



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380104042.X

[45] 授权公告日 2010年1月27日

[11] 授权公告号 CN 100585404C

[22] 申请日 2003.10.6

[21] 申请号 200380104042.X

[30] 优先权

[32] 2002.10.11 [33] US [31] 60/417,839

[86] 国际申请 PCT/US2003/031601 2003.10.6

[87] 国际公布 WO2004/034065 英 2004.4.22

[85] 进入国家阶段日期 2005.5.24

[73] 专利权人 迪姆肯公司

地址 美国俄亥俄州

[72] 发明人 X·艾 O·J·瓦龙尼斯

W-R·黄

[56] 参考文献

WO85/05187A1 1985.11.21

JP6-34647A 1994.2.10

激光相关测速中的半极性相关方法. 陈长
缨, 郑莹娜, 刘强. 中国激光, 第26卷第8期.
1999

相关性分析在自动检测中的应用. 李汉
军, 肖江淑, 李玉琮. 湘潭师范学院学报, 第
21卷第6期. 2000

审查员 钱凌影

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公
司

代理人 沙捷 刘颖

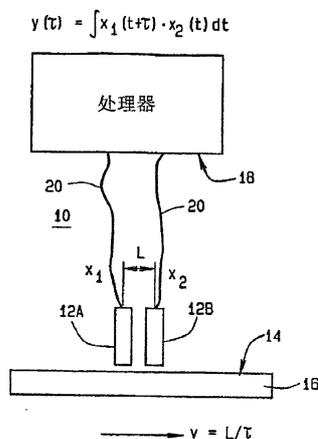
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

[54] 发明名称

速度检测装置

[57] 摘要

一种用来检测目标对象速度的方法和装置, 其
中的目标对象通过一对沿目标对象(16)运动方向
分开预定距离L的传感器单元(12)。目标对象(16)
上的一个或多个特征在经过第一传感器单元(12A)
时会产生信号(x_1), 目标对象(16)同一特征在
经过第二传感器单元(12B)时会产生第二信号(x_2)。
信号处理器(18)用来确定信号(x_1)、信号(x_2)以
及相关延时(τ_0)之间的数学关系。信号处理器(18)
根据预定距离(L)与延时(τ_0)之间的比值计算出目
标对象(16)的速度。



1、一种用来检测目标对象速度的速度检测系统，其包括：

第一差分速度传感器单元，其可操作地与所述目标对象的表面相邻布置，所述第一差分速度传感器单元被设置为能响应所述目标对象至少一个随机特征的经过而产生一个第一差分信号；

第二差分速度传感器单元，其可操作地与所述目标对象的表面相邻布置，并基本上沿着目标对象的运动方向与所述第一差分速度传感器单元分开预定的距离，所述第二差分速度传感器单元被设置为能响应所述目标对象的所述至少一个随机特征的经过而产生一个第二差分信号；

一信号处理器，其用来接收所述第一和第二差分信号，所述信号处理器进一步配置成应用互相关分析来确定所述第一和第二差分信号之间的相移，所述相移与所述目标对象的速度成反比；

其中所述第一差分速度传感器单元包括第一和第二速度传感器，其至少垂直于所述目标对象的运动方向分开布置，所述第一和第二速度传感器中的每一个被配置成响应所述目标对象的至少一个特征的经过而产生信号；

其中所述第二差分速度传感器单元包括第三和第四速度传感器，其至少垂直于所述目标对象的运动方向分开布置，所述第三和第四速度传感器中的每一个被配置成响应所述目标对象的至少一个特征的经过而产生信号；

