



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106068462 B

(45)授权公告日 2019.08.09

(21)申请号 201480063724.9

(22)申请日 2014.10.31

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106068462 A

(43)申请公布日 2016.11.02

(30)优先权数据  
61/906469 2013.11.20 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2016.05.20

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/IB2014/065732 2014.10.31

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02015/075590 EN 2015.05.28

(73)专利权人 飞利浦灯具控股公司  
地址 荷兰埃因霍温

(72)发明人 D.V.R.恩格伦 B.M.范德斯鲁伊斯  
P.S.纽顿 D.V.阿里亚克塞耶尤

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
72001

代理人 李静岚 景军平

(51)Int.Cl.  
G01S 1/70(2006.01)  
G01S 5/16(2006.01)

(56)对比文件  
US 2005/0213082 A1,2005.09.29,  
JP 特许第5056009号 B2,2012.08.10,  
CN 101825697 A,2010.09.08,  
CN 102901948 A,2013.01.30,  
US 8334901 B1,2012.12.18,

审查员 陈曦

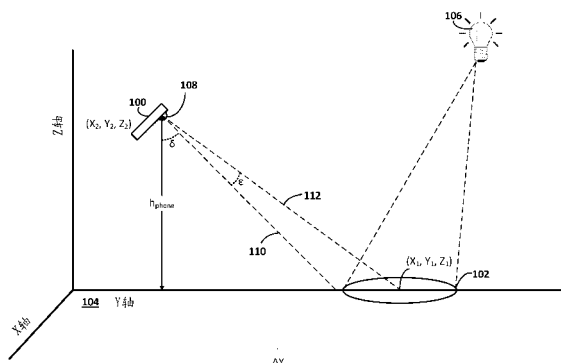
权利要求书2页 说明书11页 附图7页

### (54)发明名称

用于基于光的定位和导航的方法和装置

### (57)摘要

本文描述涉及基于光的定位的系统、方法、移动计算设备和计算机可读介质。在各个实施例中,光源(106)可被调试以选择性激励一个或多个LED以发射承载编码光信号的光。编码光信号可传达关于由一个或多个LED在表面(104)上投射的照明效果(102)的位置的信息。在各个实施例中,移动计算设备(100),如智能电话或平板电脑可检测来自照明效果和/或来自光源的这些编码光信号,提取位置信息并且利用其来确定它们在环境内的位置。



1. 一种用于计算移动计算设备(100)在环境内的位置的计算机实施的方法,包括:  
在所述移动计算设备处接收(602)源自光源(106)的编码光信号;  
通过所述移动计算设备从所述编码光信号提取(604)关于由所述光源投射到表面(104)上的照明效果(102)的中心的方位坐标的信息;  
通过所述移动计算设备确定(610)所述移动计算设备相对于所述表面的取向;和  
通过所述移动计算设备至少部分基于所述照明效果的所述位置和所述移动计算设备的所述取向来计算(616)所述移动计算设备在所述环境内的所述位置。
2. 如权利要求1所述的计算机实施的方法,其中所述计算包括计算(614)从所述照明效果的所述中心到所述移动计算设备的距离。
3. 如权利要求2所述的计算机实施的方法,进一步包括通过所述移动计算设备计算在从所述移动计算设备的相机镜头的焦点沿着所述相机镜头的中心轴延伸至所述表面的第一矢量与从所述焦点延伸到所述照明效果的所述中心的第二矢量之间的角度,其中计算所述位置进一步基于所述角度。
4. 如权利要求3所述的计算机实施的方法,其中计算所述角度至少部分基于所述照明效果在所述移动计算设备的显示器上的再现与所述显示器的中心之间的距离。
5. 如权利要求2所述的计算机实施的方法,其中计算所述位置进一步基于所述移动设备与所述表面的估计参考距离。
6. 如权利要求1所述的计算机实施的方法,其中所述计算包括计算(614)所述移动计算设备与所述光源的距离。
7. 如权利要求6所述的计算机实施的方法,进一步包括由所述移动计算设备计算在垂直于所述表面的第一矢量与从所述光源延伸到所述移动计算设备的第二矢量之间的角度。
8. 如权利要求7所述的计算机实施的方法,其中计算所述角度至少部分基于所述光源在所述移动计算设备的显示器上的再现与所述显示器的中心之间的距离。
9. 如权利要求6所述的计算机实施的方法,进一步包括通过所述移动计算设备从所述编码光信号提取所述光源与所述表面的参考距离,其中,计算所述移动计算设备与所述光源的距离是基于所述参考距离。
10. 如权利要求6所述的计算机实施的方法,进一步包括通过所述移动计算设备确定在从所述移动计算设备沿着所述表面延伸到所述表面上与所述光源相对的位置的第一矢量与相对于磁极预定义的第二参考矢量之间的角度,其中计算所述移动计算设备与所述光源的距离是基于所确定的角度。
11. 一种移动计算设备,包括:  
一个或多个处理器;以及  
可操作地与所述一个或多个处理器耦合的存储器,所述存储器存储被配置为使所述一个或多个处理器执行以下内容的指令:  
接收源自光源的编码光信号;  
从所述编码光信号提取由所述光源投射到表面上的照明效果的中心的方位坐标;  
确定所述移动计算设备相对于所述表面的取向;  
计算在从所述移动计算设备的相机镜头的焦点沿着所述相机镜头的中心轴延伸至所述表面的第一矢量与从所述焦点延伸到所述照明效果的所述中心的第二矢量之间的角度;

以及

至少部分基于所述照明效果的所述中心的所述方位坐标、所述移动计算设备的所述取向和所述角度来计算所述移动计算设备在环境内的位置。

## 用于基于光的定位和导航的方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明大体涉及基于光的定位和导航。更具体地,本文公开的各种创新方法和装置涉及被调试和配置为发射承载关于它们产生的照明效果的位置的信息的编码信号的光源,以及通过移动计算设备对该信息的使用以确定移动计算设备在环境内的位置。

### 背景技术

[0002] 数字照明技术,即基于半导体光源(如发光二极管(LED))的光照,提供了对传统的荧光灯、HID和白炽灯的可行替代。LED的功能优势和益处包括高能量转换和光学效率、耐用性、较低的操作成本和许多其他优势和益处。LED技术的最近进展提供了高效和鲁棒的全光谱照明源,其使能在许多应用中的各种照明效果。实施这些源的一些灯具特征在于照明模块,该照明模块包括能够产生不同颜色(例如红,绿,蓝)的一个或多个LED,以及用于独立地控制LED的输出以生成各种颜色和颜色变化的照明效果的处理器。

[0003] 编码光(CL)系统通常包括多个灯,在多个灯的每个内嵌入唯一的标识符或代码。不可见的标识符或代码可嵌入光源,如LED,以及白炽灯,卤素灯,荧光灯和高强度放电灯。标识符是基于光源的可见光的调制或通过附加的红外源放入光源中或与光源放在一起并且调制由该红外源发射的光。LED特别适合用于CL系统,因为它们允许高调制带宽和频率。

[0004] 由光源发射的唯一标识符或代码可以由各种各样的工具和应用利用,包括在众多光源的存在中对一个或多个特定的光源的标识,其转而使能如照明操纵和修改方案之类的应用。另外,关于所识别的光源的时空位置的信息既可以分离地与所识别的光源的标识符相关联,或者可以直接嵌入到由编码光源发射的代码。编码光系统可在可以使用能够检测编码光的接收器的任何位置中建立,该位置包括但不限于商场、住宅、办公楼、隧道、地铁、停车场和其它位置。

[0005] 随着城市化的继续,更多且更大的室内和/或地下环境将被建设用于购物、停车、交通、生活等。许多这样的环境可能会改变、削弱和/或阻挡全球定位系统(GPS)信号,使得利用移动计算设备(例如智能电话等)的导航变得困难。这些相同的环境中可能缺乏自然阳光,且因此可利用人造照明来照亮。以下技术存在:使该人造光的源发射可能被移动计算设备用于导航目的的位置信息。然而,本地网络连接(例如,Wi-Fi),可能被要求用于移动计算设备以将特定光源与特定位置相关联。此外,这种系统不可为移动计算设备提供足够信息以足够精确地确定其精确位置。

[0006] 因此,在本领域中需要不要求移动计算设备连接到本地(例如,无线)网络并且比现有的方法更准确的基于光的导航和定位技术。

### 发明内容

[0007] 本公开涉及用于基于光的定位的创新方法和装置。例如,光源可被配置为(例如使用调试计算设备)发射承载关于由光源投射的照明效果的位置的信息的编码光信号。移动

计算设备(如智能电话和/或平板计算机)可利用此信息来确定它们在环境内的位置。

[0008] 通常,在一个方面,本发明涉及一种用于计算移动计算设备在环境内的位置的计算机实施的方法,包括:在移动计算设备处接收源自光源的编码光信号;通过移动计算设备从编码光信号提取关于由光源投射到表面上的照明效果的位置的信息;通过移动计算设备确定移动计算设备相对于该表面的取向;和通过移动计算设备至少部分基于照明效果的位置和移动计算设备的取向来计算移动计算设备在环境内的位置。

