



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113039419 A

(43) 申请公布日 2021.06.25

(21) 申请号 201980062956.5

曼弗雷德·雷曼

(22) 申请日 2019.09.19

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

(30) 优先权数据

代理人 张凯 张杰

102018216253.0 2018.09.24 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(51) Int.Cl.

2021.03.24

G01M 3/04 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

F16C 19/52 (2006.01)

PCT/EP2019/075186 2019.09.19

F16C 41/00 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2020/064504 DE 2020.04.02

(71) 申请人 蒂森克虏伯罗特艾德德国有限公司

地址 德国多特蒙德

申请人 蒂森克虏伯股份公司

(72) 发明人 贡特尔·埃尔费特

贝恩德·吕内堡 约尔格·罗尔曼

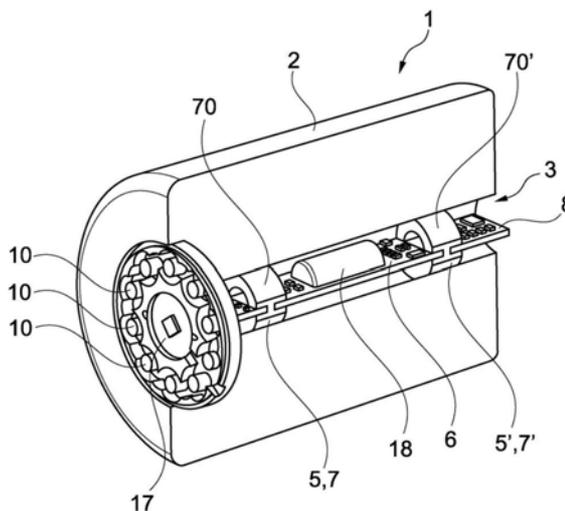
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

用于滚动轴承中的、具有传感器的滚动体

(57) 摘要

本发明涉及一种用于滚动轴承(100)中的滚动体(1),其具有外套(2)和孔(3),其中孔(3)优选沿着滚动体(1)的中轴线设置,其中滚动体(1)包含至少一个布置在孔(3)内的、用于负载测量的传感器(5)和用于传输由传感器(5)测量的数据的传输模块,其中滚动体具有能量源,其中能量源用于提供传感器(5)和/或传输模块的运行所需的能量,其特征在于,传感器(5)为电感式测量的传感器。本发明还涉及一种滚动轴承和一种负载测量方法。



1. 用于滚动轴承(100)中的滚动体(1),该滚动体具有外套(2)和孔(3),其中该孔(3)优选沿着滚动体(1)的中轴线设置,其中该滚动体(1)包含至少一个布置在孔(3)内的、用于负载测量的传感器(5)和用于传输由该传感器(5)测量的数据的传输模块,其中该滚动体具有能量源,其中该能量源用于提供传感器(5)和/或传输模块的运行所需的能量,其特征在于,该传感器(5)为电感式测量的传感器。

2. 根据权利要求1所述的滚动体(1),其中该传输模块为无线电模块(6)。

3. 根据前述权利要求中任一项所述的滚动体(1),其中该能量源为微型发电机(4)。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的滚动体(1),其中该滚动体(1)具有在孔(3)中基本平行于滚动体(1)的中轴线布置的电路板(8),并且其中该传感器(5)优选具有布置在该电路板(8)上的导体电路(22)。

5. 根据权利要求4所述的滚动体(1),其中该传感器(5)具有布置在孔壁上的导电的测量接触件(7),其中该测量接触件(7)优选在接触孔壁并背离电路板(8)的表面上匹配于孔壁的轮廓,并且在朝向电路板(8)的表面上具有基本上平行于电路板(8)的测量面。

6. 根据权利要求5所述的滚动体(1),其中该传感器(5)具有布置在电路板(8)的背离测量接触件(7)的一侧上的间隔保持件(70),其中该间隔保持件(70)优选在接触孔壁并背离电路板(8)的外表面上匹配于孔壁的轮廓,并且在与该外表面相对的表面处固定在电路板(8)上,其中该间隔保持件(70)优选地与电路板(8)粘接和/或螺纹连接和/或卡接。

7. 根据权利要求5或6所述的滚动体(1),其中在该导体电路与测量面之间设置间隙(19)。

8. 根据权利要求7所述的滚动体(1),其中该传感器(5)适用于通过在测量接触件内产生涡流而确定该间隙(19)的尺寸。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的滚动体(1),其中在该孔(3)内布置至少两个沿着该中轴线彼此间隔的传感器(5、5')。

10. 根据权利要求2至9中任一项所述的滚动体(1),其特征在于,该无线电模块(6)设置用于在100MHz至6GHz的频率范围中、优选地在300MHz至2GHz的频率范围中、特别优选地在700MHz至1GHz的频率范围中、尤其以868MHz的频率传输所测量的数据。

11. 根据前述权利要求中任一项所述的滚动体(1),其中该滚动体(1)具有用于暂存电能能量存储器,其中该能量存储器优选为电容器。

12. 根据权利要求4至11中任一项所述的滚动体(1),其特征在于,该电路板(8)具有微控制器,其中该微控制器具有用于暂存测量数据的电子存储器。

13. 根据前述权利要求中任一项所述的滚动体(1),其特征在于,该滚动体的孔具有5mm至50mm、优选地10mm至30mm的直径、尤其20mm的直径,和/或该滚动体优选地构造成圆柱状并且特别优选地具有90mm至150mm、尤其140mm的长度,并且非常特别优选地具有90mm至110mm、尤其100mm的直径。

14. 根据前述权利要求中任一项所述的滚动体(1),其特征在于,在孔壁上、尤其在径向上至少部分环绕地布置应变测量条(9)。

15. 根据前述权利要求中任一项所述的滚动体(1),其特征在于,该滚动体(1)包含用于确定温度的装置。

16. 根据前述权利要求中任一项所述的滚动体(1),其特征在于,该滚动体(1)包含用于

确定加速度的装置。

17. 滚动轴承(100), 尤其大型滚动轴承, 该滚动轴承具有第一轴承环(11)和能够围绕转动轴线转动、并尤其与该第一轴承环(11)同心布置的第二轴承环(12), 以及多个布置在该第一轴承环(11)与第二轴承环(12)之间的滚动体(1'), 其特征在于, 至少一个滚动体(1')为根据前述权利要求中任一项所述的滚动体(1)。

