



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104540381 B

(45)授权公告日 2016.12.21

(21)申请号 201380040969.5

(22)申请日 2013.05.28

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104540381 A

(43)申请公布日 2015.04.22

(30)优先权数据
61/659555 2012.06.14 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.02.02

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2013/054394 2013.05.28

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/186651 EN 2013.12.19

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 E.P.博内坎普 C.塔纳塞
M.E.P.詹森 W.F.帕斯维尔
H.范登怀恩加尔特 R.范杭乔坦
P.J.M.布科姆斯

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 刘鹏 景军平

(51)Int.Cl.
A01K 61/00(2006.01)
A01K 61/02(2006.01)
A01K 63/06(2006.01)
审查员 袁海

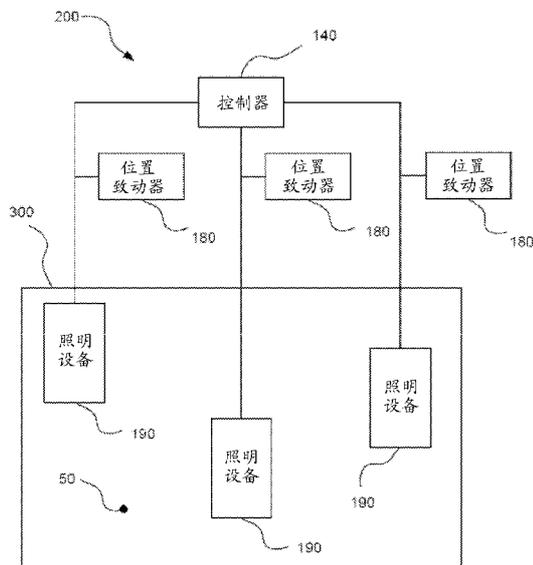
权利要求书3页 说明书13页 附图9页

(54)发明名称

用于水生动物养殖的光照系统

(57)摘要

提供了一种用于水生动物的养殖的光照系统(100)。光照系统(100)包括发射光的至少一个光源(110)、被布置成驱动所述至少一个光源(110)的至少一个光驱动器(120)、在所述光照系统(100)中提供用于至少一个感兴趣点(50)的照度数据的至少一个光传感器(130),以及控制器(140)。控制器(140)被适配成向驱动至少一个光源(110)的至少一个光驱动器(120)提供控制信号以在至少一个感兴趣点(50)处发射期望照度的光。可应用外界光传感器以还根据外界光数据确定控制信号。



1. 一种用于水体中的水生动物的养殖的光照系统(100),包括:
 - 多个光源(110),每个光源包括被布置成发射光的至少一个发光二极管,所述多个光源(110)被布置成被浸入水体中,
 - 被布置成驱动所述多个光源(110)的至少一个光驱动器(120),
 - 被布置成提供用于位于所述水体中的至少一个感兴趣点(50)的照度数据的至少一个光传感器(130),以及
 - 控制器(140),其中所述控制器(140)被适配成
 - 接收用于所述至少一个感兴趣点(50)的期望的照度设定点;
 - 从所述至少一个光传感器(130)接收用于所述至少一个感兴趣点(50)的所述照度数据;
 - 基于所述接收的期望的照度设定点和所述接收的在所述感兴趣点(50)处的照度数据确定用于所述多个光源(110)的控制信号;以及
 - 向所述至少一个光驱动器(120)提供所述确定的控制信号,从而驱动所述多个光源(110)在所述至少一个感兴趣点(50)处达到期望照度的光;
 - 其中所述多个光源(110)被适配成单独可控以便在所述至少一个感兴趣点(50)处产生所述期望照度的所述光。
2. 根据权利要求1所述的光照系统(100),还包括:
 - 提供外界光数据的至少一个外界光传感器(500);
 - 其中所述控制器(140)还被适配成
 - 从所述至少一个外界光传感器接收所述外界光数据;
 - 基于所述外界光数据确定所述控制信号。
3. 根据权利要求2所述的光照系统(100),其中所述控制器(140)被适配成将所述外界光数据用作用于确定所述照度设定点的输入。
4. 根据权利要求1所述的光照系统(100),包括:
 - 多个光源(110),其中所述光源中的每个被布置在水体中的不同的浸入深度处;
 - 所述光源中的每个包括被布置成当由一个或多个光驱动器(120)驱动时发射光的一个或多个发光二极管;
 - 相对于所述多个光源中的一个或多个而被布置来提供用于与所述多个光传感器(130)中的每个相关联的感兴趣点(50)的照度数据的多个光传感器(130);
 - 其中所述控制器被适配成
 - 接收用于所述光源中的每个的期望的照度设定点并从所述光传感器中的每个接收用于所述感兴趣点的照度数据;
 - 可选地从至少一个外界光传感器(500)接收外界光数据;
 - 基于所接收的期望的照度设定点、来自所述多个光传感器的所述照度数据以及可选地来自所述至少一个外界光传感器的所述外界光数据来确定控制信号;
 - 向所述一个或多个光驱动器提供为所述光源中的每个确定的控制信号,从而驱动所述光源在所述感兴趣点处发射对应于与所述多个光源中的每个相关联的所述期望的照度设定点的期望照度的光。
5. 根据权利要求1所述的光照系统(100),其中所述至少一个光传感器(130)与所述至

少一个光源(110)相集成。

6. 根据权利要求1所述的光照系统(100),还包括被布置成为所述至少一个感兴趣点(50)提供温度数据的至少一个温度传感器(170),其中所述控制器(140)还被适配成

从所述至少一个温度传感器(170)接收所述温度数据;

还基于所述接收的温度数据来确定控制信号;

向所述至少一个光驱动器(120)提供所述确定的控制信号,从而驱动所述至少一个光源(110)在所述至少一个感兴趣点(50)处发射所述期望照度的光。

7. 根据前述权利要求中的任一项所述的光照系统(100),还包括被布置成调节所述至少一个光源(110)在所述水体中的浸入深度的至少一个位置致动器(180),其中所述浸入深度与所述水体的表面和所述至少一个光源(110)之间的垂直距离相关联,其中所述控制器(140)还被适配成

接收用于所述至少一个光源(110)的期望的位置设定点;

确定用于所述至少一个光源(110)的当前的位置数据;

基于所述接收的位置设定点和所述确定的当前的位置数据确定控制信号;

向所述至少一个位置致动器(180)提供所述确定的控制信号,从而将所述至少一个光源(110)定位在所述水体中的期望位置处。

8. 一种用于水生动物的养殖的装置(200;700),所述装置(200)包括:

根据前述权利要求中的任一项的光照系统(100),以及

水箱(300;701),其中所述光照系统(100)被布置成照亮所述水箱(300;701),并且其中所述至少一个感兴趣点(50)位于所述水箱(300;701)内。

9. 根据权利要求8所述装置(700),还包括:

食物分送器(702);

其中所述控制器(140)被适配成在水箱(701)中协调从所述食物分送器的食物分送和确定用于驱动所述至少一个光源(110)的控制信号。

10. 一种用于控制用于水生动物的养殖的光照系统(100)中的光的方法,所述光照系统(100)包括:多个光源(110),每个光源包括被布置成发射光的至少一个发光二极管,所述多个光源(110)被布置成被浸入在水体中;被布置成驱动所述多个光源(110)的至少一个光驱动器(120);被布置成提供用于位于所述水体中的至少一个感兴趣点(50)的照度数据的至少一个光传感器(130);以及控制器(140),所述方法包括如下步骤:

接收用于所述至少一个感兴趣点(50)的期望的照度设定点;

从所述至少一个光传感器(130)接收用于所述至少一个感兴趣点(50)的所述照度数据;

基于所述接收的期望的照度设定点和所述接收的在所述至少一个感兴趣点(50)处的照度数据确定用于所述多个光源(110)的控制信号;

向所述至少一个光驱动器(120)提供所述确定的控制信号,从而驱动所述多个光源(110)在所述至少一个感兴趣点(50)处达到期望照度的光;

其中所述确定包括确定用于所述多个光源(110)的各个控制信号以便在所述至少一个感兴趣点(50)处产生所述期望照度的所述光。

11. 根据权利要求10所述的方法,还包括如下步骤:

从至少一个外界光传感器(500)接收外界光数据；
在控制器中从所述至少一个外界光传感器接收所述外界光数据；
基于所述外界光数据确定所述控制信号以用于驱动所述至少一个光源(110)。

12. 根据权利要求11所述的方法,还包括将外界光数据用作用于确定所述照度设定点的输入的步骤。

13. 根据权利要求10-12中的任一项所述的方法,在光照系统中,该光照系统包括:多个光源(110),其中所述光源中的每个被布置在水体中的不同的浸入深度处,所述光源中的每个包括被布置成当由一个或多个光驱动器(120)驱动时发射光的一个或多个发光二极管;多个光传感器(130),该多个光传感器(130)相对于所述多个光源中的一个或多个而被布置来提供用于与所述多个光传感器(130)中的每个相关联的感兴趣点(50)的照度数据,所述方法包括如下步骤:

接收用于所述光源中的每个的期望的照度设定点并且从所述光传感器中的每个接收用于所述感兴趣点的照度数据;

可选地,从至少一个外界光传感器(500)接收外界光数据;

基于所接收的期望的照度设定点、来自所述多个光传感器的所述照度数据以及可选地来自所述至少一个外界光传感器的所述外界光数据来确定控制信号;以及

向所述一个或多个光驱动器提供为所述光源中的每个确定的控制信号,从而驱动所述光源在所述感兴趣点处发射对应于与所述多个光源中的每个相关联的所述期望的照度设定点的期望照度的光。

14. 根据权利要求10-12中的任一项所述的方法,其中所述系统还包括被布置成为所述至少一个感兴趣点(50)提供温度数据的至少一个温度传感器(170),所述方法还包括如下步骤:

从所述至少一个温度传感器(170)接收所述温度数据;

还基于所述接收的温度数据确定控制信号;

