



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104697910 B

(45)授权公告日 2017.03.01

(21)申请号 201510097363.6

(22)申请日 2015.03.05

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104697910 A

(43)申请公布日 2015.06.10

(73)专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园1号

(72)发明人 马骁驰 张向军 经昊达 孟永钢

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务所(普通合伙) 11201

代理人 罗文群

(51)Int.Cl.

G01N 15/06(2006.01)

(56)对比文件

CN 103308431 A, 2013.09.18,

CN 203365280 U, 2013.12.25,

US 2014144216 A1, 2014.05.29,

US 6255954 B1, 2001.07.03,

CN 101393108 A, 2009.03.25,

牛云波等.在线磨粒监测传感技术的研究现状与发展趋势.《传感器世界》.2008,

刘云涛等.基于巨磁电阻传感器的油液铁磁性磨粒检测研究.《润滑与密封》.2014, 第39卷(第2期),

审查员 余玲

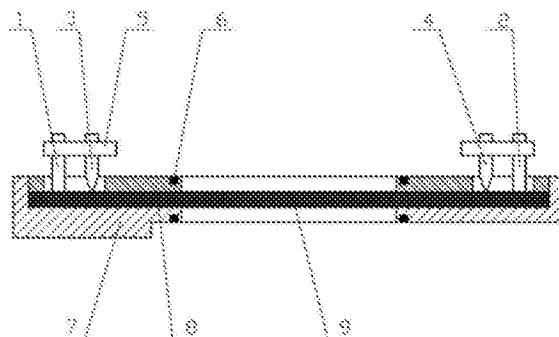
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种润滑油液中铁磁性磨粒含量的在线检测传感器

(57)摘要

本发明涉及一种润滑油液中铁磁性磨粒含量的在线检测传感器，属于测量仪器技术领域。本传感器中，滤片固定在滤片下夹板和滤片上夹板之间，滤片下夹板和滤片上夹板的中央分别开有与待使用本检测传感器的油路通道相同尺寸的方孔，滤片上夹板的左侧和右侧分别开有方孔。电流输入输出电极和前后检测电极分别通过电极固定板固定在滤片上夹板的方孔中。本发明的在线检测传感器，通过设计串联不同孔径的碳纤维滤网，可以同时在线测量油液中多种粒径大小的铁磁颗粒含量，而且分析速度快，测试精度较高；传感器中使用的碳纤维滤片，由于碳纤维的电阻率随温度变化很小，因此传感器的适用温度范围较大，拓展了传感器的应用领域。



1. 一种润滑油液中铁磁性磨粒含量的在线检测传感器，其特征在于该检测传感器包括滤片、滤片下夹板、滤片上夹板、电流输入电极、电流输出电极、前检测电极和后检测电极；所述的滤片固定在滤片下夹板和滤片上夹板之间，滤片下夹板和滤片上夹板的中央分别开有与待使用本检测传感器的油路通道相同尺寸的通孔，滤片上夹板的左侧和右侧分别开有通孔，所述的滤片材料为碳纤维；所述的电流输入电极和前检测电极分别通过电极固定板固定在滤片上夹板的左侧通孔中，所述的电流输出电极和后检测电极分别通过电极固定板固定在滤片上夹板的右侧通孔中。

一种润滑油液中铁磁性磨粒含量的在线检测传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种润滑油液中铁磁性磨粒含量的在线检测传感器，属于测量仪器技术领域。

背景技术

[0002] 绝大部分的机械部件是以铁质材料为基础制成。在实际机械运行中，由于摩擦与磨损的发生，运动表面材料通常会以磨损颗粒的形式脱落，并融入润滑油中。机械磨损过程一般分为三个阶段，即磨合磨损、稳定磨损和剧烈磨损。机械正常工作通常发生稳定磨损，其磨损量较小。当材料的磨损速率突然增加，特别是润滑油中大粒径铁磁性磨粒出现时，往往预示剧烈磨损的发生。如若不及时修理，将会引起故障的发生。检测润滑油中铁磁磨粒含量可及时得知机械的磨损状况，与其他的诊断方法如振动法、性能参数法等相比，能够更加明确地、早期地预报机械的异常状态，避免事故发生。

