



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102940496 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201210375853. 4

(22) 申请日 2005. 04. 25

(30) 优先权数据

10/831, 346 2004. 04. 26 US

(62) 分案原申请数据

200580021396. 7 2005. 04. 25

(73) 专利权人 医药及科学传感器公司

地址 美国马里兰州

(72) 发明人 阿瑟·E·小科尔文

杰弗里·C·莱绍 卡丽·R·洛伦茨

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 陈松涛 韩宏

(51) Int. Cl.

A61B 5/1459(2006. 01)

G01N 21/64(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1401863 A , 2003. 03. 12,

CN 1406554 A , 2003. 04. 02,

US 2002/0026108 A1 , 2002. 02. 28,

US 2002/0043651 A1 , 2002. 04. 18,

US 6256522 B1 , 2001. 07. 03,

US 6574425 B1 , 2003. 06. 03,

US 6694158 B2 , 2004. 02. 17,

WO 00/64492 A1 , 2000. 11. 02,

WO 02/078532 A1 , 2002. 10. 10,

审查员 张玲玲

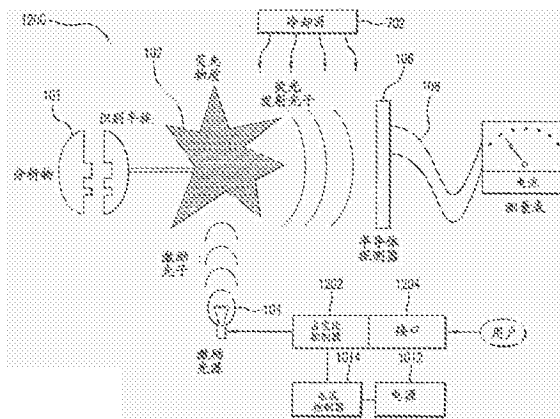
权利要求书2页 说明书11页 附图14页

(54) 发明名称

用于延长光学传感器使用寿命的系统和方法

(57) 摘要

本发明提供了一种增加光学传感器寿命的方法。一方面,该方法包括了配置光学传感器的步骤,当光学传感器在连续时间段内周期性地获取相关分析物的数据时,使传感器放射源的占空比少于100%。通过根据本发明的方法运行传感器,在传感器被用于提供相关物质的存在或浓度的数据期间,光学传感器的指示分子不总被激活。因此,该方法增加了指示分子的寿命。



1. 一种增加光学传感器寿命的方法,光学传感器在工作时用于获取关于区域内物质存在或浓度的数据,其中,该光学传感器包括 (i) 光学特性受该物质的存在影响的指示分子、(ii) 放射源、以及 (iii) 接收所述指示分子发射的光的光探测器,所述方法包括:

(a) 在所述光学传感器工作期间,利用所述光学传感器,使得该放射源的占空比大于 0% 小于 100% ;

(b) 在该区域内的一个位置放置该光学传感器 ;

(c) 在执行步骤 (b) 后,通过从外部电源给所述光学传感器供电而使该光学传感器工作 Z 时间段,其中 Z 大于 0, 并且工作的所述光学传感器消耗从所述外部电源供的电 ;

(d) 操作该放射源,在该光学传感器工作并消耗从所述外部电源供的电的 Z 时间段内,使该放射源的占空比大于 0% 小于 100% ;

(e) 在经历了所述 Z 时间段后,使该光学传感器停止工作 ;

(f) 在执行步骤 (e) 后,一段时间什么也不做 ;以及

(g) 在执行步骤 (f) 后,使所述光学传感器工作 Z 时间段并重复步骤 (d)、(e)、和 (f) ;其中所述光学传感器仅每天工作于短的时间段几次。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述占空比小于或等于 50%。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述占空比小于或等于 10%。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述占空比小于或等于 1%。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其中 Z 为 0.5 到 20 分钟。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其中 Z 为 1 到 10 分钟。

7. 如权利要求 1 所述的方法,其中 Z 为 7 分钟。

8. 如权利要求 1 所述的方法,其中 Z 为 2 分钟。

9. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述光学传感器每 2 分钟内工作 200 微秒。

10. 如权利要求 9 所述的方法,其中在所述光学传感器工作的 200 微秒内所述放射源工作 100 微秒。

11. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述指示分子是荧光的。

12. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述放射源包括发光二极管 LED。

13. 如权利要求 12 所述的方法,其中用于驱动所述 LED 的驱动电流小于或等于 3 毫安。

14. 如权利要求 13 所述的方法,其中所述用于驱动所述 LED 的所述驱动电流小于或等于 2 毫安。

15. 如权利要求 13 所述的方法,其中所述用于驱动所述 LED 的所述驱动电流小于或等于 1 毫安。

16. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述传感器还包括冷却单元。

17. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述指示分子是吸收型指示分子。

18. 如权利要求 1 所述的方法,其中步骤 (d) 包括:

(d1) 使用所述放射源输出频率在一定频率范围之内幅度在一定幅度范围之内的电磁波 ;

(d2) 在所述放射源输出频率在一定频率范围之内幅度在一定幅度范围之内的电磁波时,在某时间点获得所述光探测器输出的测量值 ;

(h) 在步骤 (d1) 起 Y 时间后,在该传感器处于工作状态并消耗从所述外部电源供的电

时,使用所述放射源输出频率低于所述一定频率范围的最低频率和 / 或幅度小于所述一定幅度范围的最小幅度的电磁波。

19. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述光学传感器每天工作 5 次,每次工作 7 分钟。

20. 一种增加光学传感器使用寿命的方法,该光学传感器在工作时,被配置为获取关于一区域内物质存在或浓度的数据,其中所述光学传感器包括:(i) 光学特性受该物质的存在影响的指示分子;(ii) 用于激活所述指示分子的放射源;以及(iii) 接收所述指示分子发射的光的光探测器,所述方法包括:

(a) 将所述光学传感器放置在所述区域的一个位置;

(b) 通过从外部电源给所述光学传感器供电而使所述光学传感器工作,其中工作的所述光学传感器消耗从所述外部电源供的电;

(c) 执行步骤(b)后,使用该放射源,使得该放射源输出频率在一定频率范围之内幅度在一定幅度范围之内内的电磁波;

(d) 执行步骤(c)后,在某时间点获得所述光探测器输出的第一测量值;

(e) 在开始执行步骤(c)起 Y 时间后,在该传感器工作并消耗从所述外部电源供的电时,使用该放射源,使该放射源不再输出电磁波,或使用该放射源,使该放射源输出频率低于所述的一定频率范围内的最低频率和 / 或其幅度低于所述的一定幅度范围内的最低幅度的电磁波;

(f) 在执行步骤(c)起 X 时间后,在该传感器工作并消耗从所述外部电源供的电时,使用该放射源,使该放射源输出频率在所述的一定频率范围内且其幅度在所述的一定幅度范围内的电磁波,其中, X 大于 0 并且大于 Y;

(g) 在执行步骤(f)后,在某时间点获得所述光探测器输出的第二测量值;

(h) 在执行步骤(f)起 N 时间后,在该传感器工作并消耗从所述外部电源供的电时,使用该放射源,使该放射源不再输出电磁波,或使用该放射源,使该放射源输出的电磁波频率低于所述的一定频率范围内的最低频率或其幅度低于所述的一定幅度范围内的最低幅度;其中 N 小于 X;

(i) 在 Z 时间段后使所述光学传感器停止工作,其中 Z 大于 X;

(j) 在执行步骤(i)后,一段时间什么也不做;以及

(k) 在执行步骤(j)后,使所述光学传感器工作并重复步骤(c)至(j)。

21. 如权利要求 20 所述的方法,其中 X 小于 5 分钟。

22. 如权利要求 20 所述的方法,其中 Y 小于 X/2。

23. 如权利要求 20 所述的方法,其中 Y 小于或等于 X/10。

24. 如权利要求 20 所述的方法,其中 Y 小于 1 秒。

25. 如权利要求 20 所述的方法,其中所述指示分子是荧光的。

26. 如权利要求 20 所述的方法,其中所述放射源包括发光二极管 LED。

27. 如权利要求 26 所述的方法,其中激活所述指示分子包括用驱动电流驱动所述 LED,其中所述驱动电流等于所述 LED 的门限驱动电流。

28. 如权利要求 20 所述的方法,其中所述使传感器工作包括给所述传感器的电部件供电。

用于延长光学传感器使用寿命的系统和方法

[0001] 本申请是申请号为 200580021396.7 (国际申请号为 PCT/US2005/014101) 的中国专利申请的分案申请, 该中国专利申请的申请日为 2005 年 4 月 25 日, 发明名称为“用于延长光学传感器使用寿命的系统和方法”。

技术领域

[0002] 本发明涉及用放射源、光探测器和指示分子检测一种特殊物质的存在或浓度的传感器, 该放射源、光探测和指示分子具有受该物质影响的特性。本文中, 这种传感器被称为“光学传感器”。一方面, 本发明涉及用于延长光学传感器使用寿命的系统和方法。

背景技术

[0003] 本文中作为参考并入的美国专利 No. 5, 517, 313 的公开中描述了一种包括放射源(如发光二极管—“LED”)、荧光指示分子以及光电转换器(如光电二极管、光电晶体管、光电倍增器或其它光电探测器)。传感装置也可以包括高通或带通滤波器。更广泛地说, 在本发明所涵盖的范围内, 指示分子是具有一种或多种受存在的特殊物质影响的特性的分子。本文作为参考并入的美国专利 No. 6, 330, 464 也描述了一种基于光学的传感器装置。

[0004] 在根据美国专利 No. 5, 517, 313 的装置中, 放射源(又名“光”源)放置于使得由放射源发出的放射(如可见光或其它波长的电磁波)照射荧光指示分子, 从而引起指示分子发出荧光。高通滤波器被配置为在来自光源的散射放射过滤后, 使得由指示分子发出的放射可以到达光电转换器。

[0005] 装置中所用的指示分子的荧光受特殊物质的局部存在调制(如衰减或增强)。例如, (4, 7- 联苯 -1, 10 菲咯啉) 高氯酸钇(II) 络合物的橘红色荧光会由于氧的局部存在而变弱。荧光特性受各种其它物质影响的指示分子也是众所周知的。不仅如此, 吸收光的指示分子也是众所周知的, 其吸光能力受特殊物质的存在或浓度影响。例如, 本文并入作为参考的美国专利 No. 5, 512, 246 公开的组合物, 其频谱响应由于如糖等多羟基化合物而变弱。

[0006] 优选地, 该装置的光电转换元件用于输出信号, 该信号与作用在其上的光量具有已知的函数关系。因此, 因为高通滤波器只允许来自指示分子的光到达光敏元件, 所以光电传感器输出的信号与来自指示分子的光量成函数关系。并且, 因为来自指示分子的光量是局部物质的浓度的函数, 所以由光电变换器输出的信号可被校准用于指示局部物质的浓度。以该方式, 可以检测特殊物质的存在或浓度。

[0007] 将上述的光学传感器商业化的一个巨大挑战是要提供适用期限或使用寿命。通常用于这些传感器中的标准电子元件具有通常超过 10 年或更长的使用寿命, 这对多数商品是足够的。然而, 这些混合传感器的化学元件(如指示分子)也必须支持延长寿命的产品稳定性, 以满足商用的实际标准的需求。

[0008] 不幸地, 光致氧化(又名光催化氧化或光退色)是许多指示分子通常发生的光化学反应。在该反应中, 当指示分子被一定入射波长的电磁能量激发时, 电子被激发到激发态。当在激发态时, 该分子能(且一定)与周围的氧气反应, 从而导致不可避免地分子的分解。

子结构中增加氧。氧化的产物通常不再是荧光物,因此不再有用。

[0009] 当分子处于这种“不起作用”状态时,该分子被称为光退色的。这种光退色分子的半衰期是在小时的量级。在几小时中变成光退色的指示分子的实例是葱(光致氧化产物葱醌是非荧光物)。

