



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116324345 A

(43) 申请公布日 2023. 06. 23

(21) 申请号 202180070283.5

(22) 申请日 2021.09.13

(30) 优先权数据

102020127077.1 2020.10.14 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.04.13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2021/075124 2021.09.13

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2022/078684 DE 2022.04.21

(71) 申请人 恩德莱斯和豪瑟尔欧洲两合公司

地址 德国毛尔堡

(72) 发明人 克里斯蒂安·施特里马特

卡伊·乌彭坎普 阿尔明·韦内特

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有  
限责任公司 11219

专利代理师 戚传江 穆森

(51) Int.Cl.

G01F 23/296 (2022.01)

G01F 23/2962 (2022.01)

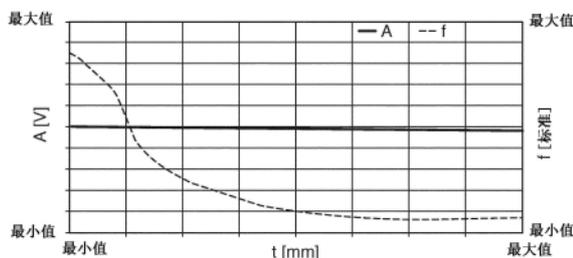
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

用于操作电子振动传感器的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于借助电子振动传感器 (1) 确定和/或监测容器 (2a) 中介质 (2) 的可预先确定的填充水平的方法, 该电子振动传感器 (1) 具有至少一个传感器单元 (3), 该至少一个传感器单元 (3) 具有机械可振动单元 (4), 该方法包括以下方法步骤: - 借助激励信号 ( $U_A$ ) 激励机械可振动单元 (4) 以机械地振动, 并以接收信号 ( $U_E$ ) 的形式接收机械振动, - 确定接收信号 ( $U_E$ ) 的振幅 (A) 和频率 (f), - 将接收信号 ( $U_E$ ) 的频率 (f) 和振幅 (A) 与可预先确定的频率极限值 ( $f_{ref}$ ) 和可预先确定的振幅极限值 ( $A_{ref}$ ) 进行比较, 以及 - 基于比较来确定何时已经达到了可预先确定的填充水平。



1. 一种用于借助电子振动传感器(1) 确定和/或监测容器(2a) 中介质(2) 的可预先确定的填充水平的方法, 所述电子振动传感器(1) 具有至少一个传感器单元(3), 所述至少一个传感器单元(3) 具有机械可振动单元(4), 所述方法包括以下方法步骤:

- 借助激励信号( $U_A$ ) 激励所述机械可振动单元(4) 以产生机械振动, 并以接收信号( $U_E$ ) 的形式接收所述机械振动,

- 确定所述接收信号( $U_E$ ) 的振幅(A) 和频率(f),

- 将所述接收信号( $U_E$ ) 的所述频率(f) 和振幅(A) 与可预先确定的频率极限值( $f_{ref}$ ) 和可预先确定的振幅极限值( $A_{ref}$ ) 进行比较, 以及

- 基于所述比较来确定所述可预先确定的填充水平的达到。

2. 根据权利要求1所述的方法,

其中, 检查所述频率(f) 是否超过或低于所述可预先确定的频率极限值( $f_{ref}$ )。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,

其中, 检查所述振幅(A) 是否超过或低于所述可预先确定的振幅极限值( $A_{ref}$ )。

4. 根据前述权利要求中的至少一项所述的方法,

其中, 所述接收信号( $U_E$ ) 的所述频率(f) 和/或振幅(A) 被记录为时间的函数。

5. 根据前述权利要求中的至少一项所述的方法,

其中, 在所述频率(f) 改变的情况下, 特别是在值超过或低于所述可预先确定的频率极限值( $f_{ref}$ ) 而所述振幅(A) 同时保持大体上恒定的情况下, 这表明所述可振动单元(4) 被液体覆盖。

6. 根据前述权利要求中的至少一项所述的方法,

其中, 在所述振幅(A) 改变的情况下, 特别是在值超过或低于所述可预先确定的振幅极限值( $A_{ref}$ ) 的情况下, 这表明所述可振动单元(4) 被泡沫覆盖或在所述介质(2) 中存在沉淀物。

