

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01N 11/00 (2006.01)

G01N 15/00 (2006.01)

G01N 27/72 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200610033506.8

[43] 公开日 2006年8月9日

[11] 公开号 CN 1815176A

[22] 申请日 2006.2.10

[21] 申请号 200610033506.8

[71] 申请人 张超

地址 518057 广东省深圳市南山区科技园青
梧路2号科苑学里1栋3F

共同申请人 张峰

[72] 发明人 张超 张峰

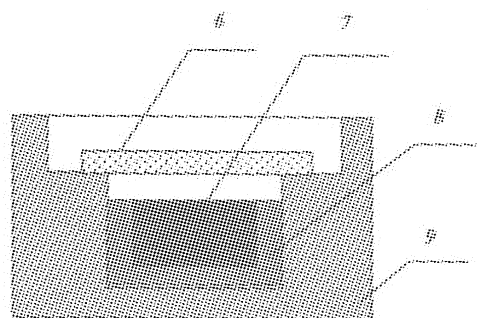
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

[54] 发明名称

在线监测液体粘度和颗粒量的压电传感器和
测量方法

[57] 摘要

本发明涉及一种在线监测液体粘度和颗粒量的传感器和测量方法，其特征在于运用压电敏感器件与液体接触，控制穿过该敏感器件表面的磁场以吸附液体中的铁磁性颗粒，测量压电器件的参数变化以获得液体粘度和液体中颗粒量变化的信息。本发明提出的传感器不仅结构简单，使用方便，响应快，价格低，而且能测量小颗粒和低浓度样品。根据实际应用情况，本发明的传感器不仅能够同时在线测量液体粘度和液体中的颗粒量信息，还可以单独作为测量液体粘度或液体中颗粒量的传感器使用。



- 1、一种在线监测液体粘度和颗粒量的压电传感器和测量方法，其特征在于运用压电敏感器件与液体接触，控制穿过该敏感器件表面的磁场以吸附液体中的铁磁性颗粒，测量压电器件的参数变化以获得液体粘度和液体中颗粒量变化的信息。
- 2、根据权利要求1的传感器和测量方法，其特征在于，所述的压电敏感器件包括工作于体声波、声表面波、剪切波及超声波的压电晶体和压电陶瓷传感器及换能器。
- 3、根据权利要求1的传感器和测量方法，其特征在于，所述的磁场由安装于压电敏感器件后的永磁铁或电磁铁产生，该磁场强度足够大，能将敏感器件接触的液体中的铁磁性颗粒吸附到压电敏感器件表面。
- 4、根据权利要求1的传感器和测量方法，其特征在于，所述的压电敏感器件的参数包括谐振或波传输参数，例如谐振频率、幅值、相位、阻抗或波速等。
- 5、根据权利要求1的传感器和测量方法，其特征在于，所述的液体既包括单一物质成分的液体如水等，也包括具有多种物质成分的液体如溶液、生物体液以及各种化工合成液体如润滑油、液压油、切削液、油漆、油墨、涂料等。
- 6、根据权利要求1的传感器，其特征在于，所述的传感器对液体粘度和液体中颗粒量测量的方式包括：
 - a) 采用两个压电敏感器件，其中一个敏感器件表面没有磁场穿过，另一个敏感器件表面有足够强度的磁场穿过。测量表面没有磁场穿过的压电敏感器件的参数变化以获得液体粘度的变化；比较此两个压电敏感器件的输出信号之差以测定液体中的颗粒量。
 - b) 采用一个压电敏感器件并在其后安装一个电磁铁。测量压电敏感器件在磁场关闭前后的输出信号的变化量，以测定液体中颗粒量。测量压电敏感器件在磁场关闭后的信号以测定液体粘度的变化。
- 7、根据权利要求1-6的传感器，其特征在于，所述的电磁铁的输入电流由传感器的控制电路按照预先设定的时序自动控制，以实现穿过压电敏感器件表面的磁场的开关时间控制。
- 8、根据权利要求1-6的传感器，其特征在于，自动或手动改变所述的永磁铁与压电敏感器件的距离和方向以控制穿过敏感器件表面的磁场强度变化。
- 9、根据权利要求1-6的传感器，其特征在于，所述的传感器可以根据实际情况，单独作为测量液体粘度或液体中颗粒量的传感器使用。