其中所述第一和第三速度传感器沿着平行于所述目标对象的所述运动方向的公共线布置；

其中所述第二和第四速度传感器沿着平行于所述目标对象的所述运动方向的第二公共线布置；

其中所述第一差分信号表示所述第一和第二速度传感器产生的所述信号之间的差异；

其中所述第二差分信号表示所述第三和第四速度传感器产生的所述信号之间的差异；并且

其中所述第一和第二差分速度传感器单元能由所述目标对象的表

面特征和亚表面特征的感应形成信号变化。

2、如权利要求1所述的速度检测系统，其中所述信号处理器被配置成去除所述第一、第二、第三和第四速度传感器产生的所述信号中的共有信号成分。

3、如权利要求1所述的速度检测系统，其中所述第一、第二、第三和第四速度传感器限定一平行四边形，其具有平行于所述目标对象的所述运动方向的两个侧边。

4、如权利要求3所述的速度检测系统，其中所述第一、第二、第三和第四速度传感器限定一矩形，其具有垂直于所述目标对象的所述运动方向的两个侧边。

速度检测装置

相关申请的交叉引用

本申请涉及并要求申请日为 2002 年 10 月 11 日的美国临时专利申请 60 / 417, 839 的优先权。

技术领域

本发明总的来讲涉及一种用来监测移动物体如轴、杆速度的速度传感器，本发明特别涉及一种改进的速度检测系统，该系统利用了一对传感器和一个信号处理器，其中传感器用来检测移动物体上的随机目标，信号处理器用来测量目标检测信号之间的相移，该相移与目标的速度成正比。

背景技术

速度检测在在监测控制机器工作中发挥着重要的作用。因此精确而可靠的速度传感器非常关键。这些年来已开发出许多速度检测技术和设备，例如机械式计速仪、电子机械式速度传感器、磁性速度传感器以及光学速度传感器就是其中的几例。大多数常用的速度检测系统通常包括一个传感器、一个电子控制单元以及一个目标，系统对目标相对于传感器的速度进行测量。

根据所测速度的类型，即是线速度还是角速度，以及所采用传感器技术的不同，可采用多种方式来构成目标，同时这些目标也可具有不同的形式。按照惯例，速度检测目标是由标记条和齿轮制成，或者由多极磁条以及磁环制成，亦或是由直线或成角度的条形编码器(linear and angular bar-encoder)制成。当目标相对于传感器移动时，常规传感器的输出信号采用序列脉冲的形式，其中脉冲频率与目标轮的速度成正比。

这些常规的速度检测系统的分辨率或准确度主要取决于以下因素，齿形目标各齿之间的间距、磁性目标中磁极的间距以及条形编码

器中条的间距的准确度。因此，对于精确的系统来说，目标的间距优选具有很高的准确度。

然而，目标的制造成本也与目标间距的准确度要求成正比，制造直径很大的角形目标轮（angular target wheel）或者很长的直线目标同时又要求很高的间距精度，这经常是不经济的。因此，最好引入这样一种速度检测系统，其即能使速度测量保持很高的准确度，同时又不需要制造使用精密的速度检测目标。

发明内容

简单地说，本发明提出了一种速度检测系统，其包括一对检测元件，其在一定方向上彼此分开，并与一个被测速移动物体的表面相邻。具有随机结构特征的一个目标布置在该表面上或该表面下，其通过被测速物体的移动按一定方向移过该对检测元件。该对检测元件沿着物体的移动方向按一定方向分开预定的距离。将目标通过时产生的、来自该对检测元件的信号传送到信号处理器。该信号处理器用来确定所产生信号之间的相移，该相移与目标通过该对传感器时的速度成反比。

本发明的一种测量目标速度的方法包括：在这一点观测所述目标的多个结构特征；产生表示所述这一点处的所述观测结果的第一信号；在第二点观测所述目标的多个随机特征，其中的第二点沿所述目标的运动方向从所述第一点移开；产生表示所述第二点处的所述观测结果的第二信号；计算出所述第一信号和第二信号之间的相移，所述相移与所述目标的速度成反比。

