



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110582146 A

(43)申请公布日 2019.12.17

(21)申请号 201910496054.4

(22)申请日 2019.06.10

(30)优先权数据

16/004,223 2018.06.08 US

(71)申请人 罗布照明公司

地址 捷克共和国罗施诺夫·伯德·拉德霍施杰姆

(72)发明人 M·法尼克 P·朱瑞克

J·瓦尔察 J·瓦瑞克

J·扎托贝克

(74)专利代理机构 北京信诺创成知识产权代理

有限公司 11728

代理人 刘金峰

(51)Int.Cl.

H05B 37/02(2006.01)

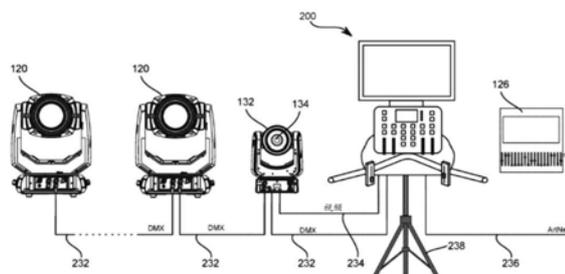
权利要求书3页 说明书12页 附图16页

(54)发明名称

追光灯控制系统

(57)摘要

本公开提供了一种追光灯控制器及方法,其存储关于多个自动照明器中的每个自动照明器的第一组单独的平移和倾斜参数和第二组单独的平移和倾斜参数;以及基于所存储的多组单独的平移和倾斜参数校准关于下述项的3-D模型:表演场地的表面以及自动照明器相对于表演场地的各个位置和安装方位。感测追光灯控制器的物理方位,并且将操作员平移和倾斜参数发送至所述多个自动照明器之一。操作员平移和倾斜参数基于追光灯控制器的物理方位。将计算出的各个平移和倾斜参数发送至其余自动照明器中的每个自动照明器。所计算出的各个平移和倾斜参数基于操作员平移和倾斜参数以及3-D模型。



1. 一种追光灯控制系统,包括:

存储器;

处理器,所述处理器电耦接至所述存储器以及被配置成执行从所述存储器接收的指令;以及

通信接口,所述通信接口电耦接至所述处理器,所述通信接口被配置成与多个自动照明器通信,

其中,所述处理器进一步被配置成:

在所述存储器中存储关于所述多个自动照明器中的每个自动照明器的第一组单独的平移和倾斜参数和第二组单独的平移和倾斜参数;

校准关于下述项的三维(3-D)模型:(i)表演场地的表面以及(ii)所述多个自动照明器相对于所述表演场地的各个位置和安装方位,其中,所述校准基于所存储的第一组单独的平移和倾斜参数和第二组单独的平移和倾斜参数;

感测追光灯控制器的安装机构的物理方位的变化,

将操作员平移和倾斜参数经由所述通信接口发送至所述多个自动照明器中的第一自动照明器,所述操作员平移和倾斜参数基于所感测到的所述追光灯控制器的所述安装机构的所述物理方位的变化,以及

将计算出的各个平移和倾斜参数经由所述通信接口发送至所述多个自动照明器中的其余自动照明器中的每个自动照明器,所述计算出的各个平移和倾斜参数基于(i)所述第一自动照明器的所述操作员平移和倾斜参数和(ii)所述3-D模型。

2. 根据权利要求1所述的追光灯控制系统,其中,所述处理器被配置成:

在所述存储器中存储关于所述多个自动照明器中的每个自动照明器的分别与所述第一组平移和倾斜参数和第二组平移和倾斜参数相关联的第一组单独的焦点或尺寸参数和第二组单独的焦点或尺寸参数;

基于所存储的第一组单独的焦点或尺寸参数和第二组单独的焦点或尺寸参数校准所述3-D模型;

将操作员焦点或尺寸参数经由所述通信接口发送至所述多个自动照明器中的所述第一自动照明器,所述操作员焦点或尺寸参数基于所感测到的所述追光灯控制器的所述安装机构的所述物理方位的变化和所述3-D模型,以及

将计算出的各个焦点或尺寸参数经由所述通信接口发送至所述多个自动照明器中的其余自动照明器中的每个自动照明器,所述计算出的各个焦点或尺寸参数基于(i)所述第一自动照明器的所述操作员平移和倾斜参数和(ii)所述3-D模型。

3. 根据权利要求1所述的追光灯控制系统,其中,所述第一组单独的平移和倾斜参数被配置成将所述多个自动照明器指向表演场地的公共第一校准区域,以及所述第二组单独的平移和倾斜参数被配置成将所述多个自动照明器指向所述表演场地的第二校准区域。

4. 根据权利要求1所述的追光灯控制系统,其中,所述处理器被配置成:

接收高度控制信号;以及

经由所述通信接口将经高度调节的平移和倾斜参数发送至所述多个自动照明器,所述经高度调节的平移和倾斜参数基于所述多个自动照明器的目标点、所述3-D模型以及所述高度控制信号的值。

5. 根据权利要求1所述的追光灯控制系统,还包括显示屏,其中,所述处理器被配置成:在所述显示屏上显示所述表演场地的表示;
根据所述操作员平移和倾斜参数以及所述3D模型在所述表演场地上确定目标点;以及在所述显示屏上显示跟踪光标,所述跟踪光标指示所述目标点在所述表演场地的表示中的位置。

6. 根据权利要求5所述的追光灯控制系统,其中,所述处理器被配置成:
接收与所述多个自动照明器的当前平移和倾斜值有关的信息;
根据所接收到的当前平移和倾斜值和所述3-D模型计算所述表演场地上的代表性位置;以及
在所述显示屏上显示位置光标,所述位置光标指示所述代表性位置在所述表演场地的表示中的位置。

7. 根据权利要求6所述的追光灯控制系统,其中,所述处理器被配置成经由所述通信接口从所述多个自动照明器接收与当前平移和倾斜值有关的信息。

8. 根据权利要求1所述的追光灯控制系统,还包括显示屏,其中,所述处理器被配置成:在所述显示屏上显示所述表演场地的表示;
在所述存储器中存储所述表演场地上的预设目标点;以及
在所述显示屏上显示图标,所述图标指示所存储的预设目标点在所述表演场地的表示中的位置。

9. 根据权利要求8所述的追光灯控制系统,其中,所述处理器被配置成:
接收选择所述预设目标点的控制输入;以及
经由所述通信接口将计算出的各个平移和倾斜参数发送至所述多个自动照明器中的每个自动照明器,其中,所述计算出的平移和倾斜参数基于所选择的预设目标点和所述3-D模型。

10. 一种控制多个自动照明器的方法,包括:
在存储器中存储关于所述多个自动照明器中的每个自动照明器的第一组单独的平移和倾斜参数和第二组单独的平移和倾斜参数;

校准关于下述项的三维(3-D)模型:(i)表演场地的表面以及(ii)所述多个自动照明器相对于所述表演场地的各个位置和安装方位,其中,所述校准基于所存储的第一组单独的平移和倾斜参数和第二组单独的平移和倾斜参数;

感测追光灯控制器的安装机构的物理方位的变化,
将操作员平移和倾斜参数发送至所述多个自动照明器中的第一自动照明器,所述操作员平移和倾斜参数基于所感测到的所述追光灯控制器的所述安装机构的所述物理方位的变化,以及

将计算出的各个平移和倾斜参数发送至所述多个自动照明器中的其余自动照明器中的每个自动照明器,所述计算出的各个平移和倾斜参数基于(i)所述第一自动照明器的所述操作员平移和倾斜参数和(ii)所述3-D模型。

11. 根据权利要求10所述的方法,还包括:
在所述存储器中存储关于所述多个自动照明器中的各个自动照明器的分别与所述第一组平移和倾斜参数和第二组平移和倾斜参数相关联的第一组单独的焦点或尺寸参数和

第二组单独的焦点或尺寸参数；

基于所存储的第一组单独的焦点或尺寸参数和第二组单独的焦点或尺寸参数校准所述3-D模型；

将操作员焦点或尺寸参数发送至所述多个自动照明器中的所述第一自动照明器，所述操作员焦点或尺寸参数基于所感测到的所述追光灯控制器的所述安装机构的所述物理方位的变化和所述3-D模型，以及

将计算出的各个焦点或尺寸参数发送至所述多个自动照明器中的其余自动照明器中的各个自动照明器，所述计算出的各个焦点或尺寸参数基于 (i) 所述第一自动照明器的所述操作员平移和倾斜参数和 (ii) 所述3-D模型。

12. 根据权利要求10所述的方法，还包括：

接收高度控制信号；以及

将经高度调节的平移和倾斜参数发送至所述多个自动照明器，所述经高度调节的平移和倾斜参数基于所述多个自动照明器的目标点、所述3-D模型以及所述高度控制信号的值。

13. 根据权利要求10所述的方法，还包括：

在显示屏上显示所述表演场地的表示；

根据所述操作员平移和倾斜参数和所述3-D模型计算所述表演场地上的目标点；以及

在所述显示屏上显示跟踪光标，所述跟踪光标指示所述目标点在所述表演场地的表示中的位置。

14. 根据权利要求13所述的方法，还包括：

接收与所述多个自动照明器的当前平移和倾斜值有关的信息；

根据所接收到的当前平移和倾斜值和所述3-D模型计算所述表演场地上的代表性位置；以及

在所述显示屏上显示位置光标，所述位置光标指示所述代表性位置在所述表演场地的表示中的位置。

15. 根据权利要求10所述的方法，还包括：

在显示屏上显示所述表演场地的表示；

在所述存储器中存储所述表演场地上的预设目标点；

在所述显示屏上显示图标，所述图标指示所存储的预设目标点在所述表演场地的表示中的位置；

接收选择所述预设目标点的控制输入；以及

将计算出的各个平移和倾斜参数发送至所述多个自动照明器中的各个自动照明器，其中，所述计算出的各个平移和倾斜参数基于所选择的预设目标点和3-D模型。

追光灯控制系统

技术领域

[0001] 本公开内容大体上涉及一种用于提供追光灯系统的方法,尤其涉及用于将对追光灯的控制与对照明吊杆的控制结合的方法以及涉及将自动化添加到这样的系统。

背景技术

[0002] 追光灯是许多娱乐节目中的众所周知的部分并且通常用于剧院、电视演播室、音乐会、主题公园、夜总会以及其他场所。一些追光灯是手动控制的照明器,其中,操作员控制照明器所指向的方向以通常照亮演员,并且控制照明器的颜色、大小以及其他光学参数。如图1所示,一个节目可以包括许多追光灯,每个追光灯有各自的操作员。在这个描述中,四个追光灯60被指向表演场地240上的目标点242,其中,每个追光灯都伴随有操作员62。演员可以位于目标点242处,并且当演员在表演场地240周围移动时,操作员62将移动他们各自的追光灯60以保持照亮演员。

[0003] 在这样的系统中,操作员62的技能可能并不相似,例如,一些操作员可能较慢而无法跟随操作员或者在他们使用追光灯时不准确。尝试在多个操作员之间同步颜色或者强度变化会是困难的和/或不准确的。此外,照明设计师可能希望将追光灯设置在难以安置操作员或者无法安全地安置操作员的位置。例如,舞台上方的位置或者对于操作员而言没有足够的高度或者空间的区域。即使可以安全地安置操作员,操作员可能也会不舒服并且被迫在事件的持续期间内保持在狭窄的位置。

发明内容

[0004] 在一个实施例中,追光灯控制器包括存储器、处理器以及通信接口。处理器在存储器中存储关于多个自动照明器中的每个自动照明器的第一组单独的平移和倾斜参数和第二组单独的平移和倾斜参数。处理器还校准关于(i)表演场地的表面和(ii)自动照明器相对于表演场地的位置和安装方位的三维(3-D)模型。所述校准基于存储的第一组单独的平移和倾斜参数和第二组单独的平移和倾斜参数。处理器进一步感测追光灯控制器的物理方位的变化,以及通过通信接口将操作员平移和倾斜参数发送至多个自动照明器之一。操作员平移和倾斜参数基于追光灯控制器的物理方位的变化。处理器还进一步通过通信接口将计算出的各个平移和倾斜参数发送至其他自动照明器中的每个自动照明器。所计算出的各个平移和倾斜参数基于操作员平移和倾斜参数以及3-D模型。

[0005] 在另一实施例中,一种控制多个自动照明器的方法包括:在存储器中存储关于多个自动照明器中的每个自动照明器的第一组单独的平移和倾斜参数和第二组单独的平移和倾斜参数,以及校准(i)表演场地的表面和(ii)多个自动照明器相对于表演场地的位置和安装方位的三维(3-D)模型。所述校准基于存储的第一组单独的平移和倾斜参数和第二组单独的平移和倾斜参数。该方法还包括感测追光灯控制器的物理方位的变化,并将操作员平移和倾斜参数发送至多个自动照明器之一。操作员平移和倾斜参数基于追光灯控制器的物理方位的变化。该方法还包括将计算出的各个平移和倾斜参数发送至其他自动照明器

中的每个自动照明器。所计算出的各个平移和倾斜参数基于 (i) 第一自动照明器的操作员平移和倾斜参数以及 (ii) 3-D模型。

附图说明

[0006] 为了更完整地理解本公开内容,现在参考下面的结合了附图的简要描述,在附图中,相同的附图标记指示相同的特征。

[0007] 图1示出了现有技术中的追光灯系统;

[0008] 图2示出了遥控追光灯系统的实施例的主要部件;

[0009] 图3示出了图2所示的追光灯控制器的实施例;

[0010] 图4示出了遥控追光灯系统的另一实施例的主要部件;

[0011] 图5示出了根据本公开的用于追光灯控制器的控制系统的框图;