[0010] 利用荧光指示分子作为识别物质的存在且将其转化为可测量信号的元件的传感器,由于光退色(或光致氧化)引起的信号退化以及最终消失,它的使用寿命有限。光学传感器的微电子元件可具有超过 10 年的使用寿命,然而重要的指示化学元件的半衰期只能持续几个小时或几天。元件使用寿命的不一致最终使产品只具有更短的指示化学物的使用寿命。

[0011] 因此,需要补偿这些产品寿命间的极度不匹配,以使这类产品可商业化。

发明内容

[0012] 本发明提供了克服现有技术的上述和其它缺点的系统和方法。

[0013] 一方面,本发明提供了一种方法,用以增加光学传感器的使用寿命,该传感器在工作时用于为对一个连续时段,在每 X 时间间隔内(如秒、分、时)内至少一次,获得某个区域内物质的存在或浓度的数据。该方法包括步骤:(a)配置光学传感器,使得当光学传感器工作的时间段内,放射源的占空比大于 0% 但小于 100%;(b)将光学传感器放置在区域中的一个位置;(c)在执行步骤(b)后,使光学传感器工作 Z 时间段,其中 Z 大于 0;(d)操作放射源,使得在光学传感器工作的 Z 时间段内,放射源的占空比大于 0% 但小于 100%;以及(e)在 Z 时间段后,使光学传感器停止工作。

[0014] 通过根据本发明的方法操作传感器,在传感器工作期间,光学传感器的指示分子不是在整个连续的时间段都被照亮的。因此,该方法增加了指示分子的使用寿命,因而增加了光学传感器产品的使用寿命。

[0015] 在本发明的另一实施例中,提供用以增加光学传感器的使用寿命的方法,该光学传感器提供区域中物质的存在或浓度的数据,其中光学传感器包括(i)具有受物质的存在影响的特性的指示分子、(ii)放射源以及(iii)光电探测器,该方法包括步骤:(a)将光学传感器放置在区域中的位置;(b)使传感器工作,从而使传感器处于工作状态;(c)在进行步骤(b)后,配置放射源,使得放射源输出具有某个频率范围内的频率且具有某个振幅范围内的振幅的电磁波;(d)在进行步骤(c)后,在某个时刻取得来自光电探测器输出的第一次测量数据;(e)在进行步骤(c)后过了 Y 时间段后,而且传感器仍然在工作状态时,配置放射源,使得放射源不再输出电磁波,或者配置放射源,使得放射源输出的电磁波的频率小于一定频率范围的最低频率且 / 或其幅度小于一定的振幅范围的最小振幅;(f)在进行步骤(c)后过了 X 时间段后,而且传感器仍然在工作状态时,配置放射源,使得放射源输出频率在一定频率范围内的频率且幅度在一定振幅范围内的振幅的电磁波,其中 X 大于 0 且大于 Y;(g)在进行步骤(f)后,在某个时刻取得来自光电探测器输出的第二次测量数据;以及(h)在进行步骤(f)后过了 N 时间段后,而且传感器仍然在工作状态时,配置放射源,使得放射源不再输出电磁波,或配置放射源,使得放射源输出的电磁波频率小于某频率范围的最低频率且 / 或其幅度小于一定振幅范围的最小振幅,其中 N 小于 X。

[0016] 有益地,在上述的方法中,Y 和 N 可以小于或等于 X/2。通过根据本发明的方法操作

传感器,在传感器工作时,在每两次光电检测器测量中间,“关断”或熄灭放射源一段时间,这样,光学传感器的指示分子就没有被连续照射,从而增加了指示分子的寿命。

[0017] 在另一实施例中,提供用以增加光学传感器的使用寿命的方法,该传感器在工作时,在连续时间段 Z 内每 X 时间段获取标志物质的存在或浓度的相关数据至少一次。其中,光学传感器包括具有受物质的存在影响的光学特性的指示分子和激活指示分子的光源,该方法包括步骤:将光学传感器放置在区域中的位置;在时间段 Z 期间,激活指示分子的总时间不多于 Y,其中 Y 小于 Z。

[0018] 另一方面,本发明提供了具有占空比控制器的光学传感器,控制器用来控制传感器放射源的占空比。在传感器工作期间,将传感器放射源的占空比由 100% 减少到低于 100% 的某百分比,指示分子的累计照亮时间会被减少,因此降低了光致氧化率,从而增加了指示分子的寿命。

[0019] 另一方面,本发明提供了具有冷却系统的光学传感器,冷却系统用来降低的温度。降低指示分子的温度减少了光致氧化率,从而增加了指示分子的使用寿命。

[0020] 另一方面,本发明提供了确定光学传感器光源最大占空比的方法。在一个实施例中,该方法包括下列步骤:(a) 将指示分子在与光学传感器相同或基本相同的光源发出的光中连续曝光;(b) 周期性确定指示分子的输出强度;(c) 确定指示分子的输出强度变差预定量的时间长度;(d) 确定传感器的总累计工作时间;(e) 将(c) 步骤确定的时间除以(d) 步骤中确定的时间来确定最大占空比。

[0021] 另一方面,本发明提供了确定光学传感器使用寿命的方法。在一个实施例中,该方法包括下列步骤:(a) 将指示分子在光学传感器同样光源或基本相同的光源发出的光中连续曝光;(b) 周期性确定指示分子的输出强度;(c) 确定指示分子的输出强度变差预定量的时间长度;(d) 确定光学传感器中使用的光源每天平均期望工作的时间;(e) 将(c) 步骤确定的时间除以(d) 步骤中确定的时间来确定产品的使用寿命。

[0022] 本发明的上述和其他特点和优点,以及本发明的结构和优选的实施例操作都在下面结合附图进行详细描述。

附图说明

[0023] 所有的附图都并入说明书并形成其一部分,其对本发明的各种实施例进行说明,而且用于解释本发明的原理以使相关领域的技术人员可以使用本发明。在附图中,附图标记用于标志同一或功能相近的组件。而且,附图标号最左一位数字表示该附图最先出现的图。

[0024] 图 1 是示例性光学传感器的某些构件示意图。

[0025] 图 2 是示意典型操作条件下传统指示分子的典型信号衰退示意简图。

[0026] 图 3 是背景噪声分布的示例简图。

[0027] 图 4 (A) 图 2 和图 3 的重叠图。

[0028] 图 4 (B) 是 SNR 随时间变化的曲线图。

[0029] 图 5 是温度升高对传感器信号衰退的影响示意图。

[0030] 图 6 是固定操作时间内传感器 SNR 随温度变化的曲线图。

[0031] 图 7 是根据本发明一个示例实施例的光学传感器某些构件的图示。

- [0032] 图 8 是根据本发明的另一个示例实施例的光学传感器某些构件的示意图。
- [0033] 图 9 是示例驱动电流和源强度之间的关系简图。
- [0034] 图 10 是根据本发明的另一个示例实施例的光学传感器某些构件的示意图。
- [0035] 图 11 是光学传感器寿命随源驱动电流变化曲线,其中,隔离距离(d)和系统温度(T)都保持恒定。
- [0036] 图 12 是根据本发明的另一个示例实施例的光学传感器某些构件的示意图。
- [0037] 图 13 是根据本发明的一个示例实施例的过程的流程图。
- [0038] 图 14 是根据本发明的另一个示例实施例的过程的流程图。
- [0039] 图 15 是根据本发明的示例实施例操作光学传感器光源占空比的简图。
- [0040] 图 16 是根据本发明的另一个示例实施例的过程的流程图。
- [0041] 图 17 是可用于控制传感器光源的示例电路的电路图。
- [0042] 图 18 是说明确定占空比过程的流程图。
- [0043] 图 19 是说明确定产品使用寿命过程的流程图。
- [0044] 具体实施过程

[0045] 图 1 示出了用于检测物质 101 的存在或浓度的代表性传统光学传感器 100 的示意图。传感器包括指示分子 102,光源 104 和光电转换器 106 (或“光电探测器”106)。从图 1 可以看出,在将物质的存在和浓度转换为可测量信号(如来自光电探测器 106 的可测量电流输出 108)过程中,指示分子 102 是关键元件。

[0046] 如上所讨论,光致氧化使指示分子成为传感器 100 上最“薄弱”的部件。就是说,光致氧化使指示分子比传感器 100 上的其他部件衰退更快。周围的构件,如光源 104 和光电探测器 106,典型地具有 10 年以上的使用寿命。然而,指示分子在典型的操作条件下,在几小时或几天里,就可能衰退变差。这一点在图 2 中进行了说明,图 2 是传统指示分子在典型的运行条件下(如恒定温度,恒定照明和恒定的环境氧气浓度)的典型信号衰退曲线图。如图 2 所示,指示分子发射强度在短期内就会显著降低。

[0047] 因为指示分子是最薄弱的环节,传统传感器的寿命也只有几小时或几天。而本发明提供延长使用寿命的光学传感器和方法。

[0048] 在典型的光学传感器中(例如,传感器 100),电光部件都是传统的宏/微电子分立器件。这些部件和其他传感器的非化学部件,以及后端放大电路,在电路设计中都具有基本的本征电噪声电平。在这种系统中还存在一些背景光学噪声。这种噪声是随机的,但通常保持在一个相对稳定的范围内。图 3 是背景噪声特性的示例图。

[0049] 在这种恒定的噪声背景下,必须能够以足够高的清晰度来区分和物质浓度直接成正比的信号。信号幅度的平均值与噪声幅度的平均值之比就是信噪比(SNR)。SNR 数值足够的特定应用,该数值还依赖于整个系统设计中其他因素。总的说来,高 SNR 优于低 SNR。重要的是,设计中得到的 SNR 级别确立了可以使用设备来测量的精度和分辨率。图 4 (A) 是图 2 和图 3 的重叠图。

[0050] 图 4 (A) 出示在相对恒定的噪声背景下,随着光化学效应衰退下降的信号。该两个曲线的比在图 4 (B) 示为 SNR 随时间的变化。从图 4 (B) 可以看出,SNR 的变化和光致氧化成直接比例关系,光致氧化使信号变差。在沿下降的 SNR 曲线的时间点 T 的 SNR 的特定值,传感器变得不可用,因为其不再能满足分辨率和准确性的指标要求。该时间点(T)就

是传感器的使用寿命,它取决于系统中最不稳定的指示分子部件。

[0051] 我们已经考察了几个影响传感器 SNR 衰减的因素。每个因素的优选范围或设置可以定义传感器操作的优选分布。然后,该分布确定可以延长设备寿命的操作参数。下面对这些因素进行讨论。

[0052] 因素 1 :温度。

[0053] 温度是决定指示分子使用寿命的基本的和直接的影响因素,因此也是光学传感器寿命的基本的和直接的影响因素。因为光致氧化是一种化学反应,和其他化学反应一样,描述温度影响的最基本的模型是阿伦纽斯方程式。我们发现了温度升高增加了反应的速度,从而导致指示分子的衰退得更快。图 5 表明了温度升高对传感器信号衰退的影响。

[0054] 从图 5 可以看出,当温度升高时,荧光元素和氧气之间的光化学反应增强了,因此,基于荧光强度的信号幅度成比例降低。图 6 是固定操作时间内,传感器 SNR 随温度变化的曲线图。

[0055] 因此,一方面,本发明提供了具有冷却系统 702 的传感器 700 (见图 7),用以将传感器的温度,或指示分子 102 的温度保持在一个固定值,给定传感器设计的其他约束,该固定值长的使用寿命提供化条件。例如,特定要求指定传感器 700 必须在 50 到 70 °F 温度下工作,这时冷却系统 702 被配置为保持 50 °F 的温度,在 50 到 70 °F 范围内,50 °F 对于寿命是优选的温度。对于没有针对设备低温限制的应用,我们发现温度能降到 - 20 °F。

[0056] 在一个实施例中,冷却系统 702 可以包括或由用于半导体构件冷却的柏耳帖型芯片设备组成。在其他的实施例中,冷却系统 702 可以包括或由液态氮或其他冷却剂。