结合附图参考以下的说明，本发明的其它目的、特征和优点以及本发明的优选实施例将会更加清楚。

附图说明

作为说明书的一部分，其中的附图包括：

图 1A 为本发明速度检测系统一实施例在检测线性移动对象时的简化示意图；

图 1B 为图 1A 中速度检测系统在检测转动对象时的透视图；

图 2A 所示为从本发明一对相邻速度传感器单元采样得到的涡流

传感器信号的曲线图；

图 2B 所示为图 2A 中所示的两信号之间的互相关函数；

图 3A 所示为第一速度传感器相对于目标对象运动方向的结构配置；

图 3B 所示为第二速度传感器相对于目标对象运动方向的结构配置；

图 3C 所示为第三速度传感器相对于目标对象运动方向的结构配置；

图 4 所示为本发明速度传感器系统在采用一对涡流传感器和一无齿目标轮时的角速度测量结果与常规的可变磁阻（VR）速度传感器系统测量的结果的对比情况。

在不同附图中，相同的附图标记表示相同的部件。

具体实施方式

下面的说明以举例而非限定的形式来对本发明进行说明。该说明采用目前最佳的方式来描述本发明的各个实施例、修改形式、变形以及替换形式从而使本领域的技术人员据此能够实施并使用本发明。

参见图 1A 和 1B，图中所示为本发明速度检测系统 10 的基本部件。一对速度传感器单元 12A 和 12B 彼此分开并靠近移动对象 16 的无齿目标表面 14，例如图 1B 所示的轴承座圈的外周面。作为优选，速度传感器单元 12A 和 12B 彼此分开，并且两单元中心之间保持预定的距离 L ，同时如图 1A 中的箭头所示，两单元以目标表面 14 的运动方向对齐。传感器单元 12A 和 12B 可操作地连接到信号处理单元 18 上。作为优选，如图 1A 所示，传感器单元 12A 和 12B 可通过导线 20 直接连接到信号处理单元 18 上，从而分别将来自传感器单元 12A 和 12B 的信号 x_1 和 x_2 传送到信号处理单元 18。然而，本领域的技术人员都知道可用各种部件来将传感器单元 12A 和 12B 连接到信号处理单元 18 上，这包括无线传送元件。

本发明的工作原理基于速度检测系统 10 中传感器单元 12A 和 12B 之信号 x_1 和 x_2 的产生和两者之间数学关系的分析。通过检测两信号 x_1 和 x_2 对应点之间的相移，就能确定出延时。信号的相变仅与运动的速

度相关,运动的速度可根据传感器单元 12A 和 12B 之间距离 L 与所确定出的延时之间的比值计算出来。

为了更加准确,最好采用随机信号,优选每个随机信号都具有高频成分。因此,采用其上带有随机或接近随机形状特性(粗糙)的目标表面 14 为目标以产生随机变化的信号。采用特定类型的传感器单元 12A 和 12B,如涡流传感器,表层之下材料特性的变化将会增加信号 x_1 和 x_2 的随机性。

第一传感器单元 12A 以及第二传感器单元 12B 对目标表面 14 的表面和/或亚表面(subsurface)的结构相当敏感,并且每个传感器单元 12A 和 12B 在经过目标表面 14 上同一表面结构或亚表面结构时会产生相同的信号或基本相似的信号。作为选择,传感器单元 12 可包括有对目标表面 14 上光度变化敏感的光学传感器。

当目标表面 14 相对于速度检测系统 10 移动时,第一传感器单元 12A 和第二传感器单元 12B 以相同的采样频率 f 产生例如图 2A 所示的信号,其中采用的频率 f 高于信号变化率,从而在目标速度达到最大时也能使速度检测系统 10 分辨高频表面特征。

总的来讲,第一传感器单元 12A 所产生的第一信号 $x_1 = [x_{11}, x_{12}, x_{13} \dots x_{1j}, \dots, x_{1n}]$ 与第二传感器单元 12B 所产生的第二信号 $x_2 = [x_{21}, x_{22}, x_{23} \dots x_{2j}, \dots, x_{2n}]$ 之间的关系对应于目标表面 14 上的表面或亚表面特征的通过,其中 n 表示采样大小(一个采样中的数据点数)。这里第一信号 x_1 和第二信号 x_2 之间的延时 $\tau_0 = m/f$,其中 m 表示相变数据点(shifted data points)的数目。信号的相变方向对应于目标表面 14 相对于传感器单元 12A 和 12B 的运动方向。

