



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102253570 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 07

(21) 申请号 201110162195. 6

WO 2010/008134 A2, 2010. 01. 21,

(22) 申请日 2011. 06. 08

审查员 梅仙

(30) 优先权数据

12/797, 410 2010. 06. 09 US

(73) 专利权人 微软公司

地址 美国华盛顿州

(72) 发明人 S·麦克尔道尼 P·马萨尔卡 Y·方

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 杨洁

(51) Int. Cl.

G03B 15/05(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1930050 A, 2007. 03. 28,

CN 101465004 A, 2009. 06. 24,

CN 101630406 A, 2010. 01. 20,

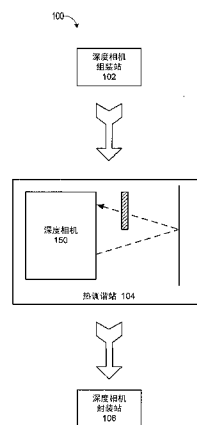
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54) 发明名称

热调谐深度相机光源

(57) 摘要

本发明揭示了热调谐深度相机光源, 公开了用于在深度相机制造过程中执行的热调谐模式中设置深度相机光源工作温度的各种实施例。一种方法的一个实施例包括在多个光源温度下用来自光源的光照射目标; 对于每个光源温度, 感测在光传感器处接收的通过位于目标和光传感器之间的滤光器的反射光强; 基于所感测强度与所存储参考数据的比较, 估计滤光器截止频率与光源发射波长之间的频率响应关系; 生成温度设定点使得光源发射波长与滤光器截止频率的交叠不超过预定交叠阈值; 以及编程温度控制器以在深度相机操作期间将光源控制在温度设定点。



1. 一种用于深度相机(150)的光源(322)的热调谐系统(104),所述深度相机包括用于生成照射光的所述光源以及用于从所反射的照射光生成光强数据的光传感器(330),所述热调谐系统包括:

反射性目标(302);以及

热调谐站(350),包括:

存储器(356),

处理器(354),以及

热调谐模块(358),所述热调谐模块由所述热调谐站的处理器使用所述存储器的部分来执行,并且包括在制造过程中执行的光源热调谐模式中进行以下操作的指令:

在多个光源调谐温度下用来自所述光源的照射光照射反射性目标,

对于每个光源调谐温度,感测所反射的照射光的强度,所反射的照射光是通过位于所述反射性目标与所述光传感器之间的滤光器(328)在所述光传感器处接收的;

基于所感测强度与所存储强度参考数据(360)的比较,近似所述滤光器的截止频率与所述光源的发射波长之间的频率响应关系;

为所述光源生成静态工作温度设定点,使得所述光源的发射波长与所述滤光器的截止频率交叠不超过预定容许交叠阈值;以及

编程光源温度控制器(324)以在深度相机操作期间将光源工作温度控制在所述静态工作温度。

2. 如权利要求1所述的热调谐系统,其特征在于,还包括位于所述反射性目标与所述滤光器之间的光学扩散器。

3. 如权利要求1所述的热调谐系统,其特征在于,还包括在每一个所述光源调谐温度下调节光源电流,使得在所述热调谐模式期间所述光源对每一个所述光源调谐温度产生均匀功率的指令。

4. 如权利要求3所述的热调谐系统,其特征在于,所述强度是在所述光传感器处从平均光生成率中产生的。

5. 如权利要求4所述的热调谐系统,其特征在于,所述平均光生成率是多个光强信号的几何平均,每个光强信号在不同光传感器像素处生成。

6. 如权利要求1所述的热调谐系统,其特征在于,所存储强度参考数据包括查找表,所述查找表包含多个静态工作温度设定点的判定。

7. 如权利要求1所述的热调谐系统,其特征在于,所述预定容许交叠阈值被选择成使得在深度相机操作期间所述照射光的最大功率的至少90%由所述滤光器透射到所述光传感器。

8. 如权利要求1所述的热调谐系统,其特征在于,所述预定容许交叠阈值被选择成使得所述滤光器的截止频率与所述光源的发射波长没有交叠。

9. 一种用于设置深度相机(150)的光源工作温度的热调谐方法(200),所述方法包括在所述光源的热调谐模式中:

在多个光源调谐温度下用来自深度相机光源(322)的照射光照射(204)反射性目标;

对于每个光源调谐温度,感测(210)所反射的照射光的强度,所反射的照射光是通过位于所述反射性目标与所述光传感器之间的滤光器(328)在所述深度相机的光传感器(330)

处接收的；

基于所感测强度与所存储强度参考数据(360)的比较,近似(216)所述滤光器的截止频率与所述光源的发射波长之间的频率响应关系；

为所述光源生成(218)静态工作温度设定点,使得所述光源的发射波长与所述滤光器的截止频率交叠不超过预定容许交叠阈值；以及

编程(226)光源温度控制器(324)以在深度相机操作期间将光源工作温度控制在所述静态工作温度。

10. 如权利要求9所述的热调谐方法,其特征在于,生成所述静态工作温度设定点包括将所述预定容许交叠阈值选择成使得在深度相机操作期间所述照射光的最大功率的至少90%由所述滤光器透射到所述光传感器。

11. 如权利要求9所述的热调谐方法,其特征在于,生成所述静态工作温度设定点包括将所述预定容许交叠阈值选择成使得所述滤光器的截止频率与所述光源的发射波长没有交叠。

12. 如权利要求9所述的热调谐方法,其特征在于,所存储强度参考数据包括查找表,所述查找表包含多个静态工作温度设定点的判定。

13. 如权利要求9所述的热调谐方法,其特征在于,还包括基于所感测强度与所存储强度参考数据的比较来指示深度相机出错。

14. 如权利要求9所述的热调谐方法,其特征在于,还包括从所述反射性目标接收所反射的照射光,所反射的照射光透过位于所述反射性目标与所述滤光器之间的光学扩散器。

15. 如权利要求14所述的热调谐方法,其特征在于,还包括在每一个所述光源调谐温度下调节光源电流使得在所述热调谐模式期间所述光源对每一个所述光源调谐温度产生均匀功率。