向所述至少一个光驱动器(120)提供所述确定的控制信号,从而驱动所述至少一个光源(110)在所述至少一个感兴趣点(50)处发射所述期望照度的光。

15. 根据权利要求10-12中的任一项所述的方法,其中所述系统还包括被布置成调节所述至少一个光源(110)在所述水体中的浸入深度的至少一个位置致动器(180),其中所述浸入深度与所述水体的表面和所述至少一个光源(110)之间的垂直距离相关联,所述方法还包括如下步骤:

接收用于所述至少一个光源(110)的期望的位置设定点;

确定用于所述至少一个光源(110)的当前的位置数据;

还基于所述接收的位置设定点和所述确定的当前位置数据确定控制信号;

向所述至少一个位置致动器(180)提供所述确定的控制信号,从而将所述至少一个光源(110)定位在所述水体中的期望的位置处。

用于水生动物养殖的光照系统

技术领域

[0001] 本发明涉及用于海箱中的鱼养殖的光照系统的领域。特别地,本发明涉及用于水生动物养殖的光照系统、包含这样的光照系统的装置和用于控制这样的光照系统中的光的方法。

背景技术

[0002] 鱼或者其它水生动物在其自然环境中的行为取决于多种因素,诸如温度、光质量、氧浓度、水PH。某一区域中鱼的数量或者鱼的密度还强烈地由该区域中的环境因素确定。在淡水或者海水中进行取决于种类和发育阶段的高密集的鱼养殖。当前,例如成长中的大西洋鲑鱼产品的大多数在海洋网箱或海箱中进行。一般地,鱼具有避免高光强度的自然倾向。然而,觅食的动力比避免靠近水表面的高光强度的倾向要更强。目前在海箱中喂鱼是通过使用喂食器完成的,喂食器在水表面处铺开饲料壳并且造成靠近水表面进行食物摄取的情况。因此,由于靠近水表面的“饲喂点”周围的鱼的高密度的缘故以及由于高光强度的缘故,出现了紧张的情况。

[0003] 在诸如海洋网箱或者海箱的水箱中,可以通过使用主要放置在水中的人工光来影响照明状况,而只能通过箱或者网的初始定位来影响诸如温度或者氧浓度的其它环境因素。

[0004] 因此,已经开发了使用光源来控制光并且由此控制这样的环境中的鱼的行为的若干设备和方法。

[0005] US 6203170 B1公开了用于吸引和/或驱赶鱼的设备。该设备包括被包裹在防水性保护外壳中的可见光发光二极管的阵列,所述外壳对于由二极管发射的光基本上是透明的。发射的光具有吸引或者驱赶鱼的波长并且被用于引导鱼的移动。与该设备和饲料分送器通信的控制器例如可以引起设备在预定时段内进行照亮,在所述预定时段期间分送预定量的食物。

[0006] US 2010/267126 A1公开了用于在海洋栖息地饲养生物物种的装备,其中光源用具有针对所述海洋栖息地中的生物物种的最佳生长而设定的光谱和/或强度的光来照亮海洋栖息地。该文档简要地记录了控制器可独立于阳光的改变而保证光源的恒定的光输出,然而没有进一步公开如何使得能够实现这一点。

[0007] JP 200-060350 A 公开了用于养殖珍珠贝的系统,该系统包括:处于水表面以下浸没在水中固定深度处用于辐射包括珍珠贝的养殖箱的光源,以及附接至养殖箱用于监控养殖箱的位置处的光的强度的光电二极管。在养殖过程期间,根据预定的规定时间安排利用规定强度的光照亮珍珠贝。该时间安排是70分钟的“点灯”和20分钟的“灭灯”的重复循环。根据规定的时间安排,养殖箱被提起至浅的深度以适应亮的状态(阳光+人工光(如果需要的话))或者被下降至较大的深度以适应暗的状态(没有光)。

[0008] 然而,仍然存在对于关于如何在这样的环境中使用人工照明来获得鱼福利和食物摄取二者的改进的高效解决方案的需求。还存在对于创造用于鱼养殖的海箱的增加的生产

力的解决方案的需求。

发明内容

[0009] 鉴于上文,期望的是提供能够改进用于鱼养殖的海箱的产量和生产力的有效的人工照明解决方案或者光照系统。

[0010] 还期望的是这样的光照系统通过减小食物摄取期间的压力而向鱼福利提供积极的贡献。减小鱼的压力产生改进的食物转化,这产生更大的鱼和改进的具体的生长率以及产生较低死亡率的更少的疾病。

[0011] 进一步地,考虑到就在水表面以下为了食物的争斗期间通常丢失相当量的食物,期望的是改进鱼的食物摄取。未被鱼注意到的食物移动到更深的水域以及其中没有食物摄取发生的更不利的温度的地方。因此,将期望的是改进食物摄取,这将导致更低的成本和更高的海箱的生产力。

[0012] 进一步地,还期望的是通过减少靠近水表面的为了食物的搏斗(这导致更有效的摄取,其再导致更低的成本)来改进鱼群在大小和重量方面的一致性。

[0013] 还期望的是在总量的鱼上获得更佳的食物分配。此外,期望的是改进鱼的产量,即能够在同样容积的水中生长更多的鱼。

[0014] 本发明的目的是提供解决或者至少减轻上面讨论的问题的装置。

[0015] 用于水生动物的养殖的光照系统包括:至少一个光源,该至少一个光源包括被布置成发射光的至少一个发光二极管,所述至少一个光源被布置成被浸入水体中;被布置成驱动所述至少一个光源的至少一个光(电)驱动器;被布置成在光照系统中提供用于至少一个感兴趣的水容积的照度数据的至少一个第一光传感器,所述感兴趣的容积位于水体中;以及控制器,其中所述控制器被适配成:接收用于至少一个感兴趣点的期望的照度设定点;从所述至少一个第一光传感器接收照度数据;基于接收的期望的照度设定点和接收的照度数据确定控制信号;向至少一个光驱动器提供确定的控制信号,从而驱动所述至少一个光源在所述至少一个感兴趣的容积处发射期望照度的光。

[0016] 根据本发明的光照系统可有利地包括海箱中的若干光源或者LED灯。这使得能够产生或多或少均匀的光点分布。根据本发明的光照系统包括可以均匀地分布在海箱的整个容积内的浸入的LED源。LED源改进了食物的可见性并且避免了在食物摄取期间的紧张情况。另外,浸入的照明改进了有效的食物摄取(没有食物丢失)并且改进了如以上所描述的鱼的产量/一致性。LED照明的特定优点在于所生成的少量的生成热量可以容易地被水吸收。LED照明相对于不能在海箱中较深地分布的金属卤化物灯还具有优点。

[0017] 期望的照度可涉及将由所述至少一个光源发射的光的光谱和/或颜色。

[0018] 期望的照度可另外地涉及其它方面的光源属性,诸如通量和/或峰值亮度。

[0019] 这样,浸入的第一光传感器使得能够可有利地精细调整光照系统中的光源的光关于诸如通量、峰值亮度和光谱之类方面的属性。光照系统的光源可以被独立地调整来产生明确定义的光通量或者光谱。根据本发明的光照系统可能使得光源能够被独立地调光或者增强。在水箱中造成光梯度是可能的,该光梯度对于例如在喂养期间操纵鱼密度可能是有用的。

[0020] 可以作为海箱的周围环境中的自然光状况的函数来调整光源或者发光二极管。这

可以使得能够实现对于由于水中的吸收引起的光损失的补偿。

[0021] 因此,公开了被配置用于水生动物的养殖的第二光照系统。该光照系统包括至少一个光源,所述至少一个光源包括至少一个发光二极管,其中所述至少一个光源被布置成被浸入水体中。光照系统包括被布置成驱动所述至少一个光源在水体中的感兴趣点处发射光的至少一个光驱动器。光照系统包括至少一个光传感器,其可被配置用于被布置在水体表面的上方,从而提供外界光数据。外界光被认为是在水表面上方感测的光。光照系统还包括控制器,该控制器被配置成接收期望的照度设定点以及接收至少一个传感器的外界光数据并且基于接收的期望的照度设定点和外界光数据确定控制信号。控制器被配置成向光驱动器提供所确定的控制信号,从而驱动所述至少一个光源在至少一个感兴趣点处发射期望照度的光。

[0022] 该光照系统使得能够实现对在包含水生动物的水体的表面(在水的外部)处的外界自然光状况(例如,强度和/或光谱)的测量。然后,在控制从所述至少一个光源发射的光时,可以将外界光对水生动物的总体光暴露的贡献考虑进去。因此,可以将与在表面处的状况相同的光状况应用到整个水体,使得鱼在整个空间中具有相同的食物可见性,这对于生长过程是有益的。可在控制器内应用模型以计及在一个或多个不同深度处外界光的贡献。

[0023] 可以设想各种应用。例如,可以通过根据水表面上方的光传感器所感测的外界光强度和/或光谱控制从浸入的至少一个光源发射的光来跟随外界光的昼/夜节律。浸入的光源的深度处的外界光的贡献将不同于水表面上方的光传感器所感测的光。相应地,可应用在先前段落中提及的模型以将该效果考虑进去。

[0024] 第二光照系统可以或者可不与第一光照系统相组合。

[0025] 如果两个光照系统被组合,则获得用于水生动物的养殖的第三光照系统。该第三光照系统包括至少一个光源,该至少一个光源包含被布置成发射光的至少一个发光二极管,其中该光源被布置成浸入在水体中。光照系统还包括被布置成驱动所述至少一个光源的至少一个光驱动器。光照系统包括被布置成浸入在水体中以在位于水体中的至少一个感兴趣点处提供照度数据的至少一个第一光传感器。光照系统还包括至少一个第二光传感器,该第二光传感器可被配置成被布置在水体表面的上方以提供外界光数据。提供了控制器,其被配置成接收期望的照度设定点以及接收来自至少一个第一传感器的照度数据和来自至少一个第二传感器的外界光数据,并基于接收的期望的照度设定点、来自至少一个第一传感器的照度数据和来自至少一个第二传感器的外界光数据确定控制信号。控制器被配置成向光驱动器提供所确定的控制信号,从而驱动至少一个光源在所述至少一个感兴趣点处发射期望照度的光。