由此,信号 x_1 和信号 x_2 之间的互相关函数可表示为:

$$y(\tau) = \int x_1(t+\tau) \cdot x_2(t) dt \quad \text{公式 (1)}$$

其中当 $\tau = \tau_0$ 时,上述函数达到最大值。

求取信号 x_1 和信号 x_2 之间函数的最大 τ_0 值,就能确定出延时 τ_0 ,即:

$$\tau_0 = \psi(y_{\max}) \quad \text{公式 (2)}$$

其中 ψ 为公式 (1) 中互相关函数 $y(\tau)$ 的反函数。

在操作过程中，信号处理单元 18 接收并处理信号 x_1 和 x_2 。输入信号 x_1 和 x_2 的最初处理去除了其中的直流（DC）部分，从而形成一对如图 2A 所示的零平均值的信号。信号处理单元 18 优选采用快速傅里叶转换（FFT）方法快速计算，对两个信号进一步进行互相关分析。接着，信号处理单元 18 计算出公式（1）中互相关函数 $y(\tau)$ 的最大值，从而确定出两个信号之间的延时 τ_0 。最后，信号处理单元 18 按照下面的公式计算出目标表面 14 经过传感器单元 12A 和 12B 时的运动速度 v

$$v = \frac{L}{\tau_0} \quad \text{公式（3）}$$

作为选择，信号处理单元 18 可将计算的速度 v 相对于时间进行积分，从而计算出目标表面 14 的相对位置。

回到图 2A，图中所示信号 x_1 和 x_2 表示来自一对彼此独立的涡流速度传感器单元 12A 和 12B 的信号。这一对传感器单元沿旋转目标表面 14 运动周向分开 0.788 英寸，参见图 1B。当采样速率大约为 48kHz 时，目标表面 14 转一圈所形成的样本大小为 3700 个数据点。在图 2A 所示曲线中，水平轴表示采样序列，纵轴为信号的强度，以电压表示。如图 2B 所示，信号 x_1 和 x_2 之间的互相关函数关系表示最大值在数据点 4036 处，该点对应 336 个数据点的相移（ $4036 - 3700 = 336$ ）。第一信号 x_1 和第二信号 x_2 之间的延时 $\tau_0 = 336 / 48000 = 0.007$ 秒。目标表面 14 的表面速度 $v = 0.778 / 0.007 = 112.6$ 英寸 / 秒。运动的方向由相移的方向确定。

根据所选择的传感器技术，可采用现代 ASIC 制造工艺将信号处理单元 18 与传感器单元 12A 和 12B 集成为一个图 1B 所示的具有数字信号处理（DSP）计算能力的单元 20。

为了在不太理想的安装和使用条件下，确保两信号 x_1 和 x_2 之间的良好相关性，可选择使用速度传感器单元 12 的差分检测组合。此时，一个传感器组合可包含两个以上的速度传感器单元 12。将包括差分检测组合的速度传感器单元 12 中每一个单元的信号进行对比，能够去除或删去所有 12 中共有的信号成分，如速度检测单元现场的噪声或干扰。这些共有的信号成分通常不会带有与信号相移有关的信息。

图 3A 到 3C 展示了三种差分检测组合以及相关速度传感器单元 12

相对于目标表面 14 运动方向的位置关系。在图 3A 中，第一传感器组合 100 包含四个速度传感器单元 12A—12D，其分别布置在矩形的四个角上从而形成两个差分检测对。第一个差分检测对由速度传感器单元 12A 和 12C 组成，第二个差分检测对由速度传感器单元 12B 和 12D 组成。在第一差分检测对中，速度传感器单元 12A 和 12C 沿运动方向垂直方向的中心距离为 W 。在第二差分检测对中，速度传感器单元 12B 和 12D 在与运动方向垂直的方向上的中心距离同样为 W 。差分检测对之间在运动方向上的距离为 L 。