热调谐深度相机光源

技术领域

[0001] 本发明涉及深度相机技术,尤其涉及热调谐深度相机光源。

背景技术

[0002] 用于创建物体三维图像的深度相机通常包括成像滤波器,用于从由深度相机成像光源投射的成像光滤除环境光。为了有效操作,应该将在成像滤波器处接收的大部分成像光传送到深度相机成像传感器,而应该滤除大部分背景光。然而,除非成像滤波器与成像光波长相匹配,否则很难在不降低成像光透射的情况下滤除背景光。

[0003] 在不降低成像光投射的情况下改进背景光过滤的一些方法包括使用可调谐成像滤波器。然而,可调谐成像滤波器可能十分昂贵并且需要复杂的反馈电路才能操作。一些其它方法包括测试多个成像滤波器和成像光源以便可以标识和配对出若干对。然而,这些方法可能需要昂贵的测试以及大量库存的维护。

发明内容

[0004] 公开了用于在深度相机制造过程中执行的热调谐模式中设置深度相机光源工作温度的各种实施例。一种方法的一个实施例包括在多个光源温度下用来自光源的光照射目标;对于每个光源温度,感测在光传感器处接收的通过位于目标和光传感器之间的滤光器的反射光强;基于所感测强度与所存储参考数据的比较,近似滤光器截止频率与光源发射波长之间的频率响应关系;生成温度设定点使得光源发射波长与滤光器截止频率的交叠不超过预定交叠阈值;以及编程温度控制器以在深度相机操作期间将光源控制在温度设定点。

[0005] 提供本发明内容以便以简化形式介绍将在以下的具体实施方式中进一步描述的概念精选。本发明内容并不旨在标识出所要求保护主题的关键特征或必要特征,也不旨在用于限定所要求保护主题的范围。此外,所要求保护的主体不限于解决在本发明的任一部分中提及的任何或所有缺点的实现。

附图说明

[0006] 图 1 示例性示出根据本公开实施例的深度相机组装系统的工作环境。

[0007] 图 2 示出了根据本公开实施例的热调谐深度相机光源的方法的流程图。

[0008] 图 3 示例性示出根据本公开实施例的深度相机光源的热调谐站。

[0009] 图 4 根据本公开实施例,示例性示出光源发射波长与光源温度之间的相互关系,还示例性示出光源温度与滤光器截止频率之间的相互关系。

[0010] 图 5 示例性示出根据本公开的深度相机另一实施例。

具体实施方式

[0011] 深度相机可以用于从在各种深度相机像素处捕捉的距离信息和图像信息中创建

对象的三维图像。例如,深度相机可以用于建立正由该深度相机成像的人物的三维模型,该模型可以被显示或者在某些情况下用作游戏系统中游戏软件的输入。因此,在该示例中,人物的三维模型可以用于,例如通过在游戏截图中包括该模型,而在视频游戏显示中成像人物的图形表示,或者可以用于从建模人物接收用户输入,使得诸如非玩家角色、制品等游戏软件的其它交互元素响应于建模人物的运动。

[0012] 深度相机通常包括用照射光来照射要被成像的对象的照射系统,以及用于基于从对象反射的照射光来生成对象图像的成像系统。在一些示例中,照射光可以是结构化光,用于提供由成像系统进行分析的干涉图案以确定三维信息。在一些其它示例中,照射光可以是脉冲光,用于为由成像系统执行的飞行时间测量提供基础以确定三维信息。无论采用何种方法来捕捉深度信息,成像系统通常被配置成在光传感器处感测所反射的照射光,在一些实施例中光传感器是电荷耦合装置。

[0013] 因为环境光可能会干扰由成像系统执行的分析,所以在一些实施例中,可以在成像系统中包括诸如带通滤波器之类的滤光器,用于在光传感器之前从所反射的照射光滤除一部分背景光。例如,使用红外光源的滤光器可以被配置成反射可见光并传送红外光。因此,在一些实施例中,照射光源和滤光器可以被配置成使得照射光的发射波长与滤光器的通带交叠。然而,由于光源和滤光器的制造操作的天然变化,一些光源可能具有与一些滤光器的截止波长相交叠的发射波长。换言之,因为照射光频率落在滤光器通带之外,滤光器可能无法将反射照射光的一些或全部透射到光传感器。因此,在一些实施例中,光源的发射波长可以被热调节成与滤光器的通带交叠。

[0014] 虽然以下描述的示例实施例中的一些参照了游戏控制台和游戏系统,但是应该明白,这些示例仅仅是为说明目的而提供,所描述的深度相机可以用于落在本公开范围内的任何适当上下文中和/或工作环境中。其它非限制性示例工作环境包括移动无线设备、客户机计算设备和服务器计算设备。

[0015] 图 1 示出用于组装、配置和封装深度相机以便向客户发货的深度相机组装系统 100 的实施例。如图 1 所示,深度相机组装系统 100 包括用于组装深度相机 150 的深度相机组装站 102。例如,在深度相机组装站 102,照射系统和成像系统可以安装在深度相机 150 中。

[0016] 在热调谐站 104,由热调谐站 104 执行的热调谐模块可以在制造过程的热调谐模式(以下会详细描述细节)中热调谐深度相机光源的发射波长,使其与滤光器通带的至少一部分重叠。除此之外或者作为替代,在一些实施例中,可以热调谐光源发射波长,使得光源发射波长与滤光器截止频率交叠不超过预定容许交叠阈值。

[0017] 应该明白,由深度相机 150 的光源发射的光波长可以根据材料和制造条件而稍微变化,尤其是由于对光源波长频率容限的紧密控制会不期望地增加制造成本,因此可以在制造中选择低容限光源。以本文所述的方式热调谐光源发射波长可以允许在无需首先验证滤光器会将发射波长投射到光传感器的情况下将滤光器和光源组装到深度相机中。因此,这可以允许深度相机制造商避免使用具有紧密控制的容限的高成本光源,并且避免对稍微不同的波长执行耗时的光源和滤光器配对测试和/或维护大量光源和滤光器的库存。