[0009] 在各种实施例中,计算步骤可以包括计算从照明效果的中心到移动计算设备的距离。在各种版本中,该方法还可以包括通过该移动计算设备计算在从移动计算设备的相机镜头的焦点沿着相机镜头的中心轴延伸至该表面的第一矢量与从焦点延伸到照明效果的中心的第二矢量之间的角度,其中计算该位置进一步基于该角度。在各种版本中,计算该角度可以至少部分基于照明效果在移动计算设备的显示器上的再现与显示器的中心之间的距离。在各种版本中,计算该位置可进一步基于移动设备与该表面的估计参考距离。

[0010] 在各种实施例中,计算步骤可包括计算移动计算设备与光源的距离。在各种版本中,该方法还可以包括通过该移动计算设备计算在垂直于表面的第一矢量与从光源延伸到移动计算设备的第二矢量之间的角度。在各种版本中,计算该角度可以至少部分基于光源在移动计算设备的显示器上的再现与显示器的中心之间的距离。

[0011] 在各种实施例中,该方法可以包括通过移动计算设备从编码光信号提取所述光源与所述表面的参考距离,其中计算移动计算设备与光源的距离是基于该参考距离。在各种实施例中,该方法可以进一步包括通过移动计算设备确定在从移动计算设备沿着该表面延伸到表面上与光源相对的位置的第一矢量与相对于磁极预定义的第二参考矢量之间的角度,其中计算移动计算设备与光源的距离是基于所提取的角度。

[0012] 在另一个方面,本发明涉及一种包括一个或多个发光二极管(LED)的光源;和可操作地与一个或多个LED耦合的控制器。该控制器可以被配置为选择性地激励一个或多个LED来发射承载编码光信号的光,其中编码光信号传达关于由一个或多个LED投射到表面上的照明效果的位置的信息。在各种版本中,关于照明效果的位置的信息包括照明效果的中心的位置。

[0013] 在各种实施例中,编码光信号可以进一步传达光源与表面之间的参考距离。在各种实施例中,控制器可以进一步被配置为基于由一个或多个LED产生的光束的方向得出关于照明效果的位置的信息。

[0014] 在各种实施例中,控制器可以进一步被配置为基于由一个或多个LED产生的光束的宽度得出关于照明效果的位置的信息。在各种实施例中,全球定位系统(GPS)单元可被可操作地与控制器耦合,并且控制器还可以被配置为基于从GPS单元接收到的数据和发射光束的方向得出关于照明效果的位置的信息。

[0015] 在另一个方面,本发明涉及一种用于调试光源的计算机实施的方法,包括:将调试设备放置在由光源投射到表面上的照明效果中;由调试装置确定调试设备在环境内的位置;和由调试设备发送照明效果在环境内的位置给光源,其中光效的位置至少部分地基于调试设备的所确定的位置。

[0016] 在各种实施例中,发送可包括发送光源与表面之间的参考距离。在各种实施例中,发送可包括发送在垂直于表面并且从照明效果的中心延伸的第一矢量与从调试设备到光

源的第二矢量之间的角度。在各种版本中,该方法还可以包括由调试装置至少部分地基于照明效果在调试设备的显示器上的再现与显示器的中心之间的距离来计算该角度。

[0017] 在各种实施例中,发送可包括发送在从照明效果的中心沿表面延伸到表面上与光源相对的位置的第一矢量与相对于磁极预定义的第二参考矢量之间的角度。在各种实施例中,该方法可以包括由该移动计算设备至少部分地基于移动计算设备相对于磁极的取向来计算该角度。

[0018] 如本文出于本公开目的而使用的,术语“LED”应被理解为包括任何电致发光二极管或能够响应于电信号而生成辐射的其他类型的基于载流子注入/结的系统。因此,术语LED包括但不限于响应于电流而发射光的各种基于半导体的结构、发光聚合物、有机发光二极管(OLED)、电致发光带等等。特别地,术语LED指所有类型的发光二极管(包括半导体和有机发光二极管),其可被配置成生成在红外光谱、紫外光谱和可见光谱各个部分(一般地包括从大约400纳米到大约700纳米的辐射波长)中的一个或多个中的辐射。LED的一些示例包括但不限于各种类型的红外LED、紫外LED、红色LED、蓝色LED、绿色LED、黄色LED、琥珀色LED、橙色LED和白色LED(下面进一步讨论)。还应该领会,LED可以被配置和/或控制以生成具有针对给定光谱(例如,窄带宽、宽带宽)的各种带宽(例如,半高全宽或FWHM)和在给定通用颜色类别内的各种主波长的辐射。

[0019] 例如,被配置为生成基本上白色光的LED(例如,白色LED)的一种实施方式可以包括多个管芯,其分别发射不同的电致发光光谱,不同的电致发光光谱组合地混合以形成基本上白色光。在另一种实施方式中,白光LED可以与磷光体材料相关联,该磷光体材料将具有第一光谱的电致发光转换为不同的第二光谱。在该实施方式的一个示例中,具有相对较短波长和窄带宽光谱的电致发光“泵浦”磷光体材料,其进而辐射具有更宽些光谱的更长波长辐射。

[0020] 还应该理解,术语LED不限制LED的物理和/或电气封装类型。例如,如上所讨论的,LED可以指具有被配置成分别发射不同辐射光谱的多个管芯(例如,其可以单独可控或可以不单独可控)的单个发光设备。而且,LED可以与磷光体材料相关联,该磷光体被视为LED(例如,一些类型的白色LED)的组成部分。一般而言,术语LED可以指封装的LED、未封装的LED、表面安装的LED、板载芯片LED、T-封装安装LED、径向封装LED、功率封装LED、包括某种类型的包装和/或光学元件(例如,扩散透镜)的LED等等。

[0021] 术语“光源”应被理解为指各种辐射源中的任何一个或多个,包括但不限于基于LED的源(包括如上所定义的一个或多个LED)。

[0022] 给定的光源可以被配置成生成可见光谱内、可见光谱外或两者组合的电磁辐射。因此,术语“光”和“辐射”在本文中可互换地使用。此外,光源可以包括作为集成部件的一个或多个滤光器(例如滤色器)、透镜或其他光学部件。而且,应当理解光源可以被配置用于各种应用,包括但不限于指示、显示和/或光照。“光照源”是特别地配置成生成具有充足强度的辐射以有效光照内部或外部空间的光源。在该上下文中,“充足强度”是指在空间或环境中生成的在可见光谱中的充足辐射功率(根据辐射功率或“光通量”,通常采用单位“流明”来表示在所有方向上来自光源的总光输出)以提供环境光照(即,可以被间接感知并且可以例如在被完全或部分感知之前被反射离开各种居间表面中的一个或多个的光)。

[0023] 术语“光谱”应当被理解成是指由一个或多个光源产生的辐射的任何个或多个

频率(或波长)。因此,术语“光谱”不仅指可见范围中的频率(或波长),还指红外、紫外和整个电磁光谱的其他区域中的频率(或波长)。而且,给定光谱可以具有相对较窄的带宽(例如具有基本上很少频率或波长成分的FWHM)或相对较宽的带宽(具有各种相对强度的若干频率或波长成分)。还应当领会,给定光谱可以是两个或更多其他光谱混合的结果(例如,混合分别从多个光源发射的辐射)。

[0024] 术语“照明灯具”在本文中用来指以特定形状因子、组装或封装的一个或多个照明单元或多个光源的实施方式或布置。术语“照明单元”在本文中被用来指包括相同或不同类型的一个或多个光源的装置。给定的照明单元可以具有各种用于(多个)光源的安装布置、机壳/外壳布置和形状、和/或电气和机械连接配置中的任意一种。此外,给定的照明单元可以可选地与涉及(多个)光源的操作的各种其它部件(例如,控制电路)相关联(例如,包括、耦合到和/或与其一起封装)。“基于LED的照明单元”指单独地或与其它非基于LED的光源结合地包括如上所讨论的一个或多个基于LED的光源的照明单元。“多通道”照明单元指包括被配置成分别生成不同辐射光谱的至少两个光源的基于LED或非基于LED的照明单元,其中每个不同源光谱可以被称为多通道照明单元的“通道”。

[0025] 术语“控制器”在本文中一般地用于描述涉及一个或多个光源的操作的各种装置。控制器可以以许多方式(例如用专用硬件之类)来实施,以执行本文所讨论的各种功能。“处理器”是控制器的一个示例,其采用可以使用软件(例如微代码)编程以执行本文所讨论的各种功能的一个或多个微处理器。控制器可以用处理器或不用处理器来实施,并且也可以实施为执行一些功能的专用硬件和执行其他功能的处理器(例如,一个或多个编程的微处理器和相关联的电路)的组合。在本公开的各种实施例中可以采用的控制器部件的示例包括但不限于常规的微处理器、专用集成电路(ASIC)和现场可编程门阵列(FPGA)。

