



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103140754 A

(43) 申请公布日 2013. 06. 05

(21) 申请号 201180034525. 1

(22) 申请日 2011. 07. 12

(30) 优先权数据

102010027072. 5 2010. 07. 13 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 01. 14

(86) PCT申请的申请数据

PCT/DE2011/001454 2011. 07. 12

(87) PCT申请的公布数据

W02012/010154 DE 2012. 01. 26

(71) 申请人 普乐福尼克·迪特·布什股份公司

地址 德国伊斯曼宁

(72) 发明人 R·霍泽尔

(74) 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理

有限公司 11280

代理人 王勇 王博

(51) Int. Cl.

G01N 25/72 (2006. 01)

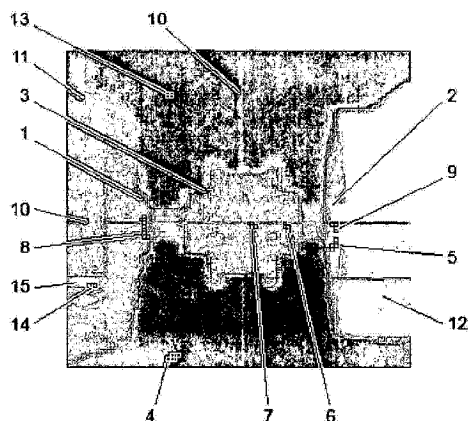
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

用于利用热成像预测旋转机器的零件上的故障的方法和系统

(57) 摘要

本发明涉及借助热成像图像的选择区域的温度的数学组合计算机支持地识别机器零件上的损伤, 例如错定向和对轴承和离合器的机械损伤。进行计算机支持的识别时可以参考来自可视光谱区域的图像。



1. 一种通过分析热成像图像确定机器零件状态的方法，
其中比较至少一个第一热成像图像与至少一个用作参考的另一热成像图像，
其中在所述至少一个第一热成像图像和所述至少一个用作参考的另一热成像图像中为每个至少一个第一像素或每个至少一个第一组像素分配至少一个冷位置，
其中利用所述所述第一热成像图像和所述至少一个用作参考的另一热成像图像中的所述至少一个冷位置的温度的数学组合的结果来实施所述至少一个第一热成像图像的正常化，
其中在所述至少一个第一热成像图像正常化之后，通过与至少一个用作参考的另一热成像图像进行比较将至少一个第二像素或至少一个第二组像素识别为至少一个第一热位置，该第一热位置被分配给特定的机器零件。
2. 根据权利要求 1 的方法，其中针对为第一热位置分配的所述至少一个机器零件，产生关于所述机器零件的状态的说明。
3. 根据权利要求 1 或 2 的方法，其中在所述至少一个第一热成像图像和至少一个用作参考的另一热成像图像中为每个至少一个第三像素或每个至少一个第三组像素分配至少一个第二热位置，该第二热位置的温度实现关于机器的运行参数的说明，并且其中在所述第一热成像图像和所述至少一个用作参考的另一热成像图像中的所述至少一个冷位置的温度的数学组合中考虑所述至少一个第二热位置的温度。
4. 根据前述权利要求之一的方法，其中在所述第一热成像图像和所述至少一个用作参考的另一热成像图像中的所述至少一个冷位置的温度的数学组合中考虑环境温度。
5. 根据前述权利要求之一的方法，其中在所述数学组合中采用所述机器的运行参数。
6. 根据前述权利要求之一的方法，其中在将像素或像素组分配至冷位置或热位置之前，重叠所述第一热成像图像和所述至少一个用作参考的另一热成像图像，使得冷位置和热位置覆盖在这些图像上。
7. 根据权利要求 6 的方法，其中在重叠所述第一热成像图像和所述至少一个用作参考的另一热成像图像时额外重叠来自可视光谱区域的图像。
8. 根据权利要求 6 或 7 的方法，其中在重叠所述第一热成像图像和所述至少一个用作参考的另一热成像图像时考虑瞄准标记。
9. 根据权利要求 8 的方法，其中利用激光束产生所述瞄准标记。
10. 根据权利要求 8 的方法，其中由十字准线产生所述瞄准标记。
11. 根据前述权利要求之一的方法，其中使用使两个轴相互连接的离合器和 / 或滚动轴承作为机器零件。
12. 根据前述权利要求之一的方法，其中在数据库中存储用于冷位置和热位置的参考值、运行参数、环境温度和 / 或每个机器零件的状态参数和 / 或每个机器零件的表面的发射率。
13. 根据权利要求 12 的方法，其中在数据库中存储其它热成像图像和来自可视光谱区域的图像。
14. 根据权利要求 13 的方法，其中重叠所述数学组合的结果和在所述数据库中存储的图像并且为用户显示该重叠的结果作为结果图像。
15. 用于实施根据权利要求 1-14 之一所述的方法的系统，包括热成像摄像机、计算机

