



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104878674 A

(43) 申请公布日 2015.09.02

(21) 申请号 201510061280.1

(22) 申请日 2015.02.05

(30) 优先权数据

102014203585.6 2014.02.27 DE

(71) 申请人 哈姆股份公司

地址 德国蒂申罗伊特

(72) 发明人 J·皮斯多 F·克普夫
W·弗尔科尔 S·威尔沃克

(74) 专利代理机构 北京市路盛律师事务所

11326

代理人 唐超尘 王桂玲

(51) Int. Cl.

E01C 19/23(2006.01)

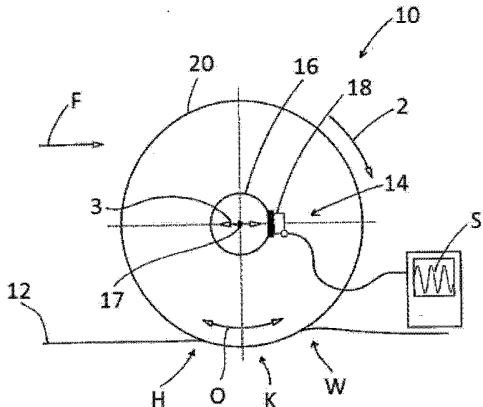
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

用于确定压路机的碾压滚轮的滑转状态的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于确定压路机的碾压滚轮(10)的由碾压滚轮(10)的摆动运动(O)所引起的滑转状态的方法，该方法包括以下措施：a) 提供与碾压滚轮(10)的摆动运动(O)相关联的加速度值(b)；b) 在该加速度值(b)的基础上提供加速度频谱；c) 在该加速度频谱的基础上确定碾压滚轮的滑转状态。



1. 一种用于确定压路机的碾压滚轮 (10) 的滑转状态的方法, 所述滑转状态由该碾压滚轮 (10) 的摆动运动 (0) 引起, 所述方法包括以下措施:
 - a) 提供与所述碾压滚轮 (10) 的摆动运动 (0) 相关联的加速度值 (b) ;
 - b) 在所述加速度值 (b) 的基础上提供加速度频谱;
 - c) 在所述加速度频谱的基础上确定所述碾压滚轮 (10) 的滑转状态。
2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述措施 c) 包括确定表示所述碾压滚轮 (10) 的滑转状态的滑转指示。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征在于, 在所述措施 a) 中, 根据所述碾压滚轮 (10) 的基本上在平行于待碾压地基 (12) 的表面的方向上的加速度 (B) 提供加速度值 (b) 。
4. 根据权利要求 3 所述的方法, 其特征在于, 在至少一个加速度传感器 (18) 的输出信号 (S) 的基础上求得加速度值 (b), 该加速度传感器主要获取碾压滚轮旋转轴线 (H) 的加速度 (B) 。
5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的方法, 其特征在于, 在所述措施 b) 中, 通过对加速度值进行傅立叶变换、优选快速傅立叶变换求得加速度频谱。
6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的方法, 其特征在于, 在所述措施 c) 中, 根据在所述碾压滚轮的摆动频率情况下的振幅的变化求得所述滑转状态。
7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的方法, 其特征在于, 在所述措施 c) 中, 根据所述加速度频谱的在第一频率情况下的振幅与所述加速度频谱的在第二频率情况下的振幅之比求得滑转指示。
8. 根据权利要求 7 所述的方法, 其特征在于, 第一频率和第二频率中的一个频率基本上相当于所述碾压滚轮 (10) 的摆动频率 (f) 。
9. 根据权利要求 7 或 8 所述的方法, 其特征在于, 第一频率和第二频率中的一个频率基本上相当于所述碾压滚轮 (10) 的摆动频率 (f) 的奇数倍或者偶数倍。

用于确定压路机的碾压滚轮的滑转状态的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种方法，借助该方法能够在通过具有至少一个碾压滚轮的压路机所进行的碾压过程中求得表示这种碾压滚轮相对于待碾压地基的滑转的数值。

背景技术

[0002] 为了在土木工程或者在道路工程中实施碾压过程、例如为了碾压沥青通常使用压路机，该压路机具有至少一个碾压滚轮。借助这种碾压滚轮，该压路机在待碾压地基上运动，其中通过碾压滚轮的静态载荷来实现碾压。为了更加有效地实施碾压，已知在压路机的相当于基本均匀前行的过程中在碾压滚轮基本上均匀的转动上叠加周期运动。在碾压滚轮的转动上叠加了摆动运动的情况下，碾压滚轮例如通过布置在其内部中的非平衡质量而引起周期性地往复转动或者说向前-向后转动。通过在碾压滚轮的滚轮外壳和待碾压地基的表面之间的摩擦将推力导入地基中。由此所引起的推动变形导致对以这种碾压滚轮驶过的地基的加强碾压。

[0003] DE 35 90 610 C2 公开了一种方法，借助该方法，根据在碾压滚轮的这种摆动运动的过程中获取的、碾压滚轮的水平加速度（即基本上沿平行于待碾压地基的表面的方向的加速度）能够求出待碾压地基的压实度。在此要注意，在这种周期性的摆动运动过程中出现这样的相位，在该相位中碾压滚轮的加速度如此大，使得在滚轮外壳的表面和地基之间出现滑转。在这种相位中，碾压滚轮的水平加速度保持恒定，而在碾压滚轮相对于待碾压地基基本上没有滑转的相位中，加速度基本上遵循周期性变化曲线、例如正弦曲线的模式。在这个已知的方法中，基于摆动运动本身的频率和在碾压滚轮相对于地基没有滑转的相位中水平加速度的走向，能够得出待压实的地基的压实度。

