



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104870954 A

(43) 申请公布日 2015. 08. 26

(21) 申请号 201380067517. 6

(22) 申请日 2013. 10. 22

(30) 优先权数据

102012113008. 6 2012. 12. 21 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 06. 23

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/072088 2013. 10. 22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/095128 DE 2014. 06. 26

(71) 申请人 哈美顿博纳图斯股份公司

地址 瑞士博纳杜茨

(72) 发明人 B·奥芬贝克 P·阿尔坎特

(74) 专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司 11283

代理人 罗攀 肖冰滨

(51) Int. Cl.

G01J 1/44(2006. 01)

G01J 3/28(2006. 01)

G01J 3/44(2006. 01)

A61B 5/1455(2006. 01)

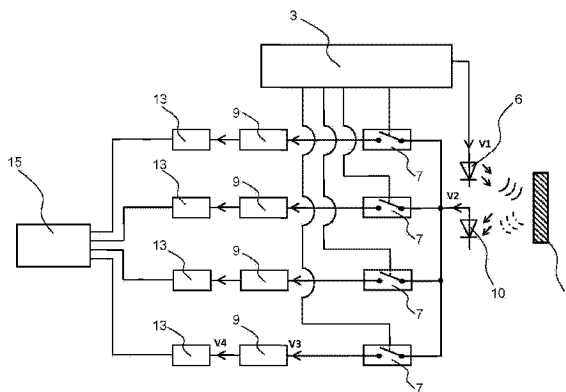
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

用于测量周期性信号的设备和方法

(57) 摘要

本发明提供一种用于测量周期性信号的设备 (1), 具有: 第一控制单元 (3), 用于生成周期为 T 的电输入信号; 光源 (6), 用于根据电输入信号 (V1) 生成定向至被测物体 (8) 的光输入信号; 光接收机 (10), 用于记录从被测物体反射回来的信号并将其转换成电测量信号 (V2), 所述信号对应于在其相位和幅度方面变化的光输入信号; 以及多个测量信道, 该多个测量信道在光接收机 (10) 和第二控制单元 (15) 间并联连接, 每个测量信道与开关元件 (7)、滤波器元件 (9) 以及模拟数字转换器 (13) 串行连接, 其中第二控制单元 (15) 适于对来自多个测量信道的测量信号进行评估, 其特征在于: 电测量信号 (V2) 被应用到多个测量信道中的每一个; 第一控制单元 (3) 被连接到多个开关元件 (7) 并适于在每种情况下以不同的时间间隔连接开关元件 (7); 以及模拟数字转换器 (13) 具有小于 $2 \times 1/T$ 的最大采样率。



1. 一种用于测量周期性信号的设备 (1), 包括:
 - 第一控制单元 (3), 用于生成周期为 T 的电输入信号 (V1);
 - 光源 (6), 用于根据所述电输入信号 (V1) 生成定向至被测量物体 (8) 的光输入信号;
 - 光接收机 (10), 用于对从被测量的所述物体反射回来的信号进行检测并将其转换成电测量信号 (V2), 所述信号对应于在相位和幅度方面变化的所述光输入信号; 以及
 - 多个测量信道, 该多个测量信道在所述光接收机 (10) 和第二控制单元 (15) 间并联连接, 每个测量信道与开关元件 (7)、滤波器元件 (9) 以及模拟数字转换器 (13) 串行连接, 其中所述第二控制单元 (15) 适于对来自所述多个测量信道的所述测量信号进行评估, 其特征在于,
 - 所述电测量信号 (V2) 被应用到所述多个测量信道中的每一个测量信道;
 - 第一控制单元 (3) 被连接到多个所述开关元件 (7) 并适于在每种情况下以不同的时间间隔驱动所述开关元件 (7); 以及
 - 模拟数字转换器 (13) 包括小于 $2 \times 1/T$ 的最大采样率。
2. 根据权利要求 1 所述的设备 (1), 其特征在于, 所述电输入信号被配置为方波信号。
3. 根据前述权利要求中之一所述的设备 (1), 其特征在于, 所述滤波器元件为低通滤波器 (9)。
4. 根据前述权利要求中之一所述的设备 (1), 其特征在于, 所述多个测量信道中每一个中的所述开关元件 (7) 被配置成 CMOS 开关或 CMOS 转换开关。
5. 根据前述权利要求中之一所述的设备 (1), 其特征在于, 所述第一控制单元 (3) 被连接到所述第二控制单元 (15), 并与所述第二控制单元 (15) 同步。
6. 根据前述权利要求中之一所述的设备 (1), 其特征在于, 集成电路包括所述第一控制单元 (3)、所述第二控制单元 (15) 和所述多个模拟数字转换器 (13)。
7. 根据前述权利要求中之一所述的设备 (1), 其特征在于, 所述第一控制单元 (3) 包括脉宽调制 (PWM) 生成器。
8. 一种测量周期性测量信号的方法, 具有以下步骤:
 - 基于周期为 T 的电输入信号 (V1) 从光源 (6) 发送光输入信号到被测量物体 (8);
 - 在光接收机 (10) 中, 接收对应于在相位和幅度方面变化的所述光输入信号的光测量信号并将其转换成电测量信号 (V2);
 - 由并联连接的多个测量信道中的每一者分接所述电测量信号 (V2), 所述测量信道中的每一个与开关元件 (7)、低通滤波器 (9) 以及模拟数字转换器 (13) 串行连接; 其特征在于,
 - 所述电测量信号 (V2) 的相同频率在所述多个测量信道中的每一个中进行处理;
 - 所述电测量信号 (V2) 由所述多个测量信道中的每一个在周期性循环的时间间隔中分接, 所述时间间隔在每个信道中不同, 其中第一控制单元 (3) 驱动所述多个测量信道中的每一个中的所述开关元件 (7);
 - 所述多个测量信道中的每一个的每个时间间隔的所述电测量信号被整合到所述低通滤波器 (9) 中, 在所述模拟数字转换器 (13) 中进行转换, 以及在第二控制单元 (15) 中被评估。