[0026] 在各种实施方式中,处理器或控制器可以与一个或多个存储媒体(在本文中一般地被称为“存储器”,例如,易失性和非易失性计算机存储器,诸如RAM、PROM、EPROM以及EEPROM、软盘、压缩盘、光盘、磁带等)相关联。在一些实施方式中,存储媒体可以用一个或多个程序来编码,所述一个或多个程序当在一个或多个处理器和/或控制器上运行时,执行本文中所讨论的功能中的至少一些。各种存储媒体可以固定在处理器或控制器内或者可以是可运输的,使得存储在其上的一个或多个程序能够被加载到处理器或控制器中以便实施本文中所讨论的本发明的各个方面。术语“程序”或“计算机程序”在本文中以通用意义被用来指能够被用于对一个或多个处理器或控制器进行编程的任何类型的计算机代码(例如,软件或微代码)。

[0027] 术语“可寻址”在本文用于指被配置为接收旨在用于多个设备(包括本身)的信息(例如数据)并且选择性对旨在用于其的特定信息作出响应的设备(例如一般光源、照明单元或灯具、与一个或多个光源或照明单元相关联的控制器或处理器、其它非照明相关设备等)。术语“可寻址”通常与联网环境(或下文进一步讨论的“网络”)结合使用,其中多个设备经由一些通信介质耦合在一起。

[0028] 在一个网络实施方式中,耦合到网络的一个或多个设备可以充当用于耦合到网络的一个或多个其它设备的控制器(例如,以主/从的关系)。在另一实施方式中,联网环境可以包括被配置成控制耦合到网络的设备中的一个或多个的一个或多个专用控制器。一般地,耦合到网络的多个设备中的每一个都可以访问存在于通信介质或媒体上的数据;然而,

给定设备可以是“可寻址的”因为它被配置成基于例如分配给它的一个或多个特定标识符(例如,“地址”)来选择性地与网络交换数据(即,从网络接收数据和/或向网络传输数据)。

[0029] 本文中所使用的术语“网络”是指便于信息在耦合到网络的任何两个或更多设备之间和/或多个设备之中的输送(例如,用于设备控制、数据存储、数据交换等)的两个或更多设备(包括控制器或处理器)的任何互连。如应当容易领会的,适于互连多个设备的网络的各种实施方式可以包括各种网络拓扑中的任一个并且采用各种通信协议中的任一个。此外,在根据本公开的各种网络中,两个设备之间的任何一个连接可以表示两个系统之间的专用连接,或者替代地表示非专用连接。除了承载旨在用于这两个设备的信息之外,这样的非专用连接可以承载未必旨在用于这两个设备中的任一个的信息(例如,开放网络连接)。另外,应当容易领会,如本文中所讨论的设备的各种网络可以采用一个或多个无线、有线/电缆、和/或光纤链路来便于遍及网络的信息输送。

[0030] 应领会,前述的概念与下文更详细地讨论的附加概念的所有组合(假如这样的概念并不相互矛盾)被设想作为本文中所公开的创新主题的一部分。特别地,在本公开结尾处出现的所要求保护的主题的所有组合被设想作为本文中所公开的创新主题的一部分。还应领会,也可能出现在通过引用并入的任何公开中的本文明确采用的术语应当被赋予与本文中所公开的特定概念最一致的意义。

## 附图说明

[0031] 在附图中,相同的参考字符通常在全部不同的视图中指相同的部件。此外,附图不一定按比例,相反一般将重点放在说明本发明的原理上。

[0032] 图1示意性地图示了根据各种实施例,移动计算设备可以如何通过确定其与照明效果的距离来确定其在环境内的位置的一个例子。

[0033] 图2示意性描绘了根据各种实施例,移动计算设备可以如何使用其相机和显示器确定入射角的例子。

[0034] 图3示意性描绘了根据各种实施例,移动计算设备可以如何通过确定其与光源的距离并且然后确定光源与其产生的光效的距离来确定其在环境内的位置的一个例子。

[0035] 图4示意性地描绘根据各种实施例,调试计算设备可如何被用来利用关于由光源投射到表面上的照明效果的位置的信息来调试光源的一个例子。

[0036] 图5示意描绘了根据各种实施例的示例光源。

[0037] 图6示意性描绘了根据各种实施例,可以由移动计算设备实施以确定其在环境内的位置的示例方法。

[0038] 图7描绘根据各种实施例的调试光源的示例方法。

## 具体实施方式

[0039] 更多且更大的室内和/或地下环境将被建设用于购物、停车、交通、生活等。许多这样的环境可能会干扰或甚至阻挡GPS信号,使得利用移动计算设备的常规基于GPS的导航变得困难。这些相同的环境中可能缺乏自然阳光,且因此可以利用人造照明来照亮。以下技术存在:使该人造光的源发射可能被移动计算设备用于定位和/或导航目的的位置信息。然而,本地网络连接(例如,Wi-Fi),可能被要求用于移动计算设备以将特定光源与特定位置



相关联,并且这种系统不可为移动计算设备提供足够信息以足够精确地确定其位置。

[0040] 相应地,申请人已经认识到并理解,将有益的是,利用照明基础设施以促进在封闭的环境中通过移动计算设备的位置确定和导航,而无需通过移动计算设备的网络连接。申请人进一步认识到并理解,将是有益的是,提供基于光的导航和定位,以促进以比在过去所可能的精确度更高的精确度来计算移动计算设备在环境内的位置。

[0041] 鉴于前述内容,本发明的各种实施例和实施方式针对基于光的导航和定位。在各种实施例中,光源可以选择性地被激励以在表面上投射照明效果。这些照明效果可以承载编码光信号,编码光信号传达关于照明效果的位置的各种类型的信息。移动计算设备(如智能电话和平板计算机)可以配备有被配置为利用滚动快门技术来捕获这些编码光信号的相机。然后该移动计算设备可以提取并使用该位置信息用于导航和定位。

[0042] 在一些实施例中,编码光信号可以仅仅传达地理坐标。例如,在一些实施例中,在照明效果中承载的编码光信号可传达使用世界测地系统的版本格式化的位置数据。在这样的实施例中,在地球上的位置可使用经度、纬度和高度来表达。在其他实施例中,编码光信号可传达更多文字数据,如“一楼的西北角”,“女鞋”,“车库楼A2的东南角”,“5楼”,等等。在其它实施例中,在照明效果中承载的编码光信号可以传达在特定的环境(例如地下停车场或大型购物中心)中相关的位置数据。例如,位置数据可以包括相对于该环境内的预定义原点定义的笛卡尔坐标。虽然许多以下示例描述在编码光信号中笛卡尔坐标的传输,这不意味着是限制性的,并且其他坐标系统(如极坐标)也可以替代使用。

[0043] 参照图1,在一个实施例中,以智能电话100的形式的移动计算设备可以被配置为通过确定到由光源106投射到表面104上的照明效果102的中心的距离来计算它在环境(例如,车库,商店,购物中心,机场等)中的位置。在各种实施例中,智能电话100可以配备有具有镜头108的相机,并且可以被配置成利用滚动快门检测在照明效果中承载的编码光信号。

[0044] 假设照明效果102位于点 $(X_1, Y_1, Z_1)$ ,以及智能电话100位于点 $(X_2, Y_2, Z_2)$ 。在各种实施例中,光源106可以被配置为发射承载编码光信号的光。在各种实施例中,编码光信号可以承载关于投射到表面104上的照明效果102的位置的信息。例如,编码光信号可承载照明效果的中心的位置 $(X_1, Y_1, Z_1)$ 。

[0045] 在各种实施例中,智能电话100可能在存储器中已存储智能电话的参考高度 $h_{\text{phone}}$ ,其可以是当智能电话100以典型方式被携带时在智能电话100与表面104之间的距离的估计。例如,如果智能电话100的用户表明她的年龄是10,那么智能电话100可以假设当由典型的十岁女孩携带时智能电话的平均高度。在其他实施例中, $h_{\text{phone}}$ 可以通过由光源106发射的编码光信号来传达。

[0046] 在各种实施例中,智能电话100可确定其相对于表面104的取向。例如,在各种实施例中,智能电话100可确定在由图1中的线 $h_{\text{phone}}$ 所表示的矢量与从智能电话100的相机镜头108的焦点沿相机镜头的中心轴延伸到表面104的第一矢量110之间的角度 $\delta$ 。为了确定 $\delta$ ,智能电话100可利用加速度计和/或陀螺仪中的一个或多个。