[0012] 图6示出了完整的遥控追光灯系统在其可以被安装用于节目时的实施例的示意图;

[0013] 图7示出了被修改成用作追光灯或者追光灯控制器的自动照明器的实施例;

[0014] 图8示出了被修改成用作追光灯或者追光灯控制器的自动照明器的另一实施例;

[0015] 图9示出了完整的遥控追光灯系统在其可以被安装用于节目时的另一实施例的示意图;

[0016] 图10和图11示出了在3-D模型的校准期间根据本公开的遥控追光系统处于相应的第一配置和第二配置的示意图;

[0017] 图12示出了表示根据本公开的指示几个校准位置的表演场地的平面图;

[0018] 图13A、图13B和图13C示出了根据本公开的遥控追光系统中的光束高度控制;

[0019] 图14示出了根据本公开的遥控追光系统的第一视频显示器;

[0020] 图15示出了根据本公开的遥控追光系统的第二视频显示器;以及

[0021] 图16A和图16B示出了根据本公开的控制多个自动照明器的过程。

具体实施方式

[0022] 附图中示出了本公开的优选实施例,相似的附图标记用于指示各个附图中的相似和相应的部分。

[0023] 本公开总体上涉及一种用于提供对追光灯系统进行遥控的方法。追光灯控制器的物理方位被感测并且用于控制一个或多个自动照明器。三维模型可以用于将第一自动照明器的操作员控制转换成其他自动照明器的平移和倾斜控制。

[0024] 近年来,在娱乐节目中使用自动照明器已经变得普遍。存在这样的照明器,其中,操作员可以从调光台遥控照明器光束的平移和倾斜位置。许多产品还提供对诸如焦点、光束尺寸、光束形状以及光束模式之类的其他参数的控制。过去曾经尝试将这两种技术结合起来,以通过使用遥控自动灯来实现追光灯的效果。然而,这种尝试往往会失败或者不尽如人意,因为该系统的响应时间慢,或者操作员难以准确地将照明器瞄准舞台上的一个小点并且难以以看起来自然和有机而不是机械的和机器人的方式移动灯光。生涩的机器人运动会让观众厌烦,使他们无法专注于演员,并且减少了他们对表演的乐趣。

[0025] 图2示出了根据本公开的遥控追光灯系统的第一实施例。自动照明器120和自动照

明器122经由第一照明控制通信链路232连接至追光灯控制器(FSC) 200。接下来,FSC 200经由第二照明控制通信链路236连接至主照明控制台126。每个自动照明器120可以对其光输出、平移和倾斜位置、颜色、光束尺寸以及其他参数进行控制。第一照明控制通信链路232优选地使用作为工业标准的单向通信协议的DMX512(数字多路复用)协议。然而,本公开并不限于此,可以使用其他通信协议,包括Art-Net、ACN(控制网络体系结构)和流ACN。类似地,第二照明控制通信链路236在这里被示为利用Art-Net,但是本公开并不限于此,并且可以使用其他通信接口或网络。第一照明控制通信链路232和第二照明控制通信链路236都可以是有线通信链路、无线通信链路或光通信链路。

[0026] FSC 200在第一照明控制链路232和第二照明控制链路236之间提供桥接,并且可以覆盖或替换从照明控制台126发送到自动照明器120的有限参数集。例如,FSC 200可以仅仅覆盖关于自动照明器120和自动照明器122中的一个或多个的平移和倾斜参数,从而控制自动照明器指向哪个方向,而照明控制台126保留对自动照明器的诸如光线强度、尺寸、颜色之类的其他参数的控制。以这种方式,FSC 200的操作员可以仅仅集中注意力于引导自动照明器120和自动照明器122中的一个或多个自动照明器的平移和倾斜参数,而不关注其他参数。在其他实施例中,覆盖可以包括诸如光束的光圈或聚焦和/或其强度之类的其他光特性。在这样的实施例中,覆盖特性可以由FSC 200的操作员或控制台126的操作员来选择。在这样的实施例中,可以基于存储在FSC 200中或控制台126中的提示数据来选择覆盖特征。

[0027] FSC 200可以控制单个自动照明器或可以同时控制多个自动照明器。在多个自动照明器122和/或120受控的情况下,FSC 200可以大体上连续地补偿每个照明器相对于表演场地240的不同位置,并且对被发送到每个照明器的平移和倾斜参数进行调整以使得每个照明器基于手动控制的追光灯的平移和倾斜参数被引导到表演场地240上的相同点。参考图6和图9更详细地描述了这种大体上连续的补偿。

[0028] FSC 200可以包含显示屏,该显示屏显示经由通信链路234从被安装在自动照明器122上的相机124(或者多个照明器上的多个相机(未示出))接收的实况视频信号。通信链路234可以是有线通信链路、无线通信链路或光通信链路。这样的实况视频显示图像可以使得控制FSC200的操作员能够看到表演场地240和照明,并且更精确地控制自动照明器122和/或自动照明器120的平移和倾斜位置。这样的系统使得追光灯控制器200位于对于操作员而言方便且安全的位置。FSC 200可以被安装在三脚架或支架238上以将FSC 200定位在对于操作员而言舒适的高度。

[0029] 在一些实施例中,通信链路234携带模拟视频信号。在其他实施例中,通信链路234是承载数字视频信号的数字通信链路。在其他实施例中,通信链路234可以是双向的,使得FSC 200的操作员能够控制相机124的设置和其他参数。

[0030] 在其他实施例中,可以在单个节目中使用多个追光灯控制器200。每个FSC 200将具有各自的随行操作员并且将控制一个或多个自动照明器122。

[0031] 图3示出了图2中的FSC 200的示意图。FSC 200包括操作手柄216,操作员使用该操作手柄来移动FSC 200以控制自动照明器120的移动。手柄216装配有编码器(未示出)以向FSC 200提供与操作员已经将手柄216在至少平移和倾斜轴上移动的方向相关的信息。在简单系统中,FSC 200可以仅包括手柄216。在一些实施例中,FSC 200包括用户操作的开关或

其他控件,其使FSC 200暂时忽略来自编码器或其他运动传感器的输入,从而使得操作员重新定位FSC 200。

[0032] 在一些实施例中,追光灯控制器200包括附加的用户操作控件,例如被安装在手柄216上的推杆或旋钮214,其位置或其他状态控制自动照明器120和/或自动照明器122的参数。在其它实施例中,手柄216的把手是相对于手柄216旋转的用户操作控件,所述把手的旋转状态提供对诸如焦点、强度或光束角之类的其他参数的控制。这样的附加控件可以分配给自动照明器120的任何所期望的功能(或者参数)。例如,一个推杆可以控制照明器的亮度,而另一个推杆控制光束尺寸。另外,还可以在控制台204上提供另外的用户操作控件212,并将他们的旋转状态用于控制其他参数。

[0033] 在一些实施例中,控制台204提供存储和调用包含照明器在其控制下的诸如平移和倾斜、颜色、尺寸或者任何其他参数的信息的提示的能力。控制台204还可以包含提供与系统的控制和工作有关的信息和反馈的显示器206,以及功能按钮210和指示器208。

[0034] 如前所述,FSC 200还可以包括显示屏202,该显示屏202显示来自相机的现场视频信号。在一些实施例中,操作员可以使用控制台204的控制功能在不同的视频馈送之间进行选择。

[0035] 在一些实施例中,FSC 200被固定在适当的位置,而在其他实施例中,该追光灯控制器200是万向的,使得该追光灯控制器可以被平移和倾斜以指向表演场地240上或房屋(表演设施)周围的不同位置。在控制器被定位成向操作员提供表演场地240的直接视图的设施中,操作员可以通过航位推算来指向追光灯,同时直接目测观察表演场地240。在操作员无法直接观看表演场地240的设施中,操作员可以依靠显示屏202和被安装在FSC 200上的相机,其中,相机被定位成使得能够看到表演场地240的视图。在其他实施例中,操作员可以依靠显示屏202和被安装在自动照明器122上的相机124。

[0036] 在一些实施例中,控制器无法物理移动。相反,操作员经由操纵杆或其他接口设备来控制追光灯的运动。在这样的实施例中,FSC 200和显示屏202是静止的,但是所显示的视图基于用户对操纵杆的操纵而随着追光灯的方向而改变。

[0037] 在其他实施例中,控制被组合。当演员或目标点242可从控制器的位置观看或由控制器依靠的相机观看时,追光灯的移动与FSC 200的指向相匹配。当目标点242在该范围之外时,显示屏202呈现三维(3-D)渲染视图(或虚拟视图),使得追光灯能够跟随不在操作员或相机的视图中的演员和目标点242。

[0038] 在一些实施例中,FSC 200自动地或手动地将照明器120和/或照明器122的控制切换回主控制台126,并且然后在稍后时间使得FSC 200的操作员能够收回对照明器120和照明器122的控制。

[0039] 图4示出了根据本公开的遥控追光灯系统的第二实施例。在该实施例中,相机134被设置成与由FSC 200所控制的任何自动照明器分开安装。相机134安装在PTZ(平移-倾斜-变焦)系统132上,使得操作员可以控制相机134的方位,从而控制由相机134所获得的视图。在各个实施例中,相机134的这种方位的控制由FSC 200或者单独的相机控制器提供。当由FSC 200提供时,相机134的这种控制可以在与FSC 200控制照明器122的模式不同的FSC 200的操作模式下提供。

[0040] 在其他实施例中,这种单独安装的相机可以被安装在固定的方位,从而提供表演

场地240的静态视图。

[0041] 图5呈现根据本公开的用于追光灯控制器的控制系统(或控制器)500的框图。控制系统500适用于分别参照图3、图7以及图8所描述的追光灯控制器200、追光灯控制器300或者追光灯控制器400。控制系统500包括电耦接至存储器504的处理器502。处理器502由硬件和软件实现。处理器502可以被实现为一个或多个中央处理单元(CPU)芯片、内核(例如,作为多核处理器)、现场可编程门阵列(FPGA)、专用集成电路(ASIC)以及数字信号处理器(DSP)。

[0042] 处理器502进一步与通信接口506以及一个或多个传感器、致动器和/或控件508电耦接并通信。通信接口506经由第一照明控制通信链路232被耦接至自动照明器120和自动照明器122并且被配置成与自动照明器120和自动照明器122通信。通信接口506还经由第二照明控制通信链路236被耦接至照明控制台126并且被配置成与照明控制台126通信。

[0043] 处理器502进一步被电耦接至视频接口510并与视频接口510通信,视频接口510则通过通信链路234电耦接至相机。视频接口510进一步被电耦接至显示屏202。

[0044] 控制系统500适于实现本文所公开的过程、追光灯控制、连续补偿以及其他功能,其可以被实现为存储在存储器504中并且由处理器502执行的指令。

[0045] 存储器504包括一个或多个磁盘、磁带驱动器和/或固态驱动器,并且可以用作溢出数据存储设备,以在程序被选择用于执行时对该程序进行存储,并且对在程序执行期间被读取的指令和数据进行存储。存储器504可以是易失性和/或非易失性的,并且可以是只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、三态内容寻址存储器(TCAM)和/或静态随机存取存储器(SRAM)。

[0046] 图6示出了根据本公开的完整的遥控追光灯系统在其可以被安装用于节目时的第一实施例的示意图。自动照明器120被操纵(或安装)在表演场地240上方和/或周围。至少一个照明器122配备有相机124。在其他实施例中,相机可以被安装在PTZ系统中,如参考图4所描述的那样。照明器120和照明器122的控制数据通过第二照明控制通信链路236从照明控制台126路由至FSC 200,然后经由第一照明控制通信链路232路由至照明器120和照明器122。视频信号经由通信链路234从相机124路由回到FSC 200上的显示屏202。来自相机124的图像可以直接显示在显示屏202上,或者可以在被显示之前在FSC 200中被处理。

[0047] 如之前所描述的那样,FSC 200的操作员可以接管对一个或多个照明器120和122的一些或全部控制参数的控制。具体地,FSC 200可以控制照明器120和照明器122中的一个或更多个的平移和倾斜参数,并且引导所述照明器照亮表演场地240上的目标点242。在其他实施例中,FSC 200的控件可以控制照明器120和照明器122中的一个或更多个照明器的诸如亮度、焦点、光束尺寸和/或颜色之类的其他参数。目标点242可以指示演员,以及操作员随后可以移动FSC 200上的手柄,使得连接的一个或多个照明器在演员在表演场地240周围移动时继续照亮他/她。

[0048] 表演区域240可以包括舞台或演播室、周边区域和/或发生表演的设施的一些或全部。

[0049] 在一些实施例中,修改的自动照明器可以用作根据本公开的追光灯控制器。图7示出了根据本公开的自动照明器300的第一实施例,该自动照明器已经被修改成用作追光灯或追光灯控制器。自动照明器300是混合自动/手动控制的照明器。自动照明器300由实际操

作的人类用户修改为追光灯或追光灯控制器,如同传统的手动追光灯一样。传统的自动照明器可以通过添加手柄316和手柄317来修改。通过覆盖或禁用控制轭架302相对于底座303的“平移”运动以及头部301相对于轭架302的“倾斜”运动的内部电机驱动器,操作员可以使用手柄316和手柄317控制自动照明器300的平移和倾斜位置。在一些实施例中,控件314和控制台304提供对照明器的其他参数的控制。这种自动照明器可以由操作员以现有技术的追光灯的方式手动控制。

[0050] 另外,自动照明器300用作如参照图2所描述的那样的FSC 200。在这样的实施例中,自动照明器300的平移和倾斜机构中的传感器感测操作员的对自动照明器300的移动。在包括控件314和控制台304的实施例中,自动照明器300通过监测其平移和倾斜位置来跟踪其移动,并且监测操作员对其他灯光调制控件的操纵。