9. 根据权利要求 8 所述的方法,其特征在於,所述多个测量信道中的每一个的所述时间间隔不交叠。

10. 根据权利要求 8 或 9 所述的方法,其特征在於,所述多个测量信道中的每一个的所述时间间隔都是长度相等的。

11. 根据权利要求 8-10 之一所述的方法,其特征在於,所述多个测量信道中的每一个的所述时间间隔对应於周期 T。

12. 根据权利要求 8-11 之一所述的方法,其特征在於,所述电输入信号 (V1) 被形成为方波信号。

13. 根据权利要求 8-12 之一所述的方法,其特征在於,所述第一控制单元 (3) 和所述第二控制单元 (15) 互相同步。

14. 根据权利要求 8-13 之一所述的方法,其特征在於,在所述多个测量信道中的每个模拟数字转换器 (13) 中,最大采样率小于 $2 \times 1/T$ 。

用于测量周期性信号的设备与方法

[0001] 本发明涉及过程测量技术和分析领域,尤其涉及测量周期性信号的设备和方法。

[0002] 在过程测量技术和分析传感器中,光学测量方法越来越被频繁的使用。在这些方法中,当光信号遇到测量物体时,光信号的幅度和 / 或相位会发生变化,并且改变的信号被光学传感器检测到。该类型的光测量方法应用的示例为对液体或实体 (substance) 的氧含量或氧饱和度的测量,其中,例如,之前确定波长、幅度和相位的光信号照亮了染料,染料反射的冷光可被分析。当染料中的氧浓度发生变化时,冷光的衰减时间和由此接收到的光信号的幅度和相位同样发生改变。因此,通过适当的标定,接收到的光信号的幅度和相位为氧浓度的测量。

[0003] 如今,在过程测量技术和分析传感器中存在两种现有的方法来获取光信号。

[0004] 第一种方法中,图 1a 和 1b 原理性示出了设备和信号曲线,通过数字模拟转换器 (DAC) 4 在控制单元 2 的命令下首先生成电信号并且由 LED 6 转换成光信号 V1。在光电二极管 10 中,染料 8 反射的光信号被转换成电测量信号 V2,被模拟数字转换器 (ADC) 12 全面地检测并最终在控制单元 2 中被数字化处理和评估。因此,电测量信号 V2 可在 ADC 中尽可能精确的被获取,针对转换器有必要利用高程度的过采样来操作。采样点在图 2 中以小的,填充的圆示意性地表示。例如,在信号频率为 8kHz 的情况下,需要典型的以 80-800kSPS 的速率进行采样。这种具有高过采样的模拟数字转换器包括复杂的数字逻辑电路,并且介于该原因,他们消耗相对大量的功率。此外,这种高过采样率产生大量的数字数据,这些数据必须经由强大的处理器进行进一步处理。

[0005] 在第二已知的测量方法中,针对该方法,传感器在图 2 中通过示例的方式被示意性示出,电测量信号在信号发生器 11 中生成并如第一已知方法的情况由 LED 6 转换成光信号 V1。光信号 V1 定向至染料 8;由染料反射的光测量信号在光电二极管 10 中被转换成电测量信号 V2,并且其通过模拟锁定放大器处理。锁定放大器包括移相器 14 和两个模拟混合器或乘法器 16。由低通滤波器 18 滤波的测量信号的低频分量可通过模拟数字转换器 (ADC) 12 获取并在控制单元 2 中进行评估。