[0003] 目前，国内关于油液中铁磁颗粒的测试主要采用铁谱分析技术进行分析，即对使用中的润滑油进行定期采样，借助磁力将油液中的铁磁磨粒分离出来制成铁谱片，通过显微镜来观测分析油液中的铁磁颗粒分布情况。采用这种方式的优势是可观测磨粒的尺寸范围大，最大可以达到 $250\mu\text{m}$ ；且由于该方法对油样中沉淀磨粒的形态、大小和其他特征进行直接观测，检测精度高。但是铁谱分析技术只能在实验室环境下制样和操作，属于离线检测，无法对运行中的机械设备进行实时监测，从而易于错过故障预报的最佳时间。因此，能够实时监测机械设备磨损颗粒的在线检测技术是及时预报机械异常的关键方向。

[0004] 润滑油铁磁颗粒在线检测技术，主要是通过在设备中安置在线检测传感器对润滑油中的颗粒含量进行实时监测。目前已有的传感器以磁场式铁磁颗粒传感器为主，具体如：

[0005] 1、CN 102331390 A(流动油液金属颗粒在线监测传感器)

[0006] 采用线圈包围油液流道，通过对线圈施加交流电流在流道内形成磁场，而流道内油液中的铁磁颗粒含量会改变整个流道的磁导率，进而改变磁场强度。通过对磁场强度的变化进行检测，可以换算得到油液中铁磁颗粒的含量。该传感器的缺点是，只能用于对铁磁颗粒的总含量进行测定，无法区分不同粒径的颗粒分布。

[0007] 2、CN 101806692 A(一种机油铁磁性颗粒在线监测装置)

[0008] 采用一个安置在油路管径上的一端为永久磁铁，一端为电磁铁的传感器。永久磁铁提供的磁场强度不变，而油路管径的磁导率受到油液中铁磁颗粒的影响，铁磁颗粒含量越高，磁导率越大。专利通过采用测量电磁铁与永久磁铁吸合时供电电压数值的方法来检测油路管径中的磁导率变化，并进而计算出油液中铁磁颗粒的含量。该监测装置的缺点是，同样只能检测铁磁颗粒的总含量，无法对特定粒径大小的铁磁颗粒进行测量。

[0009] 3、CN 101963570 A(快速检测润滑油中铁磁磨粒的装置和检测方法以及信号处理电路)

[0010] 采用一个具有交变磁场的激励线圈两端等距离位置处分别设有一个检测线圈和平衡线圈，将被测样品靠近检测线圈，通过检测电路检测两个线圈感应信号的差异，最终表

征出被检测样品的铁磁磨粒含量。该检测方法的缺点是，无法对不同粒径的铁磁颗粒含量进行区分。

[0011] 铁磁颗粒的粒径分布是判断磨损状态的一个重要指标。设备稳定运行情况下产生的铁磁颗粒的粒径通常不大于 $10\mu\text{m}$ 。当粒径大于 $40\mu\text{m}$ 时则预示着剧烈磨损正在发生，机械设备处于异常运行阶段，应立刻停止并维修。而从上述内容可见磁场式铁磁颗粒传感器虽然可以实现对油液的在线测量，但是都无法区分被测铁磁颗粒的粒径大小，具有使用局限性。

发明内容

[0012] 本发明的目的是提出一种润滑油液中铁磁性磨粒含量的在线检测传感器，针对上述已有技术的缺点，对已有的检测方法和检测装置的结构进行改进，以使检测装置的结构简单，操作可靠，分析速度快，且可以同时测量润滑油液中不同粒径大小铁磁磨粒含量的在线传感器。

