



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113196132 A

(43) 申请公布日 2021.07.30

(21) 申请号 201980080626.9

(22) 申请日 2019.12.06

(30) 优先权数据

62/777,061 2018.12.07 US

62/902,377 2019.09.18 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.06.07

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2019/065101 2019.12.06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/118276 EN 2020.06.11

(71) 申请人 阿维甘特公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 A·M·伊什 A·J·格罗斯

C·D·韦斯特拉 D·S·德瓦尔德

E·唐 J·R·巴特爾 K·W·金

W·C·韦尔奇 E·R·D·弗雷希

D·A·亨德森 Q·许

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 徐东升

(51) Int.Cl.

G02B 26/08 (2006.01)

G02B 27/00 (2006.01)

G02B 27/01 (2006.01)

G06F 3/01 (2006.01)

H04N 13/365 (2006.01)

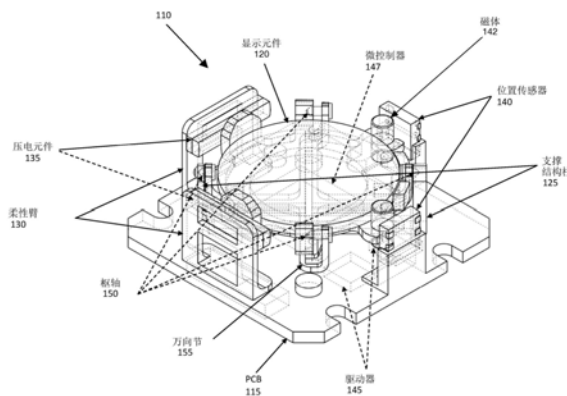
权利要求书2页 说明书17页 附图13页

(54) 发明名称

可操纵定位元件

(57) 摘要

一种显示系统,其包含可操纵显示器,所述可操纵显示器具有至少1度的单目视场,所述单目视场位于至少20度的可扫描视场内,所述可操纵显示器针对用户可移动地定位。在一个实施例中,所述可操纵显示器针对所述用户的中央凹定位。



1. 一种可操纵显示系统,其包含:
显示元件;
位置元件,其用于定位由所述显示元件生成的图像,所述位置元件包含:
可操纵元件;
X轴控制器,其用于使所述可操纵元件绕X轴枢转;
Y轴控制器,其用于使所述可操纵元件绕Y轴枢转;
其中,所述可操纵元件的移动使得用户不会察觉到运动;
使得所述可操纵元件具有使可操纵显示器能够被定位和重新定位在所述用户的视场内的多个位置处的运动范围。
2. 根据权利要求1所述的可操纵显示系统,其进一步包含:
位置验证器,其用于验证所述可操纵元件的实际位置,并在所述实际位置不是预期位置时调整可操纵显示图像数据。
3. 根据权利要求1所述的可操纵显示系统,其中,所述可操纵元件包含以下中的一个或多个:可调镜、可调棱镜、声光调制器、可调显示面板、曲面镜、衍射元件和菲涅耳反射器。
4. 根据权利要求1所述的可操纵显示系统,其中:
所述可操纵显示器具有至少1度的单目视场,所述单目视场位于至少20度的可扫描视场内。
5. 根据权利要求1所述的可操纵显示系统,其进一步包含:
致动器,其用于移动所述可操纵元件,所述致动器包含压电元件、磁性元件、纳米马达中的一个。
6. 根据权利要求5所述的可操纵显示系统,其中,所述致动器具有 ± 0.75 弧分的绝对精度和0.06弧分的相对精度。
7. 根据权利要求5所述的可操纵显示系统,其中,稳定时间小于2ms。
8. 根据权利要求1所述的可操纵显示系统,其中,所述可操纵元件是直径在5mm和15mm之间的镜。
9. 根据权利要求1所述的可操纵显示系统,其中,所述位置元件小于 $5\text{mm} \times 12\text{mm} \times 12\text{mm}$ 。
10. 一种可操纵显示系统,其包含:
可移动的显示元件;
位置元件,其用于移动所述显示元件以定位由所述显示元件生成的图像,所述位置元件包含:
柔性臂,其支撑所述可移动的显示元件;
控制器,其使用所述柔性臂使可操纵元件围绕轴线枢转;
其中,所述可操纵元件的移动使得用户不会察觉到运动;
使得所述可操纵元件具有使可操纵显示器能够被定位和重新定位在所述用户的视场内的多个位置处的运动范围。
11. 根据权利要求10所述的可操纵显示系统,其进一步包含:
位置验证器,其用于验证所述可操纵元件的实际位置,并在所述实际位置不是预期位置时调整可操纵显示图像数据。
12. 根据权利要求10所述的可操纵显示系统,其中,所述可操纵元件包含以下中的一个

或多个:可调镜、可调棱镜、声光调制器、可调显示面板、曲面镜、衍射元件和菲涅耳反射器。

13. 根据权利要求10所述的可操纵显示系统,其中:

所述可操纵显示器具有至少1度的单目视场,所述单目视场位于至少20度的可扫描视场内。

14. 根据权利要求10所述的可操纵显示系统,其进一步包含:

致动器,其用于移动所述可操纵元件,所述致动器包含压电元件、磁性元件、纳米马达中的一个。

15. 根据权利要求14所述的可操纵显示系统,其中,所述致动器具有 ± 0.75 弧分的绝对精度和0.06弧分的相对精度。

16. 根据权利要求14所述的可操纵显示系统,其中,稳定时间小于2ms。

17. 根据权利要求10所述的可操纵显示系统,其中,所述可操纵元件是直径在5mm和15mm之间的镜。

18. 根据权利要求10所述的可操纵显示系统,其中,所述位置元件小于 $5\text{mm} \times 12\text{mm} \times 12\text{mm}$ 。

19. 一种可操纵显示系统,其包含:

显示元件;

两个枢轴,所述显示元件能够围绕所述枢轴在所有方向上移动;

压电元件,其驱动所述枢轴,以移动所述显示元件;

磁体和相关联的磁传感器,其用于确定所述显示元件的位置;

其中所述磁体的位置使所述压电元件平衡,使得所述显示元件在重量上平衡。

可操纵定位元件

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求于2018年12月7日提交的美国临时专利申请第62/777,061号和2019年9月17日提交的美国临时专利申请第62/902,377号的优先权,这两个申请以全文引用的方式并入。

技术领域

[0003] 本申请涉及近眼显示系统,尤其涉及近眼显示器中的可操纵定位元件。

背景技术

[0004] 近眼显示器具有在大视场(FOV)上以高分辨率显示图像的竞争要求。对于虚拟和增强现实中的许多应用,视场应该大于90度,并且理想地,双目视场将延伸超过180度。同时,显示器的分辨率应当与人类视觉系统的分辨率相匹配,使得在虚拟图像中很少或没有感知到像素化。在单个系统中组合这两个要求提出了许多挑战。为了避免像素化的出现,分辨率需要每个像素有0.01-0.02度的数量级。在90度正方形视场上,这对应于每只眼睛4.5k×4.5k像素或更高。实现这样的分辨率在面板、驱动电子器件和再现流水线的级别上具有挑战性。

[0005] 另外,还难以设计能够在整个视场上以足够高的分辨率向用户投影宽FOV图像的光学系统。能够在宽视场上向用户呈现高分辨率图像,同时降低渲染、数据速率和面板要求的系统体系结构将实现增强和虚拟现实系统的新应用。

附图说明

[0006] 在附图中以举例而非限制的方式绘示了本发明,在附图中,相似的附图标记表示相似的元件,并且在附图中:

[0007] 图1A是可操纵定位元件的第一实施例的图示。

[0008] 图1B和1C是可操纵定位元件的另一实施例的透视图和截面图。

[0009] 图1D是可操纵定位元件的另一实施例的图示。

[0010] 图1E是可操纵定位元件的另一元件的图示。

[0011] 图1F是图1E的实施例的横截面。

[0012] 图2是系统的一个实施例的框图。

[0013] 图3是可操纵定位元件的一个实施例的框图。

[0014] 图4A是使用可操纵定位元件的一个实施例的流程图。

[0015] 图4B是可操纵定位元件的定位验证的一个实施例的流程图。

[0016] 图4C是可操纵显示器中的显示器移动的一个实施例的图示。

[0017] 图5是使用可操纵定位元件的另一实施例的流程图。

[0018] 图6是控制可操纵元件的使用的一个实施例的流程图。

具体实施方式

[0019] 本申请公开了一种可操纵定位元件,其可用于实现可操纵显示器。在一个实施例中,可操纵定位元件可以是镜、透镜、棱镜、分色镜、可切换晶体或其它定位元件。在一个实施例中,可操纵显示器被设计为可定位以在用户的中央凹所在的区域提供高分辨率显示。“中央凹”是眼睛的视网膜中的小凹陷,在那里,视力最高。在另一个实施例中,可操纵显示器可以被定位成在特定位置提供平视显示或子画面。该位置可以基于用户的周围环境、用户的凝视、其它外部数据或其它因素。在一个实施例中,可操纵显示器可用于虚拟现实和/或增强现实显示器中。可操纵显示器还可以用于任何其它目的,其中高分辨率显示器被设计成被定位。

[0020] 本发明的实施例的以下详细描述参考附图,其中相同的附图标记指示相似的元件,以说明的方式示出实践本发明的特定实施例。这些实施例的描述足够详细,以使本领域技术人员能够实施本发明。本领域技术人员理解,在不脱离本发明的范围的情况下,可以利用其它实施例,并且可以进行逻辑的、机械的、电的、功能的和及其它的改变。因此,下面的详细描述不是限制性的,本发明的范围仅由所附权利要求限定。

[0021] 图1A示出了可操纵定位元件的一个实施例。在一个实施例中,系统110包括由万向节155和支撑结构柱125支撑的显示元件120。

[0022] 显示元件120可沿两个轴枢转。在一个实施例中,系统包括两个万向节155,每个万向节都提供沿一个轴线的枢转。显示元件120的枢转由安装到柔性臂130的压电元件135控制,柔性臂用作X轴控制器和Y轴控制器。在一个实施例中,柔性臂130由金属制成。在一个实施例中,柔性臂支撑压电元件135。柔性臂130对组件的侧面提供静态力,以确保当压电元件135在致动时,压电元件135施加垂直于显示元件120的驱动表面的力,并在所述压电元件静止时保持与显示元件120接触。

[0023] 在一个实施例中,显示元件120的运动范围可以是沿X和Y轴的 ± 10 度。驱动器145驱动压电元件135以控制运动。

[0024] 在一个实施例中,微控制器147从系统接收控制数据,并控制驱动器145驱动压电元件135,以移动显示元件120。

[0025] 在一个实施例中,位置传感器140用于验证显示元件120的实际位置。在一个实施例中,位置传感器140可以是能够感测与显示装置相关联的一个或多个磁体的磁场的相对变化的一个或多个磁传感器。在一个实施例中,磁体位于显示元件120的外径附近。在一个实施例中,两个磁体定位成径向分开90度。在一个实施例中,磁体和相关联的磁传感器定位成与驱动表面相对。这实现了最小的交叉耦合和最精确的测量。

[0026] 在一个实施例中,驱动元件的重量由显示元件120上的磁体的重量平衡。在一个实施例中,磁体可以是稀土磁体。磁传感器靠近磁体放置。在另一个实施例中,可以使用四个磁体。在一个实施例中,在四磁体配置中,两个磁体定位成与驱动元件相对,并且两个额外磁体定位成更远离显示元件。这给系统增加了更多的质量,但是提供了消除空间中的其它磁场(包括地球磁场)的能力,以便基于显示元件120的移动更精确地测量磁场的变化。在一个实施例中,磁传感器是霍尔效应传感器。在一个实施例中,磁传感器是磁力计。

[0027] 在一个实施例中,使用一个或多个额外的磁传感器来测量地球磁场或其它环境磁场。在一个实施例中,减去环境磁场的影响,以抵消其对显示元件位置测量的影响。在一个

实施例中,额外传感器被定向为与组件上的测量传感器大致对准。在一个实施例中,可以使用单个3轴磁传感器。在一个实施例中,可以使用差分传感器。

[0028] 在一个实施例中,将实际位置与指示位置进行比较的计算发生在处理器上,如将参考图2所述。在另一实施例中,可使用不利用微控制器147的模拟控制电路来控制定位元件。

[0029] 显示元件120可以是镜、透镜、棱镜、全息光学元件(HOE)、液晶聚合物和/或用于为可操纵显示器引导光的另一元件。在一个实施例中,显示元件120可以是菲涅耳反射器、衍射元件、表面起伏光栅、光导、波导或体积全息图。

[0030] 在一个实施例中,压电元件135是移动显示元件120的致动器。可替换地,压电元件135可以替换为磁性和/或感应元件、纳米马达、静电元件或其它能够以显示系统所需的精度和速度移动显示元件120的装置。

[0031] 图1B是图1A的可操纵定位元件的顶视图。

[0032] 图1C是可操纵定位元件的另一实施例,其中添加了柔性印刷电路板152,并且将微控制器移动到单独的板。在一个实施例中,柔性印刷电路板152编织在其中,如图所示。这使得可操纵定位元件稍微轻一些。