18. 根据权利要求17所述的滚动轴承(100)、尤其大型滚动轴承中的滚动体(1)的负载测量方法, 其中滚动体(1)的变形通过借助传感器(5)的间距测量来执行, 其中由传感器(5)测量的数据优选由无线电模块(6)传递, 其中优选由微型发电机(4)提供用于传感器(5)的和/或用于无线电模块(6)的能量。

19. 根据权利要求18所述的方法, 其中电感地进行该间距测量。

20. 根据权利要求18或19所述的方法, 其中该滚动轴承具有根据权利要求12至16中任一项所述的滚动体, 其中测量数据在电路板(8)上的微控制器的电子存储器中暂存, 并且根据电容器的充电状态以数据包的方式测量和合并, 并且作为数据包时间错开地由传输模块传输。

## 用于滚动轴承中的、具有传感器的滚动体

### 背景技术

[0001] 在例如在风力设备中使用的大型滚动轴承上,在运行期间作用有巨大的力。因此,希望能够进行滚动轴承的负载测量。

[0002] 为此目的,例如从EP 0 637 734 B1中已知,借助于设置在滚动体的孔中的应变测量条测量滚动体的变形,其中从滚动体的变形能够推断出作用到滚动轴承上的力,即负载。然而,应变测量条和其相应的固定装置,通常为粘接装置,非常容易磨损和老化,尤其是因为它们它们在滚动轴承中通常与油脂和/或其他润滑剂接触,并且必须定期更换。因此,这种负载测量仅在实验室条件下或在短的有限时间内是可能的,或在有限的时间内是可能的。

[0003] 由EP 1 849 013 B1已知,多个传感器布置在将多个滚动体彼此固定在其相对位置中的笼架上,其中,这些传感器测量在滚动体中通过线圈感应的涡流。然后从涡流测量中推断出存在的负载。

[0004] 替代地,文献EP 1 795 869 A1公开了一种具有孔的滚动体,在所述滚动体中平行地并且彼此间隔开地设置有两个板,其中在所述板上相对置地分别安置有电极,这些电极电容式地测量板彼此间的间距。该间距是可变的,因为板由于由负载引起的滚动体变形而弯曲。该测量限于滚动体的某个区域并且由于电路板的弯曲同样易于磨损。此外,这些板可能相对于彼此滑移,这导致测量的不精确。

[0005] 一般可以说,电容式负载测量在制造滚动体时要求非常高的花费。相应的传感器必须繁琐地匹配于滚动体几何形状。在此首要关键的是电容传感器与应测量间距的面之间的间距。最后,电容式负载测量的精度较低,并且其分辨率非常有限。

### 发明内容

[0006] 因此,本发明的目的是提供滚动体和滚动轴承,借助其在持续运行的期间能够实现可靠的、精确的且持久的负载测量并且其在此能够更简单地制造。

[0007] 该目的通过一种用于滚动轴承中的滚动体来实现,该滚动体具有外套和孔,其中,孔沿着滚动体的中轴线设置,其中,滚动体包括至少一个布置在孔中的、用于负载测量的传感器和用于传输由传感器测量的数据的传输模块,其中,滚动体具有能量源,其中,能量源设置用于提供用于运行传感器和/或传输模块所需的能量,其特征在于,传感器是电感式测量的传感器。传感器为了间距测量而使用其在物体中感应出的涡流,应测量相对于所述物体的间距。为此,传感器包含LC振荡回路,该LC振荡回路被激励以进行高频电振荡。在此例如可以考虑具有1MHz或更大的频率的振荡。LC振荡回路的电振荡在LC振荡回路的环境中产生电磁交变场。如果现在LC振荡回路的一个能导电的物体接近,则在该物体中感应出涡流,该涡流使振荡衰减。测量和评估振荡的该衰减。

[0008] 根据本发明的滚动体相对于具有传统传感器的滚动体是特别有利的,因为滚动体负载的电感式测量不与涉及制造尺寸精确性的高要求相关联,例如像电容式测量那样。尤其是在具有用于电容式负载测量的传感器的滚动体的情况下,保持与电容式传感器相关的所有尺寸是非常重要的。这样的滚动体以繁琐的方法手工地进行后续加工,这使得大量的

制造无法实现并且使单个滚动体非常昂贵。此外,与利用现有技术中已知的滚动体相比,利用根据本发明的滚动体能够实现明显更精确的负载测量。利用电容式传感器的变形测量的分辨率大约为 $0.1\mu\text{m}$ 至 $1\mu\text{m}$ ,而利用根据本发明的滚动体可以执行具有直至 $0.01\mu\text{m}$ 的分辨率的变形测量。

[0009] 孔沿着滚动体的中轴线设置在本发明的意义上意味着,孔的中轴线基本上平行于滚动体的中轴线布置。这一方面包括孔的中轴线和滚动体的中轴线之间具有偏置的孔的布置方式,并且另一方面包括孔的中轴线相应于滚动体的中轴线的孔的布置方式。

[0010] 优选地,滚动体的外套至少部分地设置为滚动面,滚动轴承的轴承环、特别是外环和内环在该滚动面上滚动。在此,优选地,其中一个轴承环防转地设置,例如外环,而另一轴承环与其同心且可转动地设置。滚动体优选构造为圆柱形、桶形、环形和/或锥形。在这种情况下,滚动体具有主延伸方向,其中,中轴线平行于主延伸方向布置。特别优选地,滚动体基本上围绕中轴线旋转对称地设置,尤其是在孔壁和外套之间的区域中。外套尤其相应于滚动体的外周面。例如,滚动体具有直径为 $65\text{mm}$ 的 $104\text{mm}$ 长的圆柱体的形状。在这种情况下,孔优选具有 $20\text{mm}$ 的直径。优选地,传输模块和/或能量源也至少部分地布置在孔中。

[0011] 取决于作用在滚动轴承上并因此作用在滚动体上的力,滚动体变形,这可以借助孔的横截面的变化来测量。特别优选地,传感器被配置用于将所测量的数据传送给传输模块,其中,传输模块被配置用于传输所测量的数据,例如传送给合适的接收设备。由此以有利的方式实现了精确的且简单的负载测量。

