



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102564406 B

(45) 授权公告日 2015.03.11

(21) 申请号 201110402995.0

CN 1537241 A, 2004.10.13, 全文.

(22) 申请日 2009.08.13

WO 03/074970 A2, 2003.09.12, 全文.

(30) 优先权数据

US 6430823 B1, 2002.08.13,

12/190, 801 2008.08.13 US

审查员 王晶晶

(62) 分案原申请数据

200910163327.X 2009.08.13

(73) 专利权人 天宝导航有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 T·J·里特韦恩 K·M·莫里塞

S·科提斯

(74) 专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理

有限公司 11291

代理人 杨黎峰 李欣

(51) Int. Cl.

G01C 15/00(2006.01)

(56) 对比文件

US 2004107589 A1, 2004.06.10,

WO 2008015760 A1, 2008.02.07,

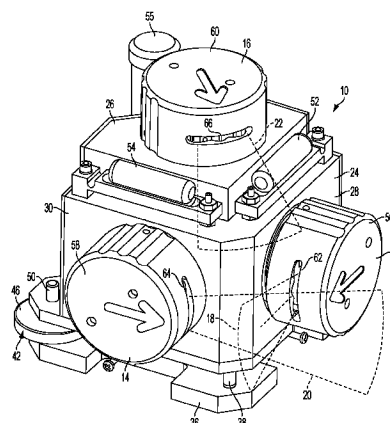
权利要求书3页 说明书6页 附图22页

(54) 发明名称

参考光束发生器和方法

(57) 摘要

一种参考光束发生器和方法。参考光束发生器具有用于分别投射第一扇形激光光束、第二扇形激光光束和第三扇形激光光束的第一投射回转台、第二投射回转台和第三投射回转台。第一扇形激光光束、第二扇形激光光束和第三扇形激光光束被定向为彼此垂直。这些回转台是可旋转的,以使所述扇形光束中的每一个可绕着垂直于扇形光束被投射至的平面的轴旋转。发生器可被用于将若干参考点和参考线投射到多个表面上。



1. 一种参考光束发生器,其包括:

第一投射回转台,其用于投射第一扇形光束;

第二投射回转台,其用于投射第二扇形光束,所述第二扇形光束垂直于所述第一扇形光束;

第三投射回转台,其用于投射第三扇形光束,所述第三扇形光束垂直于所述第一扇形光束和所述第二扇形光束;以及

回转台支架,其支撑所述第一投射回转台、所述第二投射回转台和所述第三投射回转台,以使每个回转台可绕着垂直于其投射的扇形光束的轴枢轴转动,以及

飞行时间电路,所述飞行时间电路用于测量光束从所述参考光束发生器至光束被投射的表面、被该表面反射并且然后返回所述参考光束发生器所需的最短时间,以确定从所述参考光束发生器到光束被投射的表面的距离。

2. 根据权利要求1所述的参考光束发生器,其中所述回转台支架包括用于支撑所述第一投射回转台的第一枢轴装置、用于支撑所述第二投射回转台的第二枢轴装置、用于支撑所述第三投射回转台的第三枢轴装置,所述第一枢轴装置、所述第二枢轴装置和所述第三枢轴装置中的每一个允许操作员手工旋转所述回转台并且提供使当所述回转台被旋转之后保持在适当的位置的充分的摩擦。

3. 根据权利要求1所述的参考光束发生器,其中所述第一投射回转台、所述第二投射回转台和所述第三投射回转台每个都包括:

发光二极管,其提供光束;

功率源,其用于给所述二极管提供功率;以及

透镜,其用于将所述光束重定向为扇形。

4. 根据权利要求3所述的参考光束发生器,其中所述回转台中的每一个中的所述功率源包括电池。

5. 根据权利要求1所述的参考光束发生器,其中所述第一投射回转台、所述第二投射回转台和所述第三投射回转台中的每一个包括:

回转台主体;

所述回转台主体中的发光二极管和柱面透镜,所述二极管提供光束,而所述柱面透镜将所述光束改变为扇形;以及

枢轴装置,其将所述回转台主体连接到所述回转台支架。

6. 一种使用根据权利要求1所述的参考光束发生器将光的参考点投射到多个表面上的方法,所述参考光束发生器具有分别投射第一扇形激光光束、第二扇形激光光束和第三扇形激光光束的第一投射回转台、第二投射回转台和第三投射回转台,所述第一扇形激光光束、所述第二扇形激光光束和所述第三扇形激光光束被定向为彼此垂直,并且所述回转台是可旋转的,以使所述扇形光束中的每一个能够绕着垂直于所述扇形光束被投射至的平面的轴旋转,所述方法包括以下步骤:

相对于所述多个表面定向所述参考光束发生器,

将所述第一扇形激光光束和所述第二扇形激光光束投射到第一表面上,从而在所述第一表面上的所述两个光束的交点处限定第一参考点,

投射所述第一扇形光束、所述第二扇形光束和所述第三扇形光束中的第三个,以使它

照射第二表面和第三表面并且与所述第一扇形光束和所述第二扇形光束相交,从而在所述第二表面上的所述第一扇形光束和所述第三扇形光束相交处限定第二参考点,并且在所述第三表面上的所述第二扇形光束和所述第三扇形光束相交处限定第三参考点。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中相对于所述多个表面定向所述参考光束发生器的所述步骤包括校平所述参考光束发生器的步骤。

8. 根据权利要求6所述的方法,其中相对于所述多个表面定向所述参考光束发生器的所述步骤包括相对于所述表面定位所述发生器的步骤。

9. 一种使用根据权利要求1所述的参考光束发生器将光的参考点投射到多个表面上的方法,所述参考光束发生器具有分别投射第一扇形激光光束、第二扇形激光光束和第三扇形激光光束的第一投射回转台、第二投射回转台和第三投射回转台,所述第一扇形激光光束、所述第二扇形激光光束和所述第三扇形激光光束被定向为彼此垂直,并且所述回转台是可旋转的,以使所述扇形光束中的每一个能够绕着垂直于所述扇形光束被投射至的平面的轴旋转,所述方法包括以下步骤:

相对于所述多个表面定向所述参考光束发生器,

将所述第一扇形激光光束和所述第二扇形激光光束投射到第一表面上,从而在所述第一表面上的所述两个光束的交点处限定第一参考点,

旋转所述第一扇形光束和所述第二扇形光束中的一个,以使它照射邻近所述第一表面的第二表面,以及

投射所述第一扇形光束、所述第二扇形光束和所述第三扇形光束中的第三个,以使它照射所述第二表面并且与所述第一扇形光束和所述第二扇形光束中照射所述第二表面的所述一个相交,从而在所述第二表面上限定第二参考点。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中相对于所述多个表面定向所述参考光束发生器的所述步骤包括校平所述参考光束发生器的步骤。

11. 根据权利要求9所述的方法,其中相对于所述多个表面定向所述参考光束发生器的所述步骤包括相对于所述表面定位所述发生器的步骤。

12. 一种使用根据权利要求1所述的参考光束发生器将光的参考点投射到多个表面上的方法,所述参考光束发生器具有分别投射第一扇形激光光束、第二扇形激光光束和第三扇形激光光束的第一投射回转台、第二投射回转台和第三投射回转台,所述第一扇形激光光束、所述第二扇形激光光束和所述第三扇形激光光束被定向为彼此垂直,并且所述回转台是可旋转的,以使所述扇形光束中的每一个能够绕着垂直于所述扇形光束被投射至的平面的轴旋转,所述方法包括以下步骤:

相对于所述多个表面定向所述参考光束发生器,

将所述第一扇形激光光束和所述第二扇形激光光束投射到第一表面上,从而在所述第一表面上的所述两个光束的交点处限定第一参考点,

旋转所述第一扇形光束和所述第二扇形光束这两个光束,以使所述两个光束都照射与所述第一表面相对的第二表面,以及

投射所述第一扇形光束和所述第二扇形光束,以使它们照射所述第二表面并且在所述第二表面上相交,从而在所述第二表面上限定第二参考点。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中相对于所述多个表面定向所述参考光束发生器

的所述步骤包括校平所述参考光束发生器的步骤。

14. 根据权利要求 12 所述的方法,其中相对于所述多个表面定向所述参考光束发生器的所述步骤包括相对于所述表面定位所述发生器的步骤。

## 参考光束发生器和方法

[0001] 本发明为申请日为 2009 年 8 月 13 日提交、申请号为 200910163327.X 且发明名称为“参考光束发生器和方法”的申请的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 不适用

[0004] 关于联邦资助的研究或开发的声明

[0005] 不适用

### 背景技术

[0006] 本发明涉及一种类型的参考光束发生器,其被用于将垂直、水平和方的可见光参考光束投射到墙、天花板或地板上,以促进在建筑工地或其它地方的空间定位。这样的工具已经被用于给墙、梁、托梁、天花板、铺设的瓷砖、悬挂的架子和橱柜的建筑布局以及给其它许多类似的活动提供可见参考线。

[0007] 现有技术的参考光束发生器通常以特定的几何配置中只产生一个或两个参考光束。虽然这样的设备是有用的,但是它们的应用有限。此外,这样的设备通常提供静止的参考光束或者旋转的光束。静止的参考光束的用途有限。产生旋转的参考光束的设备提供了产生遍布表面的光线的的能力。然而,因为旋转光束的功率遍布光束的整个 360 度旋转,因此为了使该线是可见的,需要稍微更高功率的光源,一般是激光。墙上或其它表面上的长度较短的光束路径可能只接收光束功率的十分之一,例如,如果这段光束路径只等于光束旋转的十分之一。因此,较高功率的激光光源必须被包含在该设备中。这不仅仅减小了电池寿命,而且提高了安全顾虑。如果光束停止旋转,那么指向固定点处的光束的功率必须稍微被减小,或者激光必须被立即切断。

[0008] 由此可见,需要这样的参考光束发生器,其在使用中提供最大的灵活性、提供多个参考光束并且允许在较低的功率消耗和较低的光束功率电平的情况下的满足要求的操作。

### 发明内容

[0009] 这些需要可由一种参考光束发生器满足,其包括:用于投射第一扇形激光光束的第一投射回转台、用于投射第二扇形激光光束的第二投射回转台和用于投射第三扇形激光光束的第三投射回转台。第一扇形激光光束被在第一平面中投射,第二扇形激光光束被在垂直于第一平面的第二平面中投射,而第三扇形激光光束被在垂直于第一平面和第二平面的第三平面中投射。回转台支架支撑第一投射回转台、第二投射回转台和第三投射回转台,以使每个回转台可绕着垂直于它将扇形激光光束所投射的平面的轴枢轴转动过完整的一周。回转台支架包括用于支撑第一回转台的第一枢轴装置、用于支撑第二回转台的第二枢轴装置和用于支撑第三回转台的第三枢轴装置。第一枢轴装置、第二枢轴装置和第三枢轴装置中的每一个允许操作员手工旋转回转台并提供使在回转台被旋转以后保持在适当的位置的足够的摩擦。

[0010] 第一投射回转台、第二投射回转台和第三投射回转台中的每一个可包括提供激光

光束的激光二极管、用于给激光二极管提供功率的功率源和用于将光束重定向为扇形的透镜。在这些回转台中的一个中的功率源可包括电池。投射回转台中的一个可进一步包括容纳激光二极管、功率源和透镜的回转台主体,这些投射回转台中的一个具有将回转台主体连接到回转台支架的枢轴装置。枢轴装置提供了回转台绕着基本垂直于扇形激光光束从回转台被投射至的平面的轴的枢轴转动。气泡水平仪 (bubble vial) 可被设置在回转台支架上以便于校平该回转台支架,以使扇形光束可被投射到垂直或水平的平面中。

[0011] 投射回转台支架可包括:用于支撑第一回转台的第一枢轴装置,该第一枢轴装置包括用于旋转第一回转台的第一枢轴电动机;用于支撑第二回转台的第二枢轴装置,该第二枢轴装置包括用于旋转第二回转台的第二枢轴电动机;和用于支撑第三回转台的第三枢轴装置,该第三枢轴装置包括用于旋转第三回转台的第三枢轴电动机。第一枢轴电动机、第二枢轴电动机和第三枢轴电动机中的每一个响应于电动机控制电路。

[0012] 第一投射回转台、第二投射回转台和第三投射回转台中的一个可包括回转台主体、回转台主体中的激光二极管和柱面透镜,以及将该回转台主体连接到回转台支架的枢轴装置,其中,激光二极管提供激光光束,而柱面透镜将该光束变为扇形。激光二极管可由回转台支架中的电池供电。该电池可通过滑动电触头连接到激光二极管。每个激光二极管提供具有充足直径的激光光束,以使所述光束的一部分在柱面透镜周围通过,从而在从回转台投射的激光线的中心处产生光斑。

[0013] 第一扇形激光光束、第二扇形激光光束和第三扇形激光光束中的一个可为绿色的。第一投射回转台、第二投射回转台和第三投射回转台可具有可被分别接通的激光二极管。发生器可包括飞行时间测量装置,该飞行时间测量装置用于调制激光光束中的至少一个、检测已调光束到发生器的反射和确定从发生器到反射已调光束的表面的距离。