在线监测液体粘度和颗粒量的压电传感器和测量方法

技术领域

本发明属于工业测量仪器领域，特别涉及一种在线监测液体粘度和液体中颗粒量的压电传感器和测量方法。

背景技术

粘度是衡量液体抵抗流动能力大小的一个物理参数，液体中的颗粒量则通过液体中固体微颗粒的数量反映液体的污染程度。同时在线监测液体粘度和液体中颗粒量的变化对许多工业应用都很重要，例如在线监测机械系统的润滑油粘度和磨损颗粒量变化能优化设备维修周期，减少停机时间，进而延长设备使用寿命，减少重大事故的发生。目前单独测量液体粘度和液体中颗粒量的传感器和测量方法很多，在许多工业过程控制和机械设备故障诊断中应用广泛。但现有的测量液体粘度和液体中颗粒量的传感器各自存在许多不足，而且两种传感器所采用的测量原理互不相同，能够同时测量液体粘度和液体中颗粒量的传感器技术未见报道。

实际应用中测量液体粘度的方法主要包括细管方法、旋转粘度测量方法、锥板粘度测量方法、落球粘度测量方法和振动粘度测量方法等。这些方法中很多只适用于离线样品分析，部分可用于在线测量的方法普遍存在体积大，成本高，安装和使用复杂的缺点。

测定液体中颗粒量有在线实时监测和离线分析测定两种方式。离线方式由于需要先取样再分析，不仅费力费时，成本高，而且测定结果的返回具有时间滞后性，在许多应用领域已逐渐被在线监测技术所替代。目前已知的用于在线监测颗粒量的技术包括光学测量、超声测量、磁场测量以及电感和电容测量方法等。

光学测量颗粒技术的主要优点是能测小颗粒（1微米），而且能提供颗粒量和颗粒大小两方面信息。但光学测量方法受液体的污染程度以及其它杂质含量的影响较大，不能区分液体中的颗粒和气泡，易误判，成本高，实际应用受到限制。

超声测量颗粒的方法主要依靠测定液体中颗粒对入射超声波束的反射和散射作用实现。其问题是灵敏度低，对小颗粒出现不敏感。这种方法测量的是液体断面上一个很小的体积内的颗粒量，测量结果代表性小，误差较大。另外，超声测量方法需要具有较强数字信号处理能力的硬件支持，传感器安装方式也比较复杂。

磁场、电感和电容测量颗粒的方法主要是通过测量颗粒出现所引起的相应物理参数的变化，以获取液体中颗粒量的信息。这几种方法的共同优点是操作简单，安装方便，成本较低。共同的问题是灵敏度低，对小颗粒和低浓度颗粒量不敏感，一般可以测到的颗粒大小在 100 微米左右。

发明内容

本发明的目的在于克服已有技术的不足，提供一种基于压电敏感器件的新型传感器和测量方法。本发明提出的传感器不仅能够同时在线测量液体粘度和液体中的颗粒量，而且可以根据实际情况，单独作为测量液体粘度或液体中颗粒量的传感器使用。本发明提出的传感器结构简单，使用方便，响应快，价格低，而且能测量小颗粒（达到 1 微米）和低浓度样品。本发明提出的传感器可以应用到各种液体测量中，其中既包括单一物质成分的液体如水等，也包括具有多种物质成分的液体如溶液、生物体液以及各种化工合成液体如润滑油、液压油、切削液、油漆、油墨、涂料等。

本发明提出的传感器主要包括：

- (1) 压电敏感器件，包括工作于体声波、声表面波、剪切波及超声波的压电晶体和压电陶瓷传感器及换能器。当压电敏感器件的表面与被测液体接触时，测量该器件的谐振或波传输参数包括频率、幅值、相位、阻抗或波速等信息，此信息能转化为反映压电器件表面附着颗粒量或与之接触的液体粘度的变化信息。
- (2) 穿过该压电敏感器件并进入被测液体中的磁场。该磁场由安装于压电敏感器件后的永磁铁或电磁铁产生。其磁场强度足够大，能将压电敏感器件接触的液体中的铁磁性颗粒吸附到器件表面。