[0012] 此外可以考虑,滚动体具有用于测量由能量源提供的电压和/或由能量源提供的电流的装置。为此可以考虑,由能量源向用于测量由能量源提供的电压和/或由能量源提供的电流的装置供给能量,并且由传输模块传输由用于测量由能量源提供的电压和/或由能量源提供的电流的装置确定的数据。最后,可以想到的是,滚动体具有用于确定滚动体的转速的装置、用于确定滚动体的倾斜位置的装置和用于确定滚动体的滑动的装置。对于用于确定滚动体的转速的装置、用于确定滚动体的倾斜位置的装置和用于确定滚动体的滑动的装置,可以想到这些装置分别由能量源供应能量,并且由传输模块传递由用于确定滚动体的转速的装置、用于确定滚动体的倾斜位置的装置和用于确定滚动体的滑动的装置确定的数据。

[0013] 本发明的有利的设计方案和改进方案可以由从属权利要求以及参照附图的说明中获得。

[0014] 根据本发明的一种优选的实施方式规定,所述传输模块是无线电模块。无线电波适于从根据本发明的滚动体中向外穿透。由此实现了一种有利的可能性,即无线地将数据从滚动体的内部向外传输。

[0015] 根据本发明的一种优选的实施方式规定,能量源是微型发电机。在此,本申请范围内的微型发电机尤其是具有小尺寸的设备,该设备从环境获得能量并且因此是自主的能量源。特别优选地,微型发电机在此利用至少一种所谓的能量收集(Energy Harvesting)的方法。特别优选地,微型发电机从温度差、从气压差、从空气流、借助于光伏和/或在本申请的范围内特别优选地从运动获取能量。因此,特别地,微型发电机被设置成从滚动体的滚动或旋转运动中获得能量,然后,微型发电机将该能量提供用于运行传感器和/或传输装置。也可以考虑的是,微型发电机是电感式发电机,或者滚动体具有电感式发电机。特别优选地,

电感式发电机与布置在滚动轴承的笼架上的磁体和/或线圈共同作用。由此,以特别有利的方式实现了,提供自主的能量供给,该能量供给尤其是仅在需要时、即在滚动体转动时才提供能量。在滚动体除了微型发电机之外还具有电感式发电机的情况下,有利地实现了针对微型发电机的故障或失效的情况设置备用的电流供应。特别是与磁体组合,在此还有利地不需要滚动轴承的布线。

[0016] 根据本发明的优选实施方式规定,滚动体包括布置在孔中的基本上平行于滚动体中轴线的电路板,并且其中传感器优选地具有布置在电路板上的导体电路。可以想到,将传输模块和/或能量源固定在电路板上。特别优选地,电路板具有1mm至2mm、尤其1.6mm的厚度。由此,以有利的方式实现了各个部件在滚动体中的简单安装。可以想到,将导体电路印制到电路板上。此外,可想到的是,导体电路被构造为线圈。为此可以想到,导体电路适合于产生磁场。可以设想,所述导体电路具有基本上圆的多角形的、优选四角形的走向。

[0017] 根据本发明的优选实施方式规定,传感器包括布置在孔壁上的导电的测量接触件,其中,测量接触件优选地在接触孔壁且背离电路板的表面上匹配于孔壁轮廓,并且在面向电路板的表面上具有基本上平行于电路板的测量面。这使得由滚动体的负载引起的变形能够传递到测量接触件上并且因此表现为测量面和电路板之间的间距的变化。通过使测量面基本上平行于电路板布置,实现了非常精确地测量负载。

[0018] 根据本发明的另一优选实施方式规定,传感器具有布置在电路板的背离测量接触件的一侧上的间隔保持件,其中间隔保持件优选地在接触孔壁并背离电路板的外表面上匹配于孔壁轮廓,并且在与外表面相对的表面处固定在电路板上,其中间隔保持件优选地与电路板粘接和/或螺纹连接和/或卡接。由此有利地实现,电路板通过间隔保持件间接地与孔壁连接。现在,滚动体、即孔的变形导致电路板和测量接触件朝向彼此或远离彼此运动。与只有测量接触件运动并且电路板不与孔壁机械接触的实施方式相比,由滚动体的变形引起的间隙尺寸变化约为其两倍大。因此,能够实现变形测量的明显更好的分辨率。

[0019] 根据本发明的优选实施方式规定,在导体电路和测量面之间设置间隙。间隙的大小与滚动体的变形直接相关并且因此直接有说服力地涉及滚动体的变形。此外,通过间隙使电路板与孔壁机械解耦。由此,在滚动体运行时,电路板承受较小的机械应力,因此延长了电路板的寿命。此外,机械解耦引起测量结果精度的改善。

[0020] 根据本发明的优选实施方式规定,传感器适用于通过在测量接触件中产生涡流来确定间隙的尺寸。在本发明的意义中,间隙的尺寸意味着在电路板和测量面之间沿着测量面的面法线的间距。间隙的尺寸的电感式测量是高精度的并且是无疲劳的。能够检测到间隙尺寸的最小变化,其中在滚动体的无负载状态下的间隙尺寸的极限非常宽。这能够实现具有高质量的测量结果并且同时能够实现对制造中的偏差尽可能高的不敏感性。

[0021] 根据另一种优选的实施方式规定,在孔中布置至少两个沿着中轴线彼此间隔开的传感器。由此,以有利的方式实现了,除了力之外,也通过评估、尤其是比较多个传感器所测量的数据来测量滚动体的倾斜或倾斜位置。

[0022] 根据另一优选的实施方式规定,无线电模块被设置用于在100MHz至6GHz的频率范围中、优选地在300MHz至2GHz的频率范围中、特别优选地在700MHz至1GHz的频率范围中、尤其以868MHz的频率传输所测量的数据。由此,以有利的方式实现了无线的数据传输,该数据传输也不受滚动体或滚动轴承的可能存在的金属部件的干扰并且具有足够大的传输作用

范围。

[0023] 根据本发明的另一优选实施方式规定,滚动体具有用于暂存电能的能量存储器,其中,能量存储器优选是电容器。可以设想,能量存储器设计用于存储由微型发电机产生的能量。优选地,能量存储器设置在电路板上。特别优选地,能量存储器是蓄电池和/或电容器,尤其是高电容的电容器,例如所谓的Green-Cap电容器。为此可以考虑,滚动体具有用于监控能量存储器的充电状态的单元。

