横跨未被反射的宽光束的宽度的光强度分布与已经穿过图 44 和图 45 的光导的宽光束的光强度分布进行比较的简化图示；

[0059] 图 52 至图 54 是根据本发明的一个实施方式的光导的简化图示；

[0060] 图 55 是光导的现有技术图示；

[0061] 图 56 是根据本发明的一个实施方式的光导的简化图示；

[0062] 图 57 和图 58 是根据本发明的一个实施方式的光导布置的简化图示，该光导布置用于检测在该光导上进行的触摸和扫掠手势；

[0063] 图 59 是根据本发明的一个实施方式的触摸屏的简化图示，该触摸屏具有沿着触摸屏的底部边缘的一行发射器和沿着触摸屏的顶部边缘的一行接收器；

[0064] 图 60 是根据本发明的一个实施方式的图 59 的触摸屏的简化图示；

[0065] 图 61 是根据本发明的一个实施方式的图 59 和图 60 的触摸屏的分解图；

[0066] 图 62 是根据本发明的一个实施方式的触摸屏的简化图示，该触摸屏具有安装在第一薄条带 PCB 上的沿着触摸屏的底部边缘的一行发射器和安装在第二薄条带 PCB 上的沿着触摸屏的顶部边缘的一行接收器；

[0067] 图 63 是根据本发明的一个实施方式的图 62 的触摸屏的分解图；

[0068] 图 64 是根据本发明的一个实施方式的可折叠触摸屏的简化图示；

[0069] 图 65 是根据本发明的一个实施方式的第二可折叠触摸屏的简化图示；

[0070] 图 66 是根据本发明的一个实施方式的从一个发射器到达所有检测器的光束的简化图示；

[0071] 图 67 是示出了根据本发明的一个实施方式的来自图 66 的光束中哪些光束被对屏的中心进行触摸的物体阻挡的简化图示；

[0072] 图 68 是示出了根据本发明的一个实施方式的来自其它发射器的被图 67 的物体阻挡的附加光束的简化图示；

[0073] 图 69 是示出了根据本发明的一个实施方式的没有被图 67 的物体阻挡的所有光束的简化图示；

[0074] 图 70 至图 73 是根据本发明的一个实施方式的用于圆形触摸表面的另选 LED 和 PD 布局的图示；

[0075] 图 74 是根据本发明的一个实施方式的用于圆形触摸表面的光导的图示；

[0076] 图 75 是根据本发明的一个实施方式的用于圆形触摸表面的 PCB 布局的图示；

[0077] 图 76 是根据本发明的一个实施方式的由一个 LED 发射的、被包围圆形触摸表面的多个 PD 检测到的光束的图示；

[0078] 图 77 是根据本发明的一个实施方式的在圆形触摸表面中使用的相交光束的网络的图示；

[0079] 图 78 是根据本发明的一个实施方式的圆形触摸表面传感器的简化图示；

[0080] 图 79 是根据本发明的一个实施方式的用于组装圆形触摸表面的部件的图示；

[0081] 图 80 是根据本发明的一个实施方式的图 78 的圆形触摸表面的分解图；

[0082] 图 81 是根据本发明的一个实施方式的图 78 的圆形触摸表面的截面图；

[0083] 图 82 是根据本发明的一个实施方式的图 78 的圆形触摸表面的光导的简化图示；以及

[0084] 图 83 和图 84 是根据本发明的一个实施方式的在圆形触摸表面中使用的光束的路径的图示。

[0085] 如下表格是编号元件的目录，并且列举了各个编号元件出现的附图。类似编号的元件代表相同类型的元件，但是它们不需要是相同元件。

[0086]

编号元件		
元件	描述	图
101 – 103	发射器	1 - 7, 32 - 34, 40, - 42, 57, 58
104	LED 芯片	36, 38
105	塑料壳	36, 38
106 – 111	发射器	21, 22, 31, 39, 44 – 58, 61, 63, 66 - 69, 83, 84
201-203, 205 - 207	光电检测器	1 - 7, 21, 22, 31 – 34, 39, 40, 50, 57, 61, 63, 66 - 69
210	光电检测器芯片	43
211	塑料壳	43
220	光电检测器	83
300 – 306	光束	1, 10, 14, 15
307, 308	被阻挡光束	17, 18
311 - 314	相交点	10
316 - 319	区域 q	30
320 – 326	光束	21 - 26, 30, 31, 39, 40, 57, 58
327	等参曲线	24, 26
328	区域 q	24, 26
330	等参曲线	25, 26
331	区域 q	25, 26
332 – 335	光束	27 – 30, 76, 83, 84
336	等参曲线	27, 29
337	区域 q	27, 29

[0087]

338	等参曲线	28, 29
339	区域 q	28, 29
341	光束	44, 45
342	间隙	45
343-348, 354	光束	44-48, 50
355-359	光强度分布	50, 51
360	光束	59, 66-68
400	透镜	36
401	进入表面	36, 38, 42, 43
402	退出表面	36, 38
403-407	透镜	21, 22, 31, 39, 50
410	光导框架	40, 57
411, 412, 416	光导	41-46, 49, 51, 58
417	半径	46
419	视角	46
420	折射表面	45, 46
421	反射表面	45, 46

[0088]

编号元件 (继续)		
元件	描述	图
422	折射表面	45, 46
423	透镜	45, 46
424	光导	77 - 83
425	光遮蔽件	82
429	光导	47
430	进入表面	47
431	退出表面	47
432	空气间隙	47
433	透镜	47

[0089]

440	光导	48
441	反射表面	48
442	折射表面	48
443	空气间隙	48
444	透镜	48
451	曲面镜	49
452	光导	49
460	透镜	52 - 54, 56
461	弯曲反射表面	52, 54
462	弯曲反射表面	52, 54
463	进入表面	52 - 54
464	退出表面	52 - 54
465	光束	53, 54
466	上透镜部分	52, 54
467	下透镜部分	52, 54
470	光导	55
471	弯曲反射表面	55
472	抛物线的高度	55
473	反射器	55
474	边框高度	55
476	用于光通道的高度	55
478	高度	55
479, 480	光导	59 - 65
481	光导的背平面	55
482	抛物线的深度	52
483	顶部水平平面	52, 54
484	底部水平平面	52, 54
601 - 605	流程图中的步骤	8
612 - 614	屏幕截图	8
615 - 619	触摸点	8, 19, 32

[0090]

620 - 624	流程图中的步骤	9
630	屏幕截图	9
633 - 636	光束	9
637- 639	相交点	9
640	屏幕截图	9
641- 643	光束	9

[0091]

编号元件 (继续)		
元件	描述	图
645 - 647	相交点	9
650	屏幕截图	9
651	表示触摸区域的圆圈	9, 11
652	PCB	41 - 43, 58
653- 656	候选触摸区域 (q)	13 - 18
657- 659	PCB	60, 61, 63
660	屏幕截图	9
661	pcb	75, 79 - 81, 83
664- 671	流程图中的步骤	35
701- 705	触摸点	12
710	控制器	7
711	计算单元	57
715	处理器	75
801- 803	屏	1 - 5, 13 - 19, 21, 22, 24 - 28, 32 - 34, 41 - 43, 49, 50, 58 - 68
804	折痕	64, 65
810	触摸板	78 - 81, 83
811	顶部罩	78 - 81
812	底部罩	78 - 81
900	箭头	58

[0092]

901-904	触摸点	2-5
905	触摸物体	21, 22, 31
906	菱形相交区域	33
910	触摸物体	67-69
911	螺钉	79-81
912	导线	78-80
913	触觉振动器	79, 80

具体实施方式

[0093] 本发明的各个方面涉及基于光的触摸屏和基于光的触摸表面。在整个该说明书中,术语“触摸屏”和“触敏表面”包括触摸电子显示器和不包括电子显示器的触摸表面,特别是诸如包括在许多膝上型计算机和手持设备后罩中的鼠标触摸垫。它们还包括由本发明提供的矩形发射器-检测器传感器框架包围的空域 (airspace)。

[0094] 根据本发明的实施方式,基于光的触摸传感器包括沿着如以上限定的矩形触敏表面的两个相邻边缘布置的多个红外或近红外发光二极管 (LED) 和沿着两个其余相邻边缘布置的多个光电二极管 (PD)。LED 投射在高度上被准直的光,以便保持其与屏表面平行,但是该光以宽阔扇形扩散开以便到达许多检测器。当该光被插入的物体 (诸如手指或触笔) 阻挡时,由 PD 检测不存在期望的光。LED 和 PD 由控制器控制而选择性地启动和停止。一般来说,每个 LED 和 PD 都具有 I/O 连接器,并且传输信号来指定哪个 LED 和 PD 启动。在一些实施方式中,每个 LED-PD 对分开地启动。在其它实施方式中,在 LED 启动期间若干个 PD 同时启动。

[0095] 参照图 6,图 6 是在根据本发明的一个实施方式的触摸屏系统中的相交光束的网络的图示。图 6 示出了:沿着触摸屏的顶部边缘的第一多个 LED 102,即 LED 0 至 LED 15;沿着触摸屏的左侧边缘的第二多个 LED 103,即 LED 16 至 LED 24;沿着触摸屏的底部边缘的第一多个 PD 202,即 PD 0 至 PD 15;和沿着触摸屏的右侧边缘的第二多个 PD 203,即 PD 16 至 PD 24。图 6 还示出了所有可能的发射器-检测器光束。

[0096] 参照图 7,图 7 是在根据本发明的一个实施方式的触摸屏系统中的检测五个触摸点的相交光束的网络的图示。图 7 示出了图 6 的根据本发明的一个实施方式的检测五个触摸的触摸屏系统。这些触摸由实心黑色圆圈表示。在图 7 中横跨屏的线表示未被阻挡的发射器-检测器光束。示出了用于控制发射器和检测器的启动的控制器 710。

[0097] 在一些实施方式中,每个发射器还具有与该发射器分离的各自的准直透镜,并且每个检测器还具有与该检测器分离的各自的准直透镜。在一些实施方式中,这些准直透镜形成了沿着矩形触摸屏的边界的实心塑料框架。在其它实施方式中,不存在这些准直透镜,以使来自每个发射器的光束能够形成宽的 180° 扩散角。

[0098] 不同的发射器-检测器光束在它们各自的检测器处具有不同水平的检测强度。在一个示例性实施方式中,沿着屏的长度布置 16 个二极管,并且沿着屏的宽度布置 9 个二极

管。下面的表 I 和表 II 列出了在沿着屏的长度的各个检测器 PD 0 至 PD 15(表 I)处和在沿着屏的宽度的各个检测器 PD 16 至 24(表 II)处来自各个发射器的未被阻挡的光束的检测强度。空的单元格 (cell) 表示对于对应的发射器 - 检测器光束来说检测到没有信号。

[0099]

	PD0	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD6	PD7	PD8	PD9	PD10	PD11	PD12	PD13	PD14	PD15
LED0	236	236	236	236	236	236	236	236	180	75	39	10				
LED1	236	236	236	236	236	236	236	236	236	179	101	68	23			
LED2	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	189	126	88	36	18	
LED3	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	174	114	47	32	7
LED4	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	234	164	100	62	25
LED5	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	217	122	75	25
LED6	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	184	117
LED7	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	162
LED8	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	234
LED9	184	169	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
LED10	139	132	165	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
LED11	84	75	100	195	235	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
LED12	47	49	96	205	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
LED13	4		15	90	122	194	236	236	236	236	236	236	236	236	236	236
LED14				57	75	162	197	236	236	236	236	236	236	236	236	236
LED15				26	45	97	148	236	236	236	236	236	236	236	236	236
LED16	236	236	44													
LED17	236	236	236	61	12											
LED18	145	236	236	236	183											
LED19	10	50	236	236	236	236	59									
LED20			72	236	236	236	236	77	13							
LED21			4	178	236	236	235	153	120	18						
LED22				1	236	216	177	160	134	70	23					
LED23					57	149	180	159	149	84	49	32	1			

[0100]

LED24					29	195	200	183	171	86	61	51	30	14	26	
-------	--	--	--	--	----	-----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----	----	--

[0101] 表 I :在沿着屏的长度的 15 个检测器中的各个检测器处来自各个发射器的未被阻挡的光束的检测强度。

[0102]

	PD16	PD17	PD18	PD19	PD20	PD21	PD22	PD23	PD24
LED0									
LED1									
LED2	41	6							

LED3	49	25							
LED4	69	62							
LED5	44	44	15						
LED6	106	130	94	28					
LED7	96	139	165	235					
LED8	108	141	132	193	26				
LED9	125	154	169	236	153	17			
LED10	123	172	201	236	236	236			
LED11	27	45	117	236	236	236	98		
LED12				236	236	236	236	16	
LED13					103	236	236	235	72
LED14						39	236	236	235
LED15							49	236	235
LED16	236	171	166	170	162	164	142	142	160
LED17	236	209	206	235	233	222	204	219	233
LED18	180	201	164	166	179	170	147	169	192
LED19	197	224	200	209	187	165	151	199	236
LED20	191	214	193	198	187	170	167	194	213
LED21	235	235	234	232	212	187	173	211	222
LED22	204	215	215	226	202	192	188	209	198
LED23	197	201	217	234	209	201	173	170	169
LED24	188	183	164	180	129	118	99	99	192

[0103] 表 II :在沿着屏的宽度的 9 个检测器中的各个检测器处来自各个发射器的未被阻挡的光束的检测强度。

[0104] 表 I 和 II 中的最大检测强度为 236。通过实验发现,至少为 10 的检测强度就足

以大于噪声信号,因此可用来检测触摸。在一些实施方式中,使用预期强度的 1/2 作为阈值来确定光束是否被阻挡。因而,如果预期强度为 236,则低于 118 的检测信号表明光束被阻挡,而如果预期强度为 49,则低于 25 的检测信号表明光束被阻挡。

[0105] 另外,发现即使在整个屏都被阻挡时一些光束仍被连续地检测到。位于触摸屏角部处的这些光束不需要为了到达它们各自的检测器而横跨触摸屏区域。表 III 列出了当整个矩形触摸屏区域被实心不透明物体覆盖时记录的

[0106] 检测值。

[0107]

LED	PD 0	PD 1	PD 2	PD 3	PD 4		PD 15	PD 16	PD 17	PD 18	PD 19	PD 20	PD 21	PD 22	PD 23	PD 24
0																
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																235
15													44	235	235	
16	236	236	40													
17	236															
18	135															
19	8															
20																
21																
22																
23																
24																

[0108] 表 III :被阻挡的光束的检测强度

[0109] 表 IV 通过包括来自表 I 和表 II 的具有至少为 10 的未被阻挡的检测值的光束并且排除在表 III 中检测到的光束而以“×”列出了在该示例性实施方式中有用的光束。

[0110]

	PD 0	PD 1	PD 2	PD 3	PD 4	PD 5	PD 6	PD 7	PD 8	PD 9	PD 10	PD 11	PD 12	PD 13	PD 14	PD 15	PD 16	PD 17	PD 18	PD 19	PD 20	PD 21	PD 22	PD 23	PD 24
LED0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													
LED1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
LED2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X								
LED3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X							
LED4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
LED5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
LED6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
LED7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
LED8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
LED9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
LED10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
LED11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
LED12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	
LED13			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X
LED14				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						X	X	X	
LED15				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
LED16																	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LED17		X	X	X	X												X	X	X	X	X	X	X	X	X
LED18		X	X	X	X												X	X	X	X	X	X	X	X	X
LED19		X	X	X	X	X	X										X	X	X	X	X	X	X	X	X
LED20			X	X	X	X	X	X									X	X	X	X	X	X	X	X	X
LED21				X	X	X	X	X	X								X	X	X	X	X	X	X	X	X
LED22					X	X	X	X	X	X							X	X	X	X	X	X	X	X	X
LED23					X	X	X	X	X	X	X						X	X	X	X	X	X	X	X	X
LED24					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X

[0111] 表 IV :可用的检测光束

[0112] 触摸坐标方法

[0113] 这部分详细描述确定被追踪的物体的位置的操作。参照图 8, 图 8 是根据本发明的一个实施方式的描述用于识别触摸位置的第一方法的流程图。图 8 示出了用于计算触摸位点的第一方法。在步骤 601, 将触敏区域解析成二维 (2D) 像素或单元格网格。另外, 生成一表, 该表存储被表 IV 中标记的各个作用检测光束横穿的像素或单元格的列表。在一些实施方式中, 该表作为像素条目的列表来进行存储, 每个像素条目存储经过该像素的光束的列表。在其它实施方式中, 该表作为光束条目的列表来进行存储, 每个光束条目存储沿着其光束路径的像素的列表。步骤 601 离线地执行。在一些实施方式中, 单元格根据位置而具有不同尺寸。例如, 相比于位于屏的边缘附近 (在此处光束密度较低) 的单元格, 在屏的中心处单元格更小, 从而与光束的高密度相对应。在一些实施方式中, 单元格不是沿着二维网格排列。相反, 各个单元格都包围两个光束之间的相交点。

[0114] 在步骤 602, 针对表 IV 中列出的所有可用光束进行扫描。如以上描述的, 根据检测阈值, 将每个光束都标记为被阻挡或未被阻挡。屏幕截图 612 示出了在五个同时触摸的情况下的未被阻挡光束。

[0115] 在步骤 603, 来自步骤 601 的 2D 单元格网格中的每个像素都接收二进制值 (被阻挡 = 1/ 未被阻挡 = 0)。根据来自步骤 601 的存储列表, 该二进制值是所有来自步骤 602 的穿过单元格的 LED 到 PD 的光束的二进制值之间的逻辑与 (AND)。因而, 在该方法中, 使用未被阻挡光束来标记单元格未被触摸。穿过网格单元格的单个未被阻挡光束足以将该单元格

标记为未被触摸。根据下面描述的另选方法,使用被阻挡光束的相交来填充来自步骤 601 的网格。屏幕截图 613 示出了被标记为未被触摸(白色)和被标记为被触摸(黑色)的单元格。

[0116] 在步骤 604,通过将邻近的被阻挡的网格单元格相连而形成触摸区域:对于步骤 603 中的具有值 1(被阻挡)的每个像素,检测四个直接近邻,即顶侧近邻、底侧近邻、左侧近邻和右侧近邻。连接具有值 1 的任何近邻。屏幕截图 614 示出了通过连接相连的近邻而识别的五个触摸位置 701-705。

[0117] 在步骤 605,计算每个触摸位置的触摸坐标和面积。在一些实施方式中,触摸位置的区域(面积)是其像素的总和,而触摸位点(touch position)是该区域的重心。在一些实施方式中,有效的触摸位置必须具有例如基于手指的预期尺寸的最小区域(面积)。此外,在一些实施方式中,还提供了用于触摸物体的最大尺寸。当触摸区域超过该最大尺寸时,该触摸区域被丢弃或者被认为包含一起放置在屏上的多个物体。因而,触摸传感器可操作而在执行手势的单个手指和执行相同手势的放置在一起的多个手指之间进行辨别。类似地,当系统追踪多个触摸物体时,该系统可操作成基于触摸物体的较大尺寸来继续作为多个物体来对它们进行追踪,即使在它们聚集在一起之后也是如此,例如在捏拉手势中。

[0118] 参照图 9,图 9 是根据本发明的一个实施方式的描述用于识别触摸位置的第二方法的流程图。在步骤 620,生成光束之间的相交点的查找表。在该查找表中,每个条目都包括对于在表 IV 中列出的可用光束中的每个光束来说与该光束相交的其它光束以及它们各自的相交点,并且对于每个相交点,该查找表都包括指向四个邻近相交点即沿着两个相交光束中的每个光束的两个直接邻近的相交点的指针。这些邻近的相交点在图 10 中示出。

[0119] 参照图 10,图 10 是根据本发明的一个实施方式的由图 9 的方法使用的邻近相交的图示。图 10 示出了在点 310 处相交的两个主相交光束 301 和 302。两个附加光束 303、304 在点 311 至 414 处也与光束 301 和 302 相交。用于相交点 310 的查找表条目包括点 310 的坐标和指向邻近的相交点 311 至 314 的指针。

[0120] 返回来参照图 9,在步骤 621,对如在表 IV 中列出的所有可用光束进行扫描,并且通过对光束的检测值和阈值进行比较而赋予这些光束被阻挡/未被阻挡的二进制值。在一些实施方式中,使用归一化检测值而不是使用二进制值。然后对来自邻近光束的归一化值进行插值以细化触摸位置计算。

[0121] 在步骤 622,以如下方式对被阻挡光束进行分析。当识别出第一被阻挡光束时,该方法检查沿着该被阻挡光束的每个相交点,以察看该点是否是两个被阻挡光束的相交点。当识别出这种相交点时,该方法针对两个被阻挡光束的附加相交递归地检查所有直接邻近的相交点,直到发现两个被阻挡光束没有另外的相交点为止。也由两个被阻挡光束形成的所有邻近相交点都被认为属于同一个触摸物体,并且因此被一起编组。该递归方法找到属于单个触摸物体的所有相连接的相交。该方法然后以在之前的步骤中还没有被使用的被阻挡光束开始重复。在图 11 中的圆圈 651 内示出了所得到的相连的相交点的网络,其中成对的被阻挡光束在相交点处相交。

[0122] 参照图 11,图 11 是根据本发明的一个实施方式的用于定位触摸物体的相连接的被阻挡光束的网络的图示。图 11 示出了在一个触摸的情况下的被阻挡光束和未被阻挡光束。图 11 是一个彩色图。绿色线代表未被阻挡光束,而红色线代表被阻挡光束。因而,显

著的相交点是两个红色线相交的点。从第一个这种红色的相交点开始,当前方法递归地构建相连接的红色相交的网络。该区域为在图 11 中由红色圆圈 651 标记的红色区域

[0123] 步骤 622 在图 9 中由方框 640 示出。方框 640 包括第一被阻挡光束 633。示出了沿着光束 633 的三个相交点 637 至 639。点 637 和 638 是光束 633 分别与两个没被阻挡光束 634 和 635 相交的地方。点 639 是光束 633 和第二被阻挡光束 636 之间的相交点。相交光束 636 是通过该方法识别出的第二被阻挡光束。

[0124] 在步骤 623,该方法递归地检查邻近点 639 的相交点,以创建属于同一个触摸物体的邻近相交的网络或网。这在图 9 中用方框 650 示出,示出了第一相交点 639 和邻近的相交点 645 至 647。点 647 是沿着光束 633 的下一个相交点;点 645 和 646 是沿着第二被阻挡光束 636 的邻近相交点。点 645 是光束 636 与光束 643 相遇的地方,而点 646 是光束 636 与光束 641 相遇的地方。该步骤的递归特性意味着,如果这些点 645 至 647 中的任何点也是由两个被阻挡光束形成的,则搜索扩大至它们的近邻。邻近相交的列表离线生成并且存储在存储器内。该方法以按照顺序地检查这些光束而开始。第一被阻挡光束将该搜索分支到检查其近邻。利用被检查的光束的列表来避免在该方法重新开始针对第一被阻挡光束顺序地进行检查时再次检查邻近光束。

[0125] 在步骤 624,该方法继续分析相连接的相交点以提取每个光束上的第一和最后的被阻挡相交点。这提供了触摸区域的轮廓。因而,在图 11 中,这些最外面的点形成了包围红色线的网络或网的黄色圆圈 651。图 11 的小型化形式在图 9 中的方框 660 中出现,其中黄色圆圈 651 包围红色光束的网。触摸位置被计算为用于所有光束的这些两端点的平均。触摸区域的宽度和高度通过确定该区域的左侧坐标、右侧坐标、顶侧坐标和底侧坐标来计算。这些是通过每个方向上的相交点的最大坐标和最小坐标或另选地通过将每个方向上的两个或三个最大和最小相交点的坐标平均来确定的。

[0126] 如果候选触摸位置包括至少一个唯一被阻挡光束,也就是如果包括没有穿过任何其它候选触摸位置的被阻挡光束,则该候选触摸位置被确认为实际触摸位置。如果没有唯一被阻挡光束对应于候选触摸位置,也就是如果穿过该候选位置的所有被阻挡光束都穿过至少一个其它确认的触摸位置,则将该候选触摸位置丢弃。这样,就可以丢弃幻影(phantom)触摸,即:将与被阻挡光束的相交对应的、不是由位于相交位置的物体产生而是由在该位置上投射光束阴影的两个物体产生的位置丢弃。

[0127] 参照图 12,图 12 是其中检测光束相交的位置的图。如以上所说明的,其中每个相交光束都被阻挡的相交被标记为被阻挡的相交。被阻挡的相交在图 12 中为黑色阴影。图 12 示出了通过以上描述的系统和方法识别的与五个触摸物体对应的五簇被阻挡的相交 701 至 705。还示出了另外的被阻挡的相交,但是它们属于太小而无法定量成触摸物体的簇。

[0128] 参照图 13 至图 18,图 13 至图 18 是根据本发明的一个实施方式的用于确定触摸位置的另选方法的图示,其中根据被阻挡的细光束排除了较大的、候选触摸区域的多个部分。该方法使用非常细的光束,并且假定对屏进行触摸的任何物体都具有至少为 d 的半径。该方法开始于将整个屏限定为潜在触摸区域 Q ,半径 d 的触摸物体可以存在于该潜在触摸区域 Q 内。图 13 示出了具有由阴影区域 653 表示的区域 Q 的屏 802。未被阻碍的窄光束表明在距离该光束的距离 d 内没有定位具有半径 d 的物体。该情形在图 14 中示出,图 14 示出了横跨屏 802 穿过的未被阻碍的窄光束 305。基于任何触摸物体都具有半径 d 的假设,

显然没有这样的触摸物体位于光束 305 的距离 d 内。因此,从区域 Q 移除或排除了沿着光束 305 的具有宽度 $2d$ 的狭长地带,从而将区域 Q 分割成两个多边形 653 和 654。随着增加更多的未被阻碍的光束,更多的区域被从 Q 移除。因而,在图 15 中,示出了两个未被阻碍的光束 305 和 306,由此将 Q 分成四个多边形 653 至 656。最终, Q 变成数量越来越多的分开的凸多边形(具有越来越多的边数,如图 16 所示),其中 Q 已经被减少为三个凸多边形 653 至 655。当实现该方法时,前进穿过邻近的光束而不是遥远的光束有时是有利的。例如,返回来参照图 15,可以看到,与光束 305 并排的第二未被阻挡光束将在不增加任何附加多边形的情况下减少 Q 的尺寸,而在图 16 中,未被阻挡光束 306 增加了两个新的多边形 355 和 356。 Q 中的附加多边形特别需要更多的存储器来存储附加的多边形数据。

[0129] 在一些实现中,在完成基于未被阻挡窄光束分割 Q 之后该方法不再继续。当已经分析了所有未被阻挡光束时,该方法终止。 Q_1 中每个剩余的多边形都被认为包含触摸物体,但是物体在多边形内的位置是未知的。参照图 16,图 16 示出了在 Q 中剩余的三个多边形 653 至 655,因而认为有三个物体分别在这三个位置处对屏 802 进行触摸。在一些实施方式中,假定每个多边形的重心为其相应的触摸物体的中心。

[0130] 一些触摸样式(图案)将比触摸点在 Q 中产生更多分离的多边形。这些额外的多边形已知为假性点或鬼影点(ghost point)。消除或排除假性点或鬼影点的一个方式是利用分析被阻挡光束的第二步骤继续该方法,如参照图 17 和图 18 所说明的。每个被阻挡光束 i 表示沿着该光束的地域 Q_i ,该地域 Q_i 包含至少一个具有半径 d 的触摸物体。由于触摸物体只能存在于 Q 内,因此在 Q_i 与 Q 相交的位置有至少一个物体,即 $Q_i \cap Q \neq \emptyset$ 。图 17 示出了被阻挡光束 307。 Q 中的两个多边形位于距离该光束的路径的距离 d 内,即多边形 654 和 655,并且这两个多边形同等地可能包含阻挡物体。为了解决这种不确定性,假定 Q 中的仅仅具有唯一被阻挡光束的多边形(即,被阻挡光束穿过 Q 中的仅一个多边形)包含触摸物体。图 18 示出了第二被阻挡光束 308。在 Q 中,只有一个多边形位于距离该光束的路径的距离 d 内,即多边形 655。因此,多边形 655 肯定包含触摸物体。多边形 654 可能包含附加的触摸物体,或者其可能是假性点。在多个物体被追踪的情况下,在 Q 中,被非唯一被阻挡光束(其似乎对应于被追踪物体)穿过的多边形被认为包含被追踪物体。因此,如果 654 的位置对应于之前被追踪的触摸物体,则将多边形 654 赋予触摸物体,但是在其它情况下,其被作为假性点忽略。

[0131] 所假定的触摸物体的中心为其多边形 Q 的重心。另选地,所假定的触摸物体的中心为可以比多边形 654 小的由 $Q_i \cap Q$ 限定的多边形的重心。因而,在 Q 中被唯一被阻挡光束横穿的多边形明确包含触摸物体,而在 Q 中没有被唯一被阻挡光束横穿而是仅仅被横穿 Q 中的多个多边形的被阻挡光束横穿的多边形可能含有触摸物体。在一些实施方式中,这些可能的触摸候选者被报告为可能的、不是确定的触摸位置。

[0132] 参照图 19,图 19 是根据本发明的一个实施方式的表示由于触摸物体而没有光束穿过的区域的五个圆圈 615-619 的图示。使用图 13 至图 18 中所示的方法,每个圆圈内的区域 Q 为所得到的触摸候选区域。因而,仅仅使用图 19 中所示的未被阻挡光束就识别出五个触摸物体。

[0133] 参照图 20,图 20 是根据本发明的一个实施方式的根据未被阻挡光束的数量追踪分开的触摸候选区域的数量数的曲线图。 x 轴代表在触摸系统中分析的光束数量, y 轴代表在

Q 中识别出的单独多边形的数量。在分析 150 个光束之后,在 Q 中识别出了六个分开的多边形。然而,一旦已经分析了 250 个光束,则其中一个多边形被消除,因为未被阻碍的光束 150 至 150 中的一些光束在第六个多边形的 d 内穿过,从而将该多边形从 Q 中去除。

[0134] 为了检测触摸物体,在屏的任何位置具有假定的最小直径 d,屏上的每个位置必须位于至少一个光束的距离 d 内。因此,将没有位于至少一个光束的距离 d 内的任何区域识别出并将其从 Q 去除。换句话说,距离所有光束比 d 更远的任何区域都是不可检测区域 R。Q 和 R 公共的任何区域即 $R \cap Q$ 为盲区。这样的区域由光束布局 and d 的大小来限定,并且应该被从 Q 中剔除(遮蔽),因为不可能确定是否物体将存在于此。

[0135] 现在描述基于未被阻挡光束排除区域 Q 的多个部分的方法的变型。以上描述的方法使用窄光束,从而光束或者被阻挡或者未被阻挡,即,每个光束都具有二元状态。该变型使用能够被部分地阻挡的宽光束。在宽光束的情况下,使用阻挡量来确定阻挡物体在该光束内可能位于何处,并且从 Q 排除光束的其余部分。

[0136] 参照图 21 和图 22,图 21 和图 22 是根据本发明的一个实施方式的被部分地阻挡的宽光束的简化图示,它们示出了在何处放置阻挡物体的作用。图 21 示出了从扩展发射器透镜(extended emitter lens)404 退出并且到达扩展接收器透镜(extended receiver lens)403 的光束 323 和 324。从发射器 106 穿过透镜 404 经由透镜 403 传送到接收器 206 的宽光束能够被模拟为沿着透镜 404 产生的一系列点源光束,每个点源光束都扩散成覆盖接收器透镜 403。在图 21 中示出了两个这种光束,即光束 323 和 324。在图 21 中,触摸物体 905 阻挡这些光束的一部分到达接收器透镜 403 的左侧边缘。该方法假定任何阻挡物体,例如指示器 905,都具有至少 d 的半径,并且该物体从光束边缘中的一个边缘向内阻挡该光束。因而,在接收器 206 处不存在的期望光的量表示半径为 d 的触摸物体已经进入该光束的程度。图 21 示出了当物体 905 插入在透镜 404 和 403 之间的中间时的光束阻挡。当物体 905 插入光束小于一半,物体 905 越接近透镜 404 或透镜 403 插入时,被阻挡的光量越大。

[0137] 图 22 示出了在发射器透镜 404 附近插入的物体 905 以及其对所模拟的点源光束 323 和 324 的作用。在这种情况下,在接收器 206 处检测到的光的总量小于在图 21 的情况下检测到的量,即使物体 905 插入宽光束的程度相同(从透镜 404 到透镜 403)。当物体 905 在透镜 403 附近插入,检测到了类似的光量。

[0138] 因而,当半径为 d 的物体阻挡宽光束的一部分时,该部分从该光束的一侧向内延伸,物体的外边缘必定沿着位于该光束内的曲线的某处。使用由图 21 和图 22 所示的模型针对半径为 d 的物体的所有可能触摸点对光束强度进行数值计算。

[0139] 现在参照图 23,图 23 是根据本发明的一个实施方式的横跨款光束的宽度的等参曲线(iso-curves)的简化示例性图示。图 23 示出了被显示为一组实曲线的以上计算的结果。虚曲线是使用最小二乘法拟合多项式进行的近似。实曲线和虚曲线被称为“等参曲线”(等参意味着相等)。因而,如果触摸物体的外边缘位于沿着等参曲线的某处,则所检测到的光量相同。

[0140] 在本发明的一些实施方式中,在设备上测量等参曲线。如下面参照图 51 描述的那样,这特别适合于采用复杂光导(诸如在图 44 中所示的光导)的系统,在这种复杂光导中,横跨宽光束的宽度的光强分布不是简单的曲线。在本发明的其它实施方式中,等参曲线按照如下方式计算。当光束被从左侧到某一边缘(x,y)被阻碍时,从源上的位置 α 发射的光

将从边缘 β_0 的投影到传感器的右侧边缘照耀在该传感器上。在所有发射位置上对传感器的照亮比率进行积分,给出了来自该传感器的总的检测到的光强。用于 x 、 α 和 β_0 的左侧到右侧的范围为从 0 到 1,沿着从源到传感器的光束的坐标 y 的范围也是从 0 到 1。用于计算强度比率 I 的公式由等式 (1) 和 (2) 给出:

$$[0141] \quad \beta_0(x, y, \alpha) = \begin{cases} 1, & y > 0 \\ 0, & y < 0, y = \alpha - \frac{x-\alpha}{x} \\ \gamma, & \text{其它} \end{cases} \quad (1)$$

$$[0142] \quad I = \int_{\alpha=0}^1 1 - \beta_0(x, y, \alpha) d\alpha \quad (2)$$

[0143] 在本发明的一些实施方式中,等参区域在设备上测量并作为乘数与 α 和 β_0 一起增加。

[0144] 图 23 示出了宽光束 325 中的多个等参曲线,代表未被阻碍的光强度的 5% 的步长。因而,最左侧的曲线代表当光束 325 的强度的 5% 被阻挡时物体的外边缘的可能位置,左侧第二个曲线代表 10% 的被阻挡强度,等等。在光束 325 的右半部上标记可能物体边缘的等参曲线是位于光束 325 的左半部上的等参光束的镜面反射。尽管图 23 示出了具体的等参曲线,但是它们并不是定量步长,如以上的公式 (1) 和 (2) 中可以证明。相反,等参曲线横跨光束 325 的整个宽度线性地前进,并且图 23 中所示的曲线仅仅是示例性的。

[0145] 从概念上来说,每个等参曲线都是在之前的方法中的细光束的等价物。也就是说,在之前的方法中,未被阻挡细光束意味着半径为 d 的物体远离光束路径至少距离 d 。类似地,当例如宽光束 325 的 20% 被阻挡时,参照图 23 中的等参曲线,这意味着边缘位于沿着从左侧开始的第四个等参曲线的某处或者位于沿着从右侧开始的第四个等参曲线的某处。该物体不可能位于从左侧的第四个等参曲线的右侧或从右侧的第四个等参曲线的左侧,因而这些区域被从 Q 去除。此外,因为该方法搜索触摸物体的中心坐标,因此可以将沿着这些等参曲线的宽度为 d 的空白从 Q 去除。参照图 24 至 30 来说明该过程。

[0146] 参照图 24 至图 30,图 24 至图 30 是根据本发明的一个实施方式的触摸位置确定方法的简化图示,其中根据被阻挡的以及被部分地阻挡的宽光束排除大的候选触摸触摸的多个部分。图 24 示出了横跨屏的被部分地阻挡的宽光束的中心 326。从该宽光束缺失的期望光量小于 50%,即光束的大于 50% 的光被检测到。对应的等参曲线 327 在中心 326 的左侧示出,表示阻挡该光束的物体可能沿着定位的边界。该物体可能位于等参曲线 327 的右侧的任何位置,但是其不可能向左侧延伸超过该等参曲线。因而,可以将由该宽光束覆盖的等参曲线 327 左侧的区域从 Q 去除,假定物体从光束的右侧边缘进入该光束。此外,因为该方法寻求物体的中心的坐标,可以将等参曲线 327 的右侧的宽度为 d 的空白从区域 Q 去除。在 Q 中剩余的区域是区域 328。