[0026] 第三光照系统使得能够实现(多个)第一传感器在水中对于光(强度和/或光谱),特别是外界光的贡献的实际测量。作为结果,不需要应用模型并且可以被计及水状况的变化(例如,水的不透明性和水流的变化)。将外界光状况的变化和/或水的光学参数的变化二者转换成用于(多个)光源的经适配的驱动参数。第三光照系统还使得能够实现对水体内部的光状况相对于水体表面处的光状况的相对控制。例如,可以控制或者设定表面处的光状况和水体内(多个)感兴趣点处的光状况之间的梯度。可以将外界光数据用作设定位于水体中的感兴趣点处的期望的照度设定点的输入。

[0027] 已经设想了关于第一、第二和/或第三光照系统的各种实施例。

[0028] 在实施例中,光照系统可包括至少一个食物分送器。可以从控制器调整食物分送和对光源发射的光的控制以刺激食物摄取。

[0029] 在实施例中,至少一个第一光传感器可与至少一个光源相集成。

[0030] 在实施例中,光照系统还可包括至少一个外壳,该外壳包括所述至少一个光源中的至少一个,该外壳被布置成被浸入在水体中。

[0031] 在另一实施例中,所述至少一个外壳还可包括所述至少一个光驱动器中的至少一个。

[0032] 在实施例中,光照系统还可包括输入设备并且可从该输入设备接收期望的照度设定点。替代性地,或者除了如以上所提到的之外,可将来自被布置在水体表面上方的第二光传感器的外界光数据用作用于设定照度设定点的输入。

[0033] 在实施例中,光照系统还可包括被布置成为所述至少一个感兴趣点提供温度数据的至少一个温度传感器,并且控制器还可被适配成:从所述至少一个温度传感器接收温度数据;还基于接收的温度数据(除了照度设定点来自至少一个第一传感器的照度数据和/或来自至少一个第二传感器的外界光数据之外)确定控制信号;向至少一个光驱动器提供所确定的控制信号,从而驱动所述至少一个光源在所述至少一个感兴趣点处发射期望照度的光。

[0034] 这样,将浸入的LED照明与温度传感器进行组合。这开启了控制鱼停留在海箱中的恰当温度处的可能性。

[0035] 可将温度传感器连接至调校光源的位置和通量输出或者其它光学特性(例如光谱)的软件或者控制器。温度传感器可以与光源分离或者可以集成到承载用于光源的电流的电缆上。

[0036] 在实施例中,至少一个温度传感器可以与所述至少一个光源相集成。温度传感器可以集成到承载用于光源的电流的电缆上。

[0037] 在实施例中,光照系统还可包括被布置成调节至少一个光源在水体中的浸入深度的至少一个位置致动器,其中浸入深度可与水体表面与至少一个光源之间的垂直距离相关联,其中所述控制器还被适配成接收用于至少一个光源的期望的位置设定点;确定用于至少一个光源的当前的位置数据;基于接收的位置设定点和所确定的当前的位置数据确定光控制信号;向至少一个位置致动器提供所确定的控制信号,从而将至少一个光源定位在水体中的期望位置处。

[0038] 这具有光源在水体内的浸入深度可以是可变的优点。这开启了鱼停留在海箱中的恰当温度处的可能性。

[0039] 在实施例中,位置致动器还可被布置成横向地调节至少一个光源在水体中的位置。该实施例促进了相对于特定的横向位置(例如,食物分送器的位置)定位至少一个光源。

[0040] 在实施例中,光照系统包括多个光源,其中光源中的每个被布置在水体中的不同浸入深度处。光源中的每个包括被布置成当由一个或多个光驱动器驱动时发射光的一个或多个发光二极管。光照系统包括相对于多个光源中的一个或多个而被布置来为与多个光源中的每个相关联的感兴趣点提供照度数据的多个第一光传感器。提供了控制器,其被配置成接收用于光源中的每个的期望的照度设定点,并接收来自多个第一传感器的照度数据和至少一个第二传感器的外界光数据,以及基于接收的期望的照度设定点、来自所述多个第

一光传感器的照度数据以及来自所述至少一个第二传感器的外界光数据确定控制信号。控制器被配置成向一个或多个光驱动器提供所确定的控制信号,从而驱动光源在至少一个感兴趣点处发射对应于与多个光源中的每个相关联的期望的照度设定点的期望照度的光。特别地,每个光源可将其自己的相关联的第一光传感器布置在光源内或者光源附近,使得其能够在与第一光传感器相关联的感兴趣点处执行适当的光测量以及根据与感兴趣点相关联的照度设定点发射光。

[0041] 在实施例中,控制器被配置成还根据水生动物的种类和发育阶段中的至少一个来确定控制信号。已经发现,例如鱼对光的敏感度根据种类和/或发育阶段而深刻地改变。具体的感光器细胞存在于鱼的眼睛和松果腺中,并且这些细胞在鱼的生长期间进化。因此在其发育期间,鱼可能要求不同的光强度和/或波长。而且,在同一发育阶段内,鱼受白天长度(光周期性活动)和季节的影响。例如,鲑鱼具有不同的进食行为,从秋季到冬季食欲减退,并且从晚冬之后开始食欲快速增加。食欲的行为指标的季节性变化归因于白天长度和白天长度的改变。

[0042] 正如以上已经提到的,已经设想了光照系统的各种实施例。应用可能特别地涉及对光强度和/或光谱特性的控制。例如,通过在合适的时间提供合适的光强度和/或光颜色可阻止鱼成熟。通过至少在食物分送期间应用合适的光强度和颜色还可以改进食物的可见性。改进的食物的可见性可导致改进的鱼的生长和减小的压力水平。

[0043] 在第三光照系统的一个实施例中,控制器确定控制信号以便维持在一个或多个感兴趣点处由至少一个第一光传感器和至少一个第二光传感器感测的光强度的总和在一个时间段内基本恒定和/或在水体的深度方向上基本恒定,。该应用使得能够在水体内维持恒定的光强度而不论外界光的改变。

[0044] 在第二和/或第三光照系统的另一实施例中,确定控制信号来控制从一个或多个光源发射的光以映射(map)由布置在水体表面上方的一个或多个第二光传感器和/或布置在水体中的一个或多个第一光传感器所感测的光谱。正因如此,不仅光强度而且外界光的光谱特性可以被复制到水中。相应地,使得能够在水中实现日出和日落的模拟。

[0045] 可将高级的光照方案编程到控制器中以便根据从一个或多个第一光传感器接收的照度数据和/或从一个或多个第二光传感器接收的外界光数据确定用于一个或多个光驱动器的控制信号。

[0046] 例如,光照方案可包括在至少一天至两个星期的时间段内(优选地,至少两天至两个星期)将从至少一个光源发射的光的光强度水平从第一光强度水平增加(例如,连续地或者逐步地)至第二光强度水平。第一光强度水平可以至多是第二光强度水平的1/10-1/100。由于外界光在该时间段内将显著地改变,所以可以有利地使用外界光数据以便确定使得光强度水平能够根据光照方案而被增加的控制信号。

[0047] 另一示例包括在第一时间段期间以第一速率增加光强度水平并且在第二时间段期间以第二速率增加光强度水平,其中第一速率低于第二速率。后一光照方案的优点在于首先可以应用较低的第一速率并且在达到鱼的眼睛敏感水平之后,在第二时间段期间可以应用第二(较高的)速率。第一和第二时间段可以是连贯的时段。为了不让外界光的变化和/或水的光学特性的变化干扰光照方案,控制器可确定使得能够实现对于由第一光传感器和/或第二光传感器感测的任何光效果的补偿的控制信号。

[0048] 该公开还涉及用于水生动物的养殖的装置以及用于使用如以上定义的光照系统的方法。

[0049] 因此,结合水箱公开了用于水生动物的养殖的装置,该装置包括以上描述的光照系统中的任一个,其中光照系统可被布置成照亮水箱,并且其中至少一个感兴趣点可位于水箱内。

[0050] 公开了用于在用于水生动物的养殖的光照系统中控制光的第一方法,该光照系统包括:至少一个光源,所述至少一个光源包括被布置成发射光的至少一个发光二极管,所述至少一个光源被浸入在水体中;被布置成驱动所述至少一个光源的至少一个光驱动器;被布置成为光照系统中的至少一个感兴趣点提供照度数据的至少一个第一光传感器,所述感兴趣点位于水体中;以及控制器,该方法包括如下步骤:接收用于至少一个感兴趣点的期望的照度设定点;从至少一个光传感器接收照度数据;基于接收的期望的照度设定点和接收的照度数据确定控制信号;向所述至少一个光驱动器提供所确定的控制信号,从而驱动至少一个光源在至少一个感兴趣点处发射期望照度的光。

[0051] 用于在水体中养殖水生动物的第二方法涉及一方法,其中从布置在水体表面上方的至少一个第二光传感器获取外界光数据,以及基于用于水体中的感兴趣点的期望的照度设定点和外界光数据确定用于驱动至少一个光源的控制信号,从而驱动光源在至少一个感兴趣点处发射期望照度的光。

[0052] 第一和第二方法可以不与本公开的第五方面进行组合。

[0053] 如果两个方法被组合,则第三方法涉及用于在水体中养殖水生动物的方法,其中从位于水体中的至少一个感兴趣点处的至少一个第一传感器获取照度数据,并且从布置在水体表面上方的至少一个第二传感器获取外界光数据。基于用于水体中的感兴趣点的期望的照度设定点和来自至少一个第一传感器的照度数据以及来自至少一个第二传感器的外界光数据来确定用于驱动至少一个光源的控制信号,从而驱动至少一个光源在至少一个感兴趣点处发射期望照度的光。可以将外界光数据用作用于设定照度设定点的输入。