[0024] 在另一优选的实施方式中规定,电路板具有微控制器,其中,微控制器具有用于中间存储测量数据的电子存储器。测量数据因此可以有利地合并成数据包并且作为数据包时间错开地传输。这具有的优点是,可以高效地并且完整地执行测量。如果短期内没有足够多的能量可用于测量和传输测量数据,则可以当有足够的能量可用时,例如当能量存储器被充分充电时,再执行测量和以数据包进行的传输。

[0025] 根据另一优选的实施方式规定,滚动体孔具有5mm至50mm、优选地10mm至30mm的直径、尤其20mm的直径,和/或滚动体优选地构造成圆柱状并且特别优选地具有90mm至150mm、尤其140mm的长度,并且非常特别优选地具有90mm至110mm、尤其100mm的直径。这在用于约8MW的风能设备的、回转直径例如为3.5m的力矩轴承的滚动轴承的滚动体中被证实为是尤其有利的。孔的直径与滚动体的直径、滚动轴承中的滚动体的数量以及滚动轴承运行中滚动体的预期负载和变形相关。在考虑可能的传感器分辨率的情况下确定滚动体的孔的直径。由此,一方面提供了足够大的孔以用于安置所有部件。此外,滚动体设计成持久耐用的。另一方面,在具有上述尺寸的孔的情况下,可用的变形余地对于精确测量是足够大的。

[0026] 根据另一优选的实施方式规定,在孔壁上、尤其在径向上至少部分环绕地布置有应变测量条。由此,有利地实现了,除了精确的电感式测量之外,以小的耗费实施有备用的并且经证实的测量方法。

[0027] 根据另一优选的实施方式规定,滚动体包括用于确定温度的装置。因此能够有利地进行温度控制。可以想到,传输元件配置用于传输由用于确定温度的装置检测到的数据。此外可以考虑,能量源配置用于向用于确定温度的装置供给能量,也就是说,能量源适于向用于确定温度的装置供给能量。

[0028] 根据另一优选的实施方式规定,滚动体包括用于确定加速度的装置。因此,可以有利地控制滚动体的加速度和滑动。可以考虑,传输元件配置用于传输由用于确定加速度的装置检测到的数据,也就是说,能量源适用于给用于确定加速度的装置供给能量。此外可以考虑,能量源配置用于为用于确定加速度的装置供给能量。此外可以考虑,用于确定加速度的装置包括三轴加速度传感器。

[0029] 本发明的另一主题是滚动轴承,特别是大型滚动轴承,其具有第一轴承环和可围绕转动轴线转动的、且特别是与第一轴承环同心设置的第二轴承环,以及多个设置在第一轴承环和第二轴承环之间的滚动体,其中,至少一个滚动体是根据权利要求1至16中任一项所述的滚动体。优选地,第一轴承环是外环和/或第二轴承环是内环。由此有利地可能的是,提供一种滚动轴承,其能够实现高精度的负载测量并且在此可以简单地制造。

[0030] 本发明的另一主题是一种根据权利要求17所述的滚动轴承中、尤其是大型滚动轴承中的滚动体的负载测量方法,其中,滚动体的变形通过借助传感器的间距测量来执行,其中,由传感器测量的数据优选由传输模块传递,其中,优选由能量源提供用于传感器的和/

或用于传输模块的能量。

[0031] 根据一种优选的实施方式,电感地进行间距测量。

[0032] 根据优选的实施方式规定,滚动轴承具有根据权利要求12至16中任一项所述的滚动体,其中,测量数据在电路板上的微控制器的电子存储器中暂存,并且根据能量存储器的充电状态以数据包的方式测量和合并,并且作为数据包时间错开地由传输模块传输。这具有的优点是,可以高能效地并且完整地执行测量。只有在能量存储器充分充电之后,功率才提供用于测量和传输数据。

[0033] “发明内容”中的所有前述实施方式同样地适用于根据本发明的滚动体、根据本发明的滚动轴承和根据本发明的方法。

[0034] 本发明的其它细节、特征和优点从附图以及从下面借助附图对优选实施方式的描述中得出。附图在此仅示出本发明的示例性的实施方式,其不限制本发明的基本构思。

### 附图说明

[0035] 图1示出了根据本发明的示例性实施方式的滚动体的示意性透视图。

[0036] 图2示出了带有滚动轴承的笼架的、垂直于根据本发明的示例性实施方式的滚动体的中轴线的示意性截面图。

[0037] 图3示出了根据本发明的示例性实施方式的平行于滚动体的中轴线的示意性剖视图。

[0038] 图4示出了根据本发明的示例性实施方式的图3和图4的线圈的示意性等效电路图。

[0039] 图5示出了根据本发明的示例性实施方式的滚动体的示意性纵剖图。

[0040] 图6示出了根据本发明的示例性实施方式的滚动体的电路板。

[0041] 图7示出了根据本发明的示例性实施方式的滚动轴承的透视图。

[0042] 图8示出了根据本发明的示例性实施方式的滚动轴承的透视细节图。

[0043] 图9示出了根据本发明的示例性实施方式的滚动轴承的示意图。

[0044] 图10示出了根据本发明的示例性实施方式的滚动体的电路板的示意性剖视图。

[0045] 图11示出了根据本发明的示例性实施方式的滚动体的电路板的示意图。

[0046] 图12示出了根据本发明的示例性实施方式的滚动体和电路板的示意性剖视图。

[0047] 图13示出了根据本发明的示例性实施方式的滚动体的示意图。

[0048] 图14示出了根据本发明的示例性实施方式的具有电路板、测量接触件和间隔保持件的滚动体的示意图。

### 具体实施方式

[0049] 在不同的附图中,相同的部件始终设有相同的附图标记,并且因此通常也分别仅命名或提及一次。

[0050] 图1示出了根据本发明的示例性实施方式的滚动体1的示意性透视图。这种滚动体1安装在滚动轴承中并且用于第一轴承环11和第二轴承环12彼此的可运动的引导,尤其是用于布置在防转布置的外环11中的内环12的可运动的引导。在此,通常在外环11和内环12之间设置多个滚动体,这些滚动体在外环11和内环12的滚动面上滚动。在此涉及所谓的测

量滚子,即设置和构造用于在滚动轴承中进行负载测量的滚动体1。

[0051] 滚动体1在此包括具有用作滚动面的外套2的圆柱形的或基本上锥形的主体,外环11和内环12在该滚动面上滚动。滚动体1在其中心具有孔3,该孔3围绕滚动体1的中轴线同心地构造。此外,可以看到多个线圈10,这些线圈在此布置在孔3和外套2之间的圆形轨道上。在此涉及十四个线圈10,它们分别偏置约 $25^{\circ}$ 地布置,其中通过给线圈加载外部的电磁交变场在线圈中产生电压。