[0147] 图 25 示出了与图 24 中一样的光束的中心 326,但是示出了当物体从左侧插入该宽光束时 Q 如何减小。示出了对应的等参曲线 330,物体不可能位于该等参曲线 330 的右侧。示出了沿着等参曲线 330 的具有宽度 d 的附加空白,物体的中心不可能位于该空白内。在 Q 中剩余的该区域因而是阴影区域 331。

[0148] 图 26 示出了根据该部分检测到的宽光束在 Q 中(在屏 802 中)剩余的区域 328 和 331。因而,由于宽光束的大于 50% 被检测到,换言之,光束的少于 50% 被阻挡,因此区域

331 和 328 是凸的。当小于 50% 的宽光束被检测到时,如下说明的那样,在 Q 中得到的区域是凹的。

[0149] 图 27 示出了被部分地阻挡的水平宽光束的中心 335。在这种情况下,该光束的大于 50% 被阻挡,即该光束的期望光的小于 50% 被检测到。如上所述,物体从光束的那一侧进入该光束是未知的。图 27 示出了如果物体从下方插入光束时作为剩余区域 Q 的阴影区域 337。在这种情况下,等参曲线 336 是一曲线,物体的外边缘可能沿着该曲线定位。需要注意的是,因为假定物体已经从光束的底部插入,并且阻挡宽光束的多于 50% 的光,因此认为该物体覆盖该光束的中心 335,因此等参曲线 336 位于中心 335 上方。该物体不可能从等参曲线 336 向上延伸,因此将该宽光束内的该区域从 Q 去除。此外,因为该方法搜索物体的中心,还可以将位于等参曲线 336 下方的宽度为 d (物体的假定半径) 的空白去除。因而,在 Q 中剩余的区域为阴影区域 337。

[0150] 图 28 示出了当假定物体从上方进入光束时在 Q 中剩余多少区域。图 28 示出了光束的中心 335、位于中心 335 下方的等参曲线 338 和 Q 中剩余的阴影区域 339。区域 339 的边界从等参曲线 338 偏移空白 d。

[0151] 图 29 示出了通过组合图 27 和图 28 的结果而在对大部分被阻挡的该水平光束进行分析之后在 Q 中剩余的区域。Q 中剩余的区域 337 和 339 是凹的。

[0152] 图 30 示出了在组合图 26 和图 29 中的光束的分析之后剩余区域 Q 的图。Q 现在由四个分开的区域 316 至 319 组成。

[0153] 尽管所例示的宽光束横跨屏 802 的相对侧之间的区域,但是该方法同样适合于横跨屏的相邻边缘之间的区域的光束。参照图 31,图 31 是根据本发明的一个实施方式的在两个相邻的屏边缘之间延伸的被部分地阻挡的宽光束的简化图示。图 31 示出了从屏的底部边缘延伸到右侧边缘的对角光束。该宽光束由 LED 106 产生,并且发射器透镜 404 终止于接收器透镜 403 处,该接收器透镜 403 将光束引导到接收器 206。物体 905 阻挡该光束的一部分。示出了与图 21 和图 22 中的点源光束类似的两个模拟点源光束 323 和 324。基于以上描述的计算,针对该光束计算一组等参曲线,以根据被阻挡的光束量来测绘物体的可能边缘。

[0154] 参照图 32 至图 34,图 32 至图 34 是根据本发明的另一个方法的利用宽光束检测物体的简化图。在本发明的一些实施方式中,使用了相对的发射器行和接收器行,每个发射器与相应的接收器相对,而在本发明的其它实施方式中,发射器与接收器错位对齐 (shift-align)。例如,各个发射器可以与两个相对的接收器之间的中间点相对地定位,或者各个发射器可以与相对的接收器离轴 (off-axis) 对齐,但是不与两个接收器之间的中间点相对。另外,一些实施方式采用与微透镜的表面联接的准直透镜,所述微透镜对光进行折射而形成多个发散的宽光束。在共同未决的美国专利 No. 8, 674, 966 (名称为“ASIC CONTROLLER FOR LIGHT-BASED TOUCH SCREEN (用于基于光的触摸屏的 ASIC 控制器)”)中包括了这些不同实施方式的讨论,通过参考将该专利结合在上文中。一旦使用美国专利 No. 8, 674, 966 中描述的系统和方法中的任一种系统和方法确定了触摸位置,本申请则教导如何解决可能的假性触摸 (或鬼影触摸)。

[0155] 图 32 示出了触摸位置 616,基于两个检测信号的加权和来确定该触摸位置 616 在屏 802 的水平轴上的初始位置:从发射器 101 到接收器 201 的被部分地阻挡的光束;和从

发射器 101 到接收器 202 的被部分地阻挡的光束。也就是说,从发射器 101 到接收器 201 的光束和从发射器 101 到接收器 202 的光束是宽光束,并且各个光束具有沿着屏 802 的水平轴的相应坐标值: X_a 和 X_b 。与各个光束相关联的坐标值被赋予权重 W , 该权重 W 与在位置 616 处被物体从该光束阻挡的光量对应。因而,使用加权平均来确定位置:

$$[0156] \quad X_p = (W_a X_a + W_b X_b) / (W_a + W_b) \quad (3)$$

[0157] 其中权重 W_a 和 W_b 是用于这两个光束的归一化信号差。

[0158] 如果通过多于两个的发射器-接收器对检测到指示器,则以上加权平均可以被归纳为:

$$[0159] \quad X_p = \sum (W_n X_n) / (\sum W_n) \quad (4)$$

[0160] 其中权重 W_n 是归一化信号差,并且 X_n 是加权位置。在美国专利 No. 8,674,966 中参照其中的图 137 和图 143 至 150 基于触摸的初始假定 Y 轴坐标描述了这些计算。因此,初始确定 X 坐标和 Y 坐标。为了便于说明,将在竖直方向上横跨屏 802 的光束,例如,光束 101-201 和 101-202,称为竖直宽光束,而将在水平方向上横跨屏 802 的光束,例如,沿着屏 802 的左侧和右侧在发射器和接收器之间的光束,称为水平宽光束。

[0161] 为了进一步细化触摸坐标,并且解决这样确定的位置实际上是否为假性触摸点的可能,进行第二组计算。该第二过程中的第一步骤是集合有助于 X 坐标计算的所有竖直宽光束(例如,在图 32 的实施例中,光束 101-201 和 101-202)的列表。对于该列表中的每个竖直宽光束,编制从位于屏的右侧的任何发射器横跨所确定的位置到位于屏的左侧的任何接收器的所有宽光束的二次列表。图 33 示出了两个相交的宽光束: 竖直宽光束 101-201 和水平宽光束 102-203。横穿光束 101-201 并且还覆盖坐标 616 的宽光束的二次列表在图 34 中示出。针对横穿光束 101-202 并且也覆盖坐标 616 的宽光束编制类似的二次列表。

[0162] 因而,识别出了多对相交光束,其中相交(或交集)覆盖所确定的位置。两个宽光束之间的各个这种相交形成了二维形状,例如图 33 中的菱形。使用各个菱形的重心作为计算加权和时的坐标,以细分触摸位置。然而,如果在二次列表中的相交光束中的任一个光束完全未被阻挡,则显然当前的触摸位置是假性触摸,而不是真实的触摸。

[0163] 当二次列表中的所有相交光束都至少被部分阻挡时,通过利用各个菱形相交区域的重心乘以与该菱形的相交水平光束被阻挡的程度对应的权重计算加权和来细分触摸位置。在一些实施方式中,该权重对应于该菱形的相交光束两者即竖直光束和水平光束的被阻挡程度。

[0164] 使用有助于初始 Y 坐标计算的水平光束针对 Y 坐标计算重复该过程。在这种情况下,用于各个水平宽光束的二次列表包括从沿着屏的顶部边缘的任何发射器到沿着屏的底部边缘的任何接收器的、覆盖初始触摸位置的宽光束。

[0165] 参照图 35, 图 35 是根据本发明的一个实施方式的消除假性触摸的方法的流程图。在步骤 664, 仅仅使用竖直和水平光束而不使用对角光束来计算初始的一组可能触摸坐标。在其中发射器与接收器错位对齐的系统中, 仅仅使用错位对齐的发射器-接收器对。这包括从一个发射器到两个接收器的发散的光束对。

[0166] 步骤 665 是在步骤 664 中计算的各个触摸候选者上进行迭代的循环。步骤 666 是在各个触摸候选者的 x 和 y 坐标上进行迭代的循环。该内部循环的主体是步骤 667 至 671。

[0167] 在步骤 667, 该系统编制穿过在步骤 664 中使用的光束中的一个光束并且还横穿

在步骤 664 中计算的坐标的所有光束的列表。在一些实施方式中,这是通过查询查找表进行的。在其它实施方式中,使用计算来编制该列表。

[0168] 在步骤 668,该系统检查这些入射光束中的任何一个是否完全未被阻挡。如果这些光束中的任何一个完全未被阻挡,则将候选触摸位置确定为假性点(步骤 669),并且该系统前进至下一个触摸候选者。

[0169] 如果在步骤 668 处所有光束都被部分地阻挡,则该系统通过计算穿过该触摸位置的所有入射光束的加权和来细化触摸坐标。在步骤 670 计算在步骤 664 中使用的各个宽光束和在步骤 667 中识别出的各个宽光束之间的菱形重叠区域。然后,计算该区域的重心,并且在加权和中使用沿着期望轴线的重心坐标。根据入射光束被阻挡的程度将相应的权重赋予各个重心。细化的触摸坐标是在步骤 670 中计算的沿着期望轴线的重心坐标的加权和。该家里和是在步骤 671 计算的。

[0170] 透镜

[0171] 在本发明的一些实施方式中,各个 LED 和各个 PD 与透镜相联接。这部分说明使触摸检测所用的光量最大化的若干个透镜结构替换方案。

[0172] 第一透镜是圆筒状的,具有渐进式焦距,以便对于所有角度都能够在相关的 LED 或 PD 芯片上保持良好的聚焦。现在参照图 36,图 36 是根据本发明的一个实施方式的横跨许多角度分布光束的透镜的简化图。图 36 是俯视图,示出了 LED 芯片 104,该 LED 芯片 104 穿过其塑料壳 105 将光束发射到本发明的透镜 400 内。透镜 40 具有弯曲进入表面 401 和平坦退出表面 402。示出了以 0° 到 60° 的角度退出透镜的四个光束。然而,连续的光束阵列沿着透镜退出表面 402 退出,并且它们的角度沿着退出表面 402 逐渐增加。进入表面 401 的曲率针对该退出角度的渐进而被最优化。进入表面 401 仅仅在垂直于屏的平面上弯曲,因而在屏的平面上没有光学放大率。

[0173] 参照图 37,图 37 是根据本发明的一个实施方式的都聚焦在单个二极管上的四个不同视场的简化图。图 37 由四个准直光束的侧面视场构成,每个准直光束以不同角度即以图 36 的俯视图所示的相同角度进入光导。尽管示出了这些不同的角度,但是图 37 还示出了所有四个视场如何都被聚焦在二极管芯片上,尽管这四个视场的有效焦距大不相同。

[0174] 参照图 38,图 38 是根据本发明的一个实施方式的从上方观看时图 37 的四个视场的简化图示。图 38 示出了用于 0° 的短焦距 f_0 和用于 60° 的长焦距 f_{60} 。在图 36 和 38 中,相同编号的元件代表相同的对象。尽管参照 LED 104 描述了透镜 400,但是也使用相同的透镜用于 PD。

[0175] 参照图 39 和图 40,图 39 和图 40 是根据本发明的一个实施方式的从一个发射器到两个相应的 PD 的两个光束的简化图示。图 39 示出了来自一个 LED 106 的光束如何因为透镜 405-407 而到达两个 PD 205 和 206。图 39 中所示的是从 LED 106 到 PD 205 的光束 320 和从 LED 106 到 PD 206 的光束 321。图 40 示出了位于由 LED 102-103 和 PD 202-203 包围的整个光导框架 410 内的光束 320 和 321。

[0176] 参照图 41 至图 43,图 41 至图 43 是根据本发明的一个实施方式的设备中的部件、光导、PCB 和屏的布置的简化图示。图 41 示出了根据本发明的触摸屏组件的一部分。两个光导 411 和 412 沿着屏 802 的两个垂直边缘放置。LED 103 的阵列在光导 411 后面布置在 PCB 652 上。

[0177] 图 42 示出了图 41 中所示的布置的一部分的仰视图。图 42 示出了面对光导 411 的一个 LED 103、PCB 652 和屏 802。弯曲内透镜表面 401 面向 LED 103。

[0178] 图 43 示出了图 41 中所示的布置的一部分的侧剖视图,不过 LED 103 被替换为封装在 PD 壳 211 中的 PD 210。图 43 还示出了具有内表面 401 的光导 411、PCB 652 和屏 802。在图 43 所示的剖视图中,内表面 401 沿着其高度弯曲,以便沿着透镜 411 的高度即垂直于屏将光准直。该横截面穿过作为 PD 201 的中心的轴,并且所看到的弯曲用于图 36 至图 38 中所示的前向 0° 视场。如果在另一个平面中完成该横截面,则曲率将不同以适合于对应的场角。

[0179] 第二选项是以折射元件和反射元件为特征的光导。这种光导能够以比仅使用折射的透镜更极端(extreme)角度利用从 LED 发射的光,由此聚集所发射的 LED 光中的更多光。这种光导允许在光方向上在有限空间内具有更宽间距,例如,从芯片到光导端部在间距和深度/长度之间具有更极端比率。

[0180] 参照图 44 和图 45,图 44 和图 45 是根据本发明的一个实施方式的光导的简化图示。图 44 示出了光导 416、三个光发射器 107 至 109 以及以上提及的“间距”和“深度”。图 45 示出了复合透镜实施方式,其包括光导 416 和三个 LED 107 至 109。光导 416 具有三个相同的区段,一个区段与一个 LED 相对。使用类似的复合透镜用于 PD。光导 416 由于折射表面 420 和反射表面 421 而具有格外宽的视角 419。从发射器向前引导的光没有被反射,而是被准直光学表面 422 准直。

[0181] 因而,输出光场 343 的三个部分为:中央准直部分 344 和左右准直部分 345 和 341。还示出了输出光场 343 中的两个间隙 342。这些间隙是由于将折射表面 420 分别连接至折射表面 422 和反射表面 421 的半径 417 引起的。提供了若干方法来覆盖间隙 342,或者使用微结构、光导中的空气间隙或上述这二者的组合。空气间隙方案将间隙 342 关闭,而微结构构造降低了间隙 342 的严重性,但是没有将它们完全消除。

[0182] 参照图 46,图 46 是根据本发明的一个实施方式的在图 44 和图 45 的光导中微结构如何减轻光场中的间隙问题的简化图示。图 46 示出了施加至外透镜表面 423 的光散射微结构的作用。图 45 中所示的光场 314 中的间隙 342 现在被散射光束 346 覆盖。

[0183] 该间隙 342 的另一个方法使用光导中的空气间隙。提供了两个变型。参照图 47 至图 49,图 47 至图 49 是根据本发明的一个实施方式的光导的简化图示。图 47 示出了被空气间隙 432 从透镜 433 分离的光导 429。透镜 433 可以是用来给触摸区域提供笔直边界的平坦透明片材。光导 429 与光导 416 的不同主要在于其中央准直部分。在光导 416 中,向前指向的光在进入表面 422 处通过单个折射而被准直,而在光导 429 中,该光通过两个折射而被准直:在进入表面 420 处和在退出表面 431 处。进入表面 430 处的折射将光引导成使得当该光退出表面 431 时,该光如图所示那样通过光场 347 覆盖光场中的间隙。

[0184] 图 48 示出了另选的光导 440,该光导 440 通过在光导 440 的左部分和右部分中引导光而不是在中央部分中引导而覆盖间隙 432。光导 440 通过空气间隙 443 从透镜 444 分离。透镜 444 可以是用来给触摸区域提供笔直边界的平坦透明片材,就像图 47 中的透镜 433 一样。光导 440 与光导 416 的区别主要在于其左右反射和折射部分。在光导 416 中,广角光在进入表面 420 处通过折射随后在表面 421 处通过反射而被准直,而在光导 440 中,在退出表面 442 处需要一个进一步的折射。表面 441 处的反射将光引导成使得在该光退出表

面 432 时,该光如图所示那样通过光场 348 将光场中的间隙覆盖。

[0185] 光导 416、429 和 440 都在与屏表面平行的第一维度中将光准直。曲面镜用于将入射到屏表面的该维度中的光束准直。图 49 示出了 LED 107 至 109、用于在第一方向上将来自这些 LED 的光准直的光导 416 和用于在第二方向上将这些光束准直的曲面镜 451。第二光导 452 引导这些光束横跨屏 802。

[0186] 对于一些方法来说,光束强度沿着光场 343 的宽度线性地变化是有用的。参照图 50,图 50 是根据本发明的一个实施方式的横跨宽光束的宽度的光强度分布的简化图示。图 50 示出了横跨宽光束 354 的宽度的线性光强度分布 355。图 50 中的其它元件为屏 802、LED 106 及其相关的透镜 407、PD 205 和 206 及它们的相关透镜 405、406。参照名称为“OPTICAL TOUCH SCREEN SYSTEMS USING REFLECTED LIGHT(使用反射光的光学触摸屏系统)”美国公告 No. 2011/0163998 A1,通过参考将该公告的内容完全结合于此。该公告说明了如何使用光强度分布来确定宽光束内的触摸位置。然而,由于光导 416、429 和 440 的外边缘处的反射,光场 343 的外部区段被倒置,如将参照图 51 所说明的那样。

[0187] 参照图 51,图 51 是根据本发明的一个实施方式的将横跨未被反射的光束的宽度的光强度分布与已经穿过图 44 和图 45 的光导的宽光束的光强度分布进行比较的简化图示。图 51 将来自第一发射器 106 的光强度分布与来自第二发射器 108 的穿过光导 416 的那些光强度分布进行比较。来自发射器 106 的线性分布 356 通过光导 416 被重新布置成三个分布 357 至 359。分布 358 和 359 与分布 357 的与它们相邻的部分在方向上不同。参照图 46 描述的微结构改善了该问题。然而,另选的光导完全避免了该问题,同时仍然捕获宽视角。

[0188] 参照图 52 至 54,图 52 至图 54 是根据本发明的一个实施方式的光导的简化图示。图 52 示出了光导的三个透镜 460,该光导也捕获宽视角,并且具有在光场中没有间隙的附加优点,并且可以容易地对光场进行成形以例如提供如以上参照图 50 和图 51 讨论的线性光强度分布。透镜 460 使用折射和反射来捕获和准直横跨宽视角的光。图 52 中的各个透镜与相应的二极管 107 至 109 相对。该透镜的特征在于上部 466 和下部 467。下部 467 的特征在于面向透镜的相应二极管的折射表面 463 和被底部水平平面 484 水平切割的弯曲内反射表面 461。上部 462 的特征在于位于透镜的相应二极管上方的折射表面 464 和被顶部水平平面 483 水平切割的弯曲内反射表面 462。

[0189] 在一些实施方式中,折射表面 463 是单个弯曲(x 维度)表面。在其它实施方式中,面对二极管的表面是笔直的。内反射表面 461 和 462 进一步在 x 方向和 y 方向上将光准直。当二极管 107-109 为发射器时,准直光通过平坦退出表面 464 退出透镜 460。当二极管 107-109 为接收器时,准直光通过平坦退出表面 464 进入透镜 460。通过利用水平平面 483 和 484 水平地而不是竖直地切割反射表面 461 和 462,透镜具有较低高度,如上所述。

[0190] 图 53 示出了透镜的俯视图。二极管 108 或者是 LED 或者是 PD。图 53 示出了透镜 460 的弯曲进入表面 463 和平坦退出表面 464。光束 465 在进入表面 463 处发生折射。

[0191] 图 54 示出了光导 460 的侧部的剖面图。图 54 示出了反射表面 461 和 462 如何在 y 方向和 x 方向上将光束 465 准直。表面 461 和 462 在 x 方向和 y 方向上是弯曲的,以在这两个方向上将光准直,并且表面 461 和 462 被相应的水平平面 484 和 483 水平切割。表面 461 和 462 是彼此的竖直对齐的镜像图像。这确保了被这些表面中的一个表面反射的任何

光都被另一个表面反射。还示出了透镜 460 的进入表面 463 和退出表面 464。

[0192] 透镜 460 是适合于需要非常大量光的应用的极强光透镜 (fast lens), 但是仍然极端紧凑。例如, 在其中二极管放置在屏的下面的现有技术系统中, 用于在 x 方向上即平行于屏表面将光准直的光导采用弯曲反射表面, 该弯曲反射表面接收向下传播即垂直于 x 方向传播的光。在现有技术的透镜中, 双弯曲反射器被光导的后竖直平面竖直切割。当透镜 460 与图 55 中所示的现有技术光导相比时, 其优点是显而易见的。

[0193] 参照图 55, 图 55 是光导的现有技术图示。图 55 示出了与现有技术的准直光导 470 相对的二极管 108, 该现有技术的准直光导 470 具有在二个维度上弯曲以对来自 LED 108 的光进行准直的单个反射器。反射器具有高度 478, 该高度 478 是两个高度的和: (a) 由退出表面 474 的高度确定的高度 476, 该高度为进入光通道高度, 当光通过光导 470 传播时必须维持该高度; 和 (b) 由于双弯曲反射器 471 与背平面 (backplane) 481 相交而引起的抛物线的高度 472。高度 472 的大小取决于相邻的 LED 之间的间距的宽度以及 LED 108 与光导 470 的接近度。也就是说, 越宽的视角需要越大的抛物线高度。

[0194] 相比而言, 图 52、53、54 和 56 的透镜 460 的最小高度仅限于入射光通道的高度的两倍, 即表面 463 和 464 的高度之和。图 55 的抛物线在透镜 460 中从竖直平面旋转到水平平面。因此, 光导 470 中的高度 472 被变换成透镜 460 中的水平平面中的深度 482, 如图 52 所示。

[0195] 而且, 因为透镜 460 具有两个双弯曲反射器, 其更强大, 接近光导 470 的两倍。因而, 对于宽视角来说, 透镜 460 中需要的抛物线深度基本小于光导 470 中需要的抛物线高度。

[0196] 参照图 56, 图 56 是示出了根据本发明的一个实施方式的图 52、53、54 的透镜 60 的示例尺寸的简化图示。透镜 460 可以制造成不太极端, 具有平坦的进入表面和较长的焦距。如果需要的话, 邻近透镜之间的距离也可以增加。透镜 460 中的不寻常曲线可能导致极端渐晕 (光损失), 这可以利用退出表面 464 处的微结构来进行补偿。

[0197] 边缘扫掠检测

[0198] 参照图 57 和 58, 图 57 和图 58 是根据本发明的一个实施方式的光导布置的简化图示, 该光导布置用于检测在光导上进行的触摸和扫掠手势。图 57 示出了根据本发明的一个实施方式的具有用于检测触摸光导框架的左侧边缘的物体的 LED-PD 对的光学触摸屏。图 57 示出了图 40 的光学触摸屏, 其中, 除了用于检测屏上的触摸位置的 LED 和 PD 之外, 增加了用于检测触摸光导框架 410 的左侧边缘的附加 LED-PD 对 106-206。LED 106 将光束 322 投射到光导框架 410 的左侧边缘, 在该左侧边缘处, 光束 322 在其经过框架 410 的板部 (slab portion) 传播时通过全内反射而被捕获在该板部内。在该边界的相反端部处, 光束 322 被光检测器 206 检测到。板的上表面暴露出以供物体从外部进行触摸。这种触摸在光束 322 到达检测器 206 之前吸收了光束 322 的一部分, 结果导致检测器 206 处的检测减少。连接至检测器 206 的计算单元 711 基于该减少的光检测来确定物体正在触摸光束 322 所横穿的板部的上表面。

[0199] 在一些实施方式中, 设置了多于一个的 LED-PD 对, 以便检测在垂直于光束 322 的方向上横跨上表面的物体的运动。这使得计算机能够确定正在进行横跨边界的扫掠手势, 该扫掠手势与视窗 8 采用的、用以打开超级按钮 (charms bar) 或在不同的运行应用之间切

换的扫掠手势相当。图 58 示出了根据本发明的一个实施方式的分别发射穿过光导 411 的光束 322 和 323 的两个发射器 106 和 107, 其中各光束通过位于各光束的相对端部处的对应检测器 (没有示出) 检测。图 58 示出了发射经过光导 411 的相应光束 322 和 323 的两个发射器 106 和 107。这些光束通过全内反射而被限制在光导 411 内部。各个光束通过位于各个光束的相对端部处的对应检测器 (没有示出) 来检测。由于在执行手势的手指与各个光束进行接触时内部反射的光束 322 和 323 的一些部分被所述手指吸收, 因此检测到了由箭头 900 表示的横跨光导 411 的扫掠手势。此外, 在一些实施方式中, 框架 410 的各个边界 (在图 57 中) 具有用于检测视窗 8 的沿着屏的各个边缘的这些与边缘相关的扫掠手势的多个 LED-PD 对。

[0200] 参照受让人的美国专利 No. 8, 553, 014 和共同未决的美国专利申请序列号 No. 14/016, 076 (名称都是“OPTICAL TOUCH SCREEN USING TOTAL INTERNAL REFLECTION(使用全内反射的光学触摸屏)”), 通过参考将它们的内容结合在本文中, 该美国专利和专利申请描述了如何将光束 322 从发射器 106 投射到光导板部内并且基于相对的检测器 206 的输出来确定触摸该板部的上表面的物体的位置。

[0201] 部件减少的柔性触摸屏

[0202] 现在讨论将转向本发明的一些实施方式, 在这些实施方式中, 触摸屏具有仅沿着触摸屏的两个边缘的光导。参照图 59, 图 59 是根据本发明的一个实施方式的触摸屏的简化图示, 该触摸屏具有沿着屏的底部边缘的一行发射器和沿着屏的顶部边缘的一行接收器。图 59 示出了屏 803、发射器光导 479、检测器光导 480 和光束 360。

[0203] 参照图 60, 图 60 是根据本发明的一个实施方式的图 59 的触摸屏的简化图示。图 60 示出了屏 803、发射器光导 479、检测器光导 480 和 PCB 657。

[0204] 参照图 61, 图 61 是根据本发明的一个实施方式的图 59 和图 60 的触摸屏的分解图。该视图暴露了 LED 110 和 PD 207, LED 110 和 PD 207 在它们各自的光导下面安装在 PCB 657 上。

[0205] 在本发明的另一个实施方式中, PCB 657 被替换为两个 PCB 条带。在这方面, 参照图 62, 图 62 是根据本发明的一个实施方式的触摸屏的简化图示, 该触摸屏具有安装在第一薄条带 PCB 上的沿着屏的底部边缘的一行发射器和安装在第二薄条带 PCB 上的沿着屏的顶部边缘的一行接收器。图 62 示出了具有屏 803、发射器光导 479 和检测器光导 480 的触摸屏实施方式。

[0206] 参照图 63, 图 63 是根据本发明的一个实施方式的图 62 的触摸屏的分解图。因而, 图 63 示出了两个 PCB 条带 658 和 659, LED 110 和 PD 207 分别安装在这两个 PCB 条带 658 和 659 上。如图 63 所示, 光导 479 和 480 均由两个部分构成: 一个位于屏 803 上方, 另一个位于屏 803 下方。

[0207] 光导仅沿着触摸屏的两个边缘的触摸屏的这些实施方式使得能够在柔性屏上提供光学触摸功能。在这方面, 参照图 64, 图 64 是根据本发明的一个实施方式的可折叠触摸屏的简化图示。图 64 示出了可折叠屏 803, 该可折叠屏 803 具有沿着其右侧边缘的发射器光导 479 和沿着其左侧边缘的检测器光导 480。沿着屏 803 的中间向下的折痕表示能够将触摸屏对半折叠以进行紧凑存储的位置。只要从发射器光导 479 投射的光束到达检测器光导 480, 未折叠的屏就是触敏的。参照图 65, 图 65 示出了一个实施方式, 在该实施方式中,

屏的左半部和右半部都具有相应对的发射器光导 479 和检测器光导 480。在这种情况下,即使当沿着折痕 804 对屏进行折叠时,屏的各个半部也是触敏的。例如,当以敞开的膝上型电脑的方式将图 65 的屏折叠成大约 90° 角从而使得屏的一个半部平放在桌子上,而另一半部面对使用者竖直直立时,两个半部都保持是触敏的。

[0208] 在这些实施方式中,参照图 66 至 69 来进行描述触摸位置的确定。参照图 66,图 66 是根据本发明的一个实施方式的从一个发射器到达所有检测器的光束的简化图示。图 66 示出了屏 803,该屏 803 具有沿着其底部边缘的一行 LED 110 和沿着其顶部边缘的一行 PD 207。来自其中一个 LED 的光束 360 到达所有 PD。

[0209] 参照图 67,图 67 是示出了根据本发明的一个实施方式的来自图 66 的光束中哪些光束被对屏的中心进行触摸的物体阻挡的简化图示。图 67 示出了当物体 910 放置在屏上时光束 360 发生了什么。因而,通过比较图 67 和 66,可以显然知道,光束 360 的一些被物体 910 阻挡,它们的缺少在 PD 207 中的相应 PD 207 处检测到。

[0210] 参照图 68,图 68 是示出了根据本发明的一个实施方式的没有被图 67 的物体阻挡的来自其它发射器的附加光束的简化图示。图 68 示出了来自若干个 LED 的未被阻挡的光束 360。

[0211] 参照图 69,图 69 是示出了根据本发明的一个实施方式的被图 67 的物体 910 阻挡的所有光束的简化图示。一区域(这些被阻挡光束的相交集中在该区域周围)相当于物体 910 在屏上的位置。因而,确定了物体的二维位置。因而,触摸物体的位置的 2D 坐标对应于被阻挡光束的相交。以上已经针对避免鬼影描述了基于许多相交光束的配置来确定触摸坐标的若干方法。一些方法对被阻挡光束进行处理,而其它方法对未被阻挡光束进行处理。所有这些方法均适合于本发明的部件减少的实施方式。

[0212] 在这些实施方式中,x 坐标即沿着光导 479 和 480 的长度的坐标的分辨率比 y 坐标的分辨率高。因此,在本发明的一些实施方式中,触摸屏驱动软件区分单点触摸的情形和双点触摸或多点触摸的情形。具体而言,在一些实施方式中,诸如捏夹和放开手势之类的多点触摸手势仅基于这些触摸的 x 坐标来确定。而当仅仅一个物体对屏进行触摸时,系统既确定触摸物体的 x 坐标又确定 y 坐标。

[0213] 此外,x 坐标检测延伸至屏的整个宽度,即延伸到光导 479 和 480 的边缘,而 y 坐标检测仅限于屏内的内切矩形,以便提供为了确定 y 坐标所需的多个对角相交光束。

[0214] 圆形触摸面板

[0215] 题述发明的实施方式涉及圆形触摸面板。一些圆形触摸面板实施方式的目标是小型触摸垫和手表,并且大约为 40mm 直径。这些实施方式支持多点触摸。在一些光学触摸屏的实现中,LED 和 PD 之间的通道由宽光束构成,但是对于圆形触摸表面来说,使用从 LED 到 PD 的狭窄线状光束。因此,这些实施方式相对较小,并且使用紧密间隔的部件。这使得即使单个光场较窄,也能够获得良好的光覆盖率。

[0216] 部件放置

[0217] 参照图 70 至图 73,图 70 至图 73 是根据本发明的一个实施方式的用于圆形触摸表面的另选 LED 和 PD 布局的图示。LED 和 PD 被定位成使得触摸区域的光覆盖率最大,即覆盖触摸区域的光线网格的孔尽可能地小。

[0218] 使用了两个不同设置的几何形状,即:

[0219] (i) 交替的 LED/PD, 由此每个 LED 都位于两个 PD 之间, 反之亦然; 和

[0220] (ii) LED 和 PD 位于分开的半圆上。

[0221] (i) 交替的 LED/PD

[0222] 图 70 示出了交替的 LED 和 PD 的布置, 其中 LED 为奇数个。在这种情况下, 各个 LED 在直径方向上与 PD 成镜像。这种镜像对称在触摸区域的中心产生了大圆, 类似于辐条式车轮。

[0223] 在该圆内, 缺少位置精度。当在中心的一侧阻挡一个或多个光线时, 将总是有另一个直径相对的位置, 在该位置, 相同的光线也能够被阻挡, 因而产生相同的信号。因此, 在该圆内, 不可能确定触摸位于中心的哪一侧。

[0224] 图 71 示出了交替的 LED 和 PD 的布置, 其中 LED 为偶数个。在这种情况下, 各个 LED 在直径方向上与另一个 LED 成镜像。这种镜像对称在触摸区域的中心以光线图案方式形成了圆孔。在该圆内无法产生任何触摸信息。然而, 应该注意的是, 在这种情况下, 存在问题的圆较小。

[0225] (ii) 位于分开的半圆上的 LED 和 PD

[0226] 在本发明的一个实施方式中, 通过将该圆对半分并且将所有 LED 放置在一侧而将所有 PD 放置在另一侧 (其中 LED 和 PD 均匀地分布) 来实现打破与交替的部件相关的径向对称。图 72 示出了该配置。PD 沿着底部半圆布置, LED 沿着上部半圆布置。具有相同数量的 LED 和 PD 提供了之前两种布局的组合。仍然存在定位精度不良的中心区域。由于各个 LED 现在总是与 PD 成镜像, 因此对于奇数个的 LED 和 PD 来说结果是类似的。该设置仍然具有与其相关的左右对称性。通过消除这种对称性来改进光线图案。这特别是通过略微改变 LED 间距并且在每三个 LED 之间引入半个间距的额外间隔实现的。图 75 和 76 示出了 LED 和 PD 的该布置。在图 73 和 77 中示出了所得到的检测光束的图案。

[0227] 光导设计

[0228] 参照图 74, 图 74 是根据本发明的一个实施方式的用于圆形触摸表面的光导的图示。图 74 中的左边方块是光导的剖视图。LED 到 PD 的多对多映射需要大角度的光扩散, 这是通过 LED 和 PD 提供的。如沿着图 74 中的左侧方块所示的剖视图的右下角部的弧形所示, 在折叠式反射镜中最接近部件来引入小的高度聚焦效应。除此之外, 塑料光导用作重引导部件, 以便利用全内反射的镜表面布置使光横跨触摸区域。曲面镜被略微散焦, 从而粗略地填充其对应的二极管。在使用研磨光导的实施方式中不存在任何拔模角度。笔直边框的结果是, 如果是水密的, 则当完全浸没在水中时单元也能工作。图 74 的左边方块中所示的横截面被旋转 360° , 以产生圆形对称的光导。边框高度为 1mm, 并且触摸区域直径为 40mm。

[0229] 参照图 75, 图 75 是根据本发明的一个实施方式的用于圆形触摸表面的 PCB 布局的图示。图 75 示出了不同数量的 LED 和 PD, 即沿着 PCB 661 的上半部的 11 个 LED IR1 至 IR11 和沿着 PCB 661 的下半部的 12 个 PD PD 1 至 PD12。尽管 PD 均匀地间隔开 (其中各个检测器及其邻近检测器之间的角位移为 15°), 但是 LED 被分成四组, 其中每组内的角位移为 14° , 而组之间的角位移为 21° ($1.5 \times 14^\circ$)。

[0230] 在 PCB 661 的内部, 设置了多个电子部件, 以便触敏表面特别是控制器 715 发挥正确功能, 控制器 715 选择性地启动和停止 LED 和 PD。

[0231] 参照图 76, 图 76 是根据本发明的一个实施方式的由一个 LED 发射的、被包围圆形

触摸表面的多个 PD 检测到的光束的图示。图 76 示出了一系列由 LED IR1 发射的检测光束 332。如以上说明的,准备测量未被阻挡光束的检测强度的表,以便检查哪个光束不可被充分地检测到,以便确定用于可用光束的阈值,例如未被阻挡光束的预期强度的一半。因此,在实践上,并不是所有光束 332 都被系统用来检测触摸。例如,即使当整个圆形输入表面都被不透明物体覆盖时,IR1-12PD 光束在其被检测到时也不使用。

[0232] 参照图 77,图 77 是根据本发明的一个实施方式的在圆形触摸表面中使用的相交光束的网络的图示。图 77 示出了在根据本发明的圆形触摸系统中被光导 424 环绕的所有被使用的光束。

[0233] 参照图 78,图 78 是根据本发明的一个实施方式的圆形触摸表面传感器的简化图示。图 78 示出了根据本发明的圆形触摸面板的 3D 模型。触摸板 810 被光导 424 包围。图 76 和 77 中所示的光束 332 通过光导 424 投射。图 78 中示出了顶部罩 811 和底部罩 812 以及用于下面说明的触觉振动器的连接线 912。

[0234] 参照图 79,图 79 是根据本发明的一个实施方式的用于组装圆形触摸表面的部件的图示。图 79 示出了根据本发明的示例性圆形触摸传感器中的主要部件,即:前部罩 811、后部罩 812、触摸板 810、光导 424、PCB 661、螺钉 911、触觉振动器 913 及其电缆 912。