7. 根据权利要求6所述的方法,

其中, 在所述频率(f) 保持大体上恒定的情况下, 推断在所述可振动单元(4) 的区域中沉淀物的沉积。

8. 根据权利要求6所述的方法,

其中, 在频率(f) 改变的情况下,

其中, 特别地, 所述值不超过或低于所述可预先确定的频率极限值( $f_{ref}$ ), 推断在所述介质(2) 中存在沉淀物或被泡沫覆盖。

9. 根据前述权利要求中的至少一项所述的方法,

其中, 所述振幅参考值( $A_{ref}$ ) 和/或所述频率参考值( $f_{ref}$ ) 各自是所述振幅(A) 和/或所述频率(f) 的值, 所述值与在基本模式中和在空气中所述可振动单元(4) 的共振振动相对应。

10. 根据前述权利要求中的至少一项所述的方法,

其中, 所述振动单元(4) 是具有膜的振动叉和附接到所述膜的两个振动杆。

## 用于操作电子振动传感器的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于借助电子振动传感器确定和/或监测容器中介质的可预先确定的填充水平的方法,该电子振动传感器具有至少一个传感器单元,该至少一个传感器单元具有机械可振动单元。除了特别是介质的可预先确定的填充水平之外,还可以使用电子振动传感器来确定介质的流量、密度或粘度。容器例如是罐或管道。

### 背景技术

[0002] 电子振动传感器通常用于过程和/或自动化工程。在填充水平测量设备的情况下,它们具有至少一个机械可振动单元,诸如例如振动叉、单杆或隔膜。在操作中,这借助驱动/接收单元激发以产生机械振动,通常以机电换能器单元的形式,其又可以是例如压电驱动器或电磁驱动器。

[0003] 各种各样的对应现场设备被申请人制造,并且在填充水平测量设备的情况下,例如以名称LIQUIPHANT或SOLIPHANT被分销。底层的测量原理原则上从许多出版物中已知。驱动/接收单元借助电激励信号激励机械可振动单元以引起机械振动。相反,驱动/接收单元可以接收机械可振动单元的机械振动并将其转换成电接收信号。驱动/接收单元相应地是单独的驱动单元和单独的接收单元,或者组合的驱动/接收单元。

[0004] 在许多实例中,驱动/接收单元因此是电共振反馈电路的一部分,借助该电共振反馈电路激发机械可振动单元以产生机械振动。例如,必须满足放大系数 $\geq 1$ 且共振电路中出现的相位导致 $360^\circ$ 的倍数的所根据的共振电路条件以得到共振。

[0005] 为了激发和满足共振电路条件,必须确保激发信号和接收信号之间的定义相移。相移的可预先确定值,从而激励信号和接收信号之间的相移的设定值,经常被设置。为此目的,多种解决方案,模拟方法和数字方法两者,从现有技术中已经是已知的。原则上,例如可以通过使用合适的滤波器来设置相移,或者也可以借助控制回路将相移调节到可预先确定的相移,设定值。例如,DE102006034105A1公开了可调相移器的使用。相比之下,在DE102007013557A1中描述了具有可调放大因子的用于振动振幅的附加控制的放大器的附加集成。DE102005015547A1提出使用全通滤波器。也可以借助所谓的频率搜索来调整相移,例如在DE102009026685A1、DE102009028022A1和DE102010030982A1中所公开的。然而,也可以借助锁相环(PLL)将相移调节到可预先确定的值。基于此的激励方法形成了DE102010030982A1的主题。

[0006] 激励信号和接收信号两者都由它们的频率 $\omega$ 、振幅A和/或相位 $\Phi$ 表征。因此,这些变量的改变通常用于确定所讨论的过程变量,诸如罐中介质的预先确定的填充水平,或者介质的密度和/或粘度,或者介质通过管道的流量。例如,在用于液体的电子振动填充水平开关的情况下,在可振动单元是被液体覆盖还是自由振动之间进行了区分。这两个状态,自由状态和覆盖状态,因此是有区别的——例如,基于不同的共振频率,即频移。如果可振动单元被介质覆盖,密度和/或粘度转而只能用这样的测量设备来确定,例如在文档DE10050299A1、DE102007043811A1、DE10057974A1、DE102006033819A1或DE102015102834A1