[0047] 在各种实施例中,智能电话100可确定在第一矢量110与从焦点延伸到照明效果102的中心的第二矢量112之间的角度 $\epsilon$ 。如果相机镜头108被直接指向照明效果102的中心, $\epsilon$ 可以是零。在各种实施方式中,角度 $\epsilon$ 可以基于照明效果102在智能电话100的显示器上的再现与显示器的中心之间的距离来计算。这的例子被示于图2,其中照明效果102的再现被

呈现在智能电话100的显示器114上。照明效果102的再现的中心与显示器114的中心之间的距离116可以与图1的角度 $\epsilon$ 成比例或以其他方式相关。

[0048] 一旦角度 $\delta$ 、 $\epsilon$ 和参考高度 $h_{\text{phone}}$ 是已知的,智能电话100可被配置为计算在智能电话100和照明效果102的中心之间的各种距离。例如,智能电话可以使用以下等式计算 $\Delta Y$ :

[0049] (1)  $\Delta Y = h_{\text{phone}} \times \tan(\delta + \epsilon)$ 。

[0050] 图1和2展示使用照明效果确定主要在两个维度中的其在环境内的位置的移动计算设备(即智能电话100)的简单的例子。然而,所公开的技术同样适用于三个维度。此外,如果移动计算设备检测到多于一个的照明效果102(或多于一个的如下所述的光源106),在各个实施例中,移动计算设备可以使用由最亮的观察到的照明效果102(或光源106)承载的编码光信号传达的信息来计算其在环境内的位置。

[0051] 图3描绘移动计算设备(如智能电话100)可以如何确定其在环境内的位置的三维例子。在这个例子中,智能电话100可基于它与光源106的距离和光源106与它投射的照明效果102之间的距离来确定其在X/Y平面上的位置( $X_1$ ,  $Y_1$ )。假设光源106在为X/Y平面的表面104上投射照明效果102。在一些实施例中, $Z_1$ 可以基于图1中的 $h_{\text{phone}}$ ,因为它可以表示当由用户持有时智能电话100的估计高度。还假设光源106位于点( $X_2$ ,  $Y_2$ ,  $h_{\text{light}}$ ),以及照明效果102投射到表面104上在点( $X_3$ ,  $Y_3$ ,  $Z_3$ )处。

[0052] 光源106可以在下面描述的过程中被调试以发射编码光信号。的编码光信号可以传达关于照明效果102在环境内的位置的各种信息。例如,编码光信号可以传达在光源106和表面104之间的参考距离 $h_{\text{light}}$ 。智能电话100可以从编码光信号提取这一信息,并用它来执行各种计算以确定其在环境内的位置。

[0053] 在各种实施例中,智能电话100可计算在图3中的垂直于表面104的第一矢量(例如 $n_{\text{phone}}$ )与从光源106延伸到智能电话100的第二矢量 $r_2$ 之间的角度 $\epsilon_2$ 。在各种实施例中,并且同样与以上参照图2所描述的类似,该计算可以基于如由重力传感器检测的智能电话100的取向,以及光源106在智能电话100的显示器114上的再现与显示器114的中心之间的距离116。

[0054] 在各种实施例中,智能电话100和光源106之间沿X/Y平面的距离 $r_{2x,y}$ 可以基于 $h_{\text{light}}$ 和 $\epsilon_2$ 使用如下列之一的方程来计算:

[0055] (2)  $r_{2x,y} = h_{\text{light}} / \tan(90^\circ - \epsilon_2)$

[0056] (3)  $r_{2x,y} = h_{\text{light}} \times \tan(\epsilon_2)$ 。

[0057] 上述和下述的这些方程和其他方程不意味着是限制性的,并且应该理解的是,其他方程可以以其他顺序执行,而不背离本公开。

[0058] 在各种实施例中,智能电话100可以计算在 $r_{2x,y}$ 和参考矢量之间的角度 $\varphi_2$ 。在各种实施例中,参考矢量可在由光源106发射的编码光信号中发送或被预编程到智能电话100中。在一些实施例中,参考矢量可相对于磁极来预定义(包括平行于该极)。例如,在图3中,Y轴是参考矢量,并与磁北/南对齐。智能电话100可以配备有传感器(如罗盘)来检测磁极、参考矢量、其自身相对于参考矢量的取向,以及最终角度 $\varphi_2$ 。一旦角度 $\varphi_2$ 是已知的, $\Delta X_2$ 和 $\Delta Y_2$ 可使用如以下的方程来计算:

[0059] (4)  $\Delta X_2 = r_{2x,y} \times \sin(\varphi_2)$

[0060] (5)  $\Delta Y_2 = r_{2x,y} \times \cos(\varphi_2)$ 。

[0061] 在一些实施例中,一旦  $\Delta X_2$  和  $\Delta Y_2$  是已知的,智能电话100可进一步基于照明效果102的位置来确定其在环境内的位置。例如,由光源106发射的编码光信号可以除了  $h_{\text{light}}$  之外传达照明效果102的坐标  $(X_3, Y_3, Z_3)$  以及在垂直于表面104并且从照明效果102的中心延伸的矢量  $n_{1.e.}$  与从光源106到照明效果102的中心的矢量  $r_3$  之间的角度  $\epsilon_3$ 。一旦  $\epsilon_3$  是已知的,从照明效果102沿表面104到光源106的距离  $r_{3x,y}$  可以基于  $h_{\text{light}}$  和  $\epsilon_3$  使用如下列之一的方程来计算:

[0062] (6)  $r_{3x,y} = h_{\text{light}} / \tan(90^\circ - \epsilon_3)$

[0063] (7)  $r_{3x,y} = h_{\text{light}} \times \tan(\epsilon_3)$ 。

[0064] 在各种实施例中,由光源106发射的编码光信号可以传达在  $r_{3x,y}$  和 Y 轴(其如上所述与磁北对齐)之间的角度  $\varphi_3$ 。一旦  $r_{3x,y}$  和  $\varphi_3$  是已知的,  $\Delta X_3$  和  $\Delta Y_3$  可以计算,例如通过智能电话100,使用如下的等式:

[0065] (8)  $\Delta X_3 = r_{3x,y} \times \sin(\varphi_3)$

[0066] (9)  $\Delta Y_3 = r_{3x,y} \times \cos(\varphi_3)$

[0067] 一旦  $\Delta X_2$ 、 $\Delta X_3$ 、 $\Delta Y_2$  和  $\Delta Y_3$  是已知的,智能电话100可以采用如下的方程计算出其相对于照明效果的中心的位置  $(X_3, Y_3)$  在 X/Y 平面上的位置  $(X_1, Y_1)$ :

[0068] (10)  $(X_1, Y_1) = (X_3 + \Delta X_2 + \Delta X_3, Y_3 + \Delta Y_2 + \Delta Y_3)$

[0069]  $Z_3$  可以简单地是  $h_{\text{phone}}$ , 除非照明效果102被投射到与持有智能电话100的用户不同的表面上。在这种情况下,  $Z_3$  可以是在两个表面之间的高度差。

[0070] 在一些实施例中,光源106可以被调试为发射承载其自己的位置(除了或代替照明效果102的中心的中心的位置)的编码光信号。在这样的实施例中,智能电话100有可能使用诸如(2) - (5)的等式计算其位置,而不执行等式(6) - (9)。

[0071] 应当指出的是,在其中智能电话100被直接放置在由光源106发射的光束中(例如,在照明效果102的中心之上或附近)的最简单情况下,智能电话100可以将其位置计算为仅仅照明效果的位置  $(X_3, Y_3, Z_3)$ 。

[0072] 在某些情况下,该移动计算设备可能快速移动通过环境。例如,与车辆相关联的移动计算设备(例如, GPS 导航单元)可以在高速率下移动通过隧道,其中 GPS 是不可用的。在隧道中的光源可发射传达位置信息的编码光信号。由于车辆快速移动,光传感器矩阵可以被安装在车辆上。为了补偿短曝光时间,在各种实施例中,在隧道中的多个光源可以例如以同步的方式发射传达相同的位置信息的编码光信号,来创建更长的光束。

[0073] 如前所述,为了光源106发射传达例如  $h_{\text{light}}$ 、照明效果的中心的位置  $(X_3, Y_3, Z_3)$ 、 $\varphi_3$  或  $\epsilon_3$  的信息的编码光信号,它可以首先被以此数据来调试。在一些实施例中,每个光源106可被手动地调试,例如由制造商或由在环境内安装光源106的某人。在一些实施例中,光源106可以使用调试设备来调试。调试装置可在一些实施例是专门设计用于调试光源的便携式计算设备。例如,自主机器人调试设备可以被配置在环境周围自主行驶到多个照明效果102,在那里它调试对应的光源106。在其他实施例中,调试设备可以是可被放入照明效果102中的通用移动计算设备,诸如智能电话或平板电脑。

[0074] 图4描绘调试设备418可如何用于调试光源106使得其它移动计算设备(例如,智能电话100)能够计算它们在环境内的位置的一个例子。如与图3的情况一样,假设照明效果102的中心位于点  $(X_3, Y_3, Z_3)$ , 并且光源106位于点  $(X_2, Y_2, h_{\text{light}})$ 。在一些实施例中,光