[0051] 图8示出了自动照明器400的第二实施例,该自动照明器已经被修改为用作追光灯或追光灯控制器。传统的照明器400通过添加手柄416和手柄417并且控制轭架402相对于底座403的平移运动以及头部401相对于轭架402的倾斜运动的内部电机驱动器而被修改。操作员可以通过抓住手柄416和手柄417并移动头部401来引导自动照明器400。在一些实施例中,控件414和控制台404提供对照明器的其他参数的控制。因此,操作员可以通过与传统的追光灯相同的方式来控制自动照明器400。在一些实施例中,自动照明器400可以用作如参照图2所描述的那样的FSC 200。在这样的实施例中,自动照明器400的平移和倾斜机构中的传感器感测操作员的对照明器的移动。

[0052] 图9示出了根据本公开的完整的遥控追光灯系统在其可以被安装用于节目时的第二实施例的示意图。多个自动照明器120被装配以照亮表演场地240。照明器120的控制数据通过第二照明控制通信链路236从照明控制台126路由到组合的照明器和追光灯控制器400,然后经由第一照明控制通信链路232路由至照明器120。在其他实施例中,参考图7描述的自动照明器300可以用在图9所示的系统中。

[0053] 如之前所描述的那样,组合的照明器和追光灯控制器400的操作员可以接管对一个或多个照明器120的一些或全部控制参数的控制。在这种情况下,自动照明器成为了追光灯控制器。特别地,组合的照明器和追光灯控制器400可以控制一个或多个照明器120的平移和倾斜位置,使得这些照明器共同且独立地被引导成照亮表演场地240上的目标点242。因此,对自动追光灯的控制可以通过对单个追光灯的手动控制来控制。目标点242可以指示演员,以及操作员随后可以移动组合的照明器和追光灯控制器400上的手柄,以在演员在表演场地240周围移动时使用照明器120照亮演员。

[0054] 如参照图2简要描述的那样,在一些实施例中,根据本公开的追光灯控制器中的处理器、控制器或其他控制系统基于操作员为了控制自动照明器122而对FSC 200的操纵来提供一个或多个自动照明器120的平移和倾斜位置的连续补偿。控制系统创建(由一个或多个表面表示的)表演场地240以及自动照明器120和自动照明器122相对于表演场地240的位置和安装方位的3-D模型。3-D模型还可以包括相机124和(在使用时)相机134的相对于表演场地240的位置和安装方位。

[0055] 这种3-D模型可以根据对表面和位置的手动测量以及安装方位来确定。在其他实施例中,可以使用被放置在表演场地240、自动照明器120和122和/或相机124中或表演场地240、自动照明器120和122和/或相机124上的传感器来确定范围和位置以及安装方位。在另

一些实施例中,安装方位的范围和位置可以由操作员通过下述方式来确定:将由照明器122所投射的光束的中心移动到表演场地240中的多个预定校准点的每个预定校准点,以及向系统指示被照亮的校准点。

[0056] 当操作员移动与相机124相关联的照明器122时,控制系统计算表示由照明器122投影的光束的中心的3-D矢量。基于所计算的3-D矢量并且在一些实施例中,相机124的相对于表演场地240的位置和安装方位,控制系统计算目标点242在表演场地240上的位置。

[0057] 基于所计算的目标点242的位置以及自动照明器120相对于表演场地240的位置和安装方位,控制系统为每个自动照明器120计算单独的平移和倾斜参数,这将产生还在目标点242处与表演场地240相交的光束。基于操作员对FSC 200的操纵,这些计算大体上连续地实时执行,以提供对自动照明器120的方位的连续补偿。

[0058] 出于本公开的目的,大体上连续意味着足够频繁地防止自动照明器120和/或自动照明器122的进行可察觉的抖动。在一些实施例中,这样所计算的平移和倾斜参数至少每100毫秒一次地发送给每个自动照明器120。在优选实施例中,这样所计算的平移和倾斜参数至少每23毫秒一次地发送给每个自动照明器120。

[0059] 在使用独立相机134的实施例中,还可以计算相机134的平移和倾斜参数,这将使得相机134自动跟踪以提供表演场地240在目标点242处的视图。这样的相机平移和倾斜参数可以如上文所述的那样大体上连续地被重新计算,或者具有自动照明器120的所重新计算的平移和倾斜参数相当的时间段。

[0060] 基于所计算的目标点242的位置以及自动照明器120相对于表演场地240而言相机的位置和安装方位,FSC 200为每个自动照明器120计算单独的平移和倾斜参数,这将产生还在目标点242处与表演场地240相交的光束。

[0061] 在一些实施例中,FSC 200(或经修改的自动照明器400)还可以控制每个受控的自动照明器120或122的光束缩放、光圈和光强度中的一个或多个。当演员在表演场地240内移动时,光束变焦和/或光圈的这种控制将使FSC 200能够将来自每个受控照明器的恒定光束尺寸保持在演员上。此外,对强度的这种控制将使得FSC 200能够在演员在表演场地240内移动时在演员上保持一致的光强度。在演出由视频或胶片相机捕捉的应用中,对演员保持一致的光照水平是有益的,这样使得相机不必随着演员的移动而进行调整。

[0062] 在这样的实施例中,演员的位置在3-D模型中建立目标点242,所述3-D模型根据操作员使用FSC 200来将受控照明器指向演员来进行计算。FSC 200可以针对每个受控照明器使用初始的光束缩放、光圈和/或光强度以及从每个受控照明器到3-D模型中的所计算的移动目标点的变化的投射距离来确定对每个受控照明器的光束缩放、光圈和/或光强度进行的改变。在这样的实施例中,照明控制台126(或FSC 200或修改的自动照明器400)的操作员可以选择以使得受控照明器的光束缩放、光圈和光强度中的任何一个或任何组合能够由FSC 200自动地调整,以便为受控照明器保持平移和倾斜之外,还保持光束尺寸和目标光强度中的一个或二者。

[0063] 在一些实施例中,这样的3-D模型被用于向操作员提供表演场地的虚拟视图,例如,在操作员和任何相机都不具有表演场地240的视图的情况下。在各种实施例中,这种连续补偿可以由FSC 200、经修改的自动照明器300或经修改的自动照明器400中的任何一个中的控制系统提供。在其他实施例中,这种连续补偿由照明控制台126的控制系统提供。在

各种实施例中,这样的连续补偿是根据FSC 200或照明控制台126之一来启用和禁用的,并且可以为自动照明器120中的所选定的多个自动照明器而启用。

[0064] 图10和图11示出了在3-D模型的校准期间根据本公开的遥控追光系统处于相应的第一配置和第二配置的示意图。图10示出了本公开的示出了用于遥控追光系统1000的校准过程的第一阶段的实施例的示意图。为了简化说明,仅使用三个自动照明器1022、1023和1026(校准装置)来校准3-D模型,然而本公开不限于此并且在实践中3-D模型的校准过程可以包括任意数量的自动照明器。在该示例中,尽管本公开不作要求,但是自动照明器1022还配备有如前所述的相机1024。

[0065] 作为校准过程的第一步,操作员使用主照明控制台1026或FSC 200对校准装置进行手动和单独控制。操作员依次对准每个校准装置的平移和倾斜,使得这些校准装置都指向表演场地1040上的同一校准位置(或区域)1052。操作员还可以通过聚焦和/或控制通道控制校准装置的焦点和/或尺寸,使得光束在焦点和/或尺寸以及位置上匹配。

[0066] 在一些实施例中,操作员使用来自与自动照明器1022附接的相机1024的视图将自动照明器1022(参考校准装置)定位在校准位置1052上。然后,操作员依次对其他校准装置进行单独控制,并且观察来自每个自相机1024的视图,移动每个校准装置的光束以与来自参考校准装置的光束匹配位置(并且可能是焦点和/或尺寸)。在其他实施例中,操作员可以直接观察表演场地1040上来自校准装置的光束,以定位来自参考校准装置的光束,然后操作其他校准装置以匹配来自参考校准装置的光束。

[0067] 当校准装置达到操作员的满意度时,操作员将使用FSC 200上的控件或主照明控制台1026向系统指示完成第一校准步骤并且记录第一校准位置1052。

[0068] 一旦记录了第一校准位置1052,在校准过程的第二步骤中的类似的一系列动作中,操作员将校准装置重新定位到表演场地1040上的第二公共校准位置(或区域)1054,如图11所示。同样,操作员还可以通过聚焦和/或变焦控制通道控制校准装置的焦点和/或光点尺寸,使得光束在焦点和/或尺寸上以及该第二校准位置1054处的位置匹配。当校准装置在校准位置1054上达到操作员满意时,操作员将通过FSC 200上的控件或主照明控制台1026向系统指示完成第二校准步骤并记录第二校准位置1054。

[0069] 在校准过程的最后一步,操作员激活校准装置的追光灯控制并使用FSC 200将校准装置引导至表演场地1040的各个区域,以确认追光灯控制功能的令人满意的功能。如果追光灯控制的功能不令人满意,则操作员可以在校准位置1052和/或1054上调整校准装置的位置、焦点和/或尺寸设置,或者可以使用一个或多个附加校准位置重复校准过程,以实现追光灯控制功能的令人满意的功能。

[0070] 图12示出了表示根据本公开的指示几个校准位置的表演场地的平面图1040。缩小区域1041表示表演场地1040的一部分,其中,期望使用自动照明器作为追光灯。该缩小区域1041之外的区域可以是舞台中的不期望将自动照明器用作追光灯的翼部或其他辅助区域。

[0071] 为了提高模型校准的精度,校准位置1052和校准位置1054二者优选地选择为在缩小区域1041上离得尽可能远。此外,所述两个校准位置在缩小区域1041上彼此对角地定位,使得校准装置在两个校准位置之间的平移方位和倾斜方位不同。

[0072] 从图12中可以看出,校准位置1052和1054代表校准过程的两个可接受的位置,因为这两个校准位置相距很远并且彼此对角。相反,位置1056将不是合适的校准位置,因为该

位置1056在缩小区域1041之外。类似地,尽管位置1058在缩小区域1041内,但是该位置1058也不太适合作为第二校准位置,因为该位置1058靠近第一校准位置1052。

[0073] 尽管已经针对单个水平平坦表面上的两个校准点描述了校准过程,但是应该理解的是,该过程可以附加地或替代地与附加水平面上、垂直表面上或与水平面成其他角度的表面上的校准点一起使用。此外,从校准过程推导出的3-D模型信息可以与从测量自动照明器和表演场地的位置和方位获得的信息组合。

[0074] 在接收到每个校准装置的两个校准位置时,FSC 200可以使用每个校准装置的平移、倾斜、变焦、聚焦和/或其他参数数据来创建表演场地和校准装置相对于该表演场地的位置的内部3-D模型。FSC 200的校准系统可以被称为多设备控制(MDC)校准系统。一旦校准了FSC 200的MDC系统,FSC 200可以同时并自动地控制包含在MDC校准过程(MDC校准的装置)中的自动照明器,使得其相关光束的位置、焦点和/或尺寸会聚在共同的目标点上。

[0075] 图13A、图13B和图13C示出了根据本公开的远程控制追光系统中的MDC光束高度控制。在经历如上所述的校准过程之后,FSC200中的MDC系统可以进一步调节表演场地1340中的目标点之上的高度,在该表演场地1340中,在FSC 200控制下的自动照明器(受控装置)的光束在该高度处交叉。目标点可以通过FSC 200的物理移动(如参考图3所述)或通过预设目标点的选择(如下面参考图15所述)来确定。该高度调节响应于接收到的高度控制信号而发生,高度控制信号例如是FSC 200的高度控制输入装置的设置,或者从诸如照明控制台之类的外部装置接收的控制信号。

[0076] 在一个示例中,可以进行该高度调节以适应演员的身高。使用该MDC高度控制,操作员可以调整在表演场地1340上方的交叉区域的高度,使其与演员的头部、上身或任何其他期望位置重合。在图13A、图13B和图13C中,自动照明器1327和自动照明器1328是受控装置,但是本公开不限于此,并且在实践中,任意数量的MDC校准装置可以是受控装置。

[0077] 图13A示出了FSC 200(未示出)向受控装置发送平移和倾斜参数以指向目标点1342,基于高度控制输入的第一设置该目标点1342位于表演区域1340的表面上。使用高度控制输入,操作员可以升高或降低表演区域1340的表面上方或下方的交叉区域。

[0078] 图13B示出了受控装置被发送高度调节的平移和倾斜参数,这些参数使得受控装置的光束在区域1344中交叉,该区域1344位于表演场地1340的表面上方的高度1360处。高度1360基于高度控制输入的第二设置。注意,区域1344的舞台前/舞台后和舞台左/舞台右位置与目标点1342的相同-目标点1342和区域1344都在垂直线1343中,仅区域1344的高度相对于目标点1342发生改变。

[0079] 类似地,图13C示出了受控装置被发送高度调节的平移和倾斜参数,这些参数使得受控装置的光束在区域1346中交叉,该区域1346位于表演场地1340的表面上方的高度1362处。高度1362基于高度控制输入的第三设置,并且仅区域1346的高度相对于目标点1342和区域1344发生改变。

[0080] 本文所描述的系统为照明操作员提供了对使用多个自动照明器作为追光灯的完全控制,使用远程相机向操作员前面的屏幕提供直接反馈。然而,相机系统可能会引入时间延迟,并且操作员在屏幕上看到的图像可能比舞台上的实际移动滞后一显著量。对于快速移动的演员而言,这种延迟可能导致操作员将自动照明器引导至期望的位置太迟,导致自动照明器在演员移动时落在演员身后,或者在演员停止移动时超过演员。本公开提供了处