[0057] 因素 2 :光源和指示分子之间的间隔距离。

[0058] 在光学传感器中,如在图 8 所描绘的光学传感器 800 中,光通量密度是指在表面一点的单位面积上的光通量。例如,如果光单位是爱因斯坦(定义为 1 摩尔的光子,或 1 阿伏加得罗数量的光子),那么,1 爱因斯坦每单位面积表示光通量。在这里,指示分子 102 点上单位面积内光子数的密度是有效通量密度。倒推回去,通量密度和成为光出射度(见下文)的项相关,该项实际上就是光源强度。根据反平方律,光子的强度(或通量)随指示分子 102 安装于其上的表面到光源 104 的间隔距离(d)而平方减少。

[0059] 作为整体“矩阵”或因因子组中的一个因子,我们确定,有效的、实用而优选的间隔距离(d)范围为 0 到 2.5 厘米(cm)。该范围的低端 0 表示指示分子直接安装在光源 104 的表面上或其内部。范围的远端(2.5cm)表示适于极易受光子影响的荧光元素的设计,这是为了将光通量保持在较低的级别。然而,根据本发明的传感器并不受限于此指定范围。

[0060] 因素 3 :光出射度,源强度,电源或驱动电流。

[0061] 光源的光出射度是指在发射源(白炽灯,固态的,有机的,无机的,LED 或任何其他光源灯)表面的通量密度。如上所述,通量密度可以针对离光源任何距离(d)处的任何实际的或虚拟表面的进行定义。光出射度是在发射源表面定义的通量密度,即 d=0。这使光源的强度和在(d)处定义的通量密度相关。由于电子或光电光源的强度和该源的驱动电流直接相关,因此通过控制光源的驱动电流来控制光源强度是可能的而且是可行的(特别需要强调的是,其他不是电子的源也是可用的)。图 9 说明了驱动电流和光源强度之间的简单关系。

[0062] 图 9 说明的关系也称为减额定曲线,其对光源和光源制造是唯一的。然而,制造商

针对选择特殊的光源获得该数据。需要着重注意的是，驱动电流也可以控制光源的功率。光功率常用的表示单位是瓦特(也可以用其他单位)。根据电流和减额定曲线，例中的固态电子源的功率通常位于毫瓦到微瓦的范围内。和标准的家用调光器一样，在光源的性能限制内，可以通过限制驱动电流来控制光源的功率。如上所述，通过简单的转换，功率可以和光致氧化率直接相关(虽然这样单位会变得混乱)。

[0063] 在给定的距离(d)的情况下，考虑到驱动电流和光致氧化率的上述关系，驱动电流的优选值是提供温度光源输出的最低驱动电流。对于典型的固态光源如二极管发光管(LED)，目前，该值可低至 0.5 毫安。随着这些设备效率得提高，该门限驱动电流可以变得更小。

[0064] 在进一步讨论影响光学传感器的寿命的因素之前，进一步说明在传感器系统 1000 (见图 10) 中迄今为止讨论的因素(例如，温度(T)、间隔距离(d)、驱动电流)是有益的。图 10 的图解将迄今为止讨论的概念联系在一起。

[0065] 图 10 是传感器系统 1000 的图解说明，其具有被表面 802 封闭或部分封闭的光源 104，在该表面上或表面内放置有指示分子 102。传感器系统 1000 还包括用于给传感器 104 供电的电源 1012 (如电池或其他电源)，和用于调节提供给光源 104 的驱动电流的电流控制器 1014。传感器 1000 也可以包括冷却系统 702 (如图 7 所示)。操作员或处理设备可以配置电流控制器 1014，由此设置驱动电流大小。

[0066] 如上所述，驱动电流决定光源强度，光源强度通过距离(d)和反平方律决定通量密度，而且通量密度和指示分子的光致氧化率直接成比例。调节供给光源 104 的驱动电流以设定光源强度，光源强度通过固定的距离(d)，根据反平方定律来确定光通量，光通量决定光致氧化率，并由此决定信号衰减速率。

[0067] 图 11 是当间隔距离(d)、系统温度(T)保持恒定时，传感器系统 1000 的寿命随源驱动电流变化的曲线简图。图 11 提供对实现延长光学传感器寿命的一个因子的简单但明了的认识。

[0068] 在很多情况下，“d”设计为一个固定值，即光学传感器应用确定 d 的可接受范围，在一些情况下，d 是很小的范围。例如，如果光学传感器被用于 vivo 中，那传感器的适当尺寸是一定的，因此 d 受到限制。一旦固定了 d，就可以使用该值来讨论其他因素(如驱动电流)，以提供其他的设计和优化操作参数。

[0069] 常数 d 确定了荧光元素表面的通量。注意在通量和由 d 在表面定义的功率是同义词。如上所述，我们确定了 d 的优选范围，其中 d 固定在 0 到 2.5 厘米之间。利用这一点来设置驱动电流，我们确定使代表性的 LED 源从门限值开始(图 9)、到制造商针对固态源提供的额定电流 2 倍的电流，从门限值开始的电流是是激活源的最低电流。以典型的碳化硅或氮化镓 LED 为例，驱动电流强度近似在 0.5 微安到 40 微安的范围之内。在另一实施例中，驱动电流为 0.8 到 3 微安比较适宜，在 1 到 2 微安最适宜。将来，随着光源制造商制造出更高效的光源，这些范围会发生变化。

[0070] 影响使用指示分子的光学传感器的使用寿命的另外两个因素是：(1) 输入光源能量和(2) 占空比。下面对这两个因素依次进行讨论。

[0071] 因素 4 :输入光源能量(或波长)

[0072] 根据公式： $E=hf$ ，光能量和它的频率相关，式中“E”是光子的能量，“h”为普朗克常数，“f”是频率。频率和波长成反比。因此，短波光子的能量比长波光子的能量高。典型的

荧光激励发生在波长为从约 200 纳米到 500 纳米(尽管已知可以激励接近红外光波长的分子和方法)。荧光吸收和发射谱实质上是能量分布,其中频谱是分布在最优吸收或发射峰值波长的高斯分布,该最优吸收或发射峰值波长对应于荧光元素的特定分子结构的能量最大值。对于大多可用于传感器中的荧光元素而言,最优波长(或若干波段)由指示分子本身决定。因此,传感器的使用者和设计者选择光源波长的自由受到限制。

[0073] 因素 5 :光源的占空比。

[0074] 和光源的波长不同,光源的占空比是设计光学传感器的另一能量分量,并且不同于上述的光能量(与之相关),它是可由设计者 / 使用者控制的变量。光源的占空比是为了从指示分子获取读数时光源用于照亮指示分子的时间百分比。在大于某个最小的占空比值时,改变占空比,与数据输出相关的光学传感器性能不会受大的影响,或者一点影响也不受。因此,光学传感器的设计者 / 使用者在选择光源的占空比时非常自由,而不必担心对光学传感器的性能产生不利影响。如下所论,降低光源的占空比能够极大地增加指示分子的有效寿命,从而增加了传感器的寿命。

[0075] 在光学传感器里,由光源输出的总的累计辐射能量控制显示分子的光致氧化程度。换言之,没有光时,也就没有光致氧化。在时间上累计的功率(或表面通量)就是能量。辐射能量的标准单位是焦耳,其中:能量(焦耳) = 瓦特(功率) × 秒。

[0076] 注意到功率(能量 / 时间)是光源发光时消耗的能量,它与指示分子的光致氧化速率直接相关。相应地,较高功率的源比较低功率的源更快地光漂白指示分子。从上面的公式可以看出,控制功率的一种方法是控制向系统输入能量的速率。在光学传感器的例子中,控制功率的一种方法就是控制光源的占空比。

[0077] 在光学传感器是“工作的”(如消耗能量)的整个时间段期间,我们发现,在光学传感器中通常不必使光源一直处于运行或“开态”。在很多应用中,每天光学传感器只需要工作几次,且每次持续的时间很短。例如,在一个实施例中,光学传感器每天大约工作 5 次,每次大约 7 分钟。然而,在一些实施例中,光学传感器需要每天工作 24 小时(如,连续工作)。

[0078] 例如,如果在光学传感器工作的时间段期间,每隔一秒需要一次来自光探测器 106 的读数,那么当在光学传感器工作的时间段期间,就不需要光源一直处于开状态。相反,根据传感器电路,光源每秒只需要开启 1/10 秒就足够。在这种情况下,传感器的寿命期内,累计输入到系统的能量将减少为原来的 1/10。同样,如果每秒内光源只开 1/100 秒,那么输入到系统的能量将减少为 1/100。因为功率和累计光致氧化率直接相关,并因此与信号幅度的衰退相关,以及因此与 SNR 的衰减相关,就此单个因素而言,输入的能量减少为 1/100,设备的寿命将增加 100 倍。

[0079] 在传感器工作期间,光源的合适的占空比视应用情况而定。在一种应用中,在传感器工作时,大约每 2 分钟从光探测器 106 获得一个读数。传感器及其支持电路(如光探测器 106)足够快,使得在 100 毫秒或 1/10 秒的时间段内可以取得一个精确的读数。每 2 分钟间隔对传感器光源加电 1/10 秒,这可以提供 120 秒 / 0.1 秒 = 1200 倍的能量减少因子。相对于连续运行时荧光元素的光致氧化信号衰退而言,这个因素直接将传感器产品寿命延长 1200 倍。

[0080] 占空比通常表示为开状态的时间百分比。因此上例中占空比约为 0.08%。对不同的产品、不同的设计、不同的指示分子,约 50% 以及更高的占空比都是有用的。在低端,甚至

如 $1 \times 10 (\text{exp}-5) \%$ 这样低的小数百分比也是有用的。

[0081] 在本发明的其它实施例中,传感器大约每 2 分钟开一次,每次 LED 大约工作 50 毫秒。该实施例可用于葡萄糖传感器。

[0082] 图 12 是根据本发明另一实施例的光学传感器 1200 的示意图。除传感器 1200 包括占空比控制器 1202 和电流控制器 104 外,传感器 1200 和传感器 700 是相同的。传感器 1200 的构件优选地包括在壳体(未示出)内,指示分子可以放置在壳的表面上或其内。

[0083] 占空比控制器 1202 可以单独由硬件实现,或者软件和硬件结合实现。占空比控制器 1202 控制光源 104 的占空比。在一些实施例中,传感器 1200 的使用者可以通过配置占空比控制器 1202 来设置光源 104 的占空比。在这些实施例中,占空比控制器 1202 具有接口 1204,使使用者能够配置或设置控制器。图 17 是可用于控制光源 104 运行的示例电路的示意电路图。

[0084] 图 13 是示意根据本发明一个实施例的过程的流程图 1300。过程 1300 是增加光学传感器(如传感器 1200)的寿命的过程,传感器在工作时,被配置为,在连续 Z 时间里,每 X 单位时间至少获取一次标志区域内物质存在或浓度的数据。X 和 Z 可以为从秒到分到小时的任意值。

[0085] 过程 1300 可以从步骤 1302 开始,在步骤 1302 中,配置传感器,在每 X 单位时间内至少获取一次数据的 Z 时间里,使得放射源的占空比低于 100%。在步骤 1304 中,将传感器放置在区域内的一个位置。步骤 1304 可以在步骤 1302 之前或之后进行。在一些光学传感器的应用中,X 约为 1 秒,Z 约为 7 分钟。在其它的应用中,X 可以大于或小于 1 秒,Z 可以大于或小于 7 分钟。在一些应用中,Z 时间内的占空比也可以小于 50%,而在其它的应用中,占空比可以低于 0.00001%或更低。在步骤 1306 中,传感器工作并保持工作状态 Z 时间。传感器可以由外部电源供电使其工作。

[0086] 在步骤 1308 中,在传感器工作的 Z 时间内,放射源开关几次。也就是,操作放射源,使其占空比大于 0% 而低于 100%。在一些特殊的实施例中,占空比小于 50%。在步骤 1310 中,在执行步骤 1306 后 Z 时间过去后,使传感器不工作。接着,传感器在一段时间内什么也不做(步骤 1312)。在步骤 1312 后,过程可以返回步骤 1306。