[0235] 参照图 80,图 80 是根据本发明的一个实施方式的图 78 的圆形触摸表面的分解图。前部罩 811 和后部罩 812 包住触摸板 810、光导 424 和 PCB 661。还示出了螺钉 911、触觉振动器 913 和将该设备连接至主系统的相关的电缆 912。触觉振动器 913 响应于在触摸板 810 上检测到的触摸输入而通过触摸板 810 提供感知传感器反馈。

[0236] 参照图 81,图 81 是根据本发明的一个实施方式的图 78 的圆形触摸表面的截面图。图 80 和图 81 中的相同附图标记表示相同的元件。光导 424 的上轮缘在触摸板 810 上方延伸而形成边框。

[0237] 参照图 82,图 82 是根据本发明的一个实施方式的用于图 78 的圆形触摸表面的光导的简化图示。图 82 示出了具有用于对光束进行重新引导的两个反射表面的光导 424。沿着圆形光导 424 的内周边的光屏蔽件 421 防止来自上方的杂散光碰撞光检测器。

[0238] 参照图 83 和图 84,图 83 和图 84 是根据本发明的一个实施方式的在圆形触摸表面中使用的光束的路径的图示。图 83 示出了光导 424 的反射特性。LED 110 和 PD 220 被示出为面向圆形光导 424 的外部。来自 LED 110 的光束 333 向外投射到光导 424 内。两个反射晶面将光束 333 横跨触摸板 810 重新引导在触摸板 810 上。位于板 810 的相对边缘的类似反射晶面将光束 333 重新引导到 PD 220 上。光导 424 被最优化以对光进行扩散,使得各个 LED 具有到达所有 PD 或至少许多 PD 的可检测光束。

[0239] 图 84 示出了在发射器的弧的中心处从 LED 111 投射到所有 PD 上的光束 332。在图 84 中,沿着圆形触摸区域的上半部排列 12 个 PD,并且沿着圆形触摸区域的下半部排列 11 个 LED。在图 75 和 76 中示出并且在上面描述了 LED 的多层次布置,其中多组 LED 具有与一组内的相邻 LED 不同的角度位移。

[0240] 在以上说明中,已经参照本发明的具体示例性实施方式描述了本发明。然而,将显而易见的是,在不脱离本发明的更宽广的精神和范围的情况下,可以对这些具体示例性实施方式进行各种变型和更改。因而,说明书和附图应该被认为是例示性的而不具备限制性含义。

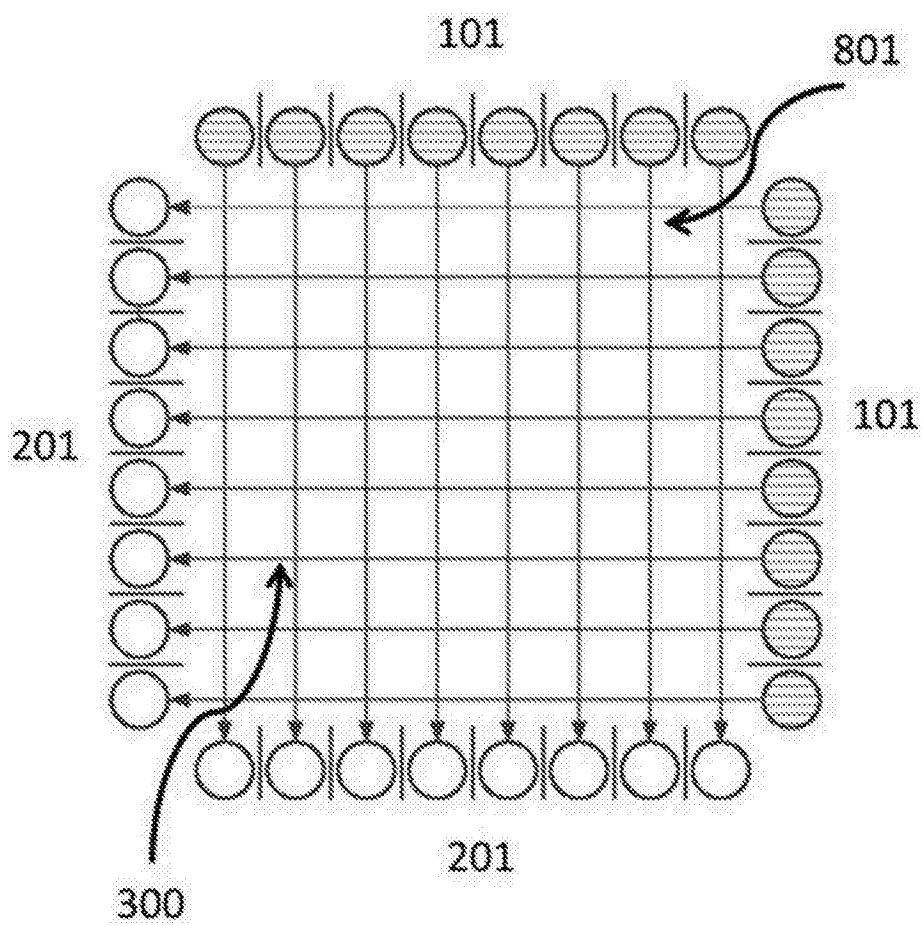


图 1(现有技术)

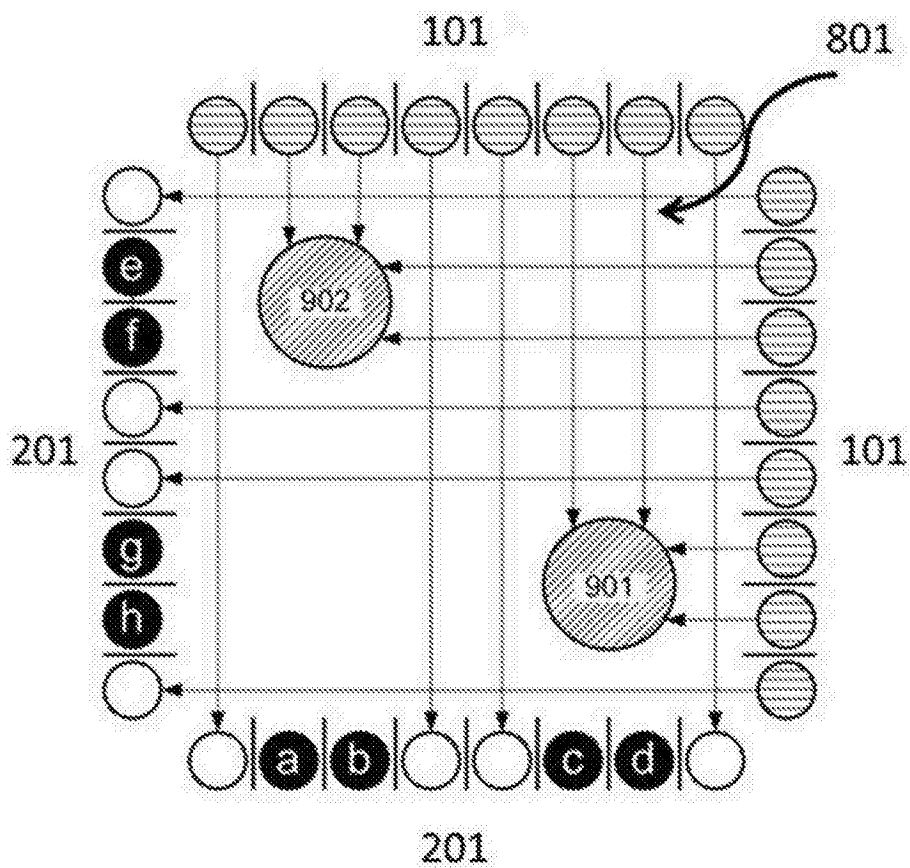


图 2(现有技术)

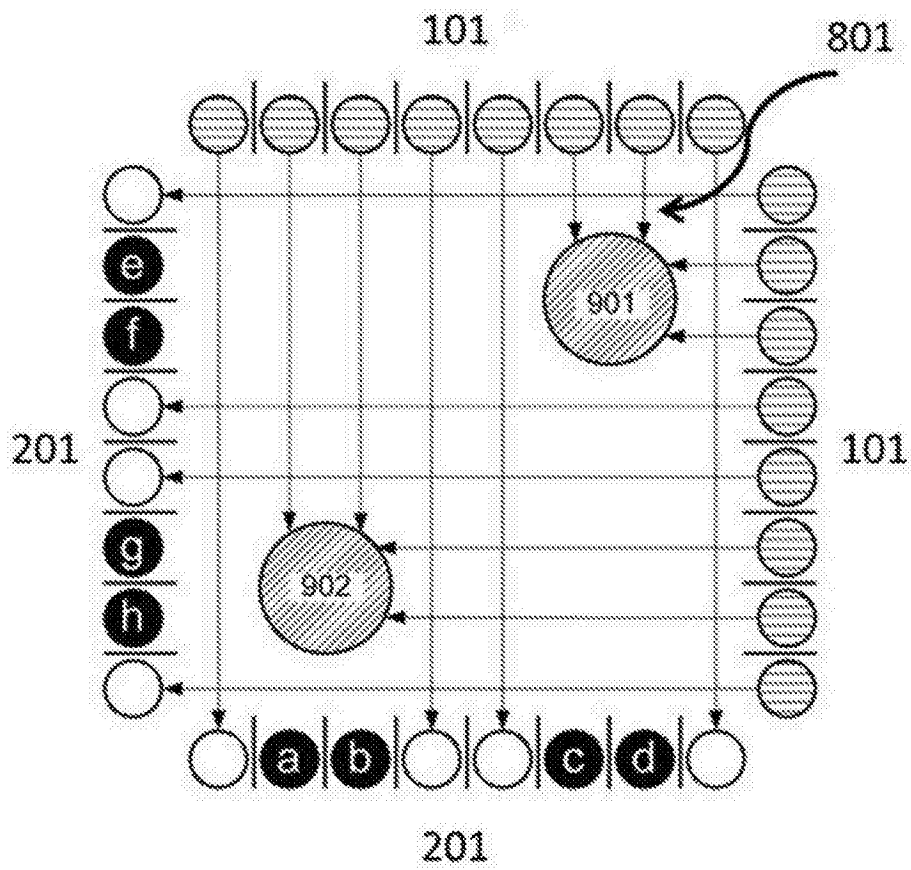


图 3(现有技术)

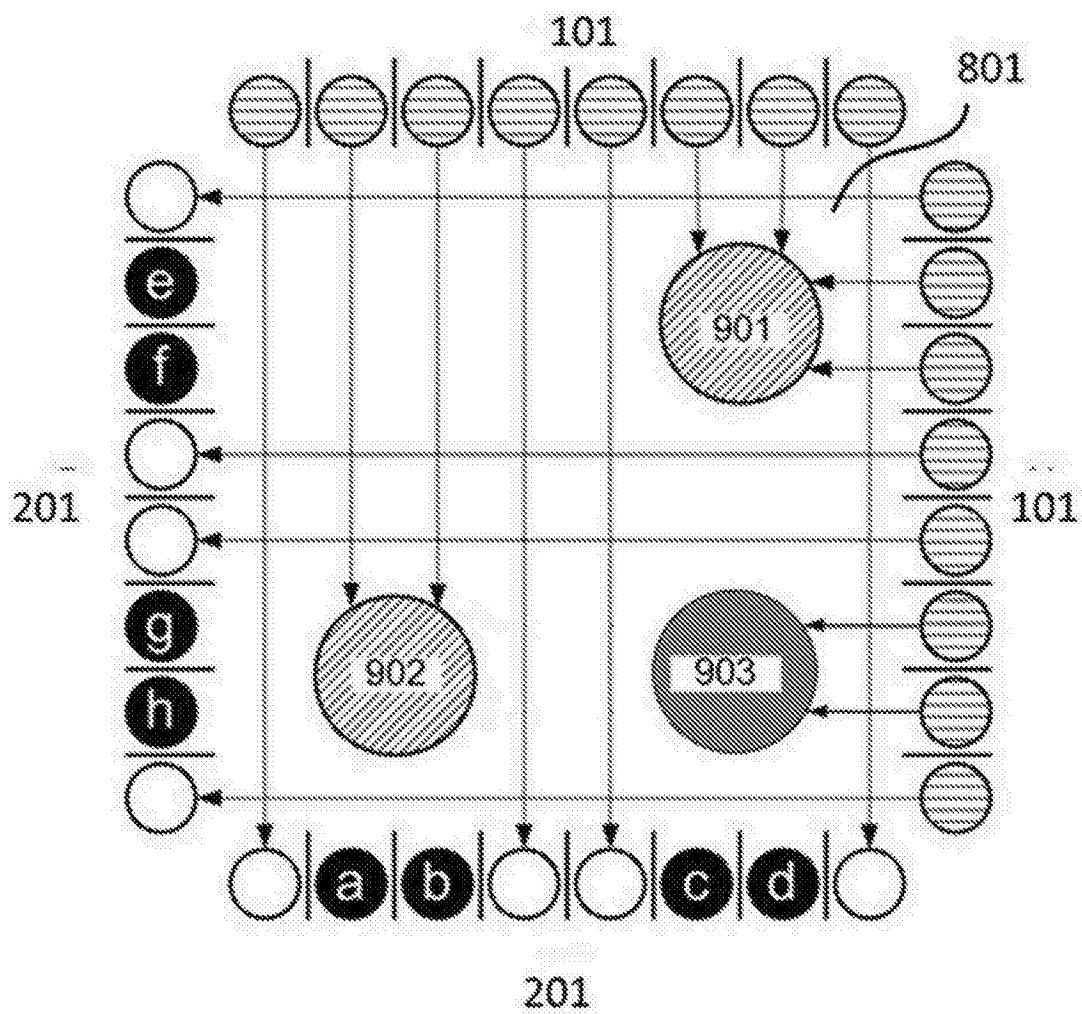


图 4(现有技术)

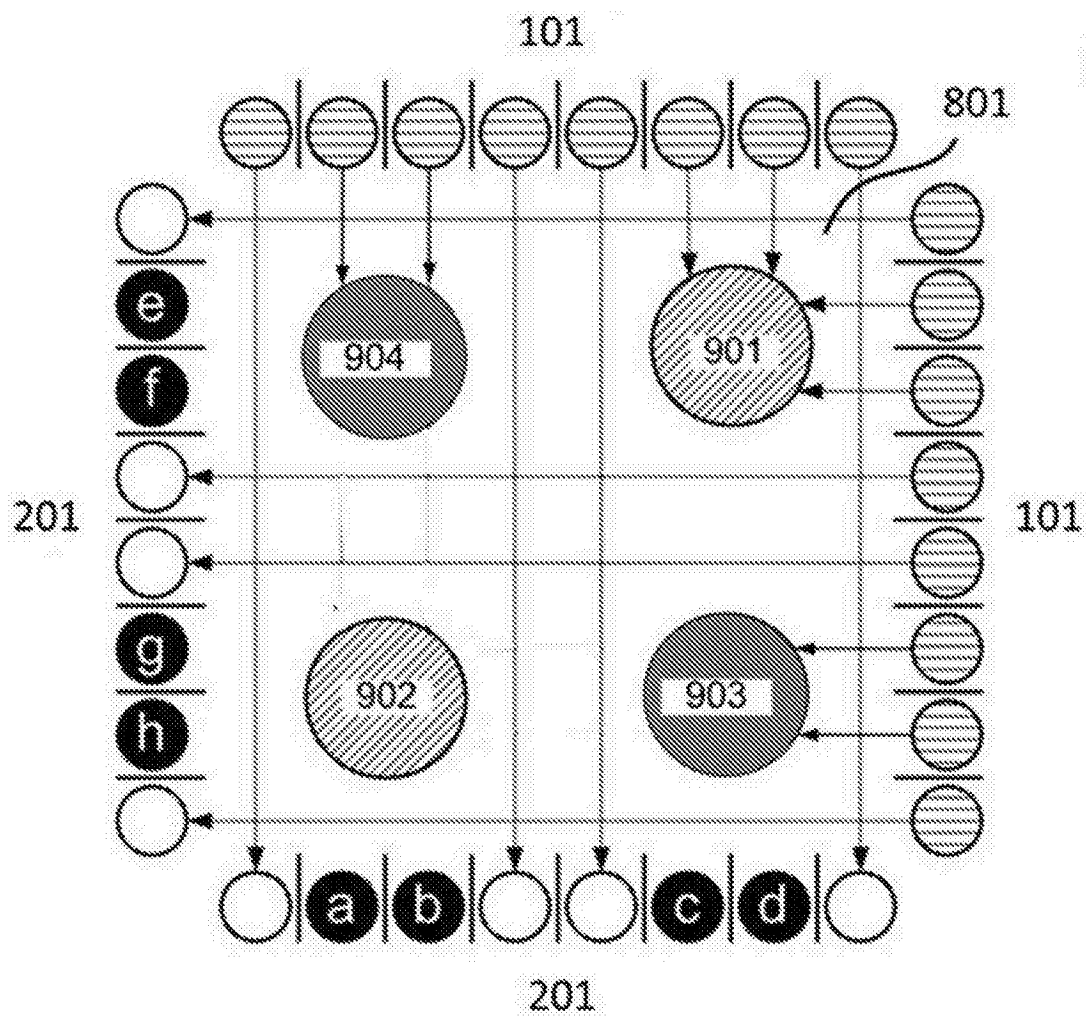


图 5(现有技术)