中。

[0007] 为了确保电子振动传感器的可靠操作,也已知许多方法,利用这些方法可以执行传感器的状态监测,例如在文档DE102005036409A1或DE102007008669A1、DE102017111392A1或DE102017102550A1中所描述的。

## 发明内容

[0008] 本发明的目的是扩展电子振动传感器的应用领域。

[0009] 根据本发明,该目的通过一种方法来实现,该方法用于借助具有至少一个传感器单元的电子振动传感器来确定和/或监测容器中介质的可预先确定的填充水平,该至少一个传感器单元具有机械可振动单元,该方法包括以下方法步骤:

[0010] -借助激励信号激励机械可振动单元以产生机械振动,并以接收信号的形式接收机械振动,

[0011] -确定接收信号的振幅和频率,

[0012] -将接收信号的频率和振幅与可预先确定的频率极限值和可预先确定的振幅极限值进行比较,以及

[0013] -基于比较来确定可预先确定的填充水平的达到。

[0014] 根据本发明,为振幅和频率定义参考值,借助该参考值在每个情况下比较接收信号的振幅和频率。

[0015] 对两个变量振幅和频率的考虑导致了关于过程变量进行陈述的扩展可能性。例如,频率或振幅的改变可以归因于不同的原因。对相应的其他特征变量的附加考虑使得可以在改变的不同可能原因之间进行区分。许多实施例在该方面是可能的,其中一些特别优选的变体如下所示:

[0016] 在一个实施例中,检查频率是否超过或低于可预先确定的频率极限值。在另一实施例中,类似地检查振幅是否超过或低于可预先确定的振幅极限值。

[0017] 一个实施例包括接收信号的频率和/或振幅被记录为时间的函数。以该方式,还可以观察到传感器的时间进展。因此,根据本发明的方法进一步有利地使得可以执行特别是预测性维护。

[0018] 根据本发明的方法的一个实施例包括,在频率改变的情况下,特别是在值超过或低于可预先确定的频率极限值而振幅同时保持大体上恒定的情况下,这表明可振动单元被液体覆盖。如果只有频率改变而振幅保持大体上恒定,则因此可以推断已经达到可预先确定的填充水平。

[0019] 另一个实施例提供,在振幅发生改变的情况下,特别是在值超过或低于可预先确定的振幅极限值的情况下,这表明可振动单元被泡沫覆盖或者在介质中存在沉淀物。本发明有利地使能够检测泡沫和沉淀物,这些泡沫和沉淀物通常不能被检测到或者只能通过使用传统的评估方法以更大的努力才能被检测到。

[0020] 在此场境中,在频率保持大体上恒定的情况下,有利地推断在可振动单元的区域中沉淀物的沉积。如果电子振动传感器用于确定容器中的最小极限水平,这尤其有利。在该情况下,例如,可以检测到容器底部区域的沉淀物,这可能会歪曲关于极限水平的陈述。因此,具有对底部区域沉淀物的存在的准确了解可以更准确地确定极限水平。

[0021] 可替代地,有利的是,在频率改变的情况下,其中值特别地不超过或低于可预先确定的频率极限值,推断在介质中存在沉淀物或被泡沫覆盖。相反,频率的微小改变,然而值并不超过或低于频率极限值,则是对泡沫或沉淀物被溶解在介质中的指示符。

[0022] 在方法的一个实施例中,振幅参考值和/或频率参考值各自为振幅和/或频率的值,该值与可振动单元在基本模式中和在空气中的共振振动。例如,这些参考值可以在相应传感器的生产期间被确定并且被存储在例如存储单元中、数据库中或数据表中。然后参考值与传感器的交付状态相对应。然而,它们也可以在客户处和在相应容器中安装后被确定。通过单独确定每个传感器的参考值,可以直接抵消由制造公差导致的这些值的通常方差。

