



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104755028 B

(45)授权公告日 2017.03.08

(21)申请号 201380057386.3

(22)申请日 2013.08.14

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104755028 A

(43)申请公布日 2015.07.01

(30)优先权数据

102012220468.7 2012.11.09 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.04.30

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/067022 2013.08.14

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2014/072089 DE 2014.05.15

(73)专利权人 赛卡股份公司

地址 瑞士赖纳赫

(72)发明人 杨-埃里克·格罗斯曼

比约恩·杰森 彼得·拉维斯基

(74)专利代理机构 北京锺维联合知识产权代理有限公司 11579

代理人 赵中璋

(51)Int.Cl.

A61B 5/107(2006.01)

G01B 17/00(2006.01)

G01B 5/06(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

(56)对比文件

WO 98/17974 A1, 1998.04.30,

DE 3428132 A1, 1985.06.13,

JP 昭59-72013 A, 1984.04.23,

CN 101019768 A, 2007.08.22,

WO 85/01800 A1, 1985.04.25,

CN 2171850 Y, 1994.07.13,

CN 1883396 A, 2006.12.27,

审查员 卢晓萍

权利要求书2页 说明书6页 附图4页

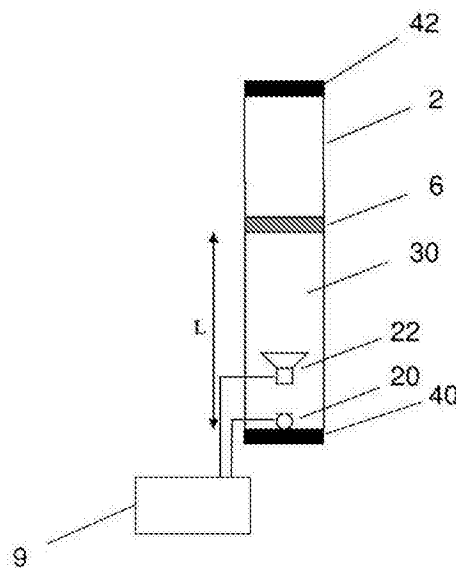
(54)发明名称

长度测量装置

(57)摘要

本发明涉及一种长度测量装置,具有游标卡尺(4);中空型材(2),所述游标卡尺(4)可移动地安装在其外部以便与需要测量长度的物体接触;内部滑块(6),可移动地安装在所述中空型材(2)内部;磁体组合体(5,7),用于磁性联接所述游标卡尺(4)和内部滑块(6);以及在所述中空型材周围空间可见的显示器。所述中空型材(2)在其至少一端具有端壁(40);所述内部滑块(6)覆盖所述中空型材(2)的横截面以便在内部形成声共振器(30),并且所述测量机构具有在所述声共振器(30)内部的扬声器(22)和传声器(20)以及与其相连接的控制和评价单元(9)以使所述扬声器(22)发出声脉冲,用所述传声器(20)记录所述声共振器(30)的脉冲响应,由此确定声共振器(30)的主频(f_0),以及共振器(30)的长度和所述内部

滑块(6)的位置。



1. 一种长度测量装置,包括游标卡尺(4);中空型材(2)形式的线性导轨,所述游标卡尺(4)可移动地安装在所述中空型材(2)的外部以便与需要测量长度的物体接触;内部滑块(6),可移动地安装在所述中空型材(2)的内部;磁体组合体(5,7),用于磁性联接所述游标卡尺(4)和内部滑块(6)以便所述内部滑块(6)跟随所述游标卡尺(4)沿所述中空型材(2)的每个移动;测量机构,用于测量所述内部滑块(6)沿所述中空型材(2)的位置;以及在所述中空型材周围空间可见的长度显示器,所述长度根据测定的所述内部滑块(6)的位置由所述测量机构确定,其特征在于,所述中空型材(2)在其至少一端具有端壁(40);所述内部滑块(6)基本上覆盖所述中空型材(2)的横截面以便在所述中空型材(2)的内部在所述端壁(40)和所述内部滑块(6)之间形成声共振器(30);并且所述测量机构具有在所述声共振器(30)内部的扬声器(22)和传声器(20)以及与所述测量机构相连接的控制和评价单元(9),所述控制和评价单元(9)经设置以使所述扬声器(22)发出声脉冲,用所述传声器记录所述声共振器(30)的脉冲响应,由此确定声共振器(30)的主频(f_0),以及由所述主频确定声共振器(30)的长度并从而确定沿所述中空型材(2)的所述内部滑块(6)的位置。

2. 根据权利要求1的所述长度测量装置,其特征在于所述控制和评价单元(9)经设置以便通过傅里叶变换将测得的所述声共振器(30)的脉冲响应变换为频率谱,并且确定所述频率谱中的主频。