[0087] 图 14 是示意根据本发明另一实施例的处理过程的流程图 1400,该过程用于检测特定环境中物质的存在或浓度。过程 1400 可以从步骤 1402 开始,其中,光学传感器放置在标志区域的所需的位置(例如植入 vivo 中)。在步骤 1403 中,使传感器工作。例如,传感器可以通过外部电源供电使其工作。

[0088] 在步骤 1404 中,在传感器工作后,打开传感器光源(如光源具有最小的光出射度)。在步骤 1405 中,在打开光源后的某时间点,确定并优选地记录光探测器的输出。在步骤 1406 中,该步骤在步骤 1404 执行 Y 时间后被执行,关断光源。

[0089] 在步骤 1408 中,确定过程 1400 是否结束。例如,过程 1400 可以在从步骤 1404 首次运行后的 Z 时间过去后结束。如果过程完成,则使传感器停止工作(步骤 1410)。在使传感器停止工作后,在后面的时间里,可以使传感器再工作。例如,在一些实施例中,传感器一年中每天需要工作 5 次。因此,在这些实施例中,传感器停止工作约 5 小时后再工作。

[0090] 如果过程没有结束,该过程返回到步骤 1404,但只是在步骤 1404 上一次执行 X 时间后进行(步骤 1412)。

[0091] 步骤 1404—1406 通常周期重复给定时间 Z (即在被停止工作前, 传感器工作约 Z 时间)。在过程 1400 中, X 大于零(0), Y 优选地小于 X, X 小于 Z。在一些应用中, Y 小于或等于 X/2。在其他应用中, Y 可以效应或等于 X/10

[0092] 在 Z 时间内(传感器工作的时间内), 放射源的配置在图 15 中示出。如图 15 所示, 在时间点 $t=0$, $t=x$, $t=2x$ 等, 光源工作 Y 时间, 然后停止工作 X-Y 时间。尽管图 15 示出的是周函数, 但该函数并不需是周期的, 而且不要求 X 和 Y 在时间 Z 内保持恒定。

[0093] 通过执行过程 1400, 因为光学传感器工作期间, 光源没有连续“开”, 所以光学传感器的指示分子的使用寿命能够增加。

[0094] 图 16 是说明根据本发明的另一实施例的过程的流程图 1600, 其用于检测物质的存在或浓度。过程从步骤 1602 开始, 其中将光学传感器放置在期望位置。在步骤 1603, 使传感器开始工作。

[0095] 在步骤 1604, 光学传感器的光源被配置为输出频率在一定频率范围且幅度在一定幅度范围内(即强度)的电磁波。在步骤 1605, 在执行步骤 1604 之后, 而且优选地在执行步骤 1606 之前, 在一些时间点上得到光学传感器的光探测器输出测量数据。

[0096] 在步骤 1606, 该步骤在步骤 1604 执行后经历 Y 时间后执行, 光源配置为使它不再输出电磁波, 或者配置为输出电磁波的频率不在一定频率范围之内和 / 或者幅度低于一定幅度范围的最低幅度。优选地, 如果在步骤 1606 发射了电磁波, 其幅度小于一定幅度范围的最低幅度。

[0097] 在步骤 1608, 确定传感器是否已经运行足够长时间。如果已经运行足够的时间, 可以使传感器停止工作, 如果没有, 从步骤 1606 执行后尽管 X 时间的延时后, 过程返回到步骤 1604。步骤 1610 后, 过程在经历一定时间后可以返回 1603。

[0098] 和过程 1400 一样, 过程 1600 能够极大地增加光学传感器指示分子的使用寿命, 特别是在步骤 1606 将源配置为不输出任何电磁波或输出相对小幅度和 / 或低频率的电磁波的情况下。

[0099] 图 17 是可以用于控制传感器光源的示例电路的电路图。在该非限定性的例子中, 电阻 R1 和 R2 都是电压分压器, 它们和滤波电容 C2 共同给比较器 U1 输入管脚 5 提供比较电源。当电源首次给电路供电时, 电容 C1 放电。比较器 U1 的证输入管脚 5 的电位高于负输入管脚 6 的电位, 输出管脚 7 经过限流电阻 R4 供电, 以点亮 LED D1。电容 C1 通过电阻 R3 向供电电压充电。当 C1 电压高于参考电压时, U1 负输入管脚 6 的电位高于正输入管脚 5 的电位。U1 输出管脚 7 的电位变为 -V, 因此关闭 LED D1。

[0100] 也能使用其他参考电压。例如商用集成电路参考电压或齐纳二极管都能使用。其他设备, 如运算放大器也能用于替代图 17 中的比较器电路。

[0101] 在上述关于操作光学传感器的过程之外, 本发明还提供确定期望的光源占空比的过程以及确定光传感产品使用寿命的过程。

[0102] 图 18 是说明确定光学传感器的 LED 理想的占空比的过程 1800 的流程图, 其中 LED 用 Y 毫安的电流驱动。过程 1800 可以从步骤 1802 开始, 在这里, 先确定光学传感器使用的指示分子。在步骤 1804, 当指示分子在有 Y 毫安的电流驱动的 LED 发射的光连续照射时, 确定指示分子的输出强度衰退到 X% 的初始输出强度所花费的时间, 其中 Y 毫安是在光学传感器工作期间所使用的驱动电流。

[0103] 在步骤 1806, 识别传感器总的累计工作时间。例如, 如果传感器设计为 365 天每天工作 5 次, 每次 7 分钟, 那么该传感器总的累计时间是 ($7 \times 5 \times 365 = 12775$ 分钟)。在步骤 1808, 将步骤 1804 中确定的时间除以步骤 1806 中确定的时间来确定 LED 的占空比。从而, 占空比是在传感器工作期间 LED 打开的时间百分比。

[0104] 图 19 是确定光学传感器产品使用寿命的过程 1900 的流程图, 其中, 光学传感器的 LED 工作时驱动电流为 Y 毫安, 每天 LED 工作相同的时间, 产品的使用寿命定义为传感器指示分子输出强度衰退到它初始输出强度 X% 时所花费的时间。

[0105] 过程 1900 可以从步骤 1902 开始, 在这里, 先识别光学传感器使用的指示分子。在步骤 1904, 当指示分子在被 Y 毫安电流驱动的 LED 发射的光连续照射时, 确定指示分子输出强度衰退到 X% 的初始输出强度所花费的时间, 其中 Y 毫安是在光学传感器工作期间所使用的驱动电流。

[0106] 在步骤 1906, 确定每天的 LED 总的累计工作时间。在步骤 1908, 将步骤 1904 中确定的时间除以步骤 1906 中确定的时间来确定产品的使用寿命。例如, 如果步骤 4 中确定的时间时 10000 分钟, 每天 LED 工作不超过 10 分钟, 那么传感器的产品使用寿命近似为 $10000/10 = 1000$ 天。

[0107] 非限定性的确定光学传感器理想占空比的例子描述如下。根据该示例, 光学传感器每天工作 5 次, 每次使用 7 分钟, 持续 365 天(1 年)。每次使用期间, 每次采样 LED 开 150 毫秒, 在使用期间每秒进行一次采样。LED 由方波驱动, 因此其占空比为 50%。该应用要求传感器的输出强度在一年时间内为初始输出强度同等条件的 10%。

[0108] 此例中 LED 开时间计算如下。

[0109] 1) 一年中, $(365 \text{ 天每年}) \times (5 \text{ 次每天}) = 1,825$ 次使用每年。

[0110] 2) 每秒采样一次, 每分钟采样 60 次。

[0111] 3) $(\text{每分钟 } 60 \text{ 次采样}) \times (\text{每次工作 } 7 \text{ 分钟}) = 420$ 次采样每次使用。

[0112] 4) 使用上面公式 1 和 3, 传感器每年使用 $(420 \text{ 采样每次使用}) \times (1,825 \text{ 次使用每年}) = 766,500$ 次采用每年。

[0113] 5) 每次采样, 传感器 LED 开 250 毫秒。

[0114] 6) 从公式 4 和 5, LED 开时间为 $(766,500 \text{ 次采样每年}) \times (150 \text{ 毫秒每次采样}) = 114,975,000$ 毫秒每年。

[0115] 7) 从公式 6, 以 50% 的占空比, $114,975,000 \text{ 毫秒每年} = 114,975 \text{ 秒每年} = 31.94$ 小时 LED 的开时间每年。

[0116] 因而, 该应用的要求为, LED 能够以 50% 的占空比连续运行 31.94 小时, 同时传感器输出强度保持在初始输出的 10% 以上。

[0117] 在这个示例中, 以 50% 的占空比, 传感器输出强度随以 1 毫安驱动的 LED 工作时间的变化, 表明连续使用 23 小时后, 传感器的输出强度衰退到它的原始输出强度的 90%。对于该特定的应用而言, LED 开时间是不够的, 因此只能改变占空比值来补偿。如果将占空比调整到 25% (原来值的一半) 使 LED 开时间减半, 从而减少指示分子的光漂白。在该例中传感器的寿命会延长一倍。

[0118] 50% 的占空比来自使用方波驱动 LED。对于方波的每个周期而言, LED 驱动信号开一定的时间, “t” 秒, 然后开关关断同样长的时间 “t” 秒, 然后开关开 “t” 秒, 如此周而复

始。一半的时间开一半的时间关。这是可以改变的,比如,在开始的 1/4 周期开,在后面的 3/4 周期关。这样,对于同样的使用要求而言,LED 开时间减半,从而在 10%的衰退限制内,运行更长的时间。

[0119] 如果减少本例所列的任何时间,就可以减少 LED 的开时间,因而能够在保持指示分子的输出强度情况下,延长传感器的寿命。例如,减少每年设备使用的天数,减少每天使用次数,减少每次使用的采样次数,减少 LED 驱动的占空比都可以延长传感器的使用寿命。LED 每年的开时间可以由一个简单的公式计算:

[0120] 总的 LED 每年的开时间 = (每年设备的使用天数) × (每天设备的使用次数) × (每次使用的采样次数) × (每次采样期间 LED 开的时间长度) × (LED 驱动的占空比)

[0121] 本文所述的光学传感器不受限于任何特殊应用或运行环境。例如,根据本发明的传感器可植入人体,用于测量人体中各种生物学的分析物(如葡萄糖、氧气、毒素等)。

[0122] 虽然前文描述了本发明的各种实施例 / 变型,应该理解这些实施例 / 变型只是用于说明本发明,而非用于限定本发明。因此,本发明的范围和界限不受限于上述的任何示例实施例,而应该由所附的权利要求及其等价物确定。