本发明的基本原理是通过测量压电敏感器件在磁场场强为零（或很小）和很大两个状态下的参数变化，来感知液体粘度和液体中颗粒量的变化。当磁场强度很大时，存在于液体中的铁磁性颗粒会被吸引到压电敏感器件表面，引起压电敏感器件的质量效应变化，测量压电敏感器件此时的谐振和波传输参数能够获得液体中的铁磁性颗粒量。当该磁场强度为零或很小时，液体中的颗粒不会附着于压电敏感器件表面，测量压电敏感器件此时的谐振或波传输参数变化，能够获得与之接触的液体粘度变化信息。实际上，此时压电敏感器件的谐振或波传输参数的变化反映的是液体粘度与密度乘积的变化。但由于在实际应用中，液体密度变化很小，压电器件谐振或波传输参数的变化可以认为主要与粘度变化有关。

穿过压电敏感器件的磁场强度的变化由相应的测量和控制电路实现。采用电磁铁时，按照预先设定的时序自动控制电磁铁输入电流的开和关，实现对穿过压电敏感器件表面的磁场的开关时间控制。采用永磁铁时，自动或手动改变永磁铁与压电敏感器件的距离和方向以控制穿过敏感器件表面的磁场强度变化。

此外，此电路还能检测压电敏感器件的谐振或波传输参数，包括频率、幅值、相位、阻抗或波速中的一个或组合，经标定后，输出与液体粘度或液体中颗粒量成一定关系的信号。本发明所说的测量和控制电路可以采用常规的公知电路，在此不再详述。

在实际应用中，本发明提出的传感器有多种结构方式实现对液体粘度和液体中颗粒量的在线测量。例如根据使用的压电敏感器件数量，传感器可以设计为两种结构形式：a) 双压电器件传感器，采用两个压电敏感器件，其中一个敏感器件表面没有磁场穿过，另一个敏感器件表面有足够强度的磁场穿过。表面没有磁场穿过的压电敏感器件用以测定液体粘度的变化；比较此两个压电敏感器件的输出信号之差以测定液体中的颗粒量。b) 单压电器件传感器，采用一个压电敏感器件，按照预先设定的时序控制压电敏感器件后的电磁铁的输入电流以控制穿过压电敏感器件表面的磁场的开关时间。测量压电敏感器件在磁场关闭前后的输出信号的变化量，以测定液体中颗粒量。测量压电敏感器件在磁场关闭后的信号以测定液体粘度的变化。

根据不同应用领域的实际情况，本发明提出的传感器也可以单独作为测量液体粘度和液体颗粒量的传感器使用。例如，在传感器中不安装磁铁，本发明提出的传感器即可单独作为液体粘度传感器使用。而如果忽略传感器的粘度输出信号，本发明提出的传感器即可单独作为测量液体中颗粒量变化的传感器使用。另外，传感器也可以预先设定液体粘度和液体中的颗粒量的报警值，在输出信号超过报警值时发出报警信号。

附图说明

以下结合附图对本发明作进一步详细说明。

附图 1 为双压电器件液体粘度和颗粒量传感器特征结构示意图；

附图 2 为单压电器件液体粘度和颗粒量传感器特征结构示意图；

附图 3 为单压电器件传感器的工作和电磁铁时序控制图；

附图 4 为本发明传感器的安装和应用方式实施例；

如附图 1 所示，压电敏感器件 1 和 3 分别安装于磁铁 2 的两面。磁铁 2 嵌入屏蔽金属 4 中，从而使得磁铁 2 的绝大多数磁力线只通过压电敏感器件 3 表面而压电敏感器件 1 表面的磁场强度基本为零。传感器壳体 5 一般由非铁磁性材料制成。当此传感器安装于液体回路中时，压电敏感器件 1 和 3 都与被测液体接触，压电敏感器件 1 表面由于没有磁场穿过，输出信号只与液体粘度变化有关，因此通过测量其输出信号即能获得液体粘度变化信息。压电敏感器件 3 表面由于有强磁场穿过，输出信号既受液体粘度变化影响，也受吸附于表面的颗粒量影响。比较压电敏感器件 3 和 1 的输出信号，即可获得液体中的颗粒量变化信息。