3. 根据权利要求2的所述长度测量装置,其特征在于所述控制和评价单元(9)经设置以便通过离散傅里叶变换(DFT)或快速傅里叶变换(FFT)来实现所述傅里叶变换。

4. 根据权利要求2的所述长度测量装置,其特征在于所述控制和评价单元(9)经设置以便确定所述声共振器的所述频率谱的两个连续极大值之间的距离作为所述主频的估值,当涉及多个极大值时,使用该估值建立每种情况的谐波的数量,由此确定每个被检测极大值的主频,并且将这些主频合并得到平均值。

5. 根据权利要求3的所述长度测量装置,其特征在于所述控制和评价单元(9)经设置以便确定所述声共振器的所述频率谱的两个连续极大值之间的距离作为所述主频的估值,当涉及多个极大值时,使用该估值建立每种情况的谐波的数量,由此确定每个被检测极大值的主频,并且将这些主频合并得到平均值。

6. 根据上述权利要求1-5中任一项的所述长度测量装置,其特征在于所述控制和评价单元(9)经设置以选择由所述传声器(20)产生的声脉冲的频带宽度使得所含的最小波长大于两倍的所述中空型材(2)的直径。

7. 根据上述权利要求1-5中任一项的所述长度测量装置,其特征在于所述中空型材(2)还在另一端具有第二端壁(42)以便在所述中空型材的内部形成在所述第二端壁(42)和所述内部滑块(6)之间的第二声共振器(32);以及所述测量机构具有在所述第二声共振器(32)内部的第二扬声器(26)和第二传声器(24);并且所述控制和评价单元(9)经设置以使所述第二扬声器(26)发出声脉冲,用所述第二传声器(24)记录所述第二声共振器(32)的脉冲响应,基于所述第二声共振器(32)的脉冲响应确定所述第二声共振器(32)的主频,以及由所述第二声共振器(32)的主频确定所述第二声共振器(32)的长度。

8. 根据权利要求7的所述长度测量装置,其特征在于所述控制和评价单元(9)经设置以使用测定的所述声共振器(30)的和所述第二声共振器(32)的长度、已知的在所述端壁(40)和所述第二端壁(42)之间的所述中空型材(2)的长度、和已知的所述内部滑块(6)的轴向长

度来进行所述长度测量装置的长度测量的校准。

9.根据上述权利要求1-5中任一项的所述长度测量装置,其特征在于所述磁体组合体(5,7)具有至少一个在所述游标卡尺(4)上的永磁体和在所述内部滑块(6)上的永磁体,其经安排使得两个永磁体的相反磁极相对于彼此对齐以指向彼此。

10.根据权利要求9的所述长度测量装置,其特征在于在所述内部滑块(6)上和所述游标卡尺(4)上分别安置有四个永磁体,使得相对于彼此的所述游标卡尺(4)上的和所述内部滑块(6)上的各对永磁体各自以相反磁极互相指向彼此的方式相对于彼此对齐。

11.根据权利要求1-5中任一项的所述长度测量装置,其特征在于所述磁体组合体(5,7)具有在所述游标卡尺和内部滑块之一上的永磁体,并且在所述游标卡尺和内部滑块的另一个中含有铁磁性或顺磁性材料。

12.根据上述权利要求1-5中任一项的所述长度测量装置,其特征在于所述长度测量装置进一步连接有在所述中空型材内部的温度传感器;并且所述控制和评价单元(9)经设置以使由所述声共振器(30)的主频进行的所述声共振器(30)的所述长度测量中使用温度修正的声速。

长度测量装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种长度测量装置。

背景技术

[0002] W098/17974A1公开了一种长度测量装置。该长度测量装置未被配置成用于个体的长度测量装置。被监测的反倒是游标卡尺的位置。该长度测量装置具有中空外壳形式的线性导轨,所述游标卡尺可移动地安装在其外部。在所述外壳的内部,可移动地安装有内部滑块。磁体组合体与游标卡尺和内部滑块磁性连接,以便所述内部滑块跟随所述游标卡尺沿所述导轨的每个移动。所述内部滑块与线性电位计滑动接触,以便提供与所述内部滑块位置成正比的电压信号。根据所述电位计信号,求得所述内部滑块沿所述线性导轨的位置,从而求得与其连接的游标卡尺的位置。由于测量的是所述外壳内部的内部滑块的位置,诸如不再进入所述外壳内部的烟雾或粉尘等干扰因素对测量精度的影响确实减小了。所述电位计的滑动接触会产生摩擦并随时间导致磨损。为抵消此项影响,不得不使用高质量的材料,由此必然导致生产成本的上升。然而,即便在这样的情况下,所述磨损仍能导致测量精度的损失。