[0004] 在采用碾压滚轮的周期性的摆动运动的情况下实施碾压过程时、在滚轮外壳的外表面和待碾压地基之间出现的滑转随着压实度的增加、通常也随着待碾压地基的硬度或者说刚度的增加而增加。因为该地基通常用磨蚀材料、即岩石材料或岩石成分构造，所以在碾压滚轮和待碾压地基之间的过分强烈的滑转会导致这种碾压滚轮的滚轮外壳的过度磨损。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种用于确定压路机的碾压滚轮的由碾压滚轮的摆动运动所引起的滑转状态的方法，借助该方法能够以简单并且可靠的方式和方法推断出在碾压过程的进程中所出现的、碾压滚轮相对于待碾压地基的滑转。

[0006] 根据本发明，该目的通过一种用于确定压路机的碾压滚轮的由碾压滚轮的摆动运动所引起的滑转状态的方法得以实现，该方法包括以下措施：

[0007] a) 提供与碾压滚轮的摆动运动相关联的加速度值；

[0008] b) 在该加速度值的基础上提供加速度频谱；

[0009] c) 在该加速度频谱的基础上确定碾压滚轮的滑转状态。

[0010] 本发明采用这种知识点，当这种碾压滚轮和待碾压地基之间出现滑转时，经过一

段时间所接收或者说提供的加速度值中所包含的、加速度频谱的频率部分发生变化。在摆动周期的过程中在向前运动或向后运动时,所出现滑转的程度和滑转的不同特性反映在加速度频谱中。基于该加速度频谱可以推论出,是否碾压滚轮在周期性摆动运动的过程中基本上无滑转地在待碾压地基上运动,或者是否例如由于已经达到相对高的压实度而出现滑转或者说以怎样的程度出现滑转。根据本发明所规定的关于存在滑转或者滑转程度的知识点例如能够用于调整摆动运动的振幅或 / 和频率,以减小所出现的滑转。

[0011] 为了证明所限定的、特别是关于在碾压滚轮和待碾压地基之间所出现的滑转的量化结论可以进一步规定,措施 c) 包括确定表示碾压滚轮的滑转状态的滑转指示。

[0012] 在根据本发明的方法的一个有利的扩展方案中可以规定,在措施 a) 中根据碾压滚轮的基本上在平行于待碾压地基的表面的方向上的加速度提供加速度值。通常在碾压滚轮的圆周加速度超过规定大小时,通常在碾压滚轮的摆动运动过程中出现到滑转状态的过渡。这导致在相对大的圆周加速度的情况下,在过渡到滑转状态时由于之后碾压滚轮的推进力减小而使得该碾压滚轮的基本上平行于待碾压地基的加速度在滑转阶段几乎保持恒定。滑转的出现表示为周期性的、在水平方向上主要通过几乎恒定的加速度的区域的加速度值,这相应地也反映在加速度频谱中。

[0013] 例如基本上平行于待碾压地基的、即例如近乎在水平方向上的加速度能够由此获取或求得,即,在至少一个主要获取碾压滚轮旋转轴线的加速度的加速度传感器的输出信号的基础上求得加速度值。在这里需要指出,碾压滚轮旋转轴线表示可旋转地支承在压路机机架上的碾压滚轮的几何形状的转动中心以及假想的值。同样地,该碾压滚轮旋转轴线的加速度相当于整个碾压滚轮的基本上平行于待碾压地基的方向上的加速度。

[0014] 在措施 b) 中,能够以特别简单的方式通过对加速度值进行傅立叶变换、优选快速傅立叶变换 (FFT) 而求得加速度频谱。

[0015] 在碾压滚轮相对于待碾压地基基本上没有滑转的状态下,加速度频谱的唯一组成部分或者主要组成部分是与碾压滚轮的摆动频率相符的频率。因为在过渡到滑转状态中时原则上需要从在摆动频率情况下的振幅中出现变化开始,所以根据本发明规定,在措施 c) 中根据在碾压滚轮的摆动频率情况下的振幅的变化求得滑转状态。

[0016] 根据本发明的方法的一个特别有利的扩展方案,在措施 c) 中根据加速度频谱的在第一频率情况下的振幅与加速度频谱的在第二频率情况下的振幅之比求得滑转指示。特别地可以在此规定,第一频率和第二频率中的一个频率基本上相当于碾压滚轮的摆动频率。摆动频率在加速度频谱中是这样的频率,该频率以最大振幅出现。就这点而言,碾压滚轮的摆动频率特别好地适合作为参照,是否或者说以何种程度碾压滚轮的基本运动、即具有摆动频率的周期性地往复转动上叠加了其他的运动状态、例如滑转状态,该其他运动状态在加速度频谱中引起其他频率部分。

[0017] 例如还可以规定,第一频率和第二频率中的一个频率基本上相当于碾压滚轮的摆动频率的奇数倍或者偶数倍。

附图说明

[0018] 下面参考附图详细说明本发明。在附图中 :

[0019] 图 1 示出了在待碾压地基上运动的碾压滚轮的原理性示意图 ;

[0020] 图 2 在其示意图 a) 中示出了在时间上表示的、图 1 的碾压滚轮的水平加速度，并且在其示意图 b) 中示出了通过对加速度进行傅立叶变换所得到的加速度频谱；

[0021] 图 3 在其示意图 a) 中示出了在时间上表示的、在碾压滚轮和待碾压地基之间对称地出现滑转时碾压滚轮的水平加速度，并且在其示意图 b) 中示出了加速度频谱；