[0054] 已经设想了用于公开的第一、第二和/或第三方法的各种实施例。

[0055] 在实施例中,系统还可包括被布置成为至少一个感兴趣点提供温度数据的至少一个温度传感器,该方法还包括如下步骤:从至少一个温度传感器接收温度数据的步骤;基于接收的温度数据(除了照度设定点、来自至少一个第一传感器的照度数据和/或来自至少一个第二传感器的外界光数据之外)确定控制信号;向至少一个光驱动器提供所确定的控制信号,从而驱动至少一个光源在至少一个感兴趣点处发射期望照度的光。

[0056] 在另一实施例中,系统包括被布置成调节至少一个光源在水体中的浸入深度的至少一个位置致动器,其中所述浸入深度可与水体的表面和至少一个光源之间的垂直距离相关联,该方法还包括如下步骤:接收用于至少一个光源的期望的位置设定点;确定用于至少一个光源的当前位置数据;还基于接收的位置设定点和所确定的当前位置数据确定控制信号;向至少一个位置致动器提供所确定的控制信号,从而将所述至少一个光源定位在水体中的期望位置处。

[0057] 在公开的第二和/或第三方法的实施例中,该系统包括布置在水体中的不同深度处的多个光源。光源中的每个包括被布置成当由一个或多个光驱动器驱动时发射光的一个或多个发光二极管。光照系统包括相对于所述多个光源中的一个或多个而被布置来为与多

个光源中的每个相关联的感兴趣点提供照度数据的多个第一光传感器。该方法包括接收用于多个光源中的每个的期望的照度设定点以及接收来自多个第一传感器的照度数据和至少一个第二传感器的外界光数据。该方法还包括基于接收的期望的照度设定点、来自多个第一光传感器的照度数据和来自至少一个第二传感器的外界光数据确定控制信号,以及向一个或多个光驱动器提供所确定的控制信号,从而驱动多个光源中的每个在至少一个感兴趣点处发射对应于与多个光源中的每个相关联的期望的照度设定点的期望照度的光。特别地,每个光源可将其自己的相关联的第一光传感器布置在光源内或者光源附近,使得其能够在与第一光传感器相关联的感兴趣点处执行合适的光测量并且根据与感兴趣点相关联的照度设定点发射光。

[0058] 在实施例,该方法包括根据水生动物的种类和发育阶段中的至少一个来确定控制信号。正如以上所提到的,已经发现,例如鱼对光的敏感度根据种类和/或发育阶段而深刻地改变。

[0059] 在公开的第三方法的实施例中,该方法包括确定控制信号以便维持由至少一个第一光传感器和至少一个第二光传感器所感测的光强度的总和在一段时间内基本恒定和/或在水体的深度方向上基本恒定。该应用使得能够在水体内维持恒定的光强度而不论外界光的改变。

[0060] 在公开的第二和/或第三方法的另一实施例中,控制信号被确定来控制从一个或多个光源发射的光,以映射由布置在水体表面上方的一个或多个第二光传感器和/或布置在水体中的一个或多个第一光传感器感测的光谱。正因如此,不仅光的强度而且外界光的光谱特性可以被复制到水中。相应地,使得能够在水中实现日出和日落的模拟。

[0061] 在公开的第二和/或第三方法的另一实施例中,该方法包括使用其中在至少一天至两个星期的时间段(优选地,至少两天至两个星期)内将从至少一个光源发射的光的光强度水平从第一光强度水平增加(例如,连续地或者逐步地)至第二光强度水平的光照方案。第一光强度水平可以至多是第二光高强度水平的1/10-1/100。由于外界光将在该时间段内显著地改变,所以该方法牵涉使用外界光数据以便确定使得光强度水平能够根据光照方案而被增加的控制信号。

[0062] 在第二和/或第三方法的另一实施例中,该方法包括使用其中在第一时间段期间以第一速率增加光强度水平并且在第二时间段期间以第二速率增加光强度水平的光照方案,其中第一速率低于第二速率。后一光照方案的优点在首先可以应用较低的第一速率并且在达到鱼的眼睛敏感水平后,在第二时间段期间可应用第二(较高的)速率。第一和第二时间段可以是连贯的时段。为了不让外界光的变化和/或水的光学特性的变化干扰光照方案,该方法牵涉确定使得能够实现对于由第一光传感器和/或第二光传感器感测的任何光效果的补偿的控制信号。

[0063] 注意,本发明涉及以上记载的特征的所有可能的组合。因而,以上公开的实施例中的一个的所有特征和优点同样适用于其它公开的实施例中的任何一个。

附图说明

[0064] 依据下面的详细描述和附图,本发明的各方面(包括其特定的特征和优点)将容易被理解,其中:

- [0065] 图1图示了根据本公开的第一光照系统的光照系统；
- [0066] 图2图示了根据本公开的第一光照系统的实施例的照明设备；
- [0067] 图3图示了包括根据本公开的第一光照系统的光照系统的装置；
- [0068] 图4是操作根据本公开的第一光照系统的光照系统的方法的示意性图示；
- [0069] 图5是根据本公开的第二光照系统的光照系统的示意性图示；
- [0070] 图6是根据本公开的第三光照系统的光照系统的示意性图示；
- [0071] 图7图示了包括本公开的第三光照系统的光照系统的装置；
- [0072] 图8是操作根据本公开的第三光照系统的光照系统的方法的示意性图示；以及
- [0073] 图9A和9B是使用图8的方法进行控制的光照方案的图示。

具体实施方式

[0074] 现在将参照附图在下文更充分地描述光照系统和方法的实施例。然而，系统和方法可以许多不同的形式体现，并且保护范围不应当被解释为限于本文所阐述的实施例；相反，这些实施例是为了彻底性和完备性而提供的，并且向专业的受众充分地传达公开的范围。相同的附图标记通篇指代相同的元件。

[0075] 现在将参照图1、图3以及图4中的流程图描述本公开的第一光照系统。

[0076] 图1是光照系统100的示意性视图。光照系统100包括光源110。光源110包括至少一个发光二极管。光源110由此被布置成发射光。光源110可包括LED发光体，每个发光体含有多个LED，例如160个LED。发光二极管可覆盖380-700nm的整个可见光光谱，并且可被控制来发射特定光谱特性（例如，特定的颜色）的光。

[0077] 光源110优选地被布置成被浸入水体中。光照系统100还包括操作地耦合至光源110并且布置成驱动光源110的光驱动器120。光驱动器120可以是LED驱动器。光照系统100包括光传感器130，光传感器130被布置成为位于光源110被浸入其中的水体中的特定的感兴趣点50提供照度数据。光驱动器120和光传感器130二者可以可选地在照明设备190中与光源110相集成。

[0078] 光照系统100还包括被适配成在步骤S10中接收用于感兴趣点50的期望的照度设定点的控制器140。

[0079] 可选地，控制器140可以操作地被连接至输入设备160。可以从该输入设备160或从数据记录器、传感器、模拟模型等接收期望的照度设定点。如在下面进一步详细公开的，可将外界光传感器用作提供用于设定照度设定点的输入的传感器。

[0080] 在步骤S11中，控制器140被适配成从至少一个光传感器130接收照度数据。在步骤S12中，通过控制器140基于所接收的期望的照度设定点和接收的照度数据确定控制信号，紧接着是步骤S13，其中所确定的控制信号被提供至至少一个光驱动器120。至少一个光驱动器120由此驱动至少一个光源110在至少一个感兴趣点50处发射期望照度的光。

[0081] 期望的照度可涉及将要光源110发射的光的光强度和/或光谱和/或颜色。

[0082] 图1中的光照系统100可以可选地包括含有所述至少一个光源110中的至少一个的至少一个外壳150。外壳150可被布置成被浸入水体中。外壳150可以可选地包括光驱动器120。外壳150可以可选地包括光驱动器120和/或光传感器130。

[0083] 光照系统100还可可选地包括至少一个温度传感器170。至少一个温度传感器170

可被布置成为至少一个感兴趣点50提供温度数据。当光照系统100包括温度传感器170时,控制器140可进一步被适配成在步骤S14中从至少一个温度传感器170接收温度数据。在步骤S15中,基于所接收的温度数据来确定控制信号。然后在步骤S16中,控制器140向至少一个光驱动器120提供所确定的控制信号。至少一个光驱动器120由此驱动至少一个光源110在至少一个感兴趣点50处发射期望照度的光。

[0084] 至少一个温度传感器170可以可选地与至少一个光源110相集成。

[0085] 光照系统100还可包括至少一个位置致动器180。位置致动器180被布置成调节至少一个光源110在水体中的浸入深度。浸入深度与水体表面和至少一个光源110之间的垂直距离相关联。控制器140还可被适配成在步骤S17中接收用于至少一个光源110的期望的位置设定点。紧接着是步骤S18,其中确定用于至少一个光源110的当前位置数据。在步骤S19中,然后基于所接收的位置设定点和所确定的当前的位置数据确定控制信号。在步骤S20中,向至少一个位置致动器180提供所确定的控制信号被。至少一个位置致动器180由此将至少要给光源110定位在水体中的期望位置处。

[0086] 位置致动器180还可被布置成横向地调节至少一个光源110在水体中的位置。

[0087] 图2是根据本发明的实施例的照明设备190的示意性视图。照明设备190包括至少一个光源110和至少一个光驱动器120。至少一个光驱动器120被布置成驱动至少一个光源110。可选地,图2中的照明设备190可包括光传感器130和/或温度传感器170。

[0088] 照明设备190可以被包裹在外壳150中。

[0089] 图3是包括如参照图1、2和4描述的多个光照系统和水箱300的装置200的示意性视图。

[0090] 水箱300可以是海洋网箱或者海箱。

[0091] 在一个实施例中,装置200包括若干个可以被均匀地分布在水箱或者海箱的整个容积内的浸入的照明设备190。照明设备190改进食物的可见性使得鱼也能够发现已经移动至更深的水中的食物。照明设备190可以这样的方式被放置以致在水箱300中产生或多或少均匀的光点分布。可以作为自然光状况的函数来调整照明设备190以便补偿由于水中的吸收引起的光损失。在这一点上,如在下面进一步详细公开的外界光传感器可能是有帮助的。