图 3B 所示为检测系统 200 的另一个布置形式，其中差分检测对 12A、12C 与 12B、12D 布置在平行四边形的四个角上，即速度传感器单元 12A 和 12C 的中心线以及速度传感器单元 12B 和 12D 的中心线并不垂直于速度传感器单元 12A 和 12B 的中心线。速度传感器单元 12A、12C 与速度传感器单元 12A、12B 之间的夹角 α 等于速度传感器单元 12B、12D 与速度传感器单元 12A、12B 之间的夹角 β ，即 $\alpha = \beta$ 。因此速度传感器单元 12A—12D 形成了一个平行四边形，其有两个侧边平行于目标表面 14 的运动方向。通常来讲， α 和 β 均可从 0 到 360 度变化。

图 3C 所示为检测系统 300 的另一种布置形式，类似于图 3A，只是其中第一对差分检测单元 12A、12C 和第二对差分检测单元 12B、12D 布置在两个不同的传感器壳体中，由此所分开的距离 $L' > L$ 。如图 3A 所示，传感器单元 12A 和 12B 中心之间的中心线以目标表面 14 的运动方向对齐。与之相应，连接传感器单元 12C 和 12D 中心的中心线也以目标表面 14 的运动方向基本对齐。连接第一对差分检测单元 12A、12C 中心的中心线平行于连接第二对差分检测单元 12B、12D 中心的中心线，并基本垂直于目标表面 14 的运动方向。

本发明并不限于任何特定类型的速度传感器单元。然而，速度传感器单元 12 优选为涡流式传感器，其能由目标表面 14 的形状特征和目标对象 16 中亚表层材料特性的变化感应形成信号变化。这样检测系统不仅能用于粗糙的目标表面 14，还能用于光滑的目标表面 14，其中在光滑目标表面 14 的情况下，信号变化主要来自于亚表层材料特性的变化而不是表面形状特征。

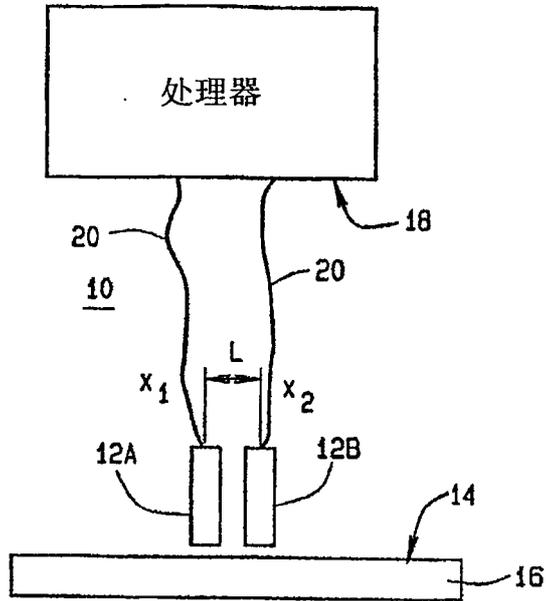
图 4 的曲线表示的是在采用一对涡流速度传感器单元 12A、12B

和无齿目标对象 16 来测量角速度时本发明速度检测系统 10 的有效性和技术。图 4 的曲线绘出了用本发明速度检测系统 10 所测的目标对象 16 的角速度与用常规可变磁阻 (VR) 速度传感器系统所测目标对象 16 的角速度的对比情况, 显示出两种传感器系统非常接近的相关性。