[0022] 图 4 在其示意图 a) 中示出了在时间上表示的、在碾压滚轮和待碾压地基之间非对称地出现滑转时碾压滚轮的水平加速度，并且在其示意图 b) 中示出了加速度频谱；

[0023] 图 5 根据通过滑转所引起的振幅限幅的程度示出了在摆动频率 f 情况下的振幅、在摆动频率 f 的三倍情况下的振幅和滑转指示。

具体实施方式

[0024] 图 1 在原理性示意图中示出了在待碾压地基 12 上朝行驶方向 F 前行的压路机的碾压滚轮 10。碾压滚轮 10 在此可围绕碾压滚轮旋转轴线 A 旋转地支承在压路机的机架上并且在压路机朝行驶方向 F 运动时朝旋转方向 R 围绕碾压滚轮旋转轴线 A 旋转。

[0025] 通过例如布置在碾压滚轮 10 的内部中的摆动质量组件，碾压滚轮 10 能够进行周期性的摆动运动 O，该摆动运动在压路机朝行驶方向 F 前行时并且同时在碾压滚轮 10 朝旋转方向 R 围绕碾压滚轮旋转轴线 A 旋转时作为周期性运动而叠加在旋转方向 R 上的转动上。

[0026] 在图 1 中可以看出，碾压滚轮 10 通过其承重重量压入待碾压地基 12 中，其中形成接触区域 K。在待碾压地基 12 的朝行驶方向 F 在接触区域 K 之前的区域 W 中形成待碾压地基 12 的建筑材料的轮前波浪。也将在位于行驶方向 F 的后方的区域 H 中形成相应的、但是明显较小程度的材料积聚。

[0027] 碾压滚轮 10 配置有用 14 概括地表示的加速度质量组件。该加速度质量组件例如可以包括安装在滚轮轴承套 16 上的加速度传感器 18。该加速度传感器 18 例如构造为单轴加速度传感器或多轴加速度传感器，并且布置成使得该加速度传感器能够获取碾压滚轮 10 或者碾压滚轮旋转轴线 A 在与待碾压地基 12 的表面基本上平行的、不仅朝行驶方向 F 而且反向于行驶方向 F 的方向上的、通过箭头 B 表示的加速度，并且该加速度传感器能够给出通过图 1 中的曲线 S 所表示的相应的传感器信号。

[0028] 如果碾压滚轮 10 在没有沿旋转方向 R 的转动上叠加摆动 O 的情况下运动经过待碾压地基 12，那么由于缺少运动状态的变化所以加速度传感器 18 没有获取到加速度。如果在沿旋转方向 R 的转动上叠加了摆动运动 O，那么加速度传感器 18 获取根据碾压滚轮 10 的摆动频率而周期性变化的加速度。因为碾压滚轮 10 或者说可旋转地支承该碾压滚轮的轴承套 16 通过弹性的悬架装置支承在压路机的机架上，所以碾压滚轮 10 可以相对于压路机的支承该碾压滚轮的机架实施相应周期性的、朝行驶方向 F 或者与行驶方向 F 相反的运动，该运动通过摆动运动 O 引起。

[0029] 图 2a) 示出了在时间上表示出由加速度传感器 18 输出的信号 S 或者说可能已经经过滤波的信号，以消除高频的和低频的干扰部分。表示加速度值 b 的传感器信号 S 在理想情况下是遵循正弦函数的周期信号。该周期信号基本上仅具有在摆动运动 O 的摆动频率的区域中的频率部分。在图 2b) 中示出了该摆动频率 f 作为加速度频谱在频率为 10Hz 时的唯一频率部分。需要指出，该加速度频谱例如能够由传感器信号 S 或者说加速度值 b 通

过傅立叶变换、优选通过快速傅立叶变换(FFT)而得到。在图2b)中,在唯一频率情况下的振幅例如被标准化到数值1.00。代替标准化的数值也可以使用原始数值。

[0030] 图2a)表明了:在该碾压滚轮的滚轮外壳20的外表面和待碾压地基12之间没有滑转的情况下,碾压滚轮10相对于地基12运动的情况。在这里需要再一次强调,加速度值b仅表示碾压滚轮10的、由摆动运动0所引起的、例如基本在水平方向上、即在平行于待碾压地基12的表面的方向上的周期加速度,因为均匀地、即未经加速而进行的、沿旋转方向R的转动在理想情况下将不会引起加速度分量。

[0031] 如果,例如因为由于压实度的增加而使得在待碾压地基12和滚轮外壳20之间作用的静摩擦系数减小,所以在滚轮外壳20的外表面和待碾压地基12之间发生滑转;那么,这导致在摆动运动0的过程中产生的加速度最大或者说超过一定的极限值的相位中,碾压滚轮10从静摩擦状态过渡到相对于待碾压地基12的滑动摩擦状态、即滑转状态下。在周期性的摆动运动0的在图3a)中用p标示出的相位中,由在时间上表示的加速度值b表示的加速度基本上保持恒定。在针对摆动运动0的往复运动对称的滑转状况中,这引起加速度值b的周期变化的围绕振幅值为零基本对称的限幅,该限幅以几乎保持不变的加速度的相位p实施。

[0032] 除了与摆动频率相符合的在10Hz处的频率部分以外,在图3b)中所示的、根据图3a)的在滑转状态下所形成的或者说所得出的加速度值b的加速度频谱还具有在基本频率、即摆动频率f的奇数倍处的频率部分。在图3b)中可以看出在三倍的摆动频率f时、即在30Hz时的频率部分。也可以看出,随着这种其他频率部分的出现,在基本频率、即摆动频率f时振幅相应地减小。