[0003] 本发明的目的是配置一种长度测量装置,使得其提供独立于变化的环境条件的高测量精度并且显示出无磨损导致的测量精度损失。

发明内容

[0004] 本发明涉及一种长度测量装置,包括游标卡尺;具有中空型材的线性导轨,所述游标卡尺可移动地安装于其外部以能够接触到长度测量对象;可移动地安装在所述中空型材里面的内部滑块;磁体组合体,其与所述游标卡尺和内部滑块磁性连接以便所述内部滑块沿所述中空型材跟随所述游标卡尺的每个移动;用于测量所述内部滑块处于所述中空型材上的位置的测量机构;以及在所述中空型材周围空间可见的长度显示器,所述长度根据测定的所述内部滑块的位置由所述测量机构确定。

[0005] 本发明尤其涉及用于测量个体身高的长度测量装置。这样的长度测量装置也被认作测距仪。典型的此类长度测量装置具有测量杆,其形成用于游标卡尺(头部滑块)的垂直线性导轨。所述测量杆垂直校准并安装在墙上或固定在平台上。为了测量身高,个体站在测量杆前,然后将头部滑块在测量杆上下推动直至其与待测个体的头部接触。所述测量杆上设有具有刻度线的量尺。所述游标卡尺中依次设有阅读单元,其在所述游标卡尺在测量杆上移动时指示刻度线,由此获得所述游标卡尺的位置增量变化。刻度线的绝对高度也可以编码在所述刻度线中,以便所述头部滑块的高度可由用所述阅读单元确定,然后显示在所述游标卡尺上的显示器上。

[0006] 另一种用于身高的长度测量装置具有成角部件,其由进行身高测量的个体握持。所述成角部件的一个臂被举起并与待测个体的头部接触。从与所述头部接触的此臂,以直角伸出第二臂,举起所述成角部件的方式使得第二臂垂直行进,对准地板。在第二臂上设有

具有超声传感器的距离测量机构,由被地板反射并返回所述超声传感器的传输的超声信号的传播时间,确定并显示地板上方的与待测个体头部接触的第一臂的高度。此类长度测量装置的缺点之一是进行测量的个体没有保持精确对齐所述成角部件以便第二臂完全垂直地对准地板而导致的测量误差。另外的缺点是改变的环境条件(例如,空气中的尘土或其他污染物)或置于地板上的物体可能误导测量。

[0007] 再另一种长度测量装置具有待测个体站立其上的平台,和固定地悬挂在待测个体垂直上方的水平托架。基于超声波传播时间的距离测量机构适配于所述托架,其对准站立在所述平台上的待测个体的头部。待测个体戴有帽子以确保来自头部上面的超声波具有界限清楚的反射。根据从个体头部上面到固定地安装在待测个体垂直上方的距离测量机构之间的距离,可以从距离测量机构的悬挂高度与测定的到头部上面的距离之间的差值来计算待测个体的身高。然而,即便这样的长度测量装置也易受故障的影响,因为改变的环境条件和在超声传感器与待测个体头部上面之间的开放的测量距离中的干扰因素可能误导测量。

[0008] 根据本发明,规定所述中空型材的至少一端具有端壁。此外,所述内部滑块实质上覆盖所述中空型材的横截面,以便在所述中空型材的内部在所述端壁和所述内部滑块之间形成用作声共振器的封闭腔室。所述测量机构在所述端壁和所述内部滑块之间的声共振器中具有扬声器和传声器。与所述传声器和扬声器连接的控制和评价单元经配置以使所述扬声器发出声脉冲,然后用所述传声器记录所述声共振器的脉冲响应。所述控制和评价单元经进一步配置以从所述声共振器的脉冲响应来确定主频,并由此从所述主频来确定所述共振器的长度以及所述内部滑块沿所述中空型材的位置。此处,主频应理解为意指最低的固有频率,对应于驻波,其波长为所述声共振器长度的两倍。

[0009] 所述内部滑块实质上覆盖所述横截面,以便有效地反射入射的声波,但也具有,例如,小开口,以在其运动期间允许空气穿过。

[0010] 在一个有利的实施方式中,所述控制和评价单元经配置以通过傅里叶变换将记录的所述声共振器的脉冲响应转换为频率谱,并且确定所述频率谱中的主频。所述傅里叶变换优选以离散傅里叶变换(DFT)或快速傅里叶变换(FFT)的形式进行。

[0011] 在一个优选的实施方式中,所述控制和评价单元经配置以确定两个连续极大值之间的距离用以确定所述频率谱中的主频。所述距离可用于建立在所述频率谱中涉及每个极大值的谐波的数目。通过使用这些信息,可以从每个极大值来确定主频,并且可以将其平均以得到主频。也可通过平均连续极大值的多个距离来确定所述主频。