[0033] 下表说明了可操纵定位元件的一个实施例的光学和物理特性的示范性配置。注意,虽然这些表格示出了测量值,并且在一些情况下,示出了优选实施例的范围,但是当可能时,可以优选这些范围的变化,并且尤其是额外的精度。此外,在一个实施例中,虽然提供了一些范围,但系统不限于这些范围。

[0034] 在一个实施例中,系统可以包括两个镜。

[0035] 在一个实施例中,快速移动元件可以被设计成在速度上匹配眼睛的移动,其中小角度移动范围为在 $300\mu\text{s}$ 内 0.3° ,并且大角度移动范围为在 $300\mu\text{s}$ 内 $2^\circ-20^\circ$ 。这种快速移动元件可以移动每个帧并且可以忽略眼迅速扫视,因为移动速度足够快,所以用户不能察觉它。

[0036] 在一个实施例中,中等快速移动显示元件也可以移动每一帧,其中小角度移动范围为在 4ms 内 0.3° ,并且大角度移动范围为在 $8\text{ms}-50\text{ms}$ 内 $2^\circ-20^\circ$ 的。在一个实施例中,该配置允许眼迅速扫视在眼睛稳定时间开始时稳定。

[0037] 在一个实施例中,中慢速镜的小角度移动范围为在 9ms 内 0.6° ,大角度移动范围为在 $8\text{ms}-50\text{ms}$ 内 $2^\circ-20^\circ$ 。在一个实施例中,中慢镜在较大角度上以与中快镜大致相同的速度移动,但在较小角度上移动得较慢。然而,在一个实施例中,甚至中慢镜也可以移动每一帧。

[0038] 慢镜的小角度移动范围为在16毫秒(ms)内 0.15° ,大角度移动范围为在 $20\text{ms}-100\text{ms}$ 内 $2^\circ-20^\circ$ 。在一个实施例中,由于其较慢的速度,慢速镜在移动期间利用空白帧。在一个实施例中,消隐帧可以是能够进行子帧消隐的显示器的子帧。在一个实施例中,慢镜利用扫视掩蔽(saccadic masking),并且依赖于眼睛稳定时间(settling time)来确保用户感觉不到由镜控制显示器的运动。

[0039] 在一个实施例中,系统被设计成在显示器关闭期间移动镜。对于大多数基于OLED的VR显示器,占空比在20%的范围内(即,显示器本身仅开启20%的帧时间)。可操纵显示器可以在显示器关闭期间移动。所讨论的具体角度、速度和配置细节当然仅是示范性的。可以使用具有不同规格的更快、更慢或中间镜。

[0040] 下表应视为示范性配置。本领域技术人员将理解,在不脱离本发明的范围的情况下可以改变这些方面。

[0041] 图1D示出了可操纵定位元件111的另一实施例。在一个实施例中,系统111包括由柔性臂170和支撑结构底座160支撑的显示元件174。

[0042] 显示元件174可沿两个轴枢转。显示元件174的枢转由压电元件172控制。在一个实施例中,运动范围可以是沿X和Y轴的 ± 18 度。驱动器164驱动压电元件172以控制运动。

[0043] 微控制器176从系统接收控制数据并控制驱动器移动显示元件174。位置传感器168用于验证显示元件174的实际位置。在一个实施例中,比较实际位置和指示位置的计算发生在处理器上,如下所述。

[0044] 显示元件174可以是镜、透镜、棱镜、全息光学元件(HOE)、液晶聚合物、可调节镜、可调节棱镜、声光调制器、可调节显示面板、曲面镜、衍射元件、菲涅耳反射器和/或用于为可操纵显示器引导光的另一元件。在一个实施例中,显示元件174可以是菲涅耳反射器、衍射元件、表面起伏光栅、光导、波导或体积全息图。

[0045] 在一个实施例中,压电元件172是移动显示元件174的致动器。可替换地,压电元件172可以替换为磁性和/或感应元件、纳米马达、静电元件或其它能够以显示系统所需的精度和速度移动显示元件174的装置。

[0046] 图1E和1F是可操纵定位元件的另一实施例的透视图和截面图。显示元件180由多个定位柱184支撑就位。定位柱185使得显示元件180能够移动。定位柱185由底座结构182支撑。尽管未示出,该实施例还包括微控制器和位置传感器。

[0047] 图1F中的截面示出了图1E的实施例的定位柱185和中心支撑件188的元件。在一个实施例中,系统包括两个或多个定位柱192和中心支撑件188。在一个实施例中,中心支撑件188位于显示元件180的中心,并提供一个稳定点,显示元件围绕其倾斜。在一个实施例中,每个定位柱192都包括致动器198、移动支撑结构196和倾斜顶部194。

[0048] 在一个实施例中,致动器198是使移动支撑结构196上下移动的压电元件。或者,致动器198可以是磁性和/或感应元件、纳米马达、静电元件或其它致动器机构,其使得移动支撑结构196能够以显示系统所需的精度和速度移动。

[0049] 移动支撑结构196上下移动并且连接有倾斜顶部194。在一个实施例中,倾斜顶部194是圆形的或具有装配到显示元件180中的凹口190中的圆形顶部。在一个实施例中,移动支撑结构196和倾斜顶部194之间的连接是磁性的。

[0050] 倾斜顶部194使得显示元件180能够通过上下移动而倾斜。因为倾斜顶部194是平滑的并且装配到凹口190中,所以倾斜顶部保持与显示元件180接触。

[0051] 在一个实施例中,倾斜顶部194是自由旋转的球体,通过磁力连接到移动支撑结构196和凹口190。这样,系统可以利用具有快速上下运动能力的致动器来向显示元件180提供运动范围。下面参照表5至6讨论显示元件的运动范围和能力。

[0052] 表1和2示出了可操纵镜的第一配置的示范性光学、物理和其它特性。

[0053] 表1:

光学和物理特性	一个实施例	注释
偏转角	$\pm 12^\circ$ X 轴; $\pm 18^\circ$ Y 轴 (机械)	两轴至少 ± 12 度
全视场 (几何开度角)	55°	系统还具有 10mm 通光孔径。这是指从一个极端扫描到另一个极端时的全视场开口。瞬时 FOV 为 10°
旋转中心	在镜中心	表面以下可至多 1.35mm
准确度与设定点 (绝对精度)	± 1 弧分	达到 ± 2 弧分
准确度与反馈 (相对精度)	± 0.25 弧分	达到 ± 0.33 弧分
重复性 RMS (典型)	0.1 弧分 (30 μ rad)	达到 0.3 弧分 (90 μ rad)
光束步进时间		
小步距角 (机械)	0.5°	不小于 0.35°
小步稳定标准准确度	位置的 97% (在最终目的地的 1 弧分内)	位置的 98% (在最终目的地的 1 弧分内)
小步稳定时间	<2ms	小于 4ms
大步稳定标准准确度	位置的 99.9% (在 1 弧分内)	位置的至少 99.8% (在 2 弧分内)
大步稳定时间	<20ms	小于 30ms
镜直径	10mm 直径	
反射率	>95 %	
镜平面度	$\lambda/4$	
工作波长	可见 (450nm - 640nm)	短 IR (700nm - 800nm)
典型的入射光束直径	圆形, 8mm	
相对于垂直参考线的典型入射角	45°	

[0054]

[0055]

表2:

[0056]

其它特性	一个实施例	注释
占用面积	8mm \times 8mm	最大 12mm \times 12mm
高度	2mm	最大 5mm
扫描或即瞄即拍?	即瞄即拍	
机械夹紧	包装中的边缘槽	备用螺钉
重力影响	无	
磁屏蔽	不需要	
光学	一个实施例	注释
镜涂层	受保护的银或增强的铝	
光功率	LED 照明, mW 范围	可包括激光照明
控制接口	SPI、I2S、I2C、PWM	
功耗	<50mW (DC)	<10mW (DC)
工作温度	-20 $^\circ$ C 至 65 $^\circ$ C	至少 0 $^\circ$ C 至 40 $^\circ$ C
储存温度	-40 $^\circ$ C 至 85 $^\circ$ C	
冲击和振动要求	根据 DIN EN 60068-2-27 的冲击	
循环寿命	220M 全周期	至少 95M 全周期
寿命	7 年	3 年

符合	RoHS	
----	------	--

[0057] 表3和4示出了与图1A的可操纵定位元件相关联的第二配置的示范性光学、物理和其它特性。

[0058] 表3:

光学和物理特性	一个实施例	系统设计考虑因素
偏转角	$\pm 8.5^\circ$ X 轴; $\pm 8.5^\circ$ Y 轴 (机械)	镜偏转角与成像光学器件结合设计以实现指定的视觉可操纵范围。
几何开角	120°	这是指从镜的旋转中心的清晰锥角, 使得当从一个极端扫描到另一个极端时, 没有光被阻挡。
[0059] 旋转中心	表面重合	系统规格可允许旋转中心位于镜面下方。
准确度与设定点 (绝对精度)	± 0.75 弧分 (0.0125°)	在整个可操纵范围上定义, 以确保能够达到所有期望的可操纵角度。本规范是可随成像光学设计变化而改变的系统级设计标准。
重复性 (绝对)	± 0.06 弧分 (0.001°)	镜移动应该是高度可重复的, 以确保系统级校准和失真校正的准确性。本规范是可随成像光学设计变化而改变的系统级设计标准。

[0060] 表3:续

光束步进时间		
小步距角 (机械)	0.52°	本规范是可随成像光学设计变化而改变的系统级设计标准。
小步稳定标准准确度	最终目标的 ± 0.12 弧分 (0.002°)	用户应无法检测最终系统稳定。本规范是可随成像光学设计变化而改变的系统级设计标准。
小步稳定时间 (最大值)	4.5 ms	本规范是可以随着显示源和帧速率变化而改变的系统级设计标准。
小步稳定时间 (RMS)	2.93 ms	
大步距角 (机械)	10.4°	本规范是可随成像光学设计变化而改变的系统级设计标准。
[0061] 大步稳定标准准确度	最终目标的 ± 0.25 弧分 (0.0042°)	用户应无法检测最终系统稳定。本规范是可随成像光学设计变化而改变的系统级设计标准。在另一个实施例中, 大步稳定标准准确度为最终目标的 ± 0.12 弧分 (0.002°)。
大步稳定时间	40 ms (对于 10.4°)	
镜直径	8.2 mm	
反射率	>95 %	
镜平面度	$\lambda/4$	
工作波长	可见 (450nm - 640nm)	在一些实施例中, 还可用于短 IR (700nm - 950nm)。
典型的入射光束直径	4.4 mm	
相对于垂直参考线的典型入射角	45°	

[0062] 表4:

其它特性	一个实施例	注释
占用面积	12.5mm×12.5mm	
高度	4 mm	最大 5mm
扫描或即瞄即拍?	即瞄即拍	
机械夹紧	边缘处有 3x 螺钉安装槽, 带有定位槽	
重力影响	无	
磁屏蔽	不需要	
光学	一个实施例	注释
镜涂层	受保护的银或增强的铝	
光功率	LED 照明, mW 范围	可包括激光照明
控制接口	SPI、I2S、I2C、PWM	
功耗	<50mW (DC)	<10mW (DC)
工作温度	-20℃至 65℃	至少 0℃至 40℃
储存温度	-40℃至 85℃	
冲击和振动要求	根据 DIN EN 60068-2-27 的冲击	
循环寿命	220 M 全周期	至少 95M 全周期
寿命	7 年	3 年
符合	RoHS	

[0064] 表5和6示出了与图1E和1F的可操纵定位元件相关联的第三配置的示范性光学、物理和其它特性。

[0065] 表5:

光学和物理特性	功能范围	系统设计考虑因素
偏转角	最小值: $\pm 2^\circ$ X 轴; $\pm 2^\circ$ Y 轴 最大值: $\pm 15^\circ$ X 轴; $\pm 15^\circ$ Y 轴 (机械)	镜偏转角与成像光学器件结合设计以实现指定的视觉可操纵范围。
几何开角	最小值: 60° 最大值: 160°	这是指从镜的旋转中心的清晰锥角,使得当从一个极端扫描到另一个极端时,没有光被阻挡。
旋转中心偏移	最小值: 与表面重合 最大值: 2mm	系统规格可允许旋转中心位于镜面下方。
准确度与设定点 (绝对精度)	最小值: ± 0.05 弧分 最大值: ± 2.0 弧分	在整个可操纵范围上定义,以确保能够达到所有期望的可操纵角度。本规范是可随成像光学设计变化而改变的系统级设计标准。
重复性 (绝对)	最小值: ± 0.05 弧分 最大值: ± 1.0 弧分	镜移动应该是高度可重复的,以确保系统级校准和失真校正的准确性。本规范是可随成像光学设计变化而改变的系统级设计标准。

[0067] 表5:续

[0068]