[0023] 在根据本发明的方法的范围内,以下也是有利的:如果机械可振动单元被激励以基本模式产生机械共振振动,其中,接收信号代表以基本模式的可振动单元的共振振动。

[0024] 最后,另一个实施例包括,可振动单元是具有膜和附接到膜的两个振动杆的振动叉。

[0025] 总之,本发明允许借助电子振动传感器精确确定和/或监测可预先确定的填充水平,这可以非常容易地实现。由于同时考虑了频率和振幅,更准确地确定过程变量是可能的,并且对过程变量确定的各种负面影响因子——诸如例如泡沫或沉淀物的存在——可以被检测,并且它们对所进行的陈述的影响因此可以被消除。

## 附图说明

[0026] 参考以下附图图1至图3更详细地描述本发明及其优点。在图中:

[0027] 图1示出了根据现有技术的电子振动传感器;

[0028] 图2示出了振动叉形式的电子振动传感器的可振动单元;以及

[0029] 图3示出了用于说明根据本发明的过程的不同介质的频率和振幅的图。

## 具体实施方式

[0030] 图1示出电子振动传感器1。具有可振动单元4的传感器单元3被描绘为振动叉的形式,其部分地浸没在位于罐2a中的介质2中。通过激励/接收单元5在可振动单元4中激励机械振动,并且可振动单元可以例如是压电堆叠驱动器或双压电晶片驱动器。然而,自然理解的是电子振动传感器的其他实施例也属于本发明。此外,示出了电子单元6,借助其进行信号检测、信号评估和/或信号供应。

[0031] 图2示出了振动叉形式的可振动单元4的侧视图,其例如被集成在申请人以名称 LIQUIPHANT 销售的电子振动传感器1中。振动叉4包括两个振动杆8a、8b,振动杆8a、8b被整体形成在膜7上,并且桨叶9a、9b被整体形成在振动杆8a、8b中的每个的端部上。振动杆8a、8b连同桨叶9a、9b通常也称为叉尖。为了机械地振动机械可振动单元4,借助牢固地安装在膜8背离振动杆7a、7b的一侧上的驱动/接收单元5向膜8施加力。驱动/接收单元5是机电换能器单元并且包括例如压电元件或者还有电磁驱动器[未示出]。驱动单元5和接收单元被构造作为两个分开的单元或作为组合的驱动/接收单元。在驱动/接收单元5包括压电元件9的情况下,施加到膜7的力是通过施加例如以AC电压形式的激励信号 $U_A$ 而生成的。所施加电压的改变导致驱动/接收单元5的几何形状发生改变(即压电元件内的收缩或松弛),使得作为激励信号 $U_A$ 的AC电压的施加导致被牢固地粘合到驱动/接收单元5的膜7的振动。相反,可

振动单元的机械振动经由膜被传输到驱动/接收单元5并被转换成电接收信号 $U_E$ 。然后可以基于接收信号 $U_E$ ，例如基于接收信号 $U_E$ 的振幅A、频率f或相位，来确定容器2a中介质2的可预先确定的填充水平。

[0032] 根据本发明的方法允许在扩展的应用领域中在确定可预先确定的填充水平时具有显著更高的准确度。在图3中通过示例的方式在该场境中示出了各种优选实施例。

[0033] 在第一步中，确定振幅和频率的参考值 $f_{ref}$ 、 $A_{ref}$ ，其中，可振动单元4被激励以在空气中产生共振振动。为了在连续操作期间确定关于可预先确定的填充水平的陈述，可振动单元4借助激励信号 $U_A$ 被激励以基本模式产生机械振动，并且代表振荡的接收信号 $U_E$ 被接收并且关于频率f和振幅A被评估。将值f、A与相应的参考值 $f_{ref}$ 、 $A_{ref}$ 进行比较，并且例如确定测量值f、A与参考值 $f_{ref}$ 、 $A_{ref}$ 的偏差，或者检查是否频率f和/或振幅A分别超过或低于可预先确定的极限值 $f_{ref}$ 或 $A_{ref}$ 。