[0014] 一种使用参考光束发生器将光的参考点投射到多个表面上的方法,该参考光束发生器具有用于分别投射第一扇形激光光束、第二扇形激光光束和第三扇形激光光束的第一投射回转台、第二投射回转台和第三投射回转台,第一扇形激光光束、第二扇形激光光束和第三扇形激光光束被定向为彼此垂直,并且这些回转台是可旋转的,以使扇形光束中的每一个可绕着垂直于扇形光束被投射至的平面的轴旋转,该方法可包括以下步骤:相对于多个表面定向参考光束发生器;将第一扇形激光光束和第二扇形激光光束投射到第一表面上,以使第一参考点被限定在第一表面上的两个光束的交点处;旋转第一扇形光束和第二扇形光束中的一个,以使它照射邻近第一表面的第二表面;以及投射第一扇形光束、第二扇形光束和第三扇形光束中的第三个,以使它照射第二表面并且与第一扇形光束和第二扇形光束中照射第二表面的一个相交,从而在第二表面上限定第二参考点。相对于多个表面定向光束发生器的步骤可包括校平参考光束发生器的步骤。相对于多个表面定向参考光束发生器的步骤可包括相对于这些表面定位发生器的步骤。

[0015] 一种将光的参考点投射在多个表面上的方法,其包括以下步骤:相对于多个表面定向参考光束发生器;将第一扇形激光光束、第二扇形激光光束投射在第一表面上,以使第一参考点被限定在第一表面上的两个光束的交点处;旋转第一扇形光束和第二扇形光束,以使它们都照射与第一表面相对的第二表面;以及投射第一扇形光束和第二扇形光束,以使它们照射第二表面并且在第二表面上相交,从而在第二表面上限定第二参考点。相对于多个表面定向参考光束发生器的步骤可包括校平参考光束发生器的步骤。相对于多个表面

定向参考光束发生器的步骤可包括相对于这些表面定位发生器的步骤。

[0016] 一种使用参考光束发生器将光的参考点投射在多个表面上的方法,该参考光束发生器具有用于分别投射第一扇形激光光束、第二扇形激光光束和第三扇形激光光束的第一投射回转台、第二投射回转台和第三投射回转台,其中,第一扇形激光光束、第二扇形激光光束和第三扇形激光光束被定向为彼此垂直,并且这些回转台是可旋转的,以使所述扇形光束中的每一个可绕着垂直于扇形光束被投射至的平面的轴旋转,该方法可包括以下步骤:相对于多个表面定向参考光束发生器;将第一扇形激光光束和第二扇形激光光束投射在第一表面上,以使第一参考点被限定在第一表面上的两个光束的交点处;以及投射第一扇形光束、第二扇形光束和第三扇形光束中的第三个,以使它照射第二表面和第三表面并且与第一扇形光束和第二扇形光束相交。通过该布置,第二参考点被限定在第二表面上第一扇形光束和第三扇形光束相交处,而第三参考点被限定在第三表面上第二扇形光束和第三扇形光束相交处。该方法可包括校平参考光束发生器的步骤。相对于多个表面定向参考光束发生器的步骤可包括相对于这些表面定位发生器的步骤。

[0017] 因此,目的是提供一种参考光束发生器,其中改进了发生器的结构和操作。

#### 附图说明

[0018] 图 1 是参考光束发生器的实施例的透视图;

[0019] 图 2 是在图 1 中从左向右看的参考光束发生器的侧视图;

[0020] 图 3 是在图 1 中从右向左看的参考光束发生器的侧视图;

[0021] 图 4 是该参考光束发生器的俯视图;

[0022] 图 5 是示出了一种配置的示意图,即,发生器可通过该配置确定与表面的距离;以及

[0023] 图 6 至图 22 示出了参考光束发生器的使用方法。

[0024] 具体实施方法

[0025] 参考图 1 至图 4,它们示出了包含第一投射回转台 12、第二投射回转台 14 和第三投射回转台 16 的参考光束发生器 10。第一投射回转台 12 投射第一扇形激光光束 18,其用虚线示意示出。扇形激光光束 18 被投射在第一平面中,其在图 1 中被描绘为垂直平面。第二投射回转台 14 投射第二扇形激光光束 20。第二扇形激光光束 20 被投射在垂直于所述第一平面的第二平面中。该第二平面也显示为垂直平面。最后,第三投射回转台 16 投射第三扇形激光光束 22。第三扇形激光光束 22 被投射在第三平面中,该第三平面被显示为垂直于第一扇形光束 18 和第二扇形光束 20 分别位于的第一平面和第二平面的水平面。仅仅为了说明的目的,扇形光束 18、20 和 22 被描绘为长度短的、薄的、平坦的和宽度扩展的。实际上,由参考光束发生器产生的薄的扇形光束跨越工作场地延伸很多英尺,以在远离发生器 10 的位置处提供参考线和参考点。此外,如果需要,这些光束可扩展大得多的角度,例如,扇形光束可扩展实质上大于  $90^\circ$  的角度。

[0026] 回转台支架 24 支撑第一投射回转台 12、第二投射回转台 14 和第三投射回转台 16,以使每个回转台可绕着垂直于它将扇形激光光束投射的平面的轴枢轴转动过完整的一周。回转台支架 24 包括顶板 26 以及两个侧板 28 和 30。回转台 12、14 和 16 中的每一个包括用于支撑回转台并允许操作员手工旋转回转台的枢轴装置。例如,第二回转台 14 包括通

过固定在板 30 中的轴承 34 啮合的轴 32。轴承 34 被选择成提供充足的摩擦,以便当回转台 14 被操作员手工旋转到期望的位置时,回转台保持在该位置上,直到它被操作员再次旋转。如果需要,额外的摩擦元件可被固定在与轴 32 接触的回转台支架 24 中,以增加对转动回转台 14 的摩擦阻力。尽管未在这些附图中示出,但是回转台 12 和 16 也具有相同的枢轴装置,这些相同的枢轴装置提供其支撑,允许操作员手工旋转这些回转台,并提供充足的摩擦以使这些回转台在被手工旋转以后保持在适当的位置。枢轴装置提供了每个回转台 12、14 和 16 绕着基本垂直于扇形激光光束 18、20 和 22 从各自的后转台被投射至的平面的轴的枢轴转动。也可使用其它枢轴装置来代替轴 32 和轴承 34。

[0027] 当使用参考光束发生器时,回转台支架 24 通常被安装在三角架或其它支撑结构上。三角架或其它支撑结构被固定于底板 36。回转台支架的上部包括支架销 38 以及一对调节元件 40 和 42。调节元件 40 和 42 包括分别旋转螺纹轴 48 和 50 的指轮 44 和 46。销 38 允许当操作员旋转指轮 40 和 42 时回转台支架 24 的上部在两个正交方向上倾斜。为了帮助调节过程并且为了便于校平回转台支架 24,传统结构的气泡水平仪 52 和 54 被安装在回转台 24 的上部上。扇形光束可通过该配置被非常精确地投射在垂直平面和水平平面上。手柄 55 被直接连接到板 36 以允许操作员在设置过程期间容易调节发生器 10。

[0028] 投射回转台 12、14 和 16 包括回转台主体 56、58 和 60,它们分别限定射出光束 18、20 和 22 的缝 62、64 和 66。如图 5 所描绘的,每个回转台主体包括:激光源,例如提供激光光束 70 的激光二极管 68;功率源,例如用于当开关 74 被启动时给激光二极管 68 提供功率的电池 72;以及透镜,例如用于将光束 70 重定向为在 78 所示的扇形的柱面透镜 76。在光束路径中还包括在将激光扩展为扇形配置之前将它准直的准直透镜 80。如果需要,准直透镜 80 可被省略。此外,扇形光束也可使用线生成棱镜 (line-generating prism) 或衍射光学器件产生。

[0029] 尽管可为每个回转台之中的每个激光二极管提供分离的电池,但是如果需要,可通过滑动电触头装置或其它装置将单个电池或其它功率源连接到每个回转台之中的激光二极管。对于这样的中央功率源,功率源被容纳在回转台支架 24 中,并且每个轴 32 装有一对导体,导体被连接到功率源的滑动触头或滑动刷收紧 (contracted)。可选择地,这些导体可位于回转台 12、14 和 16 上。作为又一个可选方案,为了给回转台之中的激光二极管提供功率,中央电池可设置在回转台支架 24 中,绝缘导线延伸到每个回转台。当然,使用这种布置,每个回转台的旋转被导线长度限制。

[0030] 图 1 至图 4 中显示的参考光束发生器 10 被手工调节。然而,应认识到,可提供各种自动特征。例如,投射回转台支架 24 可包括用于旋转第一回转台 12 的第一枢轴电动机、用于旋转第二回转台 14 的第二枢轴电动机和用于旋转第三回转台 16 的第三枢轴电动机。优选,第一枢轴电动机、第二枢轴电动机和第三枢轴电动机中的每一个响应于电动机控制电路。远程控制机制可允许操作员从一段距离外控制三个回转台之中的每一个的旋转。

[0031] 应认识到,参考光束发生器产生被投射到表面上的参考线。这些参考线是相对明亮的。这是通过限制参考线的长度由低功率激光二极管来完成的。如果从回转台引导扇形光束 18、20 和 22 只通过有限的范围,那么光束的功率将被更有效地使用。例如,如果光束以 15 度角发散,那么由此产生的线的亮度将是在光束被同时投射整个 360 度的情况下产生的线的亮度的 24 倍。即使相对宽的 90 度发散也产生亮度是在光束被投射整个 360 度的情



况下产生的线的亮度的 4 倍的线。可能期望将甚至更明亮的参考圆添加至被投射的线的中心。这是通过将比柱面透镜略大的被准直的激光光束引导到柱面透镜 76 来完成的。柱面透镜 76 被支撑成使超出其边界的大多数光不被阻断并且在柱面透镜 76 周围通过,以在从回转台投射的激光线的中心处形成光斑。光可仅仅在一侧上或者同时在两侧上在柱面透镜 76 周围通过。

[0032] 结构中的其它变形可被引入参考光束发生器中。例如,第一扇形激光光束、第二扇形激光光束和第三扇形激光光束每个可使用产生绿光或红光的类型的激光二极管来产生。此外,不同颜色的扇形光束可从各回转台产生。

[0033] 如果需要,参考光束发生器可被配置为测量并显示从发生器到参考光束被投射的表面的距离。发生器可包括飞行时间电路,该飞行时间电路测量光束从发生器至表面、被表面反射并且然后返回发生器所需的最短时间。如图 5 所示,发生器可包括调制器 90,该调制器 90 非常短暂地中断激光二极管 68 的功率。计时器电路 92 确定从表面返回的光到达发生器、被镜 94 发射并且被光电探测器 96 感测所需的时间。然后,计时器电路 92 将测量的距离输出至显示器 94 以被操作员查看。

[0034] 图 6 至图 21 示出了可使用发生器 10 的各种方法。最初,参考光束发生器 10 必须相对于光束被投射至的多个表面被定向。为了说明的目的,附图显示了简化的发生器 10,该发生器 10 在房间的图示中被悬挂。如图 6 所示,第一扇形激光光束 18 和第二扇形激光光束 22 被投射在第一表面 100 上,以使第一参考点“点 1”被限定在第一表面上的两个光束 18 和 22 的交点处。然后,两个光束中被示为光束 22 的一个光束被旋转,以使它照射邻近第一表面 100 的第二表面 102。接下来,在图 7 中被示为光束 20 的第一扇形光束、第二扇形光束和第三扇形光束中的第三个被投射,以使它照射第二表面 102 并与第一扇形光束和第二扇形光束中照射第二表面的一个扇形光束相交,从而在第二表面 102 上限定第二参考点“点 3”。该过程在图 8 中重复,将这些光束投射到与观察者最近的表面上,其中光束 18 被恢复运行,而光束 20 被切断。“点 2”按照这种方式被限定。该过程在图 9 中重复,在表面 104 上限定“点 4”。如图 10 所示,该过程被再次重复,使光束的交点返回“点 1”。

[0035] 如图 11 至图 14 所示,该过程可重复,在该过程中,表面 106 上的“点 5”、最近的表面上的“点 2”、表面 108 上的“点 6”和表面 100 上的“点 1”被限定。该过程可在图 15 至图 19 中重复,在该过程中,表面 104 上的“点 4”、表面 106 上的“点 5”、表面 102 上的“点 3”和表面 108 上的“点 6”被限定。该过程被再次重复,使光束的交点返回表面 104 上的“点 4”。图 20 和图 21 描绘该系统从二光束模式转换为三光束模式,在二光束模式中,“点 1”被限定在表面 100 上,在三光束模式中,表面 100 上的“点 1”和表面 104 上的“点 4”被同时限定。

[0036] 应认识到,来自一个表面的点可被转换成在相对的表面上的对应点。例如,如图 6 所示,第一扇形激光光束和第二扇形激光光束可被投射在第一表面例如 100 上,以使第一参考点“点 1”被限定在两个光束 18 和 22 的交点处。然后,第一扇形光束 18 和第二扇形光束 22 可被同时旋转,以使它们都照射与第一表面相对的第二表面,如图 8 所示。然后,光束被投射,以使它们照射第二表面并在第二表面上相交,从而在第二表面上限定第二参考点,在该情况下为“点 2”。点 1 和点 2 的相对位置将取决于发生器 10 在房间内的位置和它的方向。