附图 2 为单压电器件传感器结构示意图。如图所示，压电敏感器件 6，电磁铁 7 及屏蔽金属 8 都安装在传感器壳体 9 上。电磁铁 7 的输入电流按照预先设定的时序开启和关闭，由此实现对压电敏感器件 6 表面的磁场的开关控制。当压电敏感器件 6 表面的磁场由很强变为零时，吸附于其上的颗粒就会脱离器件表面而被液体带走，从而引起压电敏感器件 6 输出信号变化。测量压电敏感器件 6 在磁场突变时输出信号的变化即可获得液体中颗粒量的变化信息。另外，监测压电敏感器件 6 在磁场关闭时间段内的信号变化即可获得液体粘度的变化信息。

附图 2 的单压电器件传感器的工作方式与电磁铁的时序控制方式有关，需要根据不同应用的实际情况预先设定电磁铁的开和关的时间周期，附图 3 为其中的一种推荐方式。此方式包括：

- (1) 设定电磁铁的开和关的时间长度分别为 T_1 和 T_2 ，即压电器件表面的磁场每工作 T_1 时间段后关闭一段时间 T_2 ， T_1 远远大于 T_2 。
- (2) 监测传感器在每次磁场关闭前后的信号变化量来测定液体中的颗粒量。
- (3) 记录传感器在每次磁场关闭后输出信号稳定后的数值，此数值反映液体的粘度变化。
- (4) 电磁铁的开关时序由电路自动控制，传感器对应的输出信号由计算机实时存储。

具体实施方式

实施例 1：运用本发明提出的传感器实时监测机械设备润滑系统中磨损颗粒量和润滑油粘度的变化，进而判定设备运转状态并提供故障预警信息。

表面磨损和疲劳是旋转机械设备如汽轮机、车辆变速箱、液压系统和轴承失效的主要模式。测定润滑油中的磨损颗粒量特别是铁磁性磨损颗粒量是一种有效的反映机械部件表面磨损和疲劳状态的方法并在航空、运输及动力机械中获得广泛应用。同时，粘度是衡量润滑油润滑能力的一个重要指标。当润滑油经过被润滑的运动副表面时，局部的高温高压会使润滑油氧化，同时各种杂质的掺入也会降低润滑油的流动性，导致粘度升高。因此，同时在线监测润滑油粘度和磨损颗粒量变化能及时提供润滑油质量和设备使用状态信息，进而减少停机时间，优化设备维修周期，延长使用寿命，减少关键设备事故的发生。

利用本发明提出的压电传感器和测量方法可以实现对润滑油粘度和磨损颗粒量的在线监测。采用如附图 2 所示的单压电器件传感器。其中，压电敏感器件 6 为体声波压电石英晶体器件，采用 AT 切型，谐振频率范围在 1-30MHz，晶体表面镀有金属电极，一般是金或银电极。电磁铁 7 为小型标准电磁铁，传感器壳体 9 由不锈钢材料制成。此传感器的安装位置包括机械系统的回油管，油箱及其它油路部分。附图 4 显示本发明提出的单压电晶体传感器 12 安装于润滑油系统的回油管 10 上，润滑油 11 在回油管中流动并

与传感器 12 的压电晶体表面接触。前置电路 13 控制传感器中的电磁铁开和关，并输出数据到计算机 14。计算机 14 按照设定的采样频率记录传感器数据，并根据预先设定的报警值，在传感器输出信号超出报警值时发出报警信号。设备现场操作人员可根据报警信号采取适当措施。

实施例 2：在某些应用领域，例如化工、油漆、涂料和食品加工工业，被测液体中的铁磁性颗粒量变化很小，而且颗粒量的变化信息与粘度变化信息相比不重要，本发明提出的传感器也可以单独作为液体粘度传感器使用。采用如附图 2 所示的单压电器件传感器。其中，压电敏感器件与传感器壳体与实施例 1 同，但传感器壳体中不安装任何磁铁。将此传感器安装于有被测液体通过的管道中，测量压电晶体的参数变化即可在线测量液体粘度的变化。