[0092] 每个照明设备190可以单独地连接至控制器140。可以单独地调整照明设备190以便产生明确定义的光通量或者光谱,。因此,造成光的梯度是可能的。这对于在喂养期间操纵鱼密度可能是有用的。

[0093] 光照系统100可以可选地包括至少一个食物分送器。

[0094] 存在许多类型的鱼种,它们都具有其关于针对其发育的最佳温度的具体要求。因此,在控制鱼养殖环境中的光时同时考虑温度数据是有利的。

[0095] 在另一实施例中,浸入的照明设备190与温度传感器170进行组合。这使得控制器140能够考虑温度数据并且以将鱼引导停留在海箱中的恰当的温度处的方式来控制光。可将温度传感器170连接至调校照明设备190的位置和通量输出的一些软件。温度传感器170可以与照明设备190分离或者可以被集成到承载用于照明设备190的电流的电缆或电线上。

[0096] 当装置与温度传感器170进行组合时,照明设备190可以可选地在高度上是可变的。这通过位置致动器180来实现。位置致动器180操作地连接至照明设备190或者光源110。位置致动器180可被布置成通过调节照明设备190在水体中的浸入深度来垂直地调节其位

置。

[0097] 位置致动器180可进一步被布置成横向地调节照明设备190的位置。

[0098] 可以与对应的关于光谱、光水平和光周期的数据一起使用鱼种及其不同发育阶段的具体知识,以便针对不同的鱼种来优化环境状况。

[0099] 总之,本公开的第一光照系统涉及用于水体动物的养殖的光照系统100,其包括至少一个光源110、被布置成驱动至少一个光源110的至少一个光驱动器120、被布置成在光照系统100中为至少一个感兴趣点50提供照度数据的至少一个光传感器130,以及控制器140。控制器140被适配成向驱动至少一个光源110的至少一个光驱动器120提供控制信号,以在至少一个感兴趣点50处发射期望照度的光。

[0100] 根据本发明的光照系统使得能够在水箱中实现照明状况的动态控制。独立地控制由每个光源发射的光以及每个光源的位置这二者的能力创造了基于鱼的种类、喂养时间、日光变化等来定制和具体地适配环境的大的可能性。

[0101] 本公开的第二光照系统被示意性地图示在图5的光照系统100中。用同样的附图标记指示光照系统100的类似组件。未在图5中示出的另外的组件(例如温度传感器170)也可被包括在光照系统100中。图5的光照系统100不需要光传感器130。

[0102] 根据本公开的第二光照系统的光照系统100特别地包括至少一个光传感器500。光传感器500被配置成被布置在水体表面的上方使得能够感测日光,例如光强度和光谱特性。外界光特性在白昼变化(日出和日落)以及由于天气状况(例如,晴天和多云)而变化。外界光传感器500感测水表面上方的光学特性并且向控制器140提供外界光数据。控制器140从光输出传感器信号获得外界光数据并且基于该信息确定用于光驱动器120的控制信号。因此,可以基于由外界光传感器500感测的日光特性来适配从光源110发射的光(强度和/或颜色)。

[0103] 已经设想了图2的光照系统100的各种应用。例如,可以通过根据由水表面上方的外界光传感器500所感测的强度和/或光谱控制从被浸没的光源110发射的光,来跟随外界光的昼/夜节律。在被浸入的光源110的深度处外界光的贡献将不同于由水的面上方的外界光传感器500所感测的光。可以在控制器140内应用模型来计及在一个或多个不同深度处外界光的贡献。

[0104] 图6是根据本公开的第三光照系统的光照系统100的另一实施例的示意性图示。图6的光照系统100同样包括多个浸没的光源110(在图6中,LED模块)和连接至控制器140的光传感器500。控制器140获得包含水表面S上方的外界光的光学特性的外界光数据并且在确定用于LED模块110的驱动参数时计及光的光学特性。另外,光照系统100包含布置在水体内的如参照图1、3和4描述的光传感器130。

[0105] 光传感器130感测水体内在感兴趣点50处的光的光学参数(照度数据)并将该信息提供给控制器140。控制器140被配置用于从两个光传感器130、500获取该信息并且用于通过基于所获取的信息确定控制信号来控制LED模块110发射的光。该实施例使得能够实现对外光(强度和/或光谱)的实际测量,特别是外界光在水内的贡献。

[0106] 穿透水表面S的日光和来自LED模块110的人工光二者有助于在水内由光传感器130感测的光。来自日光的总的光强度一般在深度方向上降低。此外,相比其它波长,某些波长的日光在更大程度上被吸收,因此日光的光谱特性也可能在深度方向上改变。在更大的

深度处,通常只有自然的绿光和蓝光穿入。这种光对于特定种类的水生动物是重要的。例如,鲑鱼对于具有450–550nm(蓝到绿)的范围内的波长的光具有峰值敏感性。而且,对于箱养殖,鲑鱼所要求的最小的光强度水平是在鱼/松果腺水平处的 0.016 W/m^2 或者在表面处的 22.2 W/m^2 。不诱发压力并且不损害鱼眼的最大的光水平是在距光源 0.1 m 处的 2.7 W/m^2 。

[0107] 本发明的第三光照系统还使得能够相对于水体表面S处的光状况实现对水体内部的光状况的相对控制。例如,可以控制或者设定表面处的光状况和水体内(多个)感兴趣点处的光状况之间的梯度。可以将外界光数据用作输入来设定位于水体中的感兴趣点处的期望的照度设定点。

[0108] 图7是包括光照系统100和海箱701的装置700的示意性图示。食物分送器702也是装置700的一部分。为了计及日光取决于水表面S下方深度的不同贡献,并且为了在海箱701中在水体B的大的深度范围内控制从浸入的光源110发射的光,可以使用如图7中示意性地描绘的光照系统100。光源110的光照依据控制器140进行控制。

[0109] 一个或多个日光传感器500被布置在水体B的表面S的上方。日光传感器500连接至控制器140。此外,多个光传感器130以一对一的关系相对于相应的照明设备110进行布置。应当注意,取决于特定的布置,光传感器110也可以感测从除了该光传感器关于其而被直接地定位的光源110之外的光源110发射的光。光传感器130中的每个也连接至控制器140。光传感器130可被配置为使得只有来自直接地布置的视线光源110的光被感测。

[0110] 控制器140被布置用于获得由光传感器500感测的外界光数据和由浸入的光传感器130在与光传感器130中的每个相关联的感兴趣点50处感测的照度数据。控制器140基于来自光传感器500的外界光数据以及来自光传感器130中的每个的照度数据控制从光源110发射的光。特别地,可以将来自光传感器500的外界光数据用作作用于在控制器140中建立期望的光照设定点的输入。控制器140可为光源110中的每个独立地确定驱动信号以获得对应于在与光传感器130中的每个相关联的感兴趣点50处的光照设定点的光。由于外界光对于在感兴趣点50处经历的光的贡献在相应的感兴趣点处将是不同的,所以驱动信号从一个光源110到另一光源可能不同。

[0111] 在第三光照系统的方面的一个实施例中,控制器140确定控制信号以便维持在光传感器130处感测的光强度和由至少一个光传感器500感测的外界光强度的总和在一段时间内基本和/或在水体的深度方向上基本恒定。该应用使得能够在水体B内的不同感兴趣点处维持恒定的光强度,而不论外界光的改变。

[0112] 在第二和/或第三公开的光照系统的另一实施例中,控制信号被确定来控制从一个或多个光源发射的光以映射(map)由布置在水体B的表面S上方的一个或多个光源500和/或布置在水体B中的一个或多个光传感器130感测的光谱。正因为如此,不仅光的强度,而且外界光的光谱特性也能够被复制到水中。相应地使得能够在水内实现日出和日落的模拟。

[0113] 控制器140可协调食物分送器702的激活与应用由光传感器130和500辅助的特定的光照方案。

[0114] 图8是如图7中描绘的光照系统100的操作的一些步骤的示意性图示。

[0115] 在步骤S80,由控制器140从至少一个光传感器130接收关于光学参数的信息。光传感器130感测穿入水中的日光和从光源110发射的光。假定除了日光贡献外,光传感器130只感测来自相对于该光传感器130直接地布置的特定光源110的光,以及作为光传感器130的

配置的结果,由相邻的光源110发射的光的贡献(如果有的话)可忽略或者不被感测到。

[0116] 控制器140从光传感器130中的每个接收照度数据,并且确定光强度在布置在更大的深度处的传感器处降低以及在450-550nm范围之外的波长的贡献在更大的深度处严重地降低。

[0117] 日光传感器500感测来自水体B的表面S上方的外界光的光学参数。假定控制器140旨在包含水体B内的光源110的每个浸入深度处映射由光传感器500感测的日光光学特性,来自传感器500的输出外界光数据被用作用于设定感兴趣点50处的照度设定点的输入。在步骤S81中,检测用于光传感器30中的每个的照度数据和用于光源110中的每个的照度设定点之间的偏差。

[0118] 在步骤S82中,为每个光源110确定控制信号以维持照度设定点。例如,控制器140可能发现随着光源110的深度的增加应当增加光强度以及表面附近的照明设备发射更多的大量地被水吸收的波长的光。相应地,驱动信号可能依赖于光源110的浸入深度而不同。

[0119] 在步骤S83中,控制器140根据所确定的控制信号驱动光源110。

[0120] 该过程是准连续的过程,其中外界光状况的变化和/或水的光学参数的变化被转换为用于照明设备130的经适配的控制信号。

[0121] 应当注意,本发明不限于其中由外界光传感器500感测的日光光学属性被映射来控制用于光源110的信号的情况。例如,可以应用日光属性的偏移。例如,在冬季期间,从光源发射的最小量的光将多于日光光水平,引起提高的鱼活动并且因而更佳的食物摄取。替代性地,对于水表面S下方的不同光源110,可以应用相对于外界光状况的梯度。可以使用诸如特定浸入深度处的水温度之类的其他输入参数来控制梯度。