[0012] 所述控制和评价单元优选经配置以选择由传声器产生的所述声脉冲使其包含的最小波长大于所述中空型材直径的两倍。

[0013] 这保证了声音在所述中空型材中以平面波传播。在较短波长的情况下,该声音也可在所述中空型材的壁之间反射并因此激发进一步的模式,其沿所述中空型材纵向的声速低于平面波的声速;尽管如此,这种模式不会影响所述测量方法致其被误导,因为它们必将在傅里叶变换过程中被分离,由此不会用于评价,这些可能的进一步模式的声能将不会被用于测量并因此被无益地产生,有鉴于此,优选激发纯平面波。

[0014] 在优选的实施方式中,所述中空型材还在另一端具有第二端壁以在所述中空型材的内部的第二端壁和内部滑块之间形成第二声共振器。在此第二声共振器中设置第二扬声器和第二传声器。所述控制和评价单元经进一步配置以使第二扬声器产生声脉冲,用第二

传声器记录所述第二声共振器的声脉冲,由此确定第二声共振器的主频,由该主频确定所述第二声共振器的长度以及所述内部滑块在所述中空型材中的位置。在这样的长度测量装置中,借助于所述声共振器和第二声共振器的测定长度,所述中空型材的端壁和第二端壁之间的已知长度,以及所述内部滑块的已知轴向长度,所述控制和评价单元可以有利地经配置以能够进行长度测定的校准。

[0015] 在优选的实施方式中,所述磁体组合体具有在所述游标卡尺上的至少一块永磁体和所述内部滑块上的永磁体,这些永磁体经设置使得两个永磁体以相反磁极相互指向彼此的方式对齐。在所述内部滑块和所述游标卡尺上优选分别设置四个永磁体,使得相对于彼此的在所述游标卡尺上的和所述内部滑块上的各对永磁体各自以相反磁极互相指向彼此的方式对齐。作为替代,所述磁体组合体在所述游标卡尺和内部滑块的一个之上仅具有一块永磁体,所述游标卡尺和内部滑块的另一个包含铁磁性或顺磁性材料以便将所述游标卡尺和内部滑块磁性联接。

[0016] 所述内部滑块的外部尺寸优选地匹配所述中空型材的内部尺寸,这样位于所述中空型材中的所述内部滑块具有最少的活动可能性但可以滑动。在相应的方式中,所述游标卡尺的内部尺寸匹配所述中空型材的外部尺寸,这样安装在所述中空型材上的所述游标卡尺具有最少的活动可能性但可以滑动。

附图说明

[0017] 以下通过示例性实施方式与附图结合来说明本发明,其中:

[0018] 图1:示出了长度测量装置的示意图;

[0019] 图2:示出了长度测量装置在游标卡尺区域的纵截面局部放大图;

[0020] 图3:示出了长度测量装置在内部滑块和游标卡尺区域的横截面图,其中除了设置于其中的永磁体外,滑动部件本身未被示出;

[0021] 图4:示出了长度测量装置的中空型材的纵向截面示意图;

[0022] 图5:示出了激发声扬声器产生声脉冲的作为时间函数的信号的振幅随时间的变化;

[0023] 图6:示出了被传声器记录的在中空型材中的声共振器的脉冲响应信号;

[0024] 图7:示出了由图6的声共振器脉冲响应转换的频率谱;以及

[0025] 图8:示出了另一个实施方式的长度测量装置的中空型材的纵向截面示意图。

具体实施方式

[0026] 图1示出了作为例子的长度测量装置的侧视图,其可固定在墙上。所述长度测量装置具有作为线性导轨的中空型材2,在其外部可移动地安装了带有顶板3的游标卡尺4。游标卡尺4下降直至顶板3停留在待测个体的头部之上。

[0027] 在本示例性实施方式中,在具有圆环形横截面的所述中空型材2中,可移动地安装有内部滑块6(参见图2)。如所示那样具有盘状截面的内部滑块6设有封闭的下端壁,这样内部滑块6覆盖中空型材2的横截面。内部滑块6的外部尺寸匹配中空型材2的内部尺寸,这样位于所述中空型材2内部的所述内部滑块6具有最少的活动可能性但可以滑动。在相应的方式中,所述游标卡尺4的内部尺寸匹配所述中空型材2的外部尺寸,这样安装在所述中空型材2外周的所述游标卡尺4具有最少的活动可能性但可以滑动。