源106可以发射自我标识的编码光信号。在其他实施例中,光源106的标识符可以被手动输入到调试设备418。

[0075] 调试设备418可以被定位,或可以自己定位(如果自主的话)在光效102的中心,即在点( $X_3$ ,  $Y_3$ ,  $Z_3$ )处。假设调试设备418知道它的位置,例如使用GPS或通过跟踪轮转动和从已知起点的转向。一旦调试设备418被如此定位,它可以通过发送关于照明效果102的位置的信息到光源106,例如使用各种通信技术(如Wi-Fi, 蓝牙, NFC, RFID, 编码光等),来调试光源106。

[0076] 例如,调试设备418可以发送其位置(其在照明效果102的中心)给光源106。调试设备418还可以发送光源106的参考高度 $h_{light}$ 到光源106。在一些实施例中,调试设备418可以计算并发送各种角度,如角度 $\varphi_3$ 或 $\epsilon_3$ 给光源106。

[0077] 在各种实施例中,调试设备418可以计算在 $r_3$ 和法线矢量 $n_{l.e.}$ 之间的角度 $\epsilon_3$ 。在各种实施例中,角度 $\epsilon_3$ 可以使用类似于用于计算在图1和2中的角度 $\epsilon$ 的那些技术的技术来计算。例如,调试设备418可知道它的相机(或其它光传感器)的取向,类似于图1的第一矢量110。然后调试设备418可基于显示器的中心(或包含表示捕获图像的二维数据的存储器缓冲)与光源106在显示器上的再现(或存储器缓冲)之间的差来计算 $\epsilon_3$ 。

[0078] 在一些实施例中,调试设备418可以附加地或替代地计算在 $r_{3x,y}$ 和相对于磁极预定义的参考矢量之间的角度 $\varphi_3$ 。例如,在图4,参考矢量是Y轴,其沿着磁极预定义。调试设备418可以配备有传感器,例如罗盘来检测磁极、其自身相对于磁极的取向以及最终的角度 $\varphi_3$ 。然后,调试设备可能将该角度 $\varphi_3$ 发送到光源106。

[0079] 在一些实施例中,调试设备418可发送光源106的位置到光源106,虽然当使用图3中展示的技术时这是不需要的。例如,基于参考高度 $h_{light}$ 和角度 $\epsilon_3$ ,调试设备418可以计算 $r_{3x,y}$ 。一旦 $r_{3x,y}$ 为已知的,它可以与角度 $\varphi_3$ 一起使用来计算 $\Delta X_3$ 和 $\Delta Y_3$ 。这些值可以被添加到调试设备418在X/Y平面上的位置( $X_3$ ,  $Y_3$ ),以确定光源106在X/Y平面上的位置。

[0080] 图5示意描绘了根据各种实施例的示例光源106的部件。光源106可以包括一个或多个发光二极管(LED) 520和控制器522,控制器522可操作地与一个或多个LED 520耦合并且配置为选择性地激励一个或多个LED 520以发射承载编码光信号的光。如上所指出的,在各种实施例中,编码光信号可以传达关于由一个或多个LED投射到表面104上的照明效果102的位置的各种信息。例如,在一些实施例中,关于照明效果102的位置的信息包括照明效果102的中心的中心的位置。在一些实施例中,编码光信号也传达在光源106和表面104之间的参考距离(例如 $h_{light}$ )。

[0081] 在一些实施例中,控制器522可以被配置为基于由一个或多个LED 520产生的光束的方向来得出关于照明效果102的位置的信息。例如,光源106可以知道它的位置,通过由调试设备调试或经由GPS单元524。光源106还可以在存储器中存储光源106和它将照明效果102投影到的表面104之间的距离(例如 $h_{light}$ )。使用这些值,以及由光源发射的光束的方向,光源106例如通过控制器522的方式,可以配置为计算照明效果102的位置。在其他实施例中,控制器522可以被配置为基于由一个或多个LED 520产生的光束的宽度得出关于照明效果的位置的信息。

[0082] 虽然在本文中所述例子中,照明效果102被投射在水平表面上,这不意味着是限制性的。照明效果102可以投射到任何取向(包括水平,垂直,以及两者之间任意)的表面上。

此外,表面104不必限于地板。在一些情况下,表面104可以是桌子或其它家具的升高表面。在这种情况下,照明效果102的Z坐标和/或光源106与表面104之间的参考距离(例如 $h_{\text{light}}$ )可反映该升高表面。

[0083] 图6描绘根据各种实施例,可以通过移动计算设备(诸如智能电话100)来实施以计算其在环境内的位置的示例方法600。在块602,可以接收编码光信号,例如通过智能电话100从光源106接收。在块604中,智能电话可以提取由光源106在表面104上产生的照明效果102的位置。

[0084] 在块606,智能电话100可确定参考距离。如果智能电话100的相机对准照明效果102,则参考距离可以是智能电话100和表面104之间的估计距离,例如图1中的 $h_{\text{phone}}$ 。如果智能电话100的相机对准光源106,另一方面,则参考距离可以是在光源106和光源106将其照明效果102所投影到表面104之间的距离,例如图3和4中的 $h_{\text{light}}$ 。在一些情况下,可以从 $h_{\text{light}}$ 中减去 $h_{\text{phone}}$ ,以反映在智能电话100和光源106之间的在Z轴的方向上的真实距离。

[0085] 在块608,智能电话100可以确定其相对于磁极的取向,例如使用罗盘。例如,在图3,智能电话100确定角度 $\varphi_2$ 。在块610,智能电话100可确定其相对于表面104的取向,例如使用一个或多个加速计和/或陀螺仪。例如,图1中的智能电话100确定角度 $\delta$ 。在块612,智能电话100可确定在其相机的中心轴与从光源106或照明效果102的中心到相机的焦点的矢量之间的入射角。例如,图1中的智能电话100通过确定在显示器114的中心与照明效果102在显示器114上的再现之间的距离116来确定如图2所展示的角度 $\epsilon$ 。

[0086] 在块614,智能电话100可以计算在自己与照明效果102和/或光源106之间的距离。例如,在图1,智能电话100除了参考距离 $h_{\text{phone}}$ ,使用在图1中的两个角度 $\delta$ 和 $\epsilon$ 的和,来计算 $\Delta Y$ 。类似的技术被图3中的智能电话100实施以确定 $r_{2x,y}$ 和 $r_{3x,y}$ 。

[0087] 在块616,基于智能电话100和照明效果102和/或光源106之间的距离,以及照明效果102的位置(如通过由光源106发射的编码光信号传达),智能电话100可以计算它在环境内的位置。

[0088] 图7描绘根据各种实施例,可以使用调试设备418实施的示例方法700。在块702,调试设备418可以被放置在照明效果102中,例如,在它的中心。在块704,调试设备418可确定其位置,例如使用GPS或通过跟踪其车轮的转向和旋转。

[0089] 在块706,调试设备418可以确定其相对于磁极的取向,例如使用罗盘。例如,在图4,调试设备确定角度 $\varphi_3$ 。在块708,调试设备418可确定其相对于表面104的取向。例如,在图4,调试设备418至少部分基于它的相机或光传感器的取向来确定角度 $\epsilon_3$ 。

[0090] 在块710,调试设备418可以将在块704-708确定的信息发送到光源106,例如,使用各种通信技术,如Wi-Fi,蓝牙,编码光,NFC,RFID等等。

[0091] 尽管本文已经描述和图示若干创新实施例,但是本领域技术人员将容易想到各种其他手段和/或结构用于执行功能和/或获得结果和/或本文描述的优点中的一个或多个,并且每个这样的变化和/或修改被认为是本文描述的创新实施例的范围之内。更一般地,本领域技术人员将容易理解,本文描述的所有参数、尺寸、材料和配置意在是示例性的,并且实际的参数、尺寸、材料和/或配置将取决于具体的应用或该创新教导被用于的应用。本领域技术人员将认识到,或能够使用不多于常规的实验,来确定本文所描述的特定创新实施例的很多等同物。因此,应理解的是,前述实施例仅作为示例的方式被呈现,并且,在所附权

利要求书及其等同物的范围之内,可以以不同于所具体描述并且要求保护的方式的方式来实践创新实施例。本公开的创新实施例是针对每个个体的特征、系统、制品、材料、套件和/或本文所述的方法。此外,两个或多个这样的特征、系统、制品、材料、套件和/或方法的任意组合被包括在本公开的创新范围内,如果这样的特征、系统、制品、材料、套件和/或方法不相互矛盾的话。