[0034] 图3示出了频率f和振幅A的示例图，其中对于不同情况，每个情况下的频率f和振幅A被示出为可振动单元4浸入介质2中的浸入深度t的函数。在液体介质2覆盖可振动单元4的情况下，频率f发生改变，而振幅A大体上保持恒定或只有很小程度改变，如图3a所示。

[0035] 另一方面，如果可以检测到振幅A的改变，特别是高于可预先确定的振幅极限值 $A_{ref}$ ，则可以推断振动单元4被泡沫覆盖或者在介质中存在沉淀物，如图3b所示。没有附加的考虑，将不可能区分自由振动的可振动单元4和泡沫或沉淀物的覆盖。这会导致相当大的问题，因为可能无法正确显示达到可预先确定的极限值。

[0036] 此外，为了能够在沉淀物和泡沫直接进行区分，附加考虑频率f可能会有所帮助，例如在振幅A发生改变的情况下，如图3b的情况。如果频率f保持大体上恒定，则例如在可振动单元4的区域中可能有沉淀物沉积。另一方面，如果也检测到频率f的改变，然而没有超过频率的可预先确定的极限值，例如，可以推断在介质2中存在沉淀物或者可振动单元4被泡沫覆盖。

[0037] 除了提到的可能性之外，可以设想根据本发明的方法的许多进一步的实施例，这些实施例允许从关于确定关于极限水平的陈述的频率和振幅的考虑中得出进一步的结论，这也属于本发明。

[0038] 附图标记

[0039]	1	电子振动传感器
[0040]	2	介质
[0041]	2a	容器
[0042]	3	传感器单元
[0043]	4	可振动单元
[0044]	5	驱动/接收单元
[0045]	6	电子单元
[0046]	7	膜
[0047]	8a、8b	振动杆
[0048]	9a、9b	桨叶
[0049]	$U_A$	激励信号
[0050]	$U_E$	接收信号

---

[0051]	f	频率
[0052]	$f_{\text{ref}}$	频率参考值
[0053]	A	振幅
[0054]	$A_{\text{ref}}$	振幅参考值
[0055]	a	自由振动的可振动单元
[0056]	b	被介质覆盖的可振动单元
[0057]	t	可振动单元的浸入深度