[0028] 图3示出了在游标卡尺和内部滑块区域的中空型材2的横截面,其中游标卡尺部件和内部滑动部件本身没有示出,但示出了包括多个被引入内部滑块和游标卡尺的永磁体的磁体组合体。在内部滑块6中,沿周长分散地插有四个永磁体7,其沿周长相互以90°间隔分布。在相应的方式中,游标卡尺4也同样插有四个永磁体5,其围绕外部的游标卡尺以90°间隔分散排列。在此,永磁体的排列使得游标卡尺4和内部滑块6的极性相反的永磁体5和7以相对于彼此的相反磁极对齐。在所示的示例性实施方式中,此点通过将内部滑块的永磁体7以一个磁极(在此为北极)朝向外面对齐而永磁体5同样布置以这样的磁极(在此为北极)朝向外面对齐,如此一对永磁体5和7各自彼此相对地定位以相反极相互对准。通过这种方式,游标卡尺4和内部滑块6相互磁性联接。由此,内部滑块6跟随游标卡尺4沿中空型材2的每个移动。在图2中,仅分别示出了永磁体5和7各自的一个。

[0029] 原则上,每个滑动部件也可以包括多于或少于四个永磁体,例如,游标卡尺4和内部滑块6分别仅有一个永磁体。甚至可以仅在内部滑块6或游标卡尺4中提供一个永磁体,而另一个没有自己的磁体的滑动部件包含铁磁性或顺磁性材料,这样在内部滑块6和游标卡尺4之间就建立的磁性吸引。磁体组合体的一个或多个磁体优选为永久磁体,但原则上电磁体也是可用的。

[0030] 图4示出了长度测量装置的中空型材2的纵向截面示意图。在此示例性实施方式中,内部滑块6为简单的盘形并且覆盖中空型材2的横截面。中空型材2在下端具有封闭的端壁40,这样在中空型材中就形成了在端壁40和内部滑块6之间的可视为声共振器的封闭腔室。用于测定内部滑块6在中空型材2的纵向上的位置的测量机构包括扬声器22和传声器20,均被安置在声共振器30的内部。扬声器22和传声器20与控制 and 评价单元9连接,控制和评价单元9在此显示为安置在中空型材周围,但也可以安置在中空型材的内部。控制和评价单元9是可编程的数据处理机构,其经配置以激发声扬声器22发出声脉冲并通过记录传声器20的信号来记录声共振器30产生的脉冲相应。控制和评价单元9经进一步配置由声脉冲响应来测定共振器的主频 f_0 。主频 f_0 具有波长 λ_0 ,其对应于两倍的声共振器长度(在声共振器30中最简单的驻波是分别在端壁40和内部滑块6的反射壁处具有速度波节的半波)。根据已知的有关声速 c 和主频 f_0 的知识,共振器的长度可以由此确定为:

$$[0031] \quad L = \frac{c}{2 \cdot f_0}$$

[0032] 在声脉冲的宽频段激发情况下,除主频外,波长为 $\lambda_0/2$ 整数倍的较高模式也可在声共振器30中激发。这些模式可为本测量方法带来额外的如下所述的益处。

[0033] 图5示出了用于扬声器22发出声脉冲的由控制和评价单元9产生的激发信号对时间的依赖关系。该信号优选包括基本方形的正负半波。激发信号不具有理想的方形(其原则上应该具有无上限频率谱),因为脉冲的频宽是有限的。脉冲的频宽应当使得包含的最小波长大于两倍的中空型材直径。因此,如上所述,这就确保了声音在中空型材中以平面波传播。激发信号半波的时间长度应当大于具有待测最低频率的信号的时间。

[0034] 图6示出了由传声器20记录的声共振器的脉冲响应随时间的变化。为了确定声共振器的主频 f_0 ,可以有利地将图6的声脉冲响应变换为频率谱以便测定该频率谱中的主频 f_0 。通过傅里叶变换进行所述频率谱变换。与傅里叶变换有关的可能到数字信号处理方法有,例如,离散傅里叶变换(DFT)或快速傅里叶变换(FFT),可以通过配置所述控制和评价单

元9来执行。

[0035] 图7示出了脉冲响应的频率谱的部分,其中可以清楚地看到被激发本征模导致的局部极大值。所述模式发生在主频 f_0 的整数倍处。因此主频也可通过频率谱中相邻模式的距离来测定。此过程的好处是所用扬声器的下限频率可以高于待测声共振器的实际主频 f_0 。扬声器下限频率与其他一些参数可通过其膜片尺寸来确定。所述膜片越大,其下限频率越低。由于扬声器位于中空型材内部,有意选择最小可能的膜片直径。由此,通过本方法可能无法在声共振器中观测到最简单的驻波,因为扬声器可能无法正好产生需要的长波长。此效果也可见于图7,其表明主频超过了300Hz(连续极大值的距离)。然而,当超过300Hz时,由于上述原因,图7所示的频率谱中,在超过300Hz的主频处没有可用的极大值。

[0036] 除了精确测定主频 f_0 ,声速对所述控制和评价单元必须是已知的。由于声速依赖于温度,建议测定共振器的内部温度 θ 以便据其计算当前的声速。例如,利用以下公式计算:

$$[0037] \quad c = 331.5 \frac{m}{s} \cdot \sqrt{1 + \frac{\theta}{273.15^\circ C}}$$