系统、存储所述热成像摄像机的图像的数据库、在所述计算机系统上执行的用于实施所述数学组合的软件和用于所述数学组合的结果的显示器。

16. 根据权利要求 15 的系统,包括用于可视光谱区域的摄像机。

17. 根据权利要求 15 或 16 的系统,其中所述软件以重叠多个热成像图像的形式显示所述数学组合的结果,和 / 或在引用权利要求 16 时,与来自可视光谱区域的图像重叠。

用于利用热成像预测旋转机器的零件上的故障的方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种方法和系统,其借助热成像用于识别错定向和预测旋转机器和其零件上的故障。

背景技术

[0002] 已知不同的方法用于预测旋转机器和其零件(例如轴承)和电机的定向的故障。最简单的是可视检查,其中查找明显的损伤。这种损伤是燃油或润滑油泄漏或可见的裂缝。在可视检查中还控制存储油箱的液位,以及过滤器中材料的聚集。

[0003] 由部分利用听筒实施的声学检查进行振动分析。在此利用麦克风或加速计接收振动信号。多数情况下压电传感器用作加速计,所述压电传感器今天也实施为 MEMS 组件。由加速计的加速度信号可以通过单倍或双倍的集成获取振动速度或移动的信号。因此声学检查的原始频率范围由可听到的部分扩展到超声波。此外可以通过电子再处理在分析振动测量的数据时使用数学和数字方法,例如傅里叶分析。

[0004] 另一方法是燃油分析。由于一方面需要取出油样,另一方面必须向实验室发送该油样,而这意味着需要消耗更多时间,因此尽管该方法期相对有效,但其消耗较高。

[0005] 实践中越来越多使用的另一方法是热成像。在此利用红外摄像机拍摄感兴趣的机器零件的图像。通常这些图像还与可视光谱区域中拍摄的影像重叠,所述影像由类似或相同的透视角度摄取,其中例如红外摄像机和用于可视光谱区域的摄像机集成在外壳内。相应的在 US2009/0010635 中描述了这样一种摄像机,其利用了重叠来自可视和红外光谱区域的图像的技术。为观察者保留所述拍摄的分析,该观察者经常被限制于找到红外图像中特别突出的温度值。这种方法有助于例如快速定位热运行的轴承或由于错定向而变热的离合器并采取措施。但是这种变热零件的定位只有在人类观察者将变热的零件正确地分配至红外图像中时才有可能。因此 US7,706,596 在第 5 栏第 54-60 行提到对于红外图像的分析观察者必须具备某种技能(“skill”),这是必须的。

[0006] 在专利 US7,528,372 中描述了机械分析红外图像的替代方案。其中也提到了将红外图像和可视光谱区域中的影像进行重叠。利用计算机实施热成像拍摄的比较在通常概念中被称为“热性能算法(thermal performance algorithm)”。这种算法的具体实施形式不再赘述。

[0007] 这种算法可以用于以较大时间间隔拍摄的热成像拍摄,例如新机器的图像和同一台新机器在较长运行之后的图像。实施这种算法时的问题在于机器中的环境条件,例如车间的温度会发生变化。其它问题在于运行条件的变化,其因机器的不同运行状态而产生,或者例如在由电机驱动的泵送中因待传输的介质的温度发生变化而产生。

[0008] 当系统进行初始启动或维护时,人为造成待评价机器系统的全负荷,然后拍摄热成像图像,这通常也是有利的。为了在稍后时刻检查机器,再次人为产生全负荷并拍摄热成像图像。然后由有经验的检查者比较这两个热成像图像。这种方法由于人为导致了全负荷