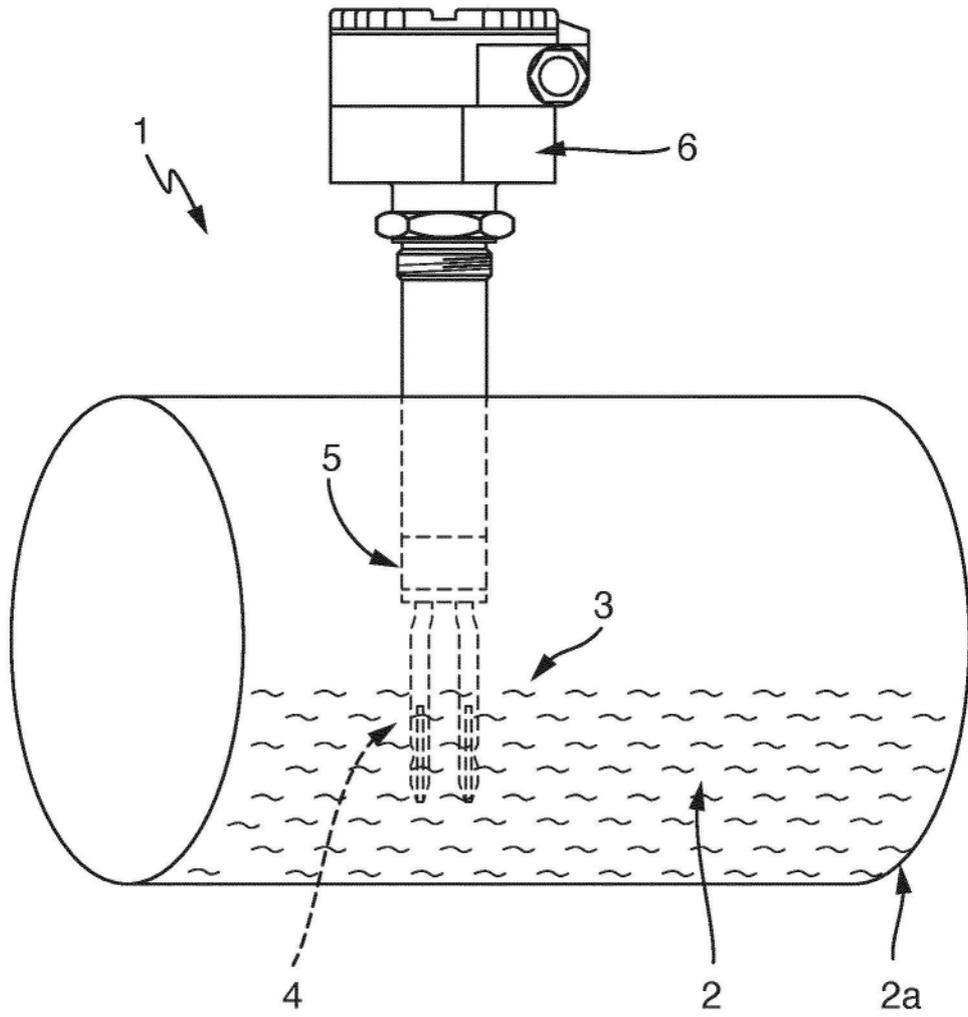


图1

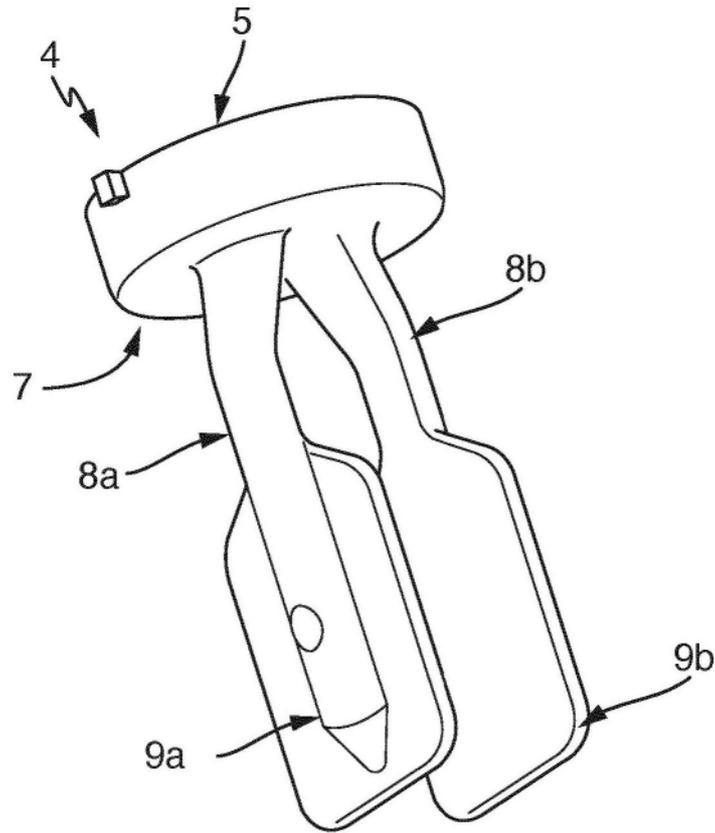


图2