[0052] 在图2中示出了带有滚动轴承的笼架13的、垂直于根据本发明的示例性实施方式的滚动体1的中轴线的示意性截面图。在此,所示出的实施方式基本上相应于在图1中所示出的实施方式,从而一般性地参照与此有关的实施方式。在孔中设置有传感器5、在此为电感式传感器5,无线电模块6和微型发电机4。微型发电机4在此是电感式微型发电机。为了使滚动轴承的滚动体保持规则地间隔以实现均匀的载荷分布,在外环11和内环12之间布置有笼架13,笼架13包围滚动体。即,滚动体可转动地、但相对于笼架13在固定位置处支承。在滚动体1的位置处,笼架13包括多个磁体15,在此四个磁体5。这些磁体15使得微型发电机4能够感应产生电压并且因此为传感器5和无线电模块6以及线圈10提供能量供给。替代地或附加地并且在本发明的范围内优选地,微型发电机4被设置为,使得其仅通过滚动体1的运动、即滚动产生能量。

[0053] 孔3通过在这里未示出的、沿着滚动体1的中轴线设置的电路板8分成两个半腔。传感器5布置在电路板8的第一侧的第一半腔中。

[0054] 在图3中示出了平行于根据本发明的示例性实施方式的滚动体1的中轴线的示意性剖面图。在此,所示出的实施方式基本上相应于在图2中所示出的实施方式,从而一般性地参照与此有关的实施方式。在此尤其可以看到孔3,以及示意性的微型发电机4和无线电模块6。

[0055] 在图4中示出了图3和图4中的根据本发明的示例性实施方式的线圈10的示意性等效电路图。在此,这些线圈10构成串联连接的多个电感。根据之前描述的视图,在此设置有十四个线圈10,对应于十四个电感。

[0056] 在图5中示出了根据本发明的示例性实施方式的滚动体1的示意性纵剖图。在此,所示出的实施方式基本上相应于在图1中所示出的实施方式,从而一般性地参照与此有关的实施方式。在此,明显可见电路板8,其中,在电路板8的其中一侧上布置有两个沿着滚动体1的中心线彼此间隔开的、带有两个测量接触件7、7'的电感式传感器5、5'。传感器5、5'的导体电路在该图示中不可见。在导体电路和测量接触件7、7'之间设置有间隙。测量接触件7、7'与孔壁接触。取决于孔是否被压缩或挤压,测量接触件7、7'与电路板8之间的间距变化,所述电路板通过间隔保持件70、70'与孔壁接触。这个间距,即间隙的尺寸被测量。此外还可以看到能量存储器18和无线电模块6。

[0057] 在图6中示出了根据本发明的示例性实施方式的滚动体1的电路板8。为了清楚起见,在此并未示出所有元件。在中间可看到能量储存器18。此外,仅示例性地示出无线电模块6。这样设计电路板8的尺寸,使得该电路板可配合到孔3中并且优选具有小的侧向公差。

[0058] 在图7中示出了根据本发明的示例性实施方式的滚动轴承100的透视图。在此涉及一种大型滚动轴承,其具有实施为外环的第一轴承环11、在此为了清楚起见未示出的实施为内环的第二轴承环12和布置在其间的笼架13,笼架13包围多个滚动体并且彼此均匀间隔

地保持这些滚动体。除了常规的滚动体1'，在此至少一个滚动体是在本申请的意义上的滚动体1、即测量滚子。

[0059] 在图8中示出了根据本发明的示例性实施方式的滚动轴承100的透视细节图。在此，除了两个常规的滚动体1'之外，尤其示出了一个根据本发明的滚动体1。如从该视图中可见，滚动体1不具有布线，其自主地运行并且无线地传输测量数据，从而滚动轴承100例如可以由壳体包围并且尽管如此仍可以进行负载测量。由此，大型滚动轴承例如可以安装在风力设备中并且将载荷测量数据传输到控制单元上，从而可以提早地并且在不对滚动轴承100进行繁琐的干预的情况下识别出维护需求。

[0060] 在图9中示出了根据本发明的示例性实施方式的滚动轴承100的示意图。滚动轴承100在第一轴承环11和第二轴承环12之间具有一个根据本发明的滚动体1和多个常规的滚动体1'。

[0061] 在图10中示出了根据本发明的示例性实施方式的电路板8的示意性截面图。除了电路板8之外，还能够看到具有测量接触件7、7'和间隔保持件70、70'的传感器5、5'，能量存储器18和在未示出的、布置在电路板8上的导体电路与测量接触件7之间的间隙19。测量接触件7以其倒圆的一侧贴靠在孔壁上(在这里未示出)。孔的压缩传递到测量接触件7上并且通过间隔保持件70传递到电路板8上，由此改变间隙19的尺寸。间隙19的尺寸的测量实现了对滚动体变形的测量。

[0062] 在图11中示出了根据本发明的示例性实施方式的电路板8的视图。可以看出与图10中所示的特征相同的特征，因此在此对此不进一步讨论。不同于具有右侧测量接触件7'和右侧间隔保持件70'的右侧传感器5'，在具有左侧测量接触件7和左侧间隔保持件70的左侧传感器5上能够看到间隙19。这是由于左侧传感器5是以安装在滚动体中的状态来绘制的，并且右侧传感器5'是以未安装在滚动体中的状态来绘制的(参见图12)。在安装状态下，测量接触件7和间隔保持件70贴靠在孔壁上，并且由此测量接触件7的测量面与电路板8以间隙19间隔开。在未安装的状态下，测量接触件7'不贴靠在孔壁上，而是贴靠在电路板8上。

[0063] 在图12中示出了根据本发明的示例性实施方式的电路板8和滚动体1的视图。示出了在制造滚动体1时将具有传感器5'和5的电路板8插入滚动体1的孔中。具有测量接触件7'和间隔保持件70'的传感器5'已经插入滚动体1中。测量接触件7'和间隔保持件70'贴靠在孔壁上。由此，在测量接触件7'与布置在电路板8上的导体电路之间形成间隙19。此外，可以看到能量存储器18和具有另外的测量接触件7和另外的间隔保持件70的另外的传感器5。该另外的测量接触件7还没有插入滚动体1的孔中，并且因此还没有与孔壁接触。该另外的测量接触件7放置在电路板8上，从而在该位置处不产生间隙。