[0038] 图8示出了另一个实施方式中,其中改善了测量机构的测量精度。在图8中,如图4所示那样示出了长度测量装置的中空型材的纵向截面示意图。如根据图6的实施方式,在中空型材2中形成了具有扬声器22和传声器20的声共振器30(为简化示意图,略去了与其连接的控制和评价单元)。此外,在中空型材中还在中空型材的相对的第二端壁42与内部滑块6之间形成了第二声共振器32。第二扬声器26和第二传声器24位于其中,同样地连接到所示控制和评价单元。通过这样的安排,可以校准长度测量,因为在端壁40和42之间的中空型材的长度以及内部滑块6的轴向长度是已知的。假定在第二声共振器30和第二声共振器32中的声速是相同的(也就是假定在两个声共振器中的温度相同),声速可通过下式测定:

$$[0039] \quad L_0 = L_1 + L_2 + L_3$$

$$[0040] \quad L_0 - L_3 = L_1 + L_2 = \frac{c}{2 \cdot f_{01}} + \frac{c}{2 \cdot f_{02}} = \frac{c}{2} \left(\frac{1}{f_{01}} + \frac{1}{f_{02}} \right)$$

$$[0041] \quad c = \frac{2 \cdot (L_0 - L_3)}{\left(\frac{1}{f_{01}} + \frac{1}{f_{02}} \right)} = 2 \cdot (L_0 - L_3) \cdot \frac{(f_{01} \cdot f_{02})}{f_{01} + f_{02}}$$

[0042] 其中

[0043] L_0 在端壁40和42之间的中空型材的长度

[0044] L_1 声共振器30的长度

[0045] L_2 上部第二共振器32的长度

[0046] L_3 内部滑块6在中空型材纵向上的轴向长度

[0047] f_{01} 共振器30的主频

[0048] f_{02} 第二共振器32的主频。

[0049] 以此测定的声速可用于,例如,测定声共振器30的长度:

$$[0050] \quad L_1 = \frac{c}{2 \cdot f_{01}}$$

[0051] 标记列表

-
- [0052] 2 中空型材
 - [0053] 3 顶板
 - [0054] 4 游标卡尺
 - [0055] 5 游标卡尺的永磁体
 - [0056] 6 内部滑块
 - [0057] 7 内部滑块的永磁体
 - [0058] 9 控制和评价单元
 - [0059] 20 传声器
 - [0060] 22 扬声器
 - [0061] 24 第二传声器
 - [0062] 26 第二扬声器
 - [0063] 30 声共振器
 - [0064] 32 第二声共振器
 - [0065] 40 端壁
 - [0066] 42 第二端壁