[0018] 在一些实施例中,可以通过首先近似滤光器的截止频率与光源的发射波长之间的频率响应关系,在热调谐站 104 调谐光源发射波长。该近似可以基于在成像系统的光传感

器处感测的光强与所存储的强度参考数据之间的比较。随后,可以基于该近似生成光源的静态工作温度设定点。一旦生成静态工作温度设定点,可以通过设定点编程光源温度控制器,使得在深度相机操作模式期间维持设定点温度,如以下参照图 3 详细描述。

[0019] 在如图 1 所示的实施例中,一旦通过静态工作温度设定点编程光源温度控制器,将深度相机 150 传送到在制造过程的结束处的深度相机封装站 106,其中深度相机 150 被封装以便向客户发货。客户对深度相机的首次使用标记深度相机工作模式的开始。在如图 1 所示的示例中,在深度相机 150 的制造过程中,只执行热调谐模式。然而,应该明白,在一些实施例中,热调谐模式可以在深度相机未处于工作模式的任何合适时间执行。可以执行热调谐模式的示例情况包括,但不限于,响应于深度相机初始启动和 / 或通电、响应于从中央服务器接收的命令(诸如在深度相机的固件和 / 或软件升级事件期间)、和 / 或响应于由深度相机接收的执行热调谐模式的用户命令的情况。

[0020] 图 3 示出热调谐站 104A 的实施例,包括与深度相机 150A 电学通信的热调谐设备 350。在该实施例中,深度相机 150A 是包括处理器 314 和存储器 318 的计算设备组件。深度相机 150A 还包括照射系统 320 和成像系统 326。在一些实施例中,深度相机 150A 可以被包括在游戏控制台中,该游戏控制台可以具有自身的处理器 314A、存储器 318A 和相关的海量储存设备 316A。类似地,热调谐设备 350 是包括处理器 354、海量储存 352 和存储器 356 的计算设备,并且包括存储其上的程序逻辑以执行本文所述的功能。应该明白,图 3 所示的热调谐站 104A 的实施例只是描述性的,在本公开的范围也可以使用时其它合适的实施例(诸如下文所述的图 5 所示实施例)。

[0021] 参照图 2 详细描述以上提到的热调谐模式,图 2 示出热调谐方法 200 的实施例的流程图。热调谐方法 200 可以由任何合适的硬件和 / 或软件来执行,包括以上所述图 3 中示出的以及下文所述图 5 中示出的硬件和软件模块。

[0022] 方法 200 包括在 202,在深度相机制造过程中执行的深度相机光源的热调谐模式期间,在照射系统中设置光源调谐温度。对于一些光源,诸如发光二极管激光器,改变光源温度可以改变光源的发射波长。例如,图 4 示出光源发射波长与光源温度之间的示例相互关系 400。在如图 4 所示的示例,将光源温度设置为 42°C 导致 828nm 的光发射。升高光源温度会导致发射波长的相应增大。作为参考,光源温度的 30°C 理论调节会造成标准边缘发射法布里 - 珀罗激光器的 10nm 波长位移,但是在制造设置中的调谐期间,这一显著调节并不典型。

[0023] 以下可以采用设置光源调谐温度的合适方法。在图 3 所示的实施例中,发射系统 320 包括与光源 322 热通信的光源温度控制器 324。在一些实施例中,光源温度控制器 324 可以包括用于响应于所编程的温度设定点加热和 / 或冷却光源 322 的热电设备,但是应该明白,可以在光源温度控制器 324 中包括用于改变光源温度的其它设备(例如风扇和 / 或热交换器)。此外,应该明白,在一些实施例中,光源温度控制器 324 可以包括存储在控制器存储器中用于控制光源 322 的温度的合适程序。

[0024] 继续图 2,在 204,方法 200 包括用来自在光源调谐温度下的深度相机光源的照射光来照射反射性目标。可以采用任何合适的光源来生成照射光。光源的非限制性示例可以包括被配置成在一个或多个发射波长处发射红外光的一个或多个发光二极管激光器。在如图 3 所示的实施例中,光源 322 包括在深度相机 150A 的照射系统 320 中。然而,应该明白,

在一些实施例中,光源可以是独立光源,或者可以包括在深度相机外围设备中。

[0025] 应该明白,在本公开的范围,可以采用任何合适的反射性目标。在图 3 所示的示例中,反射性目标 304 被示为由光源 322 照射。在某些实施例中,反射性目标可以包括白色的反射性场,但是应该明白,在一些实施例中可以包括和 / 或替换成其它颜色。此外,在一些实施例中,反射性目标可以包括各种图案、纹理和 / 或形状。反射性目标可以位于距深度相机任何合适的距离处。在一些非限制性示例中,反射性目标可以位于距深度相机约 1.2 米处。

[0026] 在一些实施例中,包括在照射系统 320 中的光学器件可以包括用于调谐所投射的照射光的一个或多个衍射光栅。这些衍射光栅可能会在反射照射光中引入光学伪像,当被光传感器检测时,光学伪像可能表现为阴影和 / 或热点。因为热点可能使一些光传感器饱和并导致所感测强度数据的丢失和 / 或失真,在一些实施例中,反射照射光可以在被光传感器接收之前穿过位于反射性目标与滤光器之间的光学扩散器。这可以平滑离散光学伪像,并避免在光传感器处的饱和。例如,在图 3 所示的实施例中,反射照射光被示为在成像系统 326 接收之前穿过光学扩散器 304。

[0027] 继续图 2,在一些实施例中,方法 200 包括在 206,在每个光源调谐温度下调节光源电流,使光源在各个光源调谐温度下产生均匀功率。使用该方法,可以基于在光传感器处的光强测量确定相对光源功率(与参考光源功率相比)。然后,相对光源功率可以为近似滤光器的截止频率与光源的发射波长之间的频率响应关系以及为基于此设置静态工作温度设定点形成基础。虽然图 2 参考用于维持均匀光源功率的电流调节,但是应该明白,在本公开的范围,可以采用任何合适的方法来维持光源功率的均匀。表 1 提供用于在光源调谐温度的示例范围上维护约 180mW 的均匀功率的光源示例电流调节参数。