[0037] 应认识到,尽管附图中的图 6 至图 20 示出仅仅限定了一个参考点的发生器,附图

中的图 21 示出仅仅限定了两个参考点的发生器,但是通过加宽扇形光束,三个或更多个参考点可通过在各种表面上使光束相交被限定。如图 22 所示,这些光束是足够宽的,以使回转台 12 和 14 可被向上转动以与回转台 16 的扇形光束 22 一起创建点 1、4 和 5,或者被向下转动以与回转台 16 的扇形光束 22 一起创建点 1、4 和 6。如图 22 所示,点 1、4 和 5 是由具有  $90^\circ$  或更宽的宽度的光束限定的。可使用甚至更宽的光束来在各表面上产生额外的参考点。

[0038] 应认识到,虽然激光二极管被称为参考光束发生器的光源,但是在某些应用中可使用其它激光光源。此外,可构造使用非相干光的参考光束发生器。然而,这种发生器可具有短得多的工作范围,因为参考光束将在一段距离处快速地加宽并且减小可达到的精度。

[0039] 从附图、公开和所附权利要求的研究中,可获得参考光束发生器的其它方面。

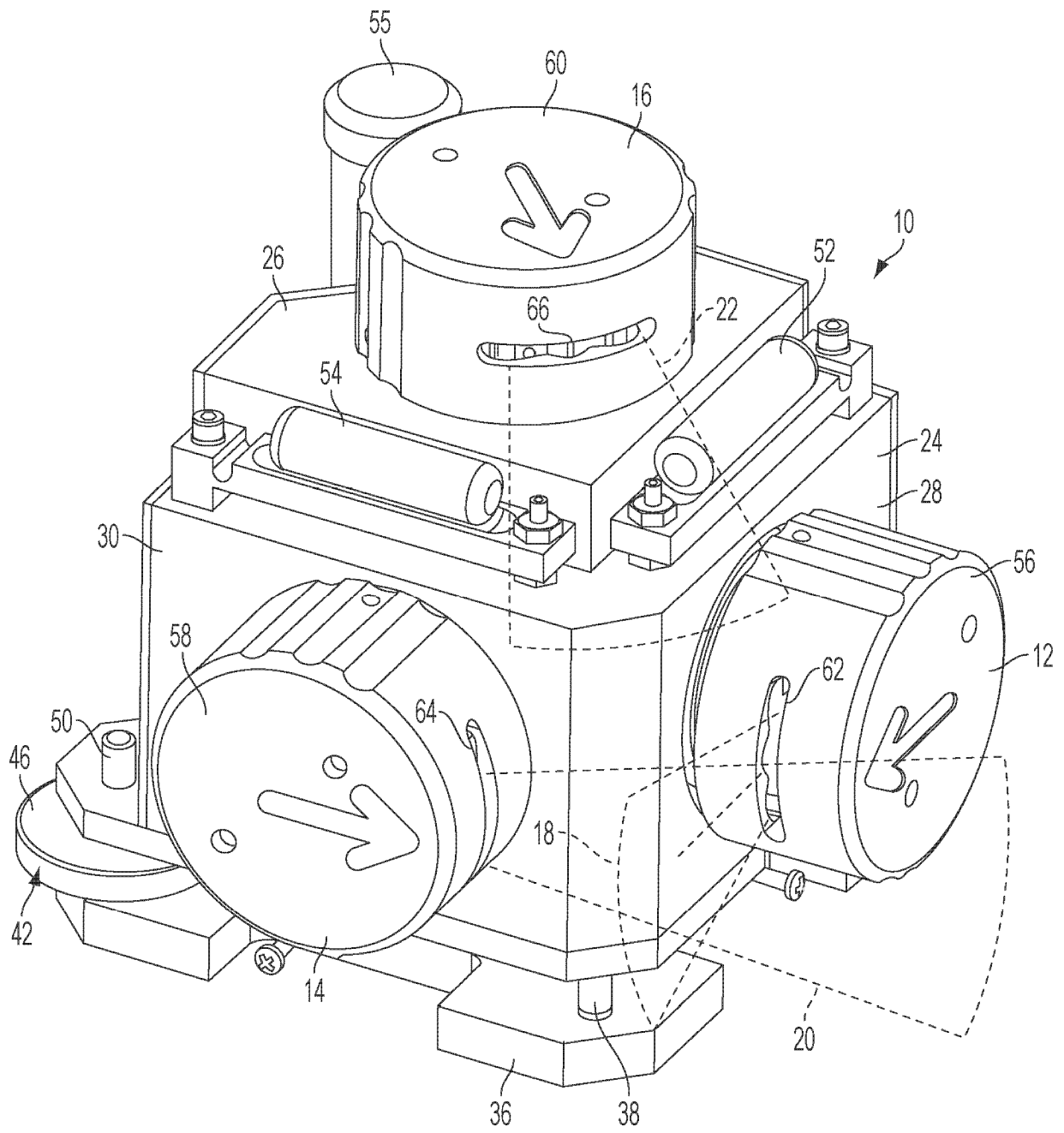