并且观察者不是不受限地可使用的而费用较高且可信度较低。是否和在多大程度上正确地考虑参数,例如环境参数或传输的介质的量和 / 或温度取决于观察者的经验和能力。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于提供一种方法和系统,其可以比较旋转机器的零件的红外图像,所述机器在不同时刻被拍摄并且提供用于实施的具体算法。

[0010] 该目的通过根据权利要求 1 的方法和根据权利要求 14 的系统得以实现。从属权利要求的内容是各种有利的设计方案。特别是该目的可以这样实现,即利用红外摄像机在图像中获取参考状态并且另一方面比较特定运行持续时间之后拍摄的图像与该参考图像。在此这种比较并非由观察者进行而是由计算机系统进行。

[0011] 通常可以在构造机器时识别出在随后的运行中承受特别的负荷并且因此必须进行细心监视的位置或零件。此外在运行机器时经常在特定零件中一再出现问题,这表明该单个零件需要进行特别的监视。这些零件的实例是离合器或滚动轴承,例如用于轴的滚动轴承。

[0012] 离合器通常用于电机和由该电机驱动的机器零件(例如风扇或用于传输流体介质的泵)之间。在此电机相对于泵或风扇的几何定向对离合器和与离合器连接的轴的轴承的负荷而言具有重要作用。当电机相对于泵或风扇的相对定向未能正确实施或在运行时间内出现两个零件的移动时,这可能在长时间内不会被注意到并且导致灾难性损伤。以规定的时间间隔在机器上设置定向设备相对成本较高,因为这在正常情况下只能在设备静止状态下实现。对旋转的离合器的几何定向状态的持续监控由于设置了定向设备而变得困难,因为这种设置仅能在不活动的机器零件中实现。为了避免为检查定向状态所需要的机器静止状态的高成本,根据本发明实施热成像拍摄。错定向显示为热成像图像中离合器区域变热。

[0013] 本发明的主题在于使用机器,即使用计算机分析单个零件的不同变热,其中考虑在相应零件的温度下具有不同运行参数或不同环境条件的多种影响。为了实现这一点,在启动新机器之后或成功维护之后拍摄至少一个热成像图像,该热成像图像用作参考。在选择视图时需要注意,承受特别的负荷的零件是可视的,例如上述离合器或轴承。基于机器的构造或基于以前维护该机器或相同类型的其它机器的经验而确定该视图。在确定该视图时,该机器或其零件的制造者提供热模拟的数据以供使用是有利的,该热模拟尤其是经常在系列产品中实施。可以有必要在顶盖或外壳中设置钻孔,从而可以在机器上设置可以与用于可视光谱区域的摄像机一起设置在外壳中的热成像摄像机的一个或多个镜头,进而可以拍摄选择的视图。如果其可以不妨碍运行,则在确定视图后在为该视图选择的摄像机的位置上设置用于摄像机的固定装置也是具有优点的。由此可以确保一直为拍摄选择相同的位置。

[0014] 选择视图之后,在参考图像中识别热源和热沉。热沉例如是基座或在各个视图中可视的物体,其与环境温度具有紧密的关系。在通风装置中其例如也可以是传输的流体介质。也可以在对摄像机可视的区域内设置标记或标识牌,其在图像内可显示为例如与环境温度相关的物体。与环境温度密切相关且可以用作参考的物体的可视的图像区域被称为冷位置。

[0015] 对于热源,区分这样两种热源,一种是在出现问题时特别的变热应该得到监控的

热源,另一种是在正常运行中具有升高温度的热源。在出现问题的情况下受到监控的热源被称为第一热位置。这种变热的实例是电机损耗、离合器上的摩擦和轴承摩擦。在正常运行中出现的热源与冷位置一样可以用作参考,被称为第二热位置。当对通风装置或泵成像时,传输的流体介质既可以是热源也可以是热沉。第一热位置的实例因此是轴承、离合器和电机。