[0028]

相对温度 (°C)	相对电流 (mA)
-7	0.930
-5	0.949
-3	0.967
-1	0.989
初始光源功率校准温度 (42 °C)	1.000
+1	1.012
+3	1.036
+5	1.060
+7	1.092

[0029] 在 208,方法 200 包括在光传感器处从反射性目标接收所反射的照射光,所反射的照射光在光传感器处接收之前穿过滤光器。在图 3 所示的实施例中,由在滤光器 328 处接收由反射性目标 302 反射的照射光。滤光器 328 将所反射的照射光的一部分透射到光传感器 330。虽然图 3 中滤光器 328 的实施例被示为带通滤波器,但是应该明白,在本公开的范围,可以采用具有截止频率的任何合适的滤光器。

[0030] 光传感器 330 是用于感测光强的设备。例如,在一种情况下,光传感器 330 可以包括用于从入射光子生成光强信号的一个或多个电荷耦合装置。此外,在一些实施例中,光传

感器 330 可以被配置成包括分布在阵列中的多个传感器像素,每个传感器像素生成光强信号。这种光传感器可以(例如通过几何平均)平均多个光强信号,每个光强信号对应于不同光传感器像素处的光生成。在一种情况下,光传感器可以平均来自整个传感器的光强信号;在另一情况下,光传感器可以平均来自光传感器所选部分(诸如中心部分)的光强信号。

[0031] 继续图 2,在 210,方法 200 包括感测在深度相机光传感器处接收的、通过位于反射性目标和光传感器之间的滤光器的反射照射光强。在图 3 所示的示例中,反射照射光穿过滤光器 328 并在光传感器 330 处被接收。

[0032] 在一些实施例中,在光传感器处感测光强包括在 212,基于所感测的强度确定相对光功率。例如,在调节光源电流以产生具有已知、均匀功率设置的照射光的情况下,所感测光强可以与穿过滤光器的光的量成比例。因此,已知功率设置的所感测强度与在光源调谐温度之下的所感测强度的比较,可以提供滤光器与光传感器之间频率交叠量的估计。例如,在发射波长与滤光器的截止频率范围不交叠的情况下,所感测强度应该与在参考功率处的所感测强度大致相同。在发射波长与截止频率范围交叠的另一情况下,所感测强度会相对于在参考功率处的所感测光强而减弱。应该明白,可以使用任何合适的参考频率设置来建立功率参考强度。例如,在一些实施例中,与最大光源功率对应的所感测光强可以是功率参考强度。

[0033] 在 214,方法 200 确定是否指示在另一光源调谐温度下的强度测量。如果指示其它光源调谐温度,方法 200 返回 202,设置下一光源调谐温度。如果没有指示其它光源调谐温度,方法 200 进行到 216。

[0034] 可以累计来自不同光源调谐温度的所感测强度以及在一些实施例中对相对光功率的确定,以揭示滤光器的截止频率与如光源温度所建立的光源的发射波长之间的关系。因此,在 216,方法 200 包括基于所感测强度与所存储强度参考数据的比较,近似滤光器的截止频率与光源的发射波长之间的频率响应关系。以下描述根据本公开实施例的用于近似频率响应关系的一种示例方法。然而,应该明白,在本公开的范围可以采用近似滤光器通带与光源发射波长之间的关系的任何合适方法。

[0035] 因此,参照图 3 所示的实施例,将来自光传感器 330 的光强信号传送到热调谐模块 358。在该实施例中,通过将所感测强度与所存储强度参考数据进行比较,对所感测强度进行分类。具体而言,在该示例中,将所感测强度与最大功率参考强度进行比较。以下参照图 3 和 4 解释与三个相应光源调谐温度对应的三个所感测强度的示例分类。

[0036] 除了示出光源发射波长与光源温度之间的示例相互关系 400 之外,图 4 还示出如光传感器检测的反射发射光强与由多条连线 404 链接的光源温度之间的示例相互关系 406。相互关系 406 通常可以被划分成通带 406A 和截止频率范围 406B。因此,在由连线 404A 表示的 37°C 的第一光源调谐温度下,发射波长 408A 与通带 406A 重叠。如图 4 所示,发射波长 408A 对光传感器产生大于最大功率参考强度的 90% 的所感测强度。因此,现在参照图 3,在热调谐模块 358,将光分类条件设为值 1。

[0037] 在由图 4 中连线 404B 表示的 42°C 的第二光源调谐温度下,发射波长 408B 与发射波长 408A 相比,与截止频率范围 406B 交叠更多。因此,发射波长 408B 的所感测强度小于发射波长 408A 的所感测强度。如图 4 所示,发射波长 408B 的所感测强度小于最大功率参考强度的 90%,但是大于最大功率参考强度的 80%。因此,现在参照图 3,在热调谐模块 358,

将光分类条件设为值 2。

[0038] 在由图 4 中连线 404C 表示的第三光源调谐温度下,发射波长 408C 位于截止频率范围 406B 内。如图 4 所示,发射波长 408C 的所感测强度小于最大功率参考强度的 80%。因此,现在参照图 3,在热调谐模块 358,将光分类条件设为值 3。

[0039] 总之,这些光分类条件和相应光源调谐温度为近似滤光器的截止频率与光源的发射波长之间频率响应关系提供基础。具体而言,应该明白,升高光源温度导致光源发射波长从滤光器通带位移到截止频率范围。

[0040] 应该明白,一旦被近似,频率响应关系可以为生成静态工作频率设定点提供基础。因此,继续图 2,在 218,方法 200 包括为光源生成静态工作温度设定点,使得光源的发射波长与滤光器的截止频率交叠不超过预定容许交叠阈值。例如,在一些实施例中,频率响应关系可以与包括在所存储参考强度数据的查找表相比较。查找表可以包括在各种光源调谐温度下用于多个光分类条件的多个静态工作温度设定点判定。例如,图 3 所示的实施例包括向热调谐模块 358 提供所存储的强度参考数据的所存储强度参考表 360。表 2 提供用于三个光源调谐温度的示例查找表,其中光分类条件 1 对应于大于最大功率参考的 90%的所感测功率;光分类条件 2 对应于小于最大功率参考的 90%但大于 80%的所感测功率;以及光分类条件 3 对应于小于最大功率参考的 80%的所感测功率。例如,在以上所述的示例中,与一组光源调谐温度(37°C,42°C,47°C)对应的所感测强度数据被分类成(1,2,3)。参考表 2,所生成的静态工作温度设定点可以是 37°C。