[0013] 本发明提出的润滑油液中铁磁性磨粒含量的在线检测传感器，包括滤片、滤片下夹板、滤片上夹板、电流输入电极、电流输出电极、前检测电极和后检测电极；所述的滤片固定在滤片下夹板和滤片上夹板之间，滤片下夹板和滤片上夹板的中央分别开有与待使用本检测传感器的油路通道相同尺寸的通孔，滤片上夹板的左侧和右侧分别开有通孔；所述的电流输入电极和前检测电极分别通过电极固定板固定在滤片上夹板的左侧通孔中，所述的电流输出电极和后检测电极分别通过电极固定板固定在滤片上夹板的右侧通孔中。

[0014] 上述检测传感器中，所述的滤片材料为碳纤维。

[0015] 本发明提出的润滑油液中铁磁性磨粒含量的在线检测传感器，其优点是：

[0016] 1、本发明提出的润滑油液中铁磁性磨粒含量的在线检测传感器，通过设计串联不同孔径的碳纤维滤网，可以同时在线测量油液中多种粒径大小的铁磁颗粒含量，因此可以弥补现有在线测试技术的不足，且具有更好的实用性。

[0017] 2、由于铁磁颗粒对碳纤维滤片的电阻率影响很大，因此使用本发明的检测传感器，分析速度快，且测试精度较高。

[0018] 3、本发明在线检测传感器中使用的碳纤维滤片，由于碳纤维的电阻率随温度变化很小，因此传感器的适用温度范围较大，拓展了传感器的应用领域。

[0019] 4、本发明的在线检测传感器，结构简洁，使用过程中更换碳纤维滤片的操作方便，碳纤维滤片的使用寿命长，因此有效降低了检测成本。

附图说明

[0020] 图1是本发明提出的润滑油液中铁磁性磨粒含量的在线检测传感器的结构示意图。

[0021] 图2是本发明传感器的使用状态图。

[0022] 图1和图2中，1是电流输入电极，2是电流输出电极，3是前检测电极，4是后检测电极，5是电极固定板，6是密封垫圈，7是滤片下夹板，8是滤片上夹板，9是滤片，10是油路通道。

具体实施方式

[0023] 本发明提出的润滑油液中铁磁性磨粒含量的在线检测传感器，其结构示意图如图1所示，包括滤片9、滤片下夹板7、滤片上夹板8、电流输入电极1、电流输出电极2、前检测电极3和后检测电极4。滤片9固定在滤片下夹板7和滤片上夹板8之间，滤片下夹板7和滤片上夹板8的中央分别开有与待使用本检测传感器的油路通道10（如图2中所示）相同尺寸的方孔。滤片上夹板8的左侧和右侧分别开有方孔，电流输入电极1和前检测电极3分别通过电极固定板5固定在滤片上夹板8的左侧方孔中，电流输出电极2和后检测电极4分别通过电极固定板5固定在滤片上夹板8的右侧方孔中。

[0024] 上述在线检测传感器中，滤片9分别被滤片上夹板8和滤片下夹板7夹紧固定，其中夹板采用绝缘体材料，导电性可忽略不计。后将滤片夹板插入油路通管10中，利用台阶固定，密封垫圈6在连接处起到防止油液泄露的密封作用，滤片下夹板7和滤片上夹板8的中心处存在一个与油路横截面积相等的矩形孔，使得碳纤维滤片9可在油路通管内充分与油液接触。滤片上夹板8的边缘为两个通孔，目的是使得电流电极和检测电极能与碳纤维滤片9接触，如图1和图2所示。

[0025] 使用时，将图1所示的传感器插入油路通道10中，在油路通道10的上端施加一个压力源，自上而下（如图2中的箭头所示）通过待测润滑油液，润滑油液依次经过上、中、下三个碳纤维滤片，其中滤片的孔径不同，上端滤片的孔径最大、下端滤片的孔径最小。润滑油液中粒径大于滤片孔径的铁磁颗粒和非铁磁颗粒被吸附在滤片上，而粒径较小的颗粒则通过滤片。铁磁颗粒会减小滤片的电阻率，而非铁磁颗粒多为砂砾，是绝缘体，不影响滤片的电阻率变化。故通过对不同碳纤维滤片的电阻率变化量进行测量，最终可以得到吸附在该滤片上的铁磁颗粒含量，从而确定油液中不同粒径铁磁颗粒含量的分布情况。