[0016] 在确定热源和热沉时因此需要考虑在图像中出现的热源和热沉之间的热流。由此,冷位置、第一和第二热位置随后借助其所分配的机器零件而被识别。如上所述与视图的确定有关,在确定冷位置、第一和第二热位置时热模拟是有帮助的。随后,在参考图像中和在随后时刻拍摄的热成像图像中识别这些位置所分配的像素,这些像素通常会成为像素组。

[0017] 根据本发明,现在通过建立在参考图像中和在稍后的时刻拍摄的热成像图像中相互对应的冷位置的温度之间的数学组合来在正常化意义上协商这两个图像之间的关系。由于没有实施这种正常化,因此直到现在仍需要人类观察者进行分析。当例如在随后时刻在更高环境温度下拍摄的热成像图像的所有像素的温度减少了这样一个差额时,这种正常化以其最简单的形式实现,其中所述差额为在参考图像中的冷位置和在随后时刻拍摄的图像中的相同冷位置的温度之间的差额。这种正常化的精确度可以由此提高,即考虑多个冷位置的温度,即在所述数学组合中采用。此外也可以在数学组合中考虑无论是参考图像中还是在随后时刻拍摄的热成像图像中的第二热位置的温度。第二热位置的温度可以取决于运行参数,如下借助图 1 明确所示。

附图说明

[0018] 为了图解,在机器上分离离合器区域上的顶盖并且拍摄两个具有较好和较差定向的热成像图像。在此原始图像的色标被转换为灰度值,其中白色对应于最高测量温度,黑色对应于最低测量温度。

[0019] 图 1 包括具有较好定向的热成像图像,并用作参考。左边可以识别出电机,右边是被驱动的泵 12 或被驱动的风扇。在该拍摄中,离合器 3 不能清除识别。在包括具有较差定向的热成像图像的图 2 中,可以清楚地看到所有相关的零件。电机的轴安置在轴承 1 与离合器相对的一侧,在轴承 2 中设置被驱动单元的轴。连接两个轴的离合器以附图标记 3 表示。

具体实施方式

[0020] 在承受相对较小的热负荷的底板上标有以附图标记 4 表示的多个像素。这组像素表示其中存在这样的温度的区域,该温度略小于环境温度或甚至等于环境空气的温度。因此这个区域也表示冷位置。图像背景中的另一冷位置以附图标记 13 标记。在此其例如是空间的壁,在该空间中进行测量。在以 6 和 7 标记的离合器 3 的区域内确定多个像素作为其中在增大的机械负荷下出现温度增高的区域。这些区域表示第一热位置。在轴承 1 中另一第一热位置以数字 8 标记,在轴承 2 中每个第一热位置以数字 5 和 9 标记。此外在图 1 和图 2 中的电机 11 上以同样程度可识别的另一第二热位置以附图标记 15 标记。在这个第二热位置 15 上,确定若干像素 14 作为热参考位置。这个热位置 15 是电机 11 的开口,在这

里出现温度升高。热位置 15 的这个温度也是电机 11 的负荷状态和功率消耗的尺度。因此其可以直接与机器的运行参数相关。

[0021] 在热成像摄像机的镜头中设置十字准线,该十字准线在拍摄中可见并且以附图标记 10 标记。利用该十字准线测定两个轴的连接线。该十字准线的垂直线通过红外摄像机的取景器在离合器的中间线上定向。也可以根据摄像机的实施设置成不采用十字准线而在摄像机的取景器和影像中看见另一瞄准标记。

[0022] 因此可以例如在摄像机外壳内设置激光器,其发射方向对应于摄像机的镜头的视向。利用该激光器可以为用户预先给定以激光束瞄准机器上的特定标记点。通过这种瞄准标记一方面可以快速地目视检查是否找到了用于拍摄的正确位置,并且另一方面当瞄准标记在对象上处于正确位置上时可以在重叠时简化单个图像的分配,在进行分析时既可用于人类观察者也可用于计算机系统,特别是考虑到所需的存储空间和所需的计算成本。