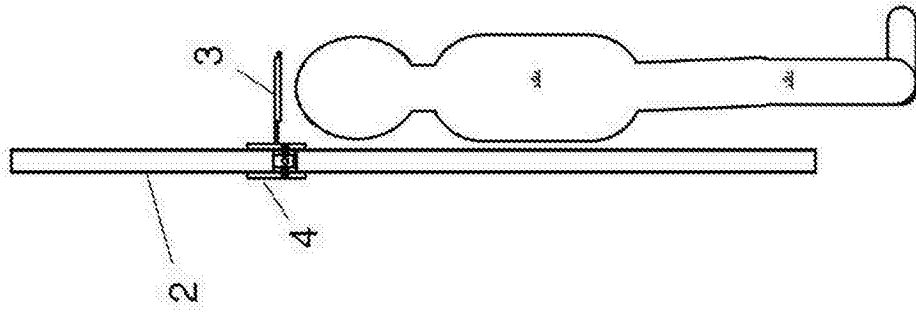
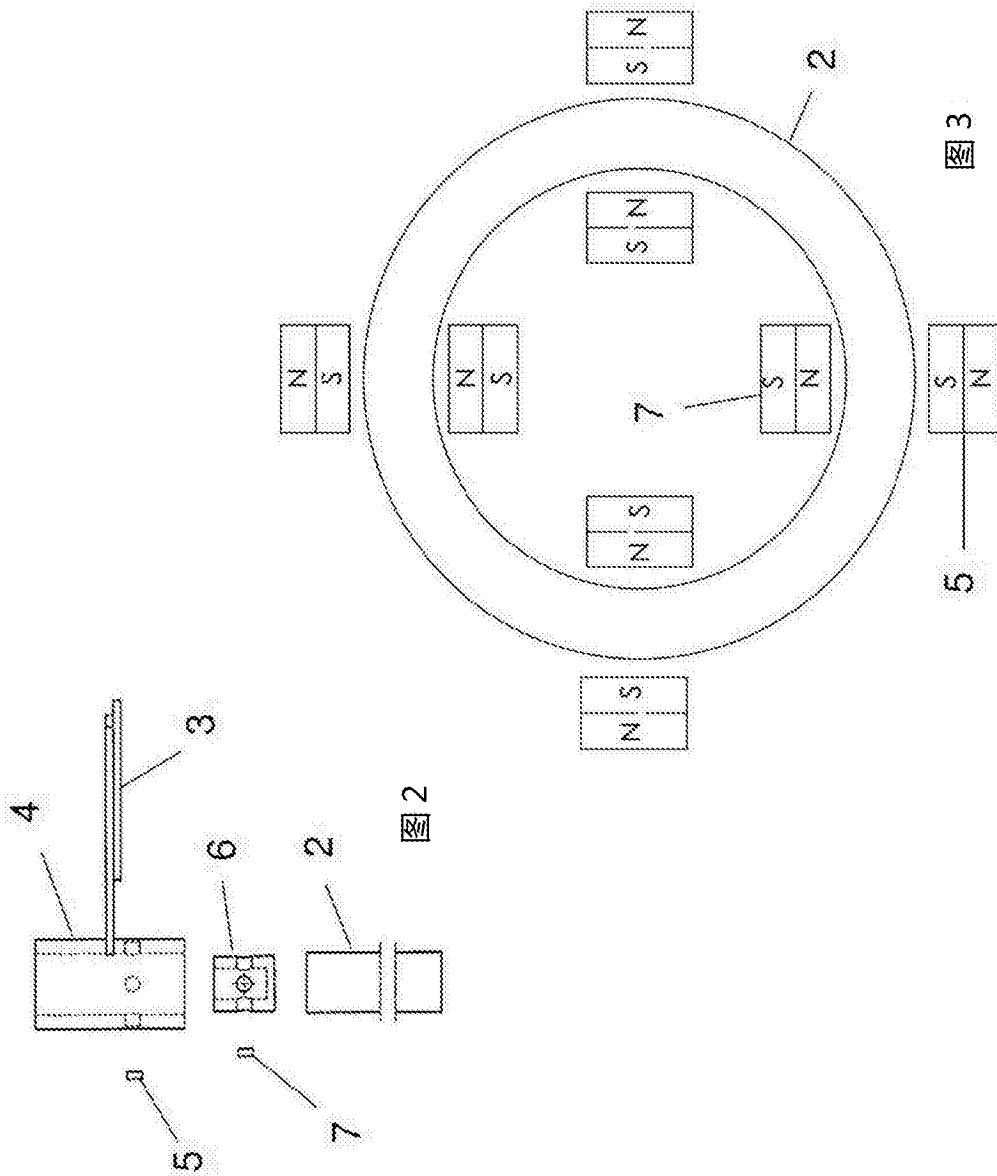