理该延迟并使得操作员能够准确定位照明器的功能。

[0081] 图14示出了根据本公开的远程控制的追光系统的第一视频显示器1402。可以通过本文描述的任何远程控制的追光灯控制器在显示屏202上提供这样的显示。第一视频显示器1402位于FSC 200上或FSC 200附近,并且可以将来自远程相机的延迟视图提供给操作员。FSC 200在第一视频显示器1402上叠加跟踪光标1404,其指示当前目标点在第一视频显示器1402上示出的表演场地240的表示上的位置。跟踪光标1404指示自动照明器在FSC 200(受控装置)的控制下被命令移动到的目标点。

[0082] 因为跟踪光标1404是在本地生成的,所以它不受相机系统呈现的时间延迟的影响。因此,跟踪光标1404准确地向操作员示出表演场地240上FSC 200正在指示受控装置指向的目标点。相比之下,来自相机的显示图像显示受控照明器的位置有一些延迟。使用由上述MDC校准过程生成的表演场地和自动照明器的内部3-D模型,根据操作员对FSC 200的控制输入生成跟踪光标1404。跟踪光标1404为操作员提供了保持受控装置在移动的演员上的实时和连续精确定位的显著优势。

[0083] 第一视频显示器1402还在屏幕上叠加位置光标1406,该位置光标指示代表受控装置在表演场地240的实际当前位置的位置。出于至少两个原因,这些可能与跟踪光标1404所示的目标点不同。在第一示例中,将受控装置从其先前位置物理地移动到由跟踪光标1404指示的目标点可能存在一些延迟,因此位置光标1406可能稍微滞后于跟踪光标1404。这种延迟的来源可能包括位置编码器处理延迟;装置运动处理和运动插补;装置的物理极限,例如最大移动速度、加速度和/或减速度;视频信号处理和/或记录以及操作员反应延迟。在FSC 200和受控装置之间的第一照明控制通信链路232是双向链路的情况下,受控装置可以将其当前平移和倾斜位置报告给FSC 200,FSC 200可以使用那些所报告的位置来创建位置光标1406。

[0084] 在第二示例中,受控装置可以受控于主照明控制台126或1026或另一控制源,并且受控装置的平移和倾斜位置正被FSC 200接收和不加改变地传递。在该示例中,受控装置当前不受FSC 200控制。在这种情况下,位置光标1406将显示主控制器对受控装置进行定位的位置。操作员可以移动由跟踪光标1404所示的目标点靠近受控装置的实际位置,该实际位置由位置1406所示。操作员可以例如在准备恢复对受控装置的控制时这样做,使得FSC 200的控制的恢复更平滑,并且当控制恢复时引起受控装置的位置发生较少跳跃。

[0085] 在两个示例中,FSC 200根据接收的平移和倾斜信息计算来自每个受控装置的光束在表演场地240上的位置。然后,FSC 200计算表演场地240上的位置,该位置表示受控装置的总位置。然后,FSC 200将位置光标1406叠加在第一视频显示器1402上所示的表演区域240的表示上的代表性位置的位置上。

[0086] 在一个实施例中,跟踪光标1404可以在屏幕上显示为蓝色,并且位置光标1406可以在屏幕上显示为红色。在其他实施例中,可以使用实线和虚线或其他图形差异来区分这两个光标。如上所述,跟踪光标1404和位置光标1406叠加在一显示器上,该显示器包括表演场地240或1340的表示,其可以由3-D模型生成的虚拟显示;从安装在自动装置上、安装在其自身的PTZ系统中或者安装在静止位置上的相机接收的视频输入或者任何其他合适的视觉表示。

[0087] 图15示出了根据本公开的遥控追光系统的第二视频显示器1502。在一些实施例

中,FSC 200包括存储(或记录)在表演场地240中关于在其控制下的自动照明器(受控装置)的一个或多个预设目标点的能力。这些预设目标点可以是表演场地上需要频繁照亮的固定目标点,例如麦克风位置或讲台位置。在一些实施例中,诸如变焦、焦点和/或强度之类的附加参数可以与目标点在表演场地240中的位置一起被记录。

[0088] 视频显示器1502示出了叠加在表演区域的视频或虚拟显示器上的预设目标点图标1510、预设目标点图标1512和预设目标点图标1514,每个预设目标点图标都与相应的所记录的目标点相关联。当操作员使用显示器上的触摸控制、FSC 200上的预设目标控制、接收的控制信号或其他控制输入来选择这些预设目标点中的一个时,受控装置将自动重新定位到所选择的预设目标点。在一些实施例中,当选择预设目标点时,也可以自动设置受控装置的变焦、焦点、强度和/或其他参数。在视频显示器1502中所示的配置中,预设位置3(标记为1514)已经由操作员选择并且受控装置现在被引导到位置1514,如光标1504所示。

[0089] 预设目标点图标表示表演场地240上的位置以及通过MDC校准过程建立的3-D模型中的位置。当操作员使用3-D模型和FSC 200的追光功能来控制受控装置时,来自相机124的显示视图(或虚拟视图)可以在表演场地240上移动。在预设目标点图标表示的位置在显示屏202上变得可见时,FSC 200将显示预设目标点图标,并且FSC 200将在预设目标点图标的位置在显示器内移动时移动预设目标点图标。

[0090] 第二视频显示器1502还可以包括预设位置面板1520。预设位置面板1520的图标叠加在第二视频显示器1502的表演场地显示器上,每个图标与相应的所记录的目标点相关联,并且可以使用显示器上的触摸控制或其他控制输入来致动。然而,预设位置面板1520的图标没有显示在表演区域240上的相应位置上,并且在预设位置面板1520的图标的对应位置在显示器内移动时不移动。即使第二视频显示器1502的视点已经移动使得在第二视频显示器1502中不再可见一个或多个记录的目标点,预设位置面板1520仍然可见。

[0091] 图16A和图16B示出了根据本公开的控制多个自动照明器的过程1600。过程1600可以由FSC 200、FSC 300、FSC 400或根据本公开的任何其他追光灯控制器执行。在步骤1602中,将多个自动照明器中的每个自动照明器的第一组单独的平移和倾斜参数和第二组单独的平移和倾斜参数存储在FSC 200的存储器中。在其他实施例中,还可以将关于多个自动照明器中的各个自动照明器的分别与第一组平移和倾斜参数和第二组平移和倾斜参数相关联的第一组焦点或尺寸参数或第二组焦点或尺寸参数存储在存储器中。在步骤1604中,基于所存储的第一组单独的平移和倾斜参数和第二组单独的平移和倾斜参数来校准3-D模型,并且如果使用的话,也可以使用所存储的第一组单独的焦点或尺寸参数和第二组单独的焦点或尺寸参数来校准。3-D模型是表演场地的表面以及多个自动照明器相对于表演场地的位置和安装方位的模型。从步骤1604开始,该过程并行执行步骤1606、步骤1612和步骤1616。

[0092] 在步骤1606中,感测FSC 200的物理方位的变化。在步骤1608中,操作员平移和倾斜参数被发送到多个自动照明器中的第一自动照明器,操作员平移和倾斜参数基于所感测到的追光灯控制器的物理方位的变化。在步骤1610中,将计算出的各个平移和倾斜参数发送至多个自动照明器的其余自动照明器中的每个自动照明器,计算出的各个平移和倾斜参数基于(i)第一自动照明器的操作员平移和倾斜参数和(i) 3-D模型。在步骤1610之后,该过程并行地返回到步骤1606、步骤1612和步骤1616。

[0093] 在步骤1612中,FSC 200接收高度控制信号。在一些实施例中,高度控制信号可以从FSC 200的输入设备接收,或者作为从诸如照明控制台之类的外部设备接收的控制信号。在步骤1614中,将经高度调节的平移和倾斜参数发送至所述多个自动照明器,所述经高度调节的平移和倾斜参数基于所述多个自动照明器的目标点、所述3-D模型以及所述高度控制信号的值。在步骤1614之后,该过程并行地返回到步骤1606、步骤1612和步骤1616。

[0094] 在步骤1616中,在FSC 200的显示屏上显示表演区域的表示。在各种实施例中,该表示是从3-D模型生成的虚拟显示,或从安装在自动装置上、安装在其自身的PTZ系统中或安装在静止位置的相机接收的视频馈送。从步骤1616开始,该过程并行执行步骤1618和步骤1626。

[0095] 在步骤1618中,根据操作员平移和倾斜参数以及3-D模型确定表演场地上的目标点。在步骤1620中,在显示屏上显示跟踪光标,其中,所述跟踪光标指示所述目标点在所述表演场地的表示中的位置。在步骤1622中,由FSC 200接收与多个自动照明器的当前平移和倾斜值有关的信息,并且根据接收的当前平移和倾斜值以及3-D模型计算表演场地上的代表性位置。在各种实施例中,与当前平移和倾斜值有关的信息可以直接从多个自动照明器或者直接从控制多个自动照明器的照明台接收。在步骤1624中,在显示屏上显示位置光标,所述位置光标指示所述代表性位置在所述表演场地的表示中的位置。步骤1622和步骤1624是可选的,并且在一些实施例中可以省略。在步骤1624(或步骤1620)之后,该过程并行地返回到步骤1606、步骤1612和步骤1616。

[0096] 在步骤1626中,将表演场地上的预设目标点存储到存储器中。在步骤1628中,在显示屏上显示图标,所述图标指示所存储的预设目标点在所述表演场地的表示中的位置;在步骤1630中,FSC 200接收选择预设目标点的控制输入。在步骤1632中,将计算出的各个平移和倾斜参数发送至所述多个自动照明器中的各个自动照明器,其中,计算出的各个平移和倾斜参数基于所选择的预设目标点和3-D模型。

[0097] 尽管已经针对有限数量的实施例描述了本公开,但是受益于本公开的本领域技术人员应当理解的是,可以设计出不偏离本文公开的范围的其他实施例。尽管已经详细描述了本公开,但是应该理解的是,在不脱离本公开的精神和范围的情况下,也可以对本公开进行各种改变、替换以及更改。

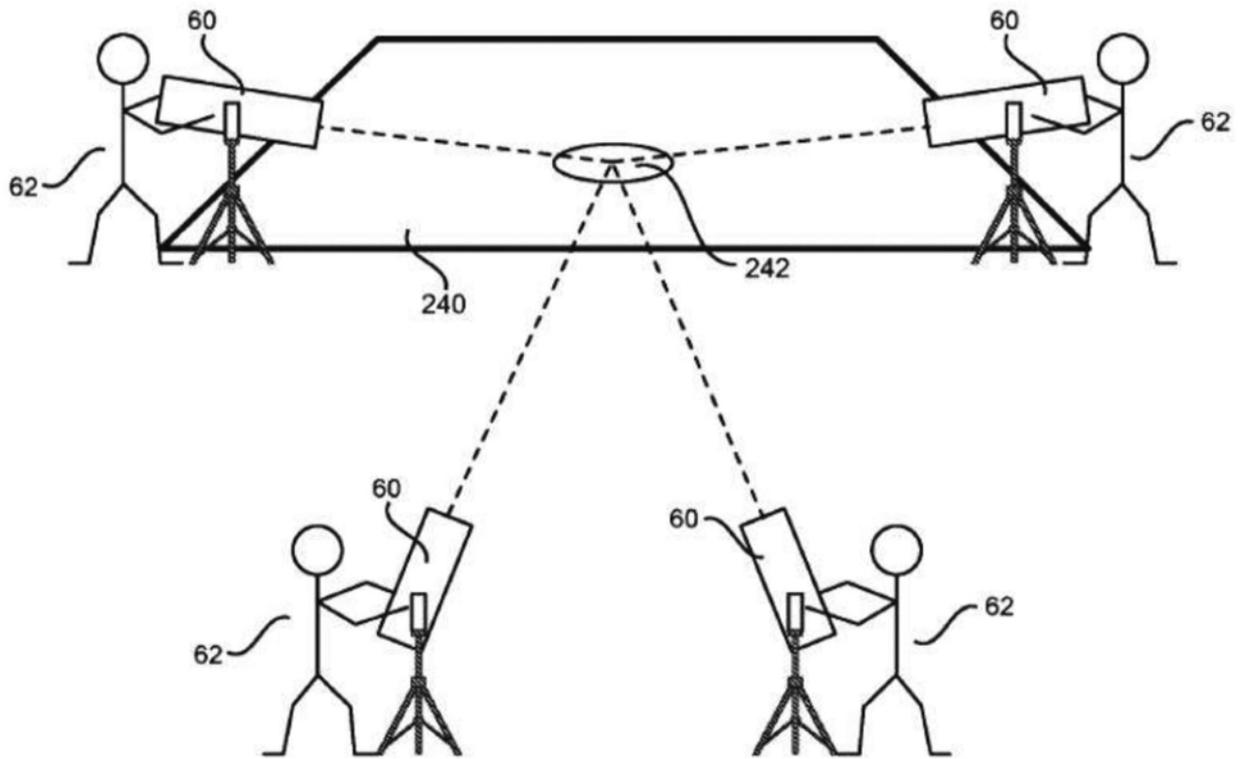


图1 (现有技术)