应该明白, 本发明的速度检测系统 10 和技术可用于多种情况下, 例如适用于轴承, 特别是目标表面为轴承密封的轴承。

综上所述, 可以看到本发明实现了上述目的, 并获得了其它一些优点。在本发明范围之内还可以有其它的结构变化, 说明书和附图中所包括的内容均是示例性的, 不起限定作用。

$$y(\tau) = \int x_1(t+\tau) \cdot x_2(t) dt$$



$$v = L/\tau$$

图1A

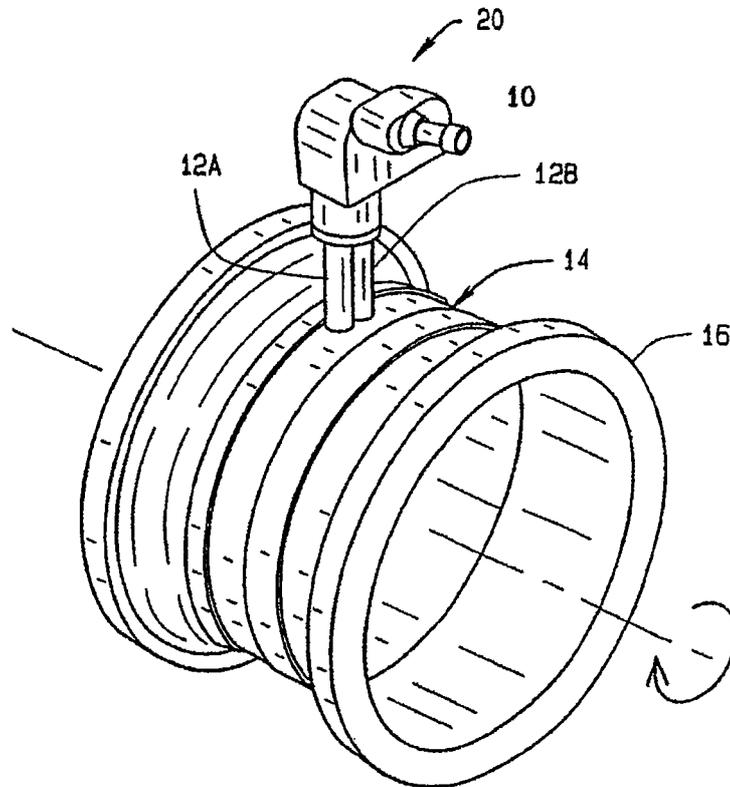


图1B

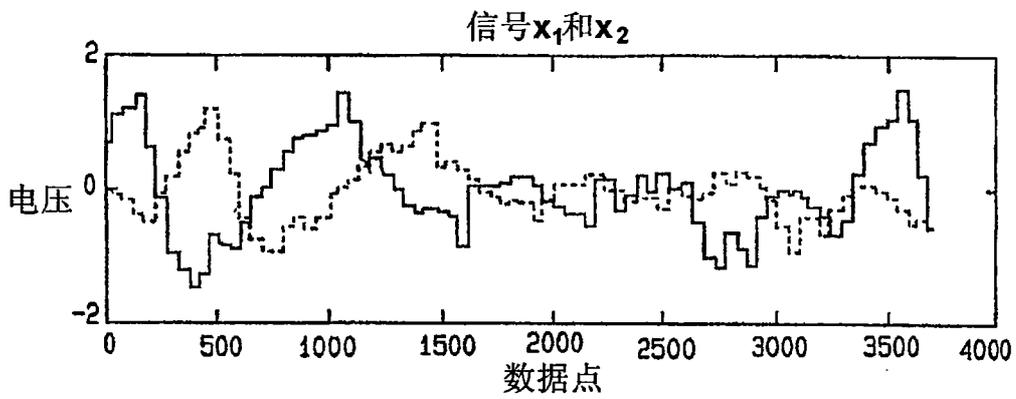


图2A

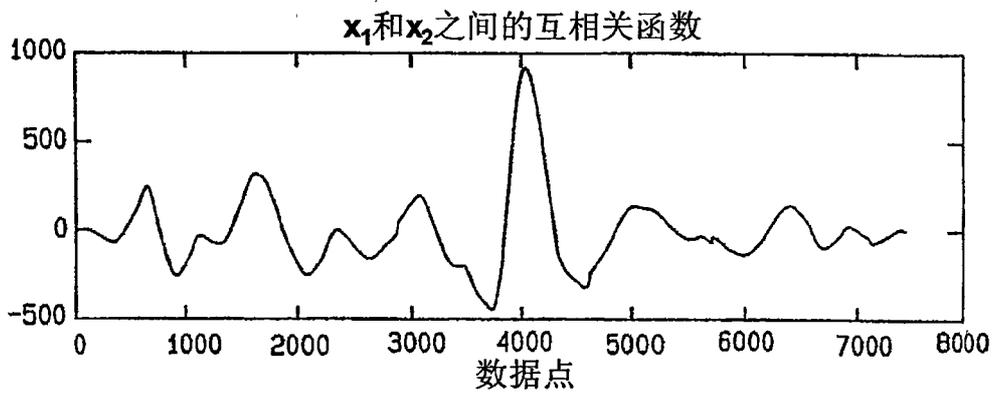