[0006] 第二种方法的缺点是模拟混合器的性能受到组件漂移 (component drift) 的强烈影响。然而这种组件漂移,在传感器具有内置电路时是不能接受的,这些传感器在过程测量技术中的扩展的温度范围内被使用并且必须在不重新进行校准的情况下在延长的时间周期内进行操作。尤其是,由于高功耗,在区域中具有高爆炸风险的该类型传感器的使用是不可行的。

[0007] US 专利 NO. 8, 078, 246 公开了一种用于 pulsoximetry (脉搏血氧测量) 的传感器,在该传感器中,光电二极管转换的电测量信号被发送到输入放大器并随后通过 N 个测量信道被分配,每个测量信道处理放大的测量信号的不同波长。每个测量信道包含模拟开关、低通滤波器和模拟数字转换器,N 个测量信道的输出信号在控制单元内被评估。这里出现的问题与之前引用第一已知方法中的问题一样,即,单独测量信道中的信号的评估只有当模拟数字转换器具有足够高的分辨率以及相应地高过采样时才会精确。因此,US8, 078, 246 同样会遇见上述难点。

[0008] 因此本发明的目标是提供一种用于测量周期性信号的设备和方法以克服现有技术中的缺陷,包括相对低的功耗及因此的低自发热,包含简单和低成本组件,并保证测量的效率和精确。

[0009] 该目标通过独立权利要求 1 和 8 的主题达到。有利的实施例为从属权利要求的主题。

[0010] 根据本发明,用于测量周期性信号的设备包括:第一控制单元,用于生成周期为 T 的电输入信号;光源,用于根据电输入信号生成定向至被测量物体的光输入信号;光接收机,用于对从被测量物体反射回来的信号进行检测,所述信号与根据相位和幅度变化的光输入信号相对应,并将其转换成电测量信号;多个测量信道,该多个测量信道在光接收机和第二控制单元间并联连接,每个测量信道与开关元件、滤波器元件以及模拟数字转换器串行连接,其中第二控制单元适于对来自多个测量信道的测量信号进行评估,其中电测量信号被应用于多个测量信道中的每一个;其中第一控制单元被连接到多个开关元件并适于在每种情况下以不同的时间间隔驱动开关元件;并且其中模拟数字转换器包括小于 $2 \times 1/T$ 的最大采样率。

[0011] 通过在多个测量信道上“分布”电测量信号进行,低速、低成本的模拟数字转换器使用欠采样可以获取多种单独的测量信号,也就是说,转换器可在低于奈奎斯特-香农采样率的情况下进行扫描。与此同时,在不同时间间隔期间获取的测量信号可在第二控制单元中进行合并,由此,整个测量信号可被精确的获取和处理。与现有技术中的设备和方法相比,功耗明显低于使用单个或甚至几个模拟数字转换器过采样时的功耗,并且由于开关元件消耗很低的功率,功耗同样被降低。由于低功耗,整个测量设备的自发热也被降低,由此,组件可以以更大的密度进行集成。此外,没有预期的由于自发热导致的预热漂移出现,这意味着设备准备好立即使用。低功耗进一步的还可以促进在有爆炸风险的环境中使用该设备。

[0012] 特别优选的是,电输入信号被配置为方波信号。因此,接收的冷光信号包括本质上锯齿形状,其可以非常简单且精确的由根据本发明的设备的多个测量信道进行处理。

[0013] 同样有利的是将滤波器元件配置为低通滤波器。低通滤波器可设置在无源模拟组件之外,例如,成本低且容易使用的无源模拟器件。作为低通滤波的结果,测量信号被集成在相关的测量信道中;即发生平均值构成过程。

[0014] 多个测量信道中的每一个中的开关元件优选地被配置为 CMOS 开关或 CMOS 转换开关。这种 CMOS 技术开关在成本低的同时是可靠的、设计简单并且可用的,因此尤其适合在根据本发明的设备中使用。

[0015] 而且有利的是,第一控制单元被连接到第二控制单元并与第二控制单元同步。由此,信号处理的整个过程可被改进,尤其这是因为周期性测量信号被发送出去的精确时间以及开关元件切换的时间可被直接处理。

[0016] 特别优选的是,集成电路包括第一控制单元、第二控制单元和多个测量信道的多个模拟数字转换器。例如,该种集成电路可为专用微处理器。由于单独组件的功能并不是很复杂,这种微处理器可相对容易的构建并在可接受的成本上是可用的。