[0092] 如本文所定义和使用的所有定义应被理解为支配字典定义、通过引用并入的文献中的定义和/或所定义的术语的普通意义。

[0093] 如本文在说明书和权利要求中所使用的不定冠词“一”和“一种”应被理解为意指“至少一个”,除非明显相反指示。

[0094] 如本文在说明书和权利要求中所使用的,关于一个或多个元件的列表的短语“至少一个”应被理解为意指选自元件列表中的任何一个或多个元件的至少一个元件,但是不必包括在该元件列表内特别列出的每个元件中的至少一个,并且不排除元件列表中的元件的任何组合。该定义还允许可以可选地存在除了短语“至少一个”所指的元件列表内特别标识的元件之外的元件,无论与那些特别标识的元件相关还是不相关。

[0095] 还应当理解,除非明显相反指示,否则在本文要求保护的包括一个以上步骤或动作的任何方法中,该方法的步骤或动作的顺序不必限于该方法的步骤或动作被陈述的顺序。

[0096] 出现在权利要求中的参考数字(如果有的话)仅仅为了方便而提供,并且不应被解释为以任何方式限制权利要求。

[0097] 在权利要求中,以及在上文的说明书中,所有过渡短语(例如“包括”、“包含”、“承载”、“具有”、“含有”、“涉及”、“保持”、“构成”)等应当被理解为开放式的,即表示包括但不限于。仅仅“由……构成”和“基本上由……构成”的过渡短语应当分别是封闭式或半封闭式过渡短语,如在美国专利局专利审查流程手册2111.03节中陈述的那样。