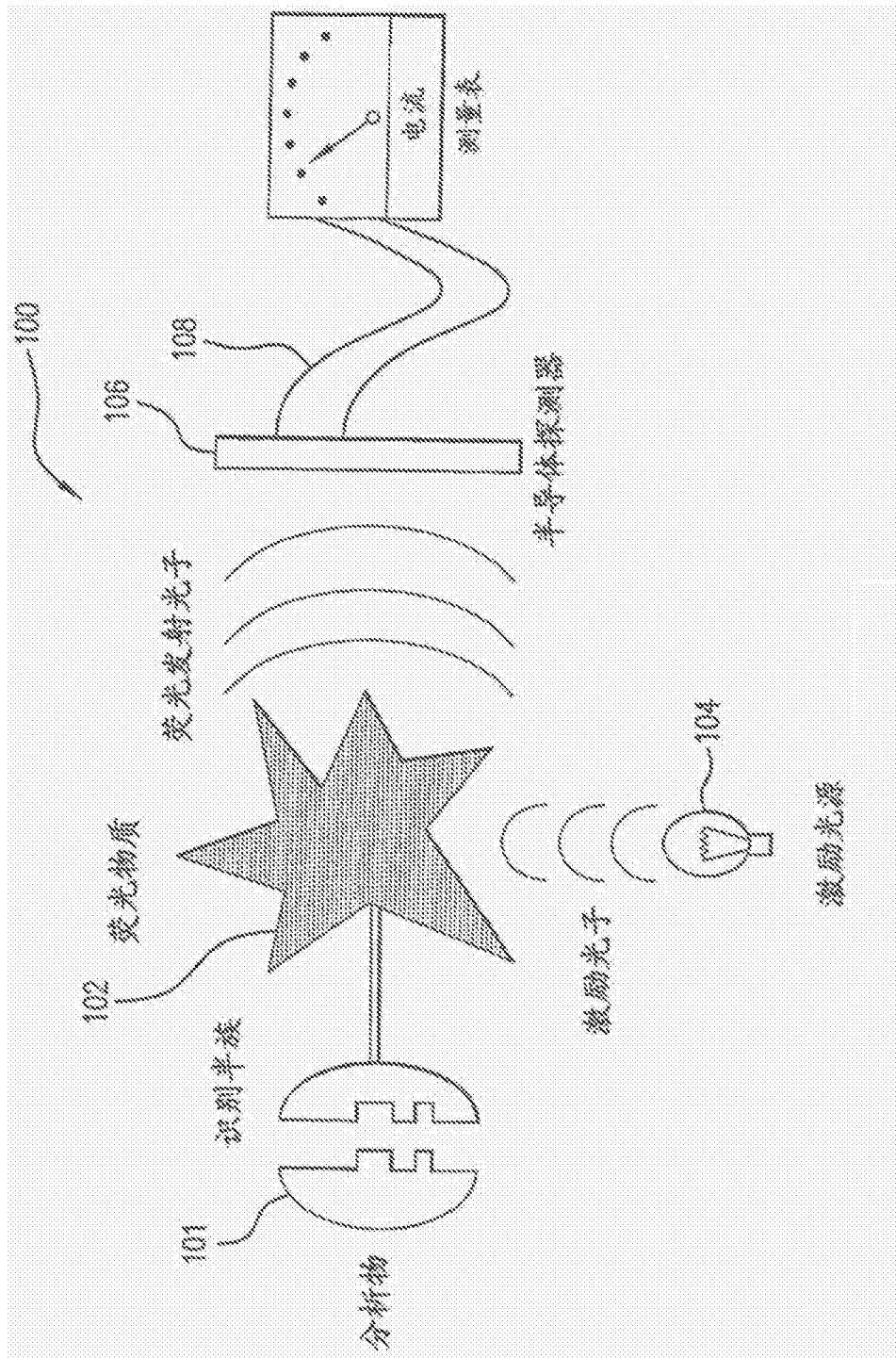


图 1

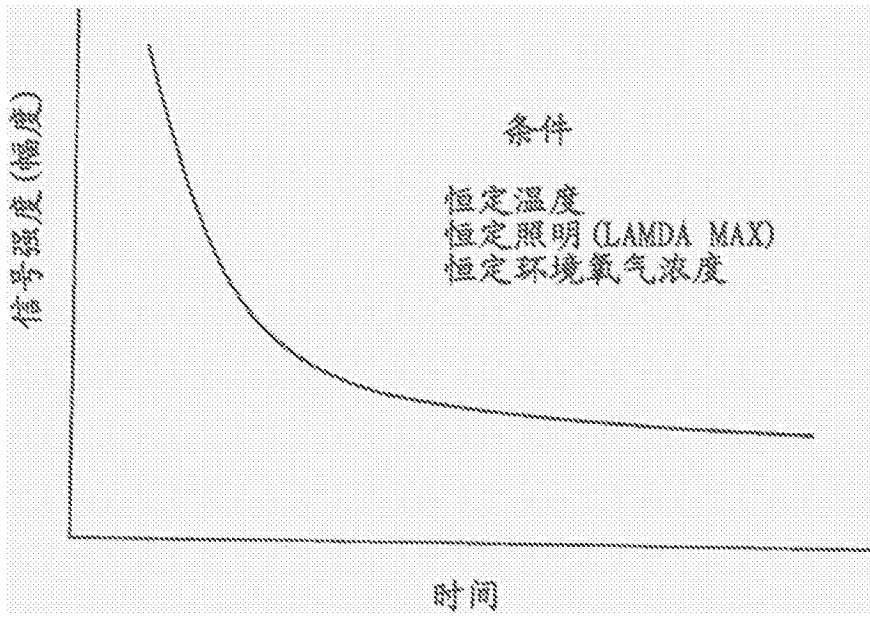


图 2

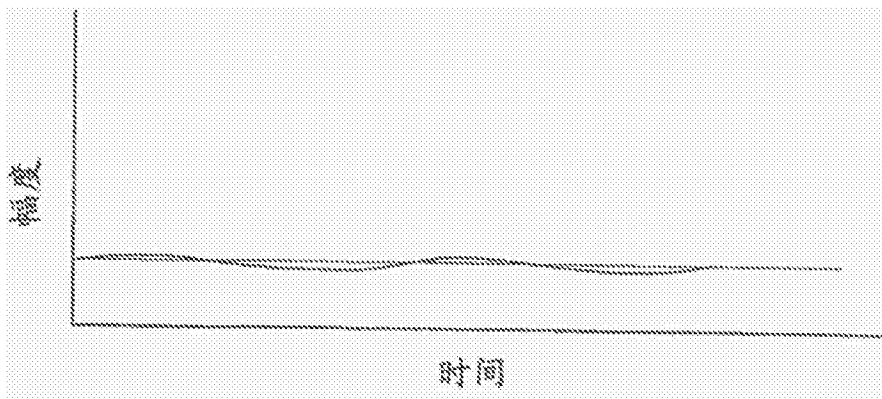


图 3

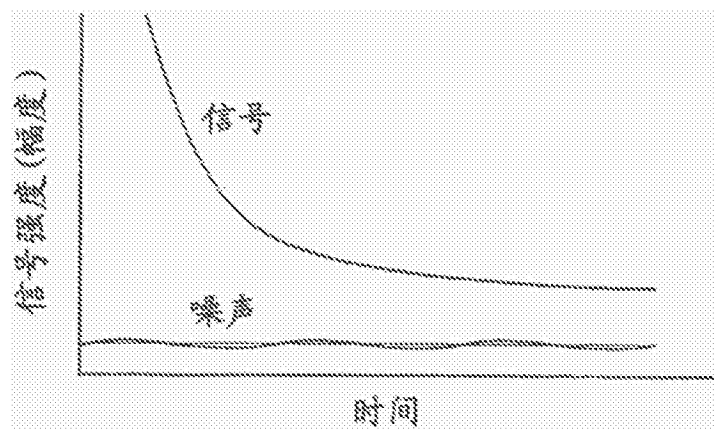


图 4A

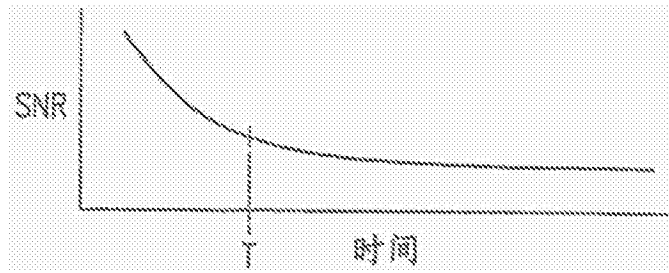


图 4B

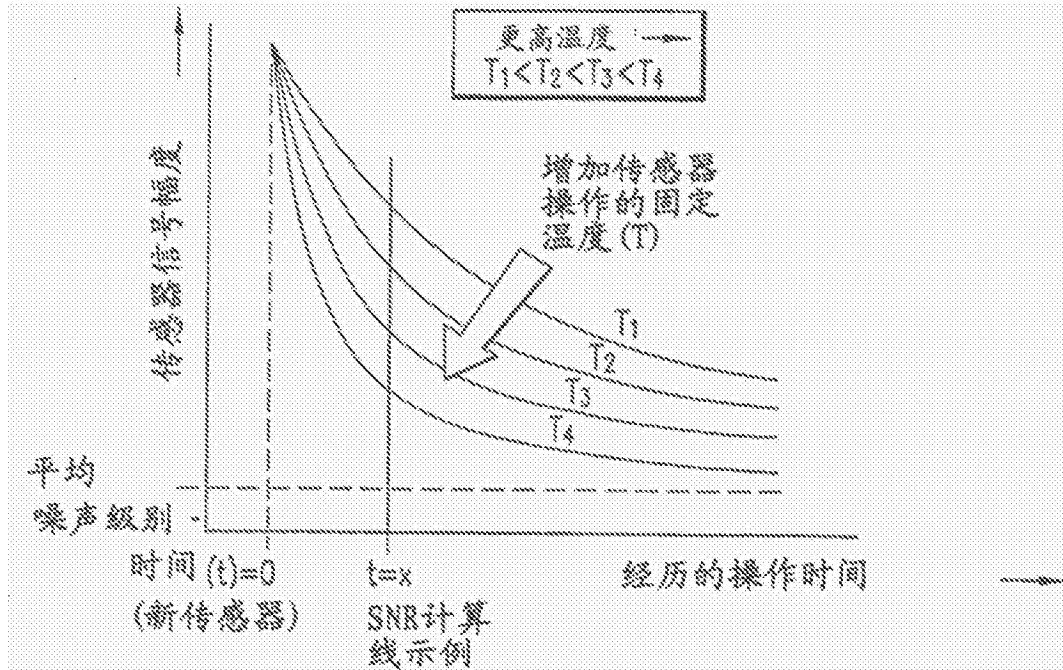


图 5

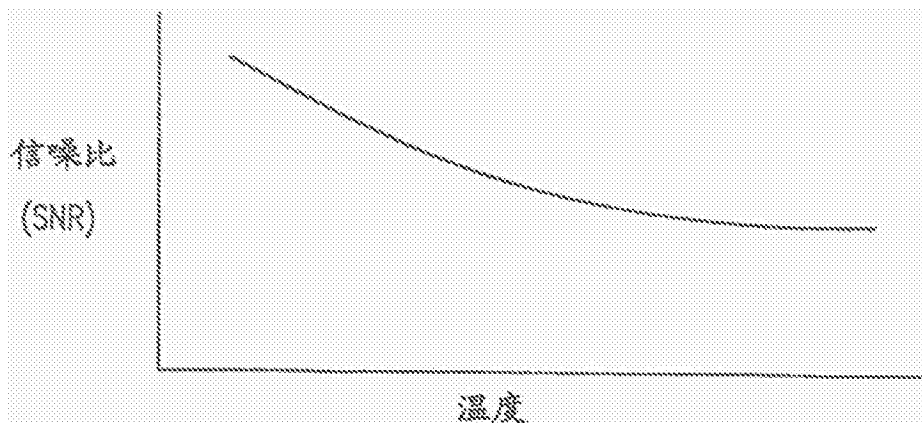