[0026] 本发明的检测传感器中，选取碳纤维滤片作为铁磁颗粒检测的传感部件。碳纤维的体积电阻率约为 $1.70 \times 10^{-5} \Omega \cdot m$ ，且随温度变化很小；而油液中的铁磁颗粒主要以铁材料为主，其体积电阻率为 $9.78 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ 。可见碳纤维与铁磁颗粒材料的电阻率相差3个数量级，当碳纤维上吸附铁磁颗粒以后，其整个滤片的电阻率会发生改变，且变化量与吸附的铁磁颗粒含量成正比关系，通过测量的电阻率变化即可得知吸附在该滤片上的铁磁颗粒含量。

[0027] 本发明的检测传感器中可以采用不同孔径的碳纤维滤片，串联在油路通道中，实现铁磁颗粒的分级检测。

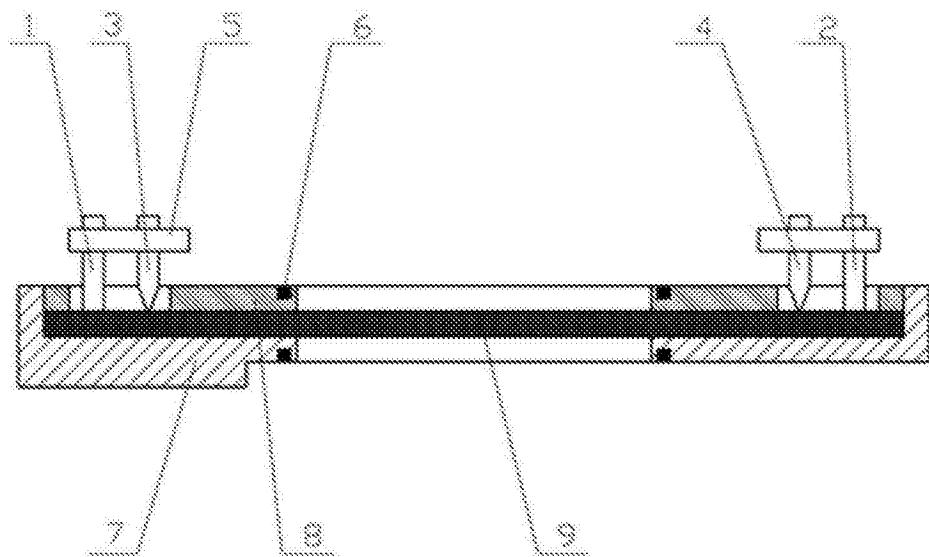


图1

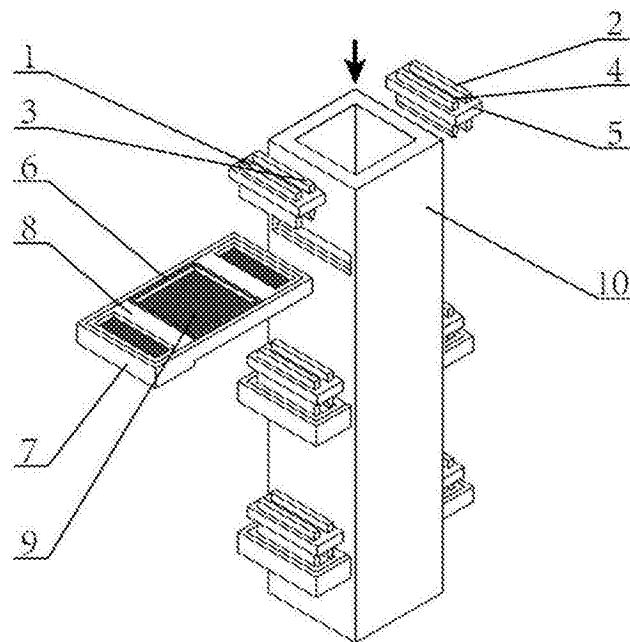


图2