[0023] 图 1 和图 2 的比较示出由于错定向使得离合器 3 和其与两个轴的连接变热。此外还可以清楚地看到泵 12 以及两个轴承 1 和 2 变热。现在为了可以数字分析这两个图像,确定不同的兴趣区域,所述图像有利地以数字影像提供。在此首先在两个图像中识别的冷位置 4 用作参考。在计算机系统中确定图 2 的被称为为第一热成像图像的热成像图像中的冷位置 4 的温度。当其未在之前的时刻实施时,同样确定用作参考的图 1 的热成像图像中的冷位置 4 的温度。现在借助于这两个温度的数学组合可以相对于图 1 进行图 2 的正常化。因此图 2 的所有像素的温度可以减去图 1 中的冷位置 4 和图 2 中的冷位置 4 之间的温差而变化。这个温差因此实现了图 1 和图 2 的温度的均衡。作为这种正常化的结果,当其处于可对比状态并且不承受特别的负荷时,图 2 中可见的机器零件与图 1 中相同的机器零件具有相同的温度。

[0024] 当确定至少一个其他冷位置 13 时,可以在数学组合中算出多个冷位置上的温差的平均数。此外有意义的是,还设置一个或多个第二热位置 15 作为参考。由这个或这些参考出发,现在借助一种数学方法实施在随后时刻拍摄的图 2 的热成像图像和图 1 的参考图像之间的比较。

[0025] 根据本发明,在不同时间不同环境条件和运行条件下拍摄的热成像图像的这种正常化在计算机系统中实施。一方面可以将热成像图像和必要时来自可视光谱区域的图像由摄像机传输到计算机中,该计算机也可以是膝上型电脑,笔记本电脑,手持设备或移动电话。另一方面该计算机也可以集成在相应的摄像机系统中。在此该摄像机系统仅可以包括红外摄像机。但是也有可能该摄像机系统既包括红外摄像机也包括用于可视光谱区域的摄像机。

[0026] 根据本发明这个计算机系统配置有其中存储热成像图像的数据库。在这个数据库中也接收其它数据。来自可视光谱区域的图像、机器和其零件的运行参数、环境温度和机器和其零件的代码属于这些数据。与这些数据和图像一起,也存储获得这些数据的时刻。

[0027] 单个热成像图像的借助相应的参考的正常化根据本发明通过这些位置的温度的数学组合进行协商。在最简单的情况下,该数学组合是减法,其中减去图 1 和图 2 中的冷位置 4 的温差。

[0028] 当在参考图像中还确定第二热位置作为参考时,得到包括分别在图 1 和图 2 中的第二热位置的温差和分别在图 1 和图 2 中的冷位置的温差的有意义的数学组合。这些温差

的商现在可以被正常化到图 2 中的冷位置,即参考的温度。

[0029] 同样可以在图 1 和图 2 的每个图像中为每个图像各自确定第二热位置和冷位置之间的温差并形成温差的商。可以再次对图 2 中的冷位置的温度进行正常化。

[0030] 在本发明的一种设计方案中,图 1 中在随后时刻拍摄的图像通过数学组合在每个单个像素中被正常化到参考图像上。

[0031] 在本发明的一种特别有利的设计方案中,仅针对例如在确定视图时一起选择的已选区域进行这种正常化。

[0032] 通过形成各个温度之间的差和商,数学组合中的其它关系也是有意义的。在此环境温度在这个或这些冷位置之间的函数相关性是具有优点的。当在数学组合中采用第二热位置的温度与机器的一个或多个运行参数之间的函数相关性时也是有利的。这种函数相关性例如存在于热位置 15 的温度和电机 11 的功率消耗之间。其它函数相关性例如涉及电机 11 或泵 2 的转数以及由泵 2 传输的介质的温度和 / 或量。同样地,成像表面的发射率自然可以影响观察到的温度并且在数学组合中得到考虑。这种发射率例如会因被观察零件上的沉积物而发生变化。

[0033] 前述文本中提到了关于运行参数的实例,例如电机的功率消耗。不言自明的是,这种功率消耗仅是多个可能的运行参数的一个实例,例如也可以是上述传输介质的温度。对于导电元件,例如保险装置,这种参数可以是电流消耗。在活动的机器元件中,润滑油的现有量是另一参数。同样上述离合器和轴承仅为机器零件的示例。