[0064] 图13示出了根据本发明的示例性实施方式的滚动体1的示意图。可以看到沿着垂直于滚动体1的中轴线的平面的截面。在具有外套2的滚动体1中，在孔3中布置有具有导体电路22的电路板8。电路板8通过间隔保持件70与孔壁机械接触。间隔保持件70利用另外的磁体21固定在孔壁处。孔壁与另外的磁体21之间的磁性相互作用通过磁场线201来说明。此外可以看到测量接触件7，它本身借助磁体20固定在孔壁上。孔壁与磁体20之间的磁性相互作用同样通过磁场线200来说明。如果滚动体1变形，则在测量接触件7和导体电路22之间的间隙19的尺寸改变。间隙19的尺寸、进而滚动体1的变形被感应地测量。

[0065] 图14示出了根据本发明的示例性实施方式的具有电路板8、测量接触件7和间隔保

持件70的滚动体1的局部示意图。在此示出沿着滚动体1的中轴线的剖面。可以看到电路板8连同固定在其上的间隔保持件70,该间隔保持件与孔壁(未示出)机械接触。此外,可以看到测量接触件7。间隙19位于测量接触件7和电路板8之间。在滚动体1变形时,出现间隙19的尺寸变化,通过双箭头示出。滚动体1的变形测量通过测量间隙19的尺寸来进行。

[0066] 附图标记说明

[0067]	1	滚动体
[0068]	1'	滚动体
[0069]	2	外套
[0070]	3	孔
[0071]	4	微型发电机
[0072]	5、5'	传感器
[0073]	6	无线电模块
[0074]	7、7'	测量接触件
[0075]	8	电路板
[0076]	9	应变测量条
[0077]	10	线圈
[0078]	11	第一轴承环
[0079]	12	第二轴承环
[0080]	13	笼架
[0081]	14	磁体
[0082]	15	笼架磁体
[0083]	17	另外的电路板
[0084]	18	能量存储器
[0085]	19	间隙
[0086]	20	第一磁体
[0087]	21	第二磁体
[0088]	22	导体电路
[0089]	70、70'	间隔保持件
[0090]	100	滚动轴承
[0091]	200	磁场线
[0092]	201	磁场线