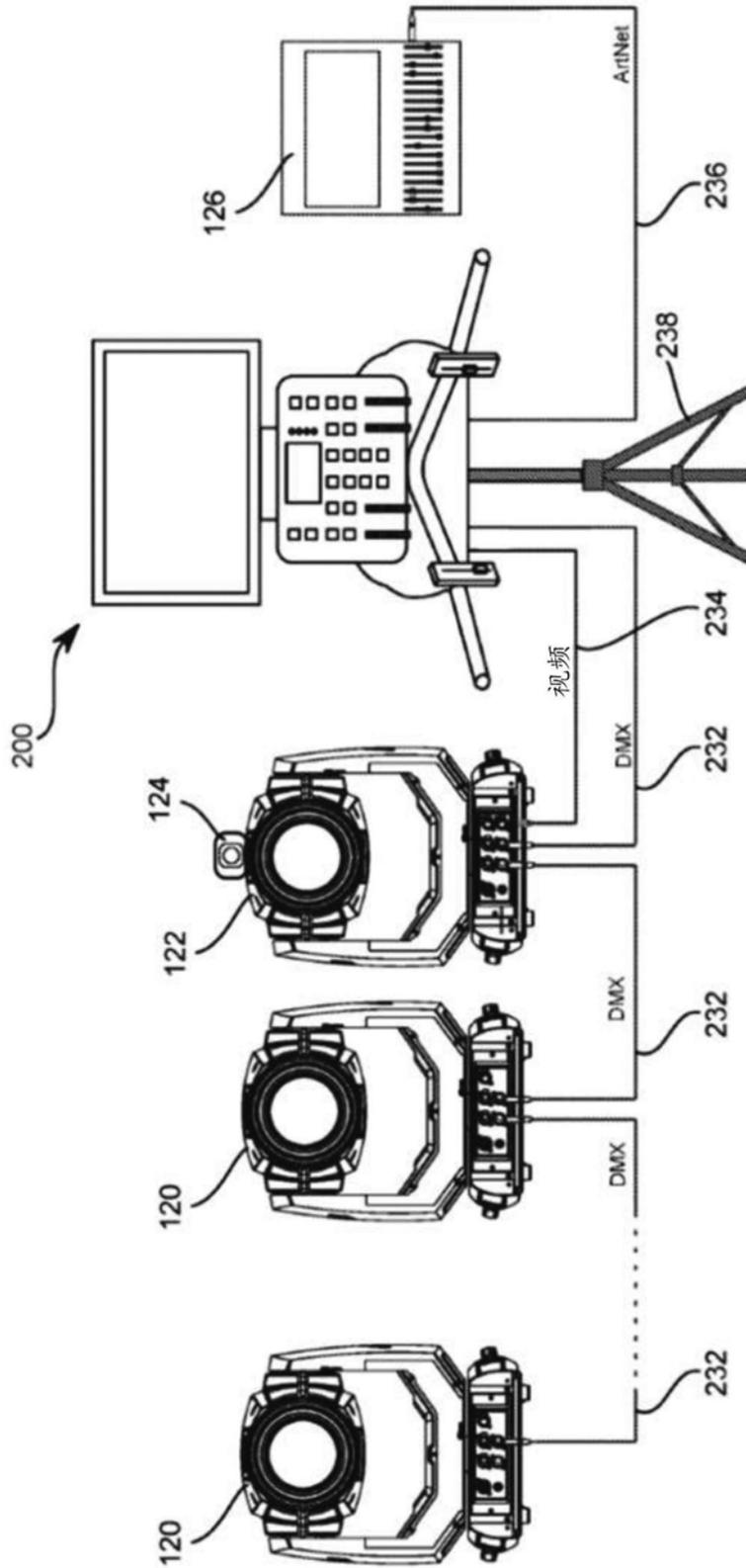


图2

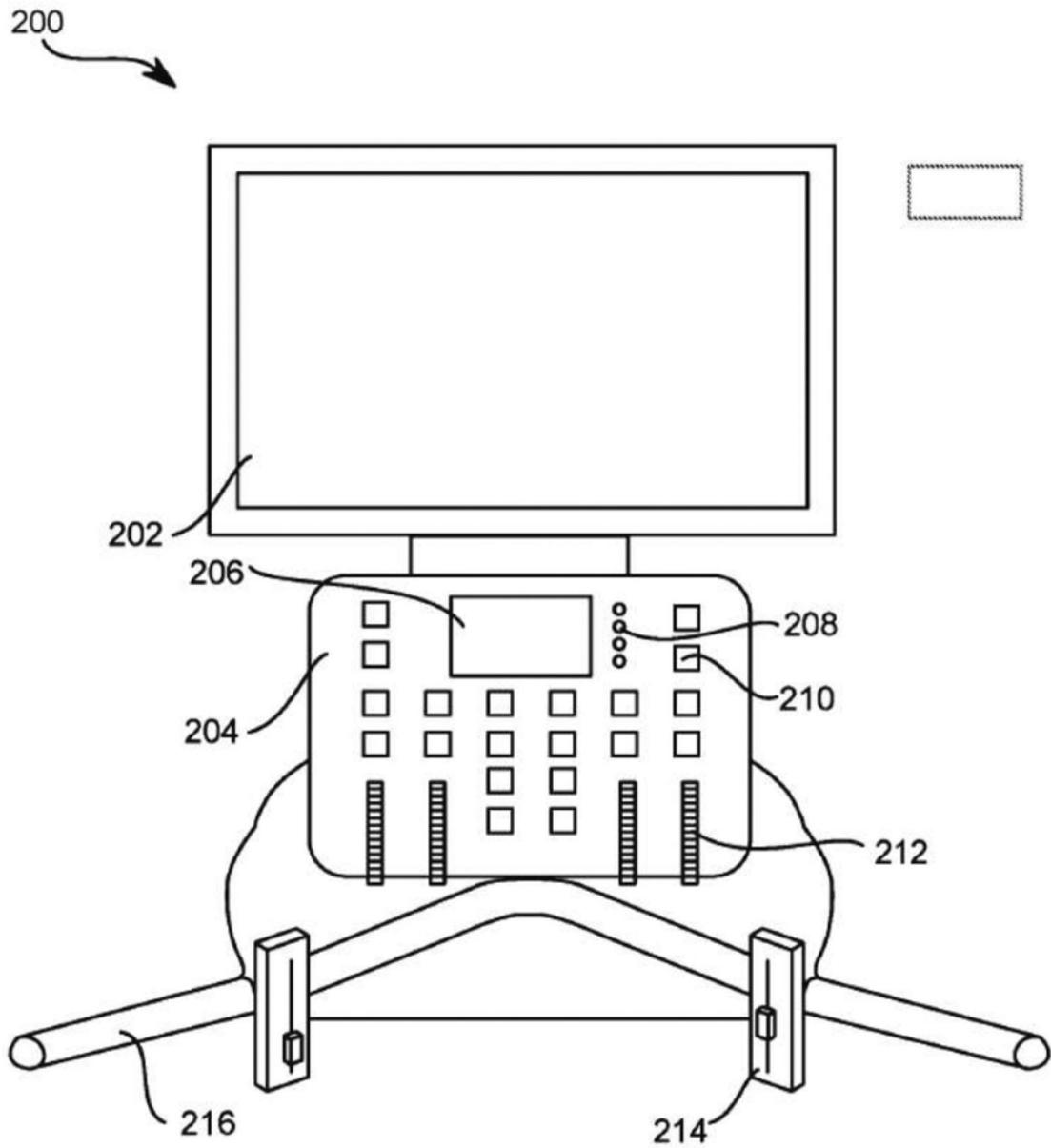


图3

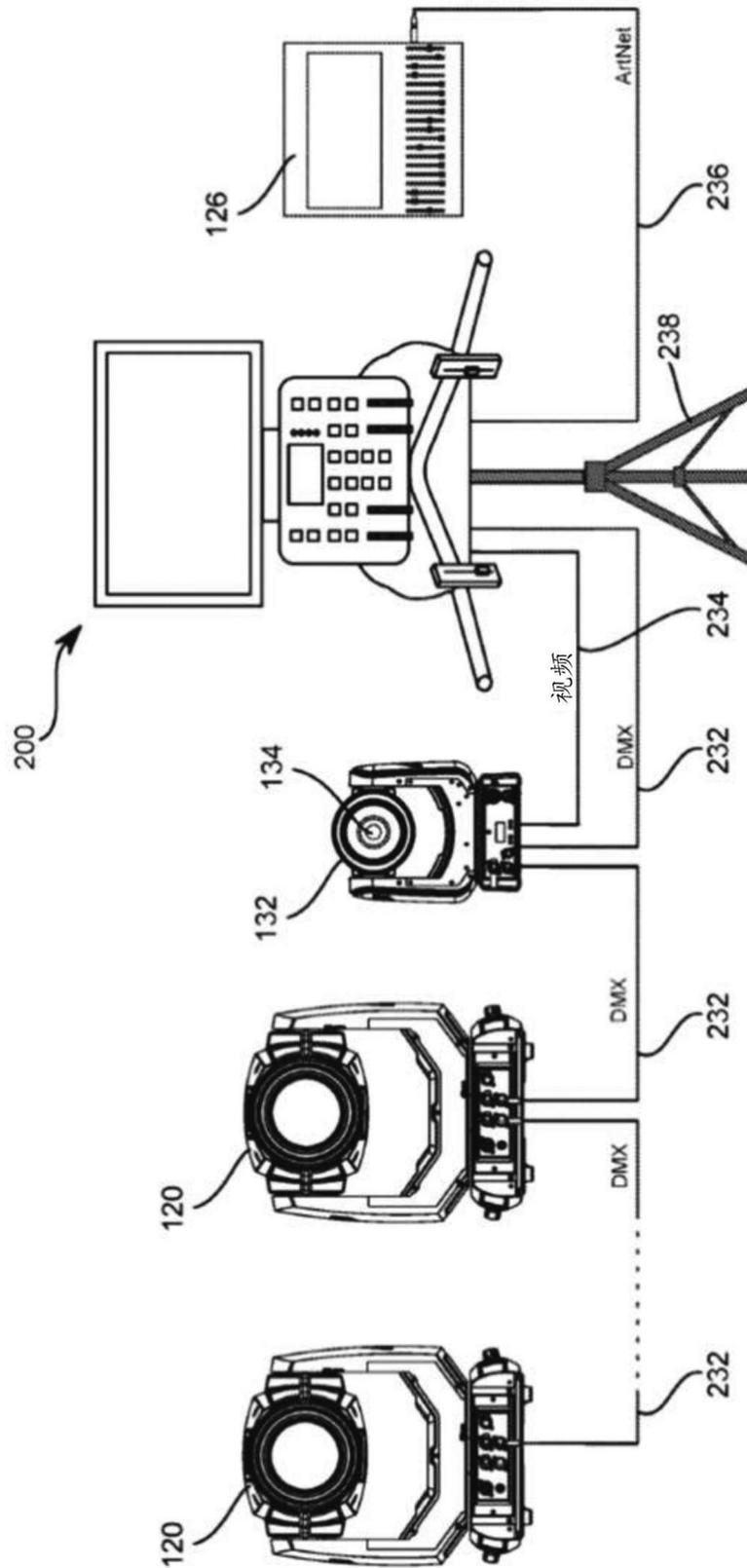


图4

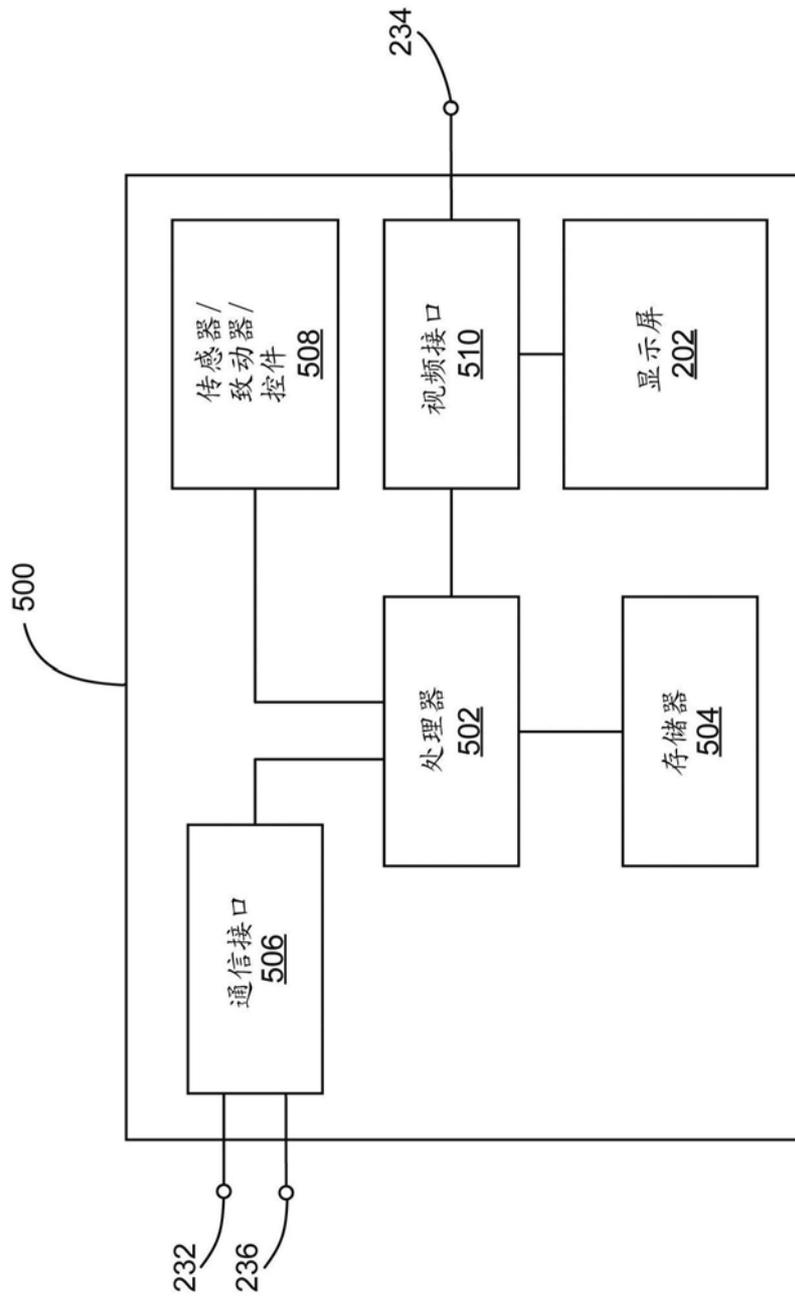


图5

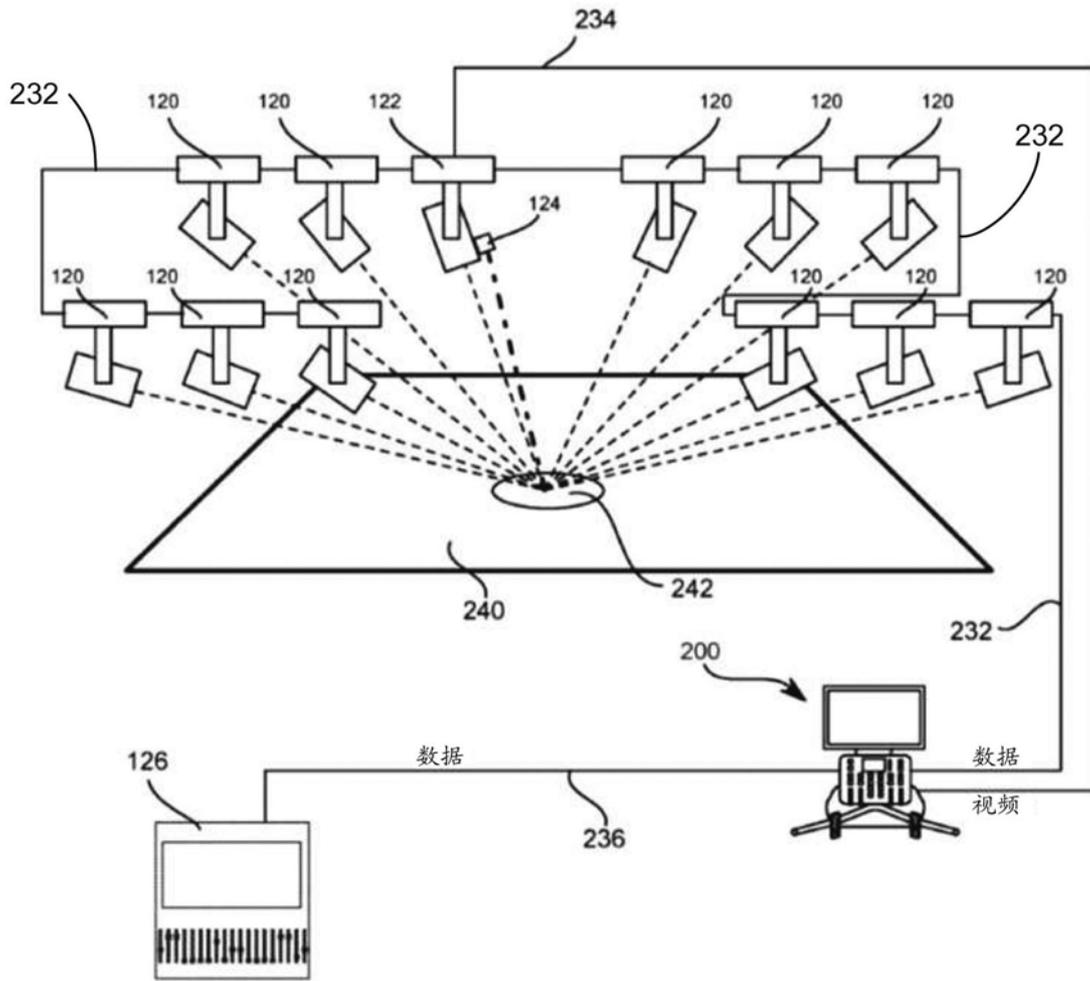