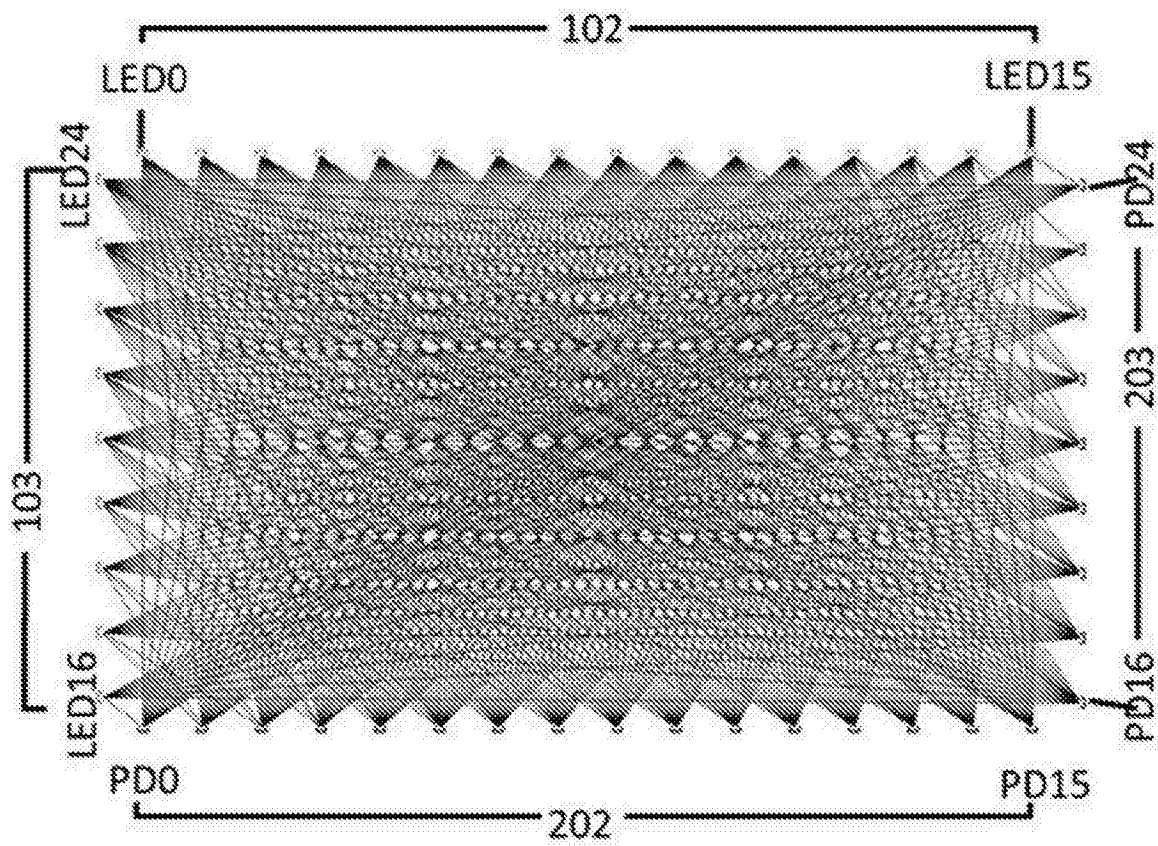


图 6

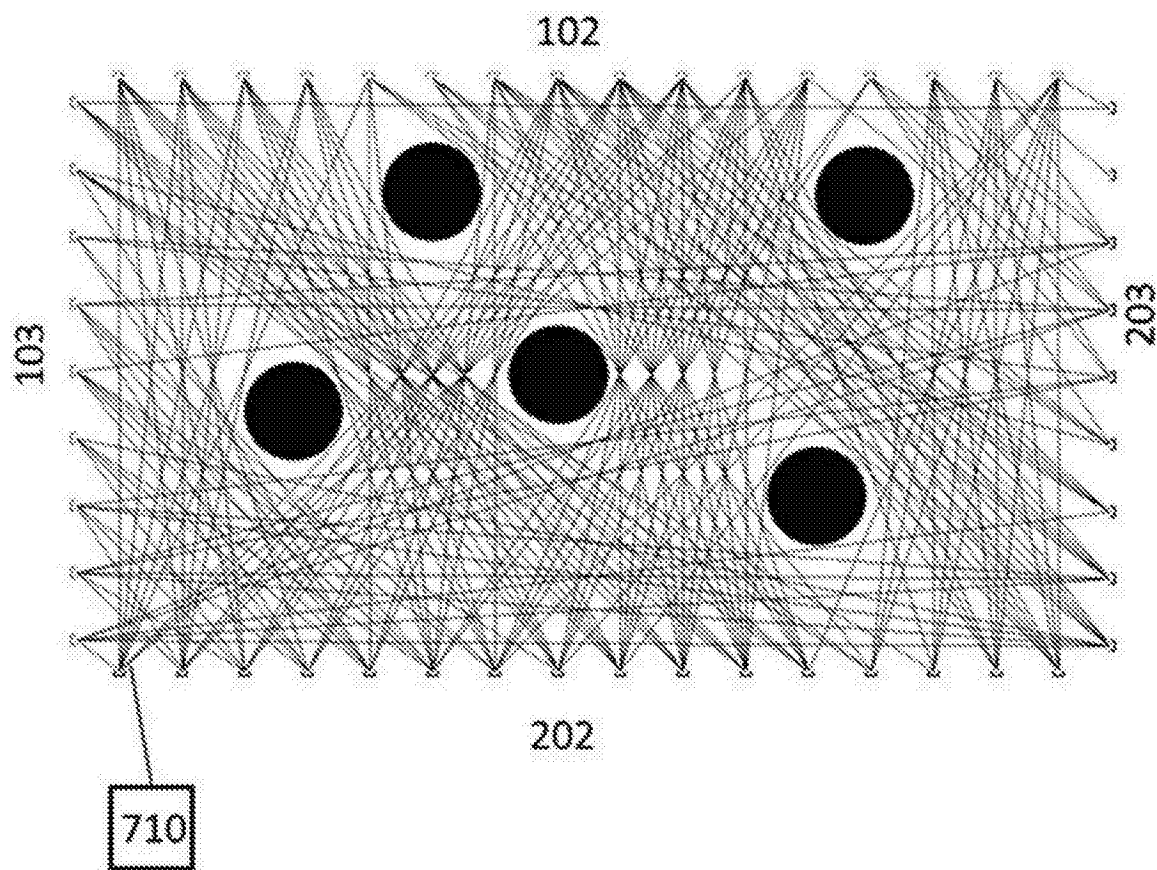


图 7

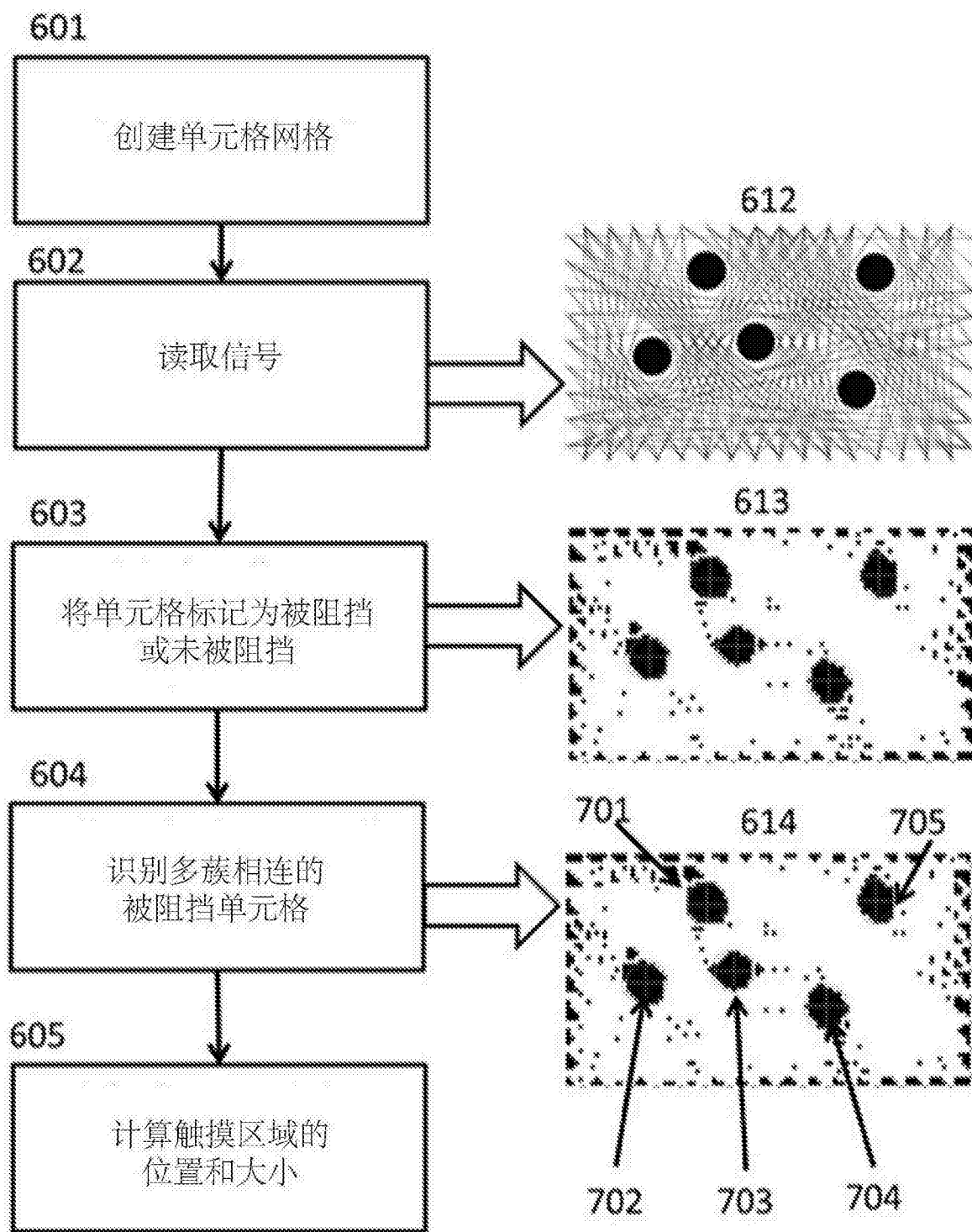


图 8

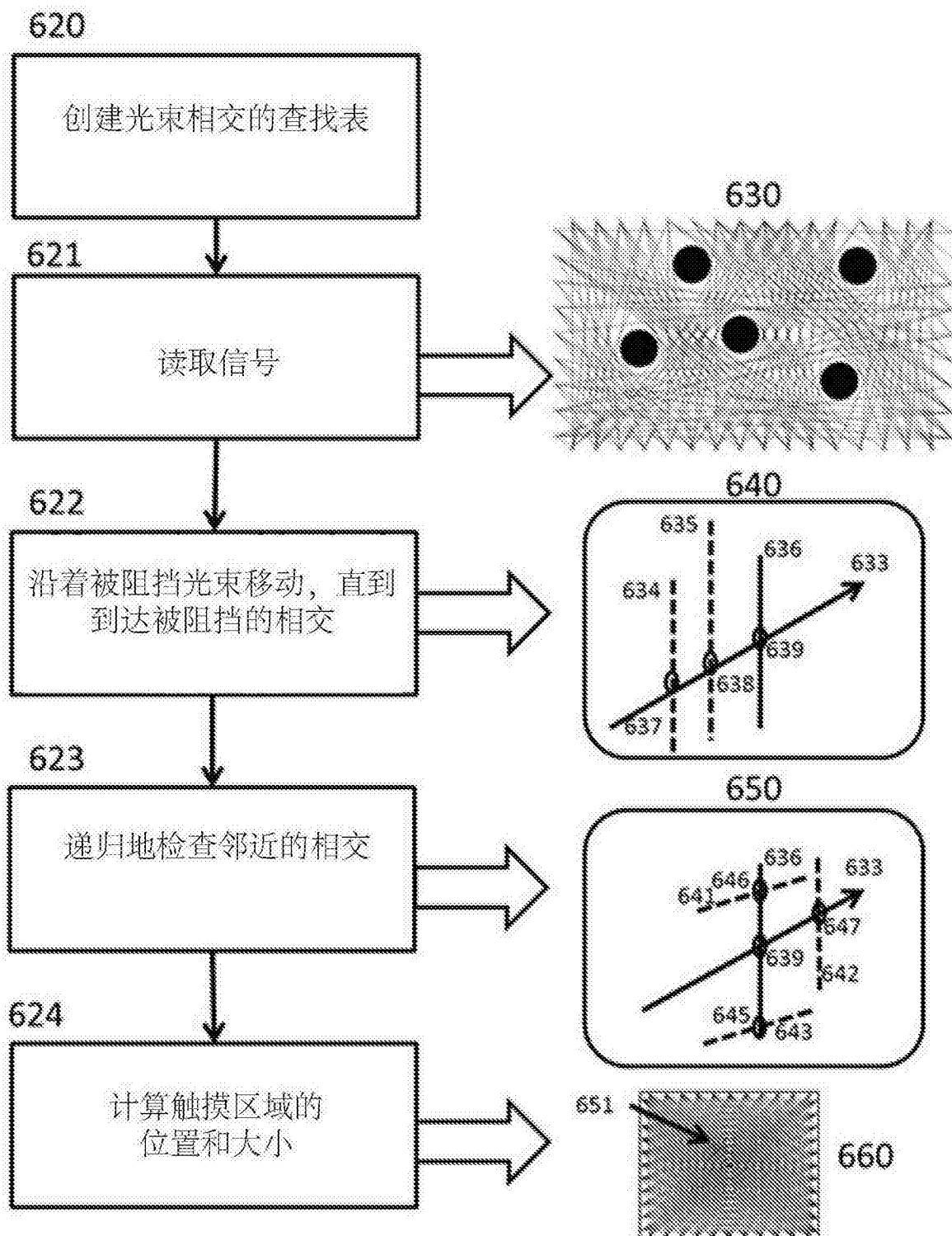


图 9

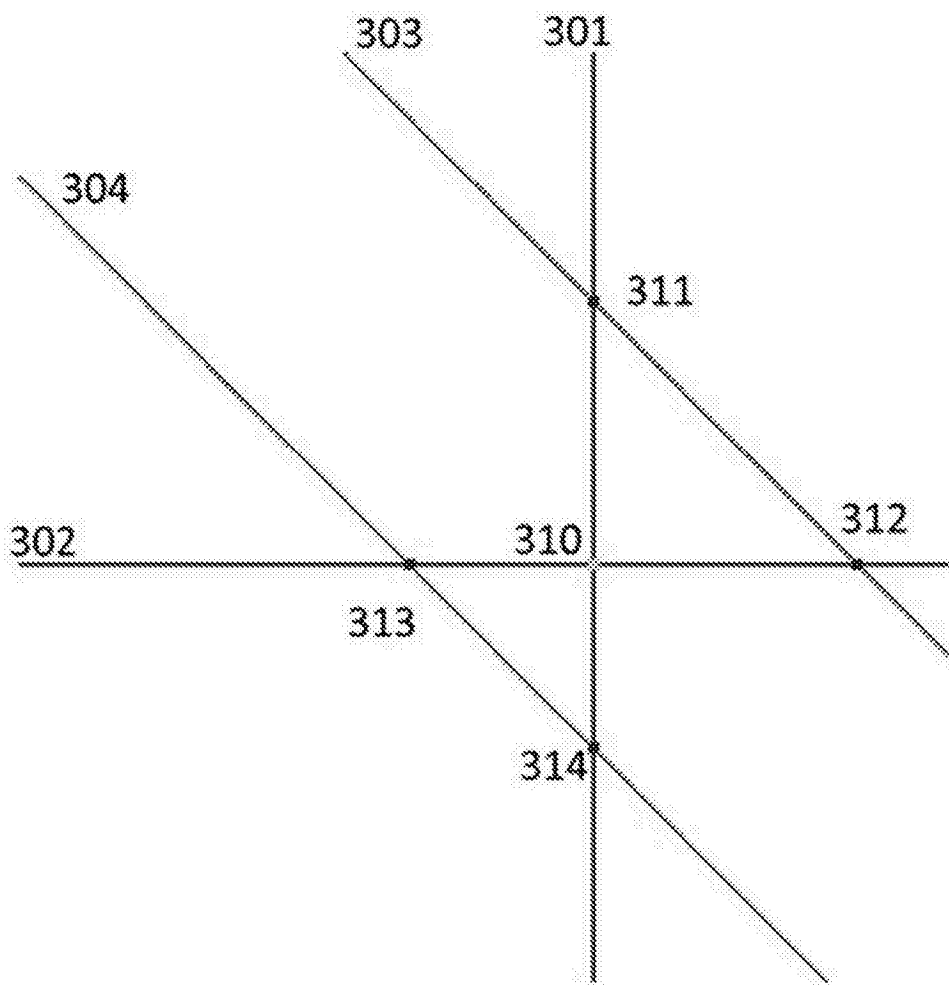


图 10

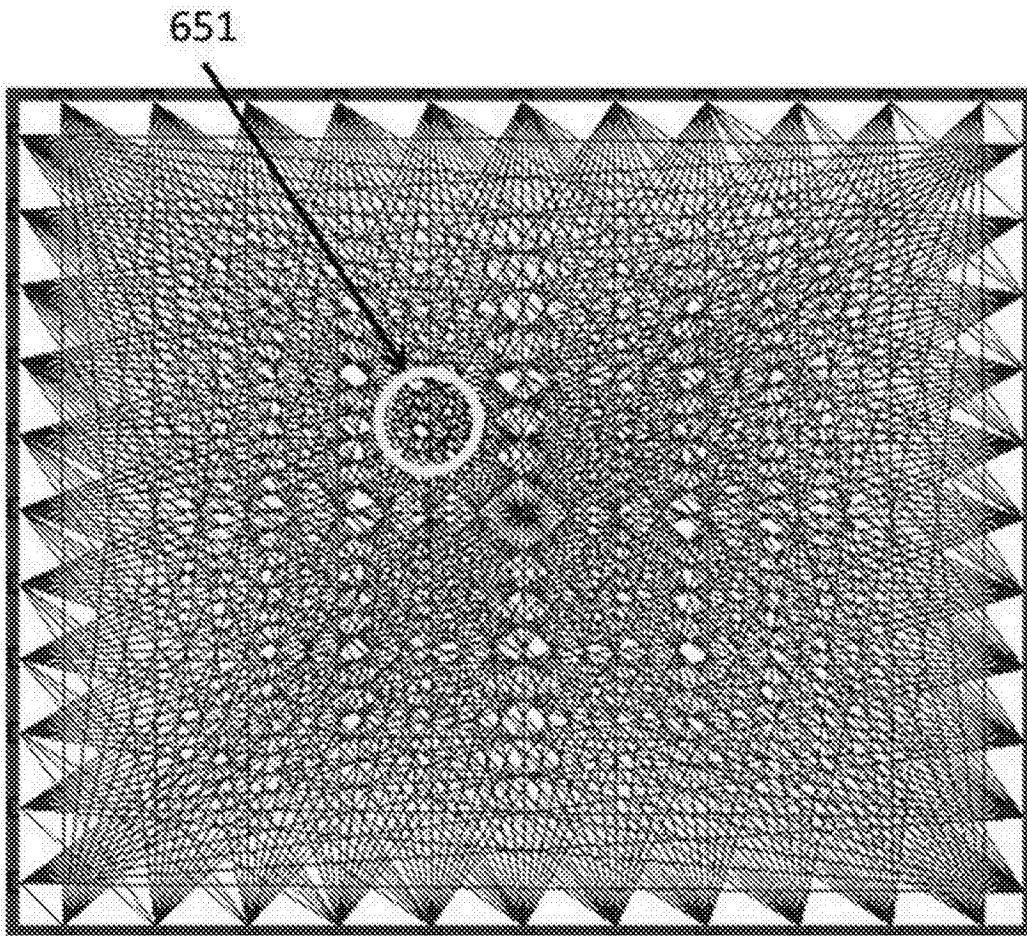


图 11

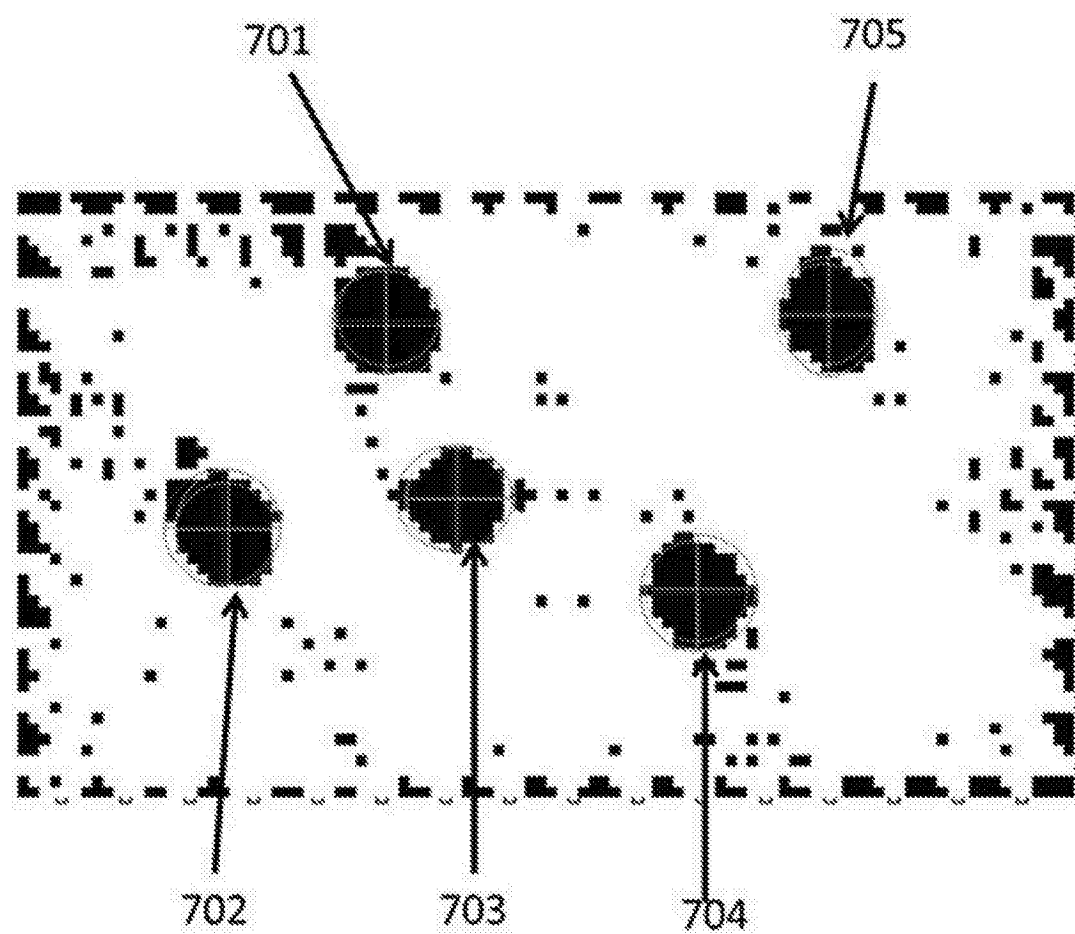


图 12

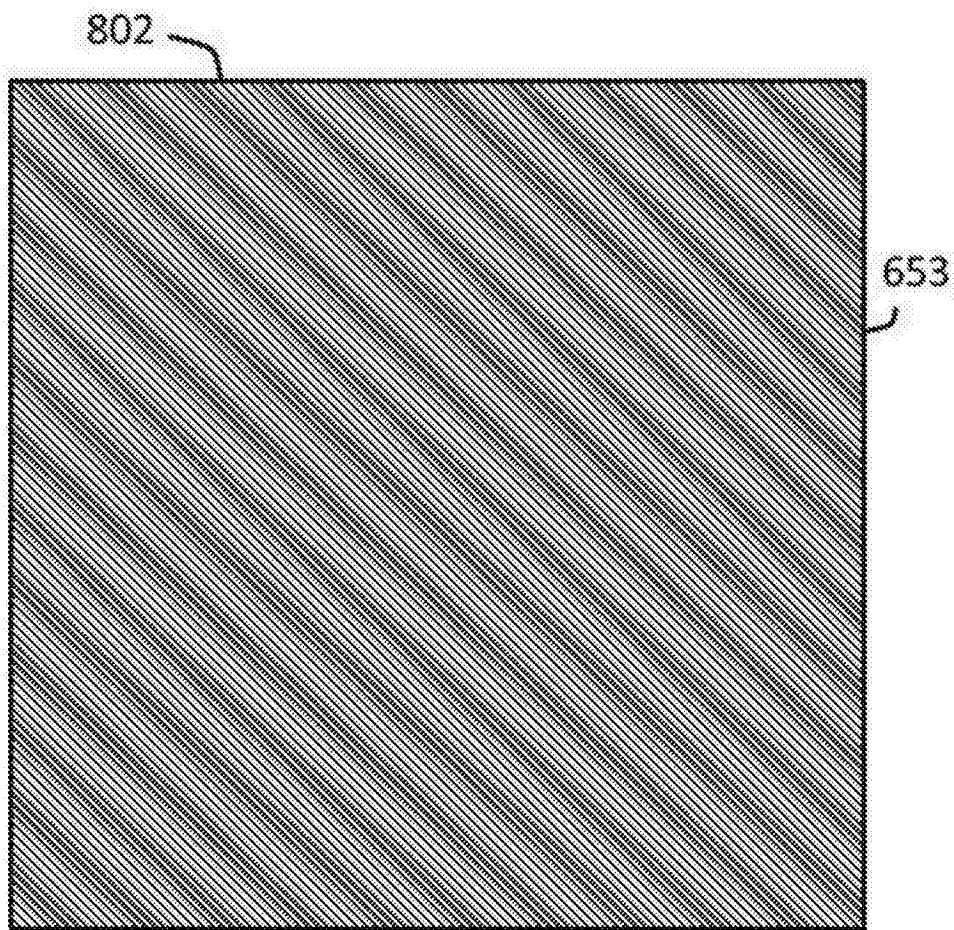


图 13

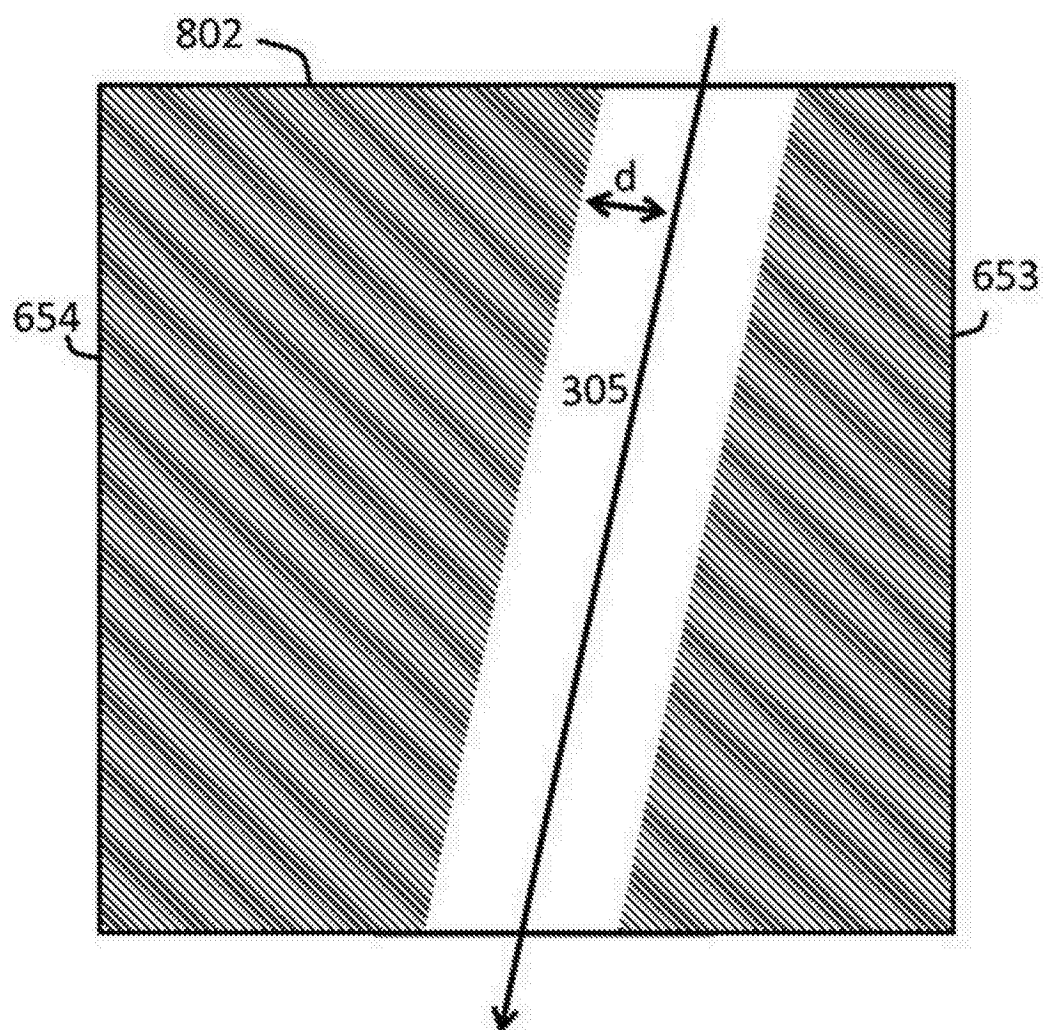


图 14

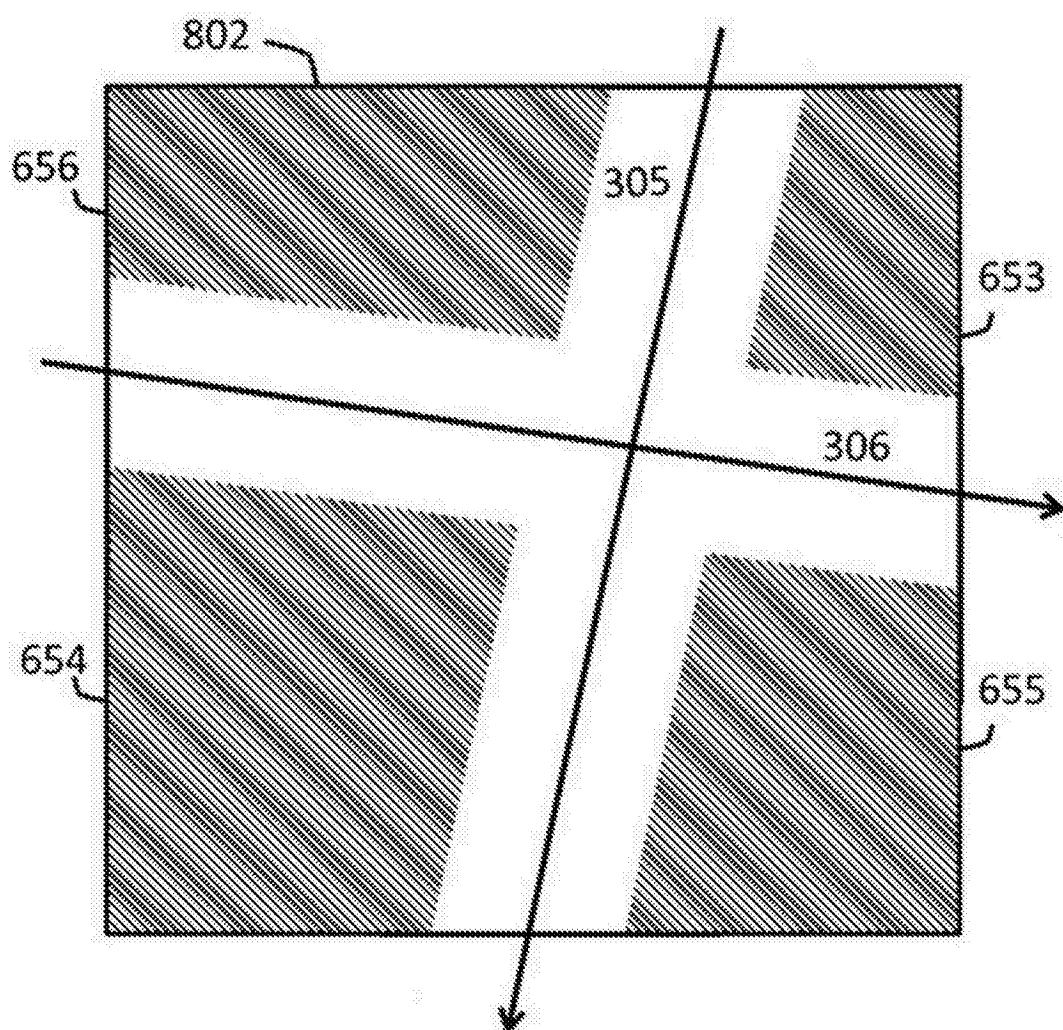


图 15

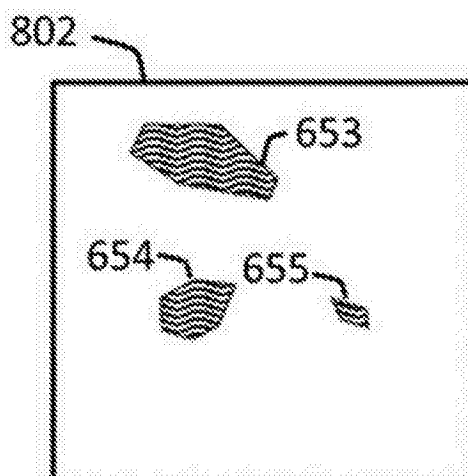


图 16

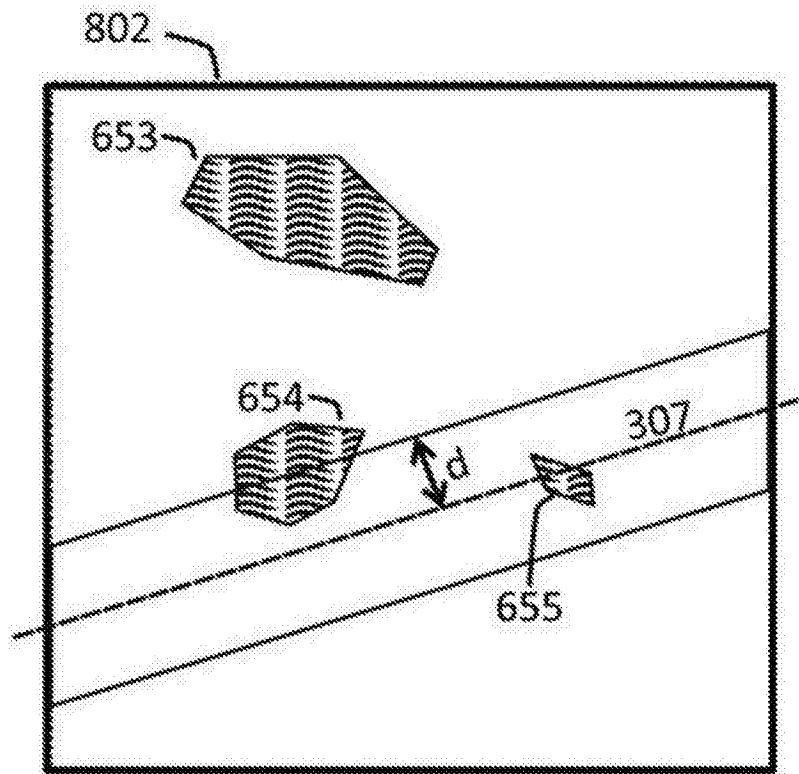


图 17

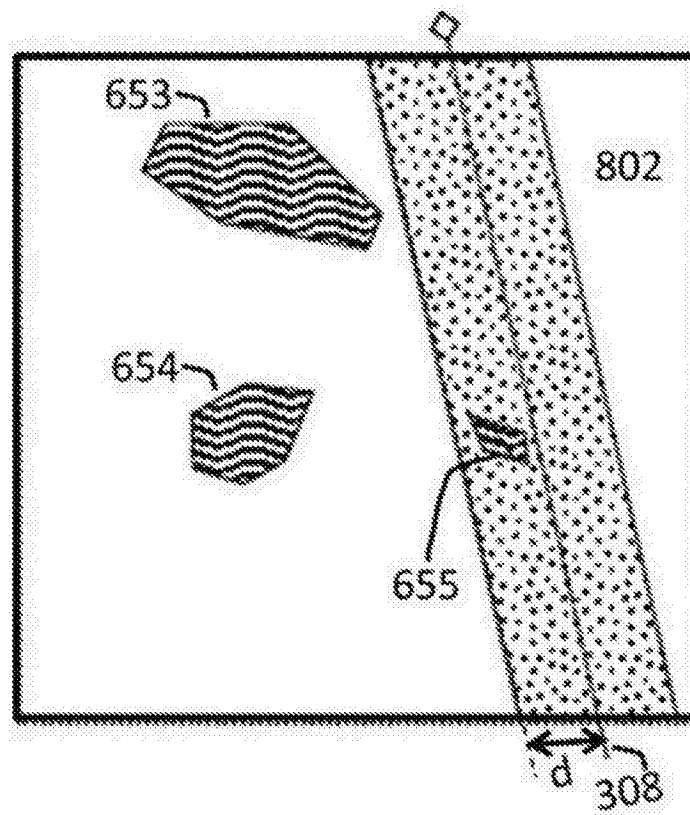


图 18

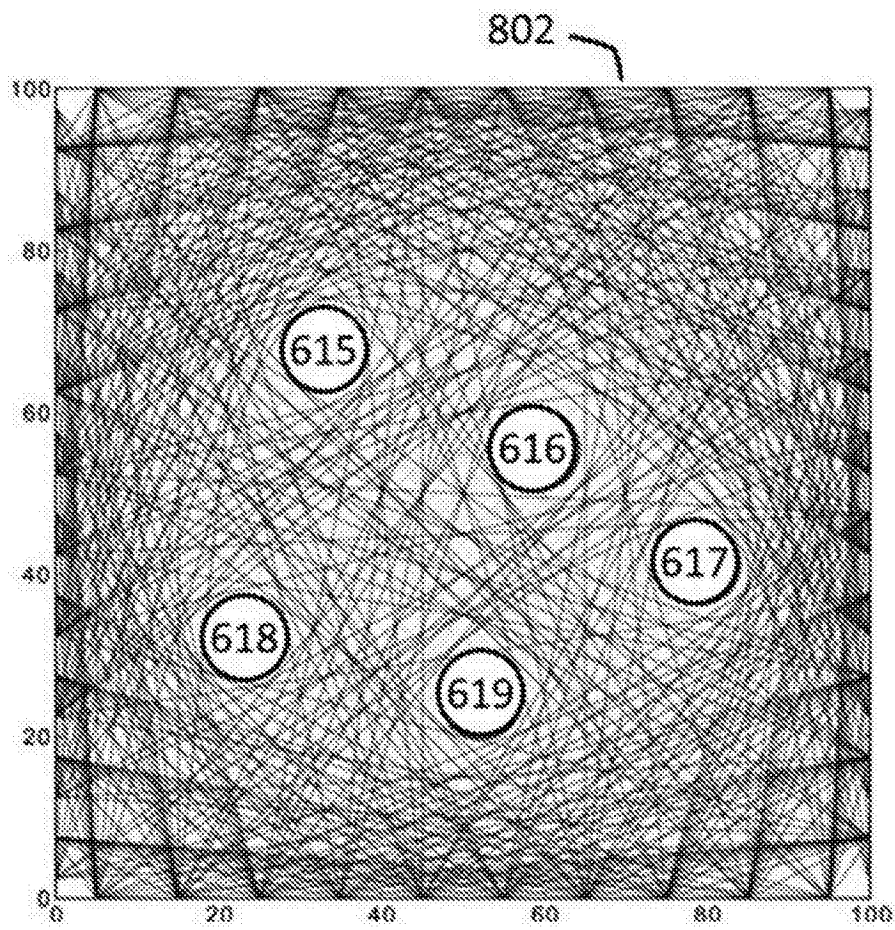


图 19

识别出的触摸点的数量

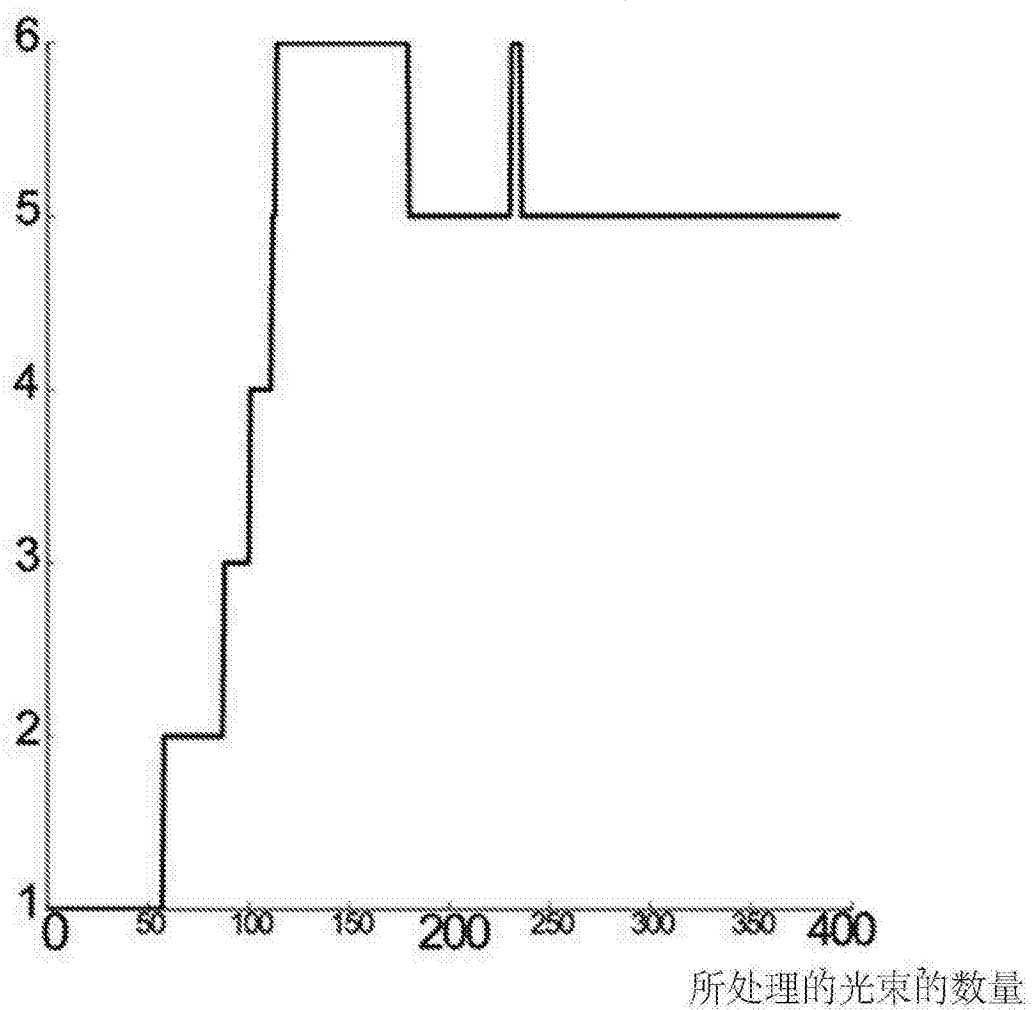


图 20