[0033] 图4a)示出了与图3a)相对应的、但是针对非对称的滑转状况的、加速度值b的变化曲线。这种非对称的滑转状况通常出现在区域W中存在有或者说明显形成图1中可以看出的轮前波浪并且就这方面而言滚轮外壳20的外表面与待碾压地基12的相互作用取决于相对运动方向的情况下。这种非对称的滑转状况导致加速度值b的相应非对称的限幅或者说导致相位p的相应非对称的结构,而在该相位时在滑转状态下加速度几乎保持不变。

[0034] 除了在基本频率、即摆动频率f时的部分和针对非对称的滑转状况的情况下所存在的在基本频率的三倍、即原则上在基本频率的奇数倍时的频率部分以外,在图4b)中所示的、根据图4a)的加速度值b的加速度频谱还示出了在基本频率的二倍、即在20Hz时的频率部分或者说原则上在基本频率的偶数倍时的频率部分。在这里还可以看出,随着这种额外的频率部分的出现在摆动频率f时振幅相应地减小,该额外的频率部分的振幅通常小于在基本频率、即在摆动频率f时的振幅。

[0035] 本发明一方面采用在图2到图3或图4的过渡过程中所出现的、在基本频率、即摆动频率f情况下的振幅中的变化以及有滑转时的频率部分(该频率部分在无滑转的状态下基本不存在)的出现证明关于碾压滚轮10相对于待碾压地基12的滑转的存在或者说幅度的说法。特别是根据本发明能够规定,产生滑转指示,该滑转指示能够根据在加速度频谱中的频率部分的振幅证明关于滑转的存在、滑转的幅度或者关于是否存在对称或非对称滑转状况的说法。例如这样的滑转指示可以如下定义:

[0036] $SI = A(f_1)/A(f_2)$ 。

[0037] 在这里滑转指示SI被定义为在加速度频谱中的不同频率部分 f_1 和 f_2 的振幅的

比。其中一个频率部分、优选频率部分 f_2 可以相当于摆动频率 f , 而例如另一频率部分 f_1 可以相当于摆动频率 f 的奇数倍或者偶数倍。例如可以使用摆动频率的三倍作为频率部分 f_1 。

[0038] 图5针对该示例示出：在加速度值 b 的振幅的限幅程度上，以粗点状线绘出的在摆动频率 f 情况下的振幅变化曲线，并且以细点状线绘出的在摆动频率 f 的三倍情况下的振幅变化曲线。在此，经限幅的振幅 1.0 符合图 2a) 的无滑转状态，而减小的经限幅的振幅表示增大滑转的状态。对于无滑转的状态、即未经限幅的数值为 1.0 的振幅，在摆动频率 f 时振幅最大、即例如在标准化的数值 1.0 处振幅最大。随着限幅的增大、即加速度值 b 的经限幅的振幅的减小，在加速度频谱中在频率 f 情况下的振幅也减小，而在三倍的摆动频率情况下、即在 30Hz 情况下的振幅增大。相应地，随着滑转的增加，通过图 5 中实线所示的滑转指示也增加。随着滑转的增加、即加速度值 b 的振幅的限幅增大，在加速度值 b 中出现更为显著地变化，该变化仅在理想情况下在出现滑转时基本保持不变，但是在实际中，特别是随着滑转的变大而将不会具有恒定的走向。这导致，例如在经限幅的振幅为 0.5 处随着加速度值 b 的下降虽然关于存在滑转的说法一直能够成立、即始终能够确定滑转指示，但是该滑转指示将具有另一种走向。

[0039] 根据滑转的、在加速度频谱中频率部分的出现和增加例如能够用于，通过尝试求得在前述方法和方式中所确定的滑转指示和碾压滚轮的实际所出现滑转的大小之间的所定义的关系，由此不仅可以在质上证明关于存在滑转或者说存在过大程度的滑转的结论，而且也能够在量上证实关于实际出现滑转的结论。

[0040] 例如也可以由观察例如在摆动频率 f 情况下的振幅证明关于出现滑转的结论。该振幅在从无滑转状态、即从静摩擦状态过渡到滑转状态、即滑动摩擦状态的过程中明显发生变化，由此例如在摆动频率 f 时或任意一个其他的观察频率情况下的振幅的变化超过一定的程度或 / 和变化率超过一定的程度时，就能够得出过渡到滑移状态的结论。

[0041] 在一个可替代的方法中，可以考虑这样的加速度值，在该加速度值的基础上能够推论出滑转状态，例如也可以考虑在滚轮外壳本身上或在与其紧固连接的组件上基本沿周向或者说与相对于碾压滚轮旋转轴线 A 的径向线相切而产生的加速度。滚轮外壳 20 本身也通过叠加在沿旋转方向 R 的转动上的摆动运动 O 进行围绕碾压滚轮旋转轴线 A 的周期性的往复运动，这导致相应的、在切线方向上或者沿周向定向的加速度分量的、周期性的加速度模式。在无滑转的状态下，该加速度值也遵循图 2a) 中所示的周期性的加速度模式。然而在过渡到滑转状态、即滑动摩擦状态的过程中，该加速度值不会基本保持恒定，而是由于取消了反作用力的主要部分而将具有明显提高，例如具有近似跳跃式地、并且与基本上正弦形状走向明显不同的提高。这个过渡还如此形成在加速度频谱中，即，除了在摆动频率 f 中的频率部分以外还出现其他的频率部分并且在摆动频率 f 情况下的振幅减小。同样地，如前所述，例如通过在不同频率部分下的振幅比能够得出滑转指示，或者能够通过观察例如在摆动频率 f 情况下的振幅变化来识别在静摩擦状态和滑动摩擦状态之间的过渡。