[0017] 有利的是,第一控制单元包括脉宽调制 (PWM) 生成器。因此,通过简单的数字逻辑电路,生成测量信号和驱动采样元件(如开关)都变得可能。在微处理器自身,PWM 生成器

可集成在其中,甚至无需执行计算以生成期望的信号。因此 PWM 生成器的使用在资源和能量两个方面来说是节约性的。

[0018] 而且根据本发明的测量周期性信号的方法包括如下步骤:基于周期为 T 的电输入信号从光源发送光输入信号到测量物体;在光接收机中,接收对应于在相位和幅度方面变化的光输入信号的光测量信号并将其转换成电测量信号;由多个并联连接的测量信道中的每一者分接 (tap) 电测量信号,每个测量信道与开关元件、低通滤波器以及模拟数字转换器串行连接;其中电测量信号的相同频率在多个测量信道中的每一个中进行处理;其中电测量信号由多个测量信道中的每一个在周期性循环的时间间隔中分接,所述时间间隔在每个信道中不同,其中第一控制单元驱动多个测量信道中的每一个中开关元件;并且其中多个测量信道中的每一个的每个时间间隔的电测量信号被集成到低通滤波器中,在模拟数字转换器中进行转换,在第二控制单元中被评估。

[0019] 关于上述设备的前述优点同样可应用到根据本发明的方法中。与之前提及的现有技术(第一方法)相比,可以看出,在根据本发明的方法中,与根据现有技术中第一方法的在传输信号的一个周期内的支持点一样多的测量信道可被使用。但是,信号不仅仅在单个点上被获取;相反的,电测量信号的相同范围为在大量的周期上被整合 (integrated),由此可靠的平均测量值被形成。不考虑大量的相对简单和低成本组件,在根据本方面的方法以及利用根据本发明的设备消除复杂并且昂贵的模拟数字转换器和尤其强大的处理器是可能的。其结果是,在不牺牲测量精度或可靠性的情况下实现了成本节省。

[0020] 优选的是,多个测量信道中的每一个的时间间隔不交叠。特别是,多个测量信道中的每一个的时间间隔等长度也是有利的。这意味着,原则上,每个测量信道中的处理是相同的。

[0021] 特别有利的是,多个测量信道中的每一个中的时间间隔对应于电输入信号的周期 T 。由此,在每个测量信道中,精确相同、循环的时间片段在整个测量时间上被采样、整合并且经历模拟数字转换。通过在第二控制单元中聚集 (assemble) 来自多个测量信道的单个输出信号,从而可容易地确定测量信号的幅度和相位。

[0022] 有利的是,电输入信号被设置成方波信号,并且第一控制单元优选的与第二控制单元同步。

[0023] 特别优选的是,多个测量信道中每个模拟数字转换器的最大采样率小于 $2 \times 1/T$ 。这种低采样率的(这种低采样率对应于低于根据奈奎斯特-香农采样定理的最大采样率的欠采样)结果是,对模拟数字转换器的需求大幅减少,并且操作期间的功耗以及相应的组件的自发热也将减小。

[0024] 由于根据本发明的设备和方法,相应电子电路的资源,尤其是现代微控制器的资源,可被更有效地使用。由于模拟数字转换器 (ADC) 的能量消耗通常随着分辨率增加,也就是说,在最大采样率下,本设备提供了以下优点:仅仅需要具有非常低的能量消耗的模拟数字转换器,并仍旧能保证测量信号足够高的分辨率。

[0025] 参考附图在优选示例实施方式的基础上对本发明进行描述,其中:

[0026] 一 图 1a 示出了现有技术中第一光测量设备的示意图;

[0027] 一 图 1b 示出了图 1a 所示的光测量设备的测量信号的图;

[0028] 一 图 2 示出了现有技术中第二光测量设备的示意图;

[0029] 图 3 示出了根据本发明用于测量周期性信号的设备的优选实施方式的示意图；

[0030] 图 4 示出了图 3 所示设备的测量信号的图。

[0031] 图 3 示出了根据本发明用于测量周期性信号的设备的优选实施方法的示意图。第一控制单元 3 生成周期为 T 的周期性电信号 $V1$ ，该电信号在 LED 6 或类似的光源中被转换成光信号。光信号从 LED 6 发送到染料 8，其中，替代本优选示例实施方式中使用的染料 8，也可使用其他类型的被测物体。染料 8 反射的光被称为“光测量信号”并定向至电二极管 10 上。在此被转换成电测量信号 $V2$ 。