光束步进时间		
小步距角（机械）	0.52°	本规范是可随成像光学设计变化而改变的系统级设计标准。
小步稳定标准准确度	最终目标的±0.12 弧分 (0.002°)	用户应无法检测最终系统稳定。本规范是可随成像光学设计变化而改变的系统级设计标准。
对于 0.52°的小步稳定时间	最小值：1 ms 最大值：10 ms	本规范是可以随着显示源和帧速率变化而改变的系统级设计标准。
大步距角（机械）	10.4°	本规范是可随成像光学设计变化而改变的系统级设计标准。
大步稳定标准准确度	最终目标的±0.25 弧分 (0.0042°)	用户应无法检测最终系统稳定。本规范是可随成像光学设计变化而改变的系统级设计标准。在另一个实施例中，大步稳定标准准确度为最终目标的±0.12 弧分(0.002°)。
对于 10.4°的大步稳定时间	最小值：5 ms 最大值：50 ms	

[0069]

镜直径	最小值：4 mm 最大值：15 mm	
工作波长	可见（450nm - 640nm）	在一些实施例中，还可用于短 IR（700nm - 950nm）。
典型的入射光束直径	最小值：2 mm 最大值：8 mm	
相对于垂直参考线的典型入射角	最小值：20° 最大值：60°	

[0070] 表6:

其它特性	功能范围	注释
占用面积	最小值: 5 mm×5 mm 最大值: 17 mm×17 mm	
高度	最小值: 3 mm 最大值: 8 mm	
扫描或即瞄即拍?	即瞄即拍	
机械夹紧	边缘处有 2x 螺钉安装槽, 带有定位槽	
重力影响	无	
磁场补偿	1-2 辅助传感器	
[0071] 光学	一个实施例	注释
镜涂层	受保护的银或增强的铝	
光功率	LED 照明, 至多 5W 范围	可包括激光照明
控制接口	SPI、I2S、I2C、PWM	
功耗	<50mW (DC)	<10mW (DC)
工作温度	-20°C 至 65°C	至少 0°C 至 40°C
储存温度	-40°C 至 85°C	
冲击和振动要求	根据 DIN EN 60068-2-27 的冲击	
循环寿命	220 M 全周期	至少 95M 全周期
寿命	7 年	3 年
符合	RoHS	

[0072] 注意, 上述表格描述了机械、光学和物理特性的实施例, 这些实施例描述了使用可操纵显示元件的各种配置的一组实施例, 所述可操纵显示元件使用镜作为定位元件。本领域技术人员将理解可以对不同定位元件的上述范围进行修改。

[0073] 图2示出了示范性光学系统210、280和相关联的处理系统238的一个实施例。在一个实施例中, 处理系统可以在包括处理器的计算机系统中实现。在一个实施例中, 处理系统238可以是显示系统的一部分。在另一个实施例中, 处理系统238可以是远程的。在一个实施例中, 光学系统210、280可以在诸如头戴式显示器之类的可穿戴系统中实现。可操纵显示图像通过引导可操纵显示器的右眼可操纵显示器220和左眼可操纵显示器230呈现给用户的眼睛。在一个实施例中, 可操纵显示器220、230将可操纵显示图像主要导向用户眼睛的视场中心。在另一个实施例中, 图像可以被导向不同的位置, 如下所述。在一个实施例中, 可操纵显示图像是高分辨率图像。在一个实施例中, 可操纵显示图像是可变分辨率图像。在一个实施例中, 可变分辨率对应于用户眼睛感知的最大分辨率的变化, 当用户眼睛更远离中心时, 最大分辨率下降。

[0074] 使用第一显示元件222创建右眼的图像。在一个实施例中, 显示元件是数字微镜装置 (DMD)。在一个实施例中, 显示元件222是扫描微镜装置。在一个实施例中, 显示元件222是扫描光纤装置。在一个实施例中, 显示元件是有机发光二极管 (OLED)。在一个实施例中, 显示元件222是硅基液晶 (LCOS) 面板。在一个实施例中, 显示元件222是液晶显示 (LCD) 面板。在一个实施例中, 显示元件222是微LED或微发光二极管 (μ LED) 面板。在一个实施例中, 显示

元件是扫描激光系统。在一个实施例中，系统是具有离轴全息光学元件 (HOE) 的混合系统。在一个实施例中，系统包括波导。在一个实施例中，波导是多层波导。在一个实施例中，显示元件可以包括此类元件的组合。下图3更详细地讨论了显示元件。

[0075] 在一个实施例中，第一显示元件222位于诸如眼镜或护目镜之类的近眼装置中。

[0076] 使用中间光学元件224来设置可操纵显示器的焦点和视场。中间光学元件224可以包括但不限于透镜、镜和衍射光学元件。在一个实施例中，虚像的焦点设置为无限远。在另一实施例中，虚像的焦点设置得比无限远更近。在一个实施例中，可以改变虚像的焦点。在一个实施例中，虚像可以具有两个或多个同时感知的焦距。

[0077] 在一个实施例中，可操纵显示图像主要被导向用户眼睛的视场中心。在一个实施例中，可操纵显示图像的视场 (FOV) 大于1度。在一个实施例中，可操纵显示图像的FOV在1度和20度之间。在一个实施例中，可操纵显示图像可以大于5度，以解决眼睛跟踪中的不精确性，提供成功混合所需的区域，使得用户不能察觉到该混合，并且考虑对于各种类型的眼睛移动重新定位可操纵显示器所花费的时间。

[0078] 在一个实施例中，该系统还包括具有20-220度视场的低分辨率场显示图像。

[0079] 在一个实施例中，使用一组一个或多个完全或部分透明的定位元件226将可操纵显示图像直接投影到用户的眼睛上。在一个实施例中，定位元件226包括可操纵镜，例如图1A所示的可操纵定位元件。在一个实施例中，定位元件226包括曲面镜。在一个实施例中，定位元件226包括菲涅耳反射器。在一个实施例中，定位元件226包括衍射元件。在一个实施例中，衍射元件是表面起伏光栅。在一个实施例中，衍射元件是体积全息图。在一个实施例中，显示器220可以包括焦点调节器223，其使得显示器能够在同一帧中以多个焦距显示图像元素。在一个实施例中，焦点调节器223可以是光路长度扩展器，如在2016年8月12日提交的美国专利申请第15/236,101号中所述。

[0080] 对于左眼可操纵显示器230，存在类似的一组元件。在一个实施例中，右眼可操纵显示器220和左眼可操纵显示器230是匹配的。在另一个实施例中，它们可以包括不同的元件。

[0081] 在一个实施例中，眼睛跟踪器240跟踪用户的凝视向量，例如眼睛正在看的地方。在一个实施例中，眼睛跟踪系统是基于摄像机的眼睛跟踪系统240。在一个实施例中，基于摄像机的眼睛跟踪系统240包括全息光学元件。在一个实施例中，眼睛跟踪系统240是具有接收传感器的红外扫描激光器。在一个实施例中，红外扫描激光眼睛跟踪系统240包括全息光学元件。在一个实施例中，眼睛跟踪系统240是光学流量传感器。可以使用其它眼睛跟踪机构。位置计算器245基于来自眼睛跟踪系统240的数据确定用户视场的中心。

[0082] 在一个实施例中，可调节定位元件226、236用于调节右眼可操纵显示器220和左眼可操纵显示器230，以将图像定位成主要导向用户眼睛的视场中心。在一个实施例中，可调节位置元件226、236用于调节右眼可操纵显示器220和左眼可操纵显示器230，以将眼动范围 (eye box) 或出射光瞳朝向用户眼睛的视场中心定位。在一个实施例中，通过改变镜、位置元件226、236中的一个的角度来调整图像的方向。在一个实施例中，通过使用电磁力来改变镜的角度。在一个实施例中，通过使用静电力来改变镜的角度。在一个实施例中，如图1A所示，通过使用压电力来改变镜的角度。在一个实施例中，可调节元件是图像源或移动以定位图像的显示元件222、232。在一个实施例中，图像被定位成导向用户眼睛的视场的中心。

在另一个实施例中,可以改变另一个位置元件226、236,例如转向元件226、236。

[0083] 场显示器280经由通信逻辑270、290与处理系统238通信。在一个实施例中,可以有多个显示器。这里,示出了两个场显示器,场显示器285和外围显示器288。还示出了额外的分辨率等级。在一个实施例中,场显示器280可以包括由用户的双眼观看的单个场显示器285,或者每只眼睛一个场显示器。在一个实施例中,场显示器280可以具有可变分辨率。在一个实施例中,分辨率向显示器280的外部下降,对应于眼睛所感知的最大分辨率的下降。

[0084] 在一个实施例中,当场显示器280是单独的系统时,同步信号发生器292用于使独立可操纵显示器210的显示与场显示器280的显示同步。在一个实施例中,同步信号发生器292用于使可调镜或可操纵显示器的其它定位元件与场显示器同步。这导致显示器的同步。在一个实施例中,场显示器280包括混合器系统294,用于将可操纵显示图像的边缘与场显示图像混合,以确保过渡是平滑的。

[0085] 在一个实施例中,利用完全或部分透明的光学系统向用户呈现较低分辨率的场显示图像。在一个实施例中,该部分透明系统包括波导光学系统。在一个实施例中,该部分透明系统包括可以是平的或具有光功率的部分镜。在一个实施例中,该部分透明系统包括衍射光学元件。在一个实施例中,该图像通过直视光学系统呈现给用户。在一个实施例中,该部分透明的系统包括反射或散射光的内含物。

[0086] 在场显示器280的一个实施例中,额外显示子系统用于在单视外围显示器288的区域中显示图像。在一个实施例中,该子系统是LED(发光二极管)阵列。在一个实施例中,该子系统是OLED(有机LED)阵列。在一个实施例中,该显示子系统使用扫描激光器。在一个实施例中,该子系统使用LCD(液晶显示器)面板。在一个实施例中,场显示器280是LCOS(硅基液晶)显示器。在一个实施例中,场显示器是DLP(数字光处理)显示器。在一个实施例中,该子系统没有中间光学元件来操纵图像的FOV或焦点。在一个实施例中,该子系统具有中间光学元件。在一个实施例中,这些中间光学元件包括微透镜阵列。

[0087] 由可操纵显示器210和场显示器280显示的图像数据由处理系统238生成。在一个实施例中,该系统包括眼睛跟踪器240。在一个实施例中,眼睛跟踪器240跟踪用户的凝视向量,例如眼睛正在看的地方。在一个实施例中,眼睛跟踪系统是基于摄像机的眼睛跟踪系统240。或者,眼睛跟踪系统240可以是基于红外激光器的。中央凹位置计算器245基于来自眼睛跟踪系统240的数据确定用户视场的中心。在一个实施例中,中央凹位置计算器245另外使用来自滑移检测系统的数据。在一个实施例中,滑移检测系统检测头戴式耳机/护目镜在用户头部的移动,并且检测用户眼睛的真实位置相对于所计算的位置的滑移或其它移位。在一个实施例中,中央凹位置计算器245可以通过调整所计算的中央凹位置来补偿这种滑移,该中央凹位置由系统用来定位可操纵显示器。

[0088] 在一个实施例中,处理系统238还包括中央凹位置验证器247,其验证位置元件226、236的定位,以确保显示器220、230被正确定位。在一个实施例中,这包括根据可操纵显示器的移动来重新评估可操纵显示器相对于用户眼睛的视场中心的位置。在一个实施例中,中央凹位置验证器247使用感测机构,提供反馈以验证定位元件已到达其目标位置。在一个实施例中,感测机构可以是摄像机。在一个实施例中,感测机构可以是传动装置。位置验证器247中的感测机构可以是磁传感器。感测机构可以是能够确定光学元件位置的另一种类型的传感器。在一个实施例中,如果可操纵显示器的实际位置不是目标位置,则中央凹

位置验证器247可改变显示器以提供正确的图像数据。这在下面更详细地描述。

[0089] 在一个实施例中,眼睛移动分类器260可以用于预测用户的凝视向量将向哪里移动。预测定位器265可以使用该数据来基于用户的凝视向量的下一位置,移动可操纵显示器220、230。在一个实施例中,智能定位器267可以利用诸如眼睛移动分类和眼睛跟踪之类的用户数据来预测地定位显示器220、230。在一个实施例中,智能定位器267可以另外使用关于要显示的帧中即将到来的数据的数据来识别显示器220、230的最佳定位。在一个实施例中,智能定位器267可以将显示器220、230定位在未由凝视向量指示的位置。例如,如果所显示的帧数据仅具有少量的相关数据(例如,在另外的暗屏幕上照亮的蝴蝶),或者帧的意图是使观看者观看特定位置。

[0090] 处理系统238还可以包括切出(cut-out)逻辑250。切出逻辑250定义可操纵显示器220、230的位置,并将具有切出的显示信息提供给相关联的场显示器280。场显示器280呈现该数据以生成较低分辨率的场显示图像,该较低分辨率的场显示图像包括场显示器中的图像的相应部分的切出。这确保了可操纵显示图像和场图像之间没有干扰。在一个实施例中,当存在切出时,混合器逻辑255将切出的边缘与可操纵图像混合,以确保过渡是平滑的。在另一实施例中,可操纵显示器可用于显示子画面,即覆盖在较低分辨率场图像上的较亮元素。在这种情况下,切出逻辑250和混合器逻辑255两者都不是必需的。在一个实施例中,可以根据需要选择性地激活切出逻辑250和混合器逻辑255。