[0041]

光分类条件 (根据光源调谐温度)			静态工作温度设定点 (°C)
37 °C	42 °C	47 °C	
1	1	1	42
1	1	2	40
1	1	3	37
1	2	2	37
1	2	3	37
1	3	3	37
1	2	1	42
2	1	1	44
2	1	2	42
2	1	3	42
2	2	1	44
3	1	1	44
3	1	2	42
3	1	3	42
3	2	1	47
3	3	1	47

[0042] 因为光源发射波长可以包括光源发射带,预定容许交叠阈值被配置成定义截止频率与发射波长的可接受交叠量。这可以提供对照射系统定义制造容限的方法。例如,预定容许交叠阈值可以包括与深度相机制造过程的统计过程控制限制相对应的制造商提供的

容限。因此,继续图 2,在一些实施例中,生成静态工作温度设定点可以包括在 220,选择预定容许交叠阈值使得在深度相机操作期间照射光最大功率的至少 90% 由滤光器透射到光传感器。虽然图 2 所示的示例预定容许交叠阈值相关于照射光最大功率来定义,但是应该明白,可以采用任何合适的方法来定义预定容许交叠阈值。示例方法包括,但不限于,相关于所过滤照射光的全宽、半高和 / 或相关于滤光器和 / 或光源的变化来定义预定容许交叠阈值。在一些实施例中,可以与所存储强度参考数据一起包括预定容许交叠阈值,但是应该明白,在一些实施例中,预定容许交叠阈值可以存储在任何合适的位置,包括深度相机和 / 或热调谐设备的存储器。或者,在一些其它实施例中,生成静态工作温度设定点可以包括在 222,选择预定容许交叠阈值使得滤光器的截止频率与光源的发射波长没有交叠。

[0043] 可选地,方法 200 可以包括在 224,基于所感测强度与所存储强度参考数据的比较指示深度相机出错。这可以提供一种通过观察物理上不现实的工作条件来诊断预定义出错的方法。在一些实施例中,所存储参考强度数据可以包括用于基于所感测强度设置出错条件的深度相机出错。表 3 包括以查找表形式存储的示例预定义出错条件,使用与表 2 相同的光分类条件。

表 3			
光分类条件光源调谐温度			设置出错条件?
37 °C	42 °C	47 °C	
1	1	1	否
1	1	2	否
1	1	3	否
1	2	2	否
1	2	3	否
1	3	2	出错
1	3	3	否
1	2	1	否
1	3	1	出错
2	1	1	否
2	1	2	否
2	1	3	否
2	2	2	出错
2	2	3	出错
2	3	2	出错
2	3	3	出错
2	2	1	否
2	3	1	出错
3	1	1	否
3	1	2	否
3	1	3	否
3	2	2	出错
3	2	3	出错
3	3	2	出错
3	3	3	出错
3	2	1	否
3	3	1	否

[0044]

[0045] 在 226, 方法 200 结束于编程光源温度控制器以在深度相机操作期间将光源工作温度控制在静态工作温度。例如, 参照以上描述的示例以及图 3, 静态工作温度设定点可被编程到光源温度控制器 324, 使得在深度相机 150A 进入工作模式时光源温度控制器 324 可以将光源 322 的温度控制在 37°C。

[0046] 虽然以上参照图 3 描述了示例方法, 但是应该明白, 在一些实施例中, 在热调谐设备 350 中描述的元件的一部分或全部可以包括在深度相机中。这可以提供热调谐光源的板上能力。例如, 图 5 示例性示出具有深度相机 150B 的热调谐站 104B 的另一实施例, 该深度相机包括照射系统 520 和成像系统 530。照射系统 520 包括光源 522 和光源温度控制器 524。成像系统 530 包括带通滤波器 532 和光传感器 534。深度相机 150B 还包括热调谐模块 518 和存储在存储器 514 中以供处理器 512 执行的所存储强度参考数据 516。应该明白, 在

其他实施例中,深度相机可以输出原始图像以供游戏控制台 506 的处理器和存储器处理。

[0047] 应该理解,本文描述的配置和 / 或方法在本质上是示例性的,且这些具体实施例或示例不是局限性的,因为多个变体是可能。本文描述的具体例程或方法可表示任何数量的处理策略中的一个或多个。由此,所示的各个动作可以按所示顺序执行、按其他顺序执行、并行地执行、或者在某些情况下省略。同样,可以改变上述过程的次序。

[0048] 本发明的主题包括各种过程、系统和配置的所有新颖和非显而易见的组合和子组合、和本文所公开的其它特征、功能、动作、和 / 或特性、以及其任何和全部等效方案。