图6

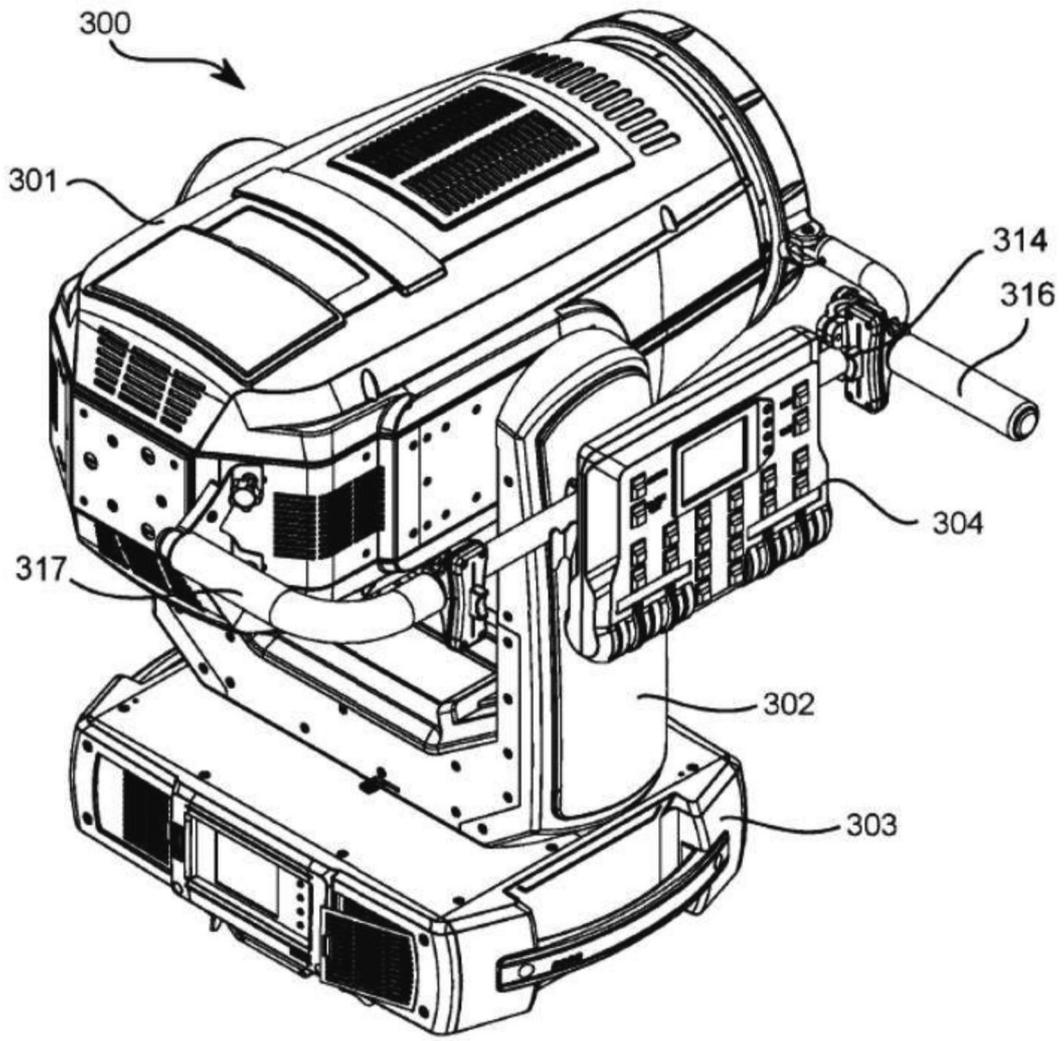


图7

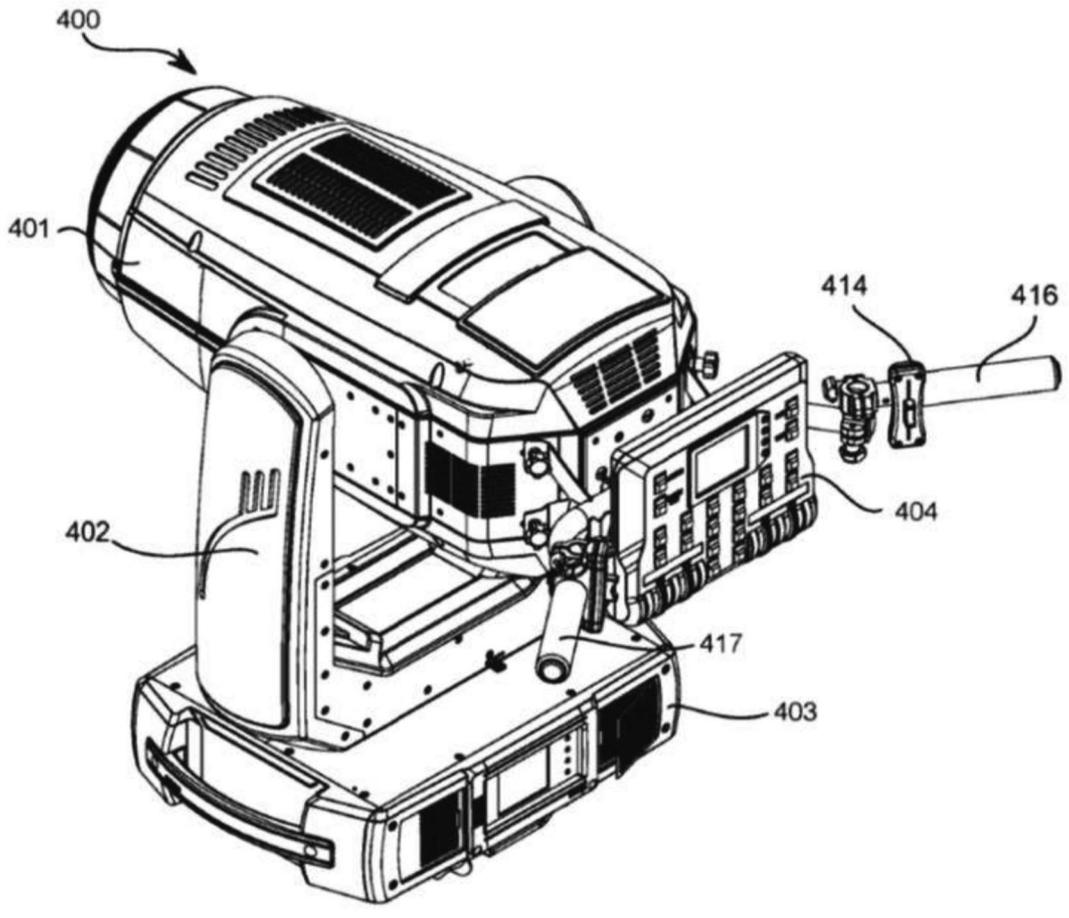


图8

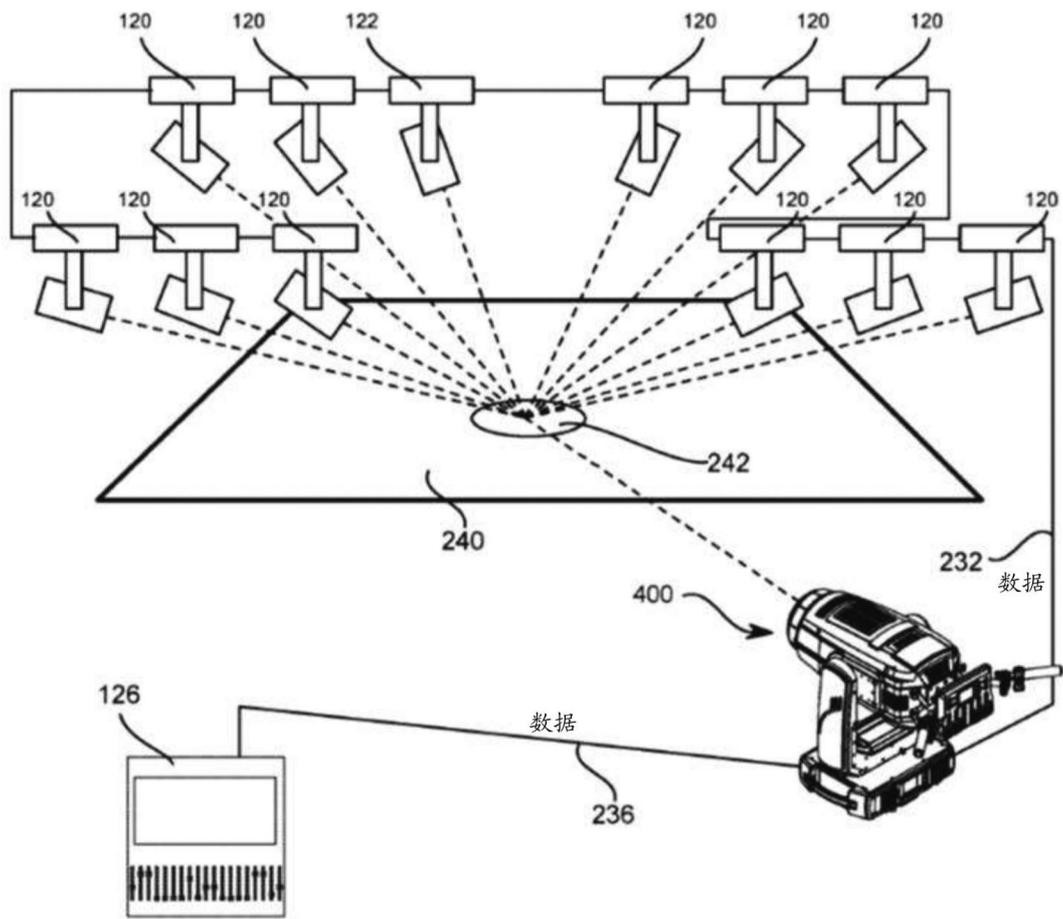


图9

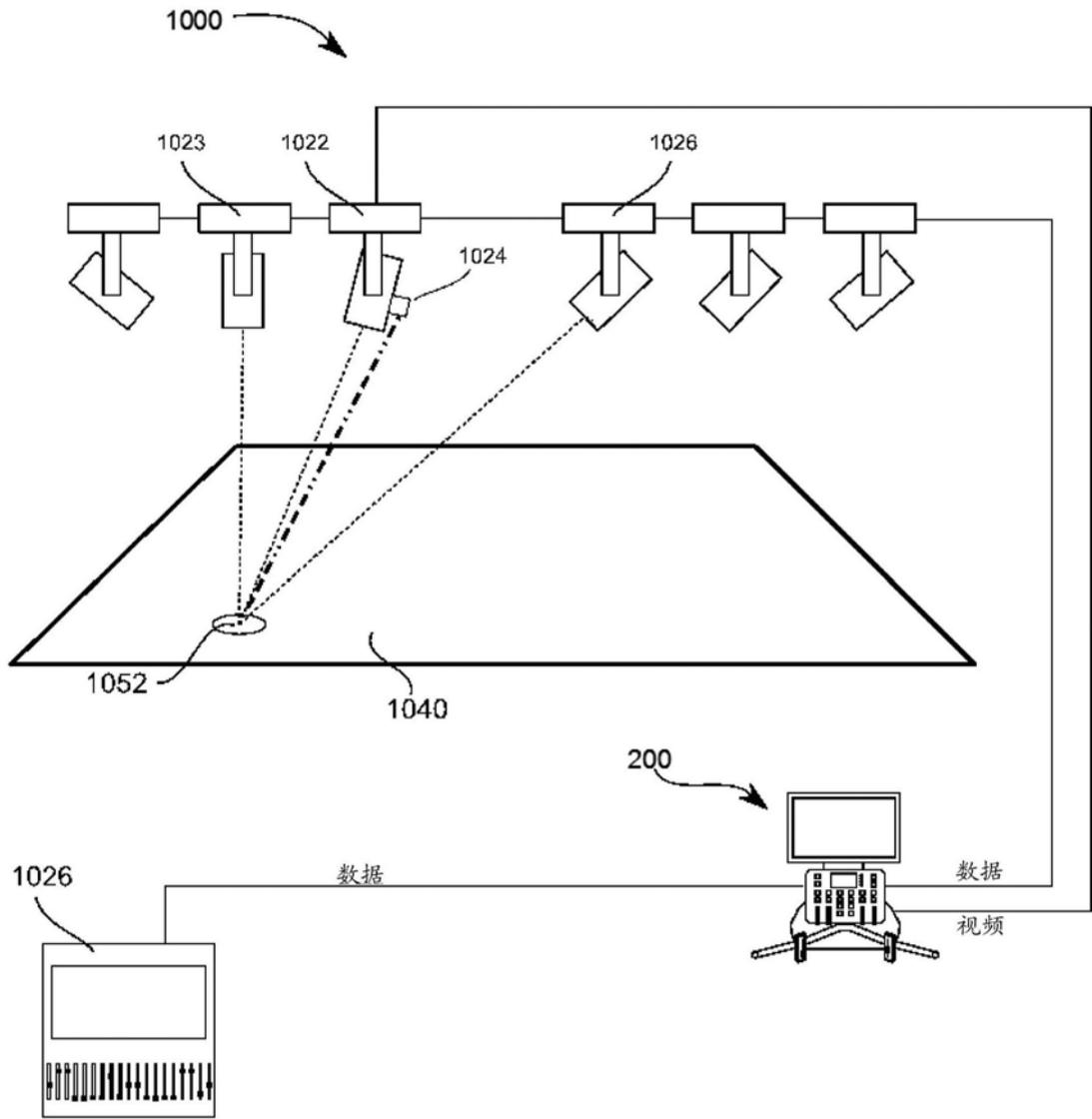


图10