[0032] 电测量信号 $V2$ 由本质上具有相同配置的四个测量信道分接。每个测量信道包括开关元件 7、低通滤波器 9 和模拟数字转换器 (ADC) 13，其中每个开关元件 7 连接到第一控制单元 3，并且每个 ADC 13 的输出被连接到第二控制单元 15。本优选示例实施方式的修改中，测量信道的数量也可少于或多于四个。如下原则应用：测量信道的数量越多，电测量信号 $V2$ 的评估精度越高。

[0033] 开关元件 7 可被配置为模拟开关或 CMOS 开关，开关元件由，例如，第一控制单元 3 中的 PWM 生成器驱动。周期对应于电信号 $V1$ 的周期的电测量信号 $V2$ 在等长度的间断的时间片段中重复的被分接，以此方式使得每个时间周期 T 的相同时间片段由相同的测量信道处理。以下参考图 4 进行详细的说明。

[0034] 每个开关元件 7 的输出信号，图 3 中最低测量信道中指定的“ $V3$ ”，表示电测量信号 $V2$ 的周期性循环片段，其中，每个测量信道的片段不交叠，且在优选实施方式中，来自所有测量信道的片段的总和传输电测量信号 $V2$ ；该输出信号被发送到低通滤波器 9，该滤波器包含积分器或算数平均值形成期的功能，且可滤出输入信号中的低频分量，即允许低频分量通过。低通滤波器可被配置为设计简单的无源模拟组件，这种无源模拟组件对温度相对不敏感且强健 (sturdy)。

[0035] 每个低通滤波器的输出信号，图 3 中最低测量信道中指定的“ $V4$ ”，被发送到模拟数字转换器 (ADC) 13。在此以被低采样率或采样频率（在优选示例实施方式中低于 $2 \times 1/T$ ）下处理，即被数字化处理。由于每个测量信道中的测量信号仅在周期 T 的小时间片段中出现，因而可使用比较慢速和低功耗的 ADC。对于在没有信号出现的时间内，无需采样。这样可相当程度上减少用于获取令人满意的数据时需要的采样率，由此可使用更廉价更简单的 ADC，这种 ADC 具有显著降低级别的功耗和自发热。

[0036] 在第二控制单元 15 中，四个测量信道中的每一个的每个 ADC 13 的输出信号可被评估和处理，其中例如组合的测量信号与电输入信号在相位和幅度上的差异是染料 8 中的氧饱和度的测量值。

[0037] 图 4 示意性地示出了电输入信号 $V1$ 的曲线、电测量信号 $V2$ 的曲线、以及以测量信道为例的开关元件 7 的输出信号 $V3$ 的曲线和低通滤波器 9 的输出信号 $V4$ 的曲线。电输入信号 $V1$ 是周期为 T 的方波信号；电测量信号或接收到的冷光信号 $V2$ 具有锯齿形状。开关元件 7 驱动的结果是，开关元件 7 的输出信号 $V3$ 仅描述了电测量信号 $V2$ 的片段，在该种情况下，低通滤波器的输出信号 $V4$ 和上升侧的部分表示整合的测量信号 $V3$ 。

[0038] 根据本发明的主题，提供了用于测量周期性信号的设备和方法，包括相对低的功耗和由此的低自发热；包含简单、低成本组件；保证测量的效率和精确；以及特别适于在具有爆炸风险的环境中使用。