[0122] 可以将更多的高级光照方案编程在控制器140中,并且日光传感器500和光传感器130可以辅助遵循光照方案。

[0123] 例如,光照方案可包括在至少一天至两个星期(优选地,至少两天至两个星期)的时间段内将从至少一个光源发射的光的光强度水平从第一光强度水平增加至第二光强度水平。第一光强度水平可以至多是第二光强度水平的1/10-1/100。这样的方案在图9A中描绘出。

[0124] 在图9A中,控制器140控制(多个)光源110在时间 t_1 开始以光强度 I_1 在水体B中发射光。在时间 t_2 ,将光强度连续地增加至目标光强度水平 I_2 。时间段 $T = t_2 - t_1$ 在一天至两个星期的范围内,例如两天、三天、四天、五天、六天或者七天。光强度水平 I_1 可对应于例如防止鲑鱼性成熟的 $0.016/Wm^2$ 的辐射度的通量密度的人工光。如果时间段总计为两天的时段,则两夜落在该时间段内,引起至少外界光强度的降低。在对于特定光源110的浸入深度处的光强度的正弦增加和降低的简单假设下,这被简画为图9A中的点划线。外界光变化由外界光传感器500感测并且水中的效果由光传感器130感测。控制器140考虑来自光传感器130的照度数据(由相关联的光源110发射的光和在感兴趣点50处的外界光的贡献二者构成)和外界光传感器500的外界光数据,并且确定用于(多个)光源110的控制信号以便遵循用于光源110中的每个的图9A的光照方案。

[0125] 另一示例包括在第一时间段 SP_1 期间以第一速率增加光强度水平并且在第二时间段 SP_2 期间以第二速率增加光强度水平,其中第一速率低于第二速率。后一光照方案的优点在于可以首先应用较低的第一速率并且在达到鱼的眼睛敏感度水平后,在第二子时段

期间可以应用第二(较高)的速率。第一和第二时间段可以是连贯的时段。

[0126] 作为示例,图9B是其中在第一子时段SP1期间将光强度水平首先从第一光强度水平I1缓慢地增加至较高的光强度水平I3的示意性图示。光强度水平I3可以涉及例如鱼的眼睛敏感度阈值。在第二子时段SP2期间,则可以以较高的速率将强度水平增加至最终水平I2。应当领会的是,第一和第二速率不需要是线性的。例如,从光强度水平I3到光强度水平I2的增加可以是指数的。图9B的光照方案也可能被外界光的变化和/或水的光学特性的变化所干扰。相应地,关于图9A的光照方案,控制器140可考虑来自光传感器500的外界光数据以及(多个)光传感器130的照度数据,并且为(多个)光源110确定驱动控制信号以便遵循用于光源中的每个的图9B的光照方案。

[0127] 本发明的各种实施例可以被实施为与计算机系统一起使用的程序产品,其中程序产品的(多个)程序定义实施例(包括本文描述的方法)的功能。在一个实施例中,可以将(多个)程序包含在多种非瞬时性计算机可读存储介质上,其中如本文使用的,“非瞬时性计算机可读存储介质”这一表达包括所有的计算机可读介质,唯一的例外是瞬时性的传播信号。在另一实施例中,可以将(多个)程序包含在多种瞬时性计算机可读存储介质上。说明性的计算机可读存储介质包括但不限于:(i)信息永远地存储在其上的不可写的存储介质(例如,计算机内的只读存储器,诸如由CD-ROM驱动器可读的CD-ROM盘、ROM芯片或者任何类型的固态非易失性的半导体存储器);和(ii)其上存储可更改信息的可写的存储介质(例如,闪存、磁盘驱动器或者硬盘驱动器内的软盘或者任何类型的固态随机存取半导体存储器)。