图1



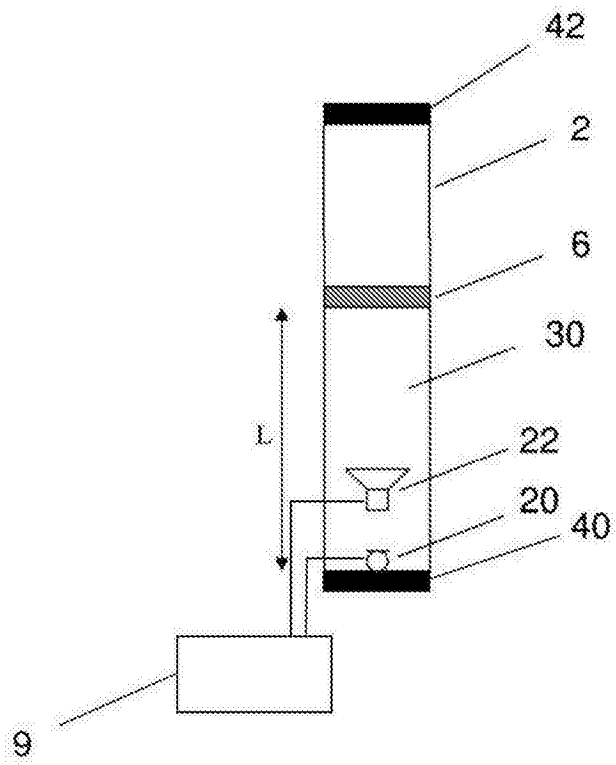


图4



图5

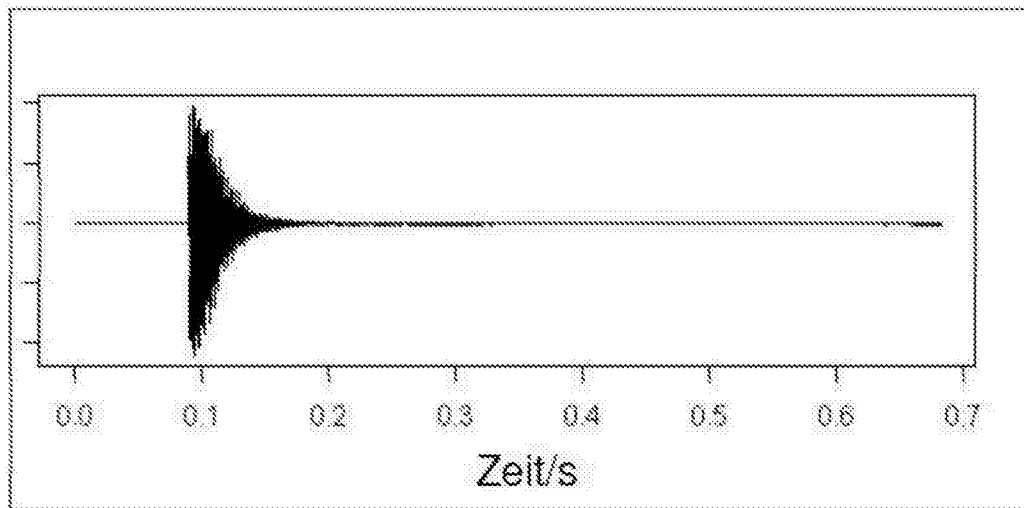


图6

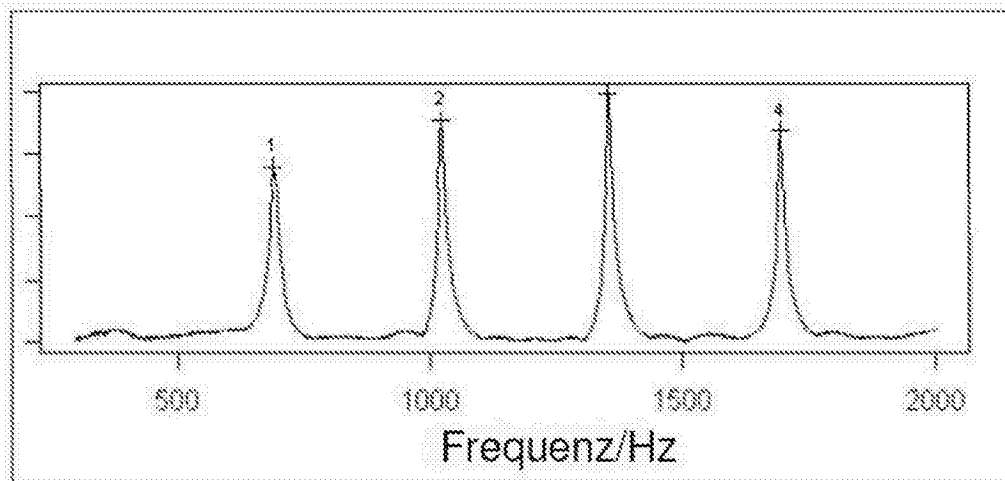


图7

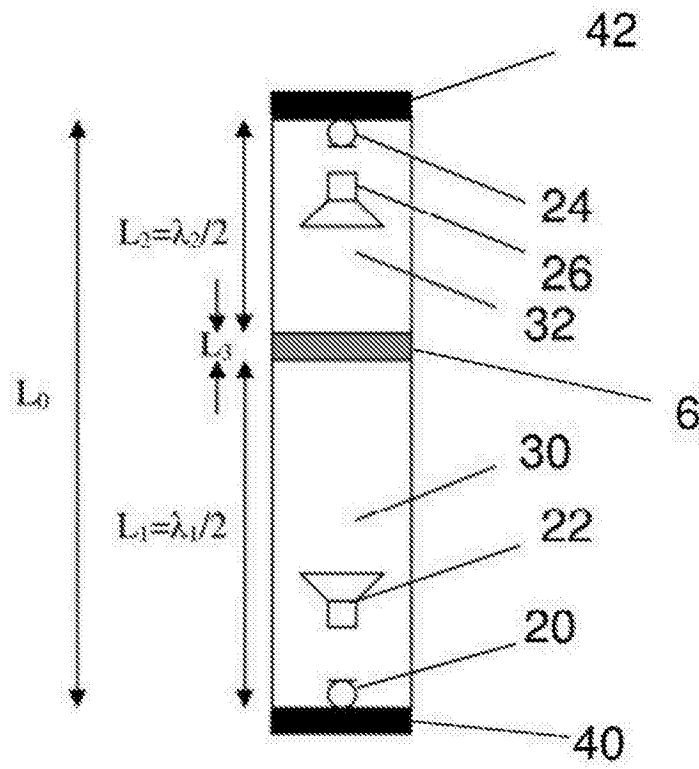


图8