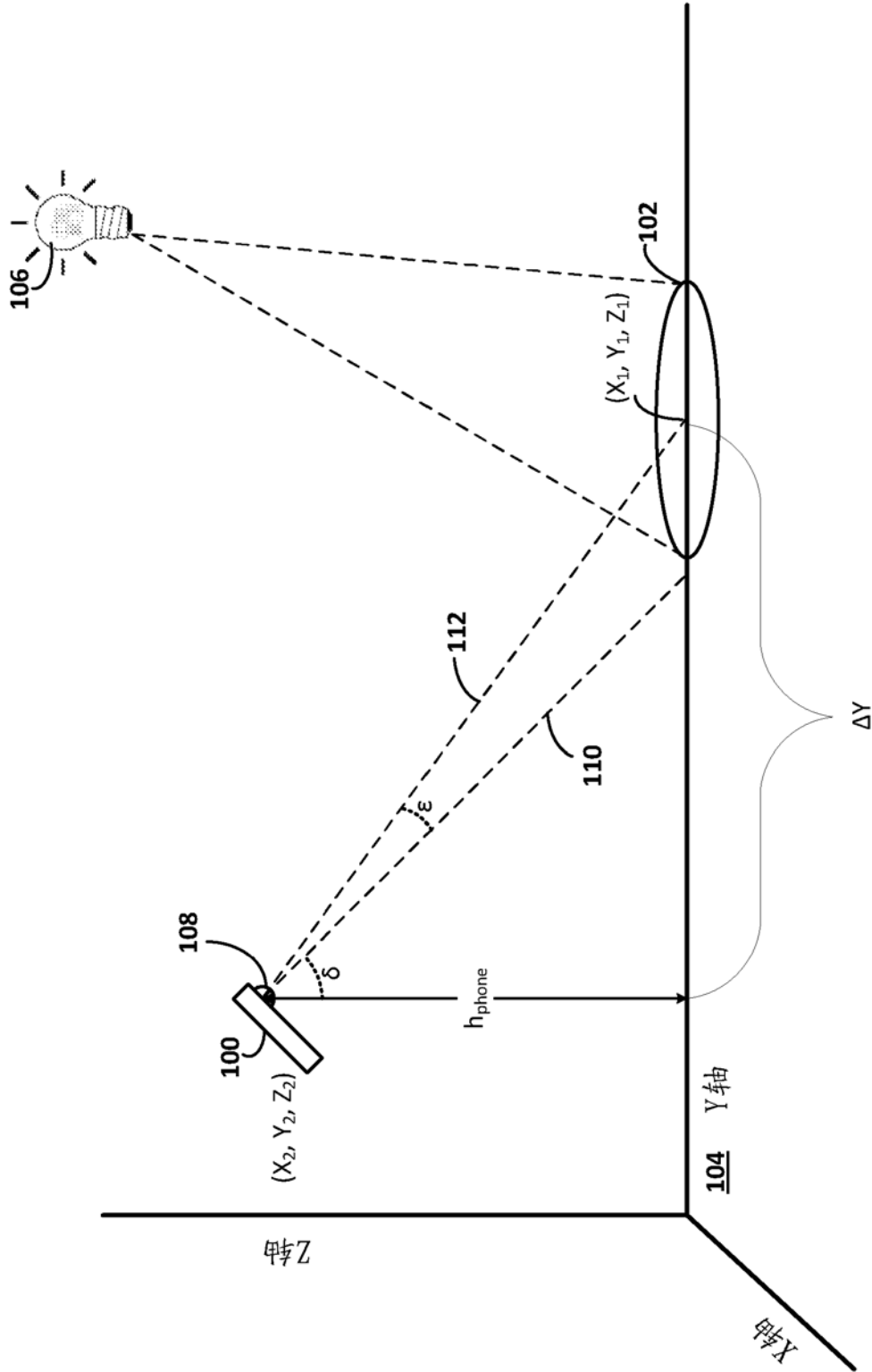


图 1

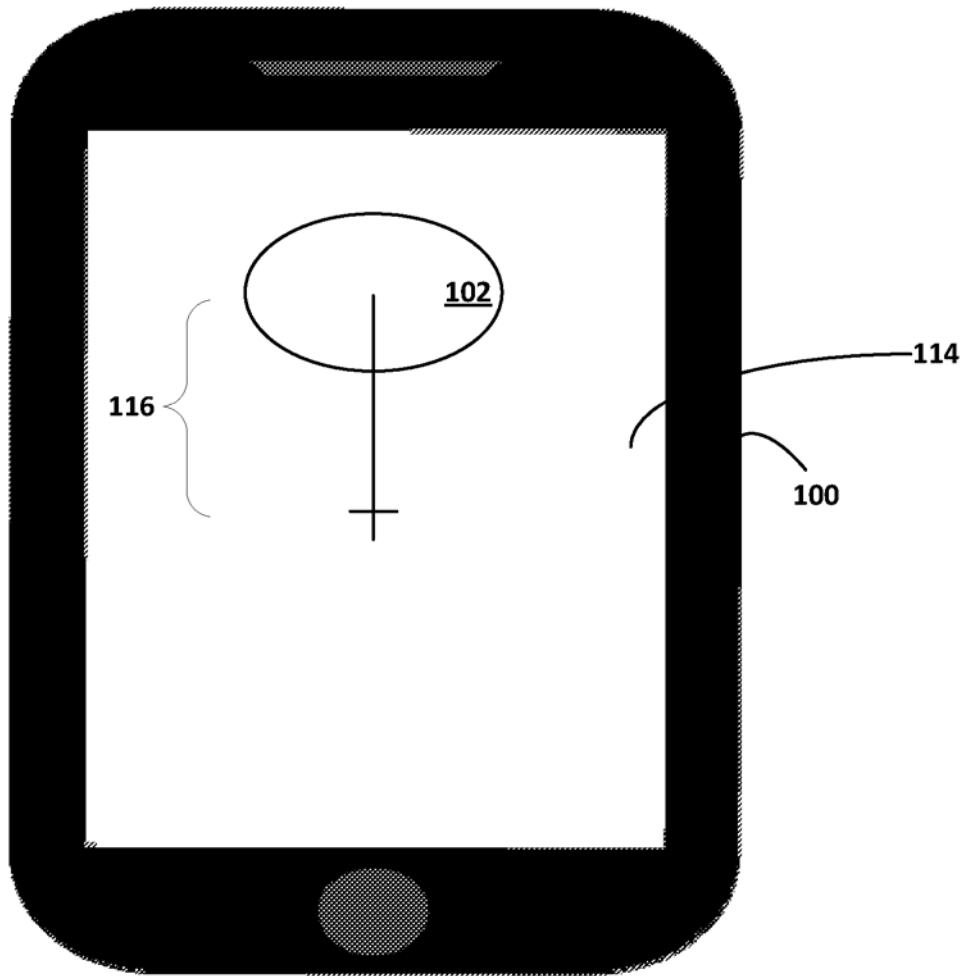


图 2



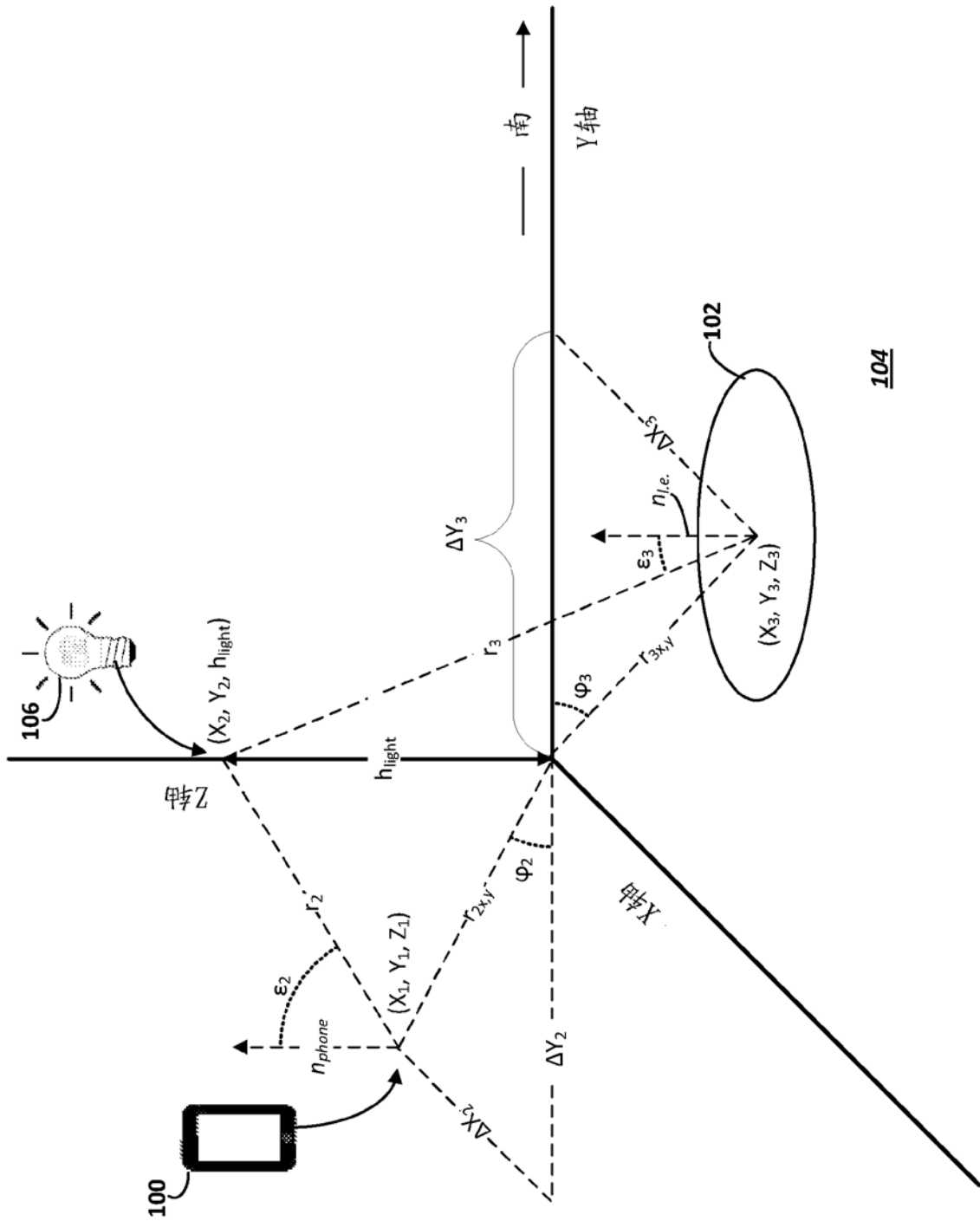


图 3

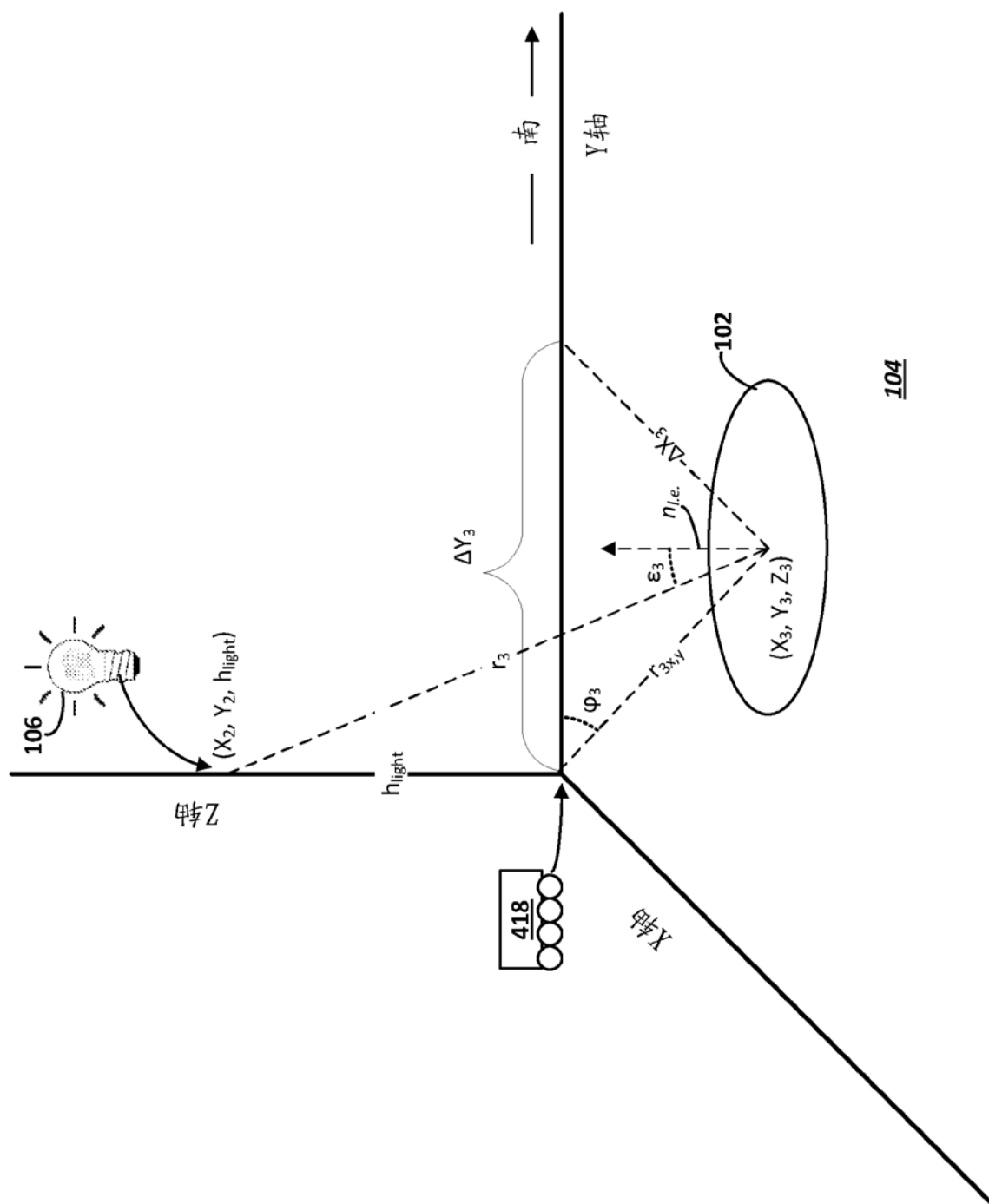