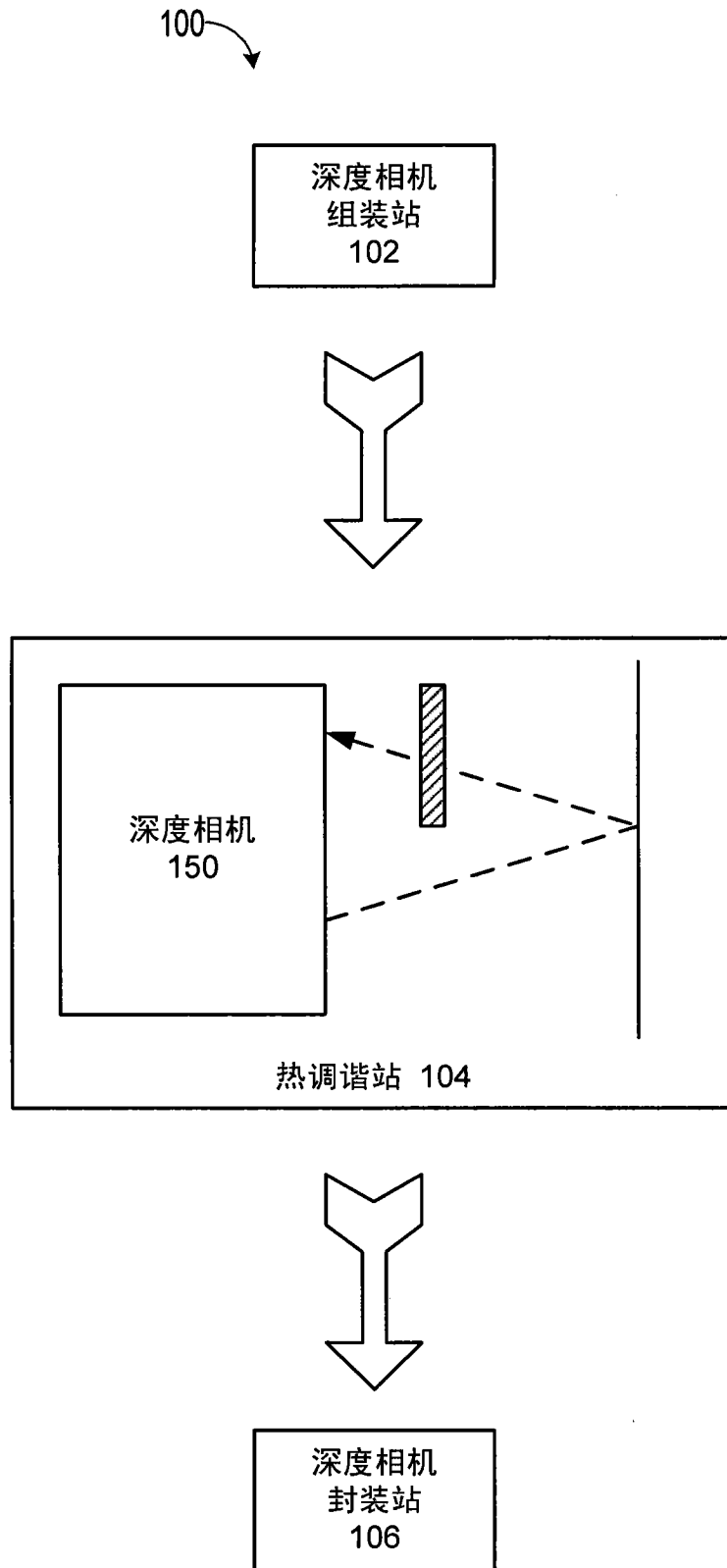


图 1

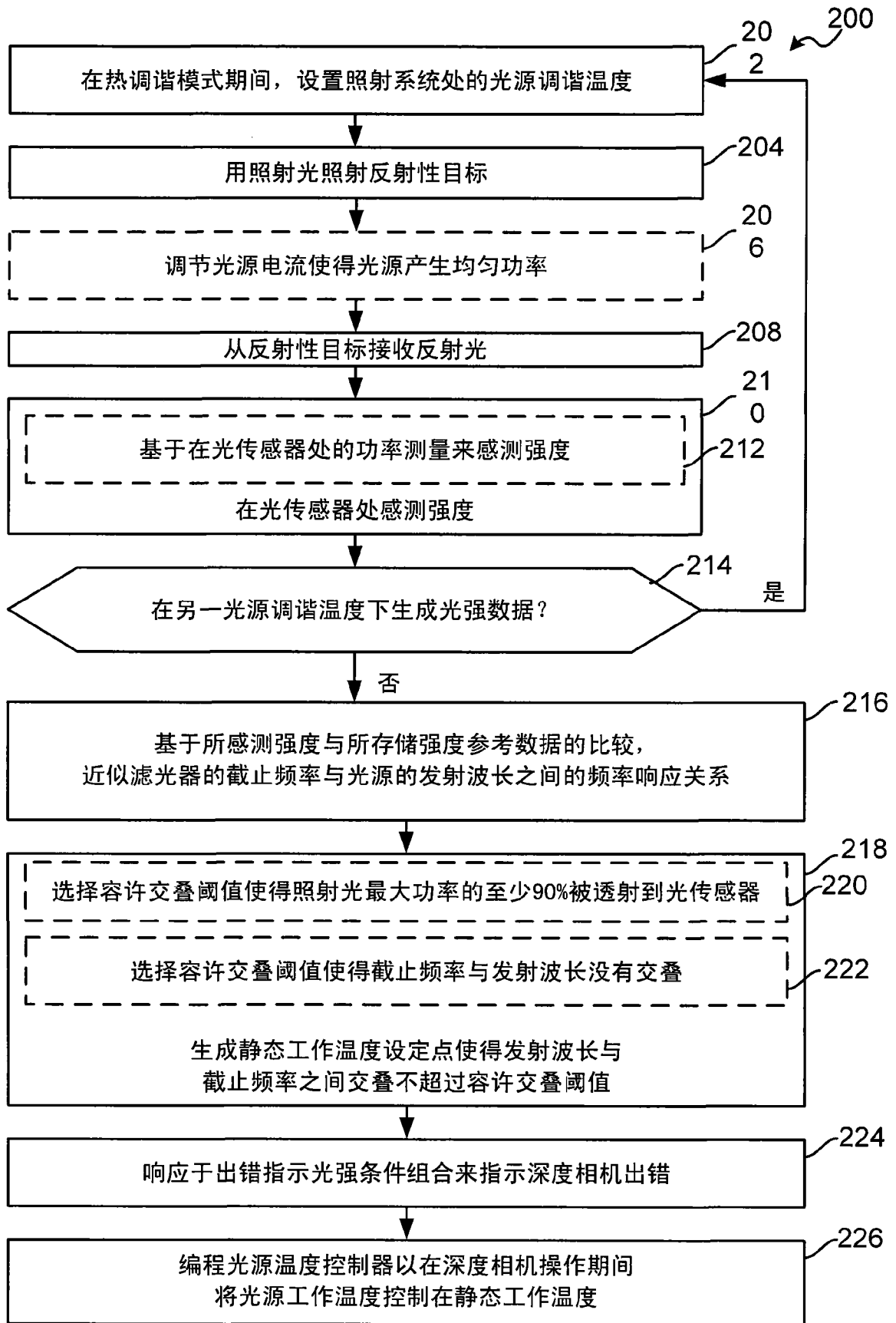