[0091] 在一个实施例中,系统可以使可操纵显示器210与独立的场显示器280同步。在这种情况下,在一个实施例中,同步逻辑272使显示器同步。在一个实施例中,独立场显示器280与可调节镜或可操纵显示器210的其它定位元件同步。这导致显示器的同步。场显示器280可以接收定位数据。在一个实施例中,在这种情况下可以没有切出。

[0092] 在一个实施例中,处理系统238可以包括用于可操纵显示器210的光学失真系统275,其失真从图像的中心到边缘增加。这种有意的失真将导致从图像中心移动到边缘的像素的感知尺寸增大。这种感知分辨率的变化将减少所需的处理量,因为需要更少的像素来覆盖可操纵显示图像的相同角度区域。光学失真可以有助于可操纵显示器210和场显示器280之间的混合。在另一个实施例中,包括光学失真系统275的可操纵显示器210可以在没有场显示器的情况下使用。它还提供了更容易的光学设计,并且节省了对混合的处理。

[0093] 在一个实施例中,可变分辨率高失真图像在中心和边缘之间具有大的比率。该显示器的总FOV将很大(至多180度)。

[0094] 在一个实施例中,滚降(roll-off)逻辑277在显示器的边缘提供滚降。在一个实施例中,滚降可以包括分辨率滚降(朝向显示区域的边缘降低分辨率)。在一个实施例中,这可以通过光学失真系统275的放大来实现。滚降在一个实施例中包括亮度和/或对比度滚降(朝向边缘降低亮度和/或对比度)。这种滚降被设计成减小显示器边缘的陡度。在一个实施例中,滚降可以被设计成滚降到“无”,即从全亮度/对比度逐渐降低到灰色或黑色或环境色。在一个实施例中,当没有相关联的场显示器时,可操纵显示器210可以使用滚降逻辑277。在一个实施例中,当系统中有场显示器时,滚降逻辑297可以是场显示280的一部分。

[0095] 图3示出了位置元件300的一个实施例。在一个实施例中,位置元件包括用于用户的右眼和左眼的单独的位置元件。在一个实施例中,系统可以为每只眼睛使用两个或多个可操纵元件310,而不是为每只眼睛使用一个可操纵元件310。在一个实施例中,双元件系统

可以包括用于每只眼睛的X轴移动和Y轴移动的分离的可操纵元件310。在一个实施例中,可以使用两个或多个可操纵元件310,每个可操纵元件310具有一个或多个可操纵轴。

[0096] 可操纵元件310可以包含镜、棱镜、菲涅耳透镜或其它元件中的一个或多个,其位置使得光可以被引导到特定位置。在一个实施例中,可操纵元件310是曲面镜。

[0097] X轴附件320提供用于绕X轴旋转的物理移动元件,而Y轴附件350提供用于绕Y轴枢转的移动元件。在一个实施例中,移动元件是枢轴150和万向节155。

[0098] X轴控制器330和Y轴控制器360控制移动,而X轴致动器340和Y轴致动器370提供物理移动。一个实施例中的压电元件是控制器。移动数据来自微处理器390。在一个实施例中,微处理器390是可操纵显示器的主控制电路的一部分。

[0099] 在一个实施例中,该系统还包括位置验证器380,其验证可操纵元件310沿X和Y轴的实际位置。在一个实施例中,验证器380包含磁传感器,其感测与可移动元件相关联的磁体的移动。在另一个实施例中,验证器380可以耦合到致动器340、370或附件320、350,并且基于支撑可操纵元件310的元件的物理位置来确定可操纵元件310的位置。可以使用确定可操纵元件310的实际位置的其它方法。

[0100] 在一个实施例中,验证器380向微处理器390提供数据。微处理器可以将来自控制器330、360的数据与来自位置验证器380的数据进行比较。这可以用于重新校准,以及识别可操纵元件310的定位问题。在一个实施例中,为了启用位置验证器380,可操纵元件310的底部具有由位置验证器380用来确定可操纵元件310的实际位置的标记。

[0101] 图4C示出了显示器随时间移动的一个实施例。在一个实施例中,当用户的眼睛移动时,移动可以对应于用户的中央凹的位置。在任何时刻,都存在一个小区域,图像被显示到该小区域。高分辨率的5度显示器(在一个实施例中)的位置聚焦在用户视场的中心。在一个实施例中,低分辨率场图像提供大视场。但是因为中央凹区域之外的眼睛的相对分辨率较低,所以用户感觉到该组合图像,包括小的高分辨率可操纵图像和较大的低分辨率场图像,作为大视场上的高分辨率。

[0102] 图4A是利用可操纵显示器的一个实施例的流程图。该过程开始于框410。在一个实施例中,在该过程开始之前,将显示系统与用户匹配。该初始设置包括确定瞳孔间距(IPD)和所需的任何处方,以确保用户的“基线”显示是准确的。

[0103] 在框415,跟踪用户的眼睛。在一个实施例中,IR摄像机用于跟踪眼睛。在一个实施例中,眼睛跟踪识别用户的凝视向量,例如用户正在关注的地方。

[0104] 在框420,系统计算用户的凝视向量。眼睛跟踪可以识别左眼和右眼凝视向量/角度以及凝视中心(从L/R眼睛凝视向量导出)。在一个实施例中,眼睛跟踪可以确定左眼和右眼相对于基线参考系的位置(X、Y、Z)和定向(滚动、俯仰、偏航)。在一个实施例中,当显示器最初与用户匹配并且确定用户的瞳孔间距、屈光度和其它相关数据时,确定基线参考帧。

[0105] 在框420,基于凝视向量数据来确定中央凹的位置。在一个实施例中,中央凹位置包括每只眼睛的坐标(X、Y、Z)和定向(滚动、俯仰、偏航)。

[0106] 在框425,该过程确定可操纵显示器是否应当被重新定位。这是基于将可操纵显示器的当前位置与用户的凝视向量或图像的预期位置进行比较。如果它们未对准,则系统确定可操纵显示器应该被重新定位。如果是,则在框430,重新定位显示器。显示器的重新定位被设计成使得可操纵显示器的移动不被用户感知。在一个实施例中,这可以这样来实现:通

通过使用足够快的反镜以用户不能察觉的方式完成移动。在一个实施例中，这可以通过将移动定时为用户的眨眼或眼睛移动来实现。在一个实施例中，如果预期的显示被移动超过特定距离，则显示器在移动期间黑屏 (blanked)。这确保用户不会察觉到移动。在一个实施例中，特定距离大于0.5度。在一个实施例中，如果在用户眨眼的同时发生移动，则预期显示不黑屏。注意，尽管使用了术语“重新定位”，但是这对应于定位元件的移动，以调整显示器的位置。

[0107] 然后过程继续到框435，无论显示器是否被重新定位。

[0108] 在框435，任选地，系统切出场显示图像的将被定位在与可操纵显示图像相同的位置的部分。这防止场显示器干扰可操纵显示器。在一个实施例中，在渲染引擎处执行切出。在另一个实施例中，图像可以是一个子画面或其它明亮的图像元素，它不需要切出即可清楚。在这种情况下，可以跳过该框。在一个实施例中，如果用户眼睛跟踪指示用户的凝视已经从基线参考移动很远，则跳过切出。基线参考是用户的默认凝视位置，从该位置跟踪凝视的移动。从基线参考的实质移动意味着系统不能确定用户的正确凝视位置。在这种情况下，在一个实施例中，可操纵显示图像可以被丢弃，或者可操纵显示器可以被暂时关闭。在一个实施例中，这可以通过使可操纵显示器黑屏以使得用户看不到来实现。在各种实施例中，这可通过禁用背光、禁用激光器或LED照明源、消隐像素或通过另一方法来实现。

[0109] 在框440，在一个实施例中，混合可操纵显示图像和场图像之间的边缘。这确保了场图像和可操纵显示图像之间的平滑和不可察觉的过渡。在框445，向用户显示混合图像，从而合并可操纵显示器和场显示器。该过程然后返回到框410以继续跟踪和显示。注意，虽然该描述讨论了可操纵显示图像和场图像，但是所考虑的图像包括视频的连续图像。还要注意，虽然本说明书在一些实施例中利用可操纵显示器和场显示器的组合，但是可操纵显示器可以在不存在场显示器的情况下使用。在这些情况下，该过程可以仅包括框415至430。

[0110] 图4B示出了当显示器位置验证指示可操纵显示器的实际位置与预期位置不匹配时可以采取的校正动作的一个实施例。该过程开始于框450。

[0111] 在框452，启动可操纵显示器定位。在一个实施例中，这对应于图4A的框430。回到图4B，在框454，验证可操纵显示器的实际位置。在一个实施例中，使用一个或多个传感器来确定可操纵显示器的位置和定向。在一个实施例中，传感器可以包括摄像机、检测可调镜或其它定位元件的位置的机械元件等。在一个实施例中，这由图3的位置验证器380完成。

[0112] 在框456，该过程确定可操纵显示器是否被正确定位。在所计算的位置中正确定位具有可操纵显示器，以为用户在适当的位置显示图像。如果可操纵显示器被正确定位，则在框464，显示图像。在一个实施例中，这包括显示混合图像，该混合图像包括在所计算的位置处的可操纵显示图像和相关联的场显示图像，如以上关于图4A所讨论的。然后过程在框475结束。

[0113] 如果在框456，过程确定可操纵显示器未被正确定位，则过程继续到框458。

[0114] 在框458，过程确定是否有足够的时间来重新定位可操纵显示器。该确定基于需要移动的距离、移动速度和直到处理系统发送下一图像的时间。

[0115] 在一个实施例中，它还取决于用户的眼睛移动。在一个实施例中，当没有感知到图像时，系统优选地在用户眨眼时移动可操纵显示器。在一个实施例中，重新定位发生在显示器的黑屏周期内。例如，沿一个坐标仅移动一度比在三维中显著地移动可操纵显示器花费

更少的时间。如果有足够的时间,则过程返回到框452以重新定位可操纵显示器。否则,过程继续到框460。

[0116] 在框460,过程确定可操纵显示器的实际位置是否在预期位置的范围内。在一个实施例中,上下文中的“在范围内”意味着系统能够针对差异调整显示。如果在范围内,则过程继续到框462。

[0117] 在框462,调整被处理用于在可操纵图像上显示的数据,以便呈现在实际位置。然后在框464显示调整后的图像。例如,在一个实施例中,如果位置差异非常小,则原始计算的图像可能被呈现在错误的位置,而不引起视觉伪像。在另一实施例中,可以调整图像以在实际位置适当地呈现。例如,图像可以被剪裁、变亮、扭曲、对比度调整、色度坐标(白点)调整、剪裁和横向移动以考虑位置差异。

[0118] 在一个实施例中,对于混合显示,可以移动或改变边缘混合的径向位置。在一个实施例中,系统可以过渲染(over-render),例如为5度可操纵显示器渲染5.5度的可视图像,允许0.5度的偏移而不需要重新渲染。

[0119] 如果可操纵显示器不在范围内,则在框466,在一个实施例中,将帧数据发送到场显示器以供呈现。在框468,在一个实施例中,不显示可操纵显示图像。在一个实施例中,帧被丢弃。在另一实施例中,可操纵显示器暂时黑屏。在一个实施例中,如果用户眼睛跟踪指示用户的凝视已经移动到基线参考之外太远,则可操纵显示器不被认为在范围内。

[0120] 在框470,在一个实施例中,场显示图像被渲染,而没有图像切出并且没有可操纵显示图像的显示或渲染。在框472,显示场显示图像。然后该过程结束。

[0121] 图5是利用可操纵显示器的一个实施例的流程图,其中定位不依赖于用户的凝视向量。例如,当显示器是平视型显示器,或子画面,或其它暗显示器上的唯一亮元件时,这可以适用。可以发现提供不基于用户凝视向量的定位的其它原因。在一个实施例中,该配置可以与上述图4A的配置组合,其中定位基于凝视向量。即,同一系统可以在基于凝视向量和不基于凝视向量之间变化。

[0122] 该过程开始于框510。在一个实施例中,在该过程开始之前,将显示系统与用户匹配。

[0123] 在框515,确定可操纵显示器的位置。该确定可以基于外部数据(例如在虚拟现实显示器中)或其它确定来进行。在一个实施例中,可以基于处理器数据做出该决定。

[0124] 在框520,该过程确定可操纵显示器的当前位置。

[0125] 在框525,该过程确定可操纵显示器是否应当被重新定位。这是基于将可操纵显示器的当前位置与图像的预期位置进行比较。如果它们未对准,则系统确定可操纵显示器应该被重新定位。如果是,则在框530,触发显示器重新定位。在一个实施例中,显示器的重新定位被设计为使得可操纵显示器的移动不被用户感知。在一个实施例中,如上所述,这可以这样来实现:通过使用足够快的反镜以用户不能察觉的方式完成移动。在一个实施例中,这可以通过将移动定时为用户的眨眼或眼睛移动来实现。在一个实施例中,如果预期的显示被移动超过特定距离,则显示器在移动期间黑屏。这确保用户不会察觉到移动。在一个实施例中,特定距离大于0.5度。在一个实施例中,如果在用户眨眼的同时发生移动,则预期显示不黑屏。注意,尽管使用了术语“重新定位”,但是这对应于定位元件的移动,以调整显示器的位置。