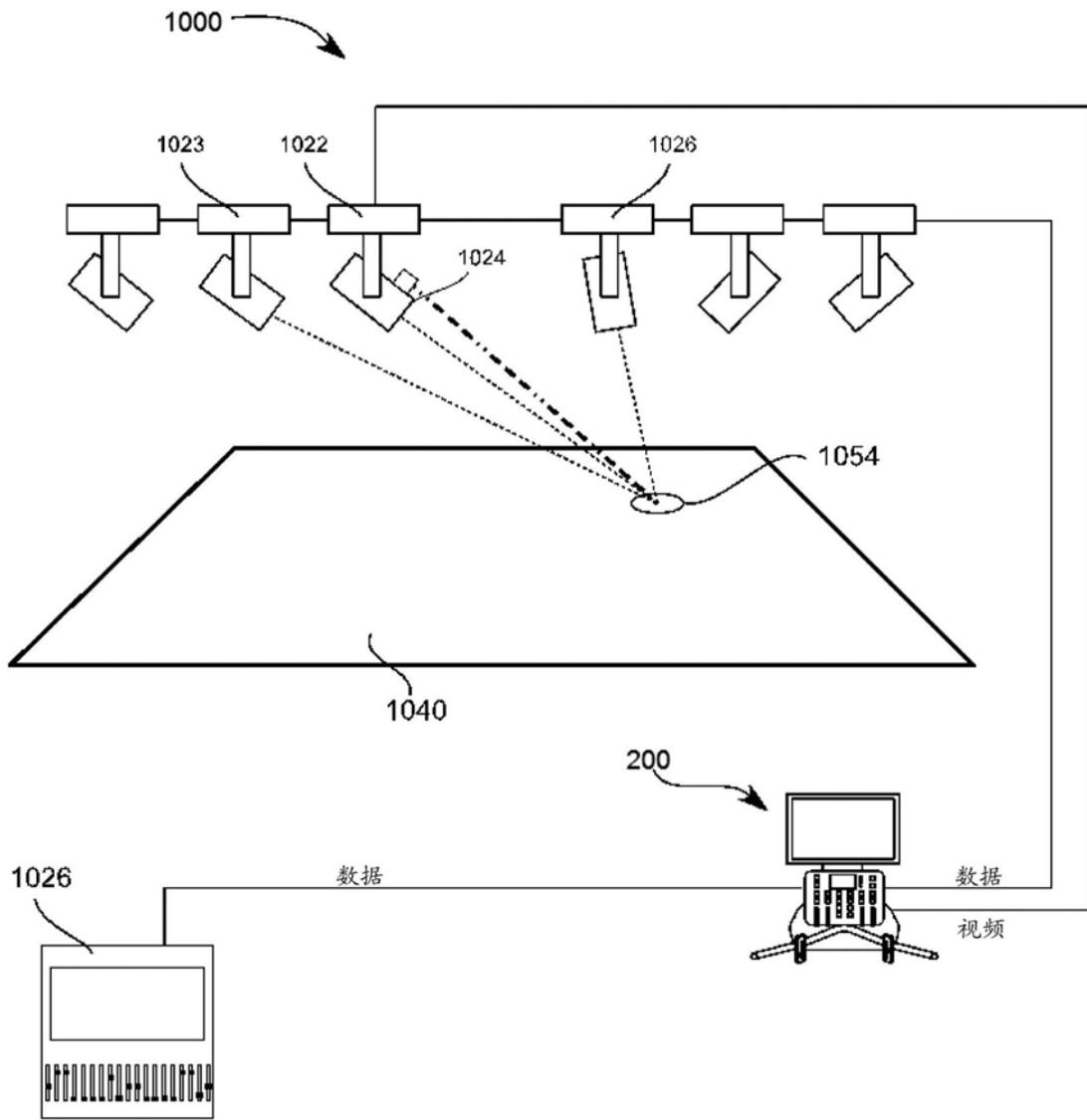


图11

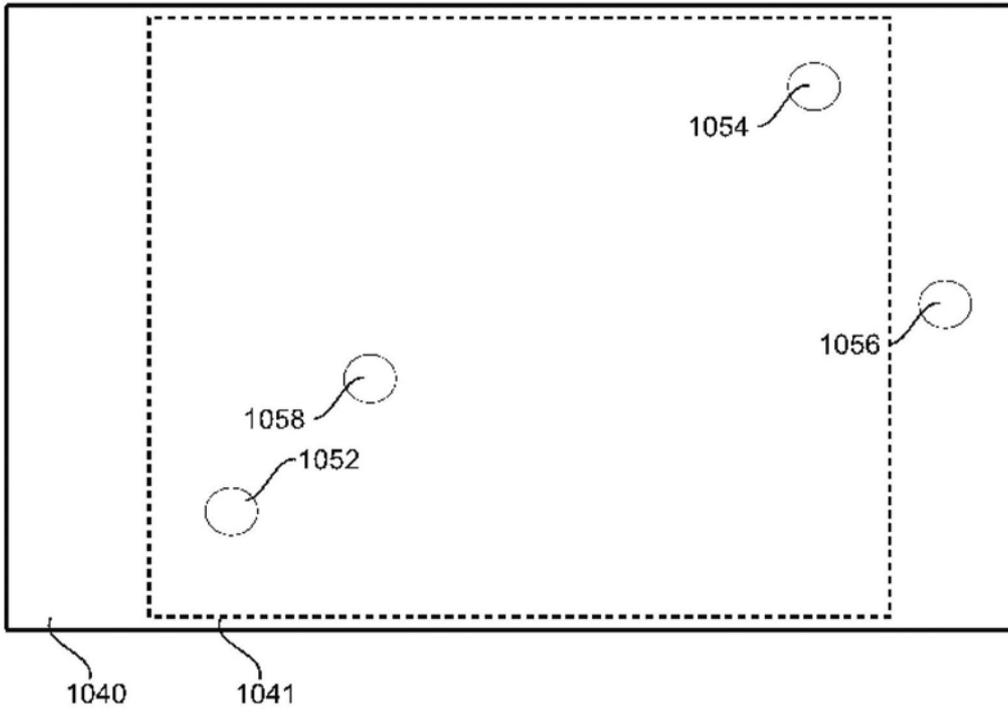


图12

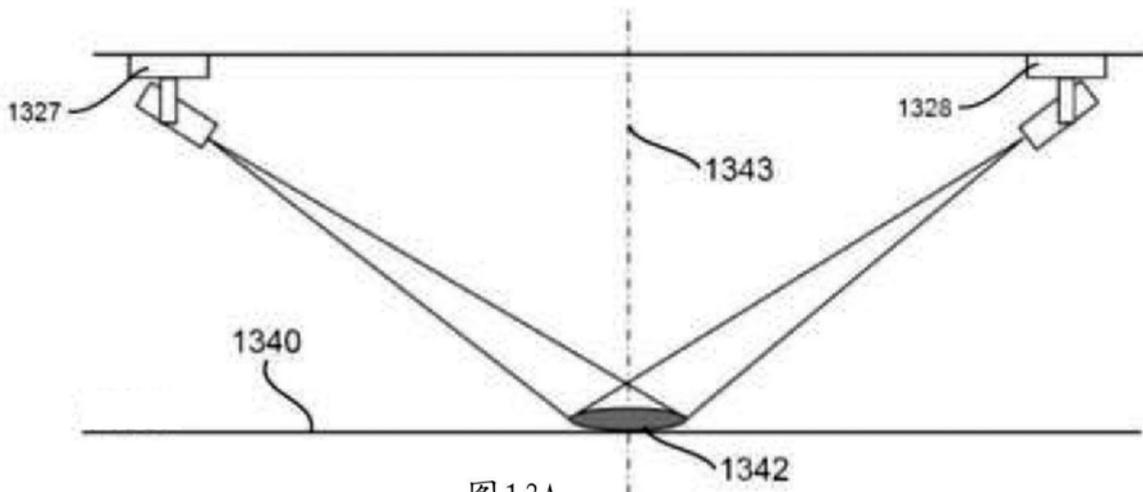


图13A

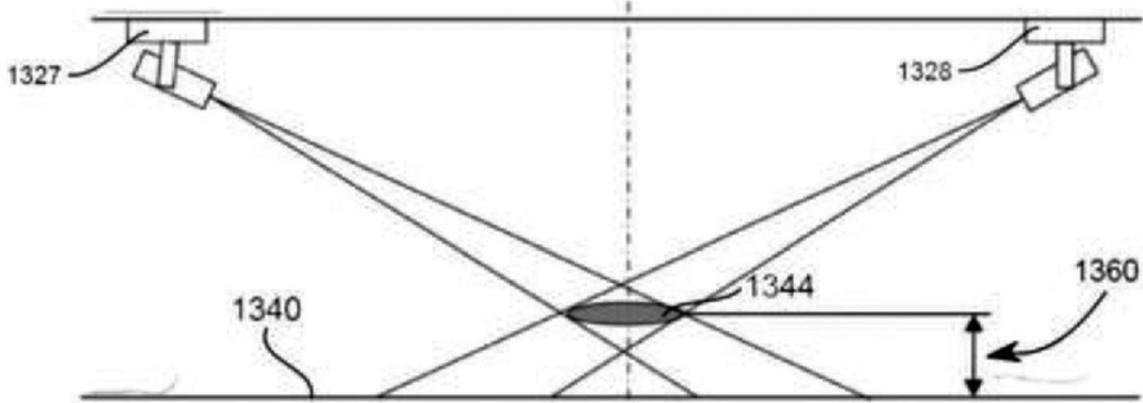


图13B

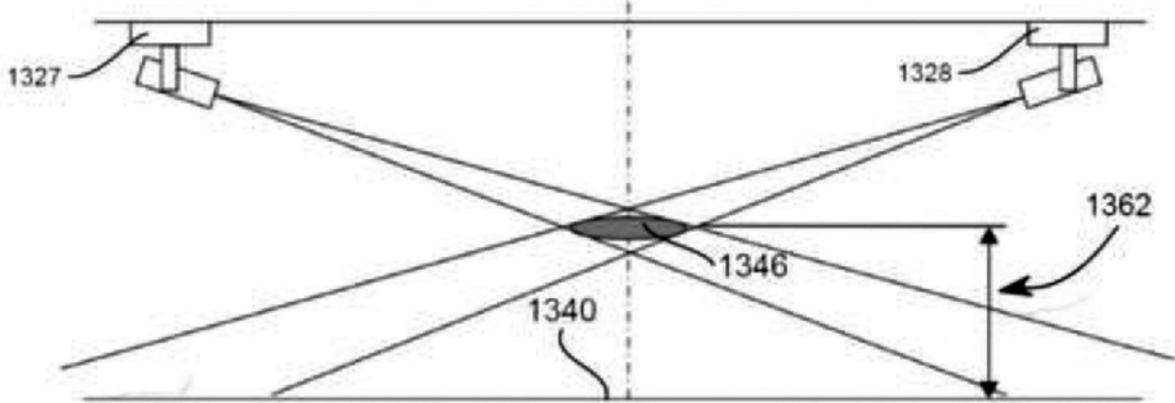