图 2

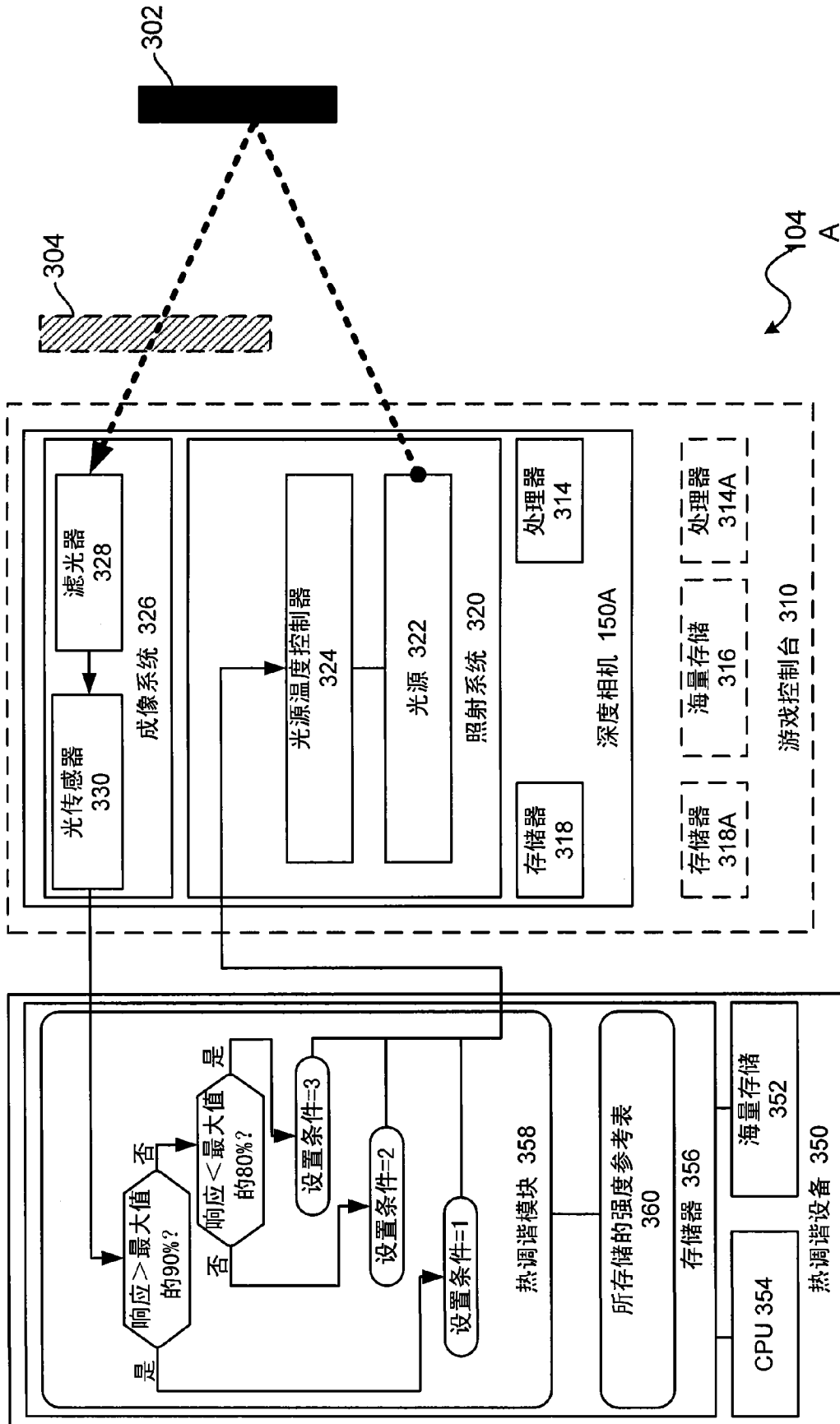


图 3