[0126] 然后过程继续到框535,无论显示器是否被重新定位。

[0127] 在框535,任选地,系统切出场显示图像的将被定位在与可操纵显示图像相同的位置的部分。这防止场显示器干扰可操纵显示器。

[0128] 在一个实施例中,在渲染引擎处执行切出。在另一个实施例中,图像可以是一个子画面或其它明亮的图像元素,它不需要切出即可清楚。在这种情况下,可以跳过该框。

[0129] 在框540,在一个实施例中,系统确定可操纵显示图像和现场图像之间的边缘是否应当被混合。这确保了场图像和可操纵显示图像之间的平滑和不可察觉的过渡。当没有场显示器时,或者当可操纵显示器是子画面或其它覆盖元素时,这可能不相关。如果系统确定应当混合边缘,则在框545,混合边缘。

[0130] 在框550,向用户显示来自可操纵显示器的图像,从而任选地合并来自场显示器的数据。该过程然后返回到框510以继续跟踪和显示。注意,虽然该描述讨论了可操纵显示图像和场图像,但是所考虑的图像包括视频的连续图像。还要注意,虽然本说明书在一些实施例中利用可操纵显示器和场显示器的组合,但是可操纵显示器可以在不存在场显示器的情况下使用。

[0131] 图6是控制可操纵元件的使用的一个实施例的流程图。在一个实施例中,系统确定眼睛移动的类型:眼迅速扫视或平滑追踪。对于平滑追踪,在一个实施例中,系统一次移动一个帧,并且匹配眼睛移动,使得可操纵显示器可以在移动期间打开。在一个实施例中,这可以在每帧移动至多3度时完成。对于更快的眼睛移动,在一个实施例中,可操纵显示器可以黑屏。对于眼迅速扫视移动,在一个实施例中,系统使可操纵显示器在移动时暂时黑屏,以避免视觉像差。系统被设计成具有比用户眼睛快的稳定时间。因此,显示器被设计成在眼迅速扫视移动之后眼睛已经稳定时再次激活,并且返回到全分辨率。图6示出了为眼迅速扫视或其它快速移动而移动可操纵显示器的一个实施例。

[0132] 该过程开始于框605。在一个实施例中,只要可操纵显示器是活动的,该过程就运行。在框610,针对可操纵显示器,监视用户凝视位置。在一个实施例中,可操纵显示器被导向用户的中央凹。

[0133] 在框615,确定新的凝视位置。在一个实施例中,使用对准用户眼睛的摄像机来识别凝视位置。

[0134] 在框620,识别可操纵显示器匹配新凝视向量所需的移动程度。

[0135] 在框625,确定将可操纵显示器移动到新位置的时间。在一个实施例中,使用查找表。在一个实施例中,所确定的“凝视向量”可以是在某一时间内的多个凝视向量,如在平滑追踪眼睛移动中。

[0136] 在框630,可操纵显示器黑屏,并且开始移动。在一个实施例中,移动仅在可操纵显示器黑屏之后开始。在一个实施例中,可操纵显示器可以通过关闭光源而黑屏。在另一个实施例中,可操纵显示器可以通过使镜黑屏来关闭。在另一实施例中,可操纵显示器可以通过禁用背光或照明来黑屏。在另一实施例中,可操纵显示器可以通过将像素设置为黑色来黑屏。

[0137] 在框635,移动可操纵显示器。在此期间,由于可操纵显示器黑屏了,在一个实施例中,填充场显示器以覆盖整个显示区域。在另一个实施例中,可能没有场显示器,在这种情况下这是不适用的。

[0138] 在一个实施例中,在框640,该过程确定完成所计算的移动的时间是否已经过去。如果否,则过程在框635继续移动。

[0139] 在一个实施例中,如果时间已经过去,则在框645,系统提供激活可操纵显示器的信号。在另一个实施例中,信号定时可以基于来自微处理器和位置验证器的移动数据。

[0140] 当在框645接收到激活显示器的信号时,在框650,该过程验证显示器已停止移动并已稳定。“稳定”意味着显示器是稳定的并且不会由于移动而振动。在一个实施例中,这是由显示器中的微处理器做出的闭环确定。

[0141] 如果显示器已经稳定,则在框655,可操纵显示器被激活。在一个实施例中,如果存在场显示器,则可以针对其中示出可操纵显示图像的区域将其切出。该过程然后继续到框610,以继续监视用户的凝视位置,并确定新的凝视位置。这样,可操纵显示器被移动以匹配用户的凝视,同时不提供移动的视觉指示。

[0142] 在前述说明书中,已经参考本发明的具体示范性实施例描述了本发明。然而,显而易见的是,在不脱离如所附权利要求中阐述的本发明的更宽的精神和范围的情况下,可以对其进行各种修改和改变。因此,说明书和附图被认为是说明性的而不是限制性的。