图 1

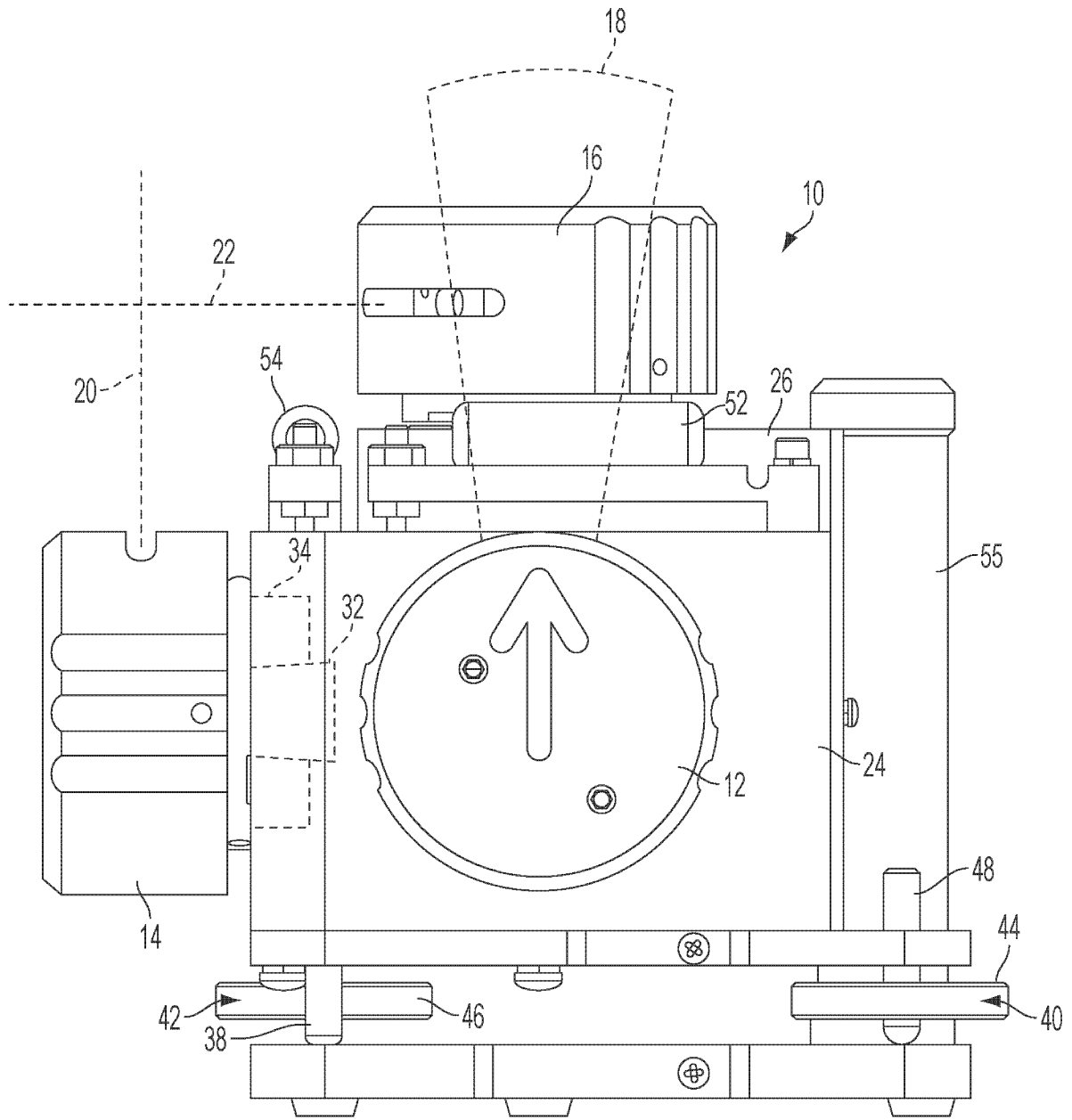


图 2

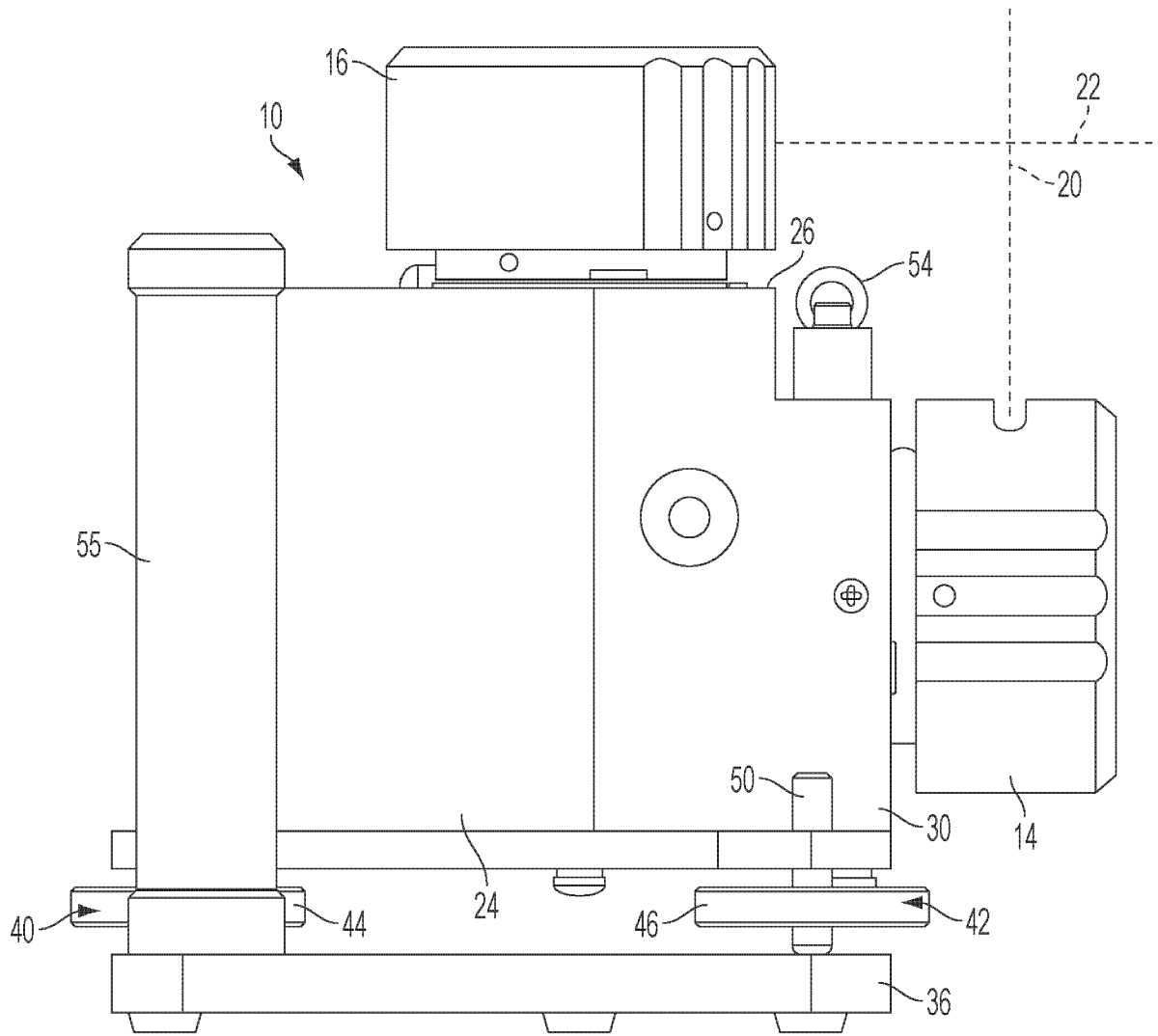


图 3

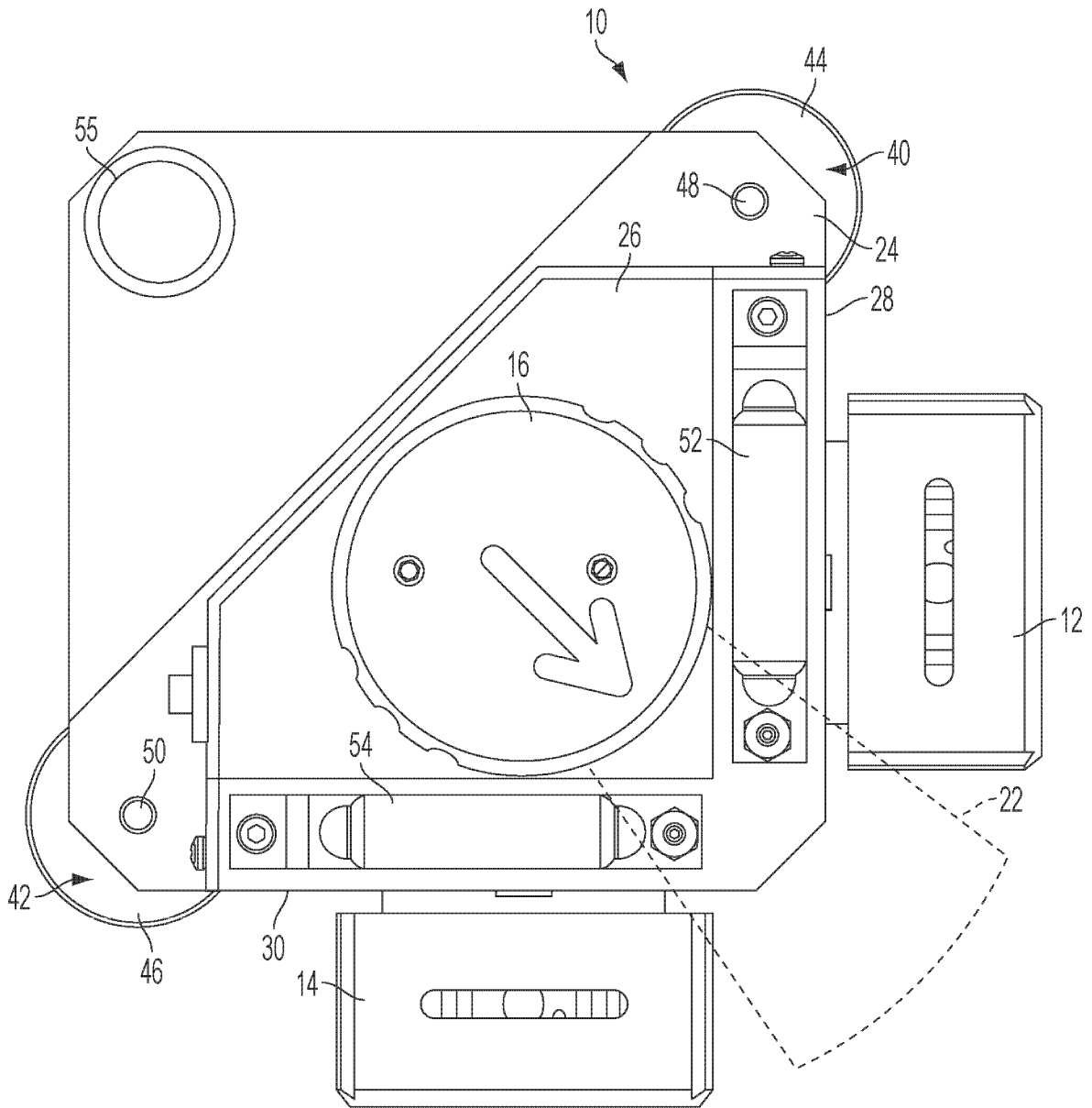


图 4

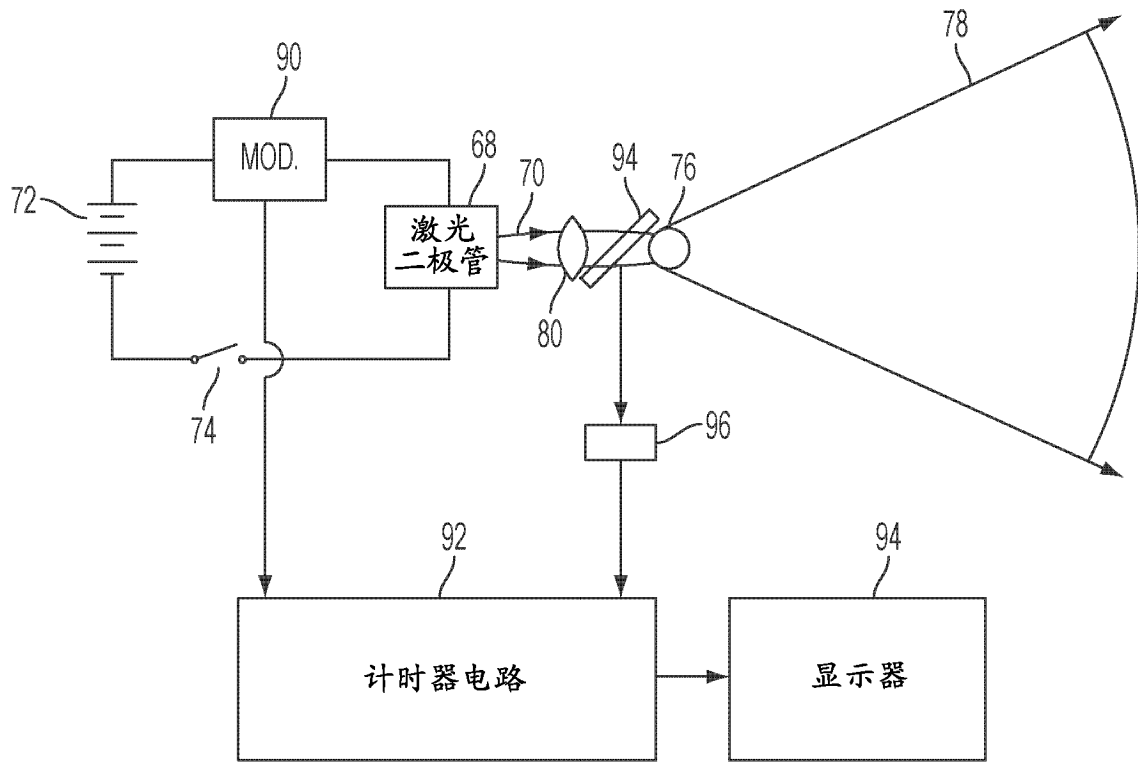


图 5

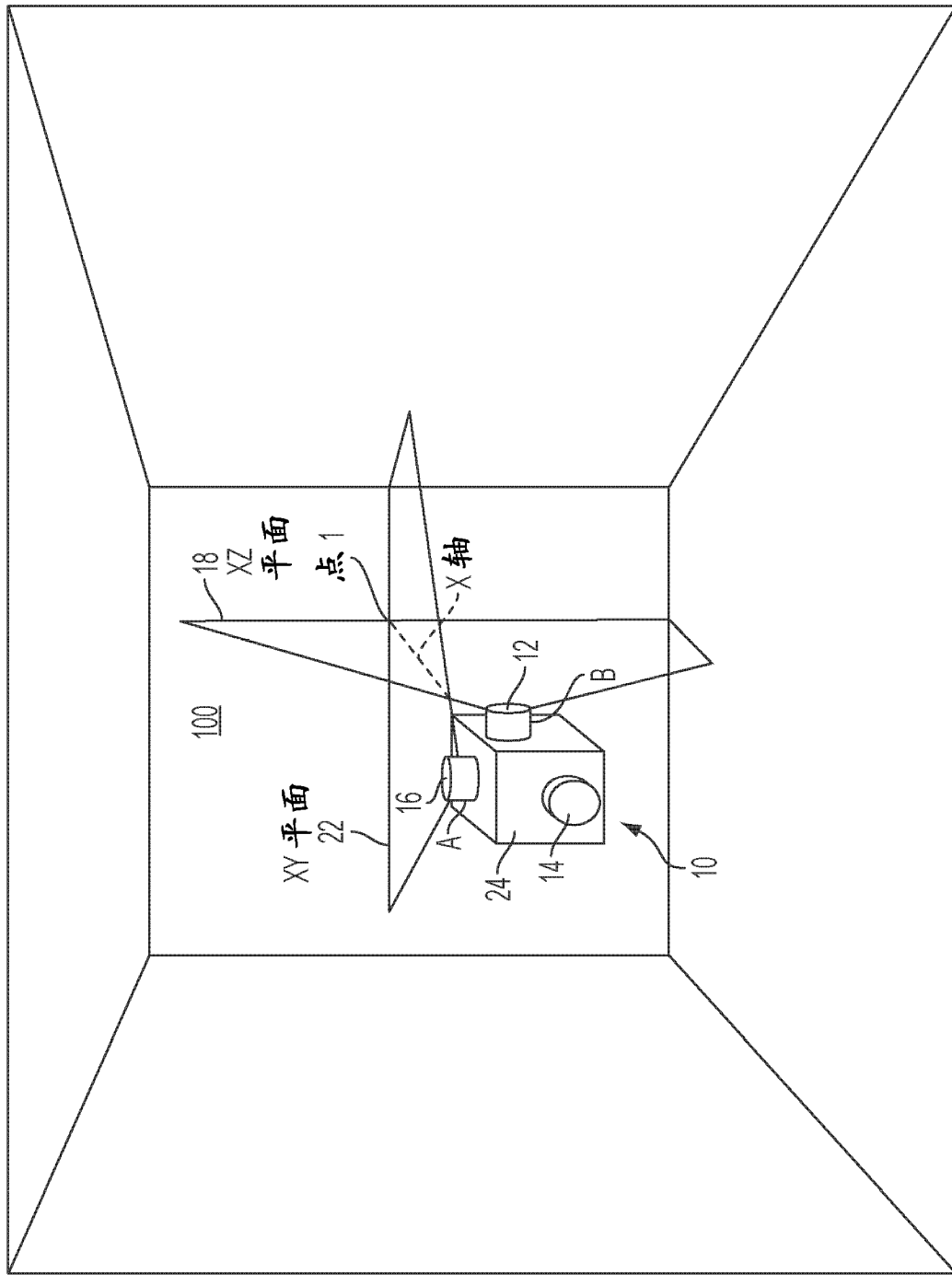