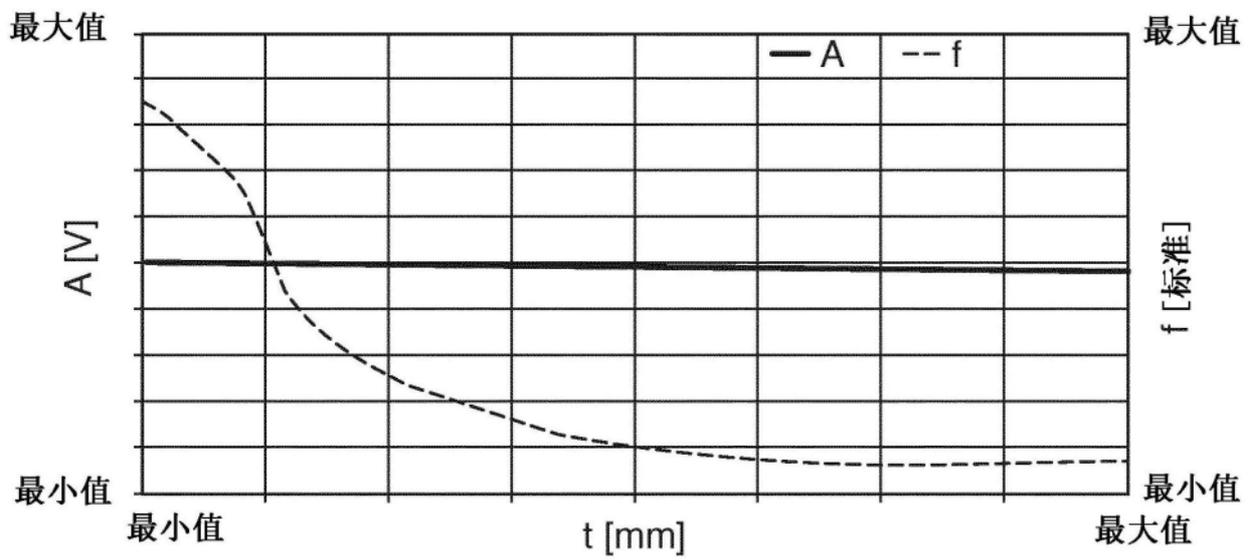


图3a

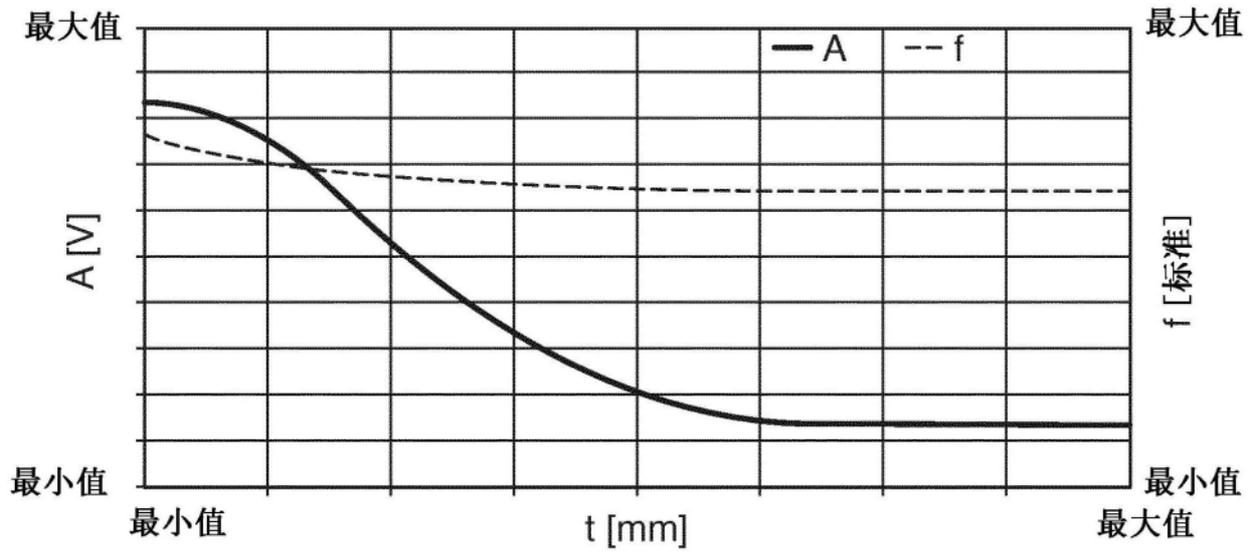


图3b