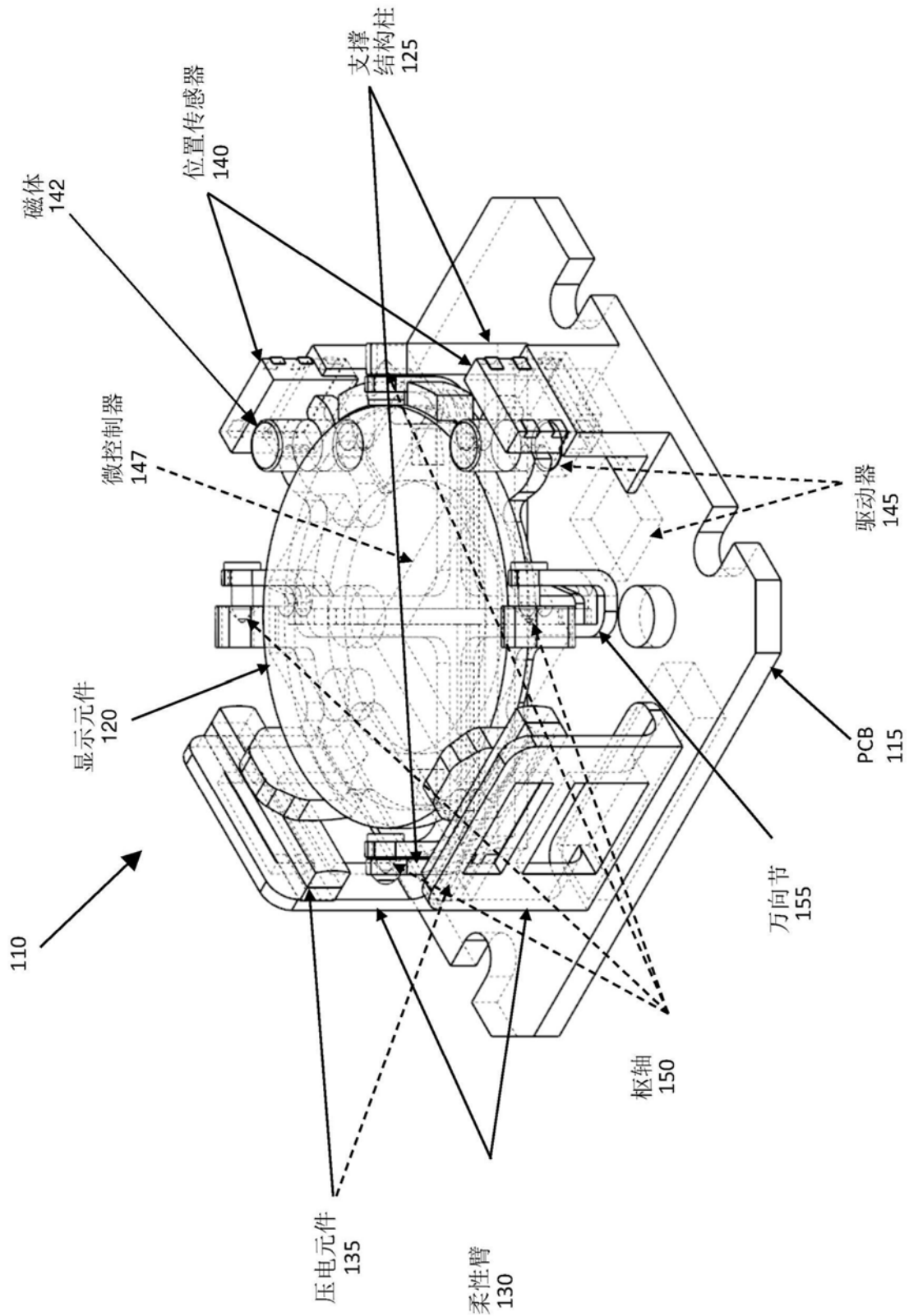


图1A

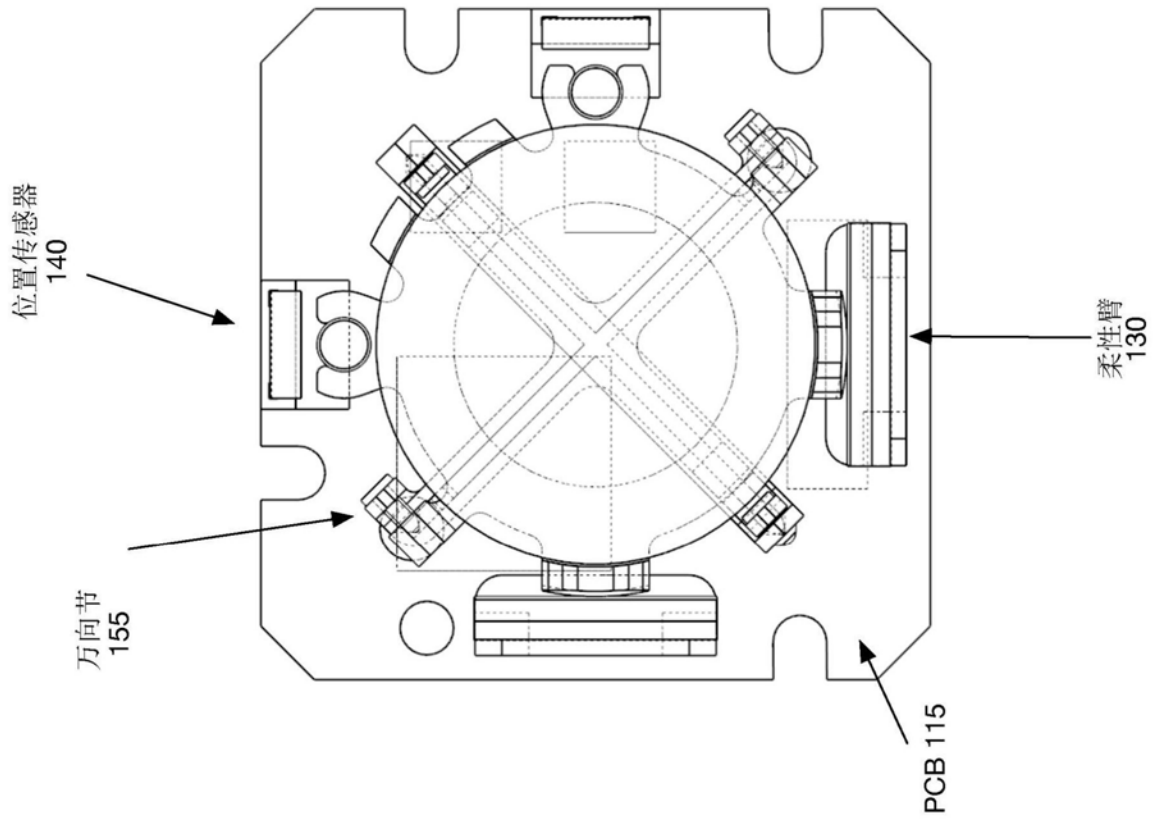


图1B

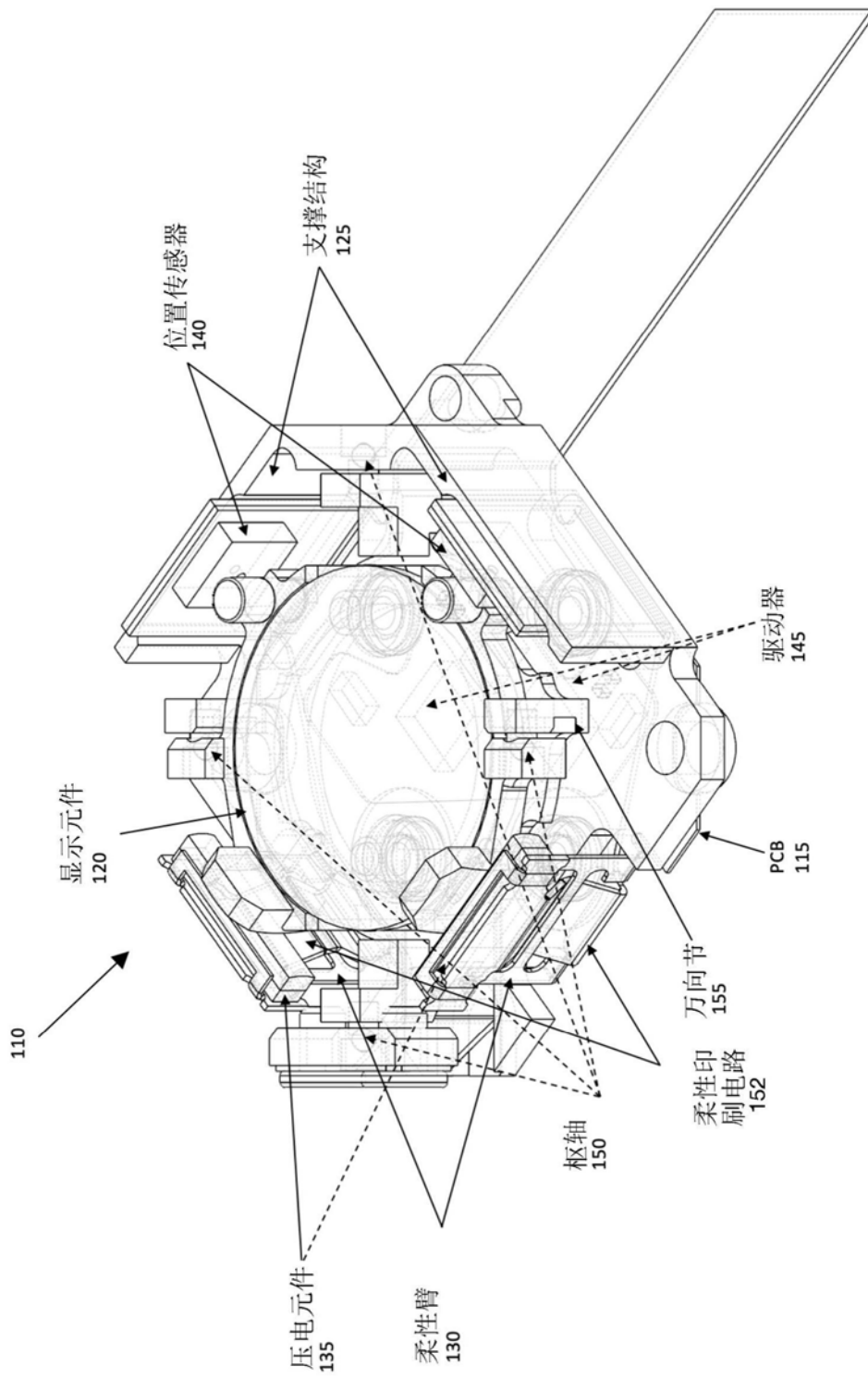


图1C

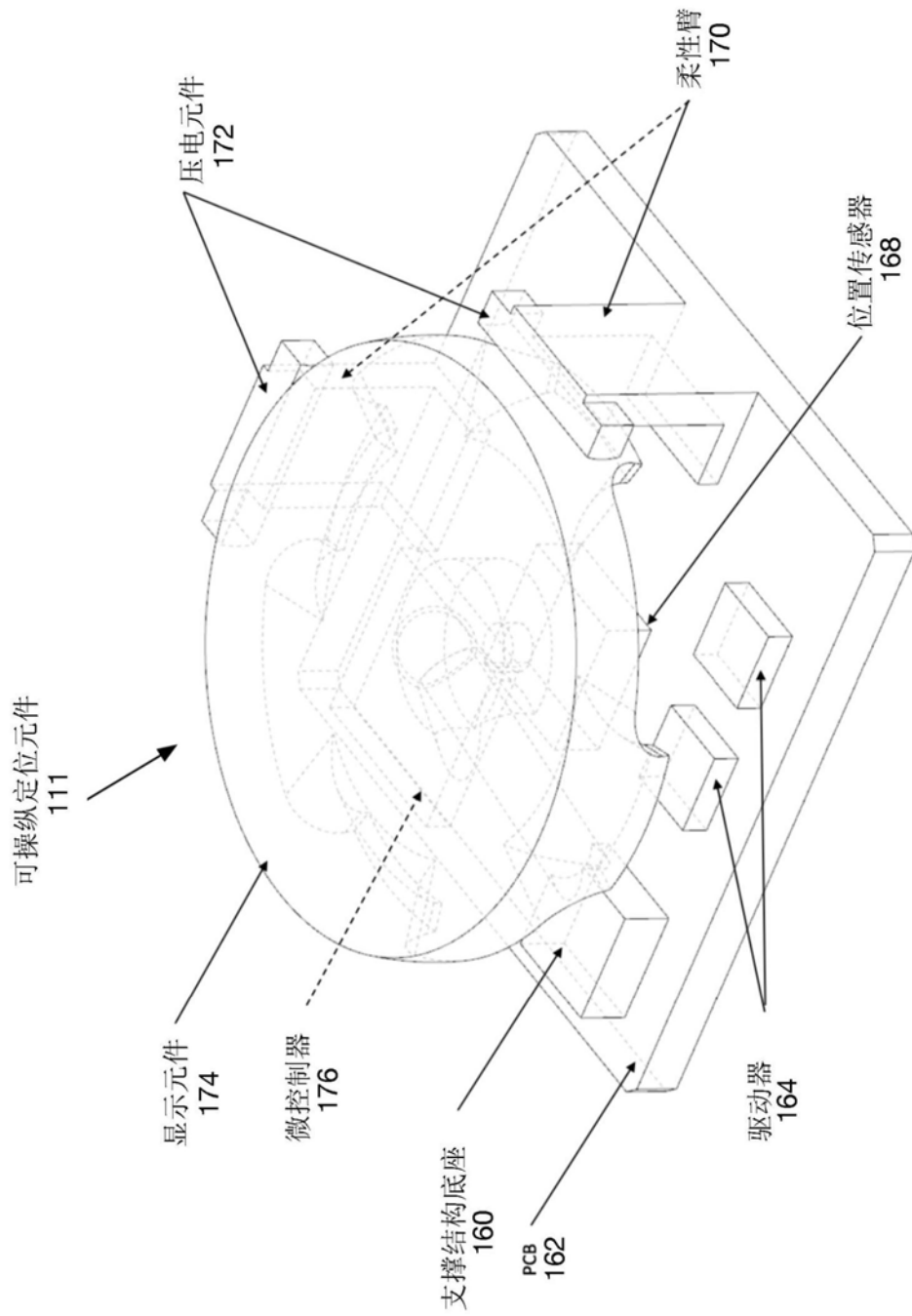


图1D