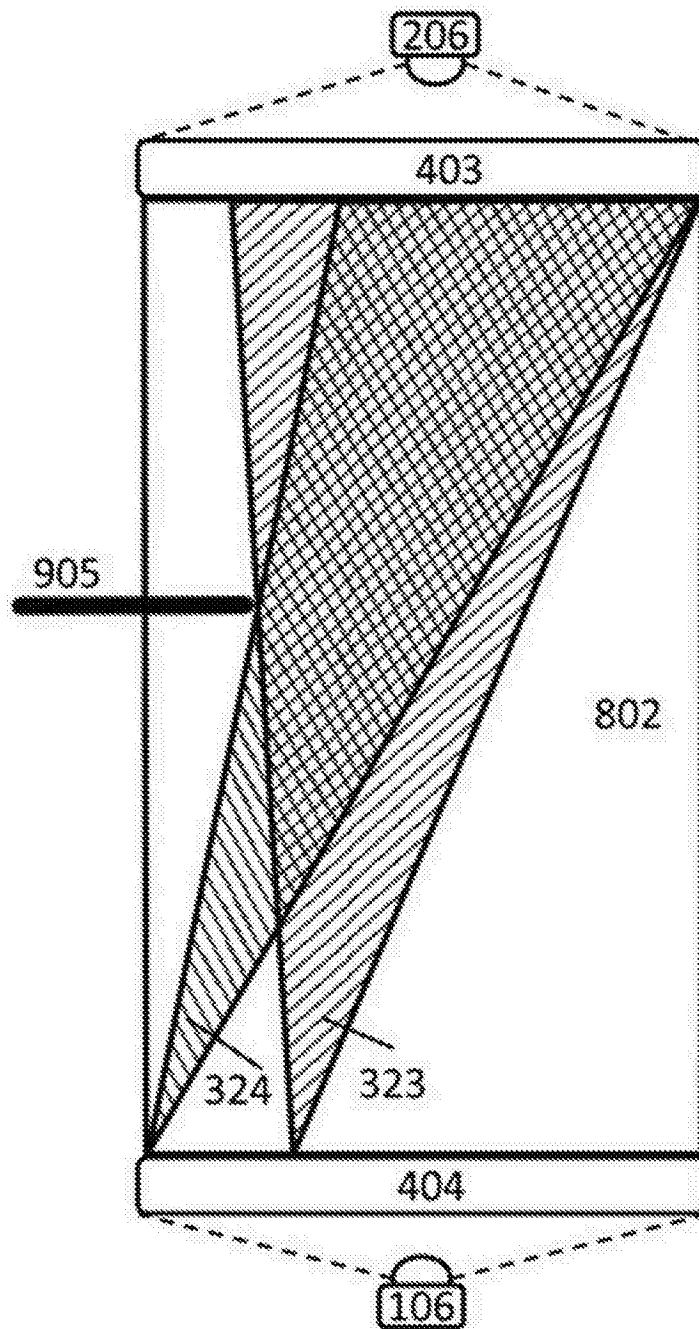


图 21

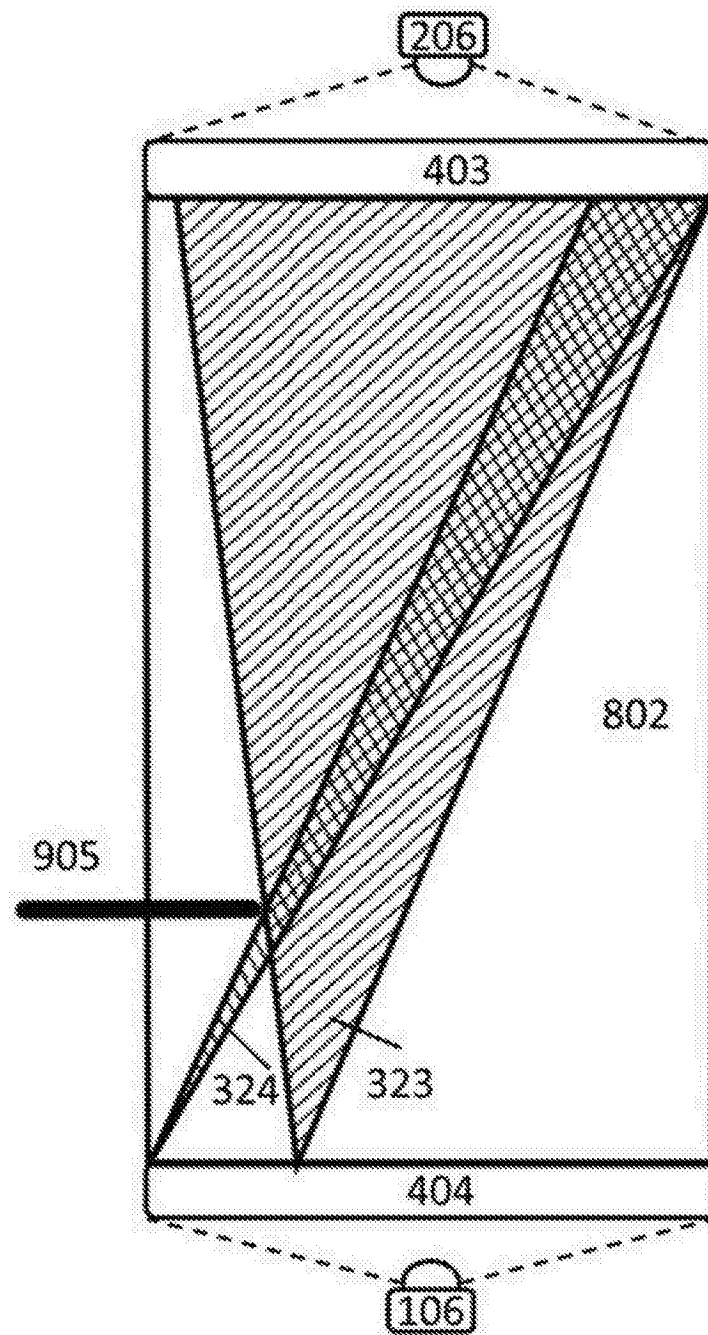


图 22

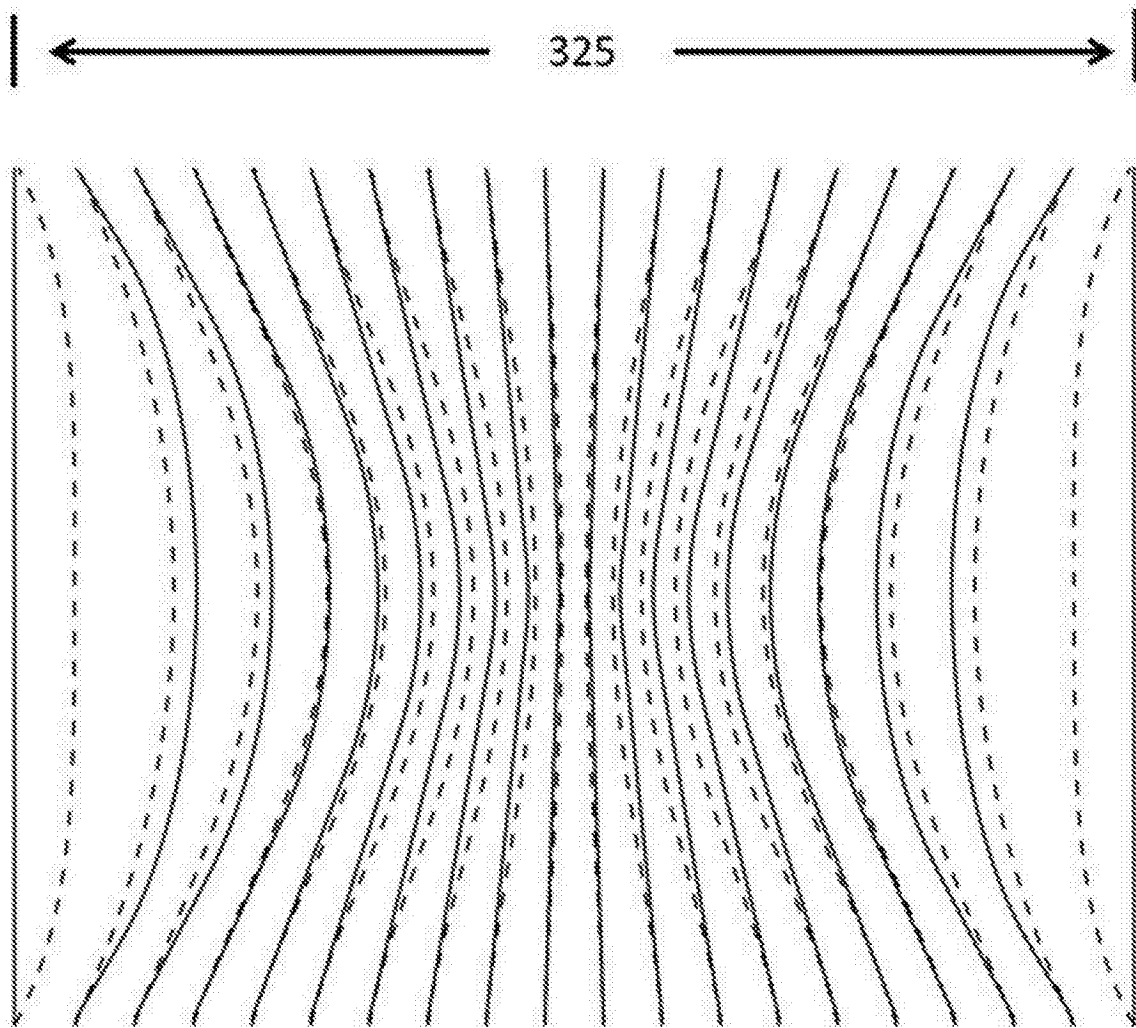


图 23

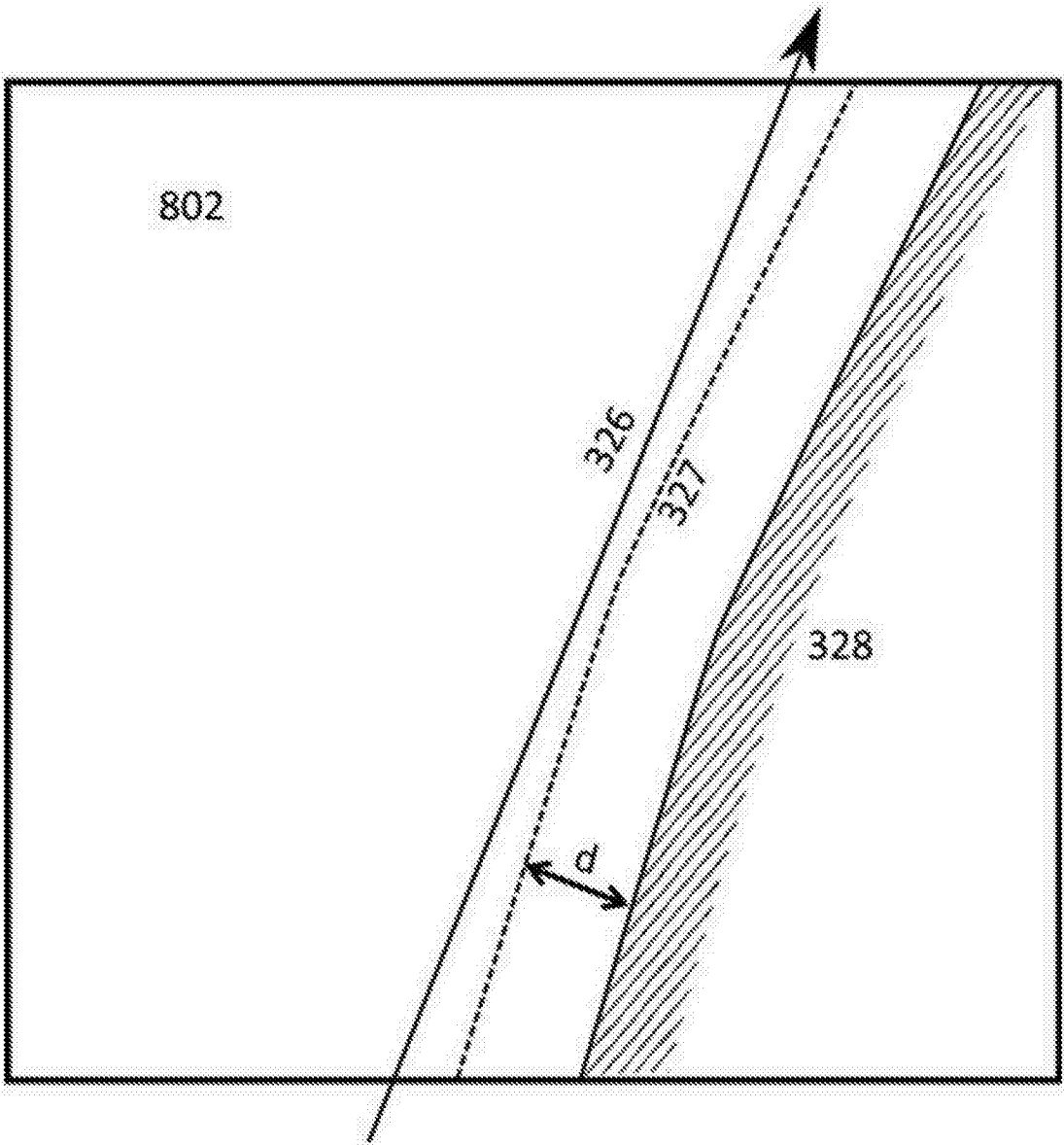


图 24

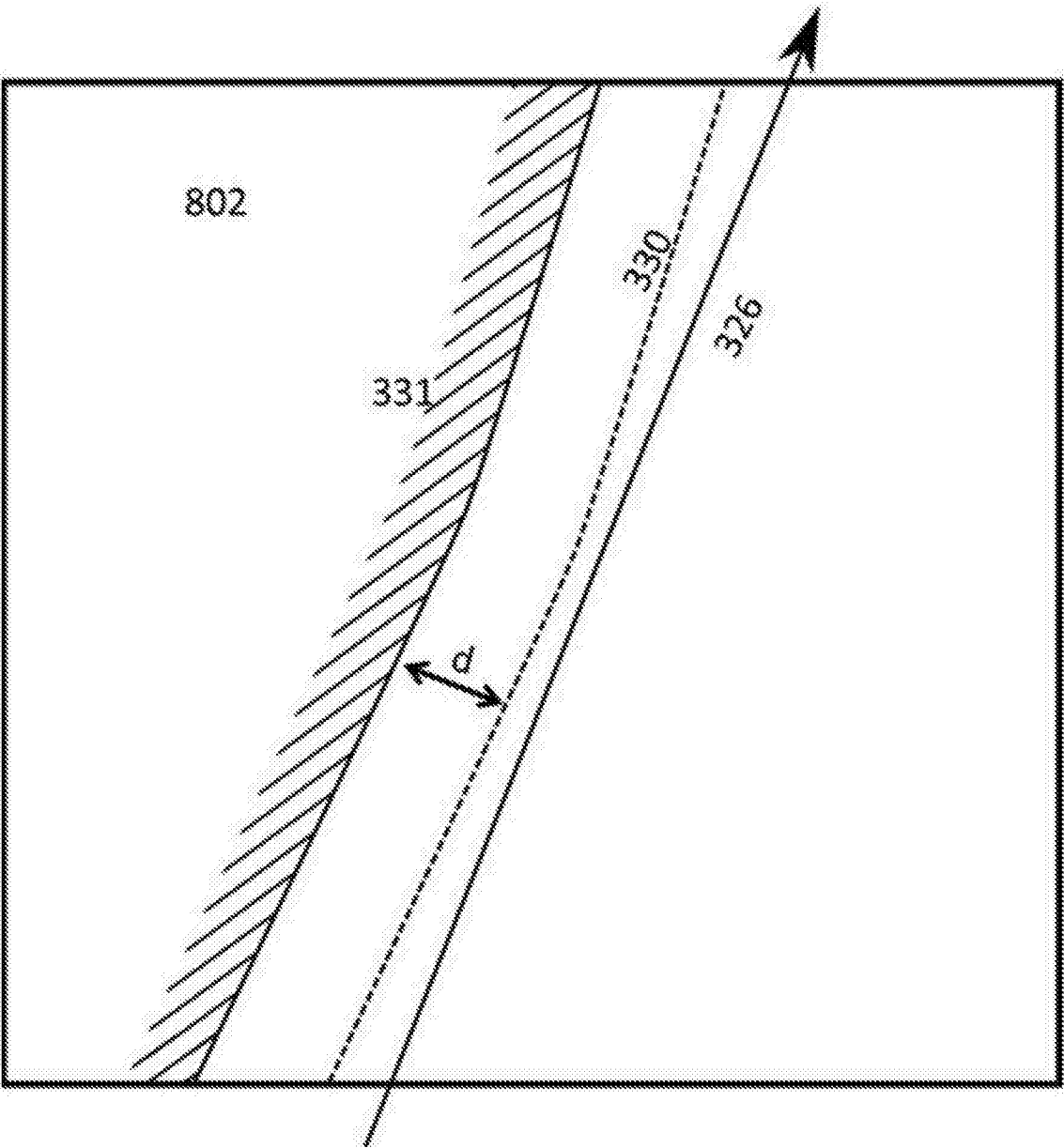


图 25

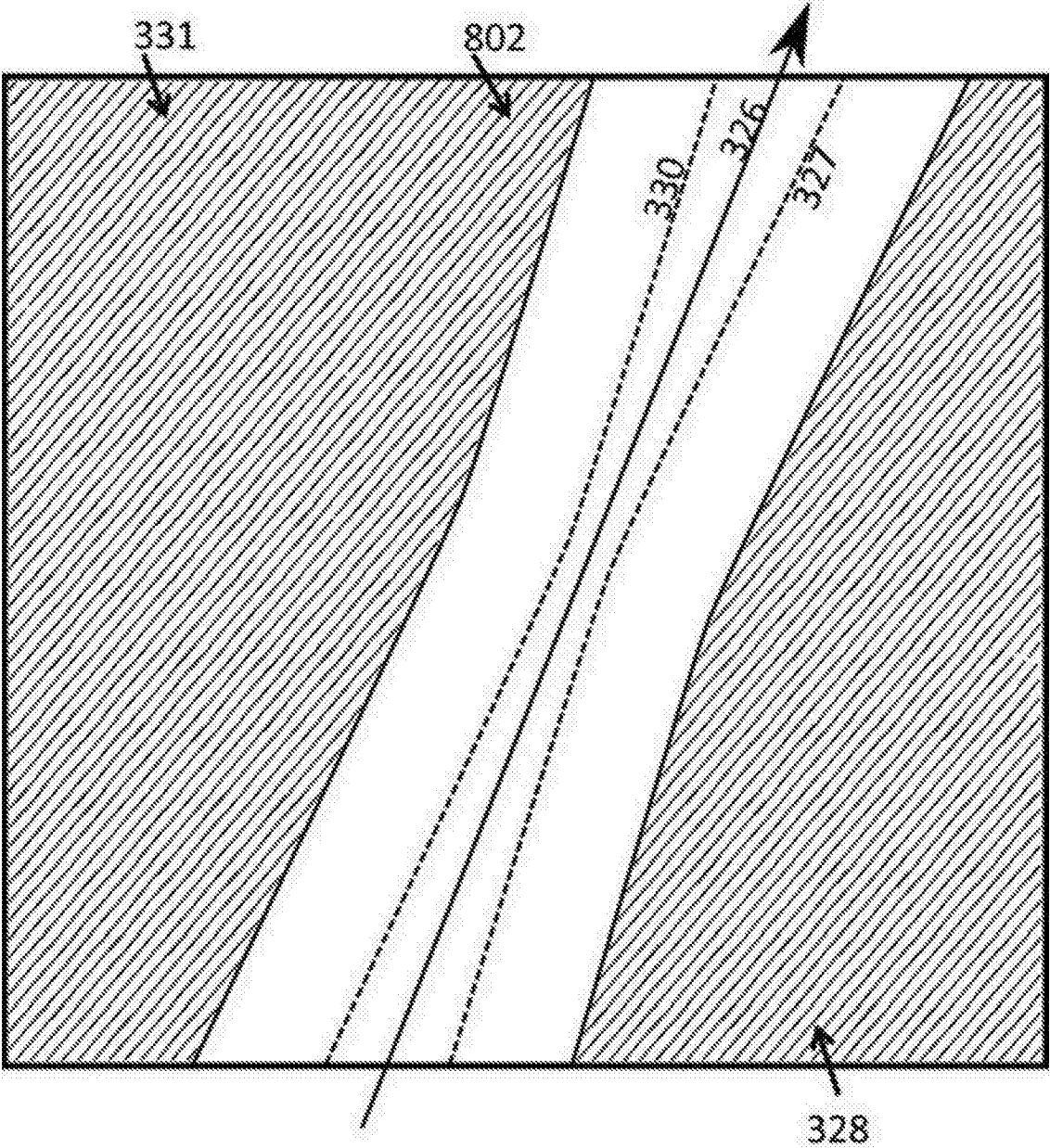


图 26

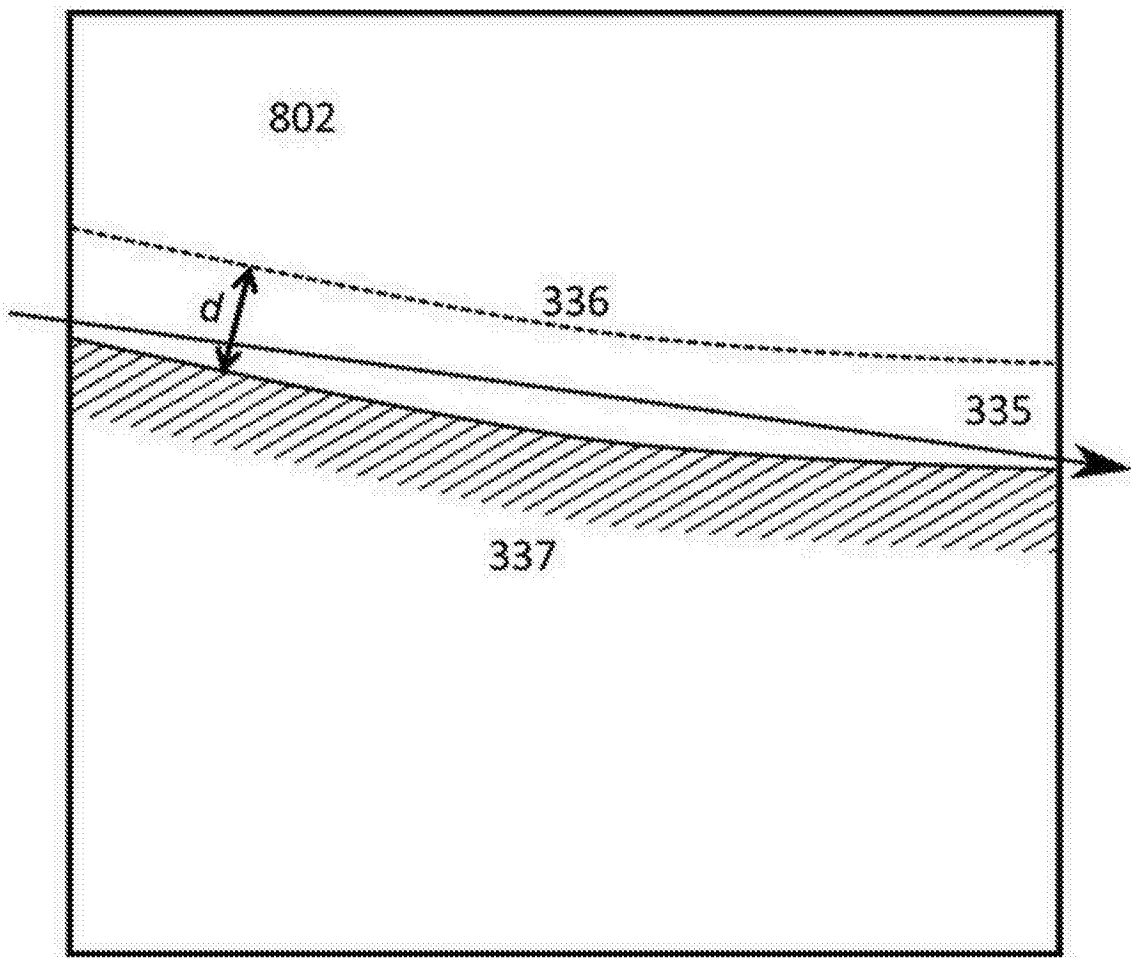


图 27

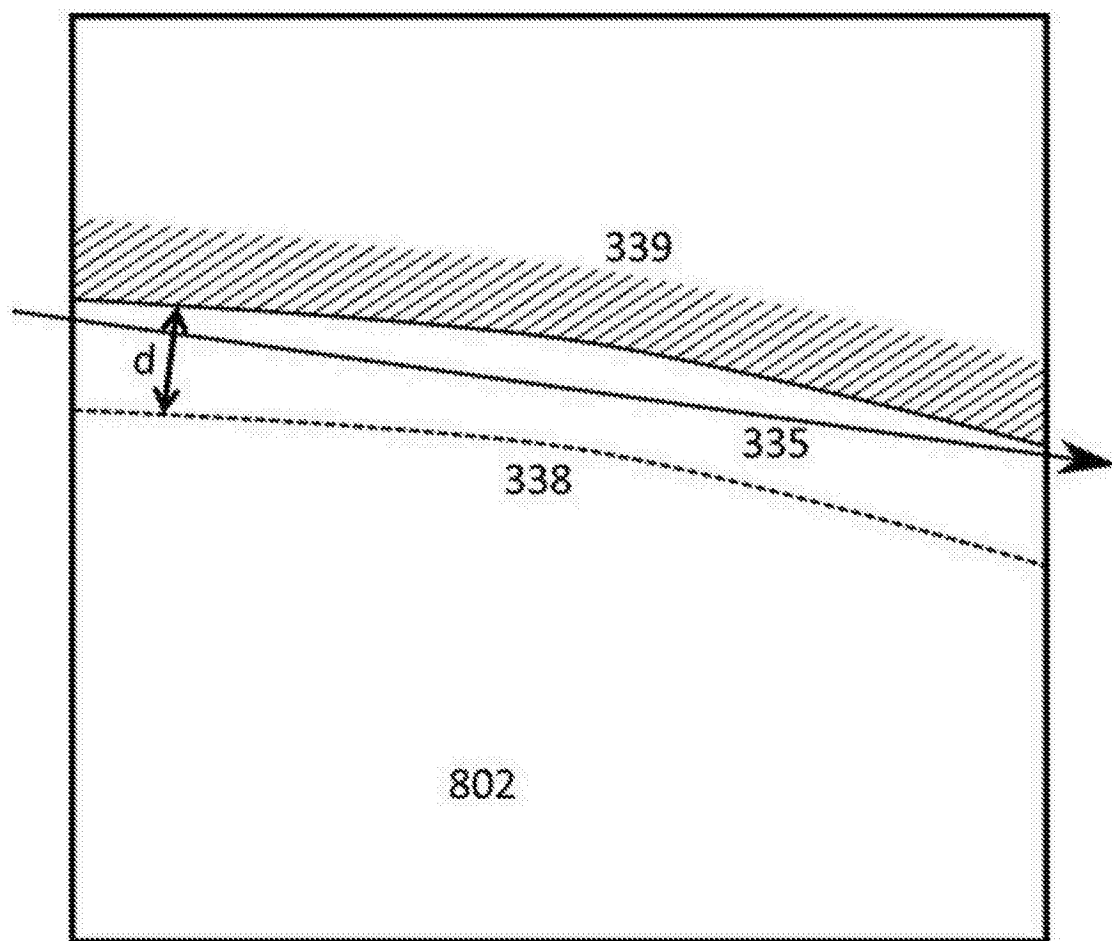


图 28

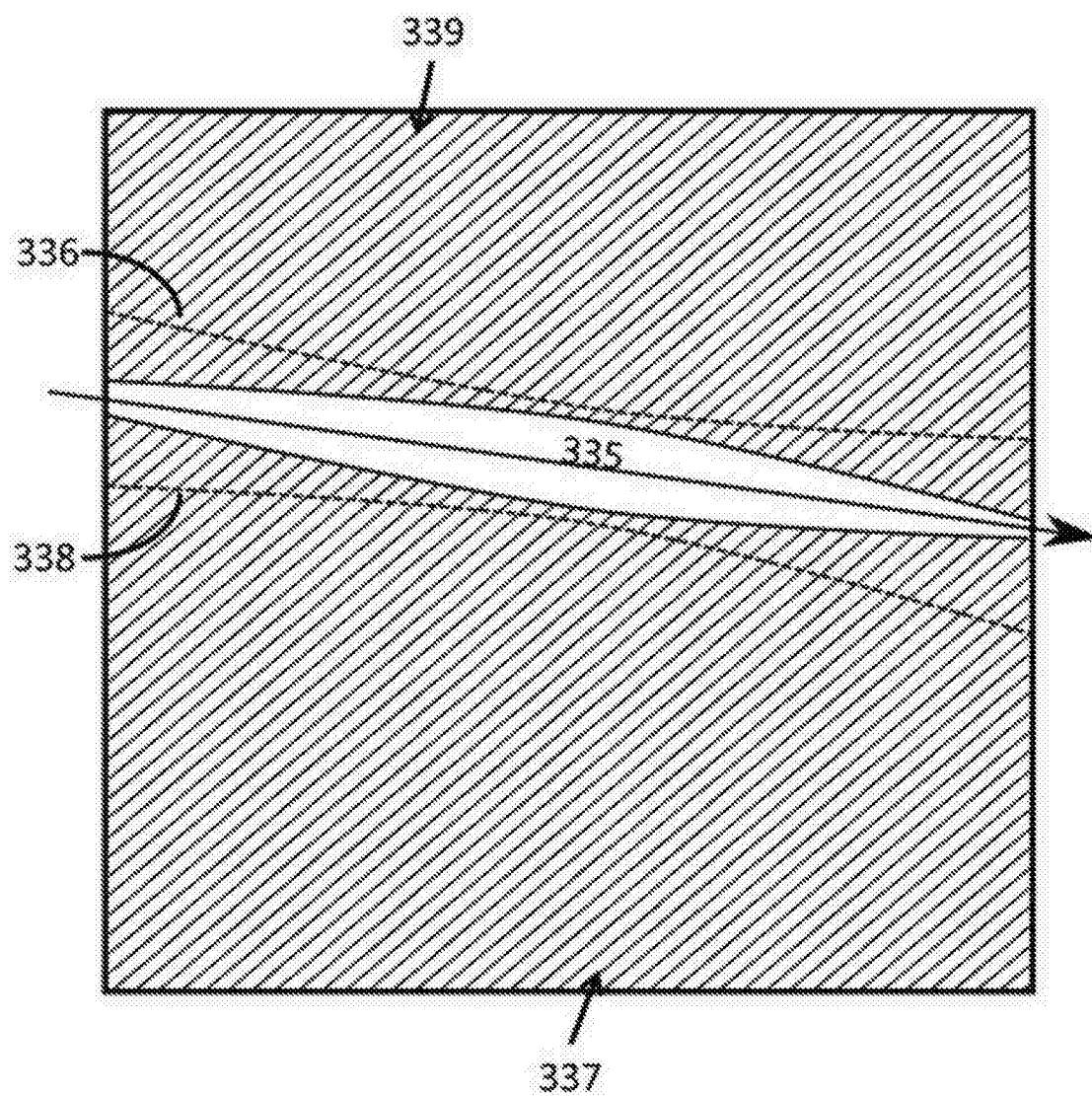


图 29

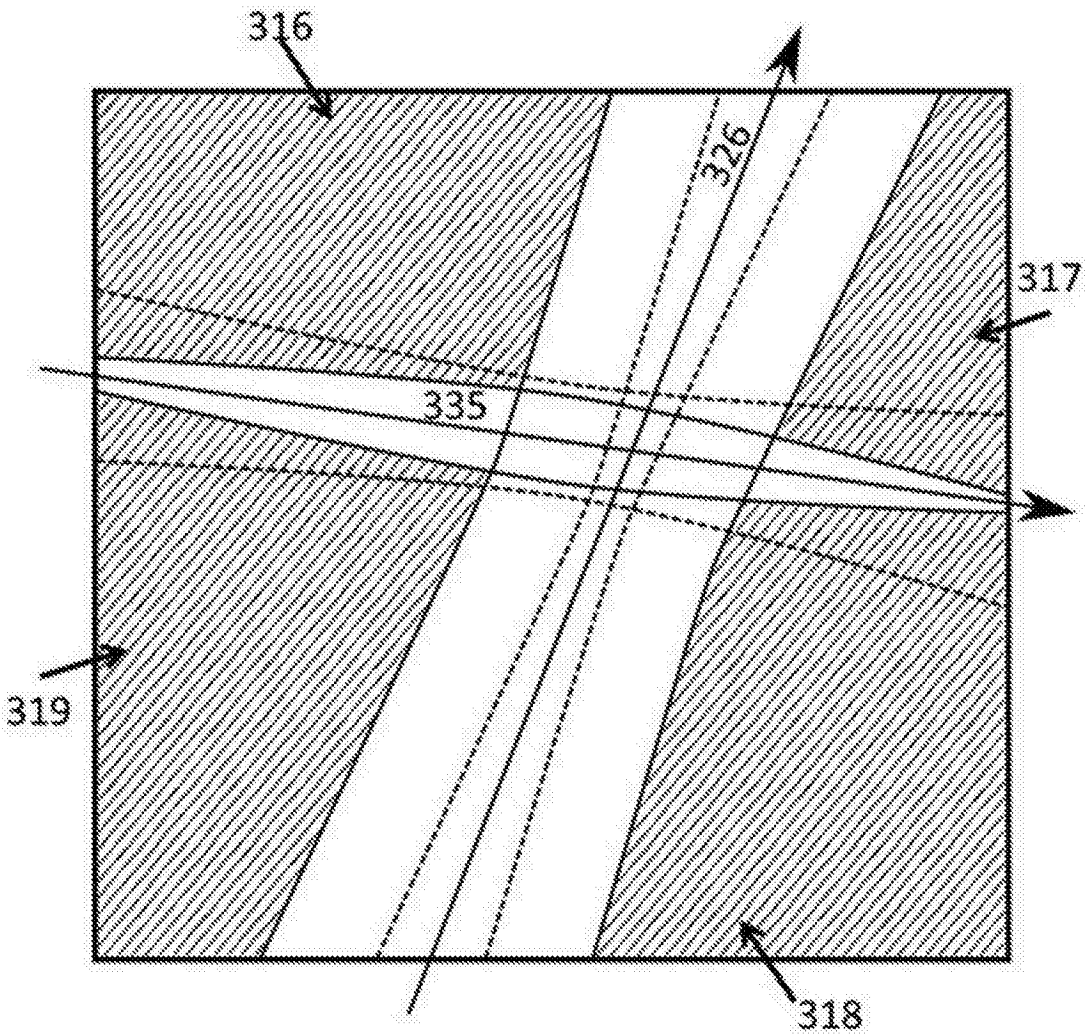


图 30

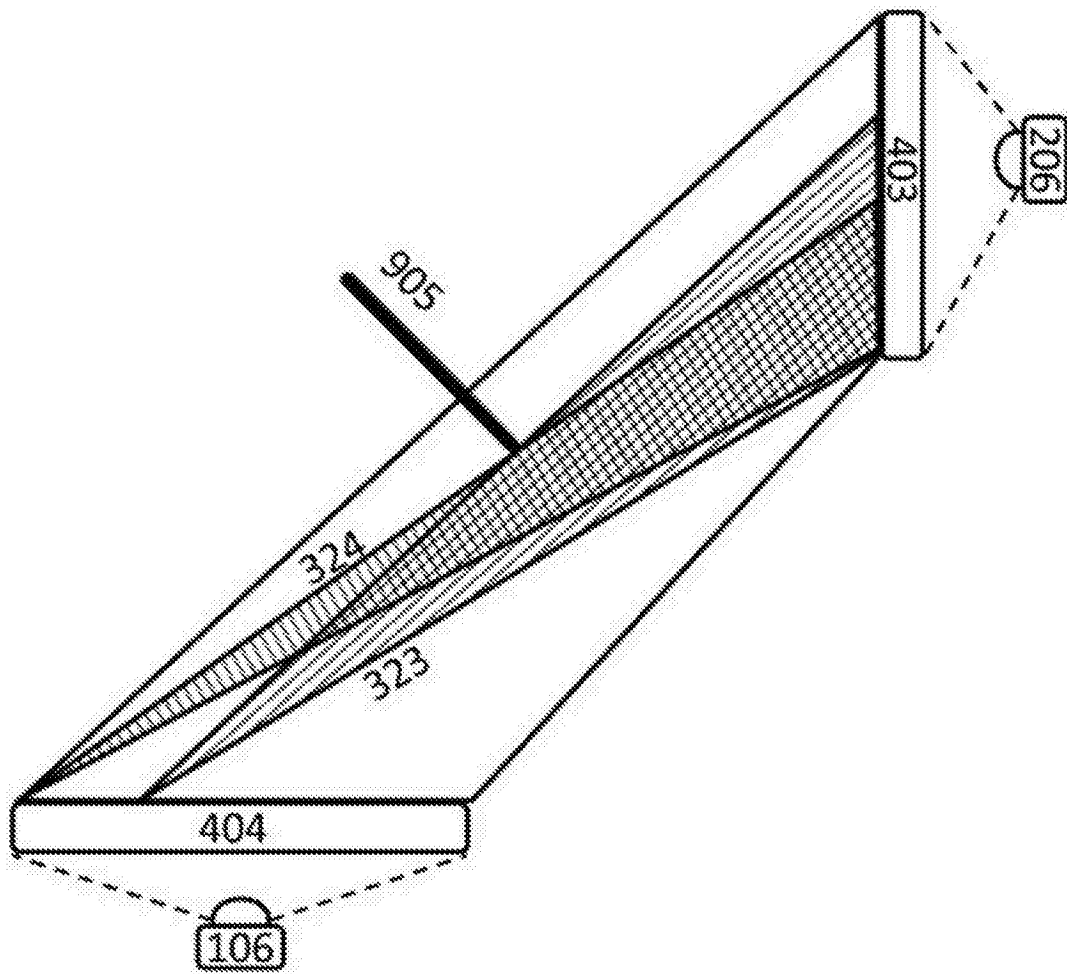


图 31

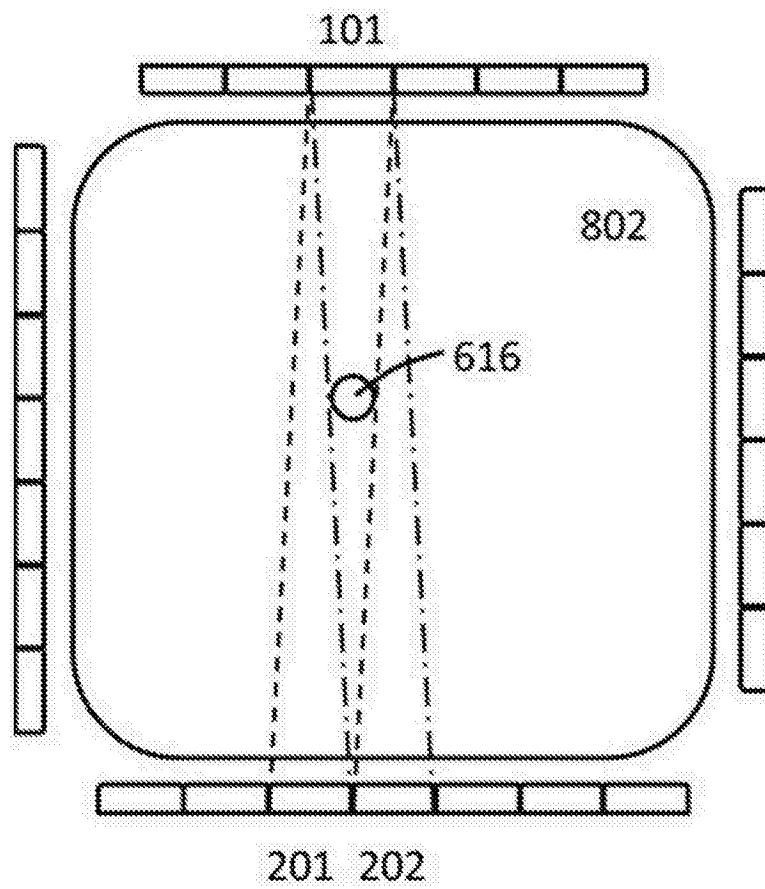


图 32

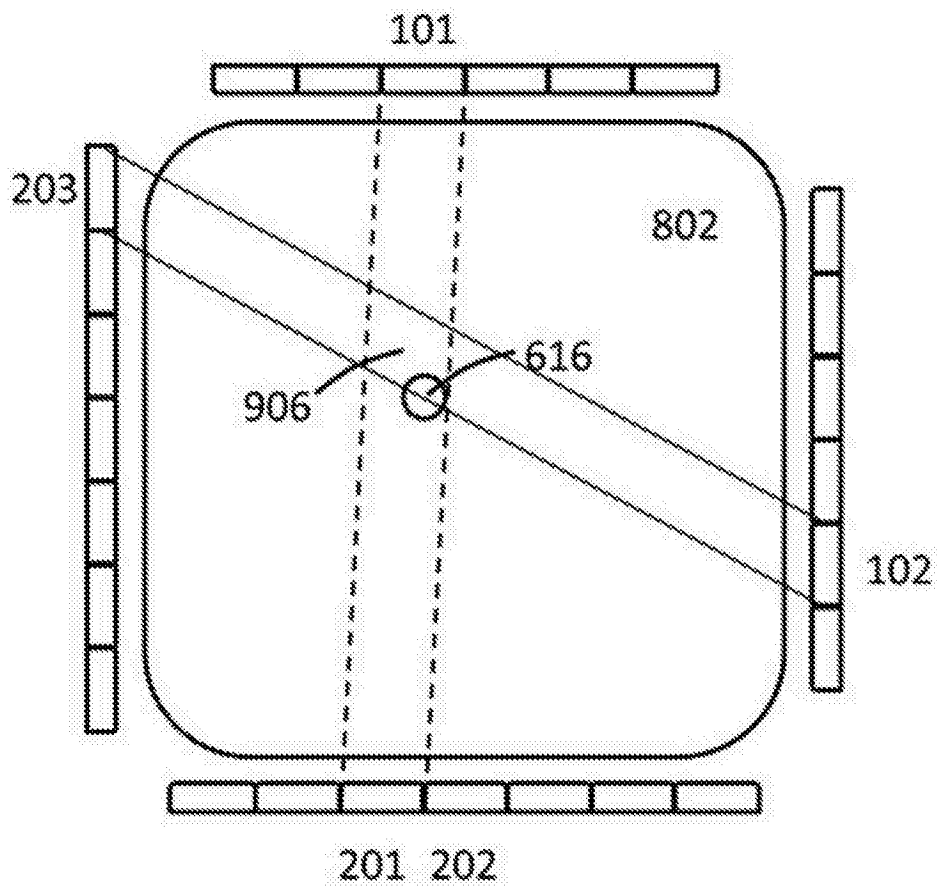


图 33

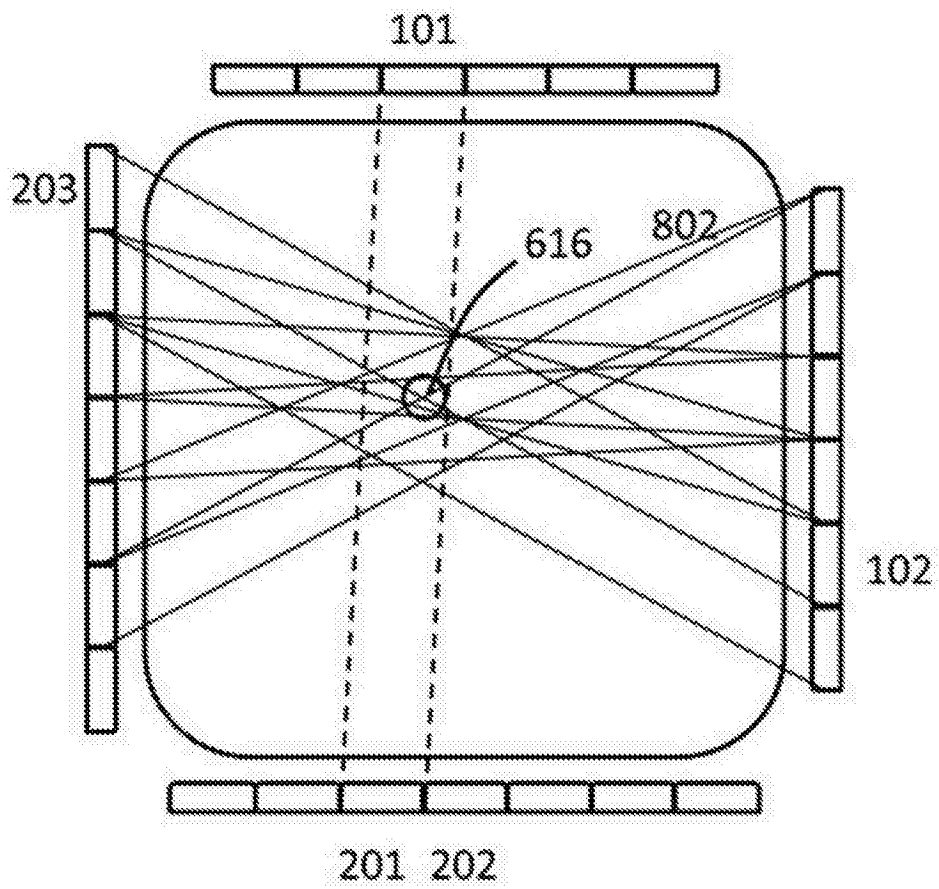


图 34

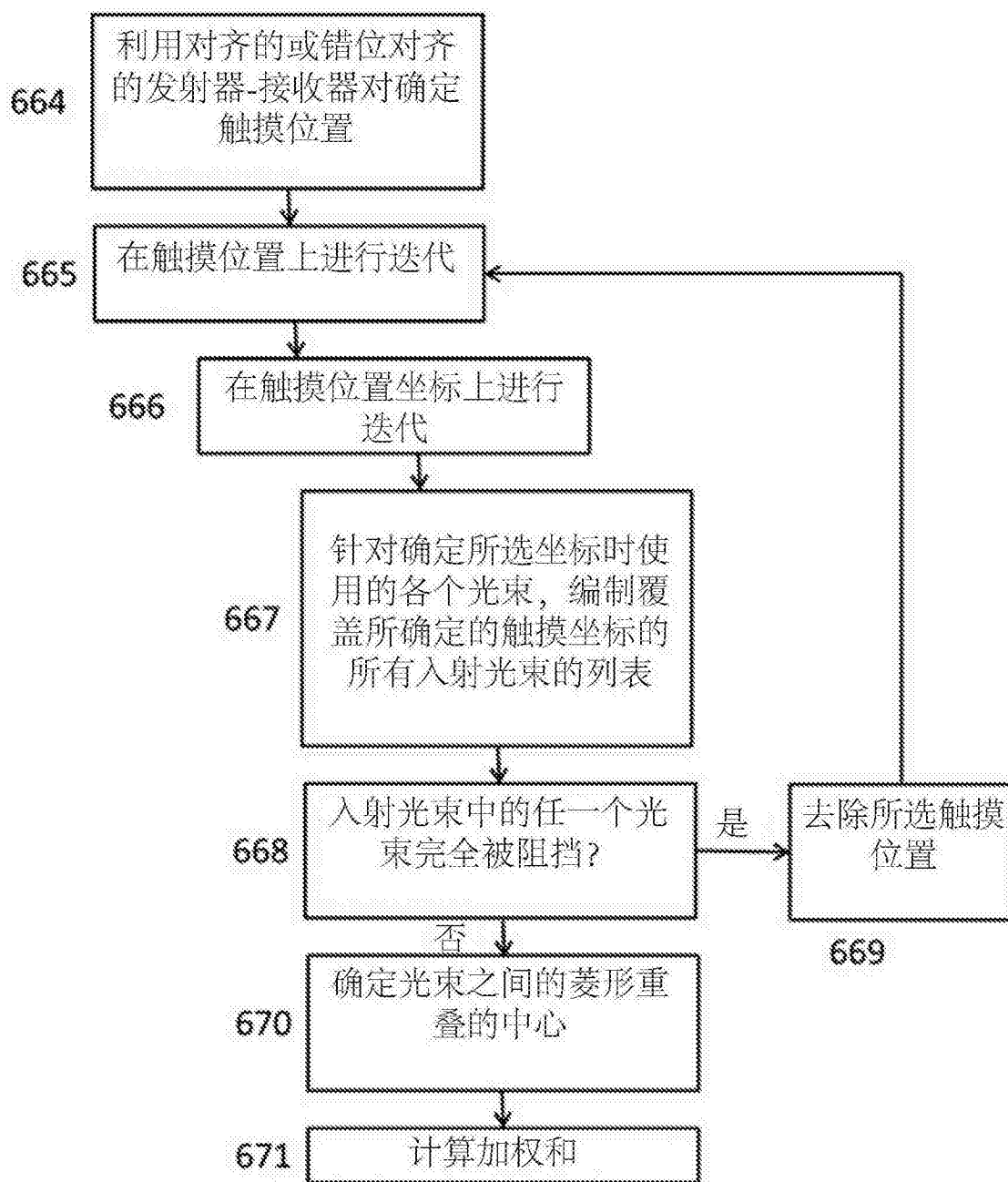


图 35

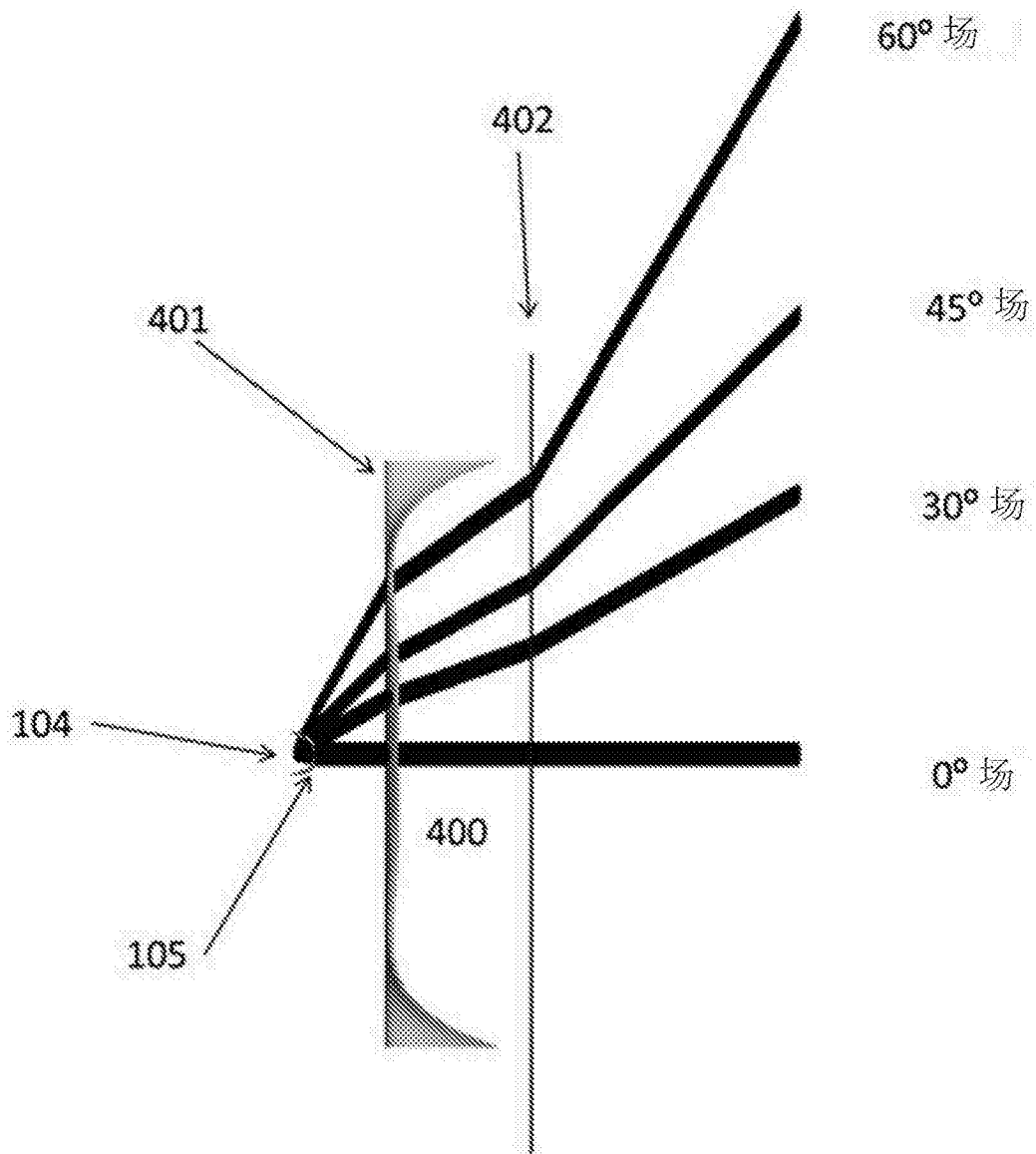