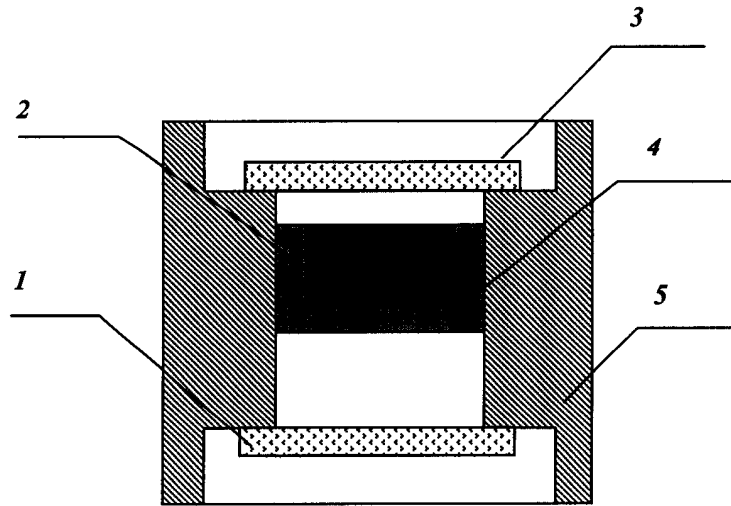


图 1

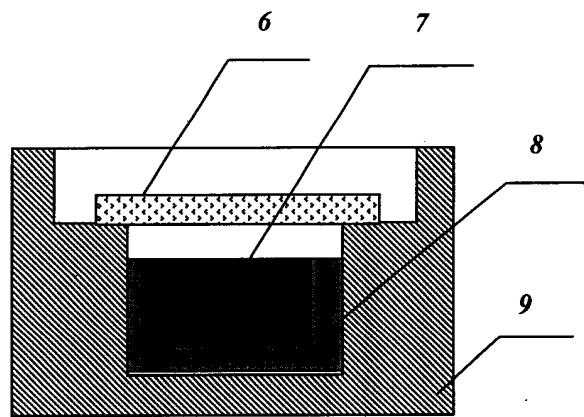


图 2

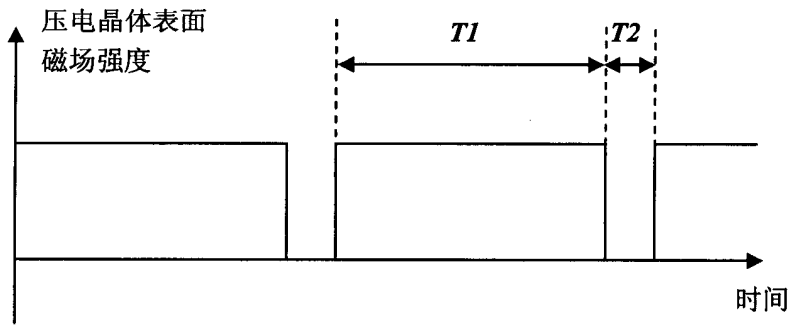


图 3

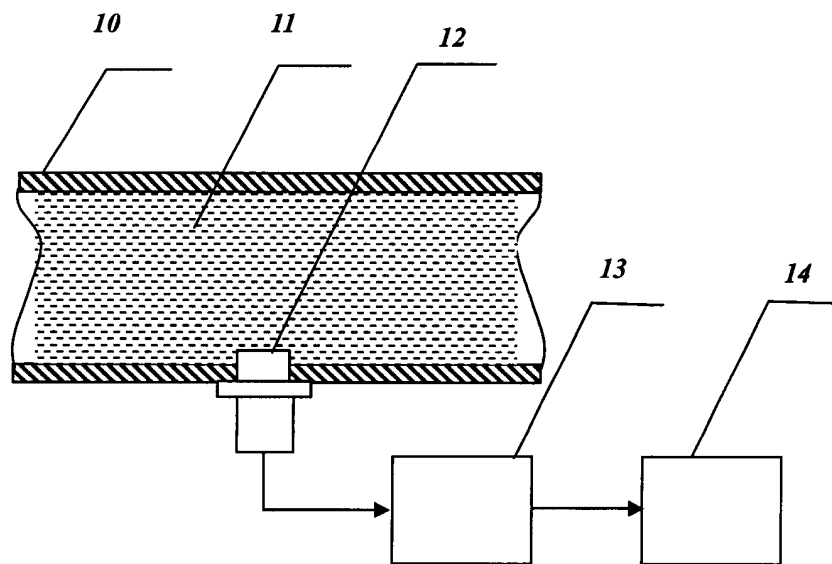


图 4