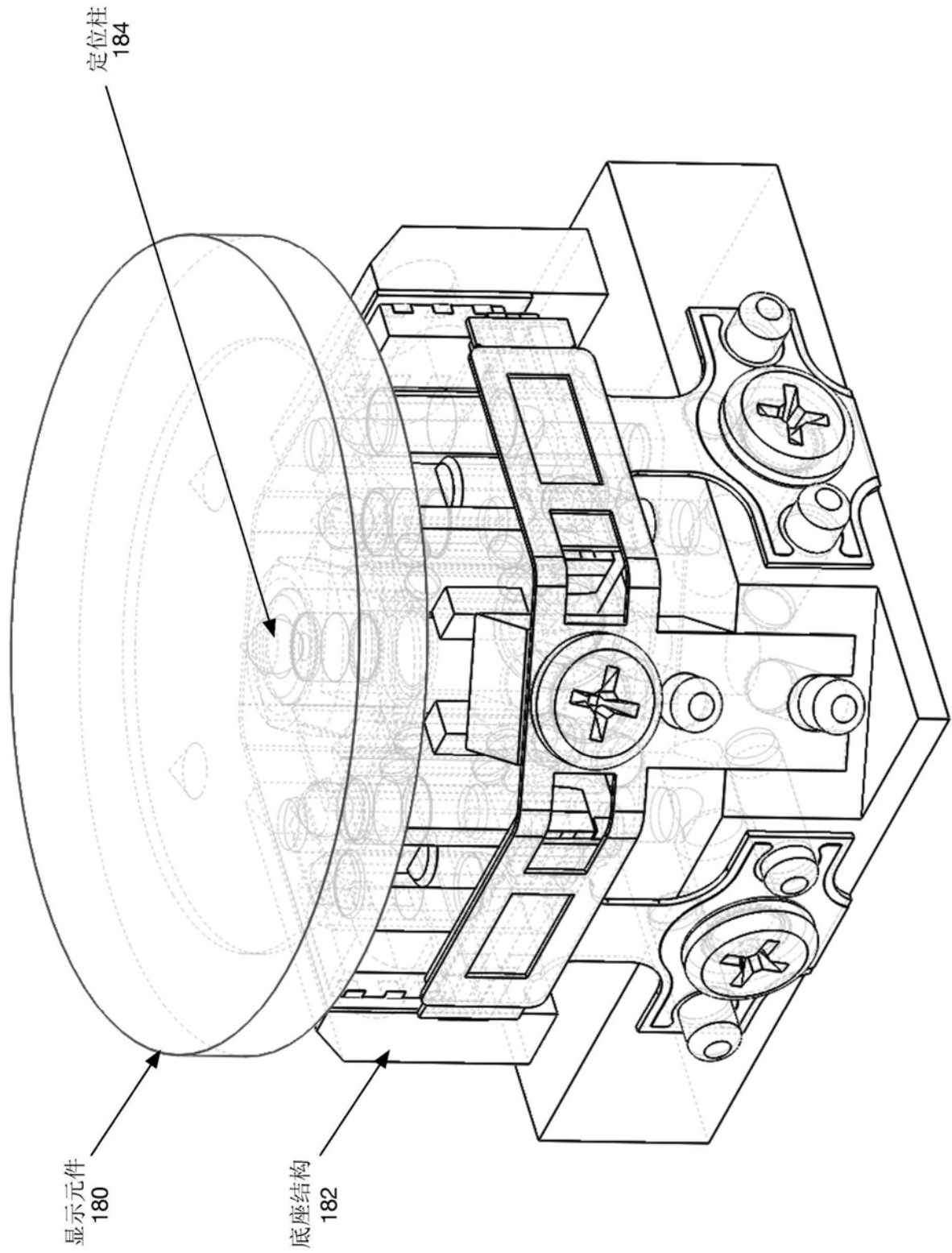


图1E

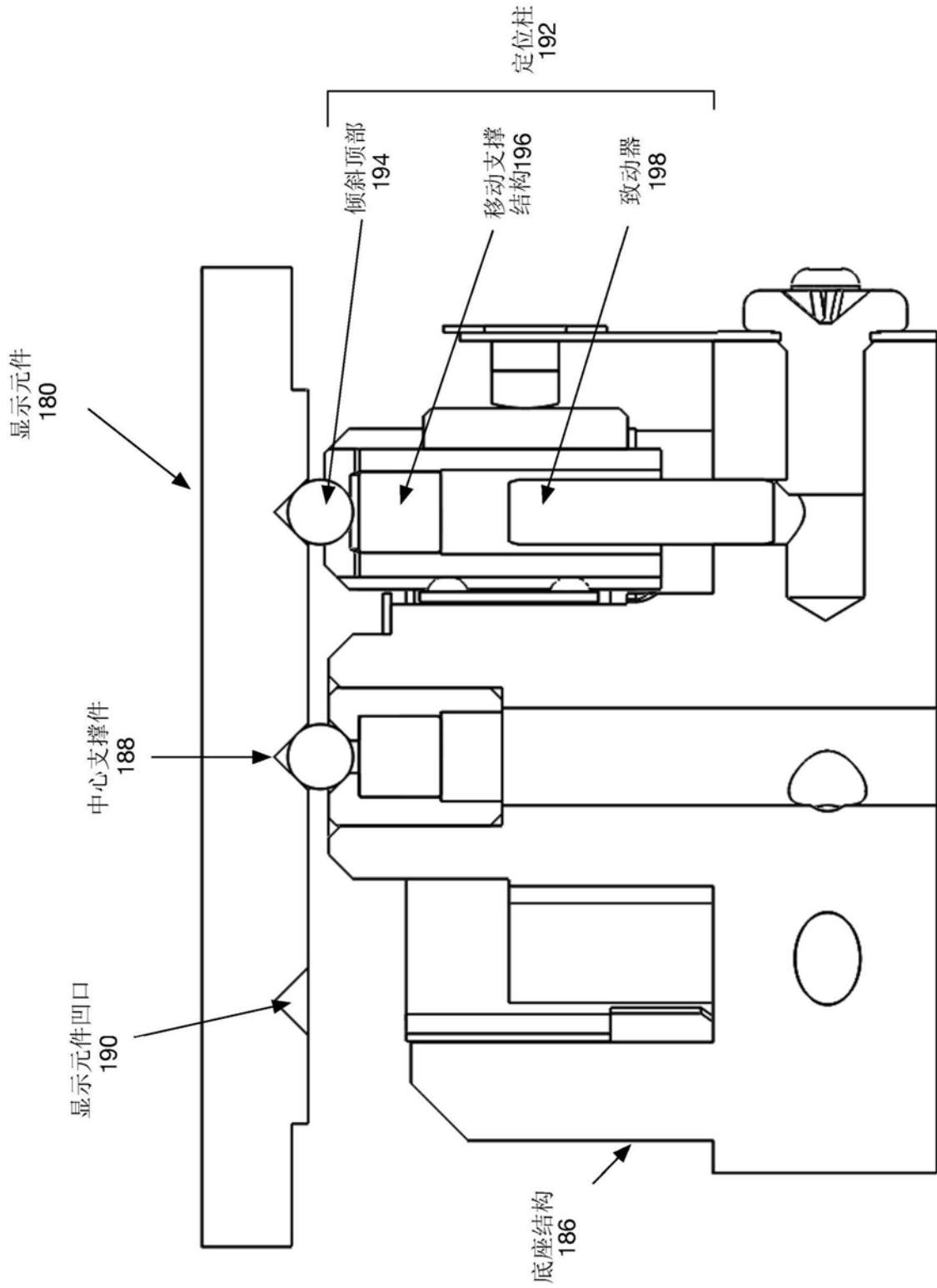


图1F

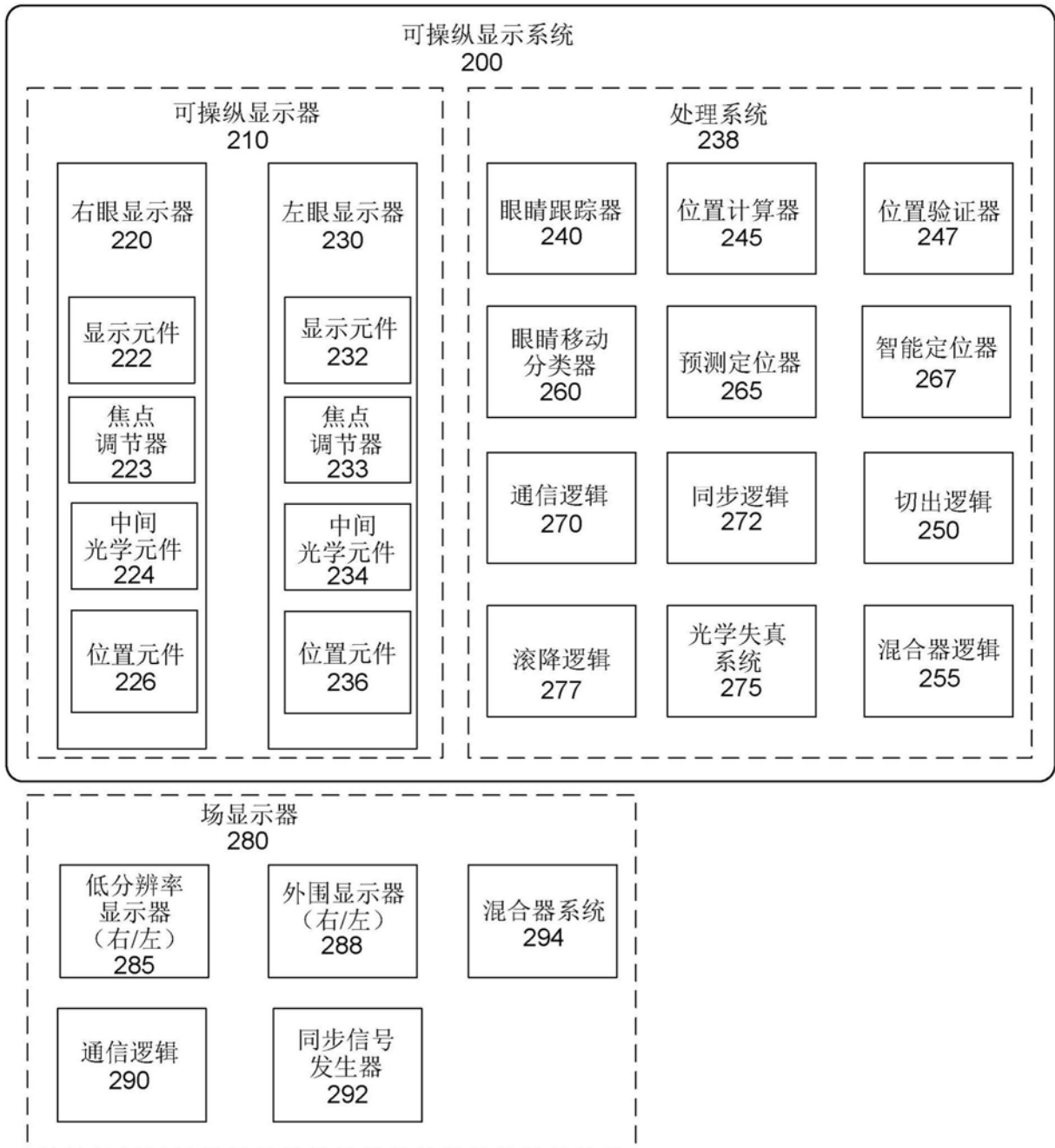


图2

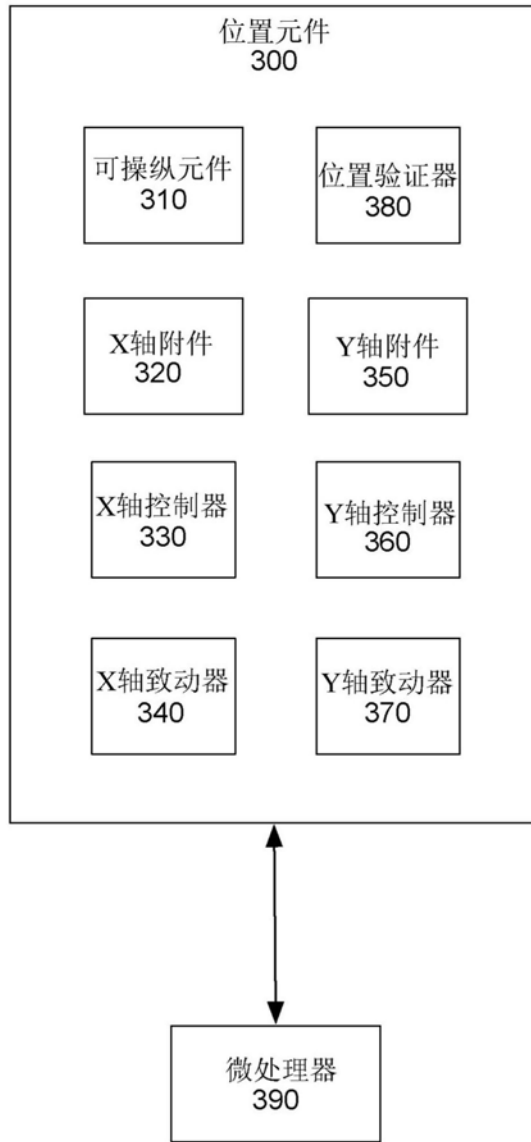


图3

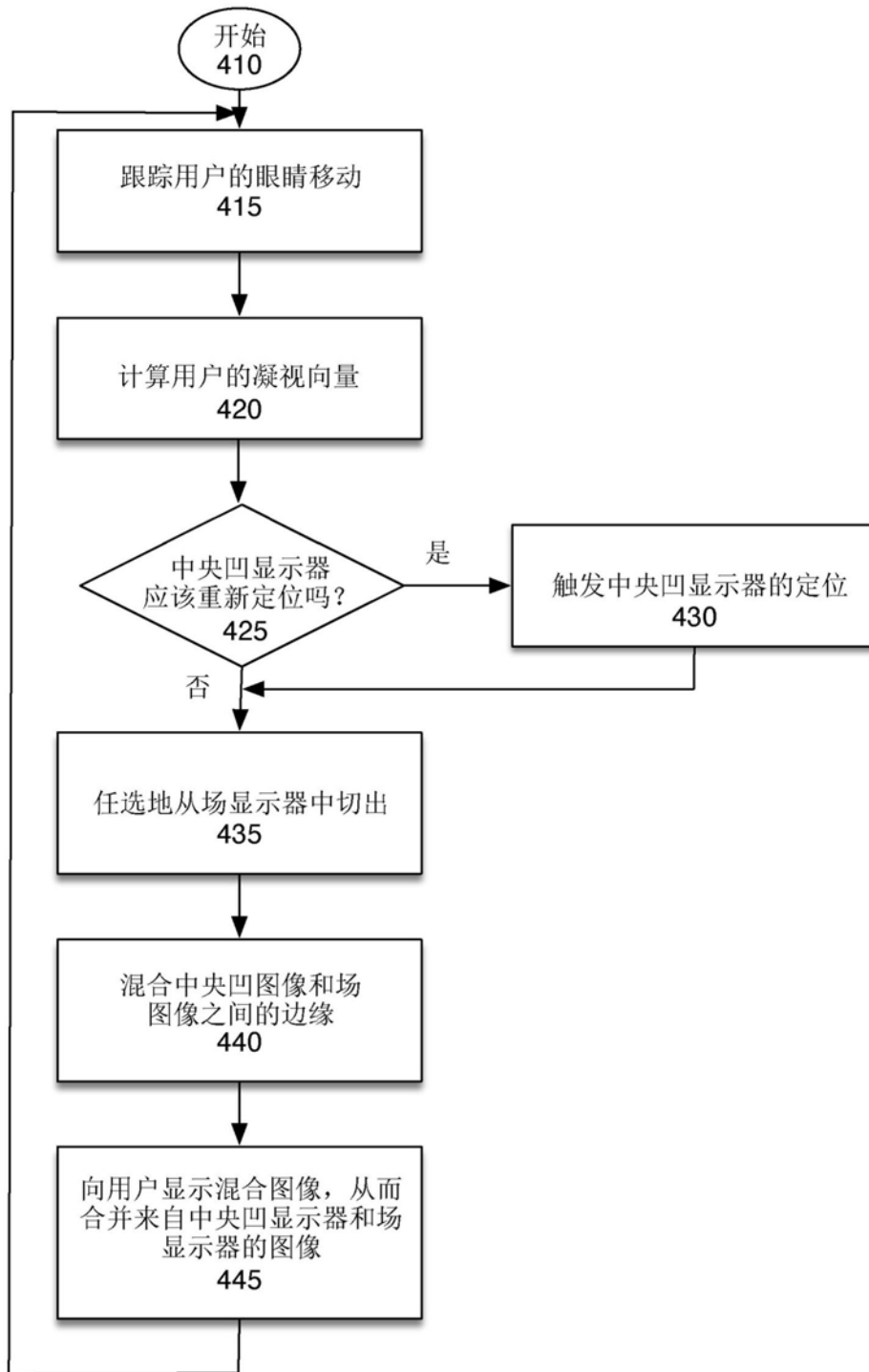