[0042] 最后需要再次指出，前面参考附图 2 至图 4 所述的加速度值的变化曲线以及由此分别得出的加速度频谱分别说明了理想情况，在该理想情况下，一方面摆动运动遵循通过唯一的摆动频率限定的周期函数，并且在出现滑转时，直至再次恢复到静摩擦状态加速度都基本保持恒定。在实际中，在摆动运动的过程中在摆动频率上已经叠加了其他的、尽管具

有在加速度频谱中较小的振幅的频率部分，并且在出现滑转时，即使有其他频率该频率部分也作为摆动频率的偶数倍或者奇数倍出现。但是这没有妨碍去考虑例如为了求出滑转指示明确限定的频率部分及其分别存在的振幅，特别是基本频率、即摆动频率 f 和该摆动频率的偶数倍或奇数倍。

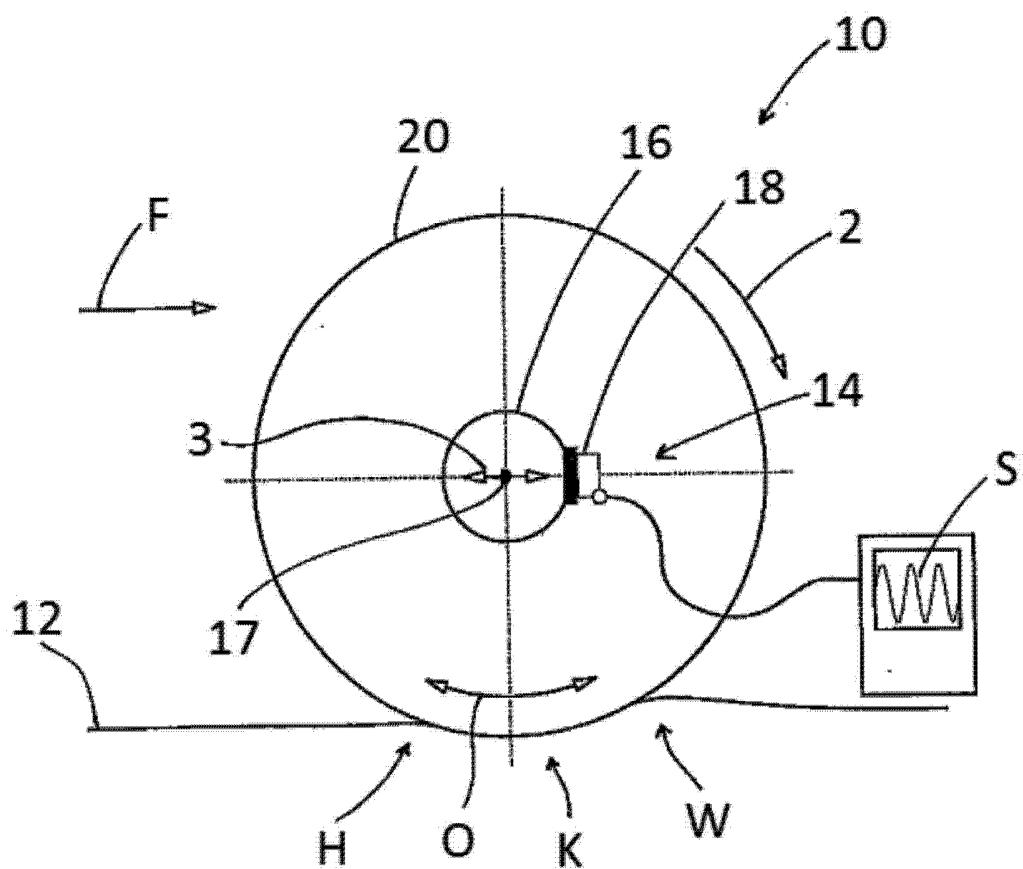