图 6



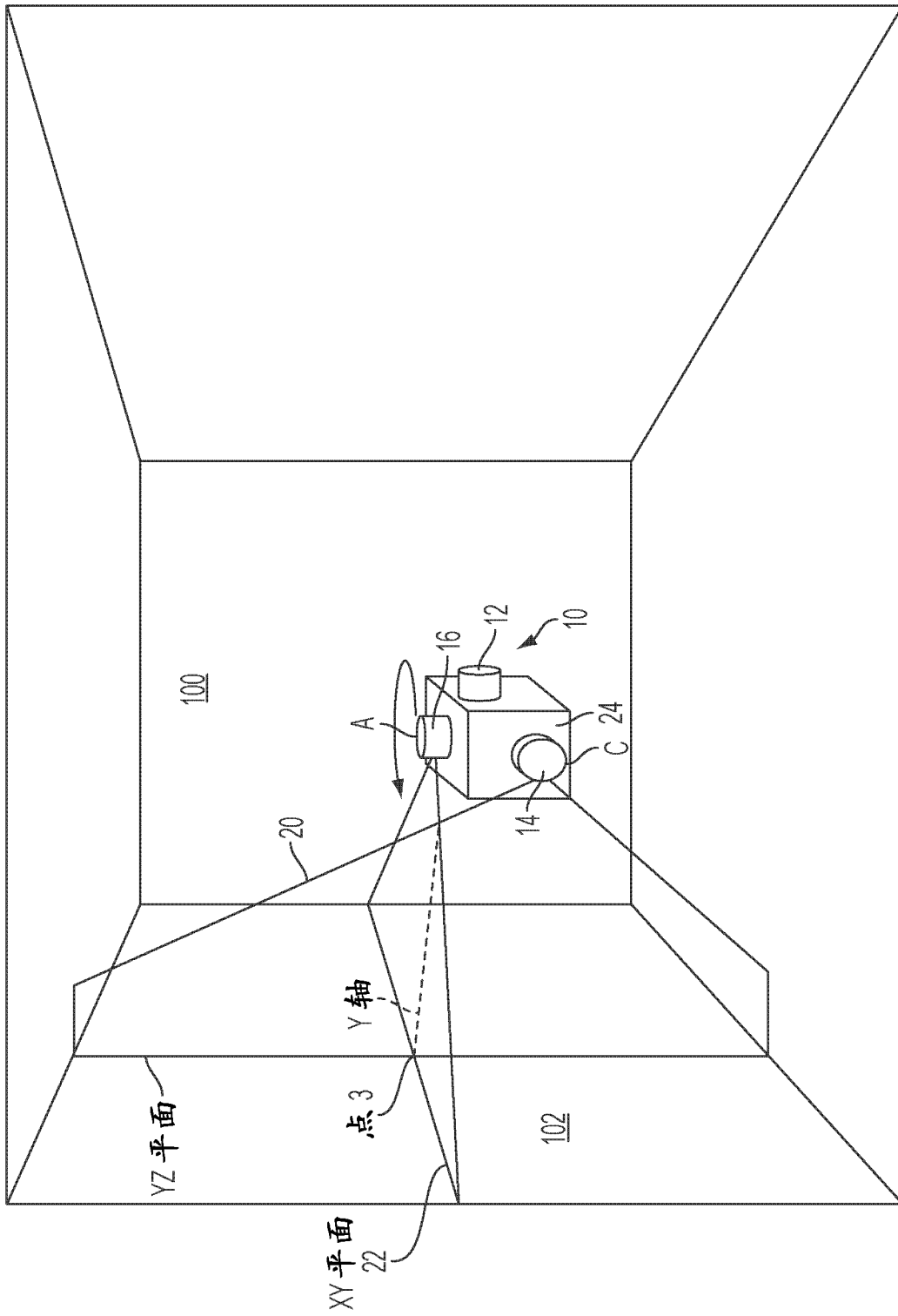


图 7

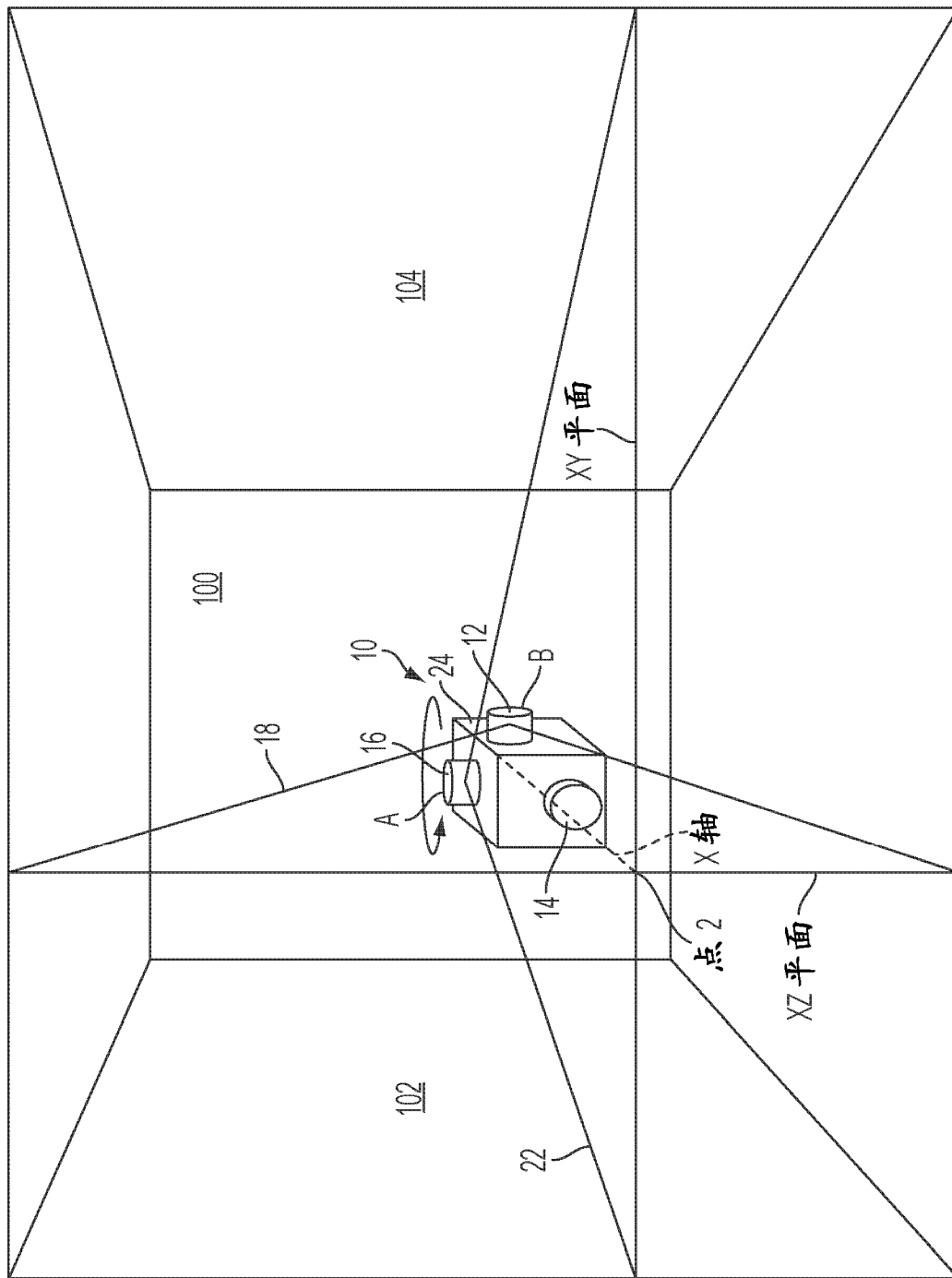


图 8

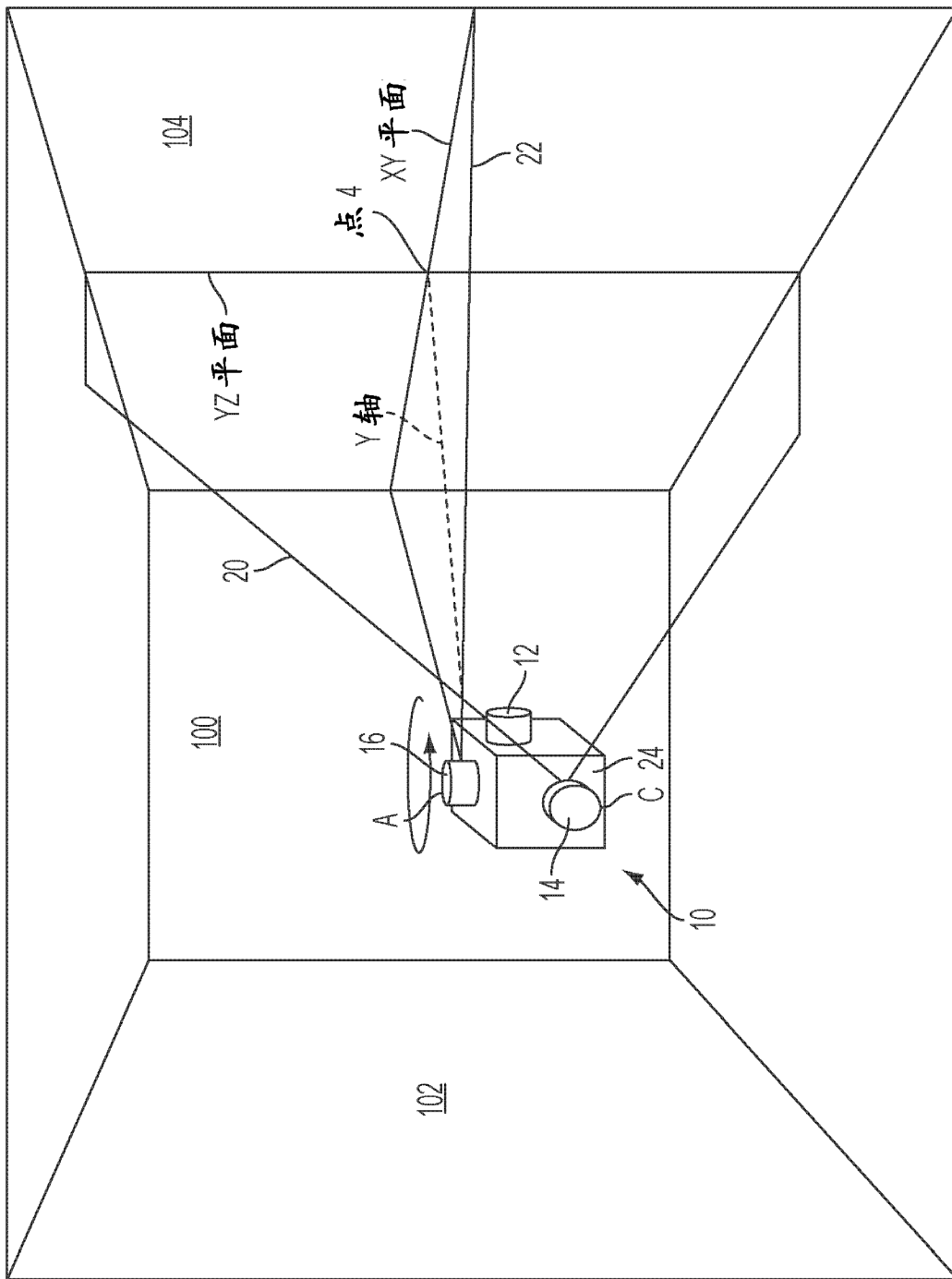


图 9

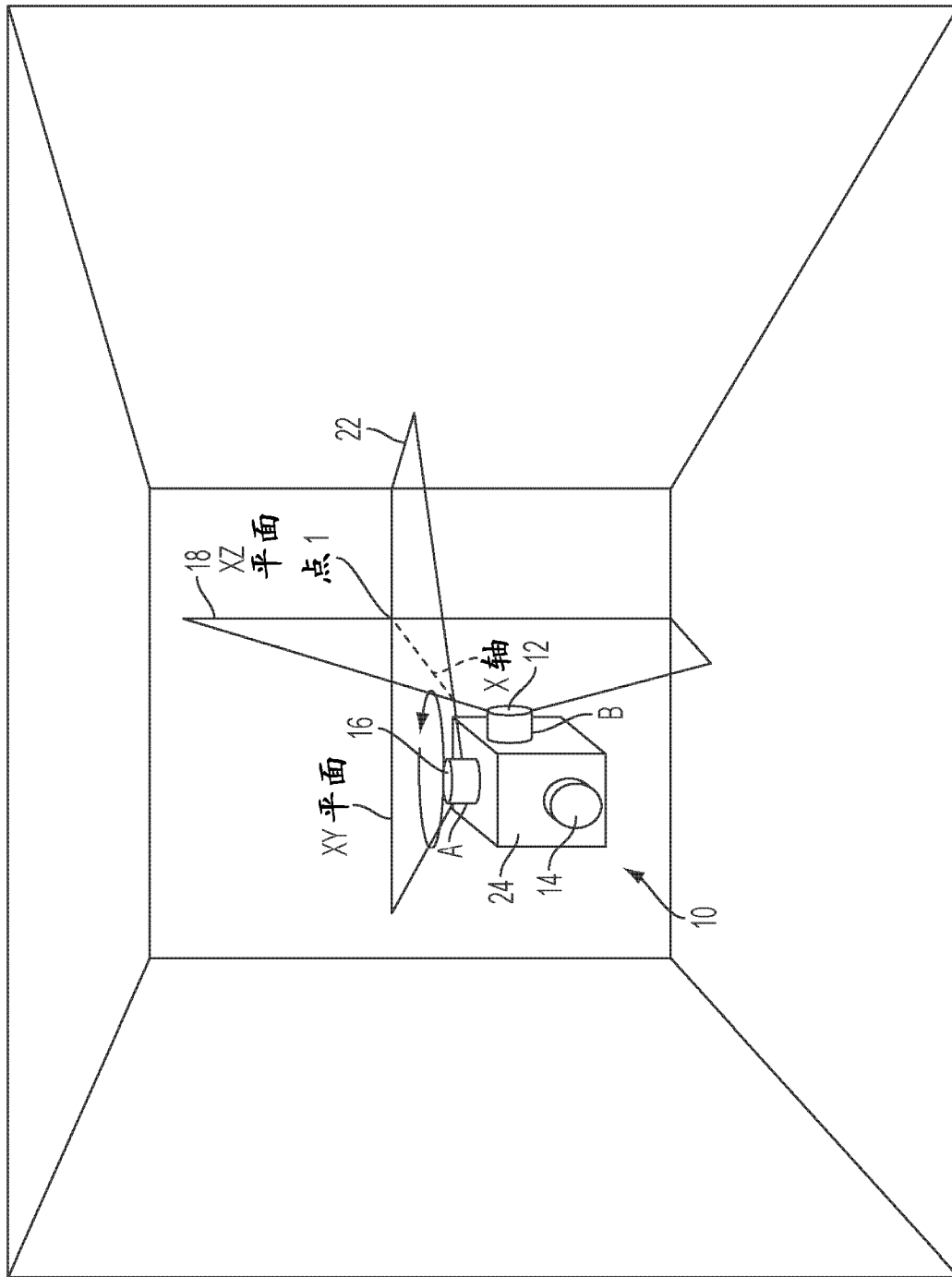


图 10

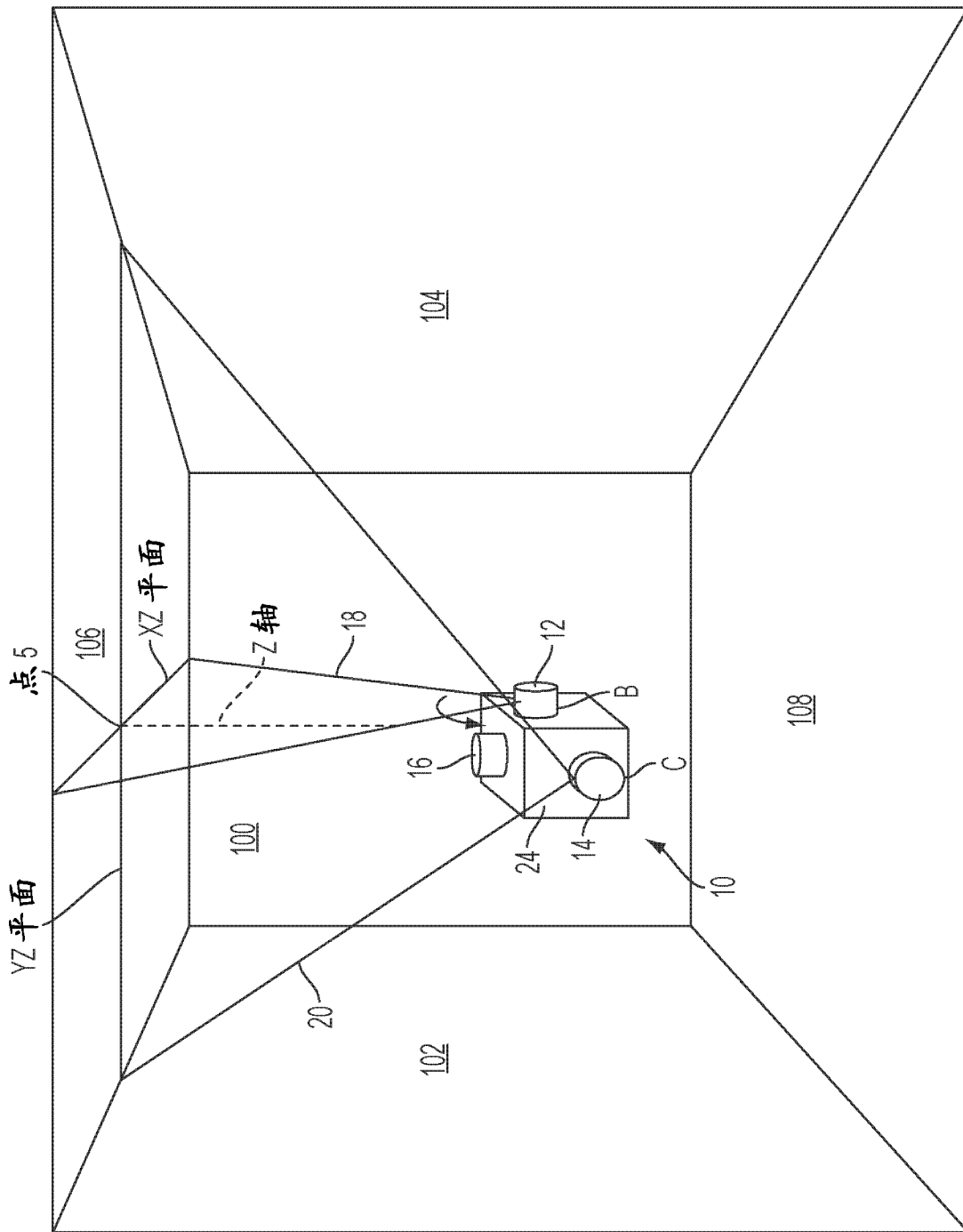