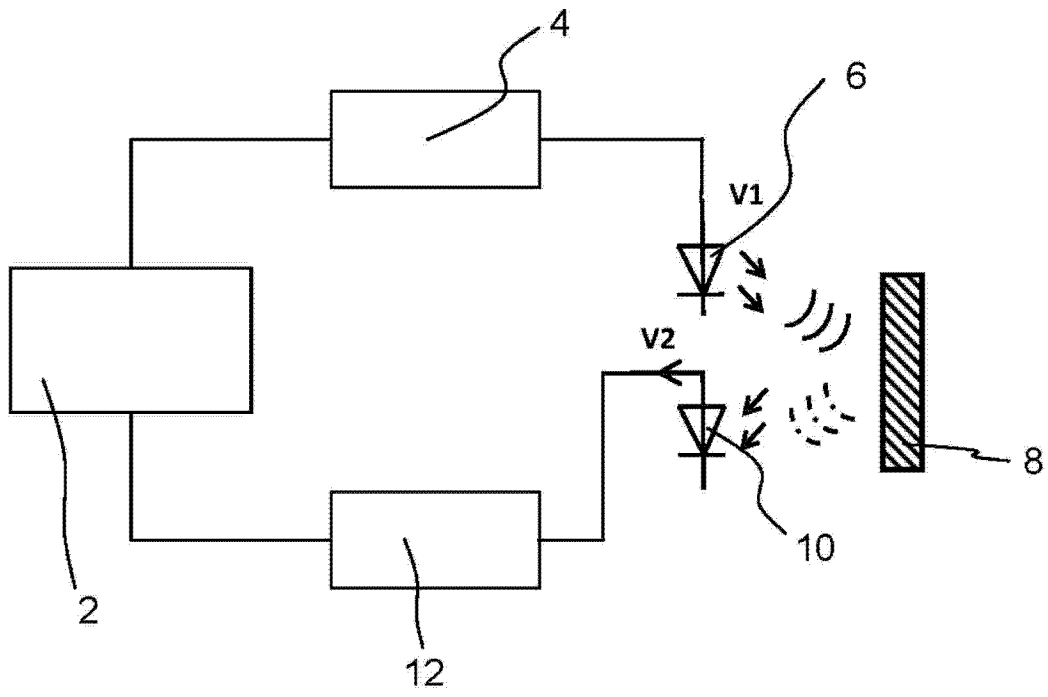


图 1a

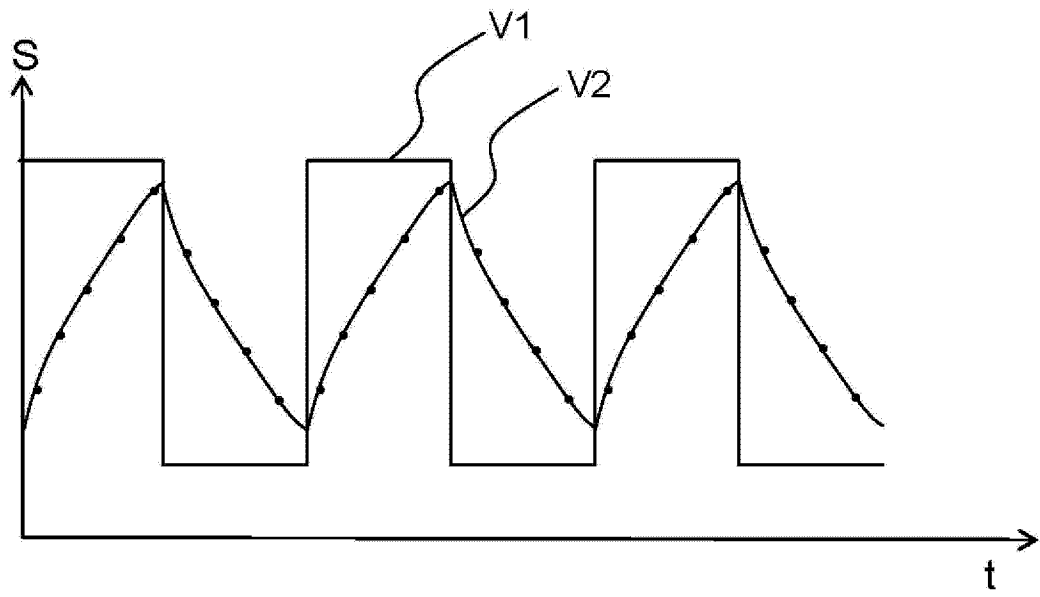