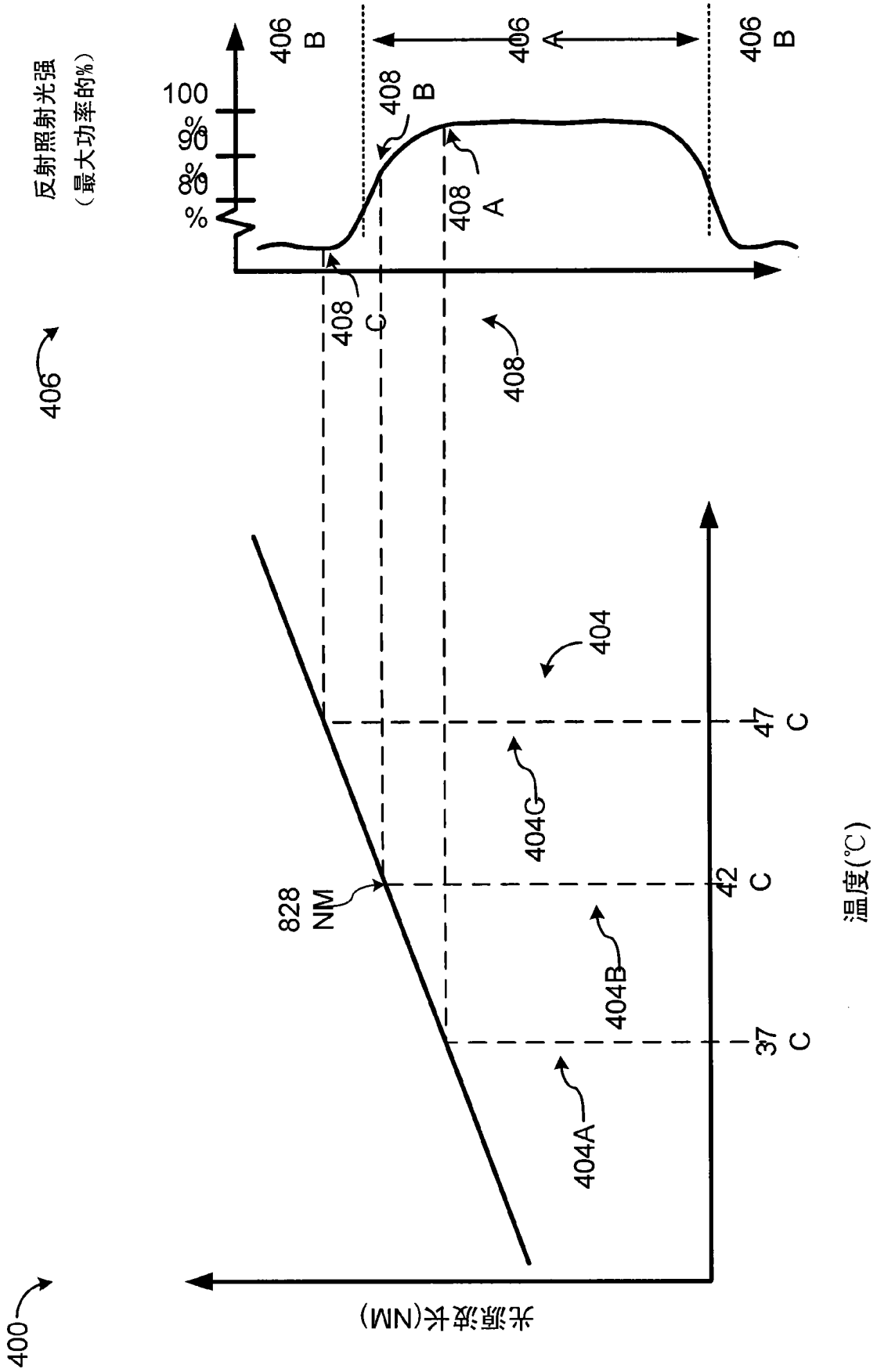


图 4

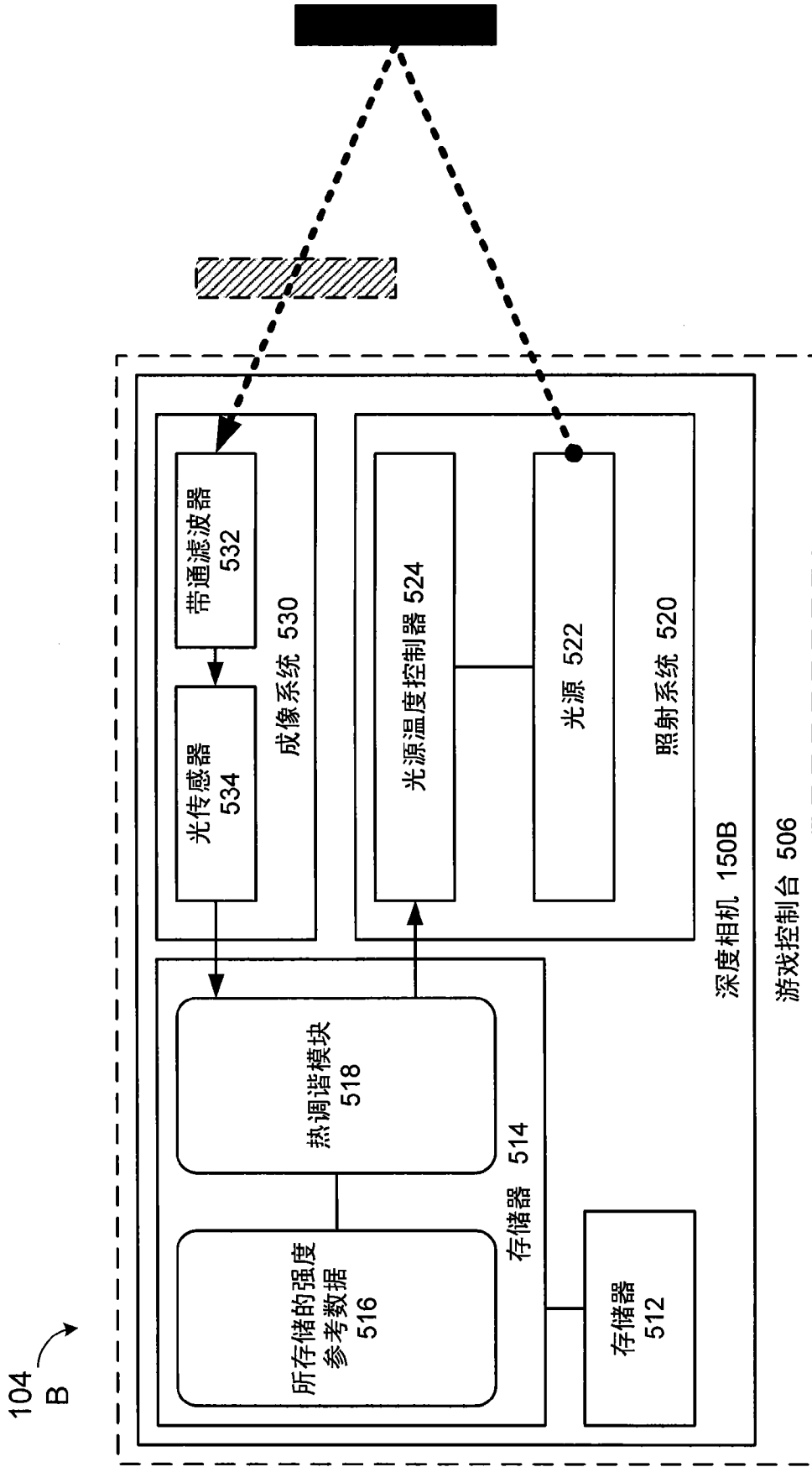


图 5