图 4

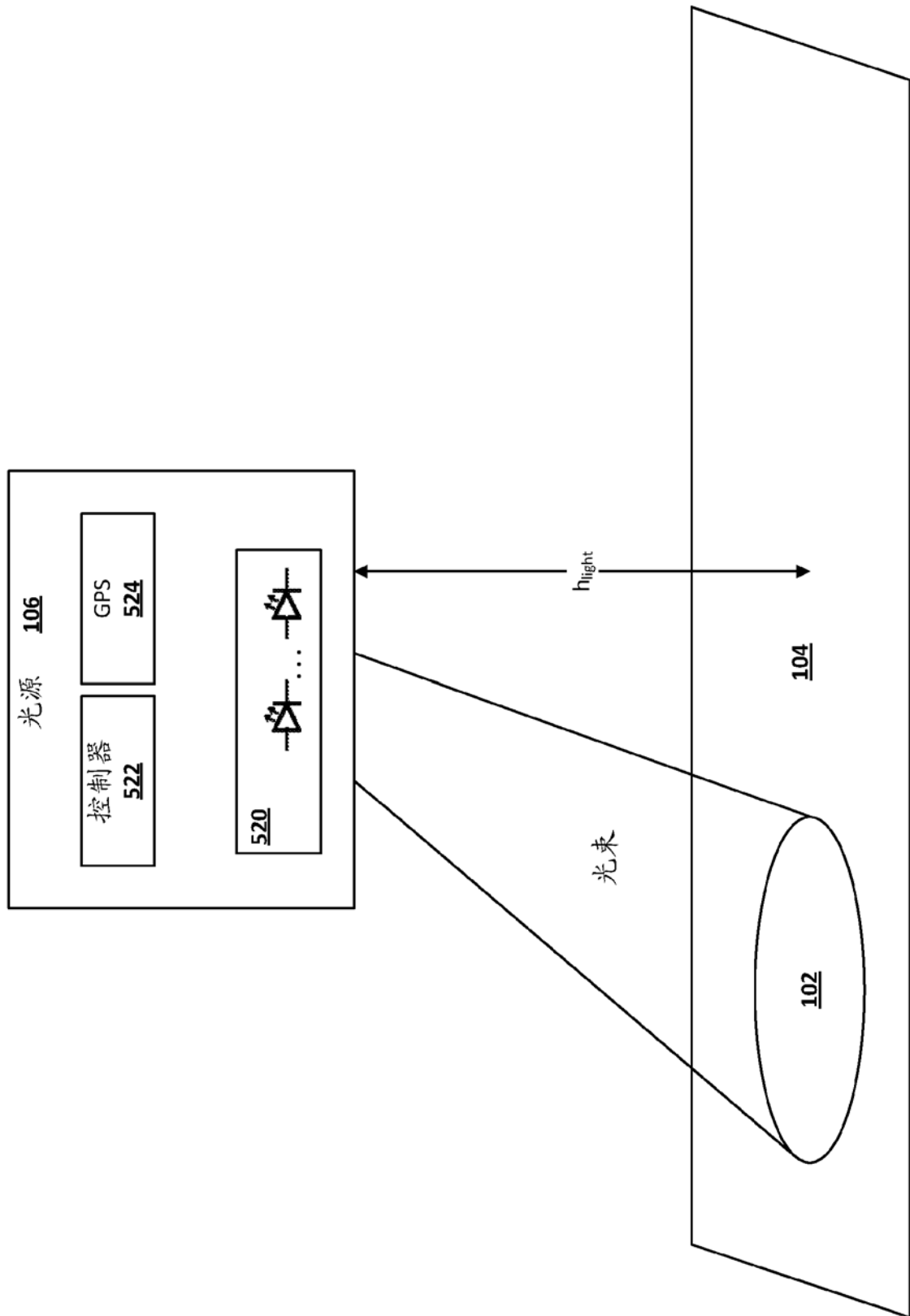


图 5

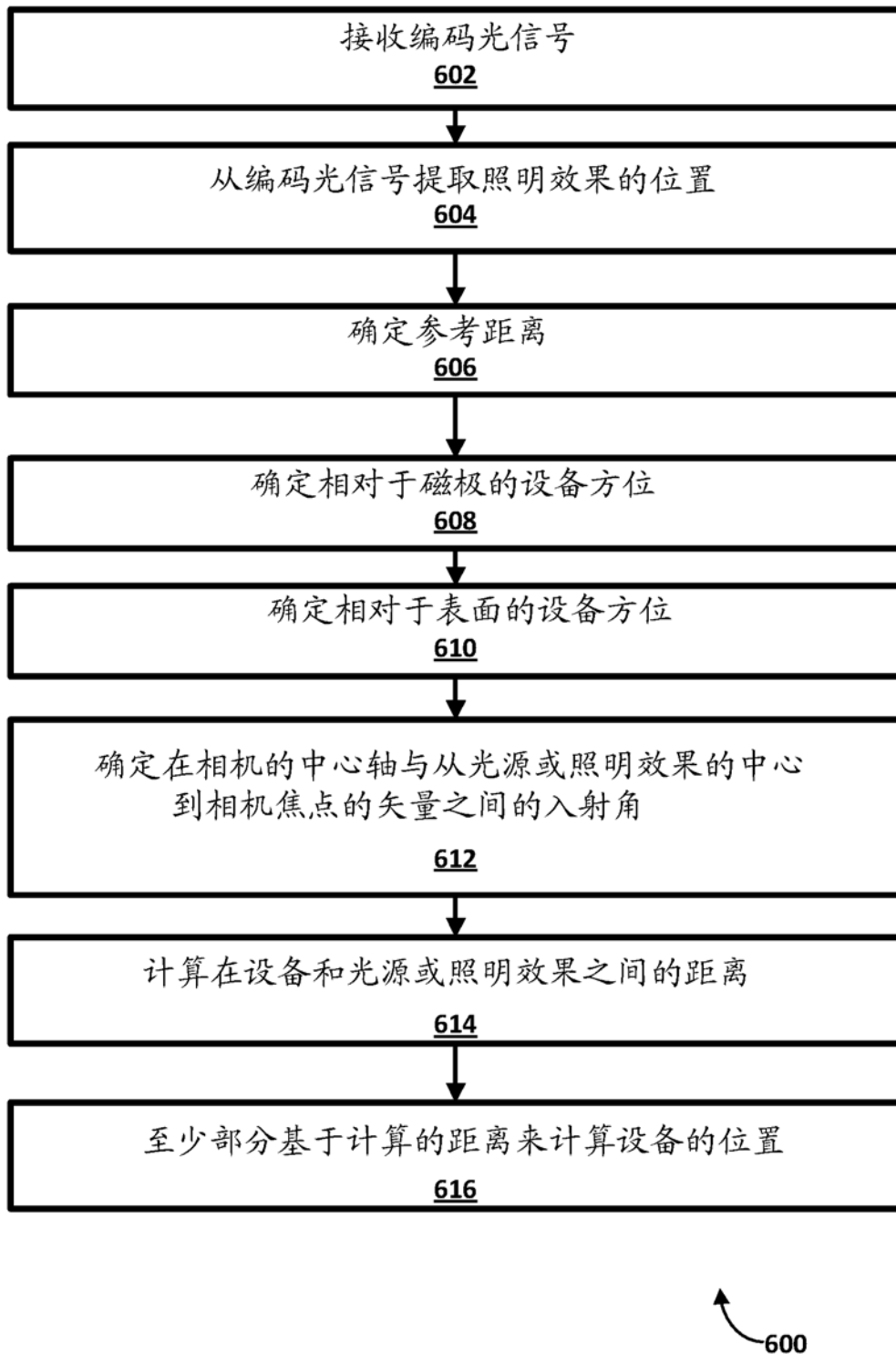


图 6

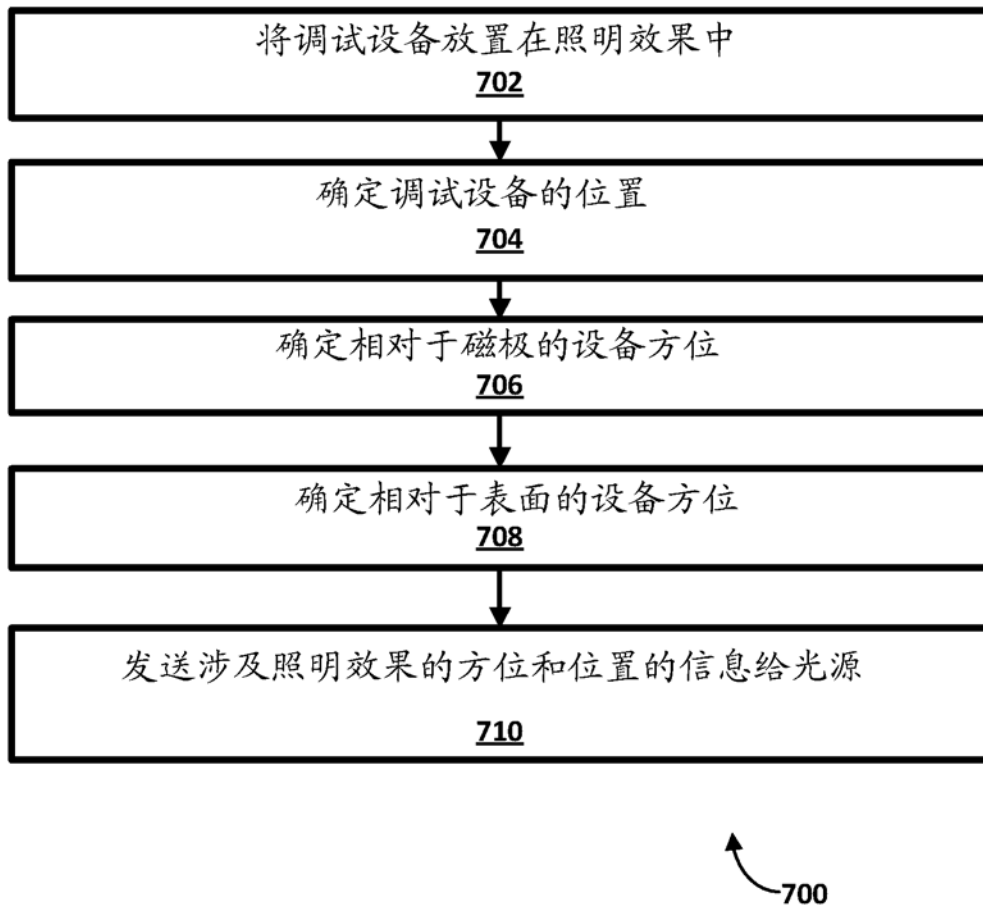


图 7