图 1

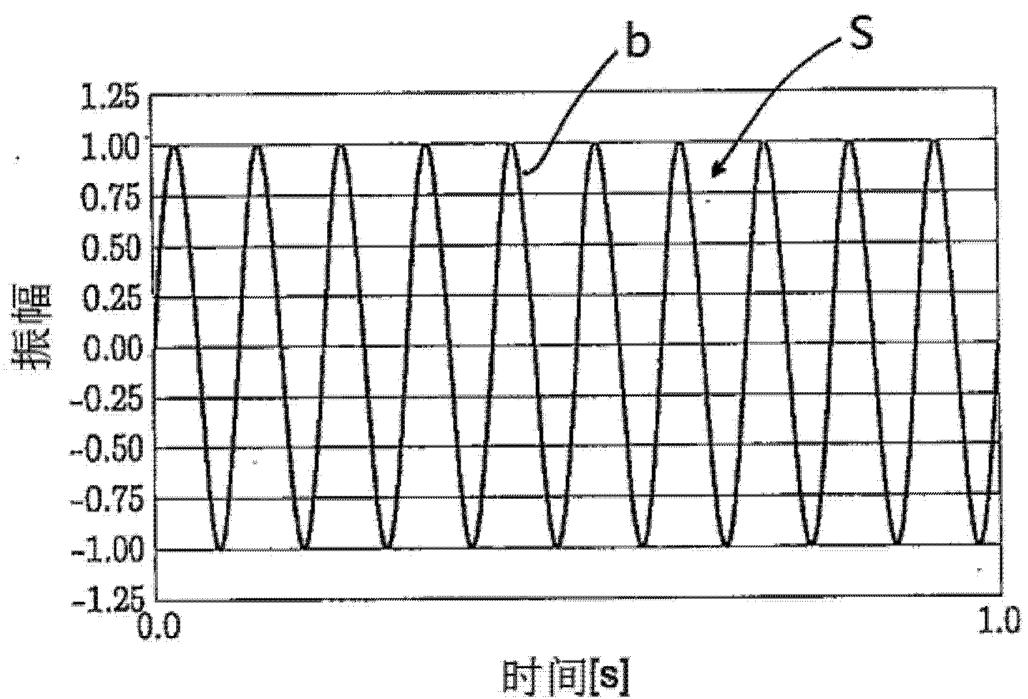


图 2a

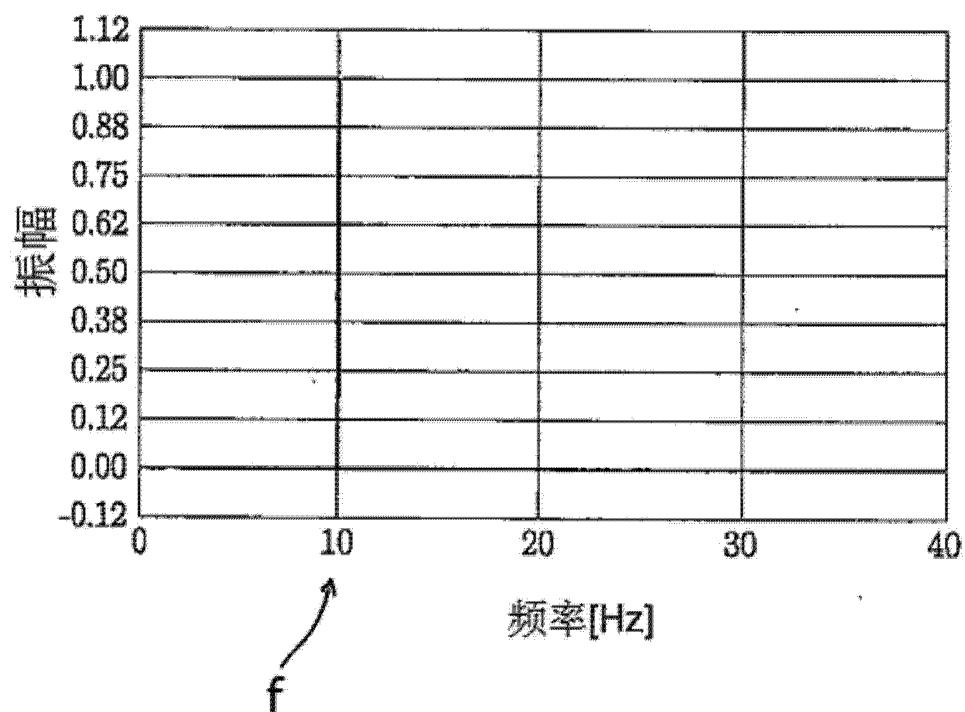


图 2b

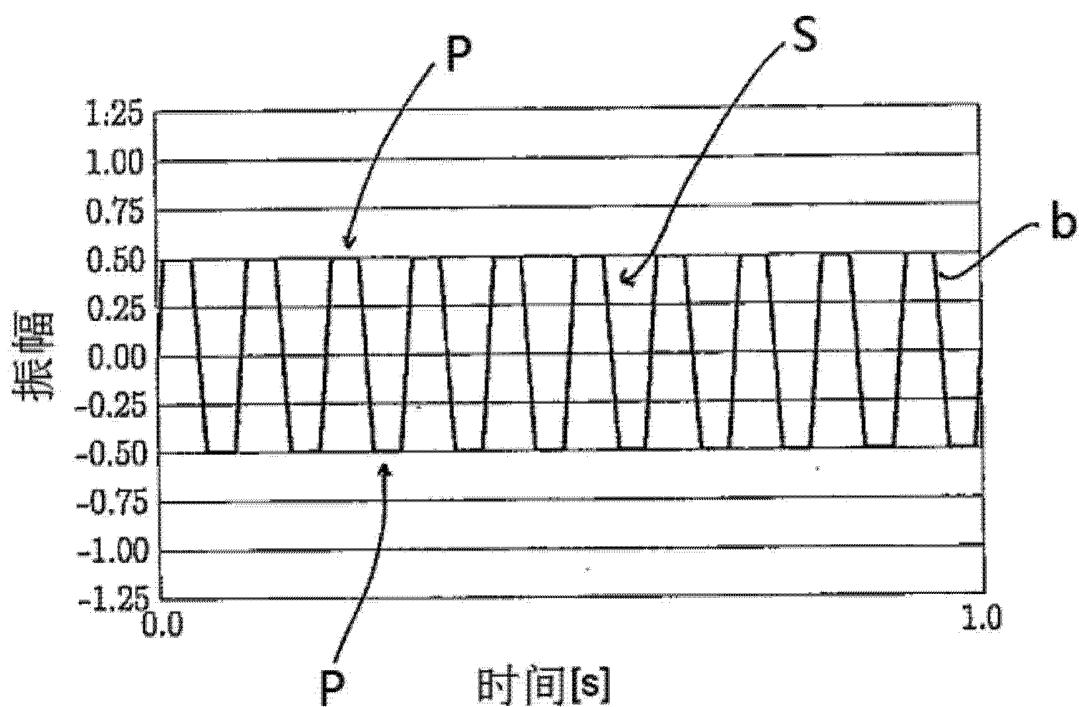


图 3a

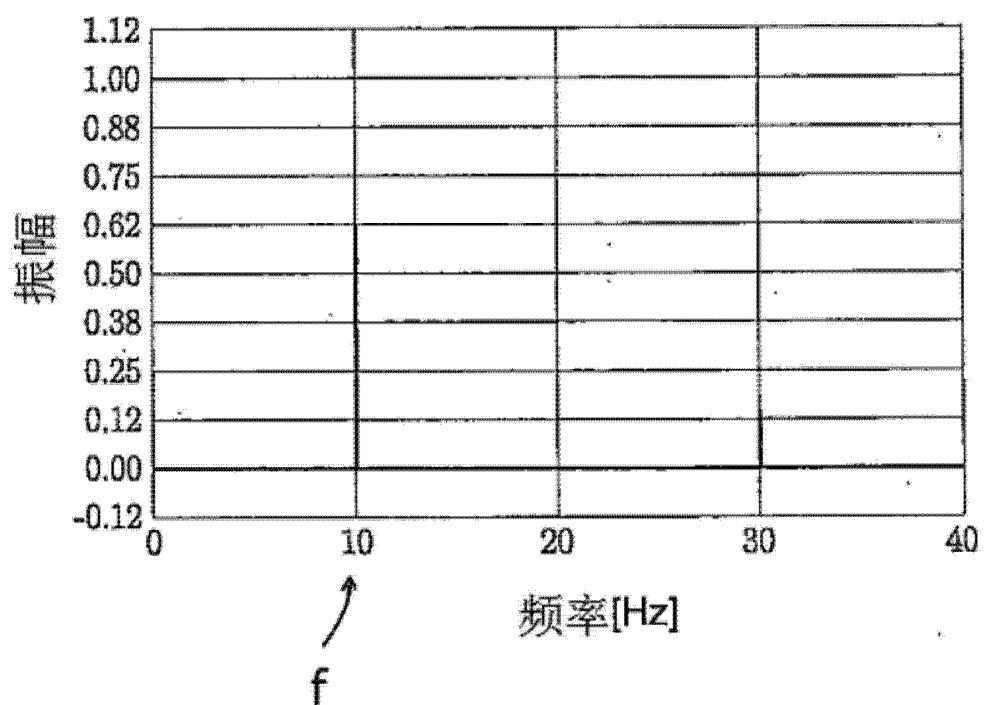