图2B

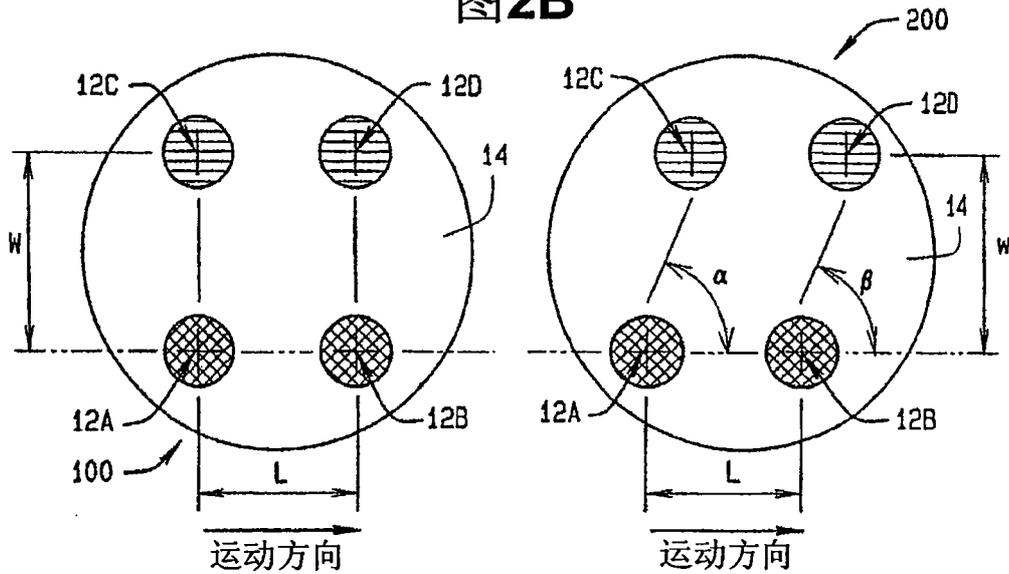


图3A

图3B

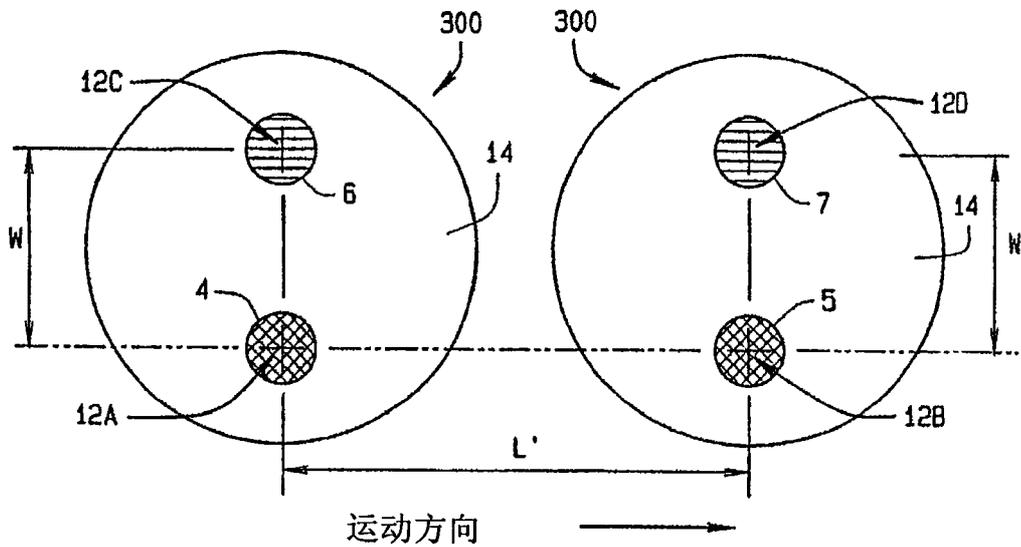


图3C

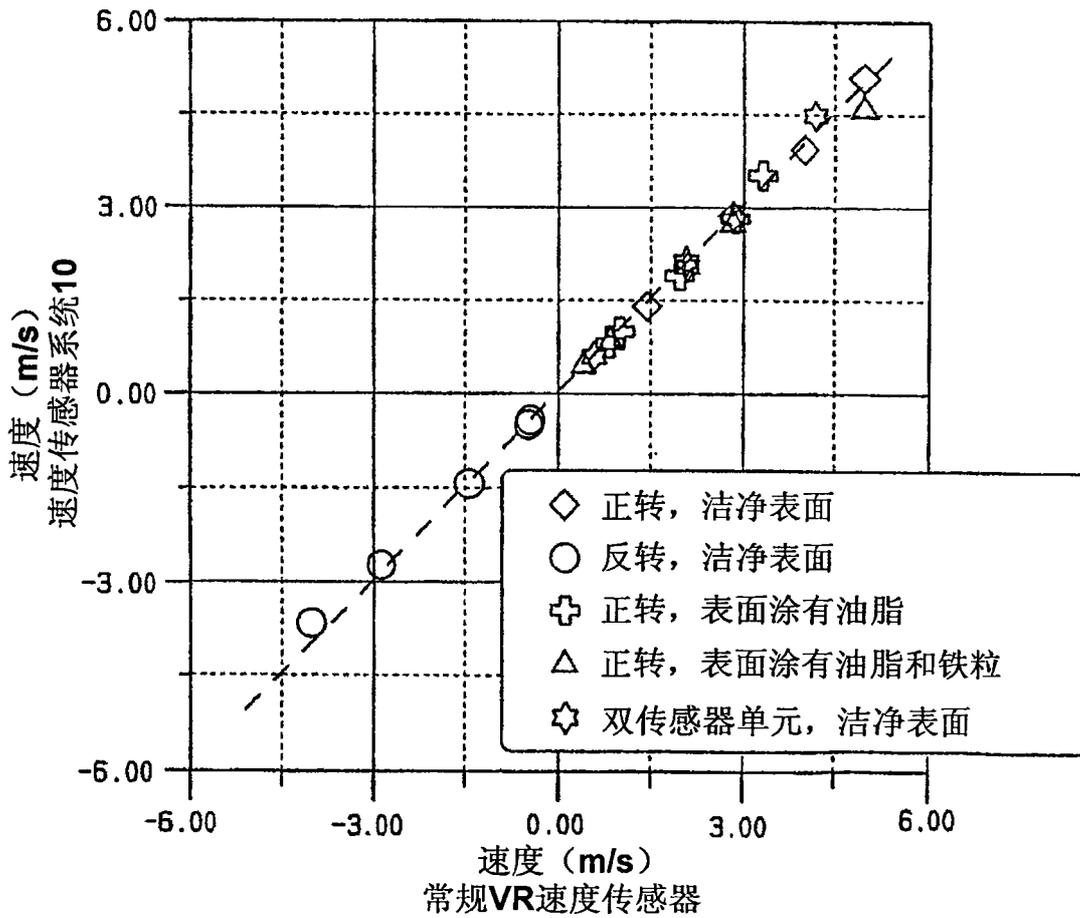


图4