图 6

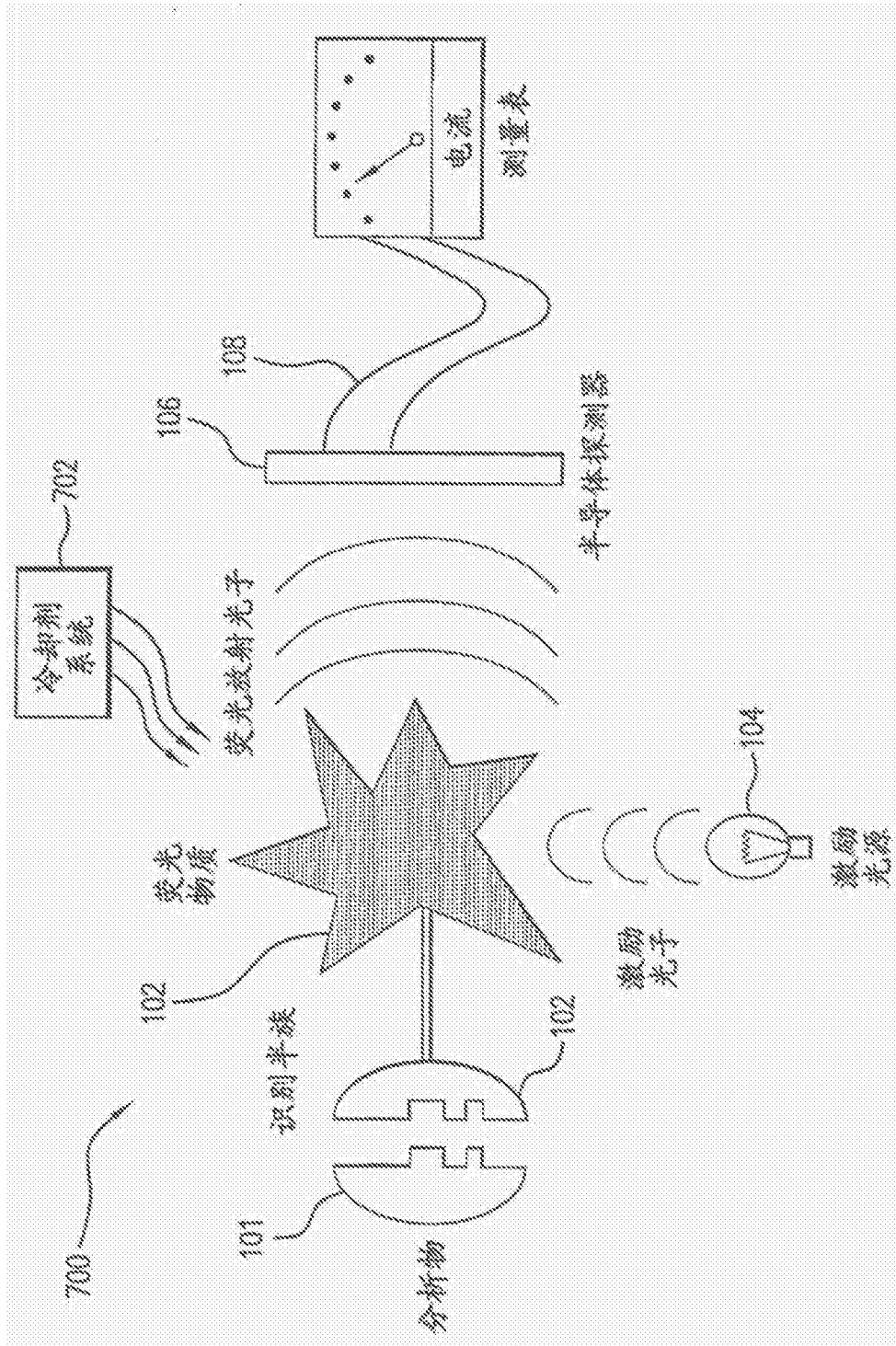


图 7

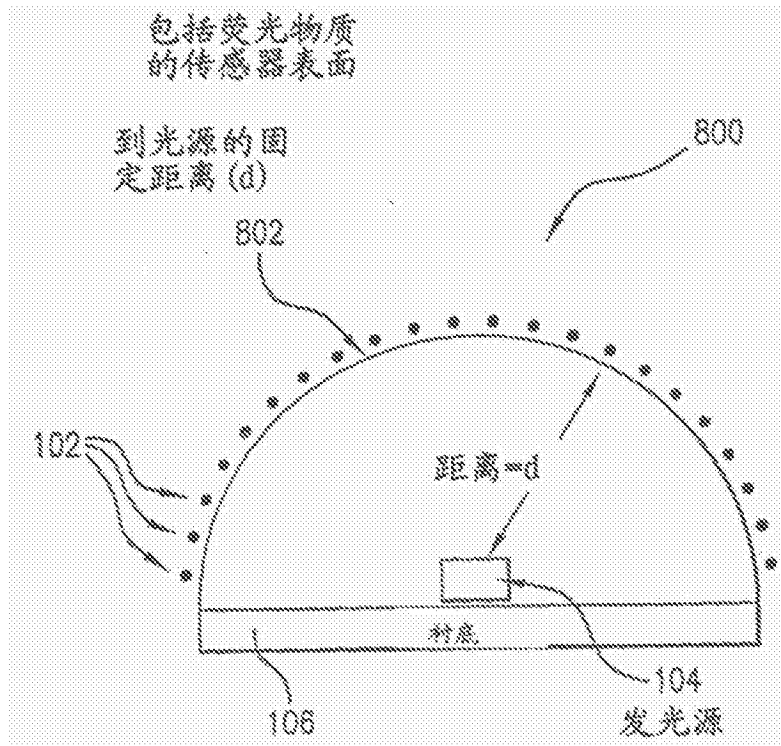


图 8

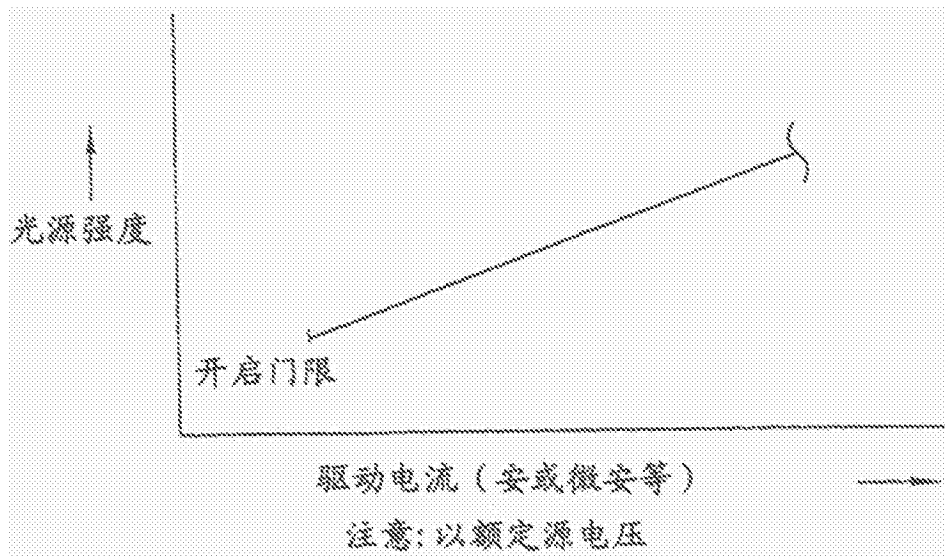
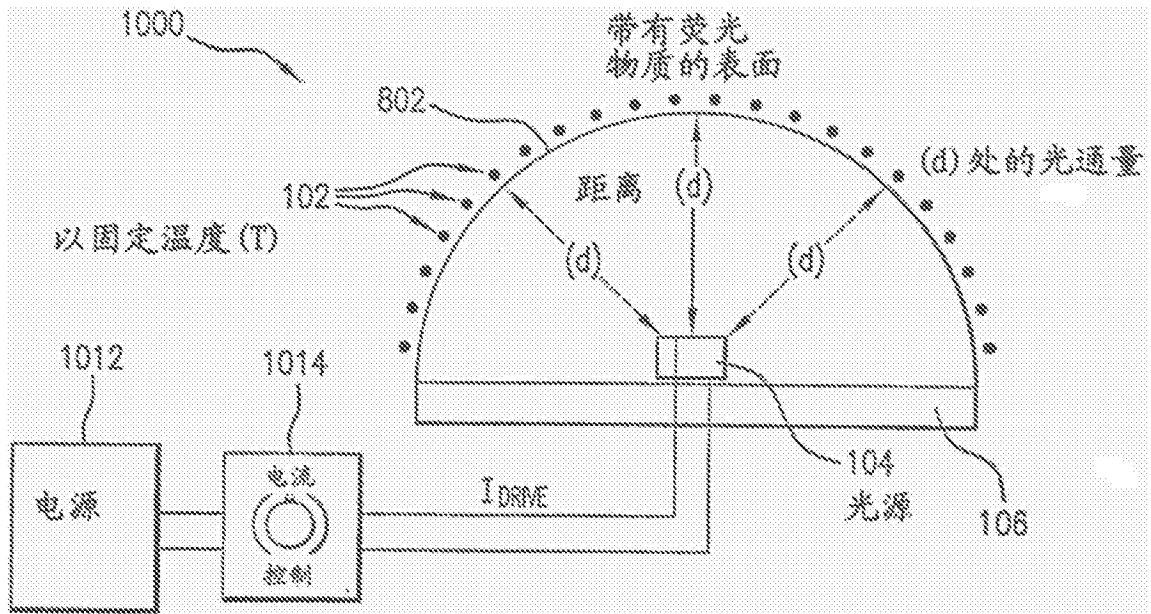


图 9



- 电流设定光源强度
- 光源强度根据距离光源 (d) 和反平方定律设定通量密度
- 通量密度和光致氧化率直接成比例
- 因此，调节电源供给光源的电流以设定光源强度，光源强度通过固定的距离 (d)，根据反平方定律来确定光通量，光通量设定光致氧化率，并由此设定信号衰减速率