图 11

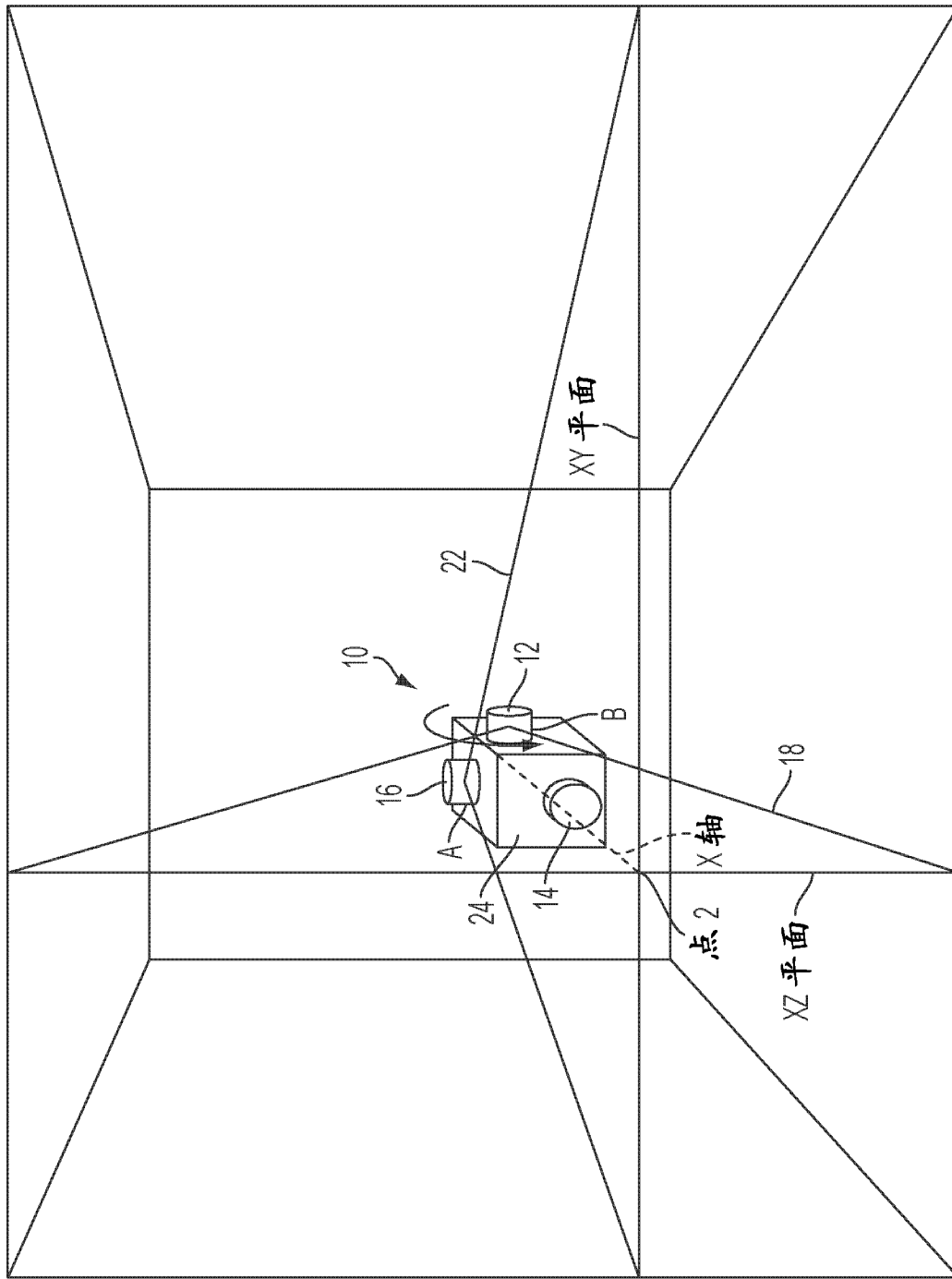


图 12

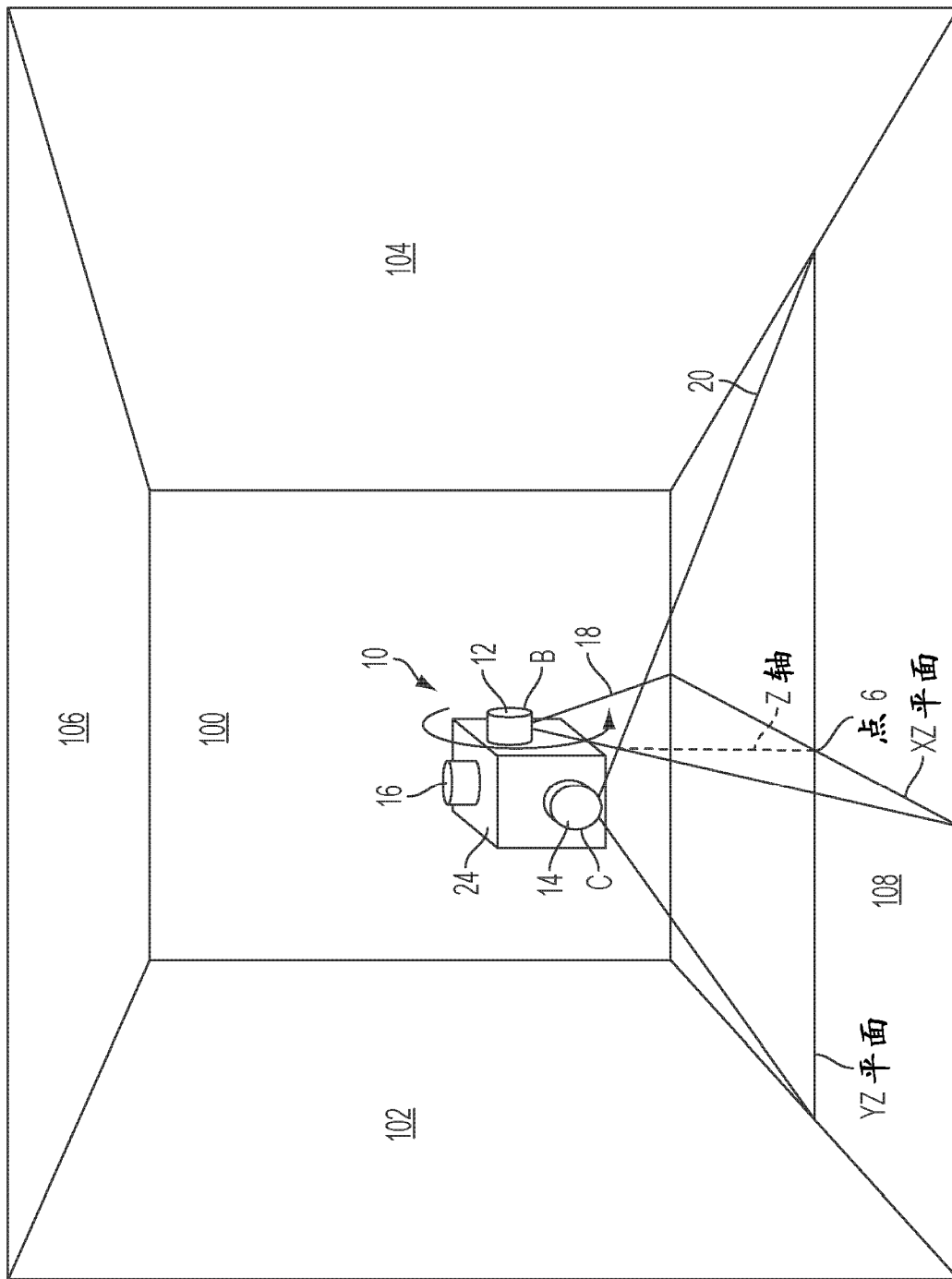


图 13

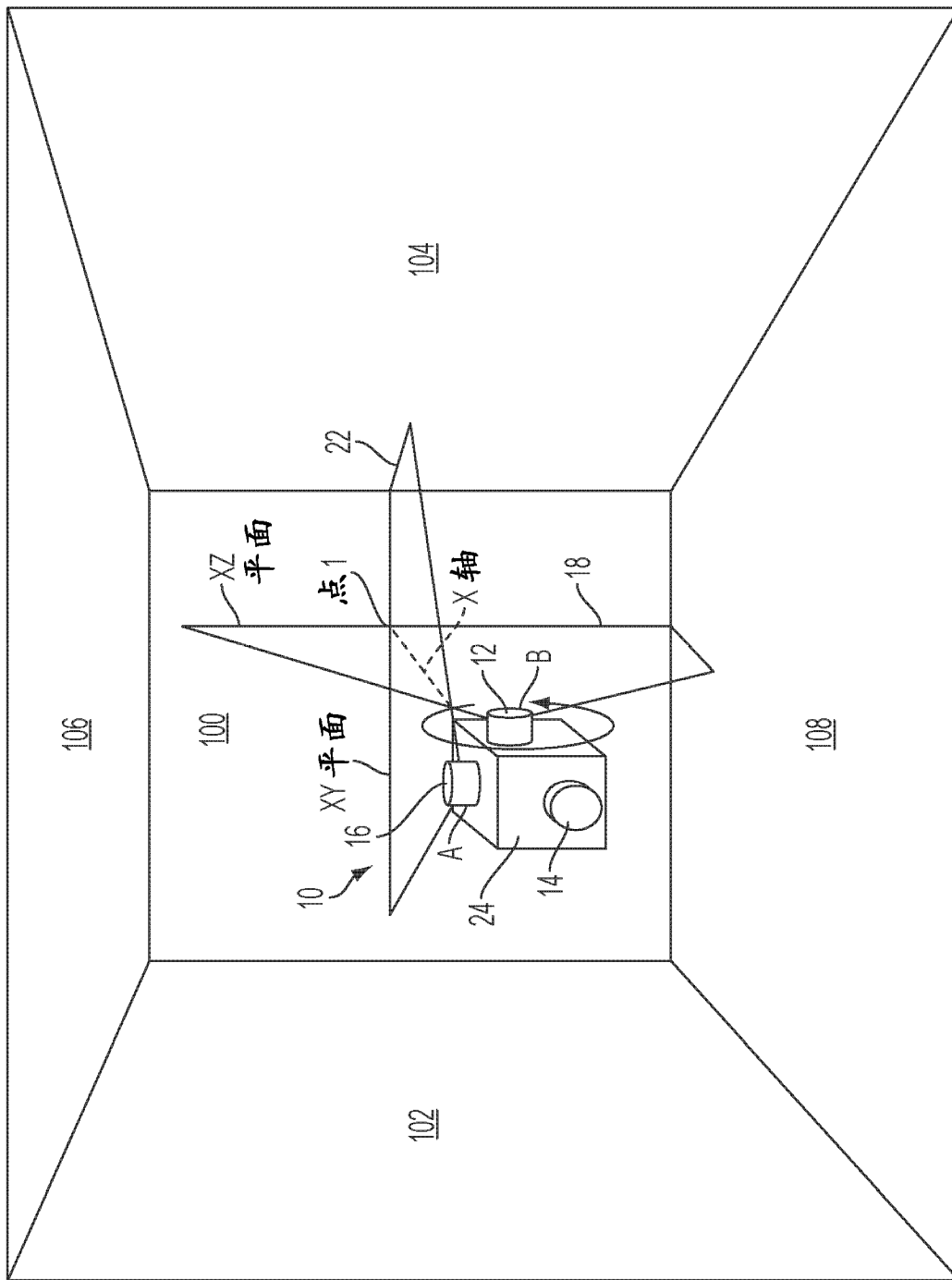


图 14



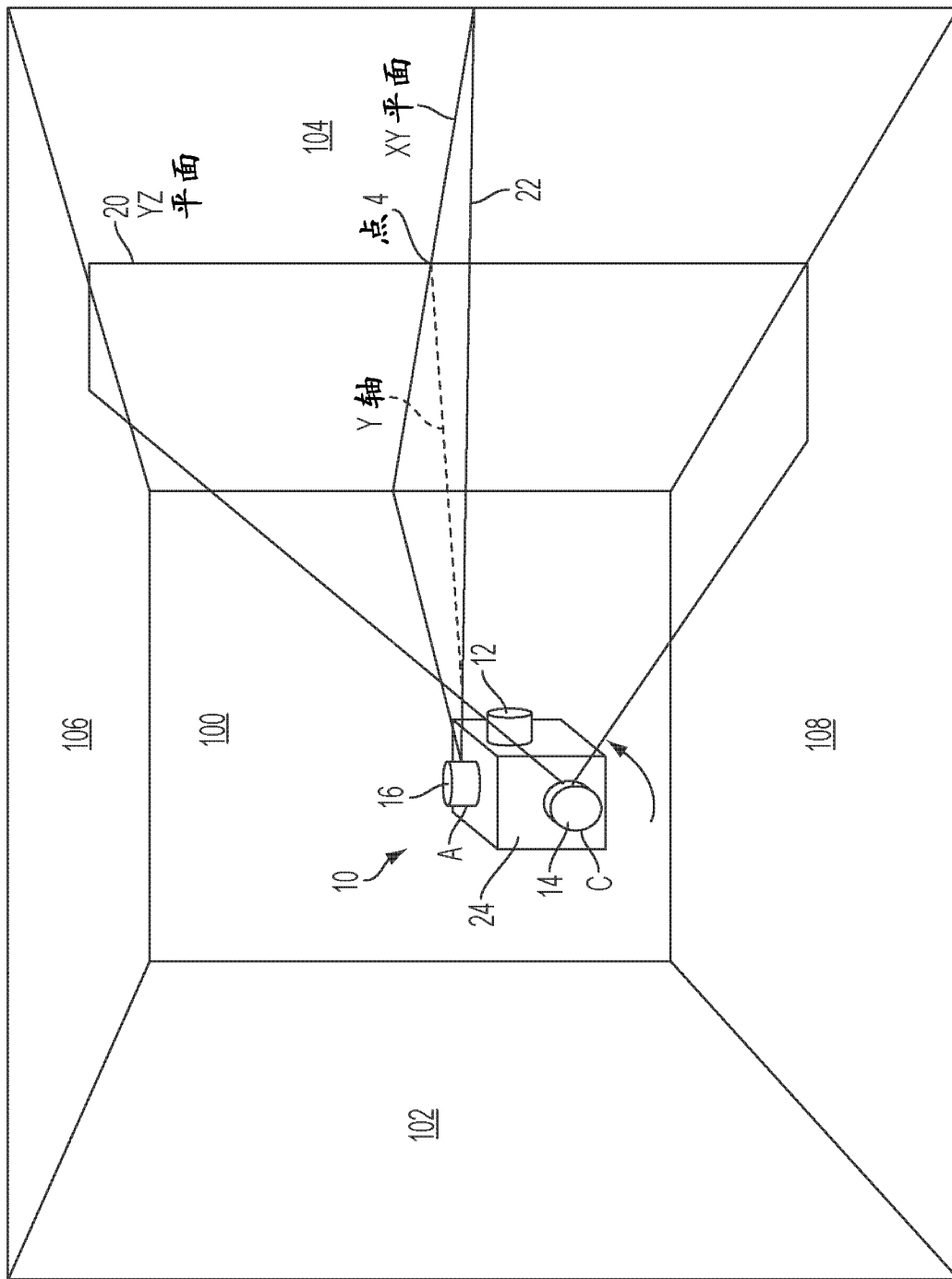


图 15

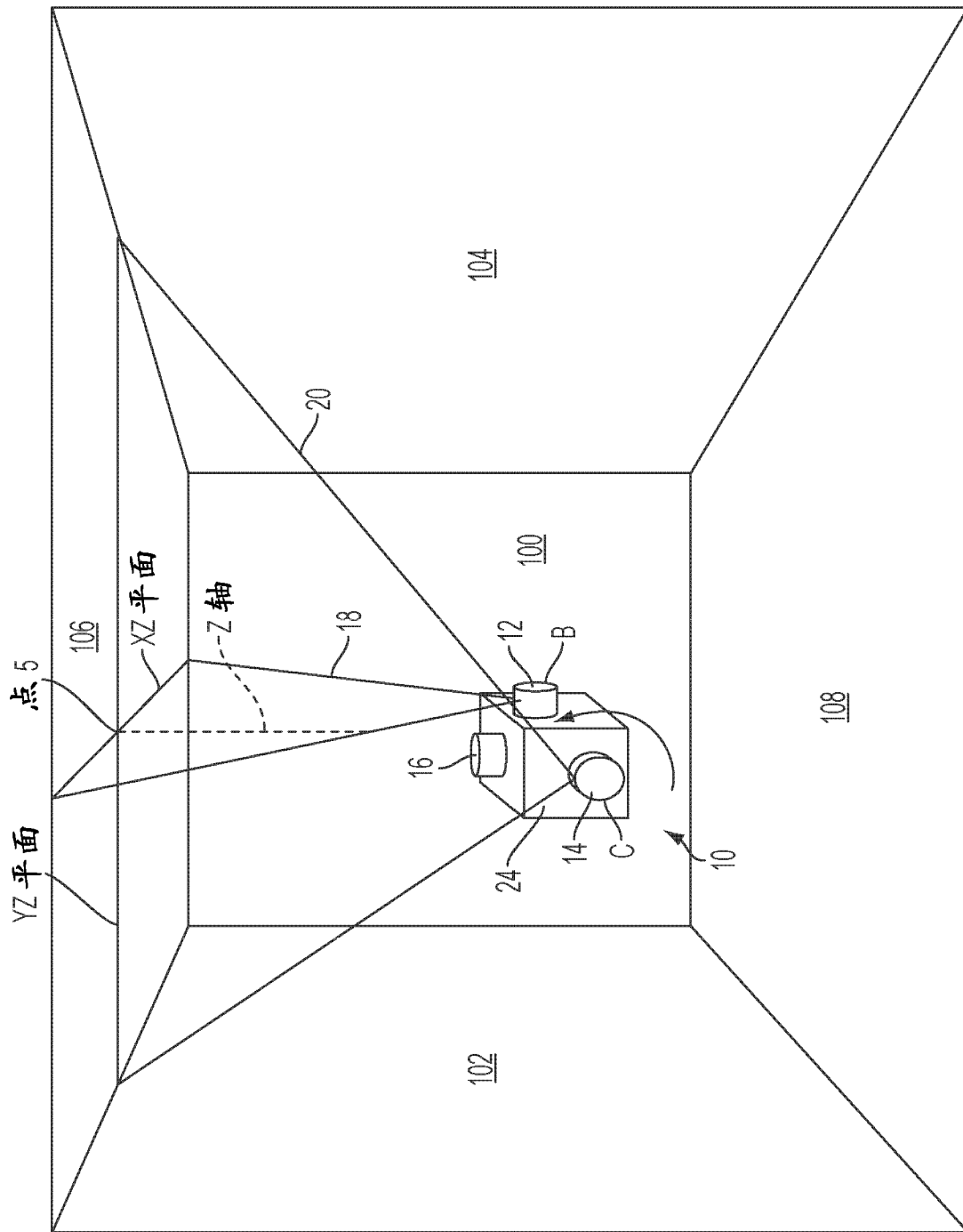