图 1b

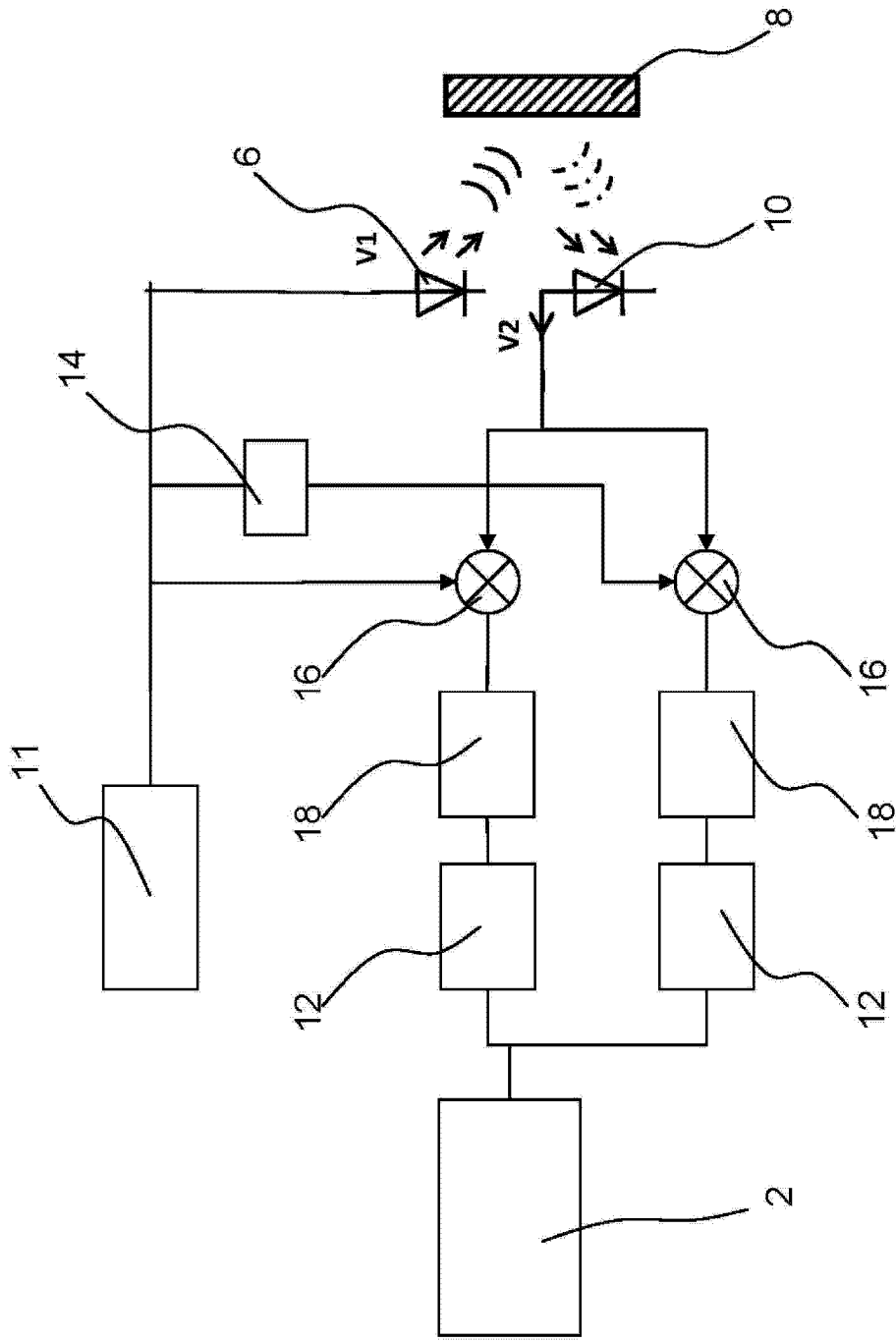


图 2