图 10

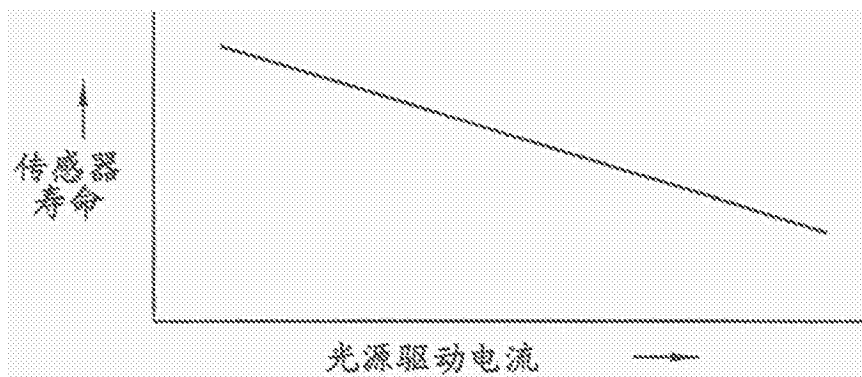


图 11

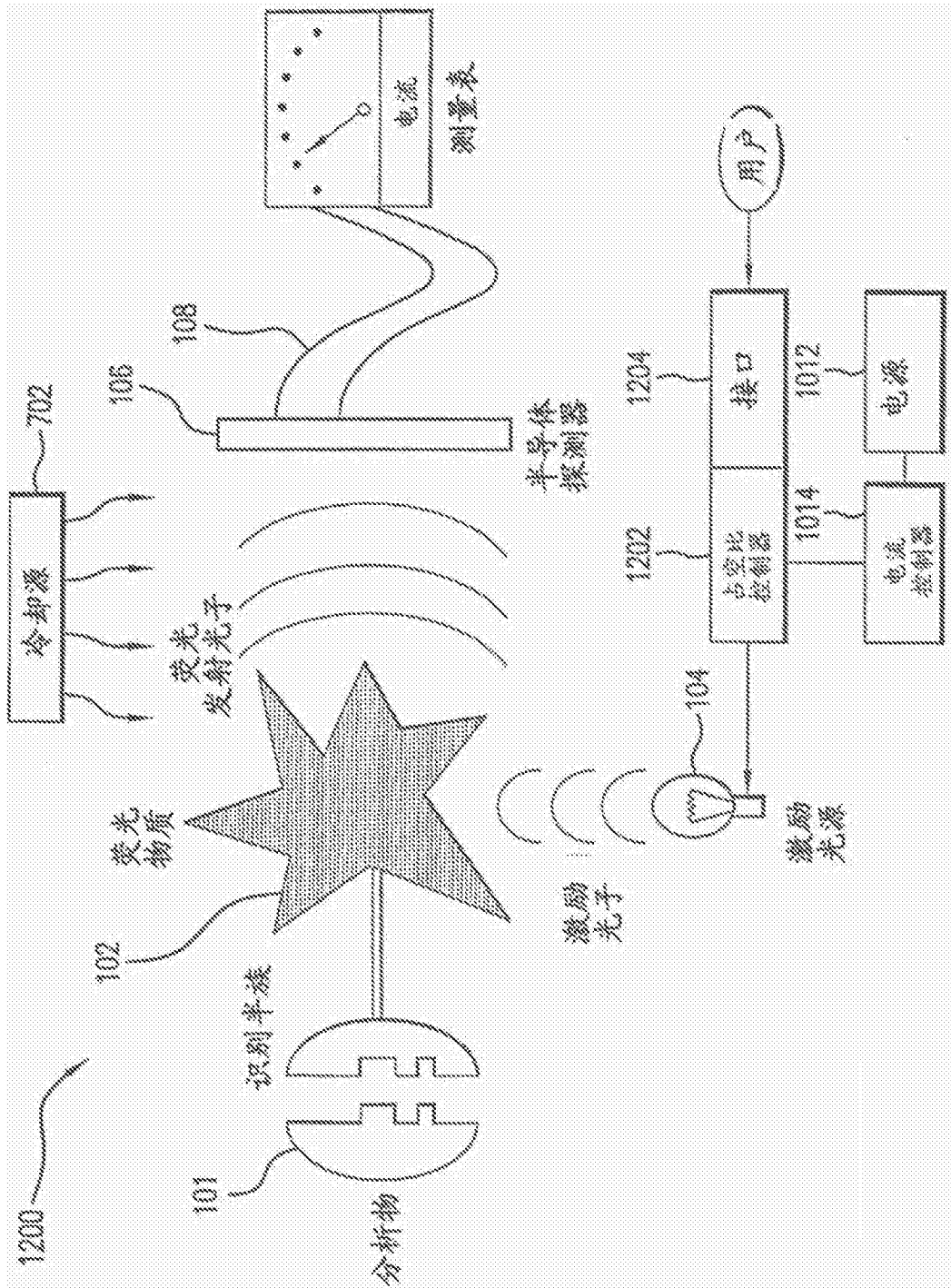


图 12

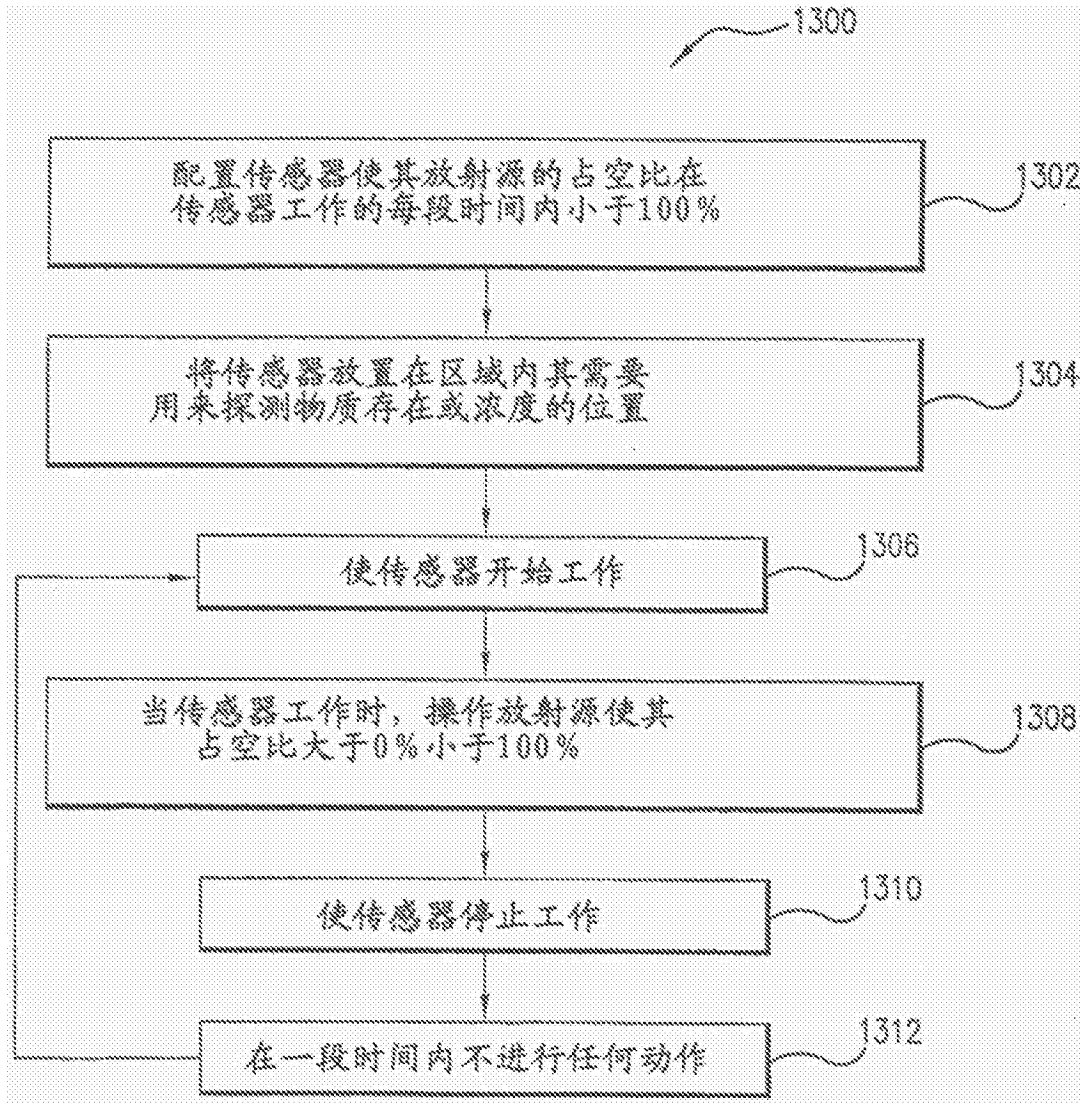


图 13

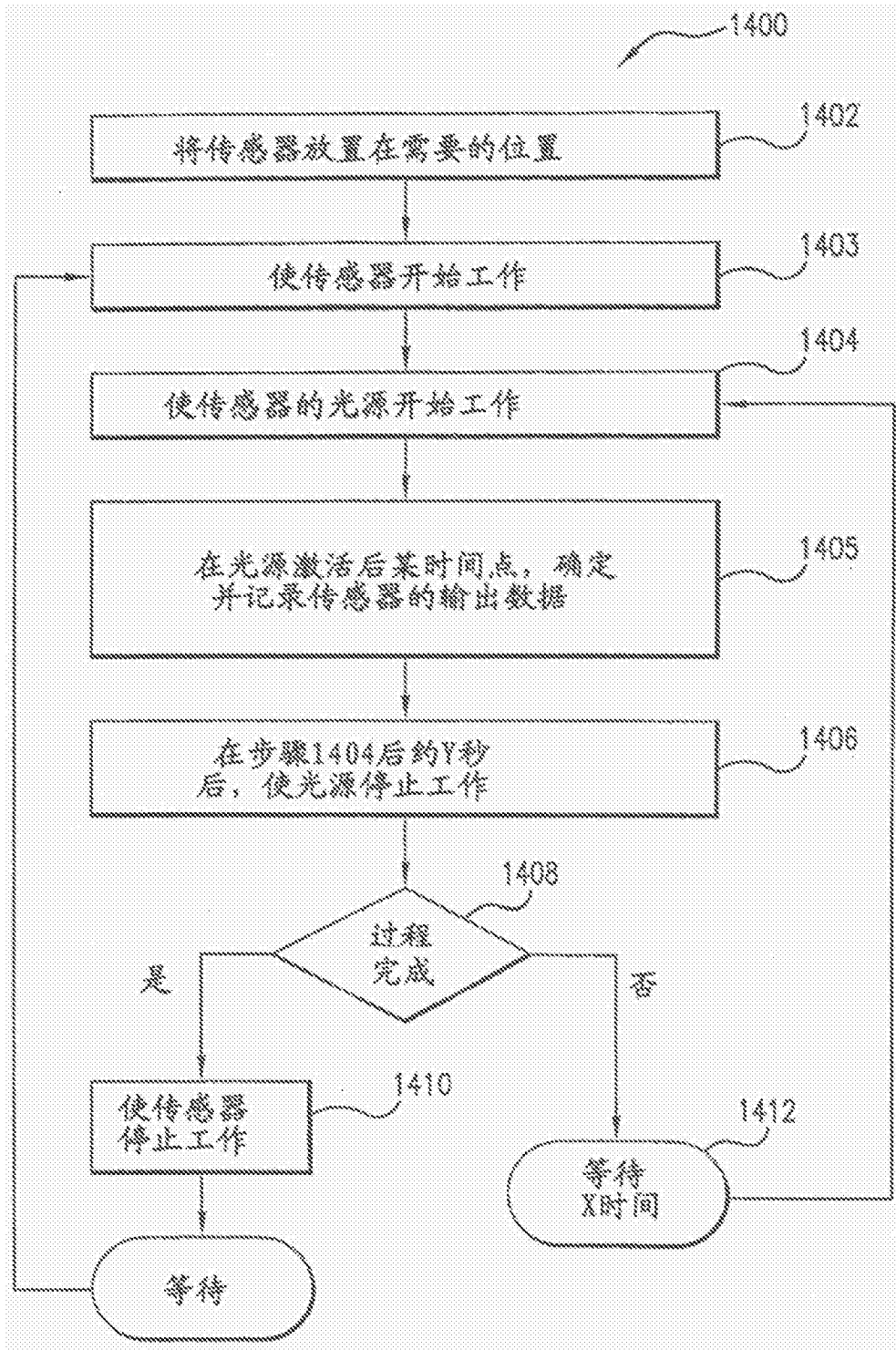


图 14