图4A

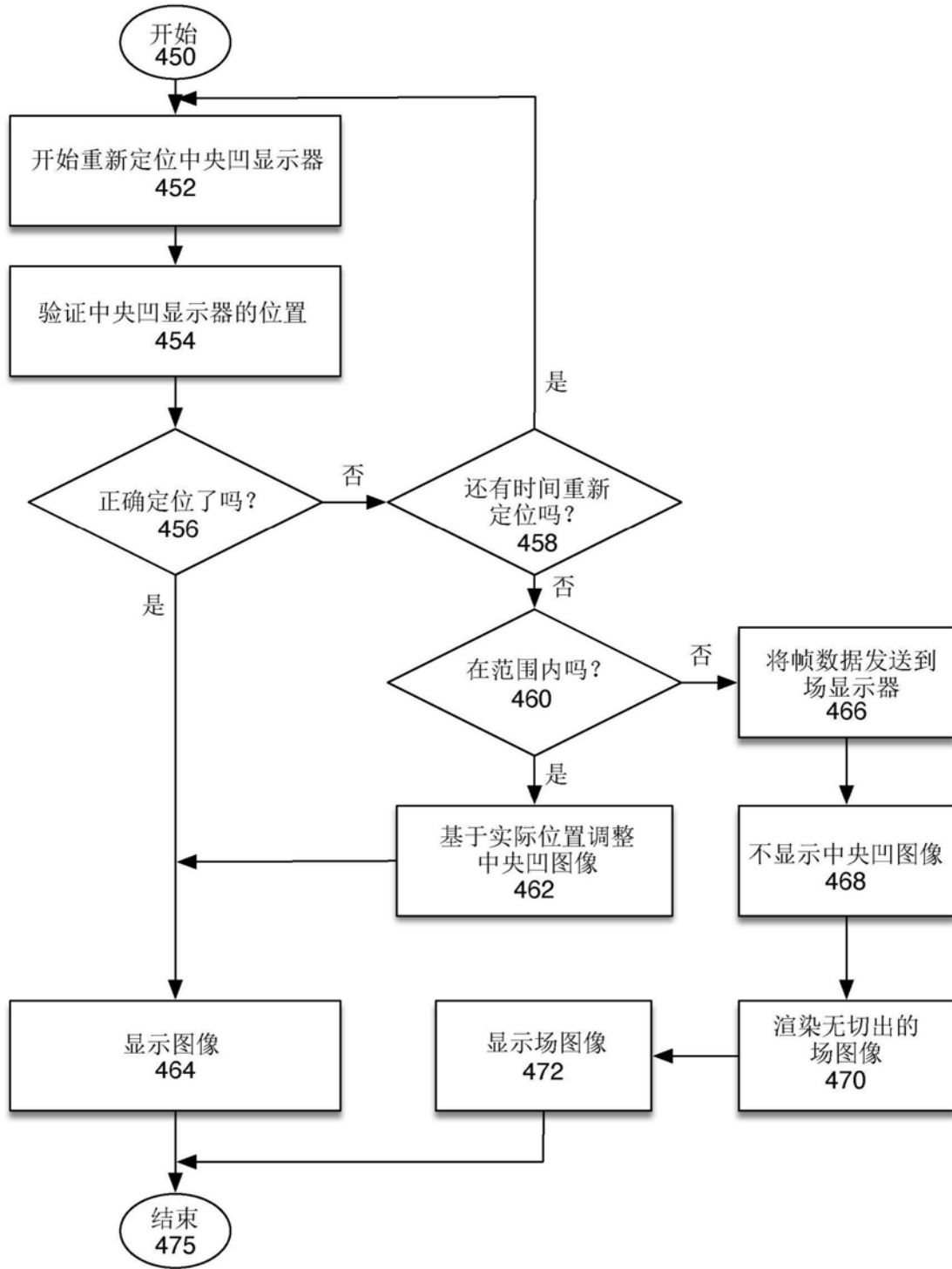


图4B

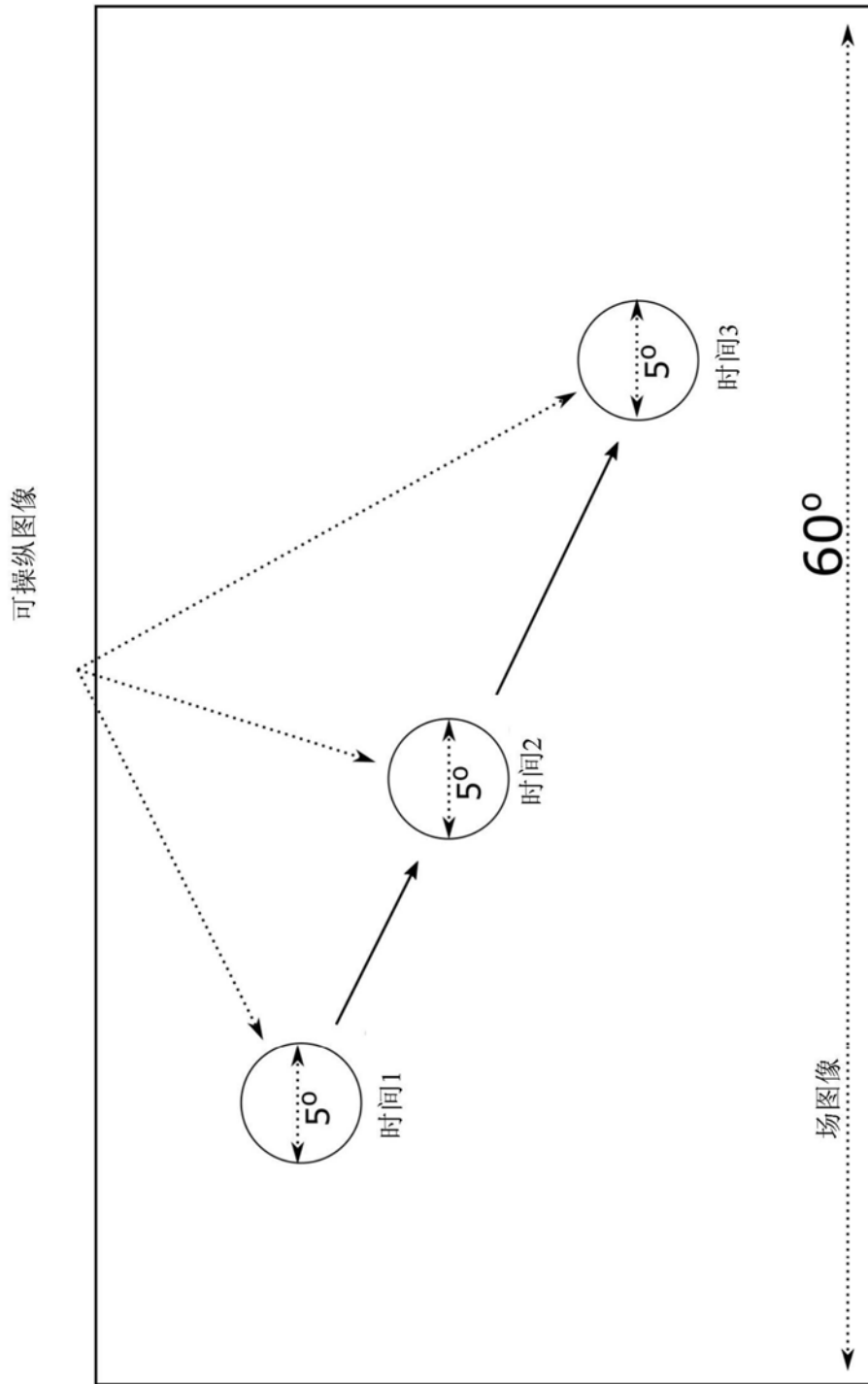


图4C

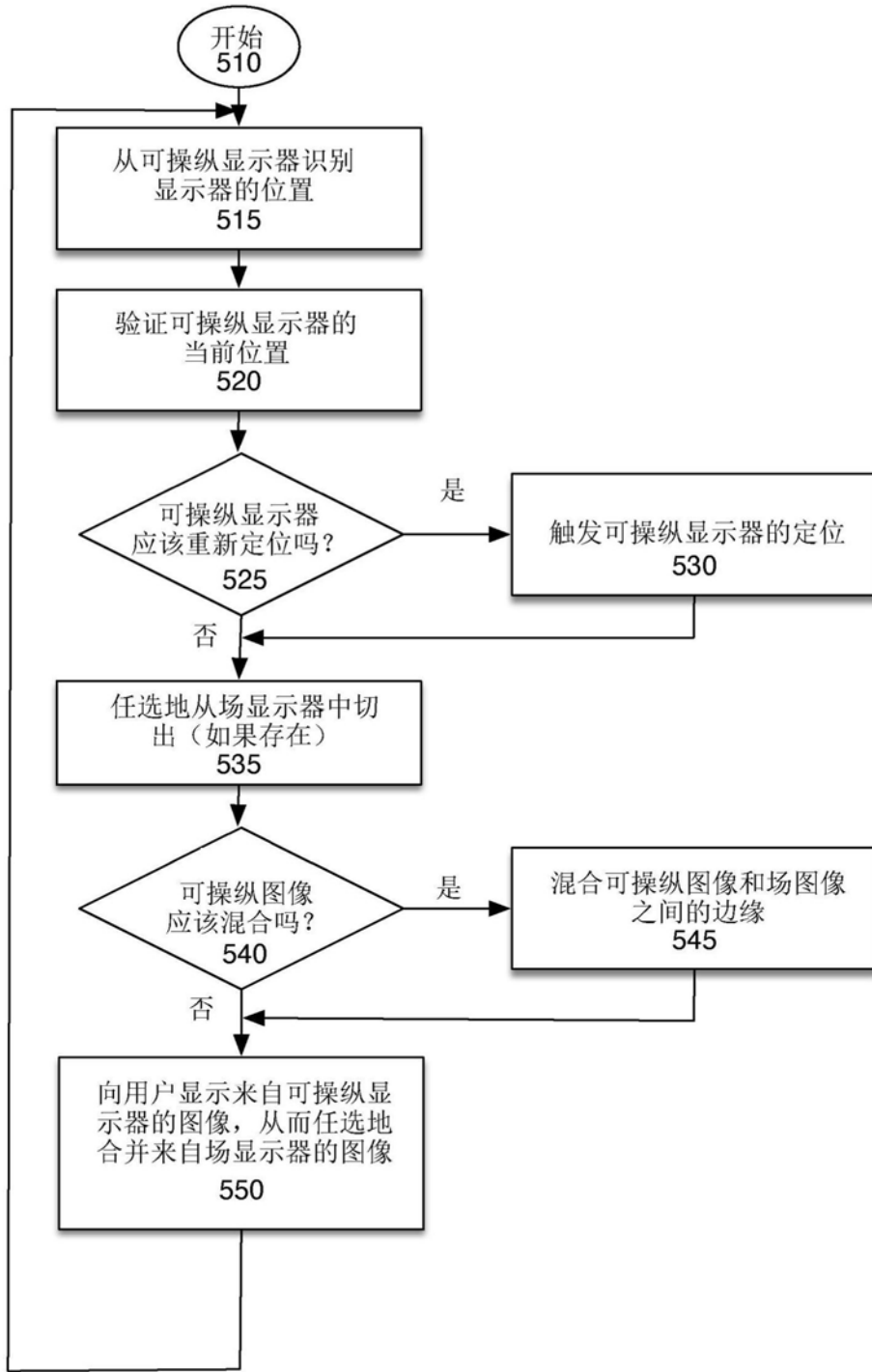


图5

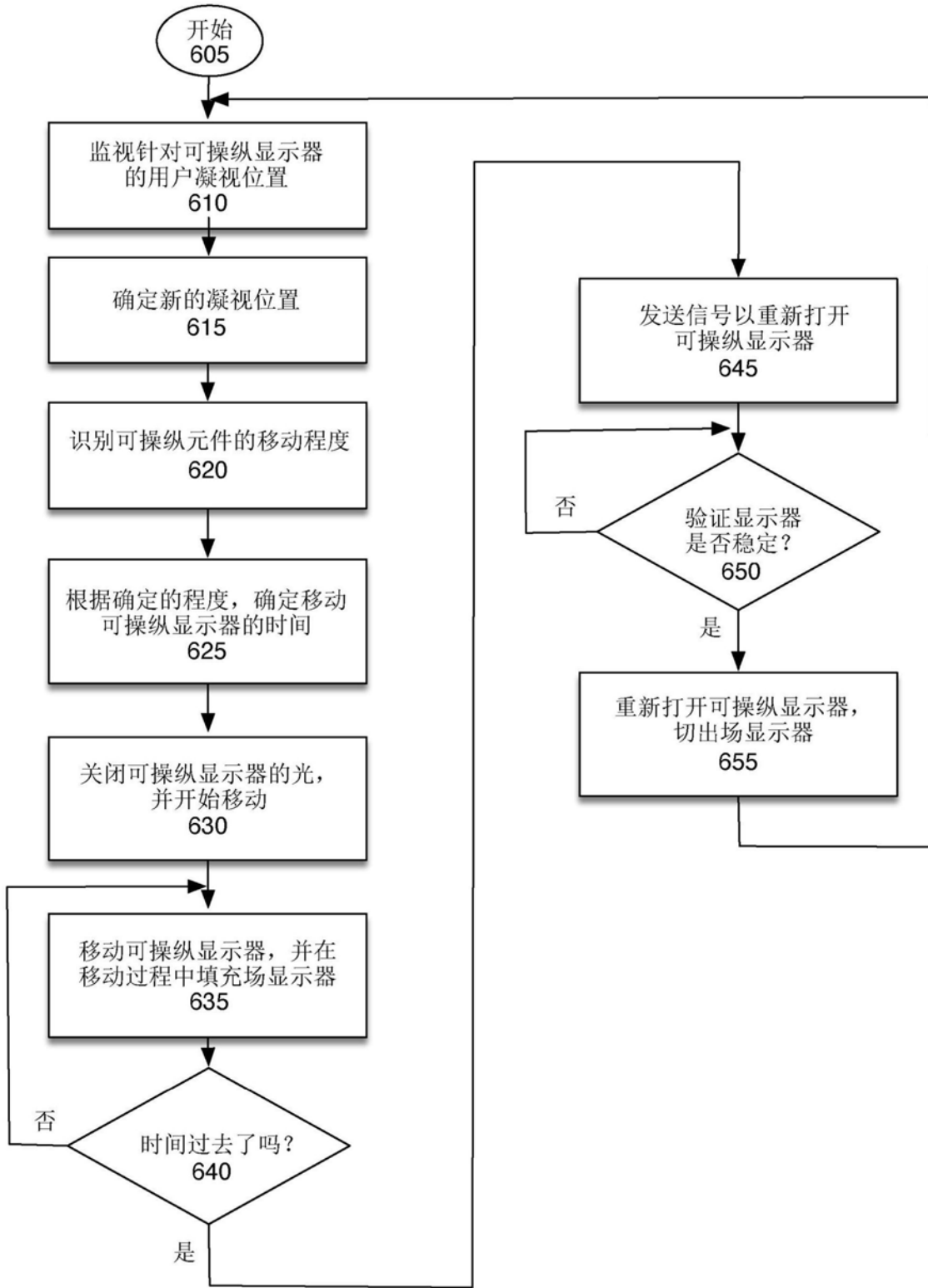


图6