[0034] 现在有意义的是,对具有多个存储的热成像图像和从属的运行参数的数据库进行分析,从而可以根据经验找到运行参数与存储的冷 / 或热位置的温度之间的相互关系。此外还可以在存在缺陷或错定向时,在去除该缺陷或错定向之前和之后各拍摄一个热成像图像,存储在数据库中并且随后与从属的运行参数相关联。该分析的结果现在存储在数据库中。因此在运行时间出现大量数据库,其可以在存在新拍摄的热成像图像时说明是否存在损伤,如果是,该损伤属于什么类型,或者是否会导致新的损伤和 / 或新的错定向。由此可以将本发明结合到预测性维护计划中。此外可以简化该维护计划中的诊断措施,因为热成像拍摄可以很快并很简单地创建,而振动测量和其分析或机器零件的新定向于是仅在热成像图像中出现异常时才必须实施。

[0035] 当在计算机系统数据库存储图像时,这样处理图像数据是有意义的,即针对多个图像确定观察者的共同位置。因此这样校正各个图像,使得一直存在在相同的位置上出现相同物体的图像。因此可以在各个图像中在相同位置上定位为冷位置和热位置而存储的像素或像素组。因此可以更容易地进行数学分析。由此也减少了对数据库存储空间的需求。

[0036] 当不同分辨率的图像相互组合时,这种存储类型特别具有优点。不同分辨率的图像可能出现在这样的情况下:使用不同摄像机类型用于热成像图像时,或者当热成像摄像机与用于可视光谱区域的摄像机一起使用时。

[0037] 没有必要将用于热成像图像的数据库安放在摄像机本身和特定的计算机系统中,尽管这显然是本发明的一种实施方式。也有可能扩展在机器的控制或多个机器的控制台上现有的数据库,从而利用本发明额外获得的数据可以在此处存储。本发明的这种设计方案特别具有优点,因为在现有数据库中已经存储了运行数据例如各个运行参数。所述各个运

行参数例如可以是电机的电流消耗或泵的转数。

[0038] 特别具有优点的是,除了红外图像外也可以包括可视光谱区域的这种重叠的图像,在进行正常化之后在计算机系统的显示器上以错误颜色显示得以再现。借助数学组合产生一个新的整体图像。因此显现需要特别注意,特别是强调的零件。此外可以使特定零件的温度偏差与一个特定类型的缺陷相关联。变热的离合器结合变热的轴承如图所示明确指出错定向,从而在存在变热的离合器和变热的轴承时,例如可以以文本形式或作为语音输出进行另外的显示,其指出现在电机相对于泵或相对于电扇的定向应该被检查并且在需要时被校正。相应地,当离合器未变热时,在轴承变热的情况下指出突出的轴承损伤的另一显示或语音输出也是有意义的。该显示或语音输出包括校正指示,其例如可以是润滑油储备的检查或要进行的振动测量。在第三种情况下,当仅有离合器变热但轴承未变热时,非常可能仅在离合器上存在损伤。然后相应的显示或语音输出推荐在下次机器停驶时更换离合器。

[0039] 本发明的一种特别的优点在于,热成像图像和其中以所述方式特别突出故障零件的可视光谱区域中的图像的重叠显示可以实现机器状态的特别直观的再现。

[0040] 基于构造数据和模拟数据,与在构造机器时风扇或泵的制造者在其 CAD 系统中对其进行确定一样,也可以在用于拍摄的上述另一视图确定之后,在预期的热成像图像中确定第一热位置,并将其连同附属的机器零件的代码一起存储数据库中。

[0041] 在本发明的一种有利设计方案中,当确定视图时识别所有可见的机器零件并在数据库中存储附属的数据。因此在分析数据库和新拍摄的热成像图像时,计算机或用于分析的软件可以借助存储的机器零件数据当新的第一热位置在热成像图像中变得可见时识别所涉及的零件,而无需人类观察者的介入。