图 36

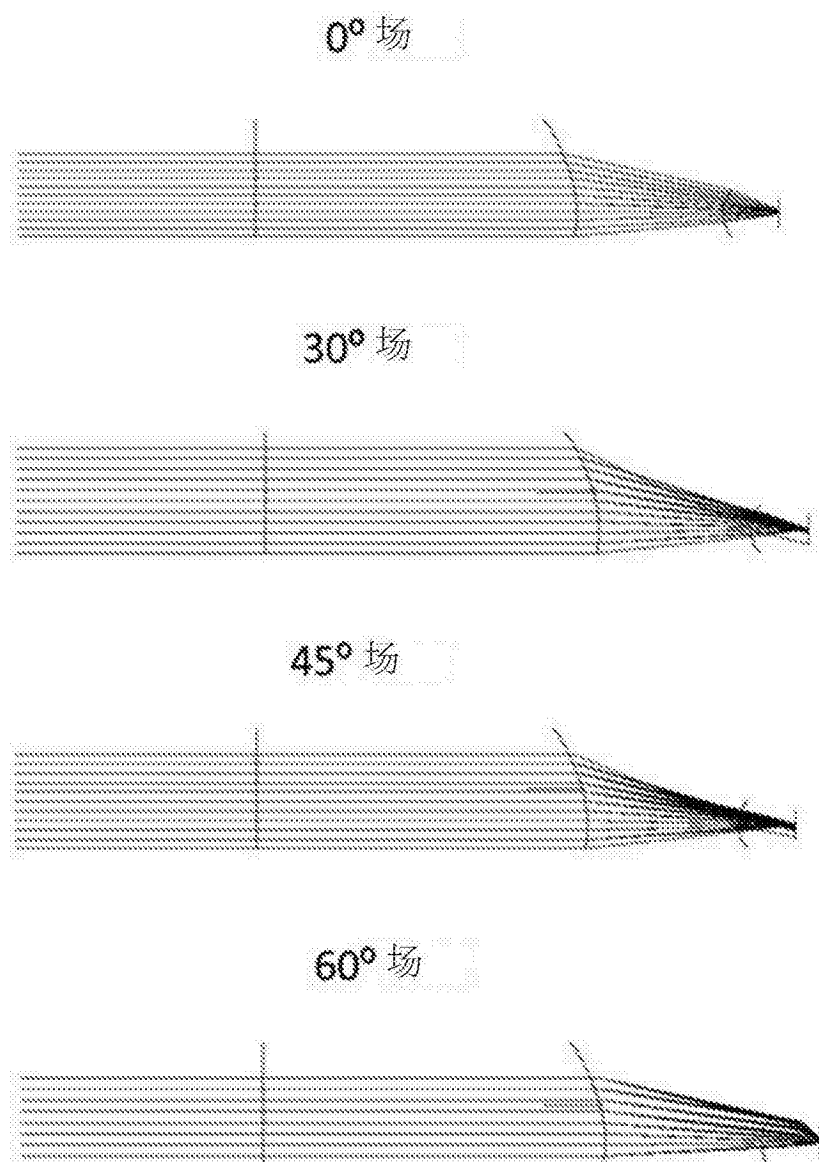


图 37

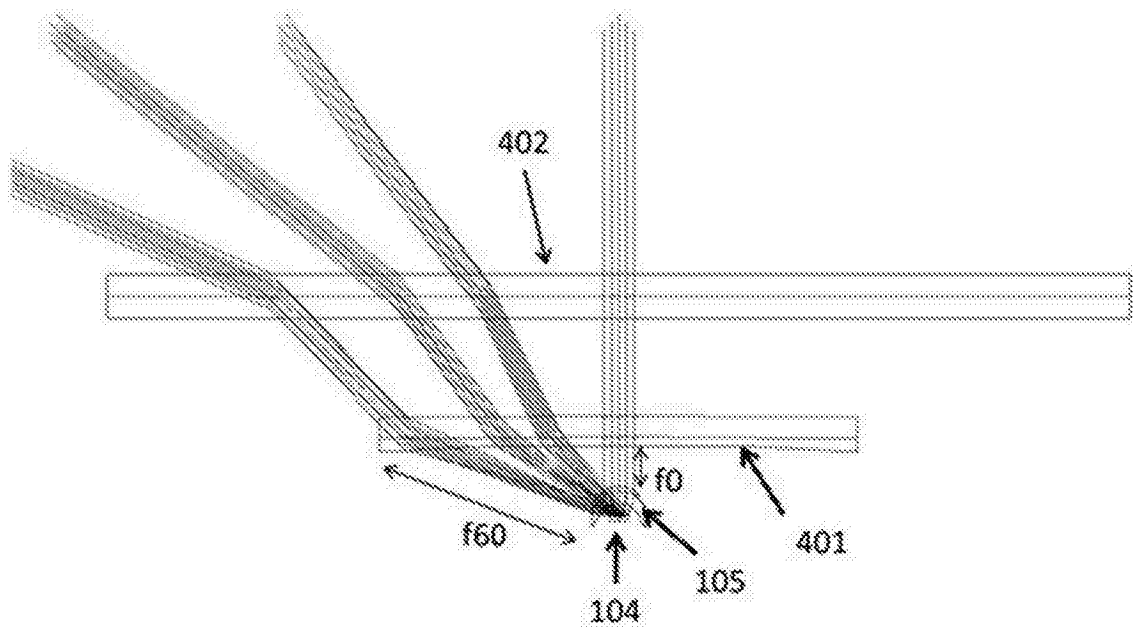


图 38

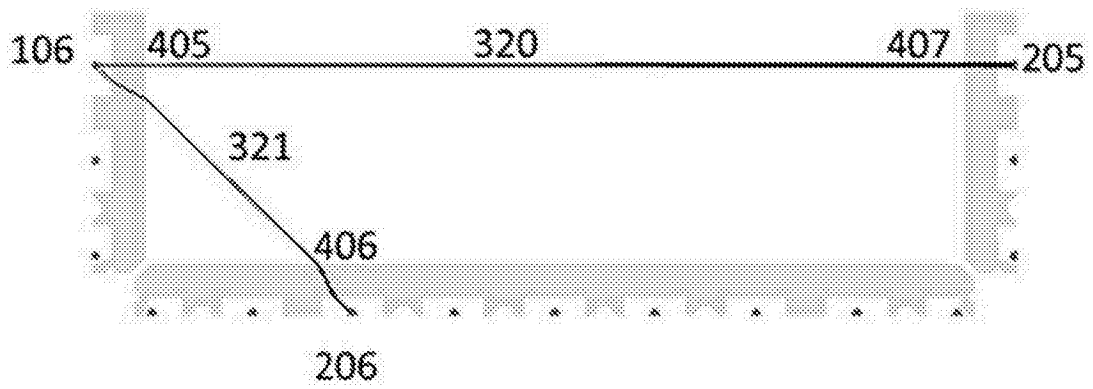


图 39

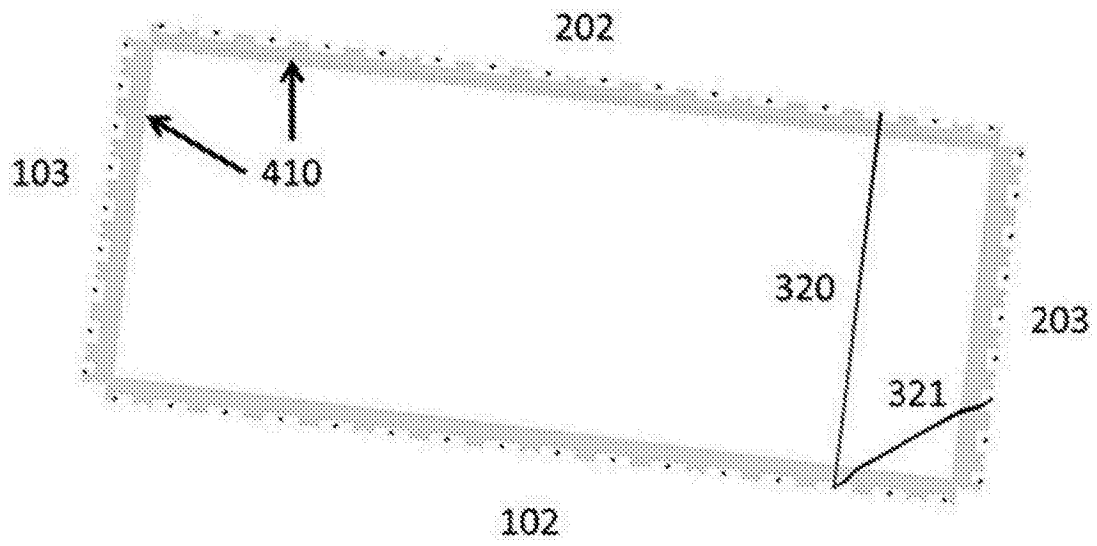


图 40

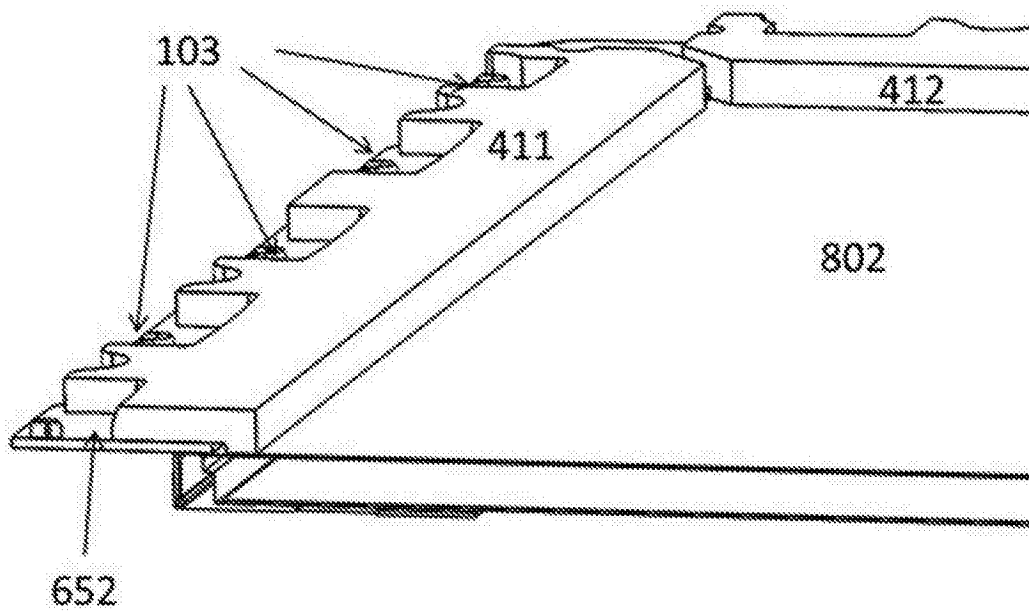


图 41

802

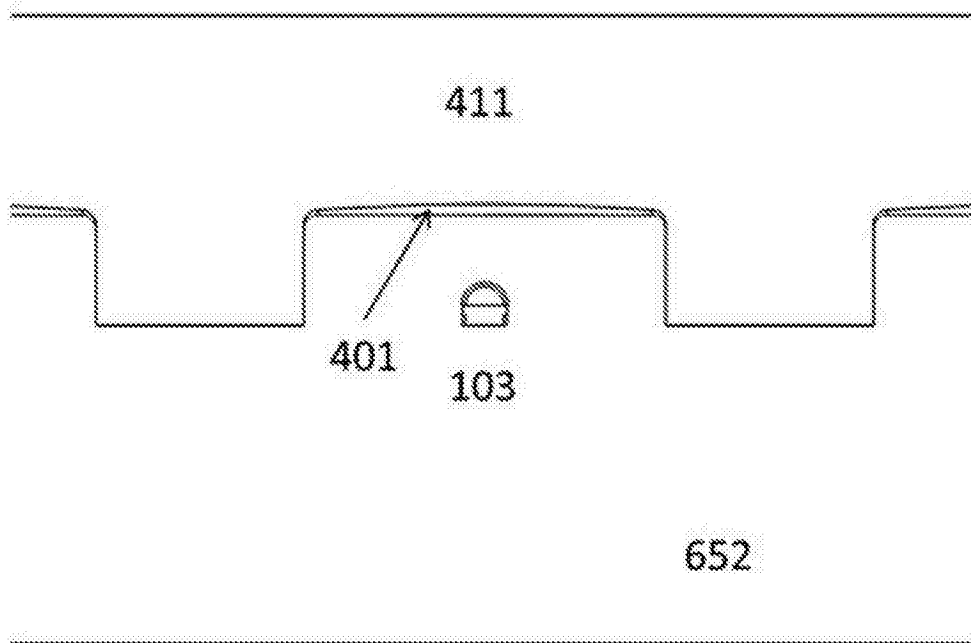


图 42

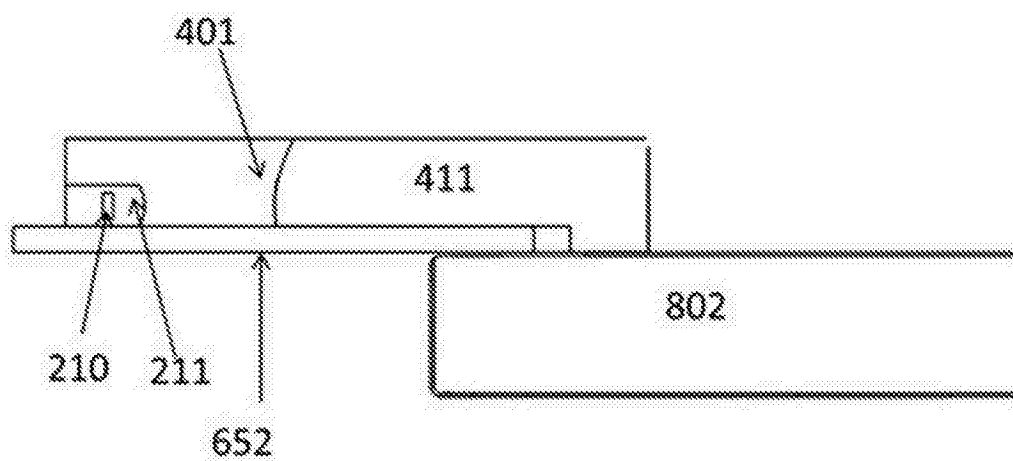


图 43

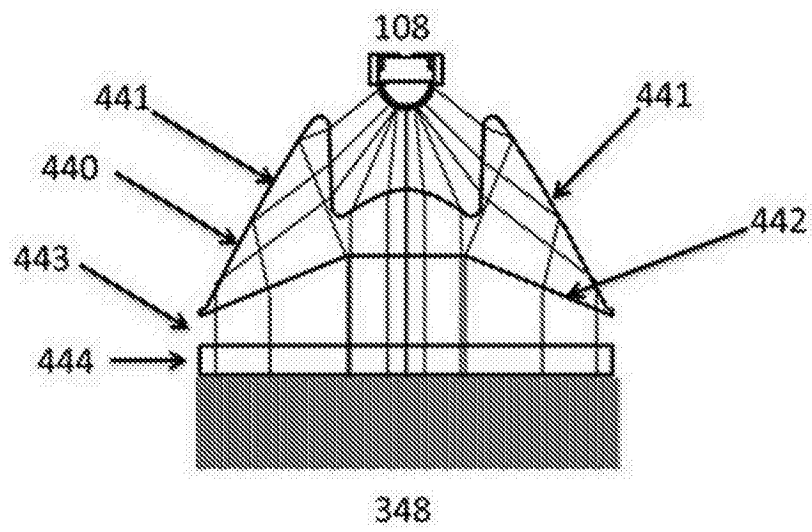


图 48

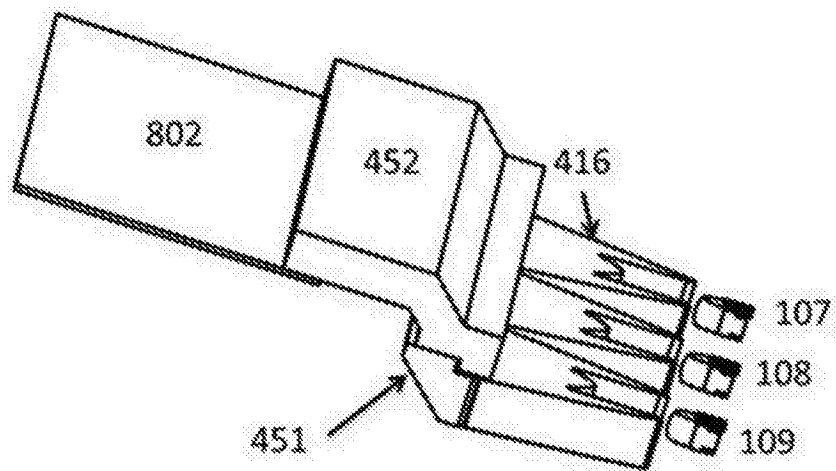


图 49

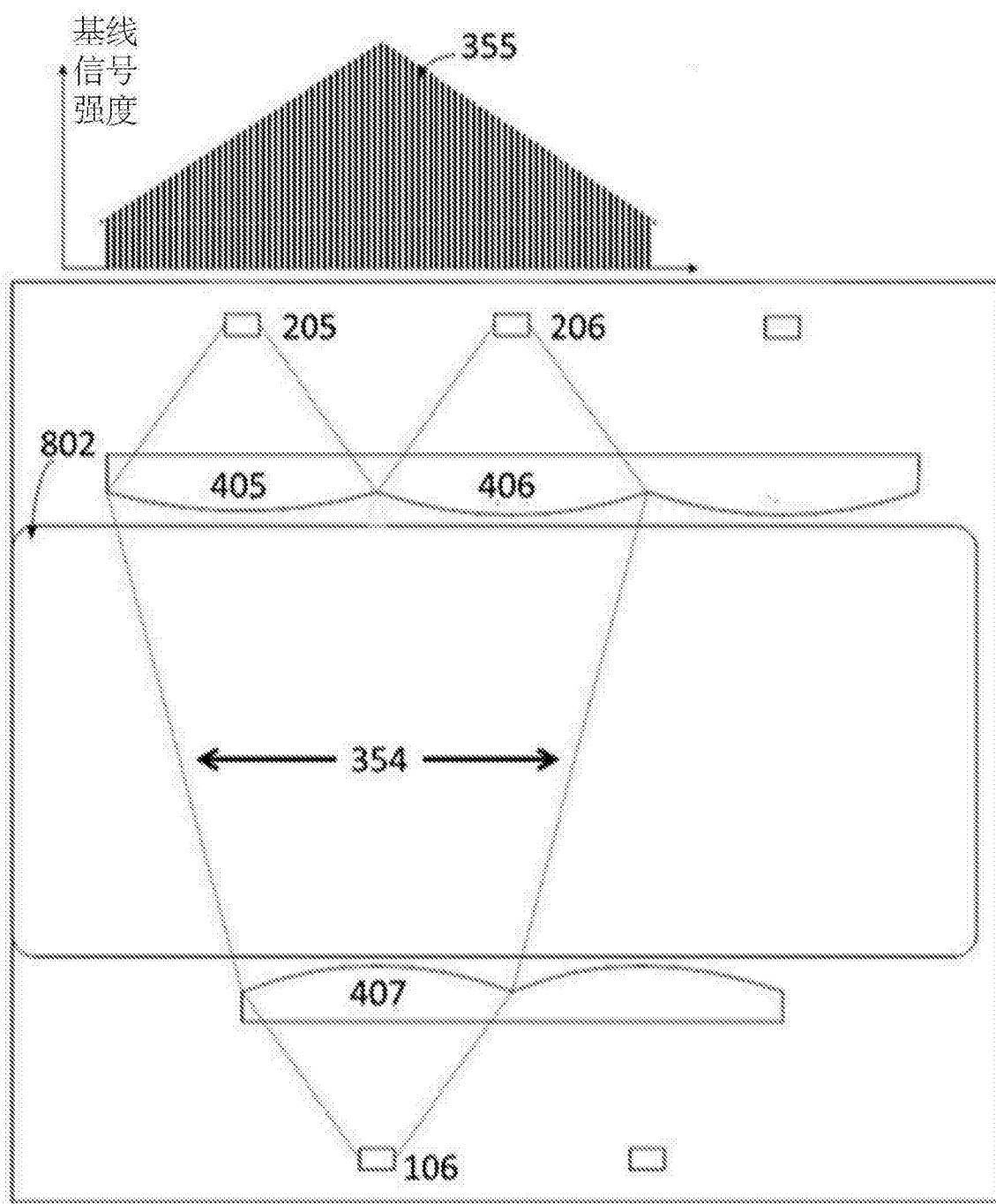


图 50

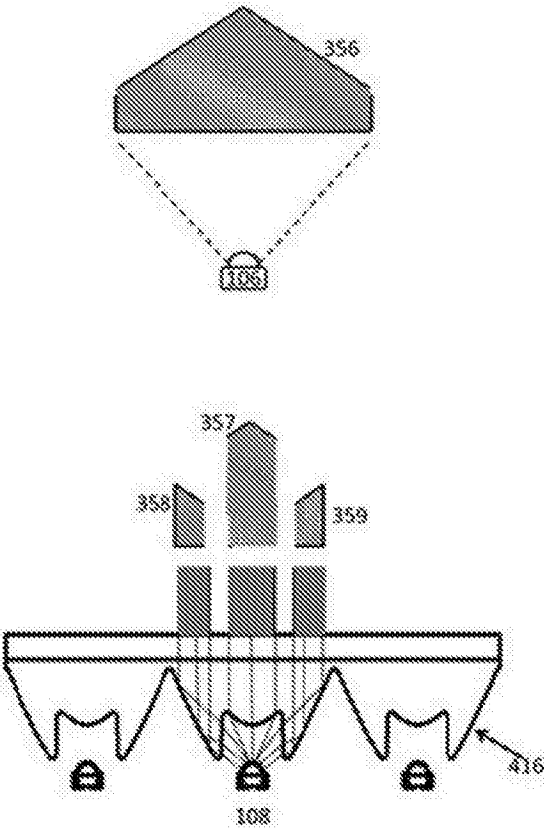


图 51

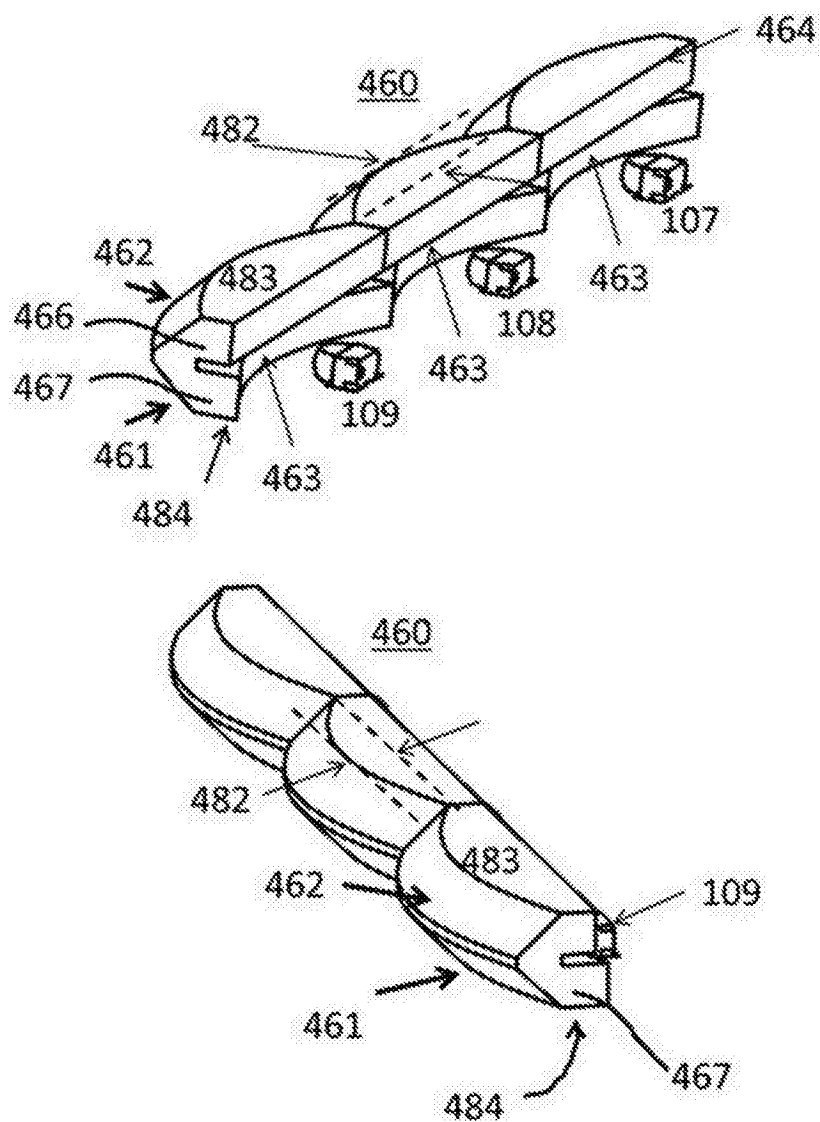


图 52

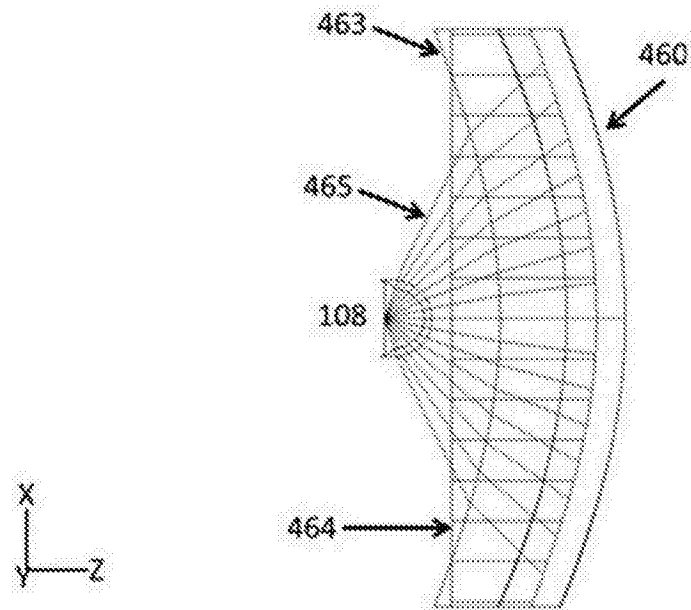


图 53

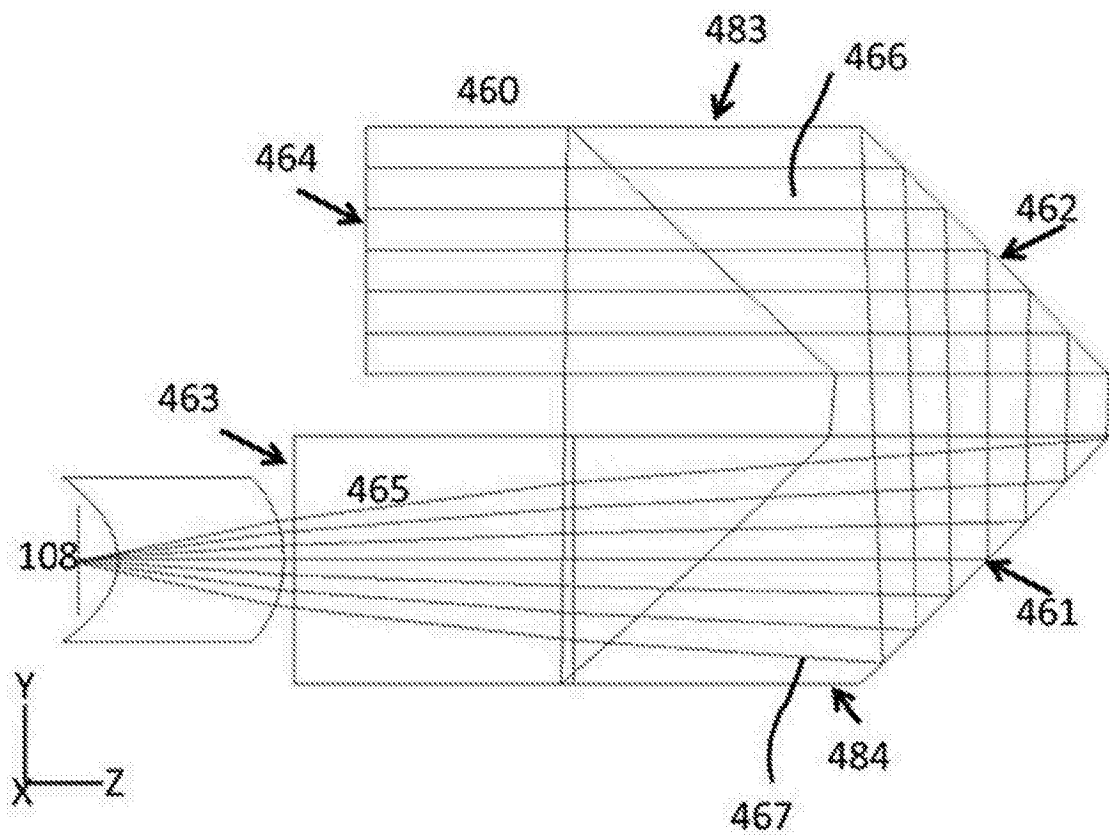


图 54

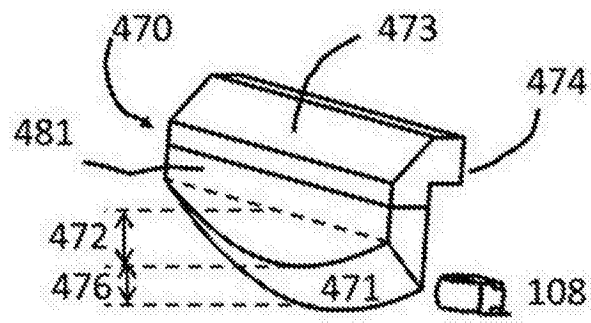


图 55(现有技术)