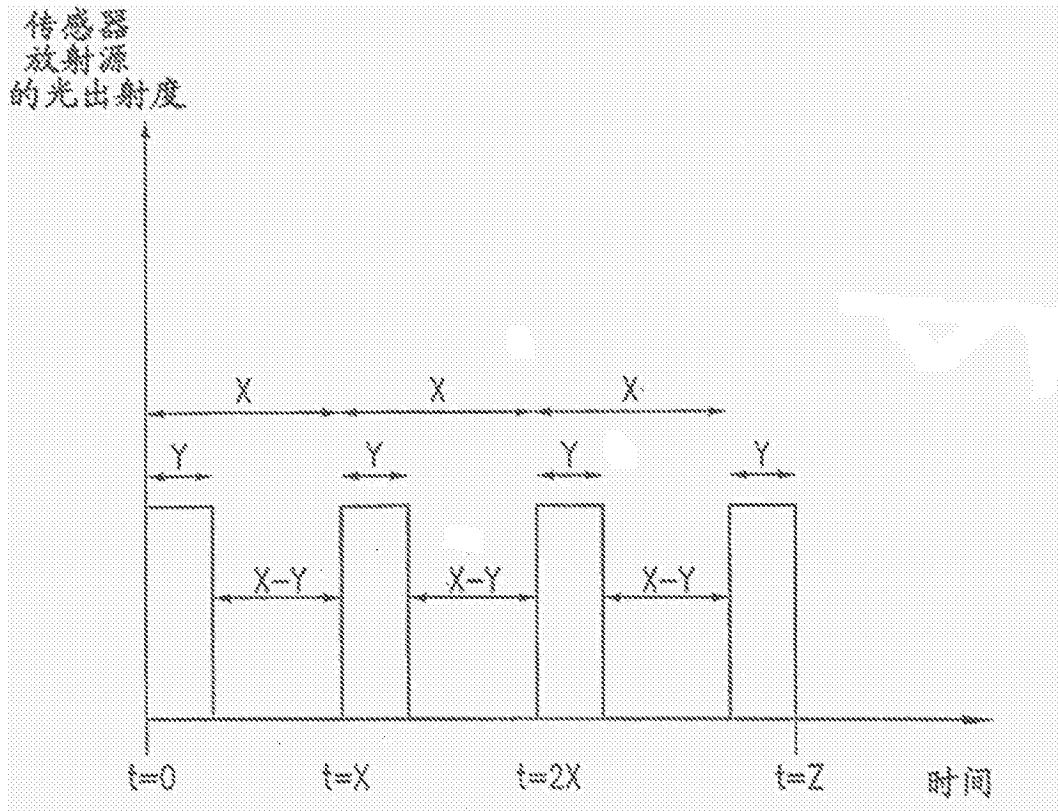


图 15

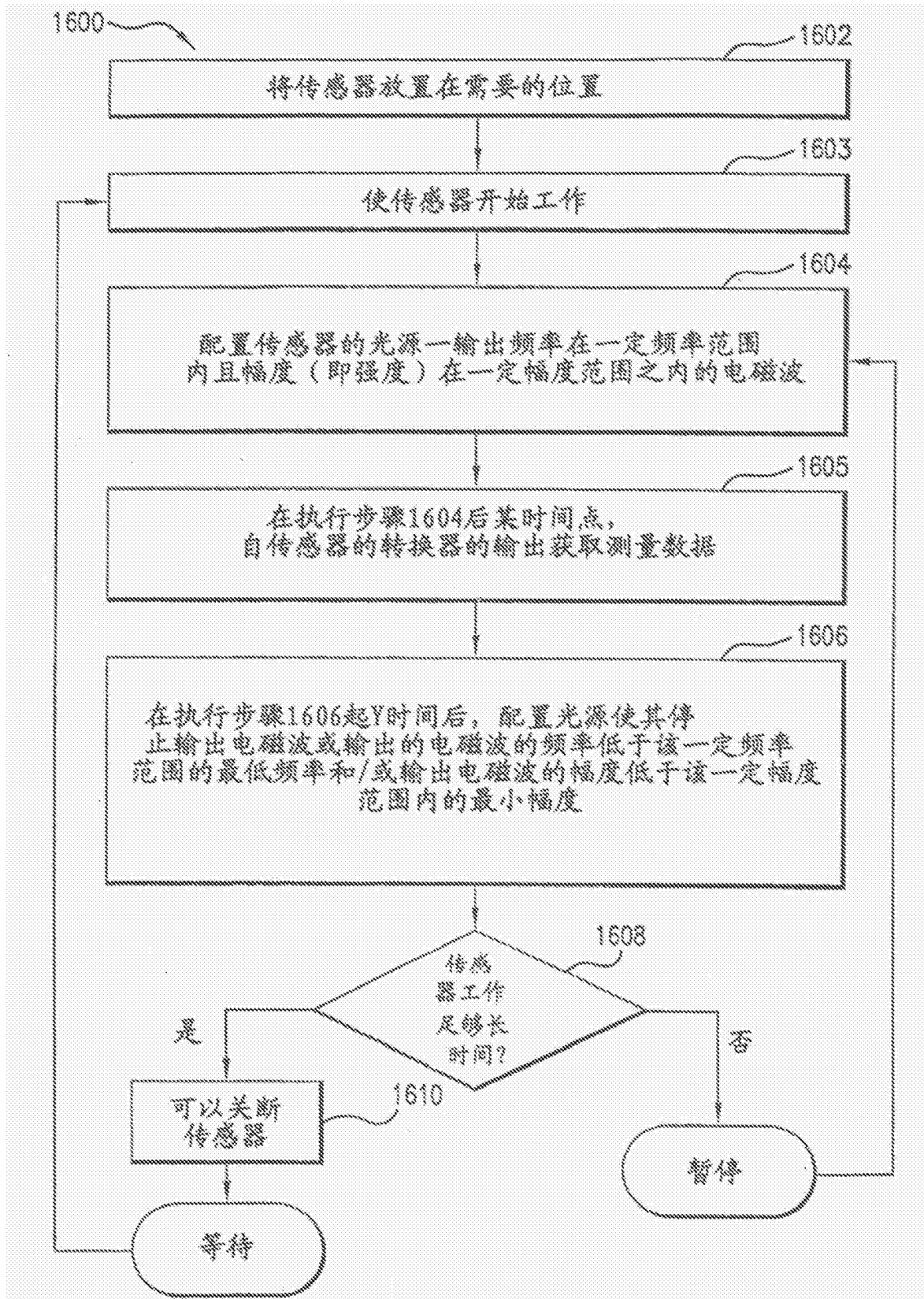


图 16

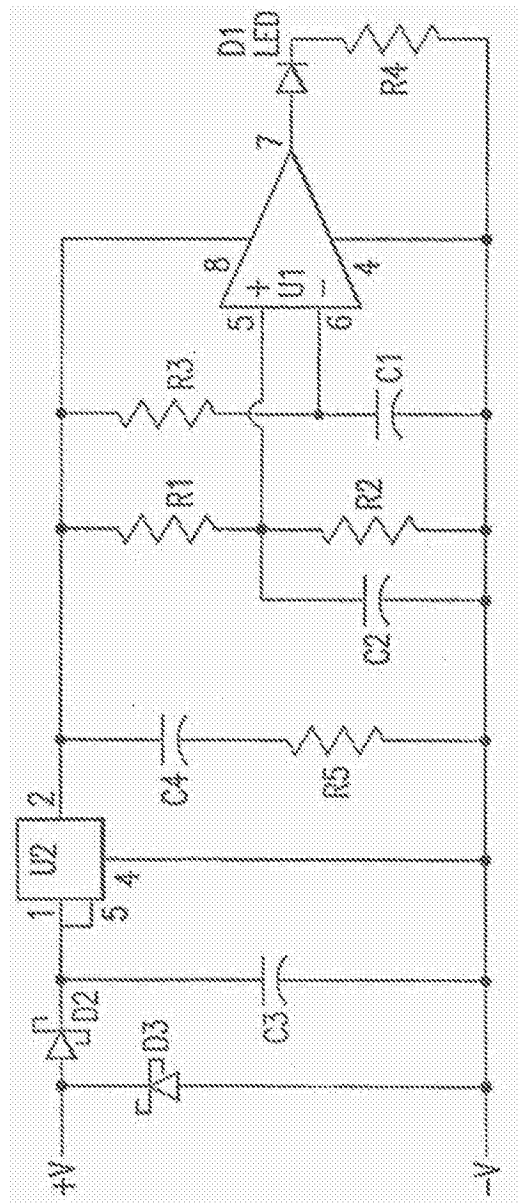


图 17

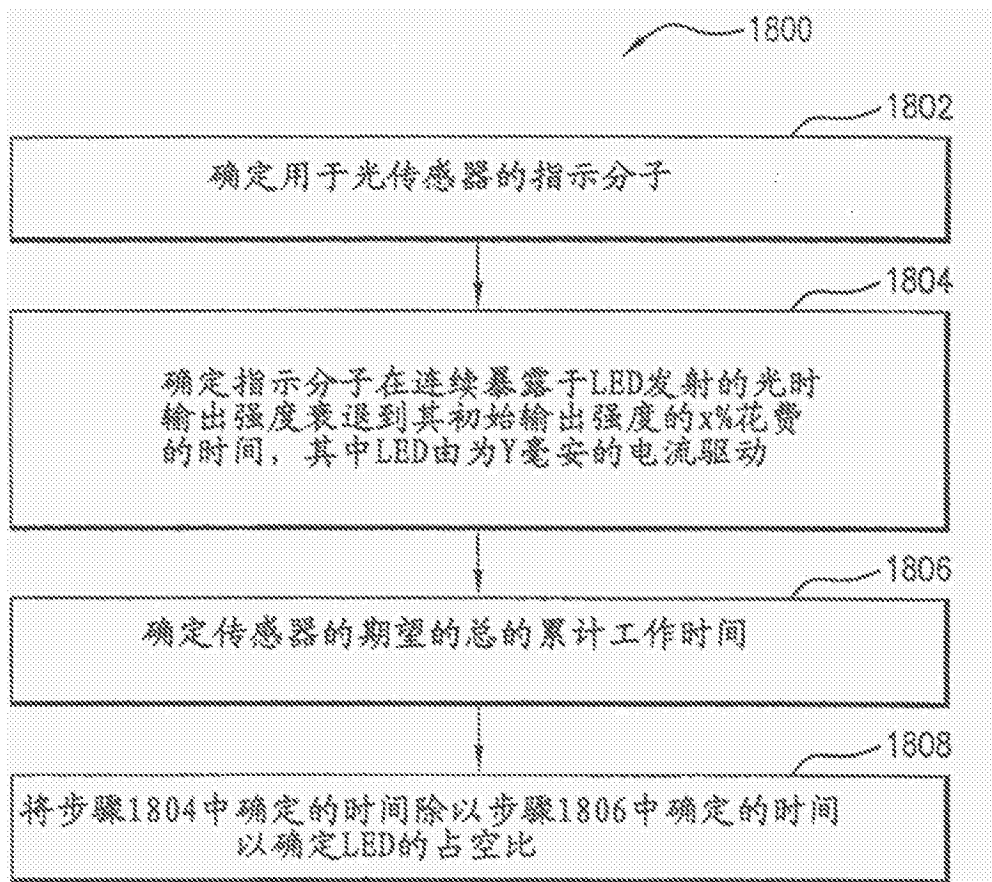


图 18

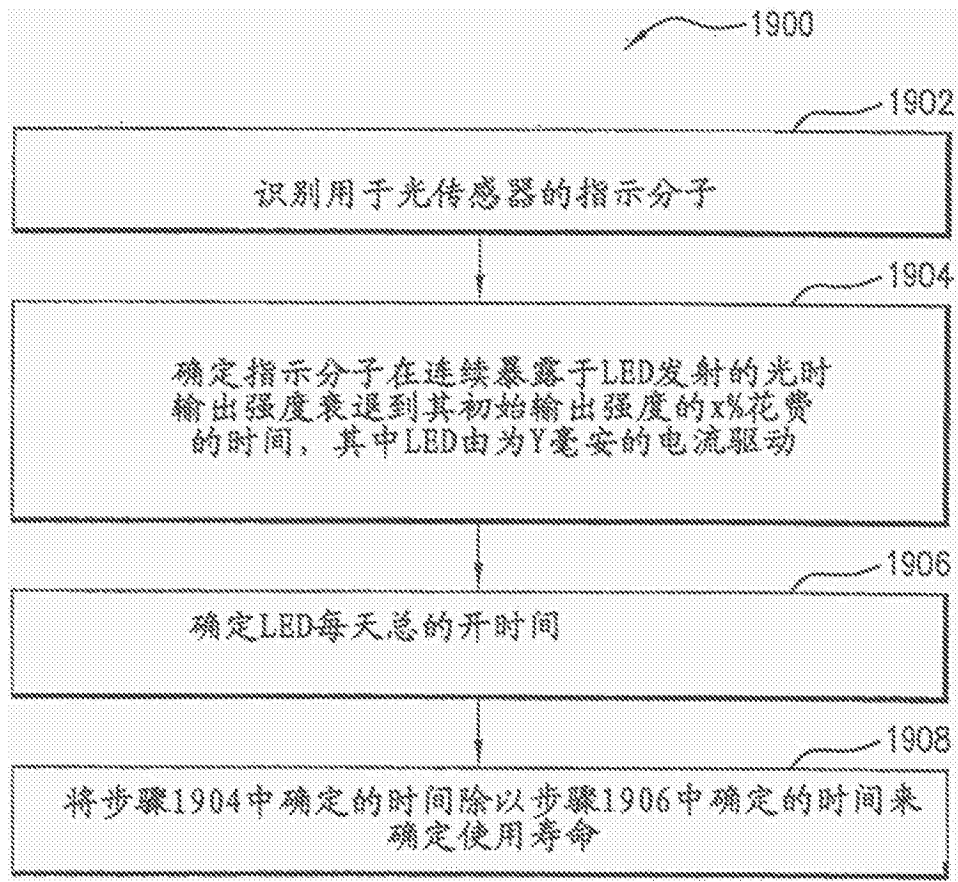


图 19