[0128] 本领域技术人员意识到本发明绝不限于以上描述的优选实施例。相反,在所附的权利要求的范围内,许多修正和变化是可能的。

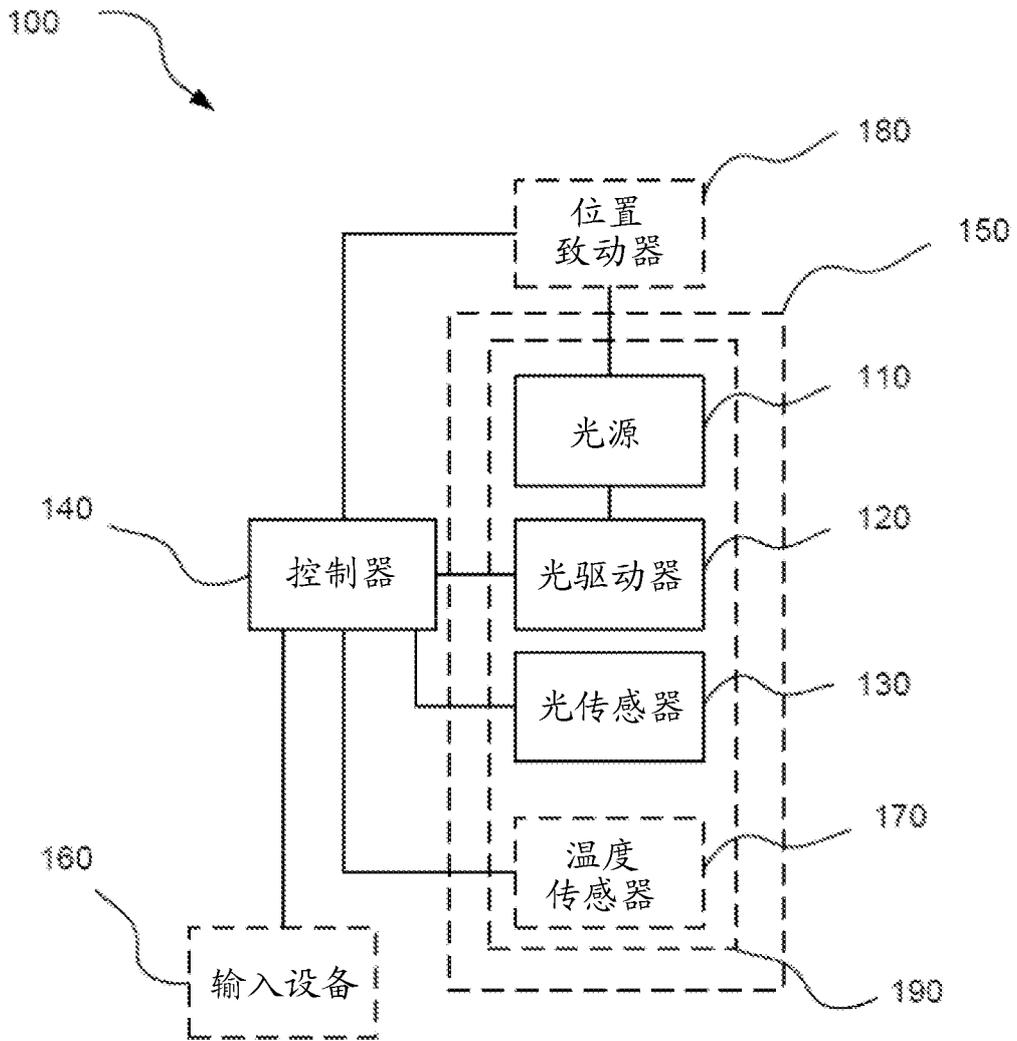


图 1

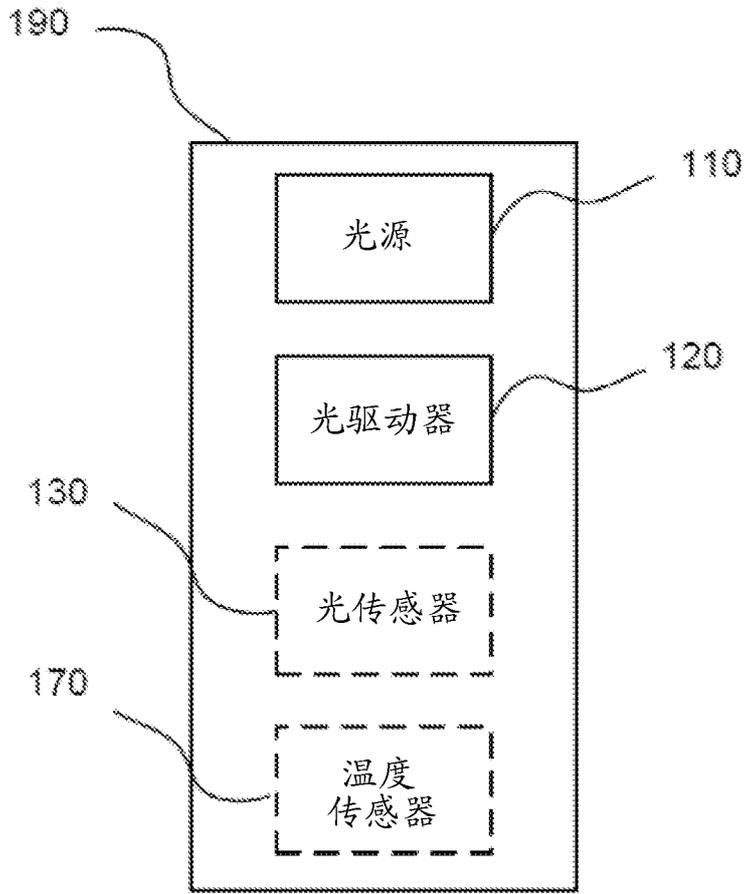


图 2

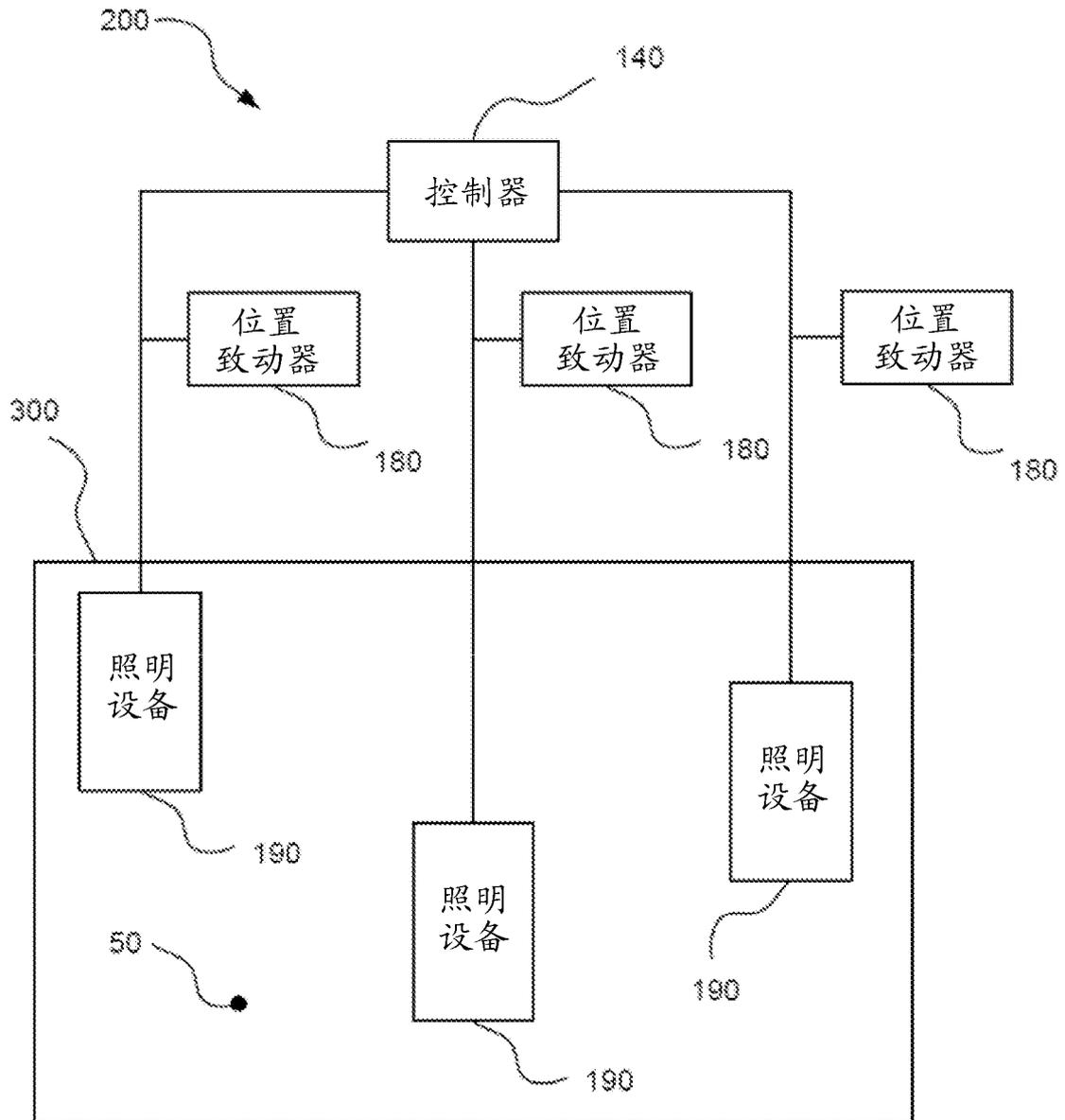


图 3

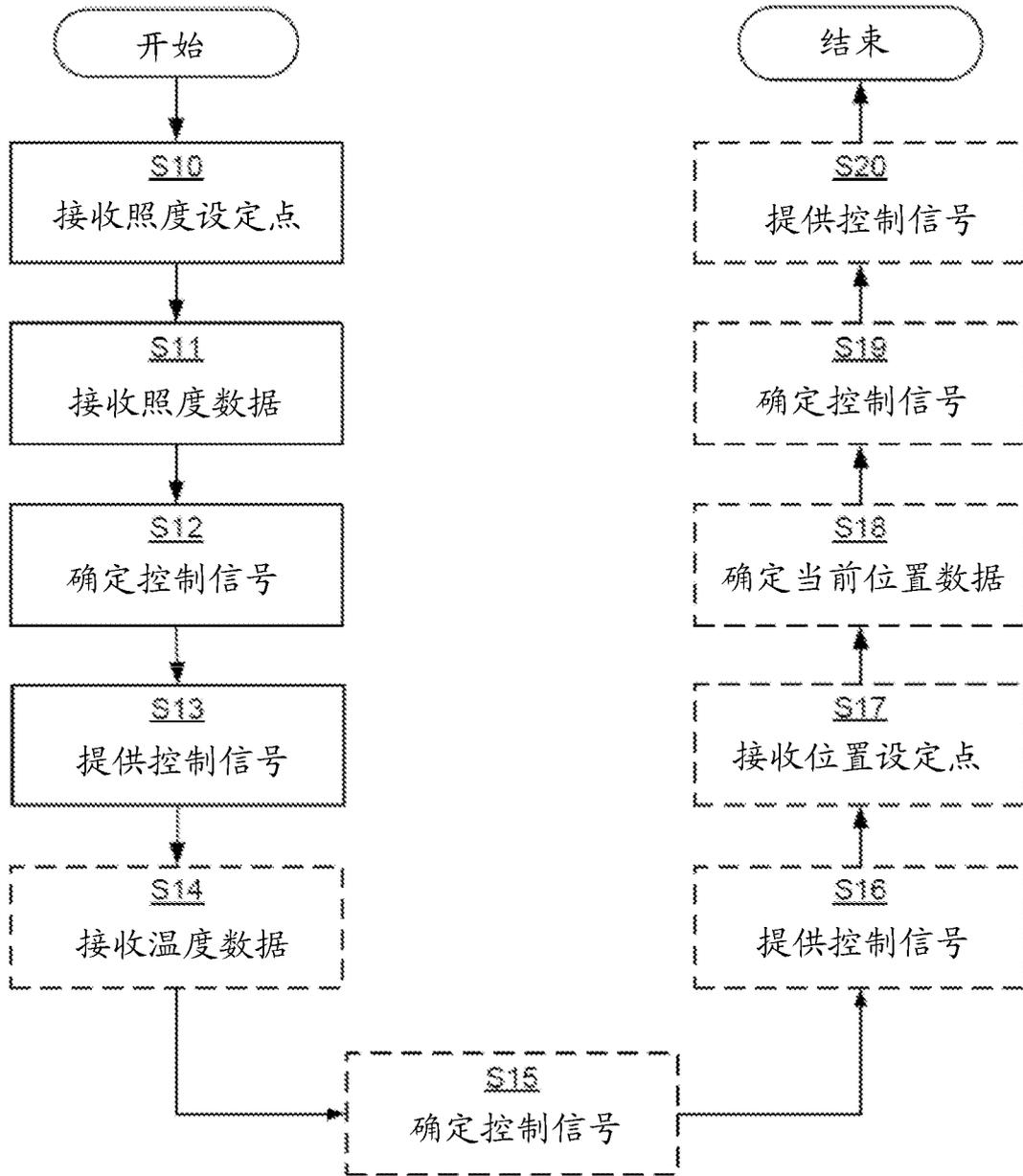


图 4