[0042] 本发明的一种具有优点的应用在于热增长。正确地定向例如由电机和泵构成的单元一般被视为困难之事,因为这种定向通常在冷状态下完成。当机器以升高的电机和泵的温度达到其正常运行状态时,电机相对于泵的相对定位会发生变化,因为电机和泵在正常状态下承受不同的热膨胀。现在有利定向状态的确定由此简化地实现,即在热成像图像中离合器和轴承上升高的温度变得简单可见并且可以进行计算机分析。因此可以例如在测试运行中由电机和泵的这种组合的制造者在冷机器中调整不同的定向状态。在每种定向状态下机器都处于运行之中并且进行热成像拍摄。利用本发明现在可以计算机支持地借助热成像图像确定提到的定向状态,其中离合器和轴承的变热最小。根据本发明,在机器的最终位置上可以借助热成像拍摄为特定的运行状态确定一种定向状态,其中离合器和轴承的变热最小。这种特定运行状态例如可以是最频繁出现的状态。本发明也实现了简单地控制实施定向措施或者在不同运行状态下比较所述定向状态。

[0043] 在本发明的另一有意义的设计方案中,可以以常规的时间间隔例如每小时一次拍摄各自一个热成像图像。为此热成像摄像机可以在拍摄时刻之间保持在上述固定装置上。由这样收集热成像图像,现在可以在借助一同存储的运行参数和拍摄时刻计算机支持地确定临界状态或将出现的故障。

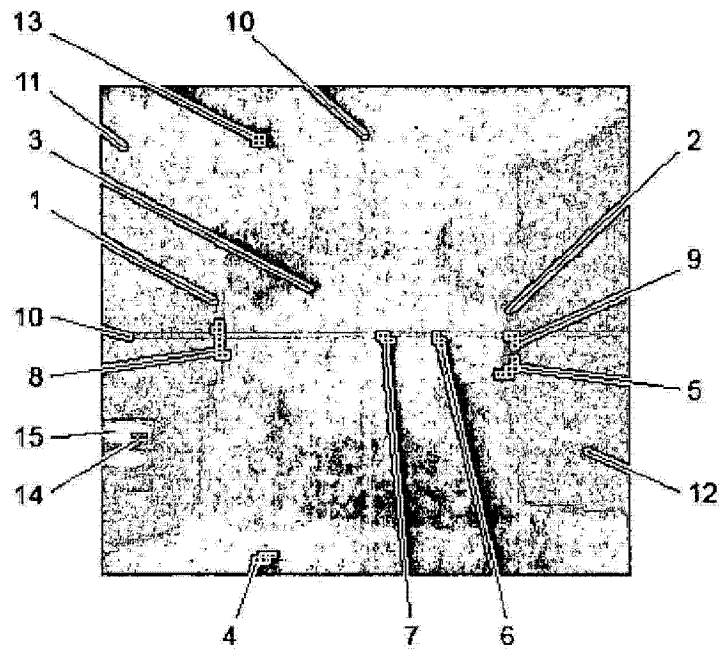


图 1

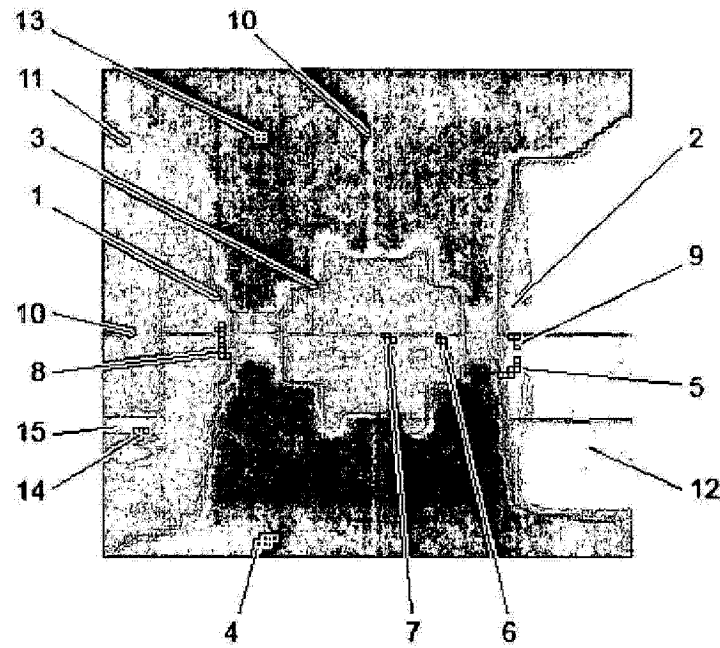


图 2