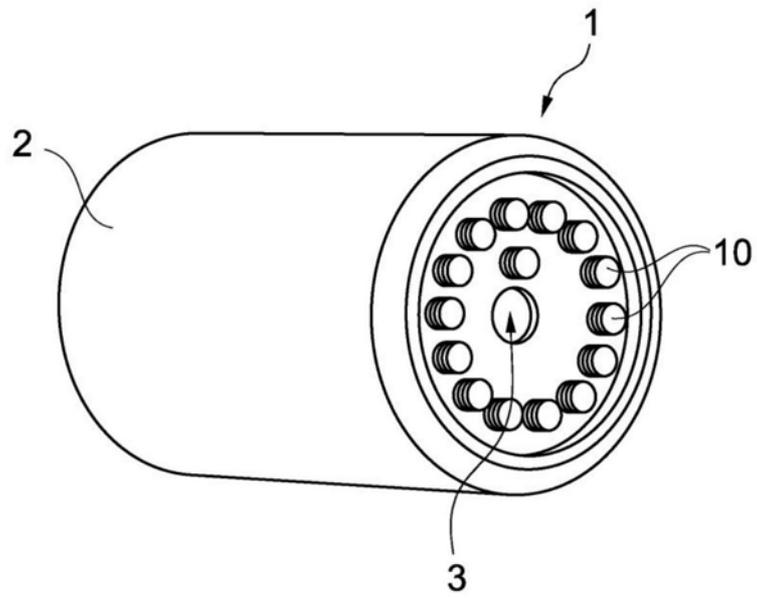


图1

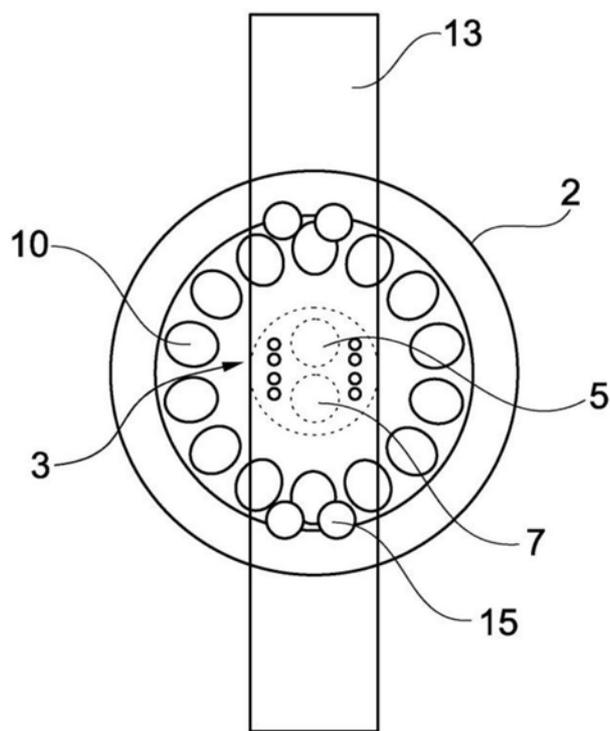


图2

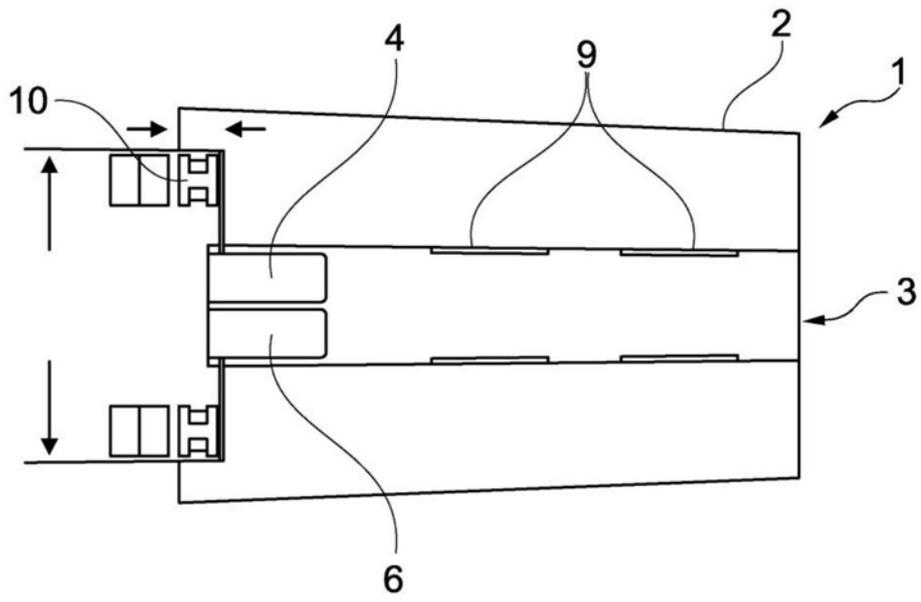


图3

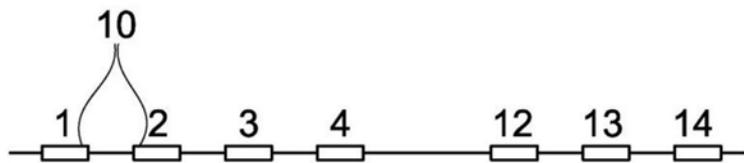


图4

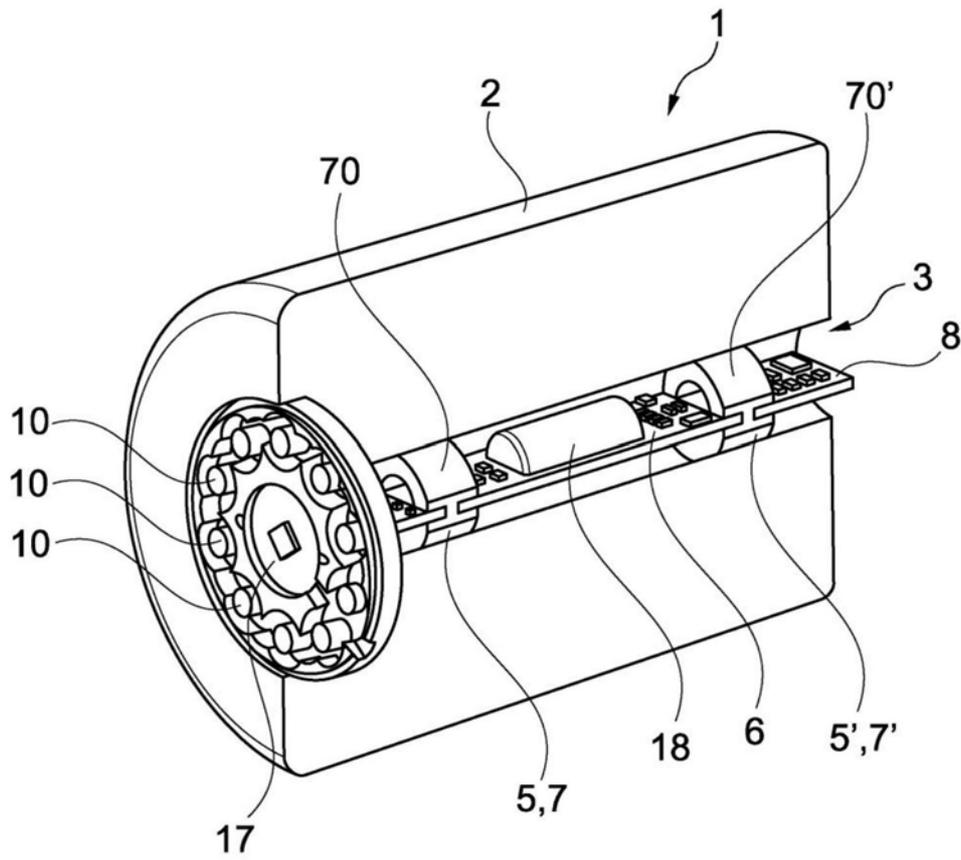


图5

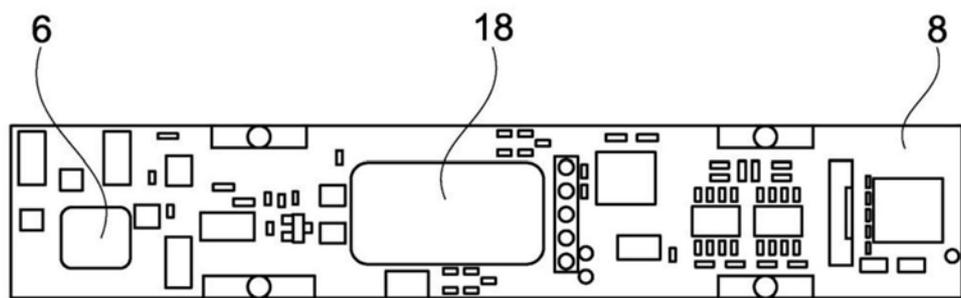