图 16

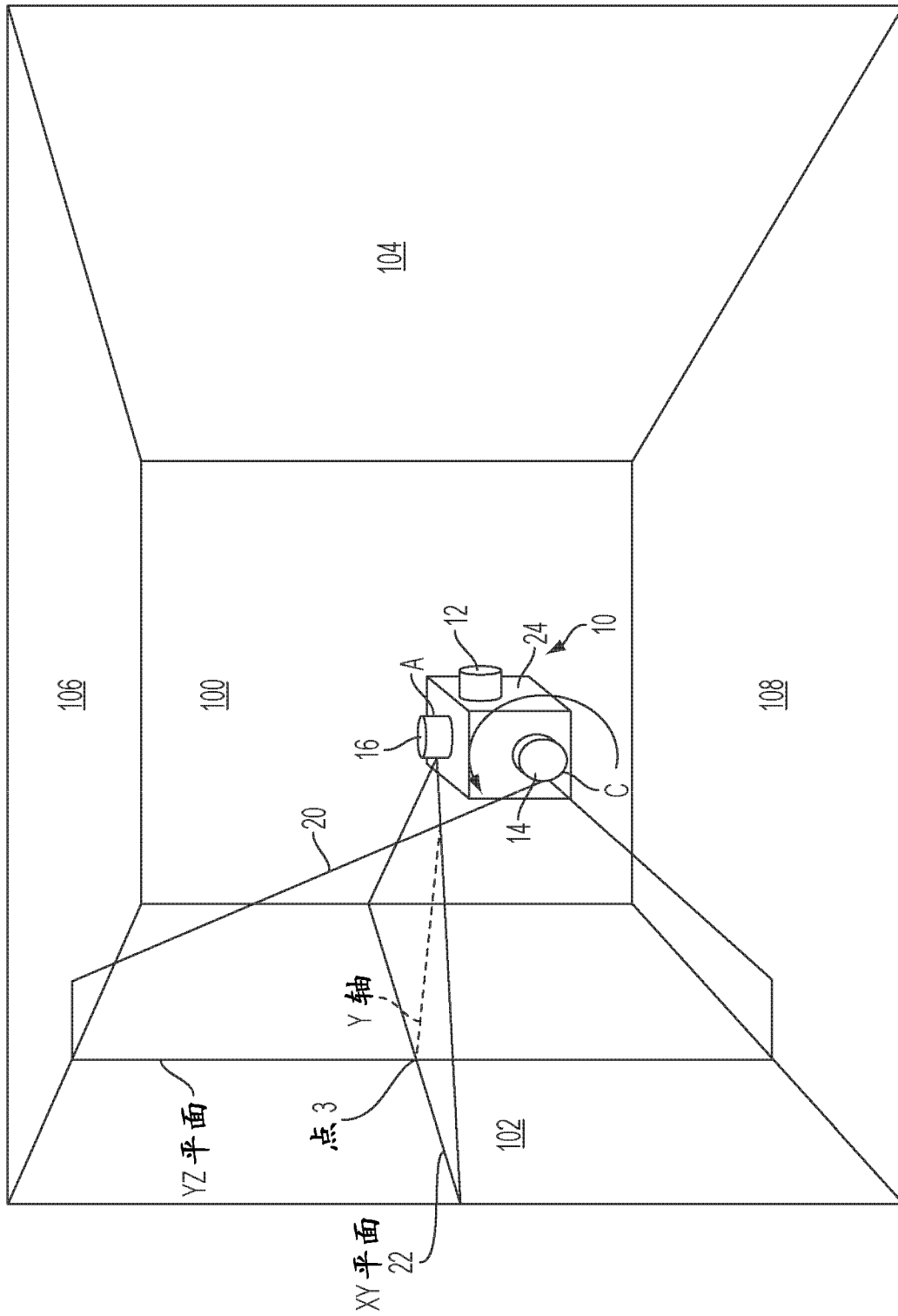


图 17

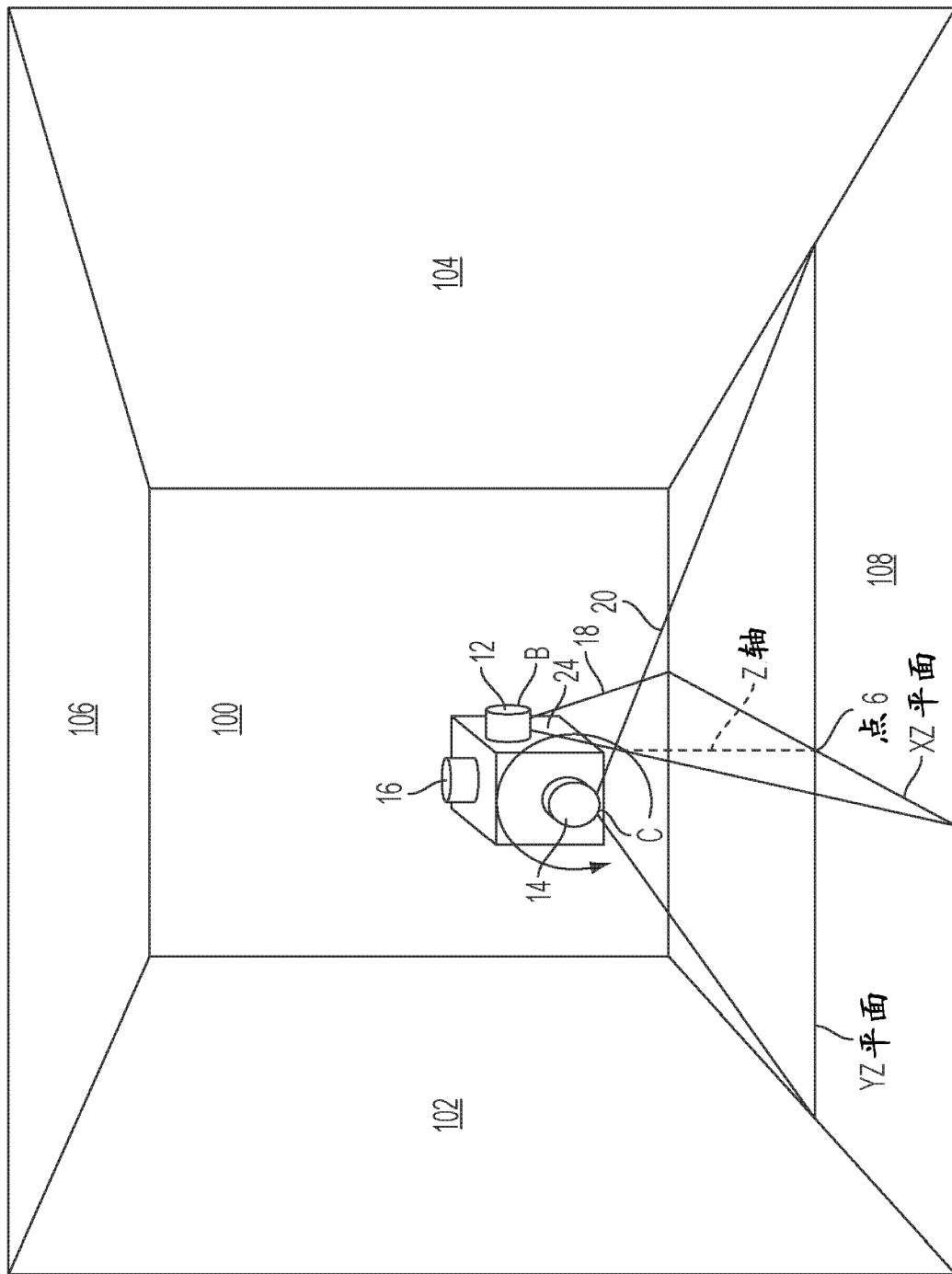


图 18

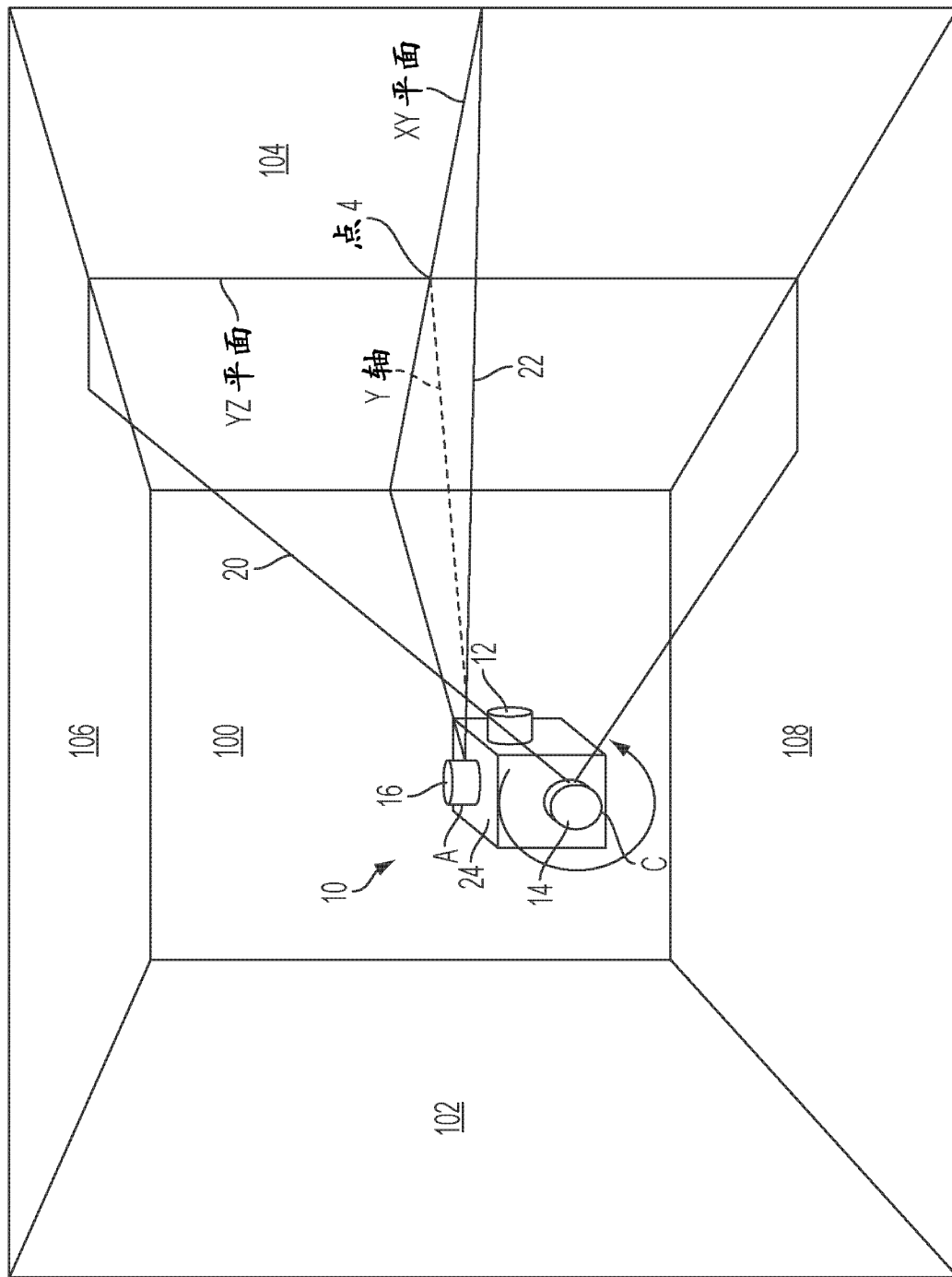


图 19

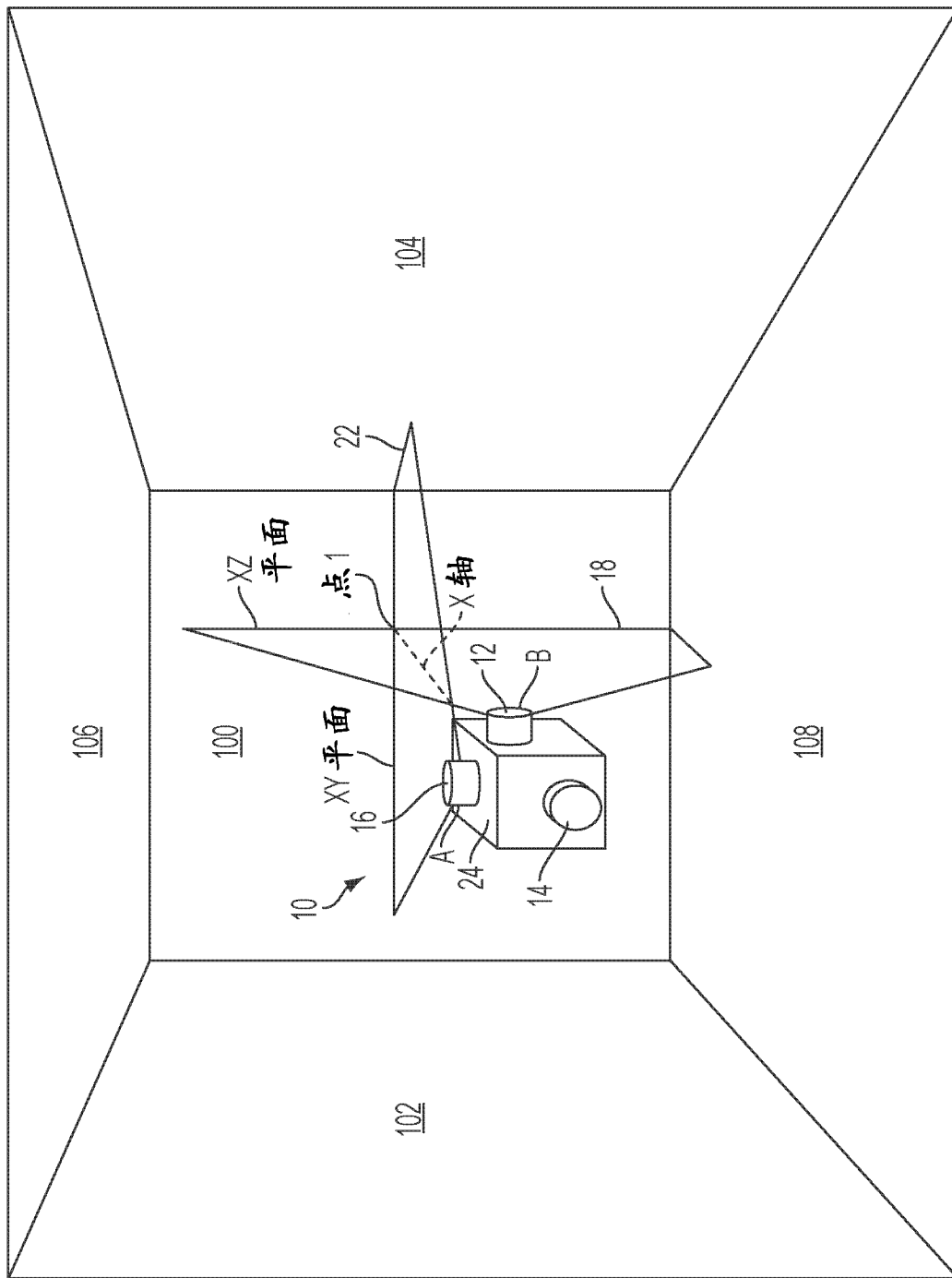


图 20

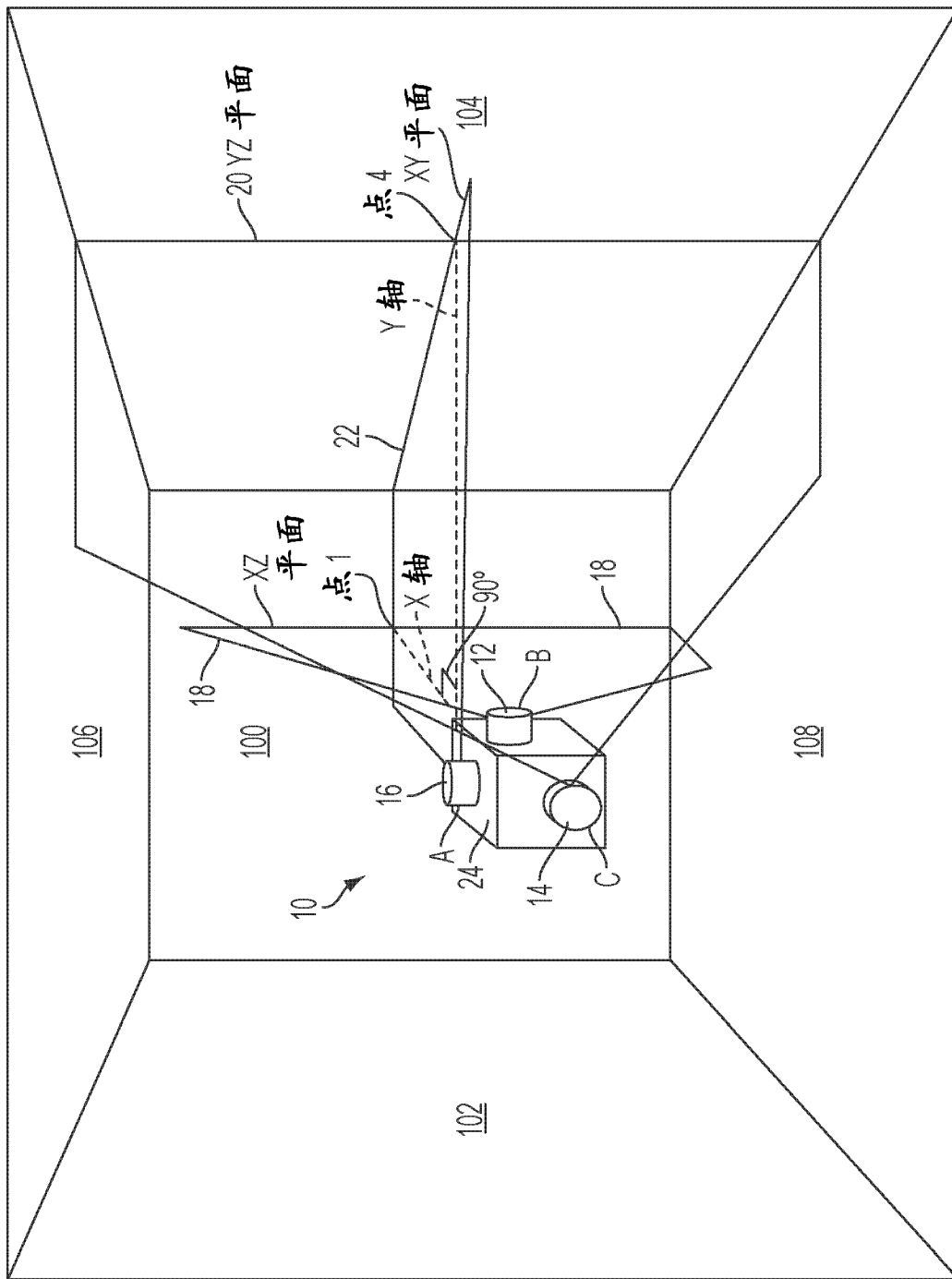


图 21