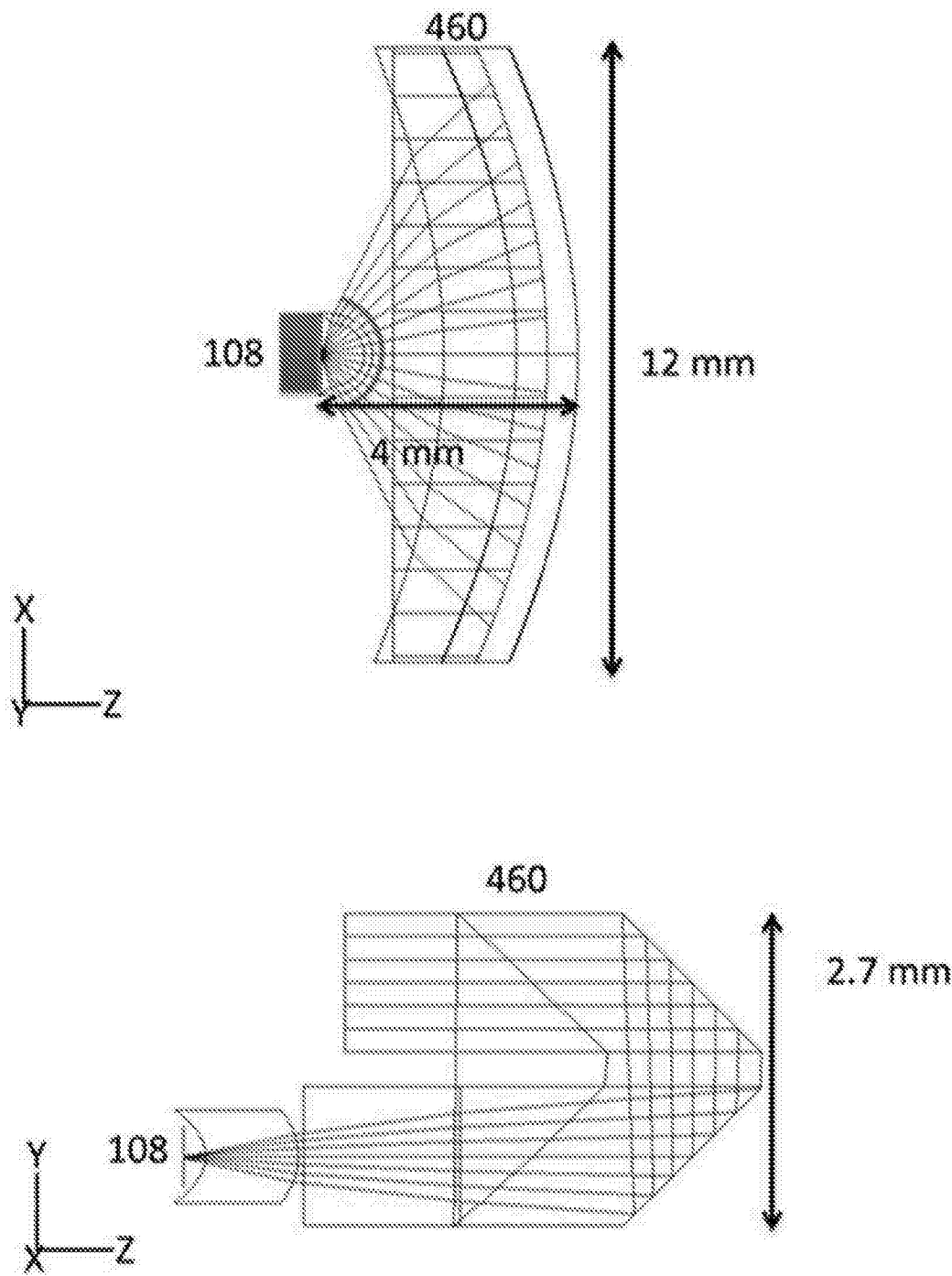


图 56

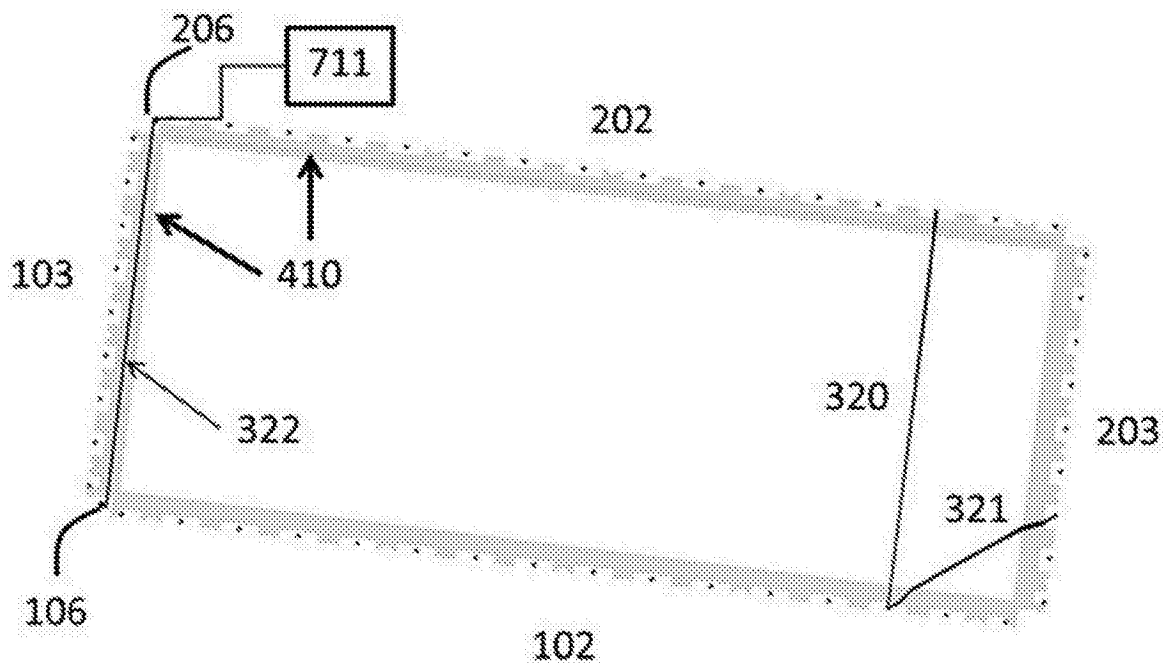


图 57

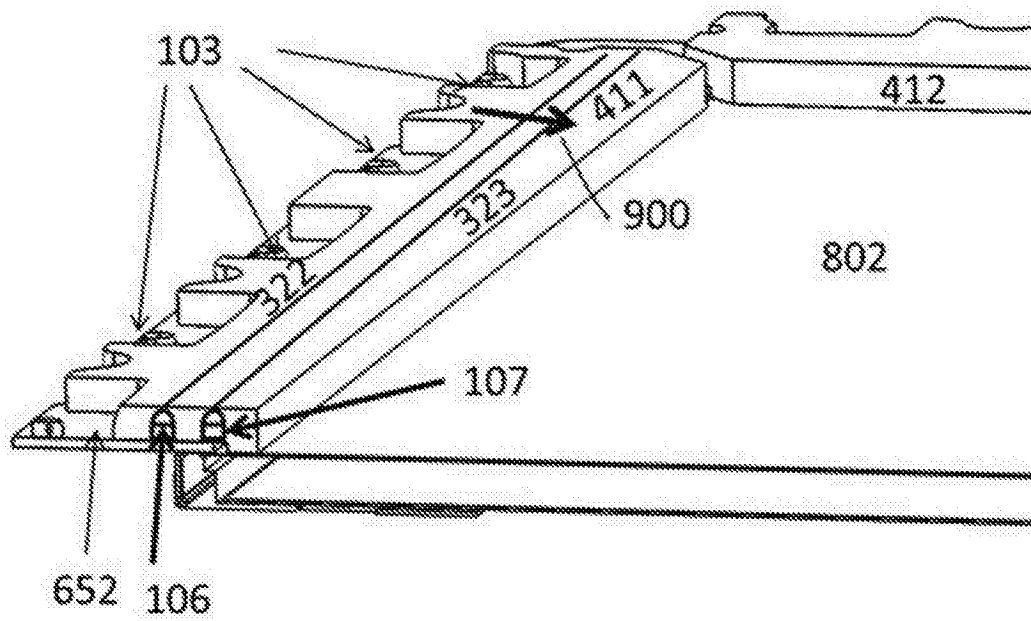


图 58

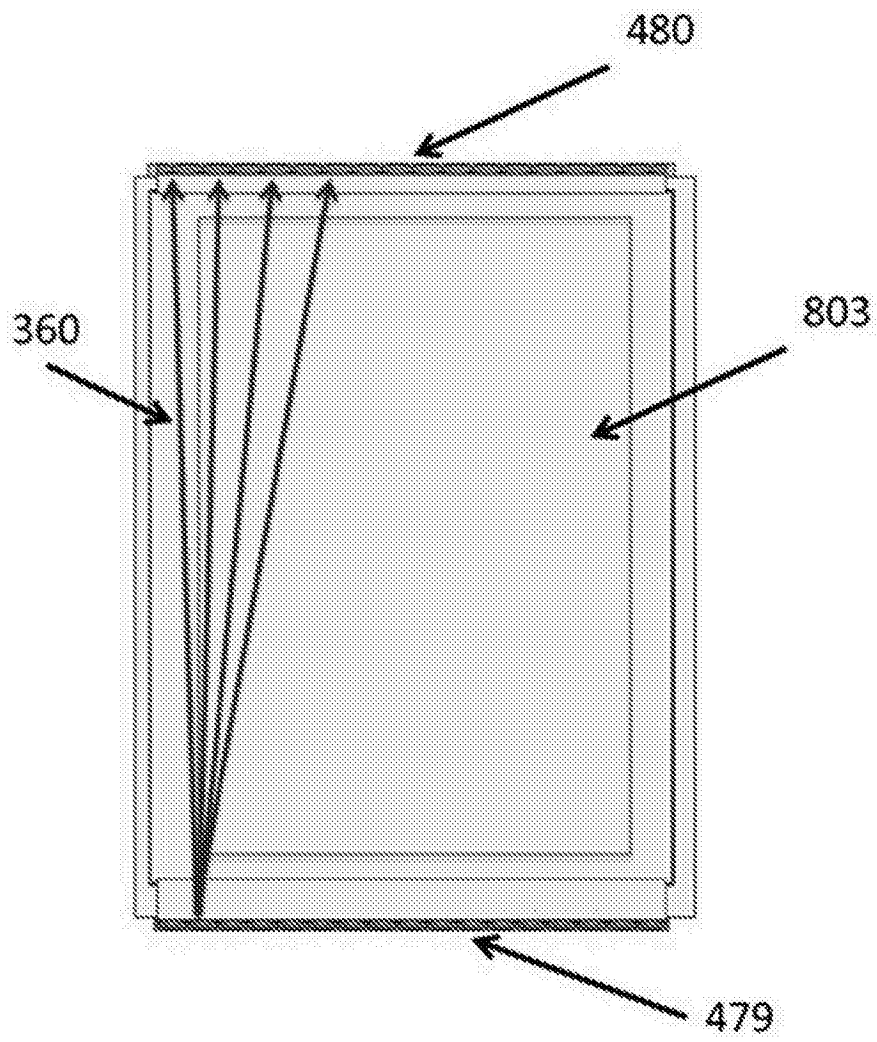


图 59

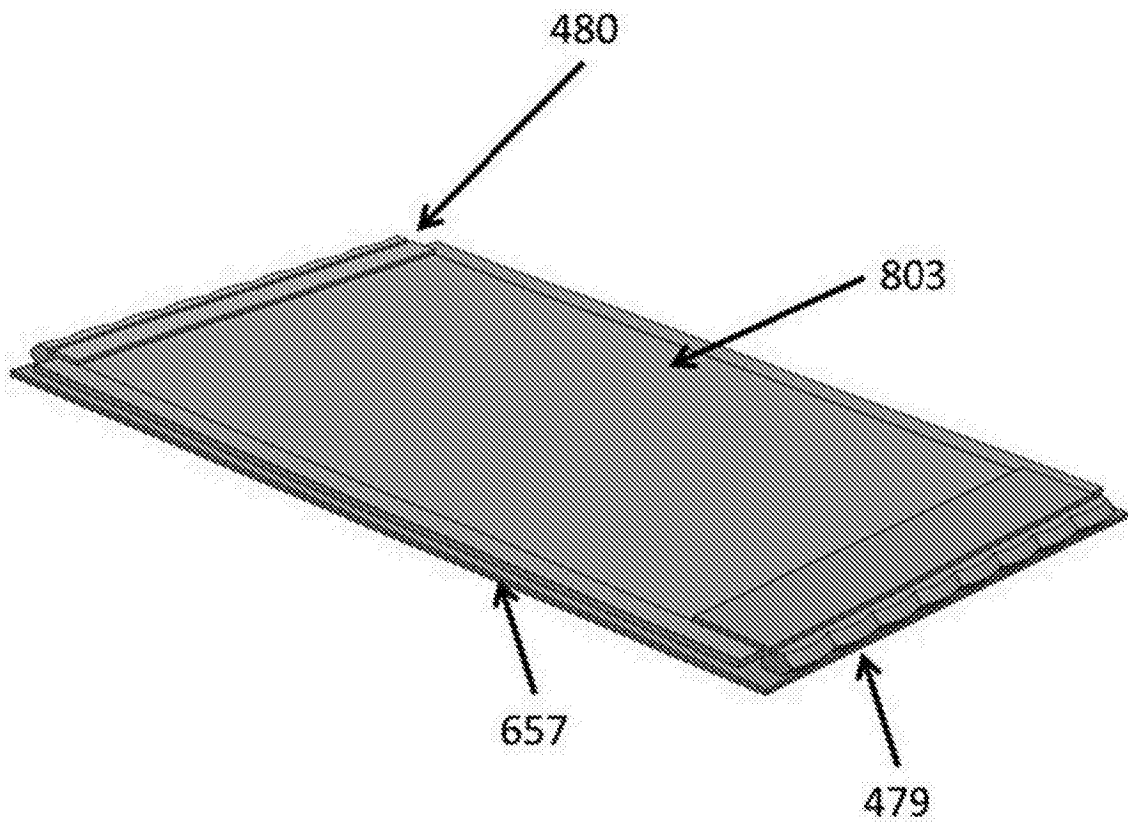


图 60

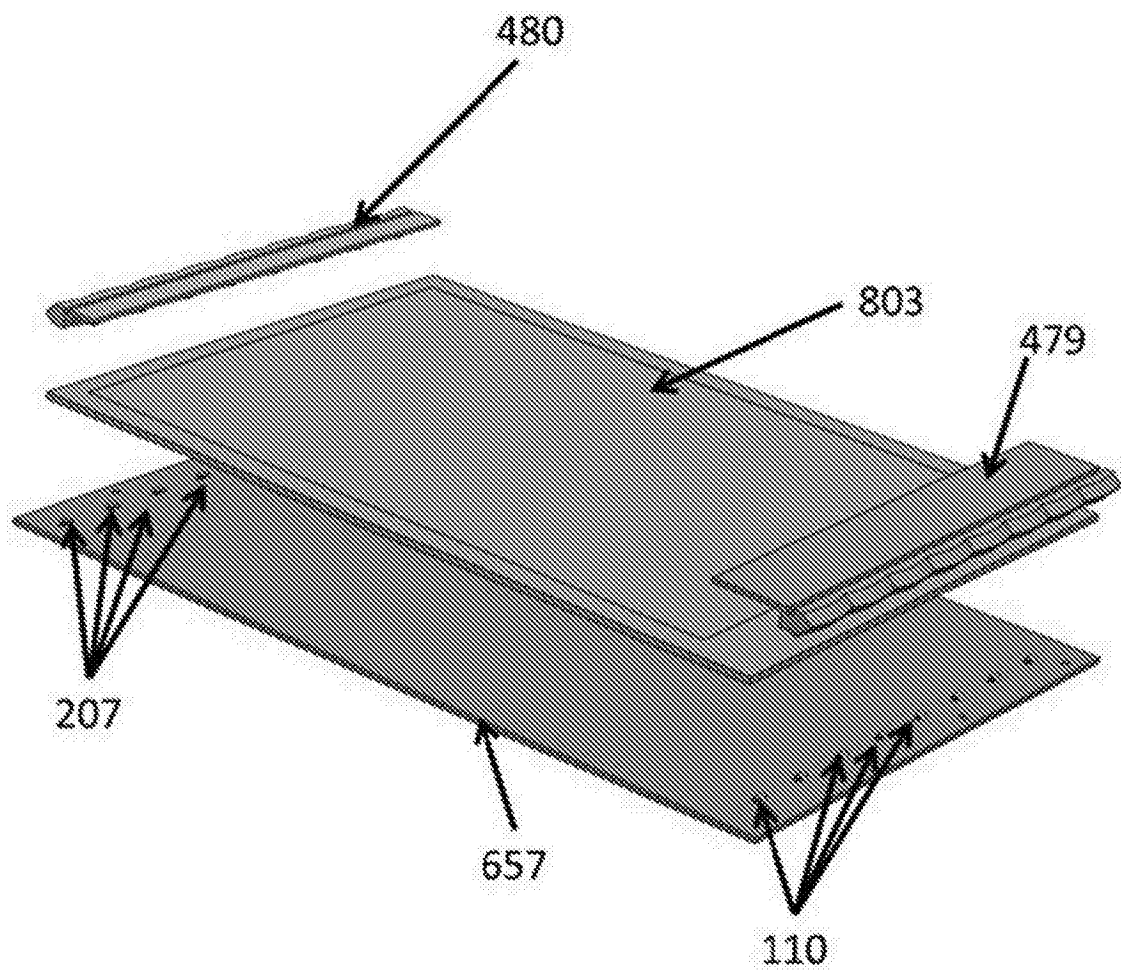


图 61

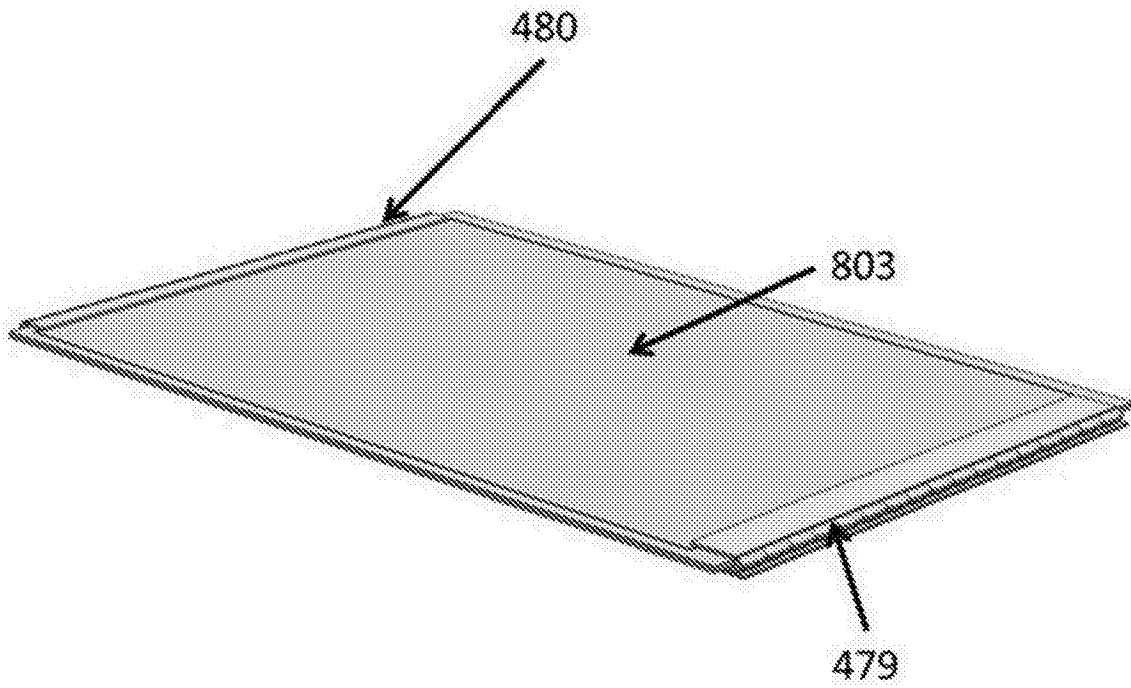


图 62

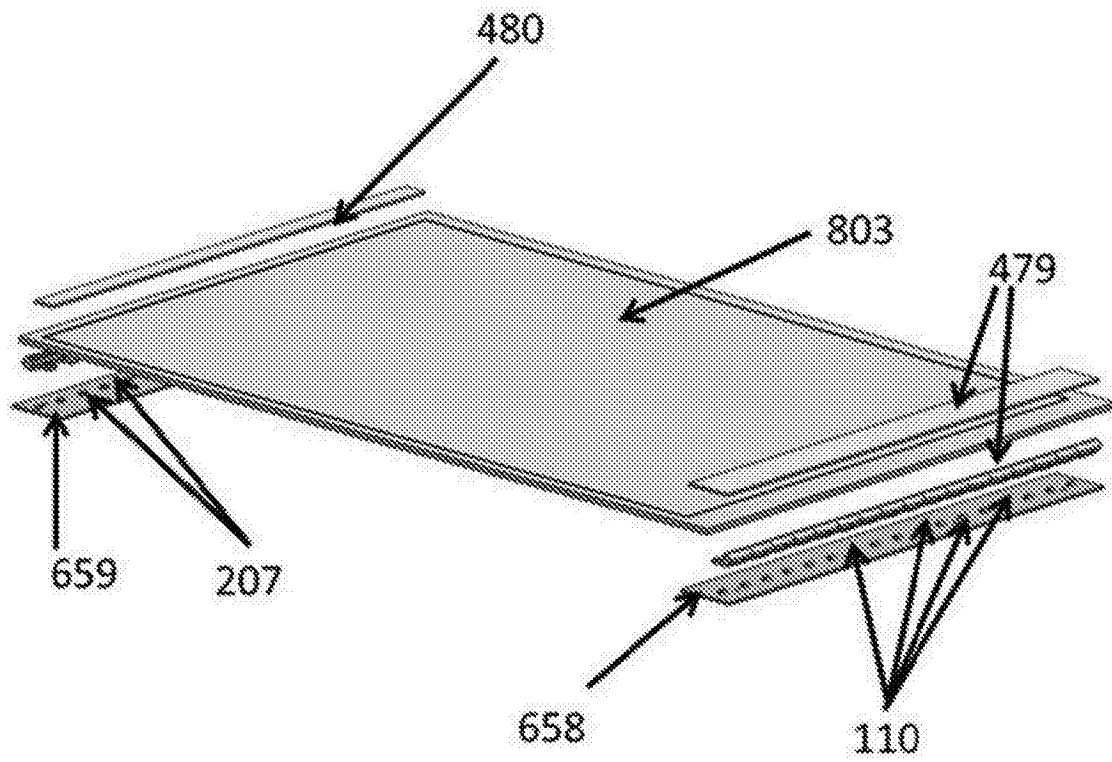


图 63

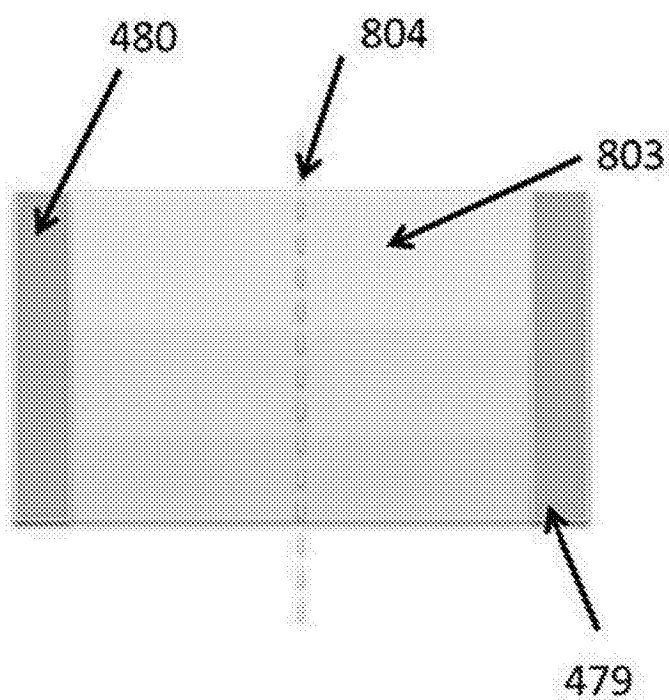


图 64

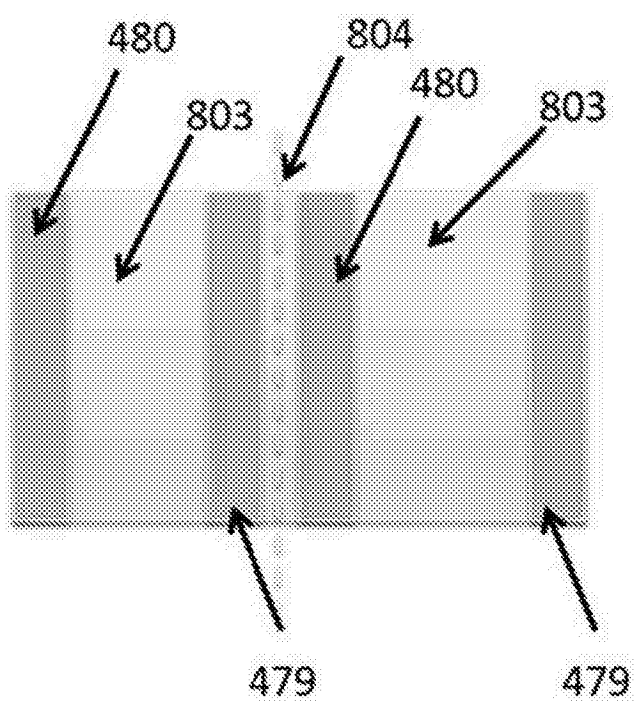


图 65

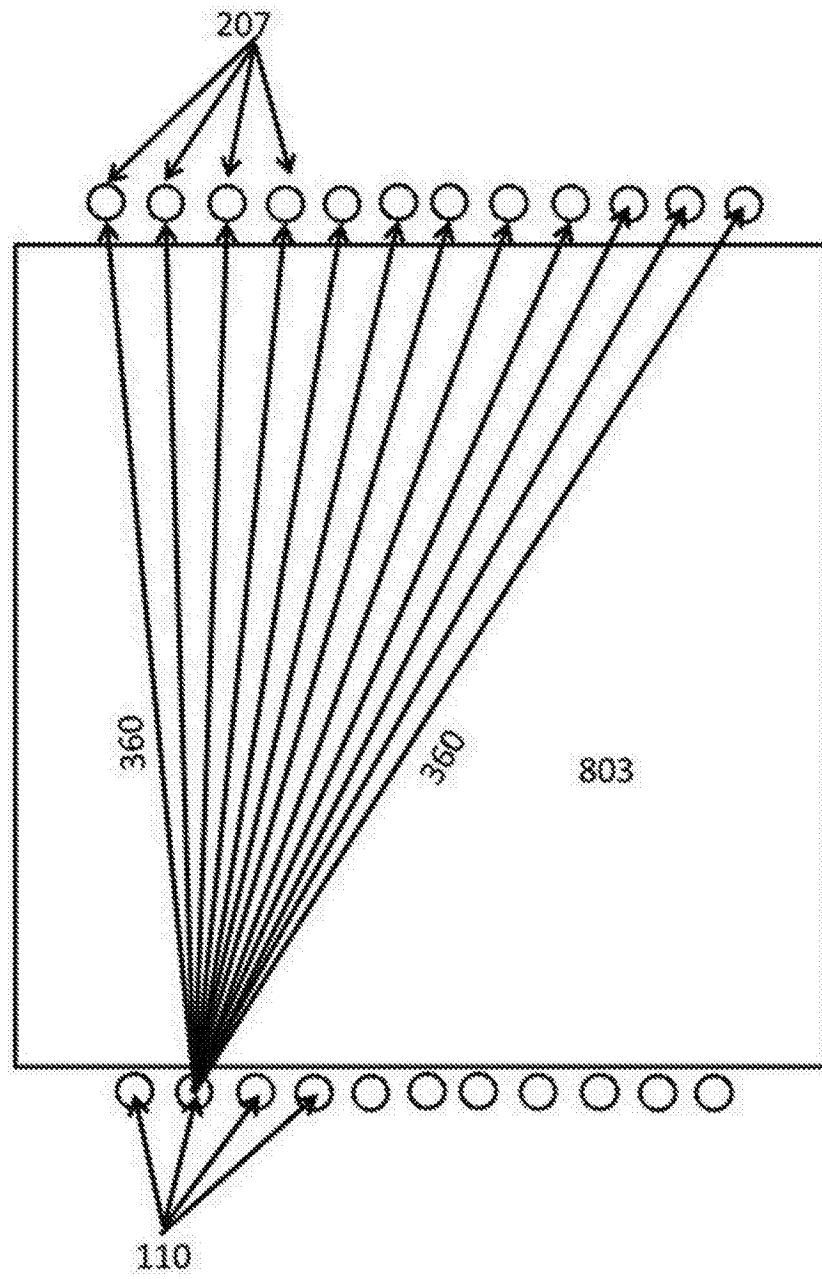


图 66

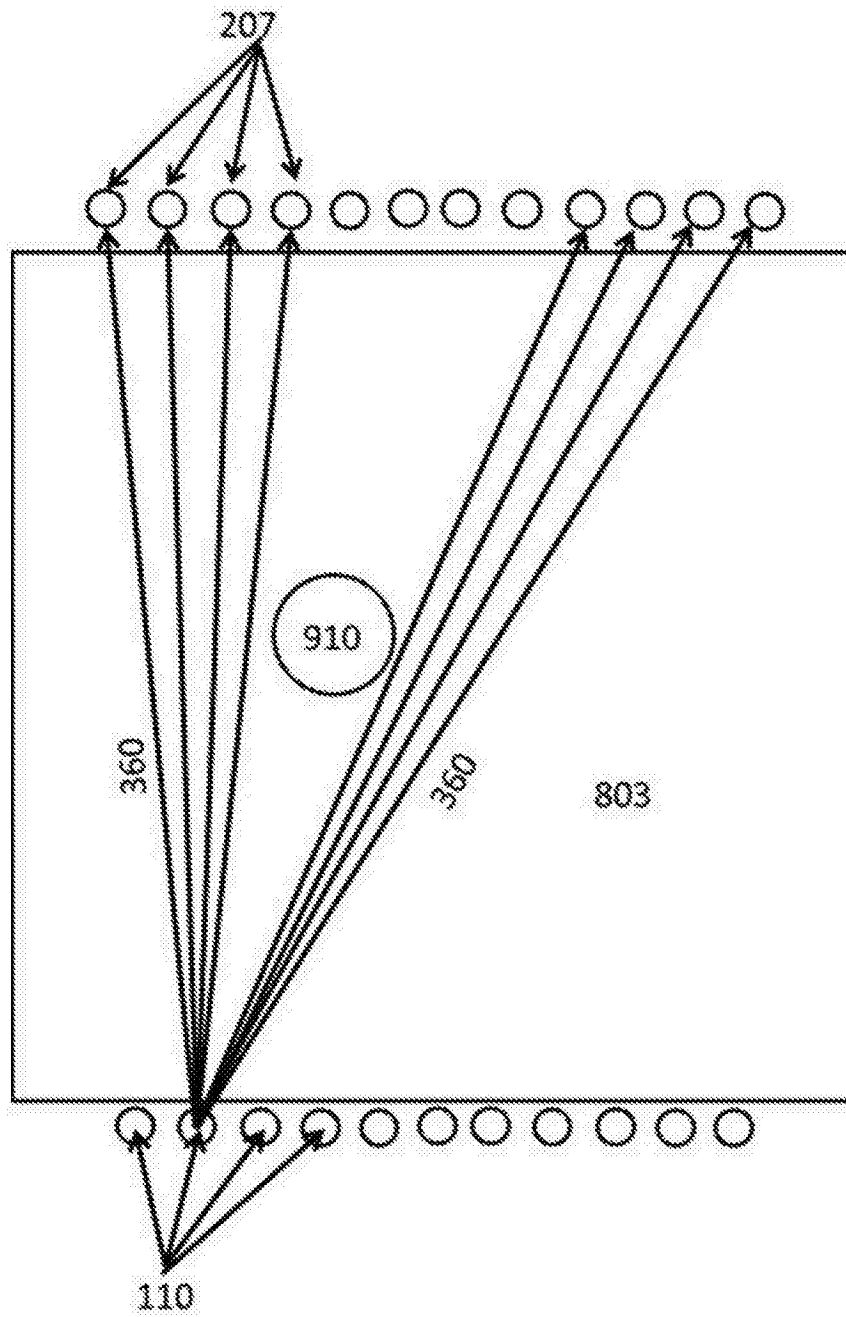


图 67

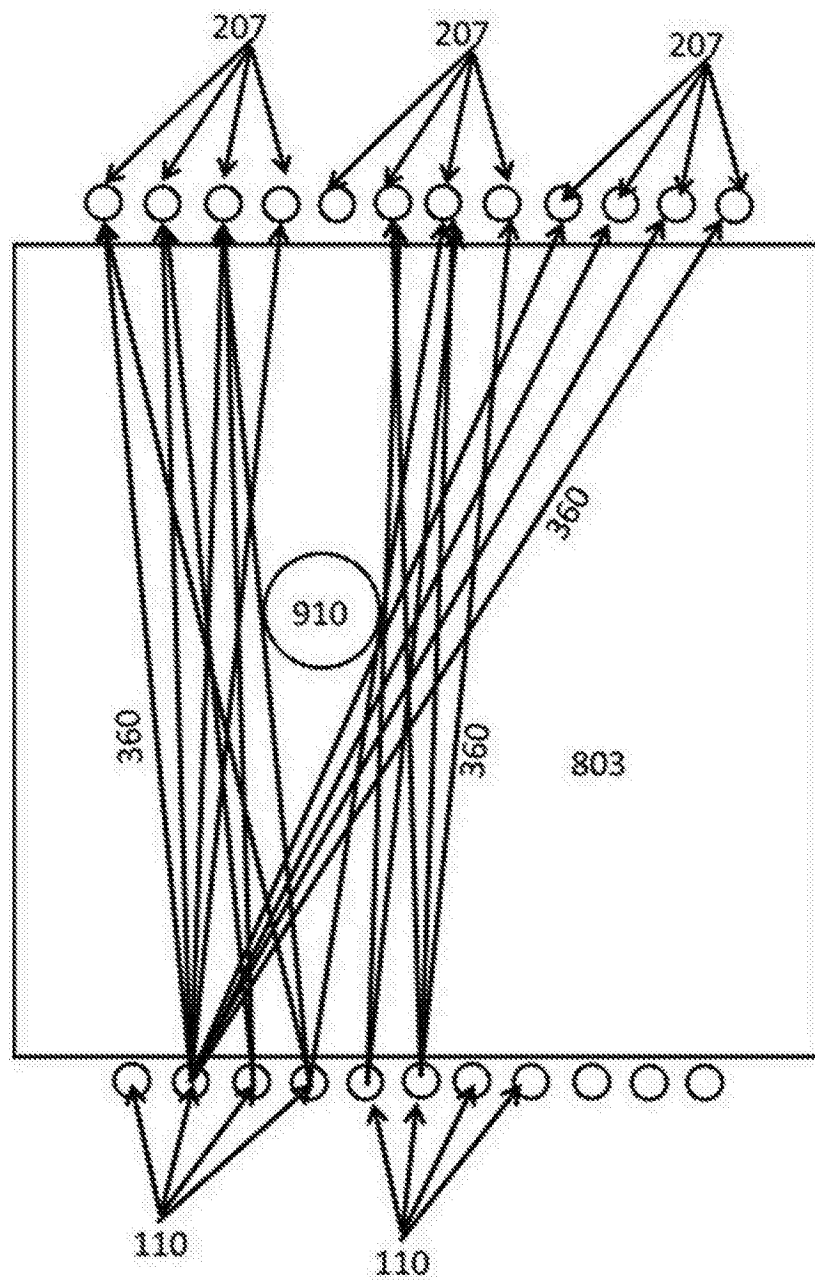


图 68

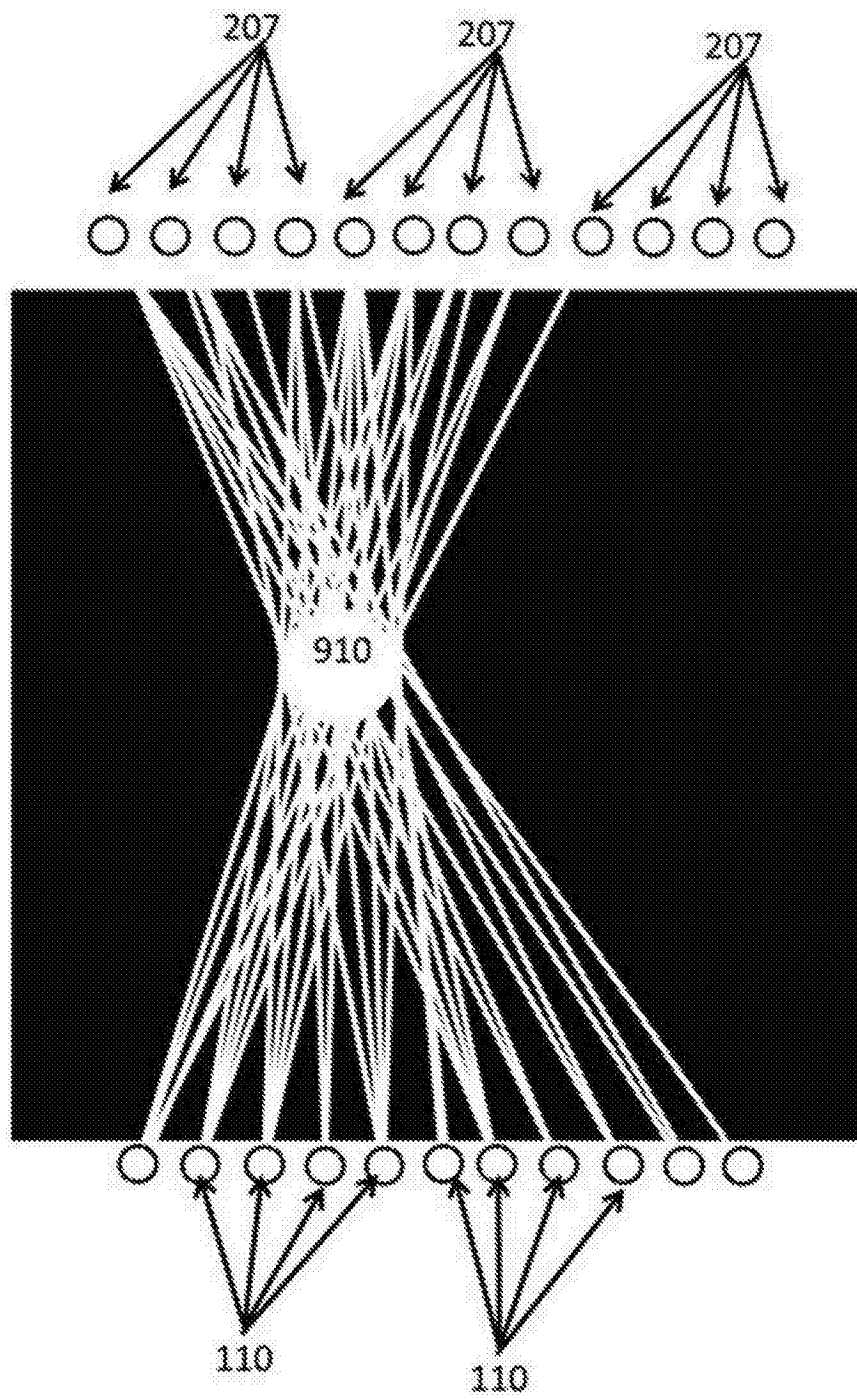


图 69

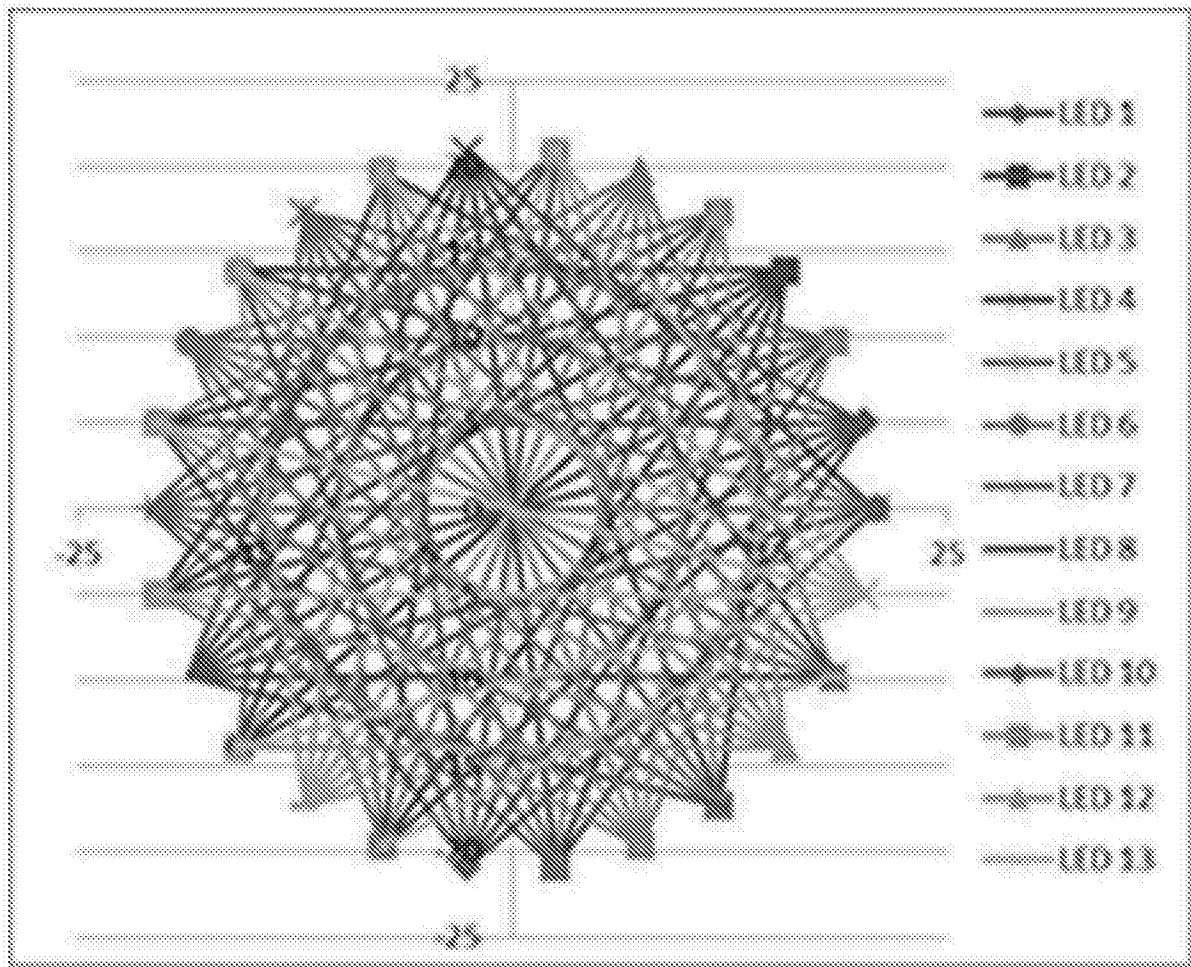