图 3b

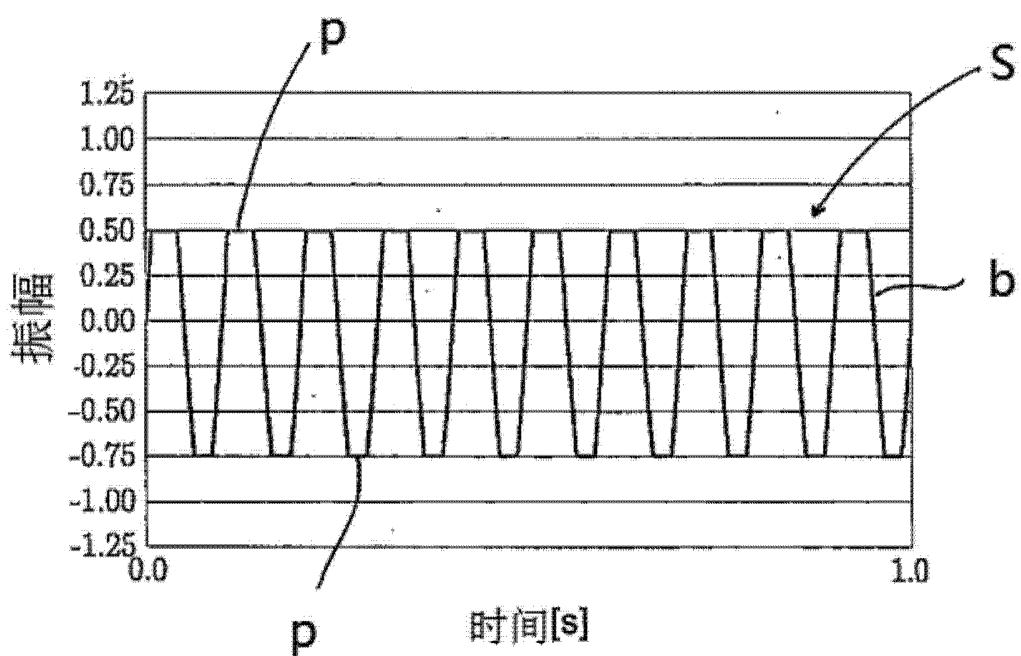


图 4a

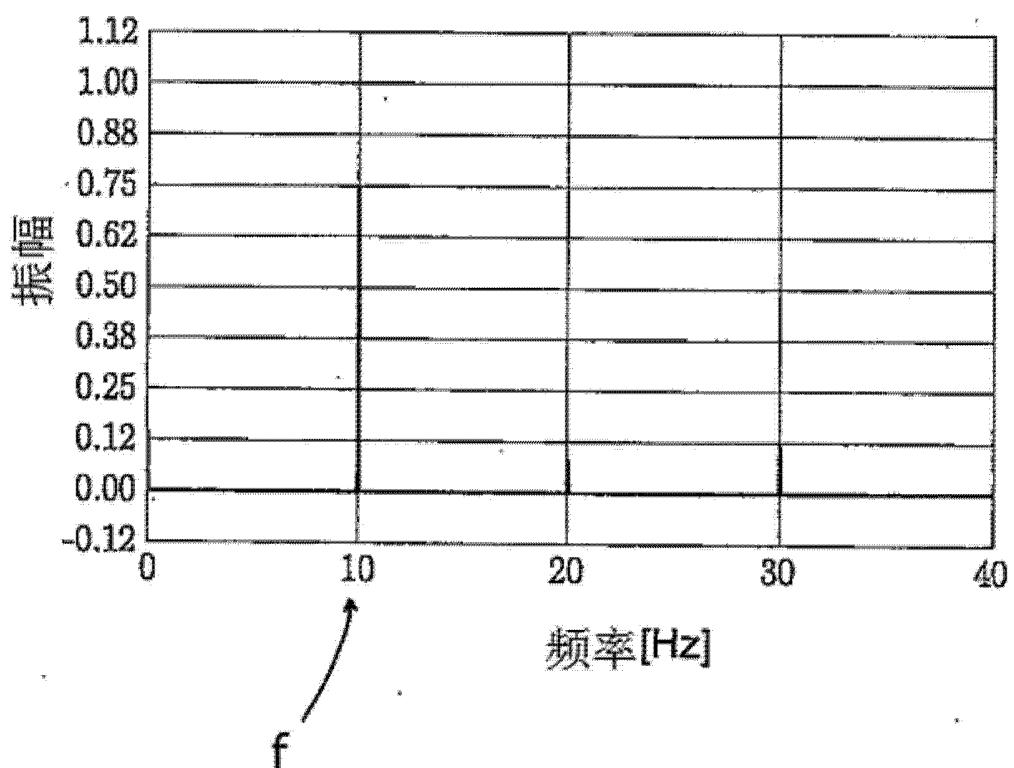


图 4b

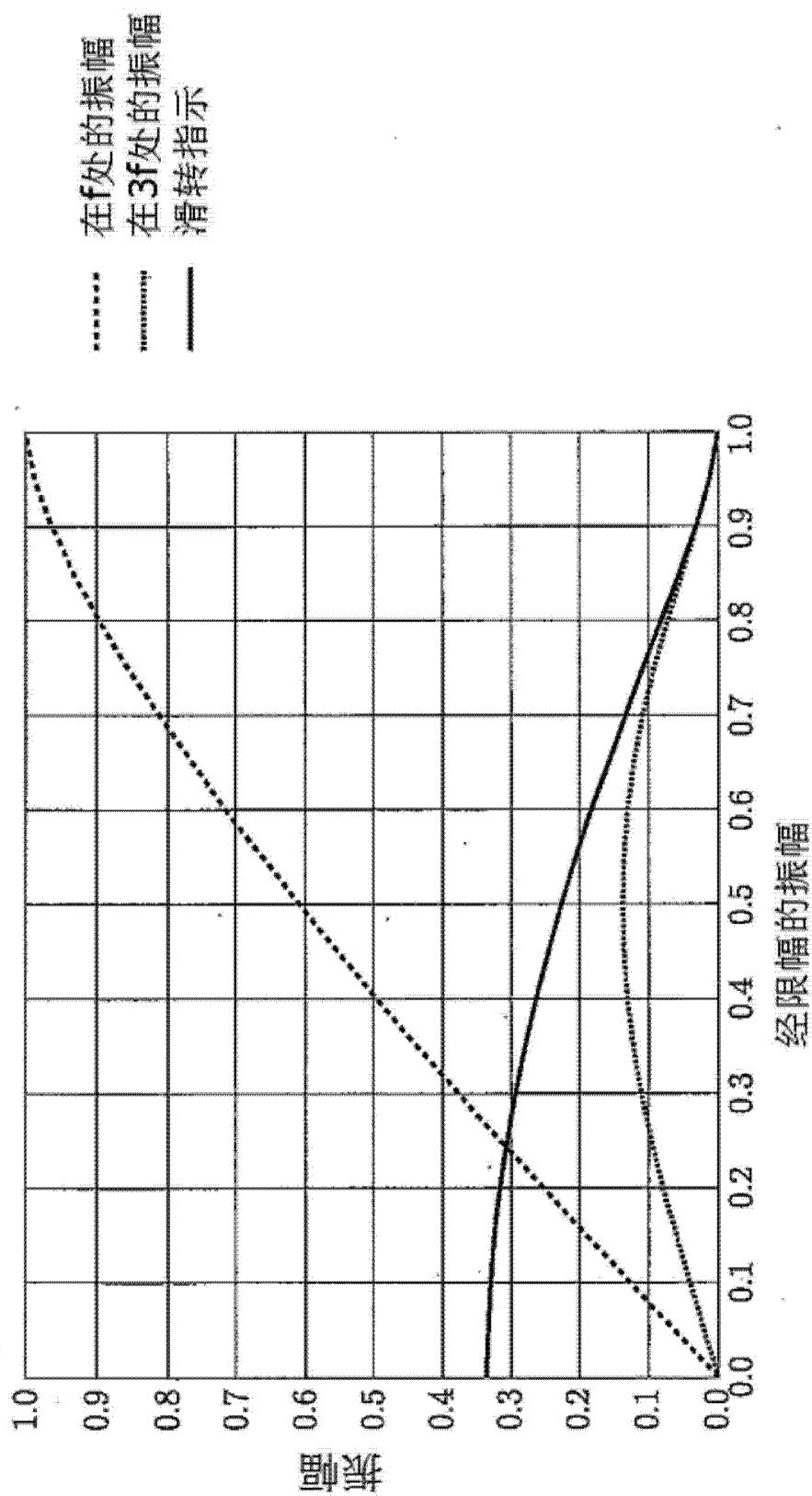


图 5