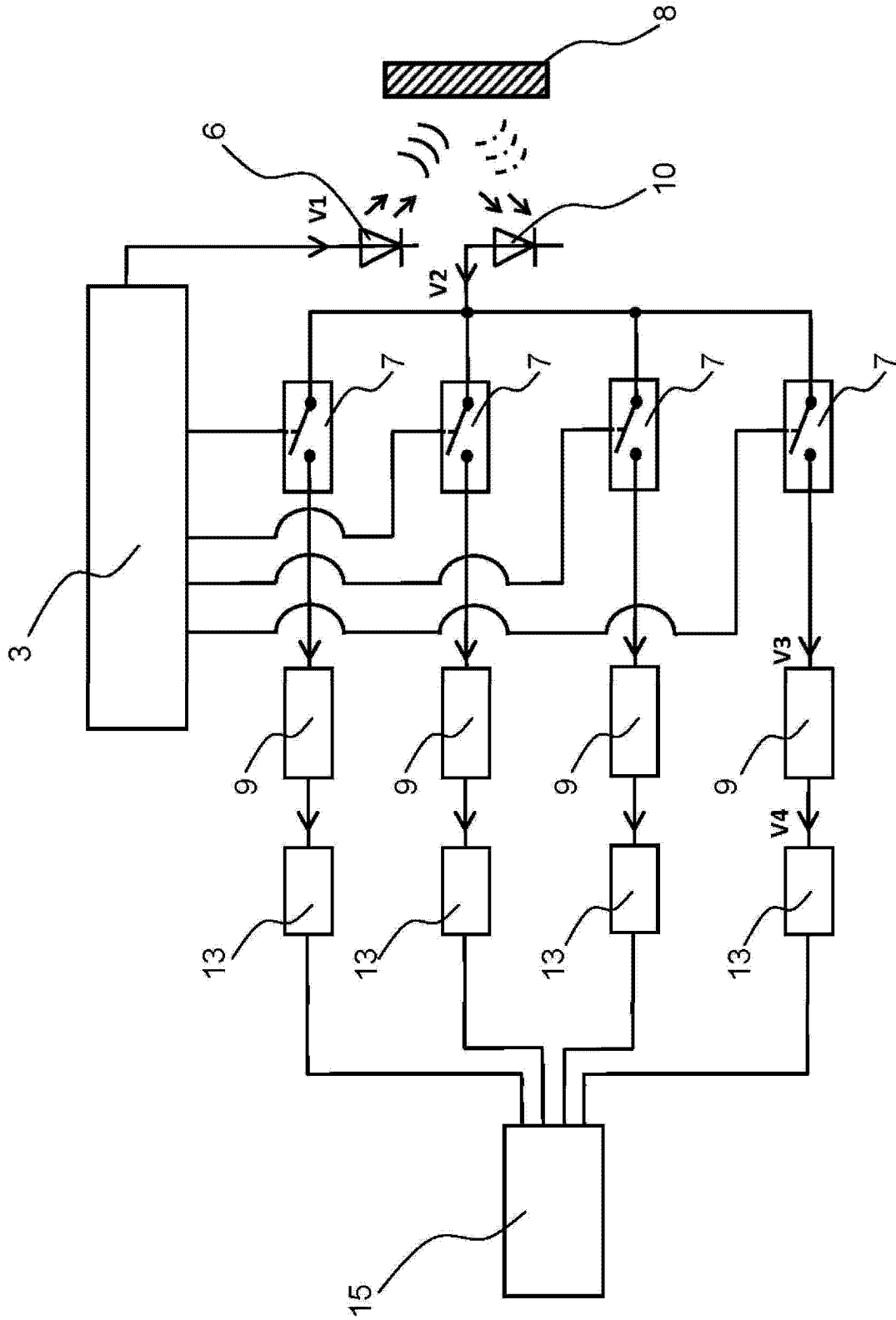


图 3

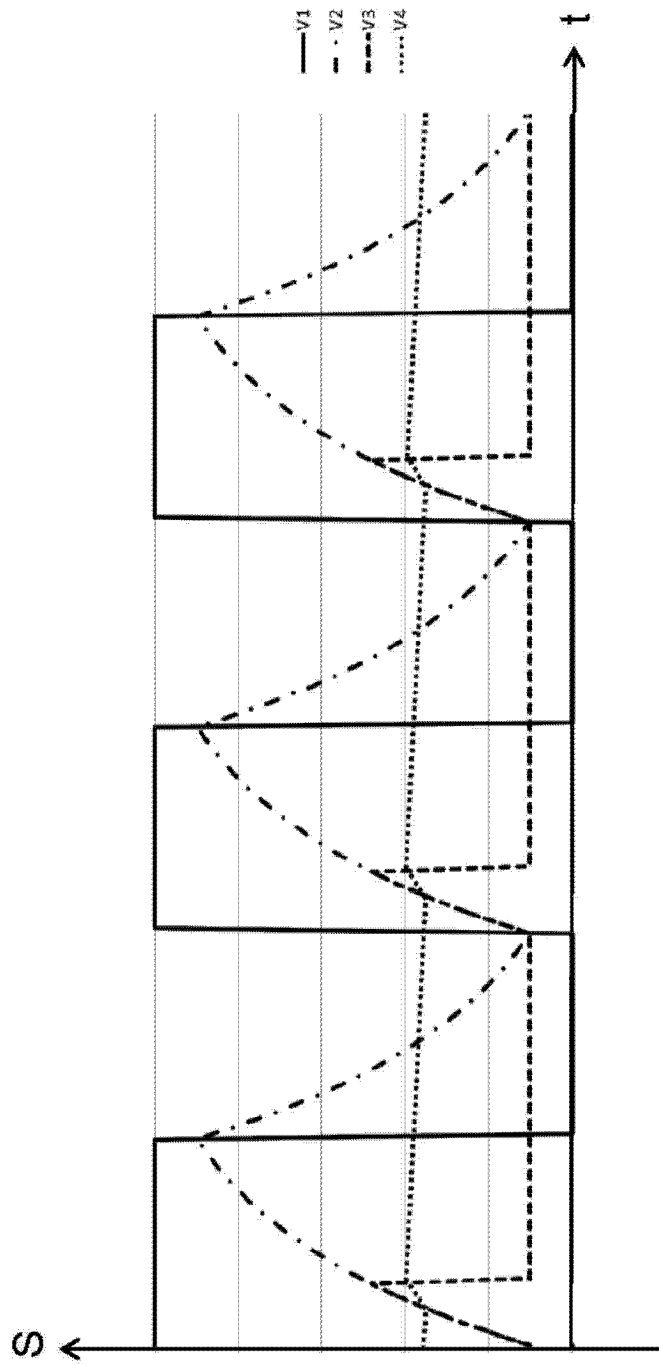


图 4