图 70

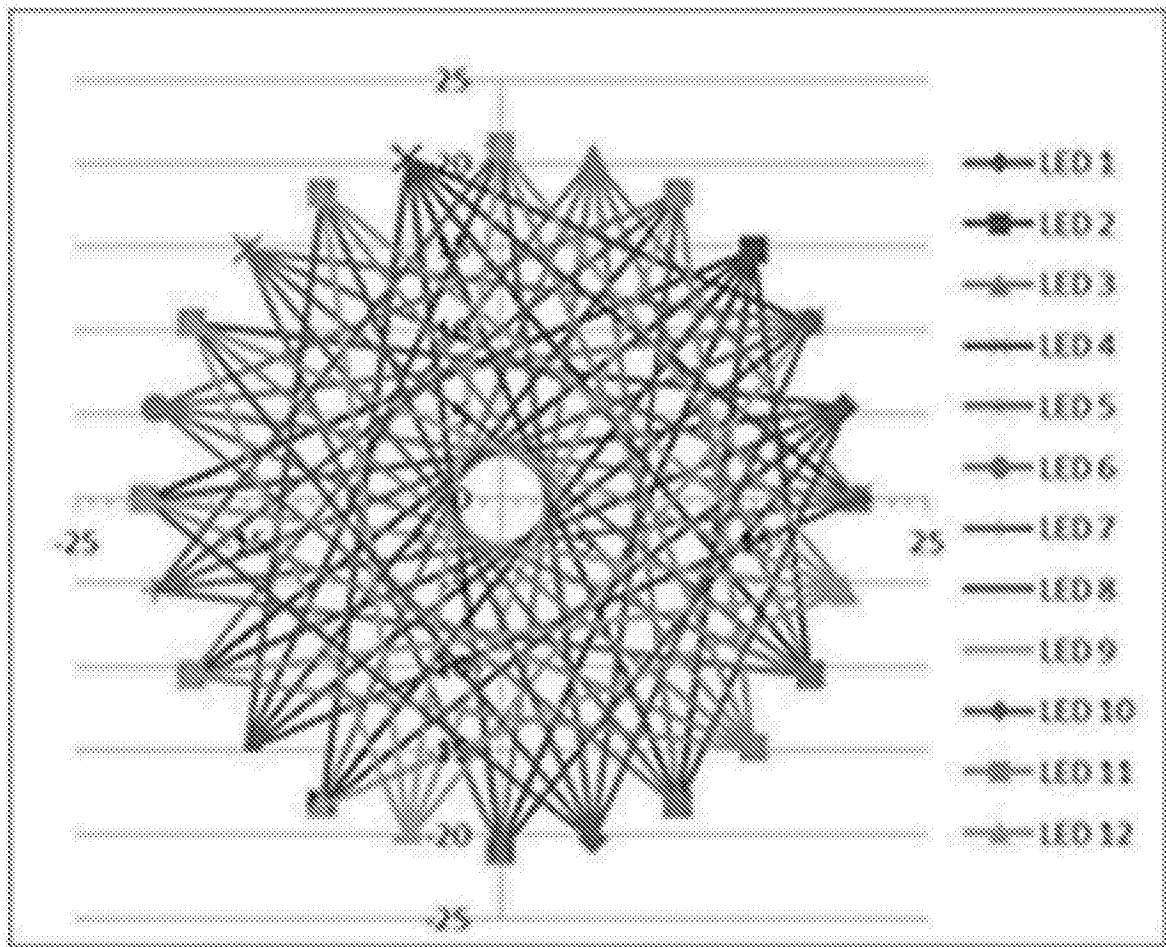


图 71

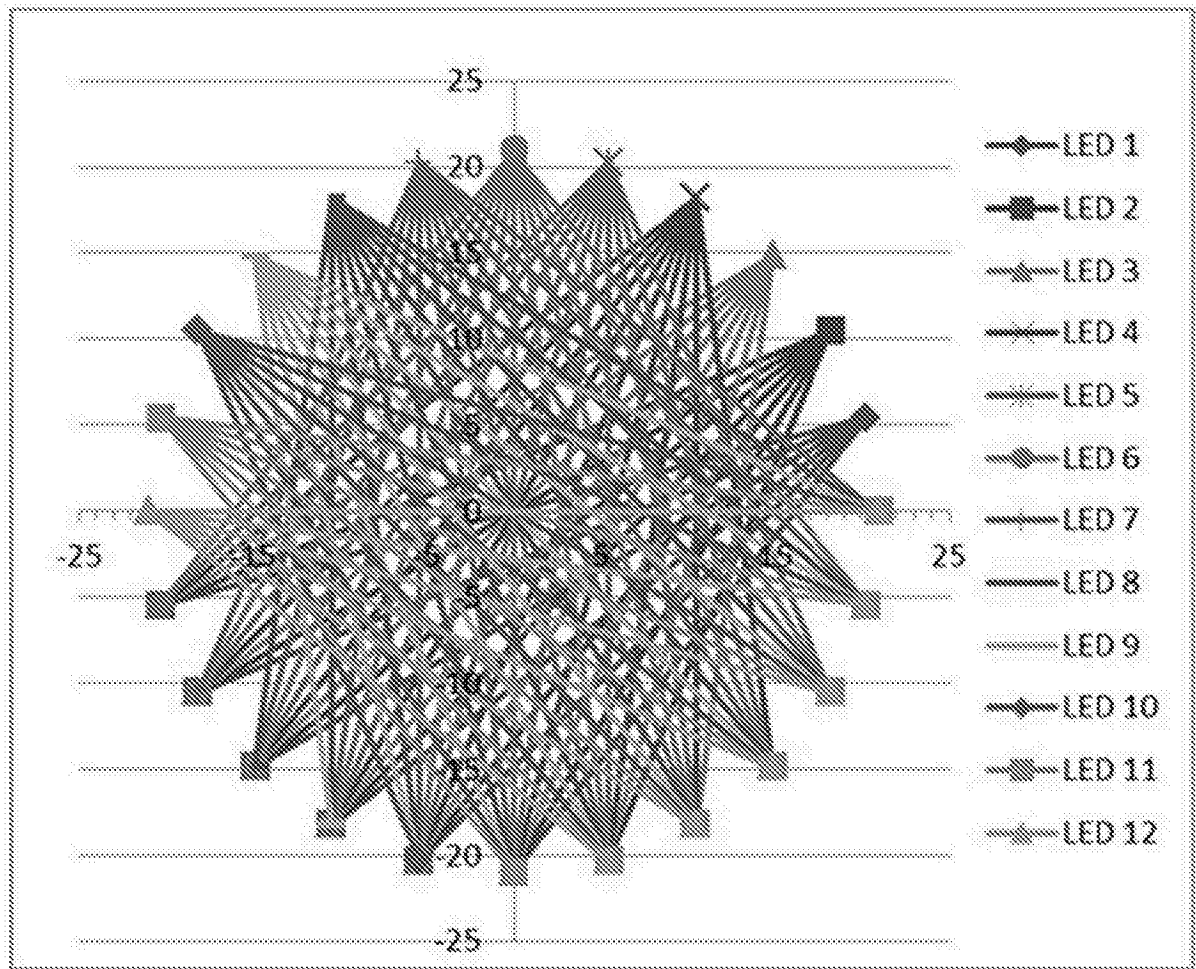


图 72

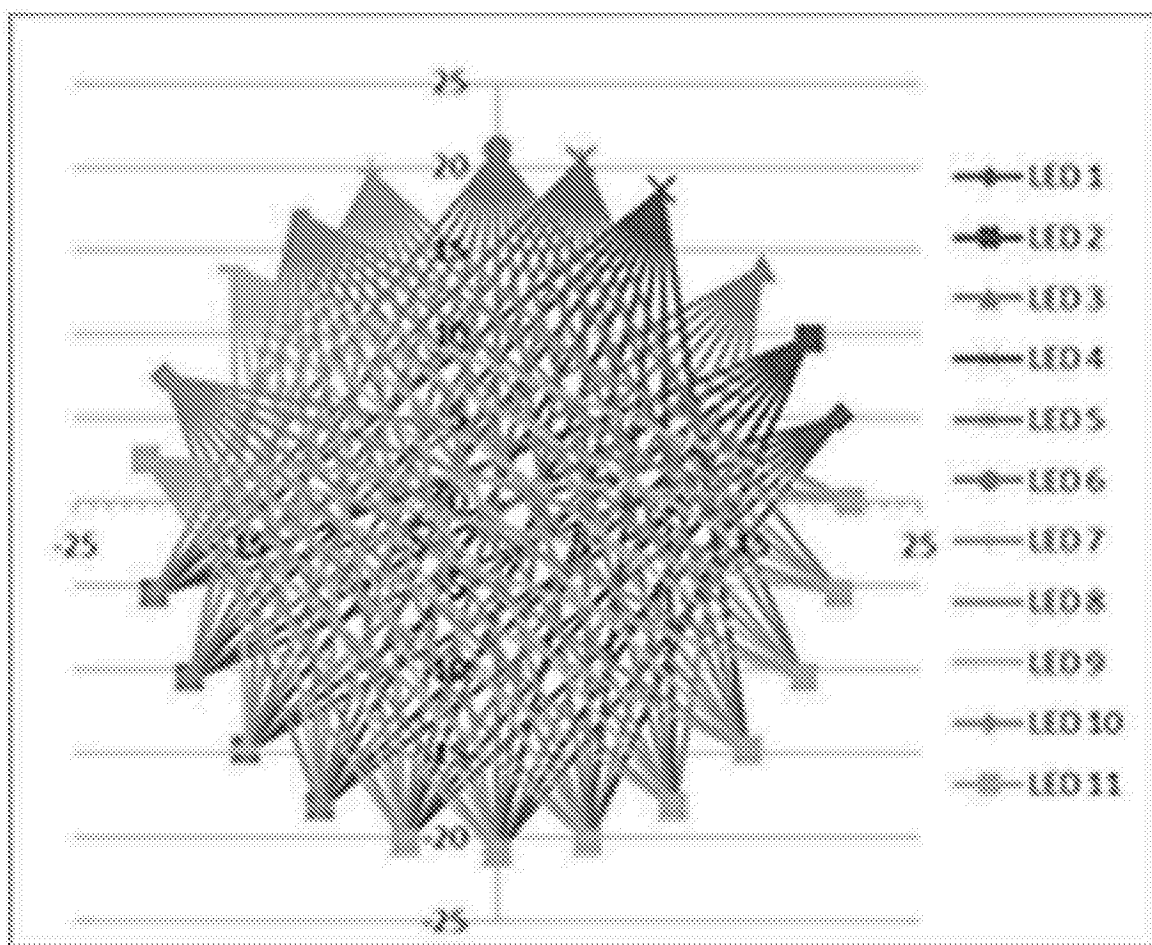


图 73

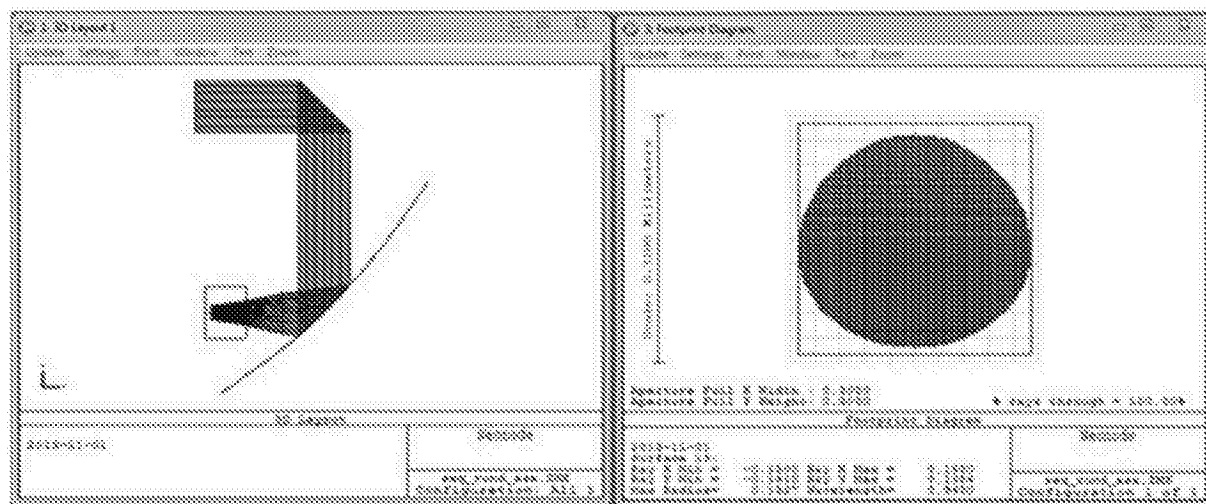


图 74

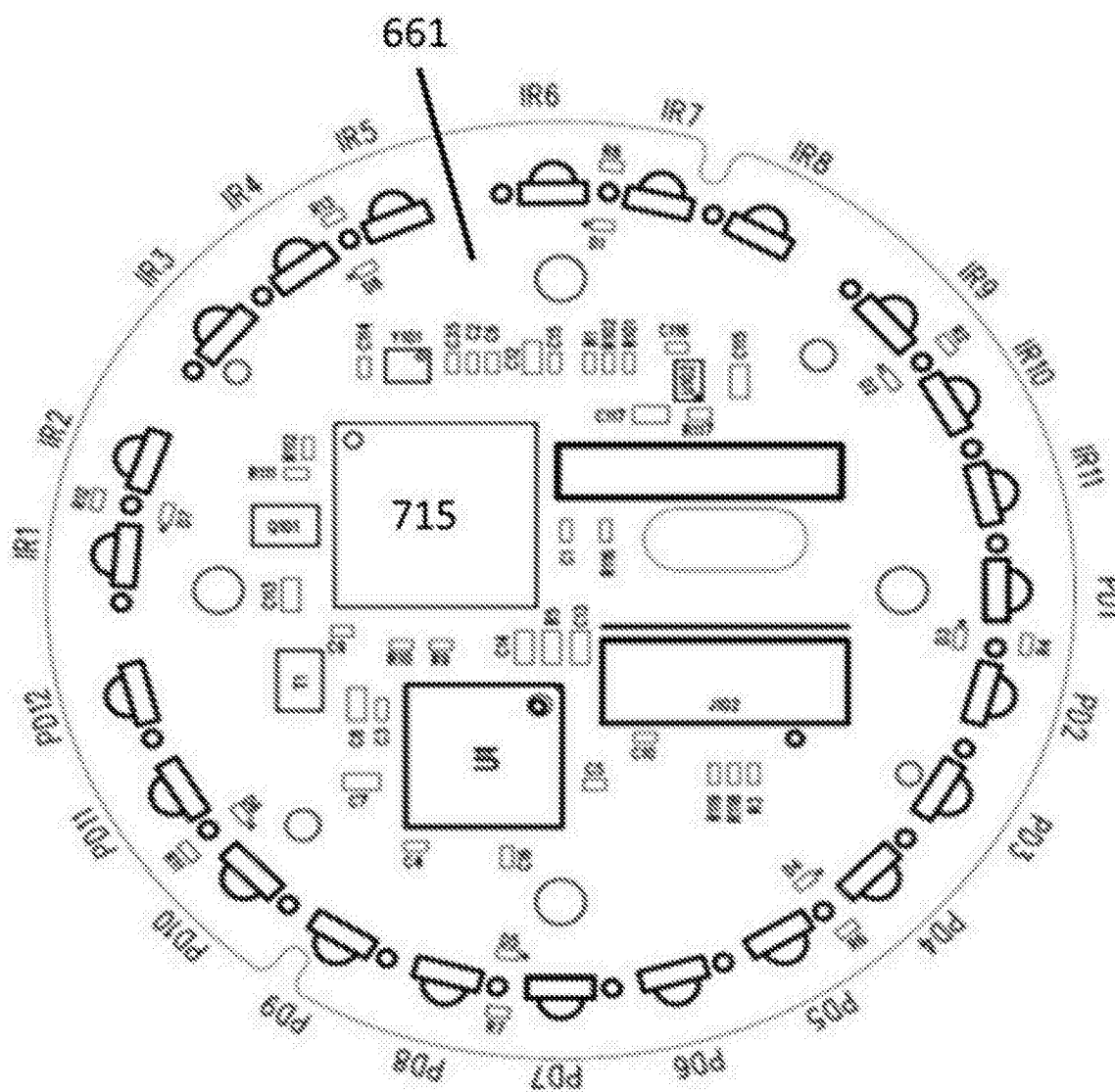


图 75

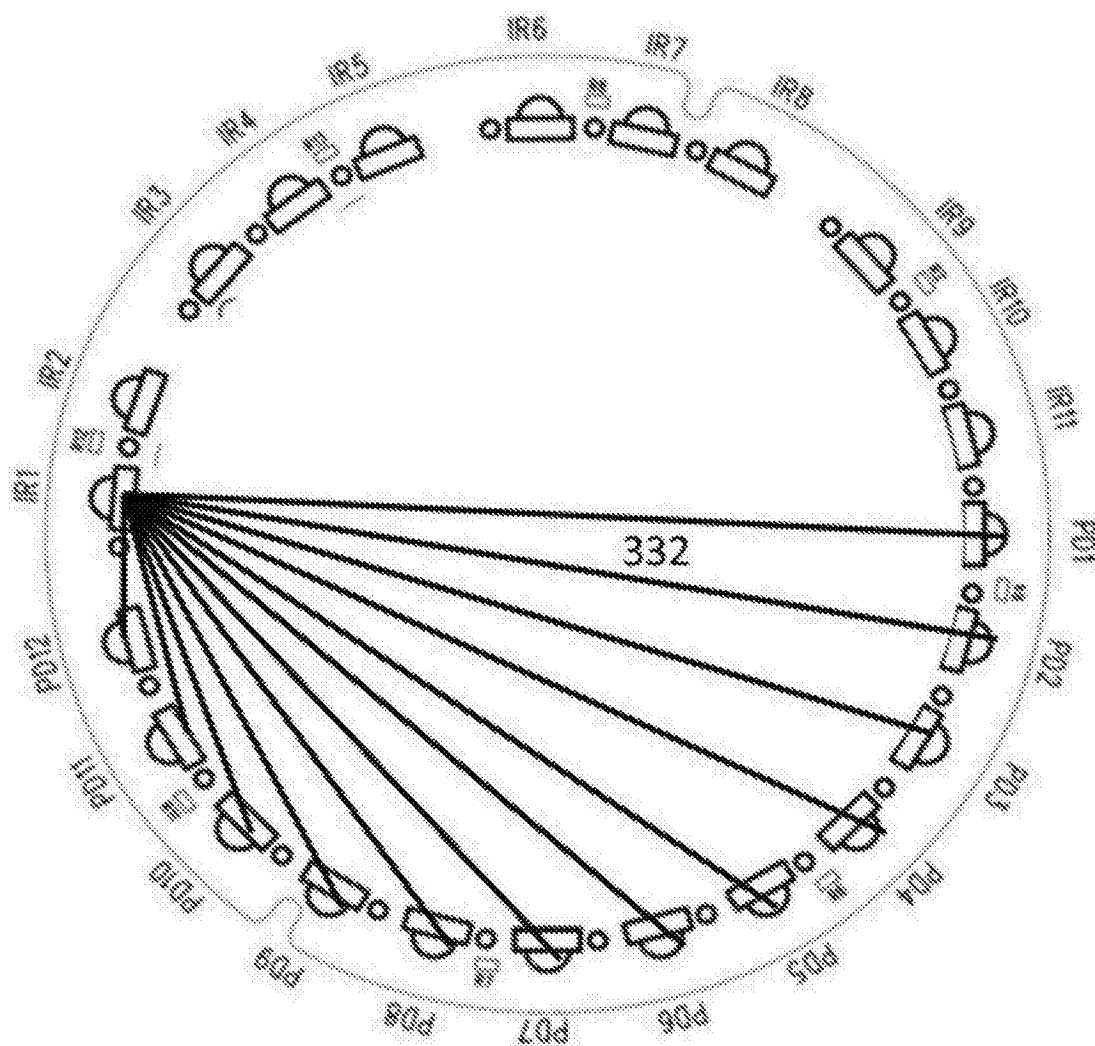


图 76

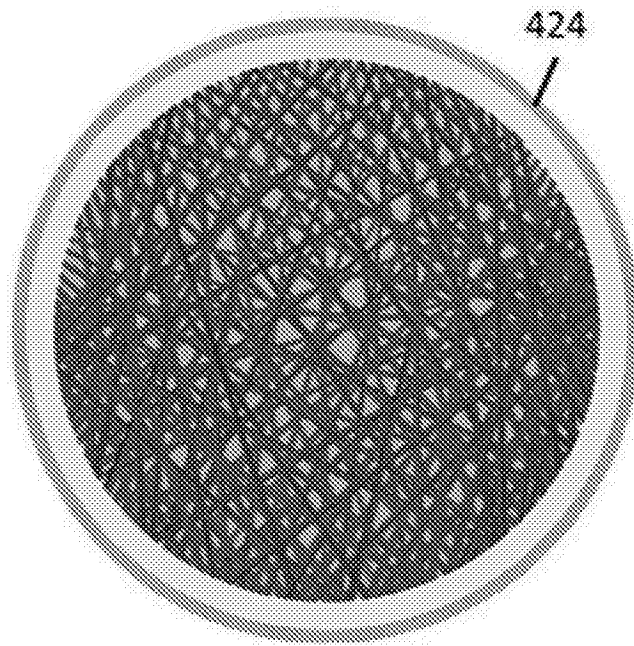


图 77

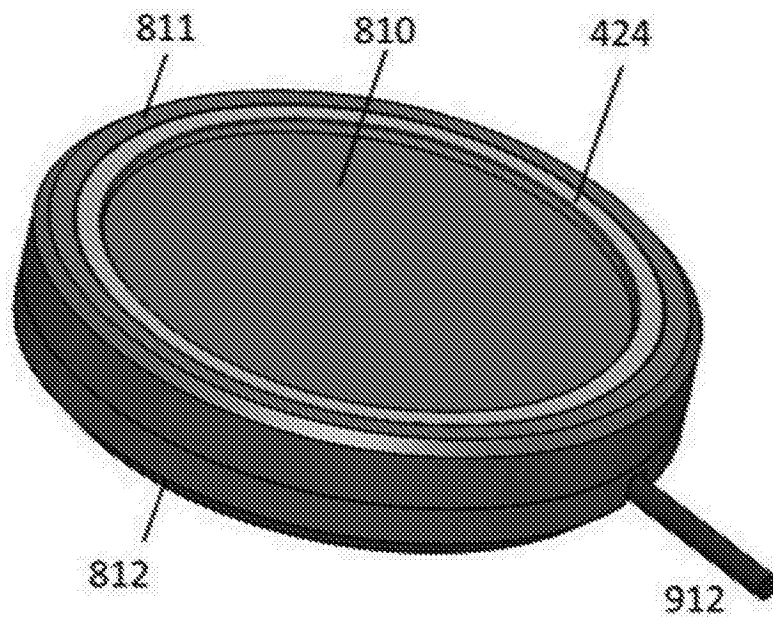


图 78

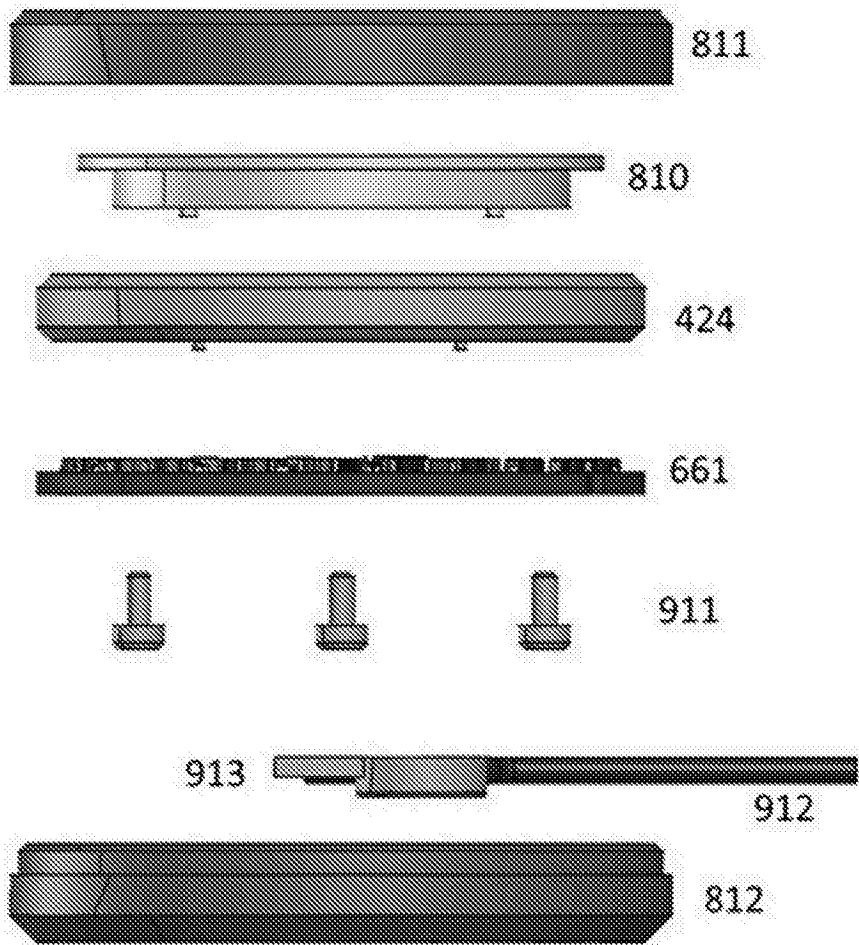


图 79

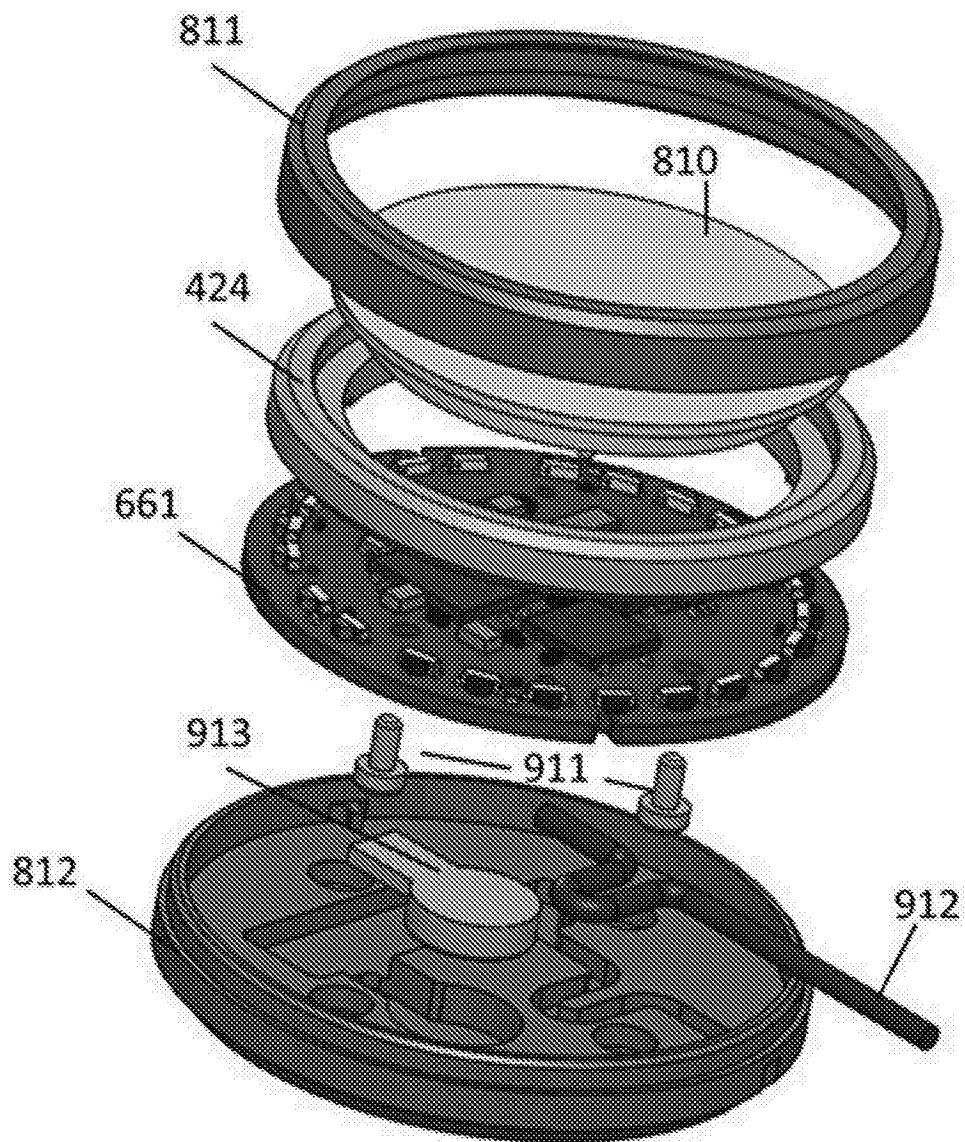


图 80

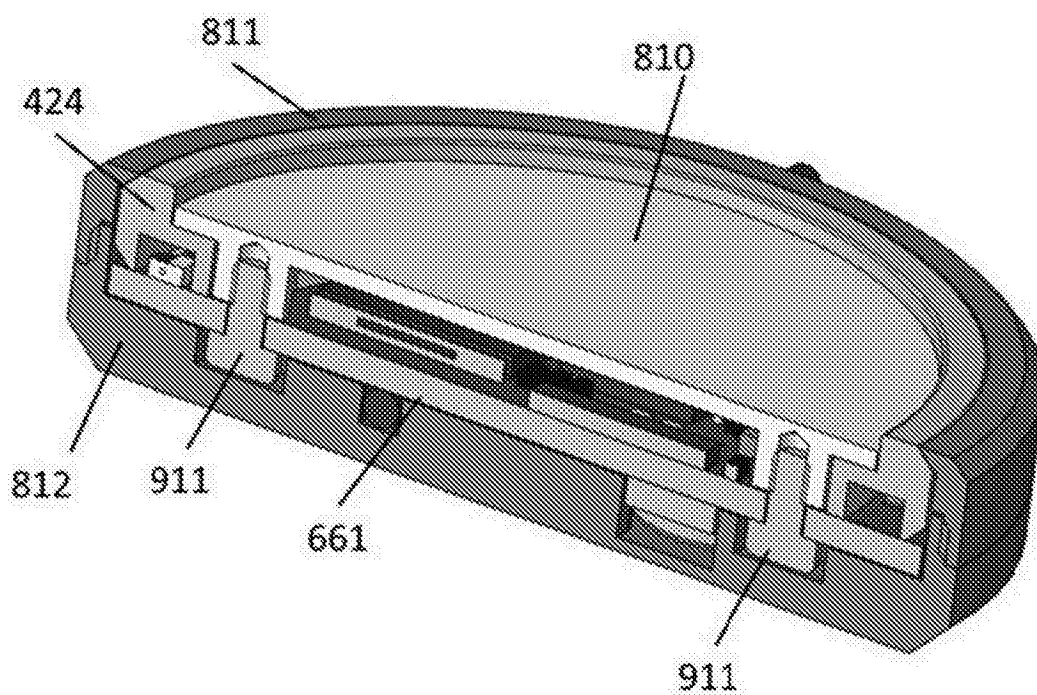


图 81

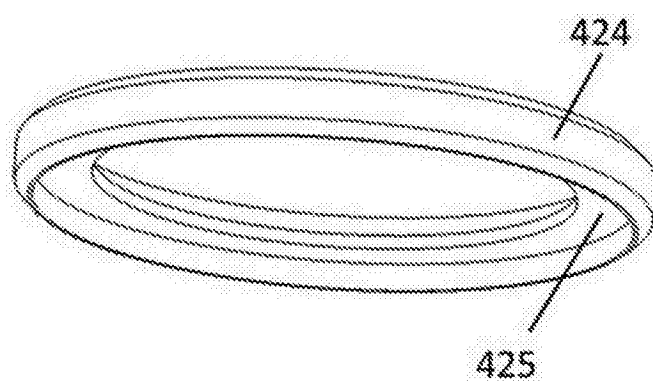


图 82

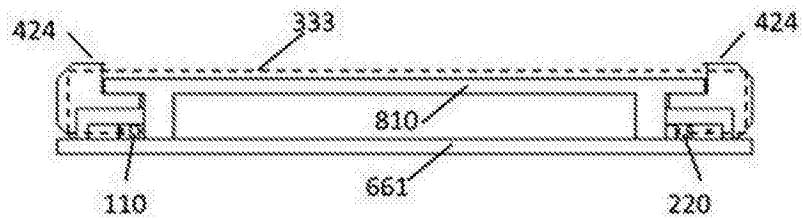


图 83

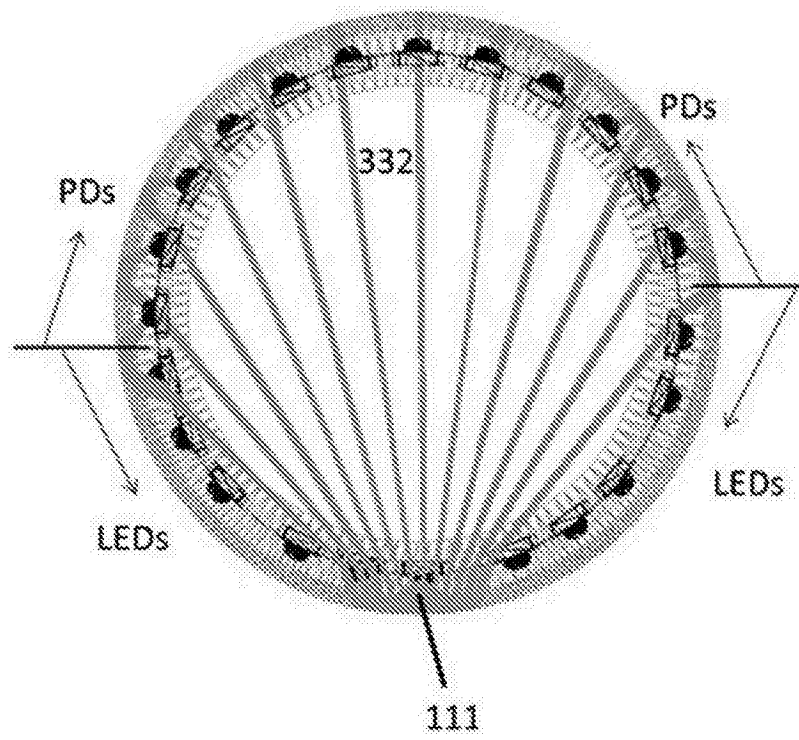


图 84