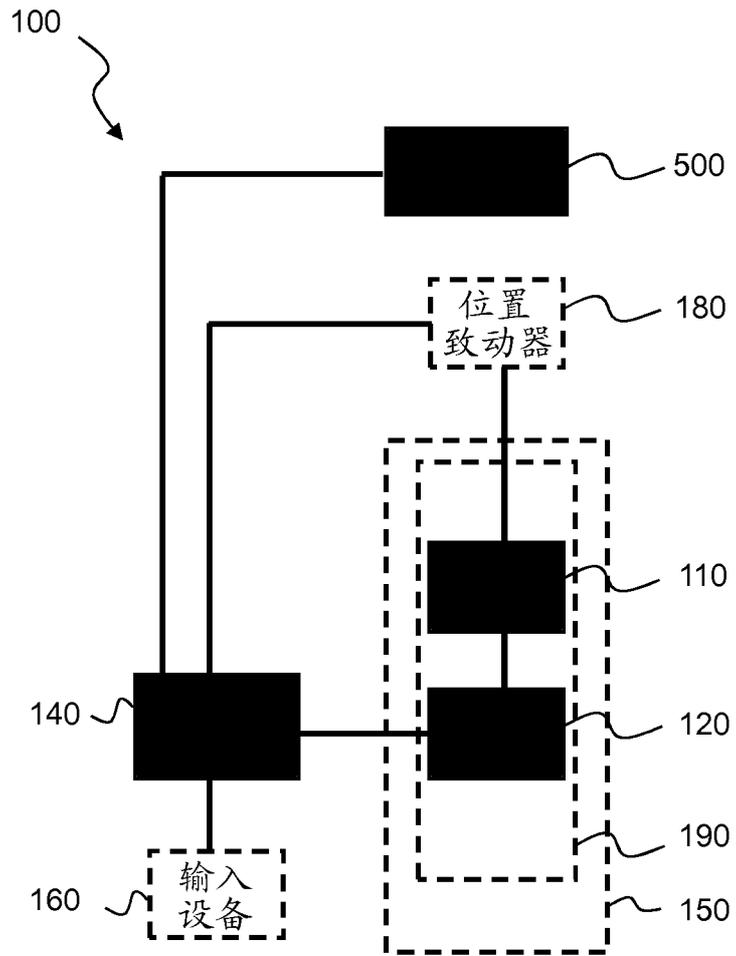


图 5

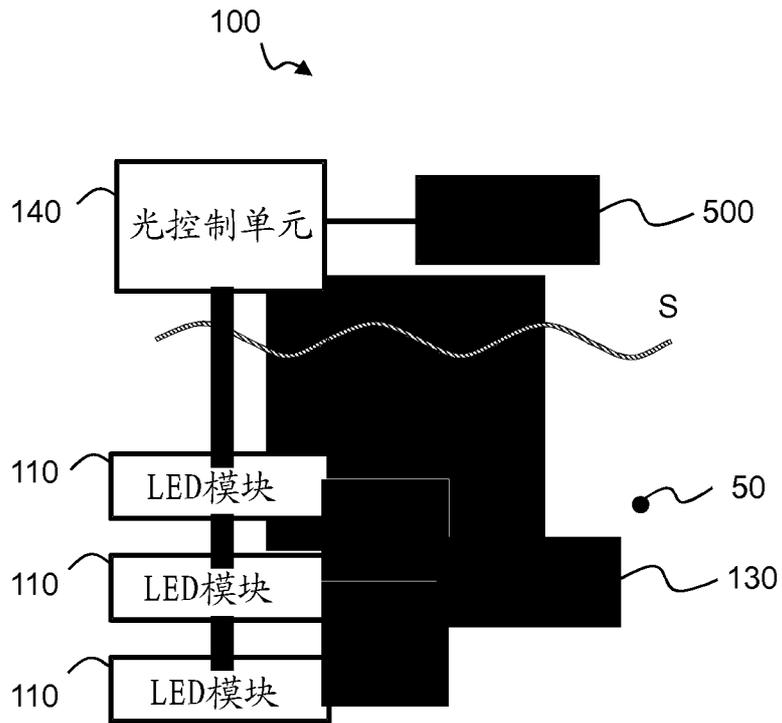


图 6

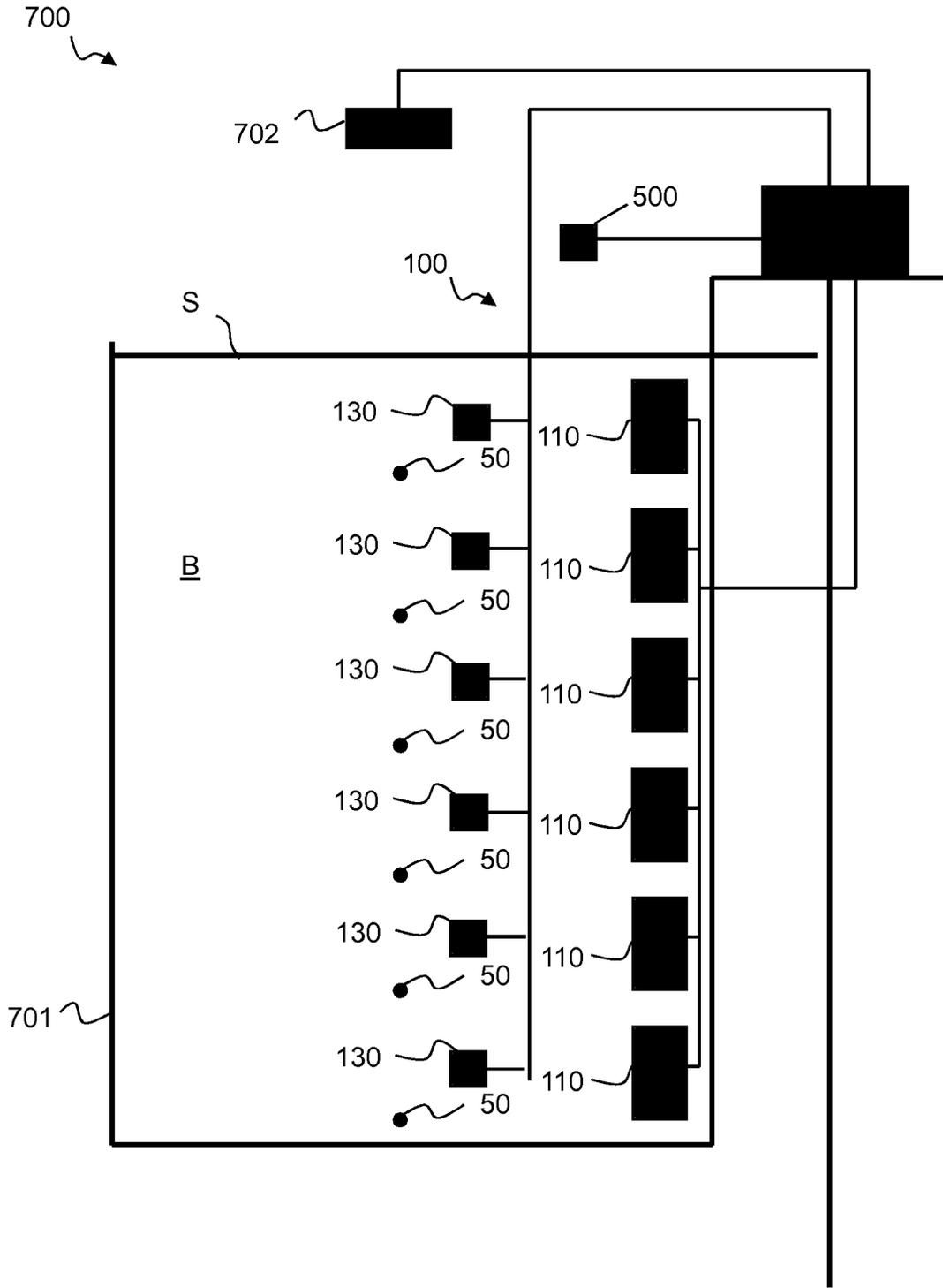


图 7

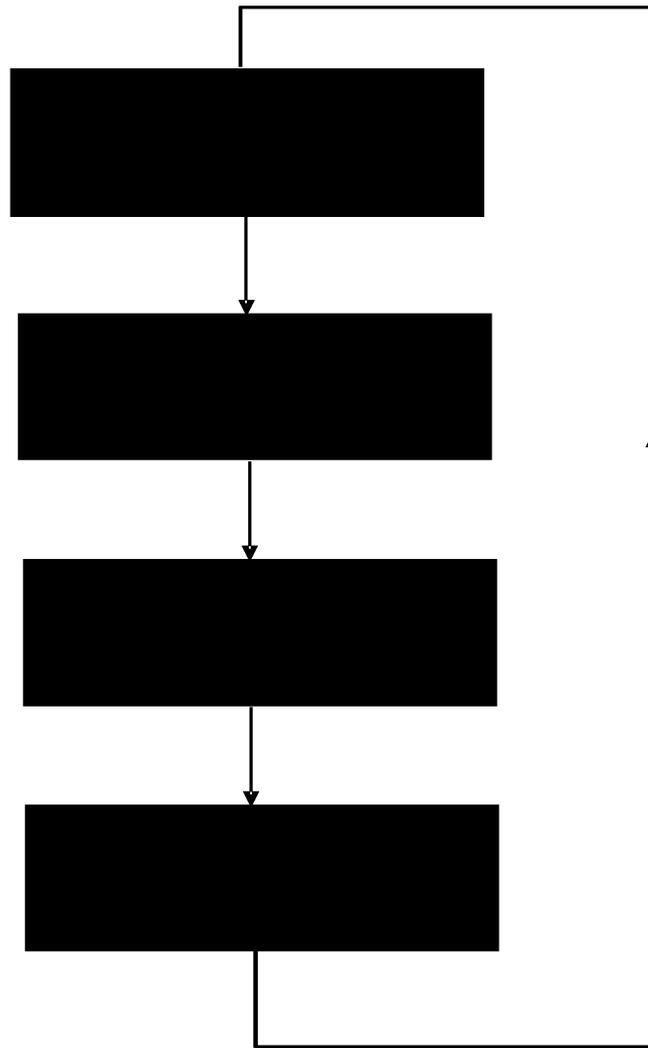


图 8

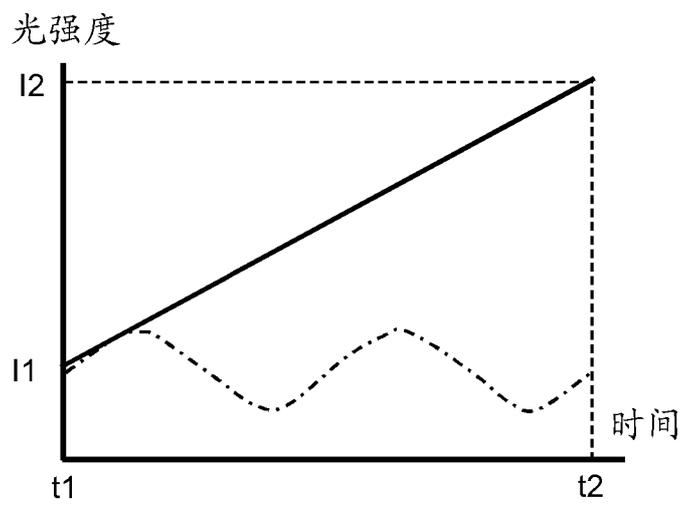


图 9A

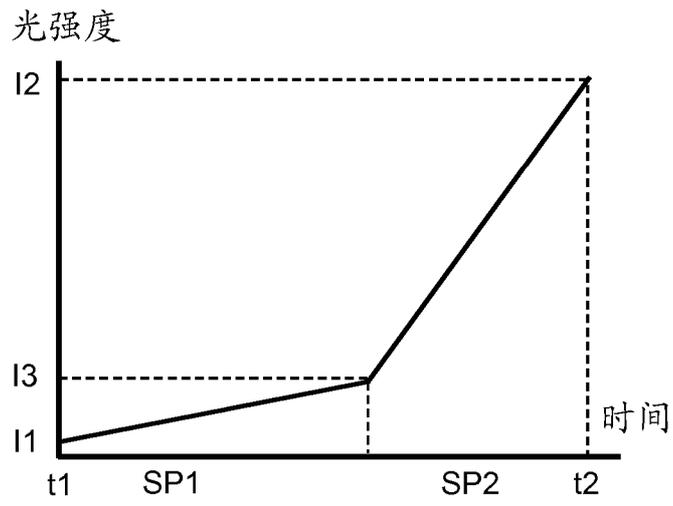


图 9B