图13C

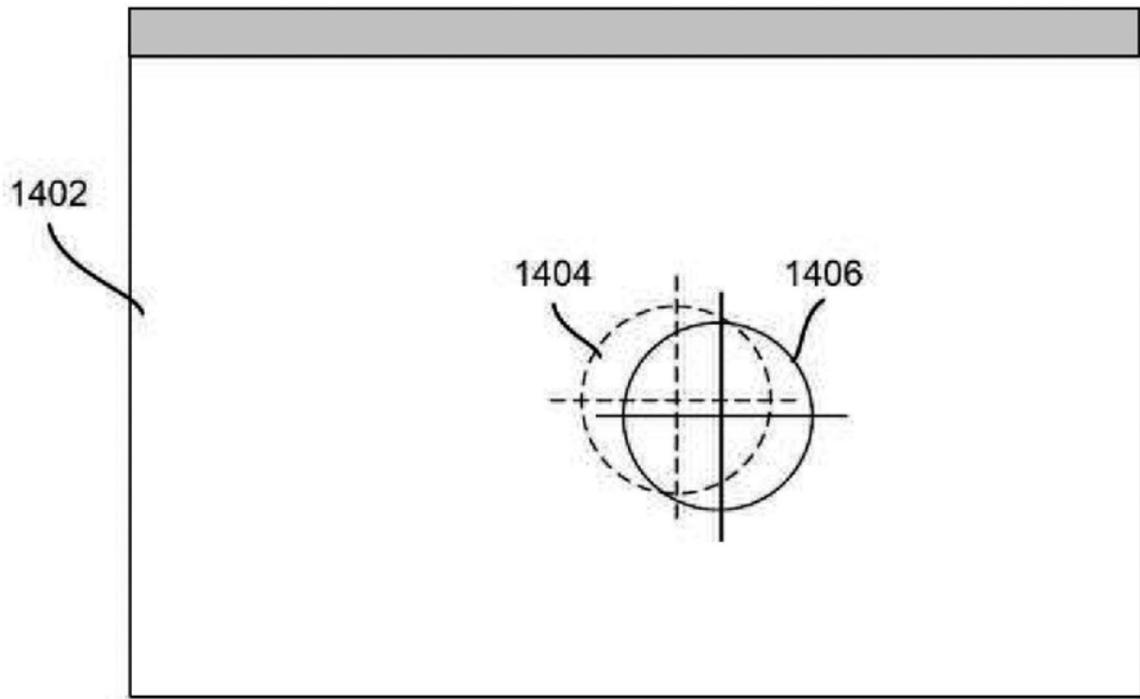


图14

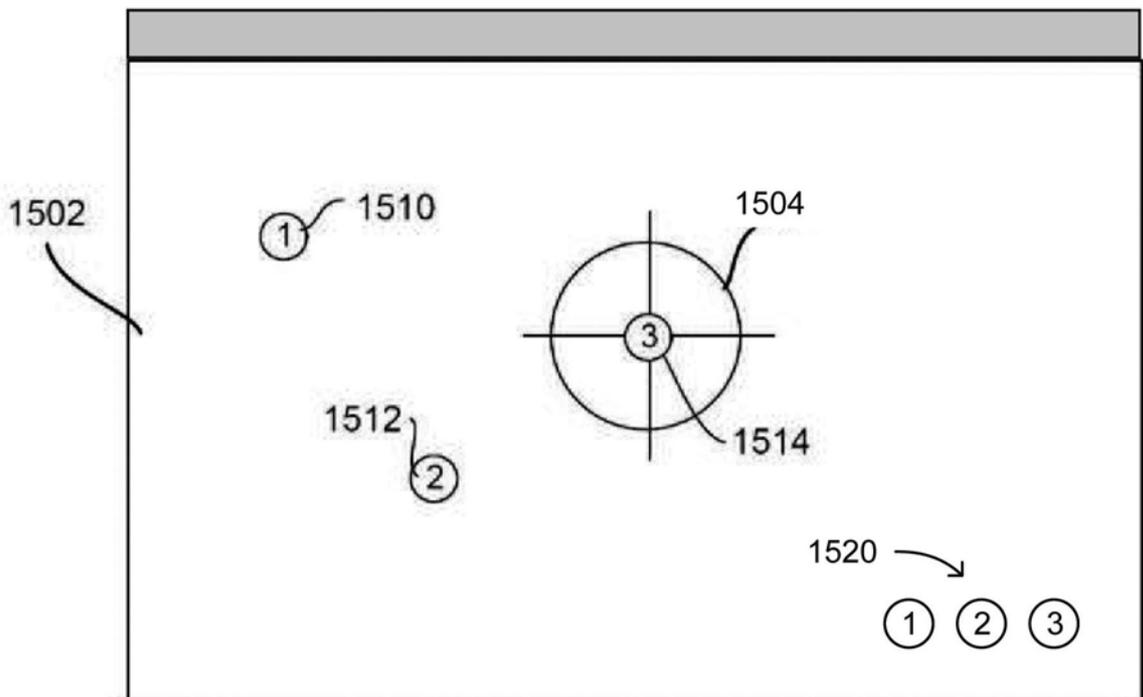


图15

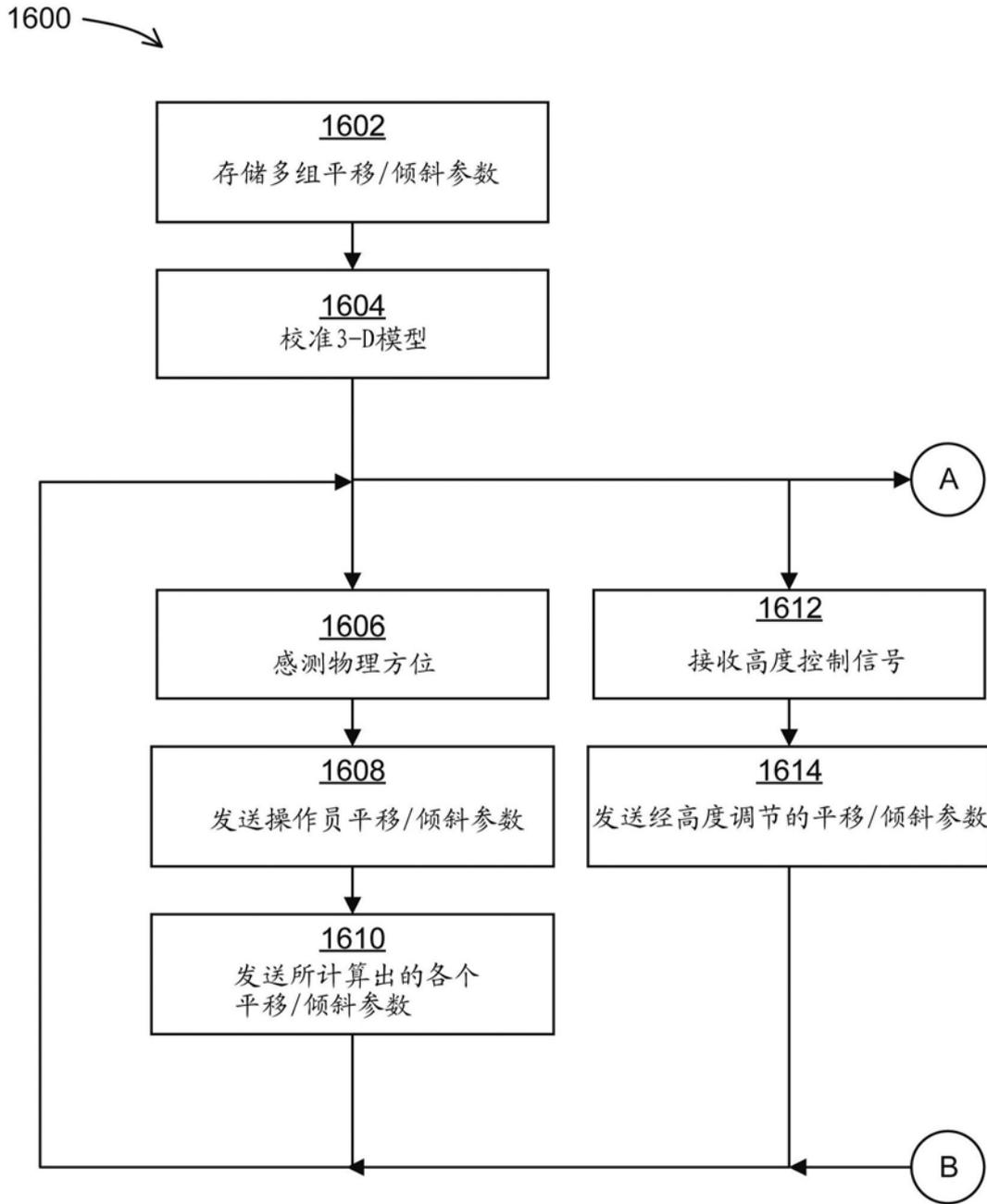


图16A

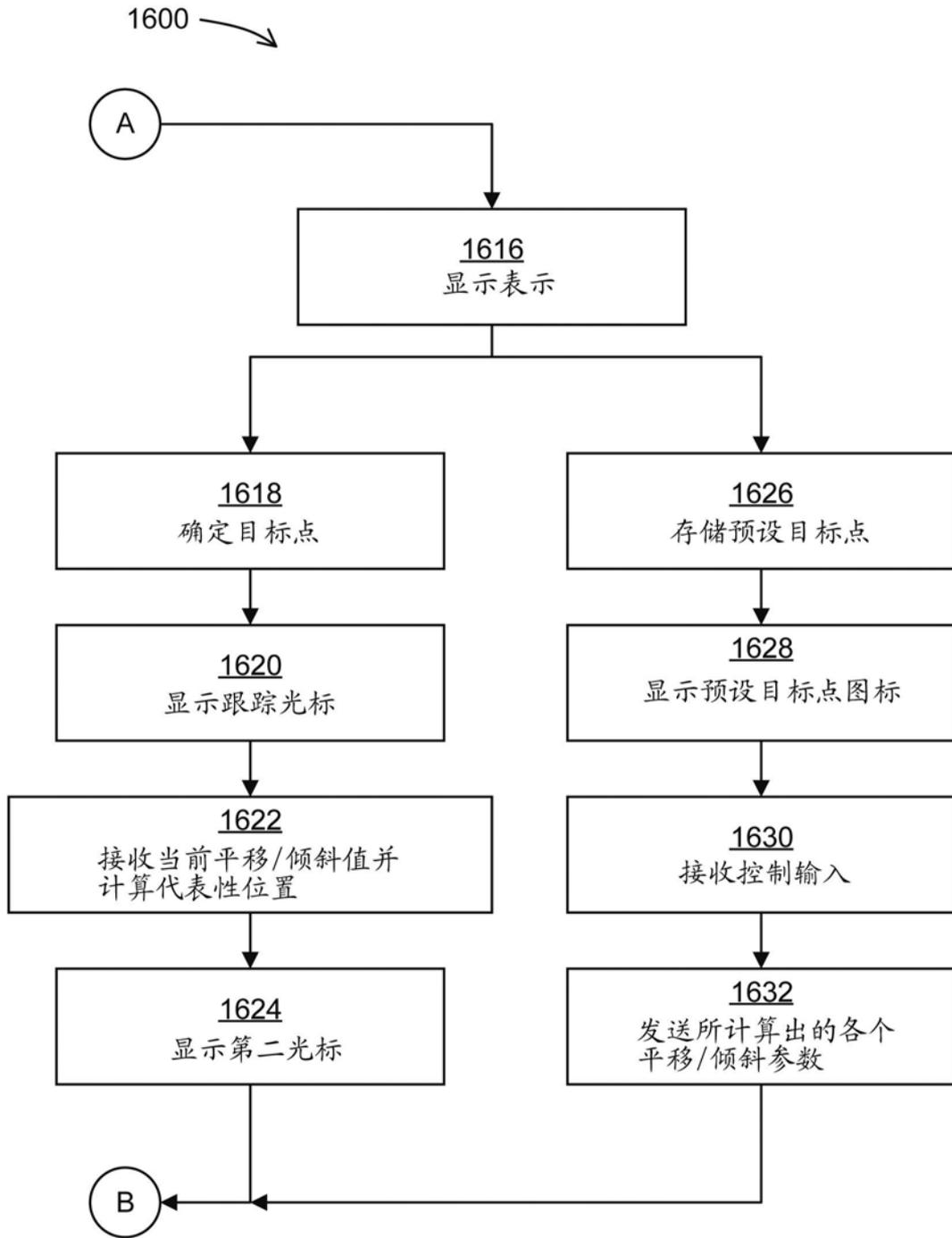


图16B