图6

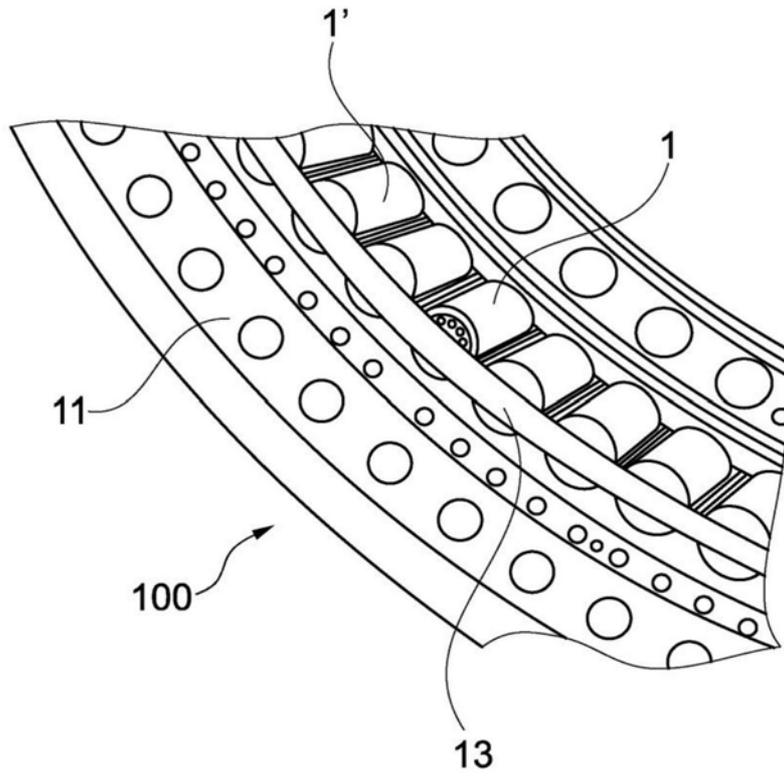


图7

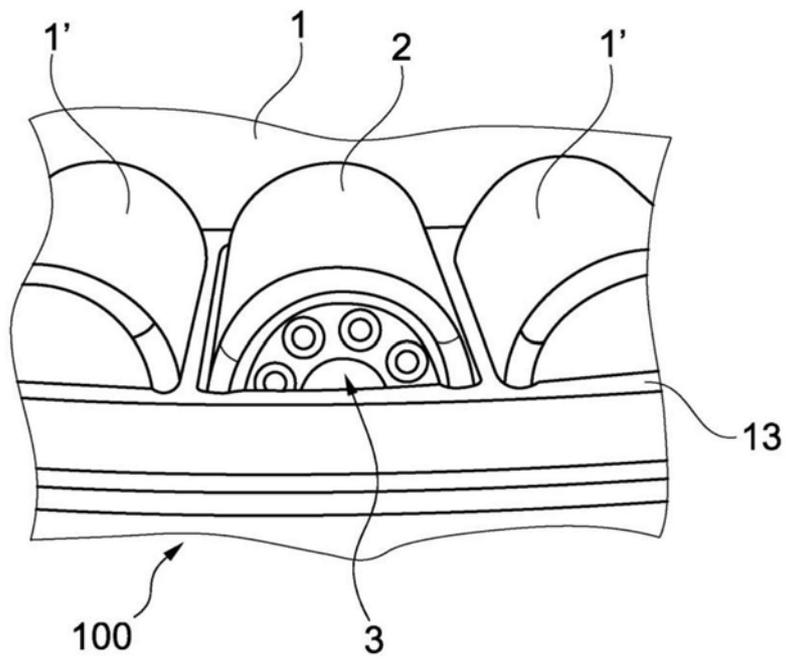


图8

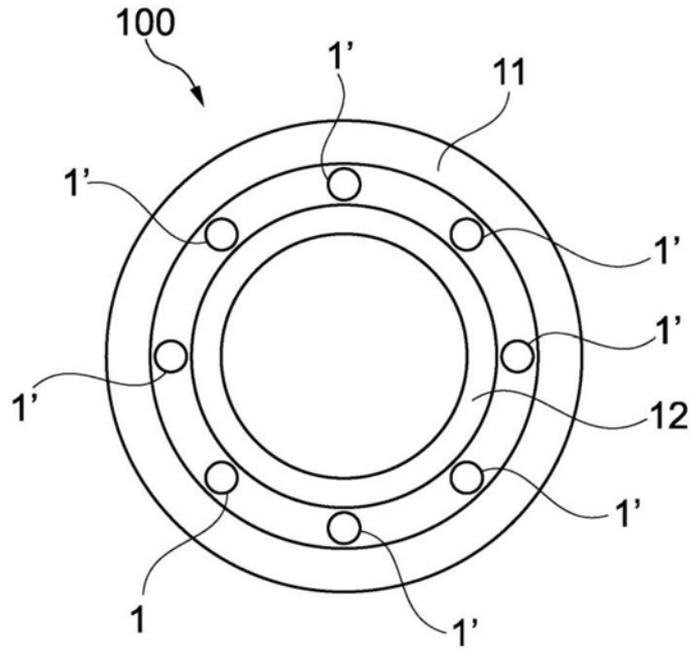


图9

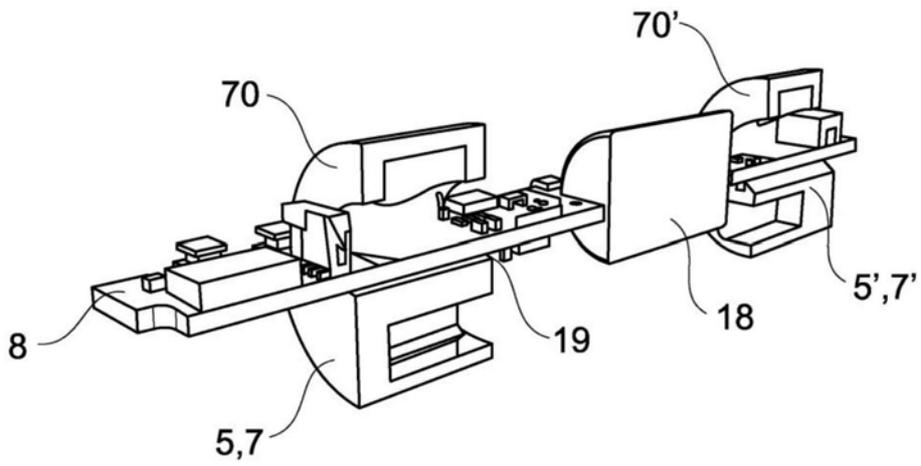


图10

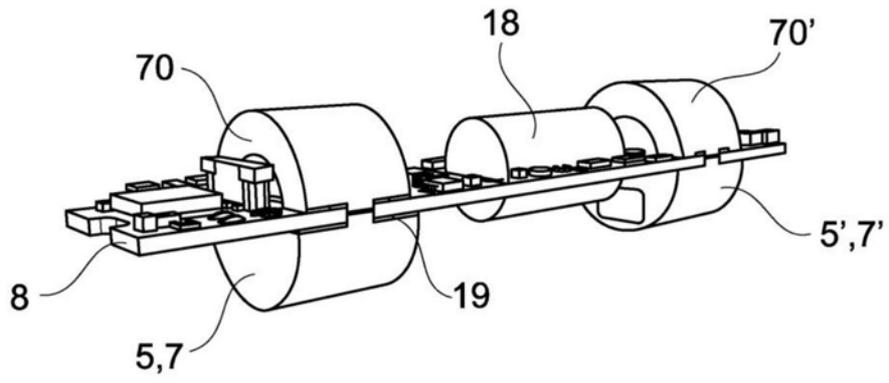


图11

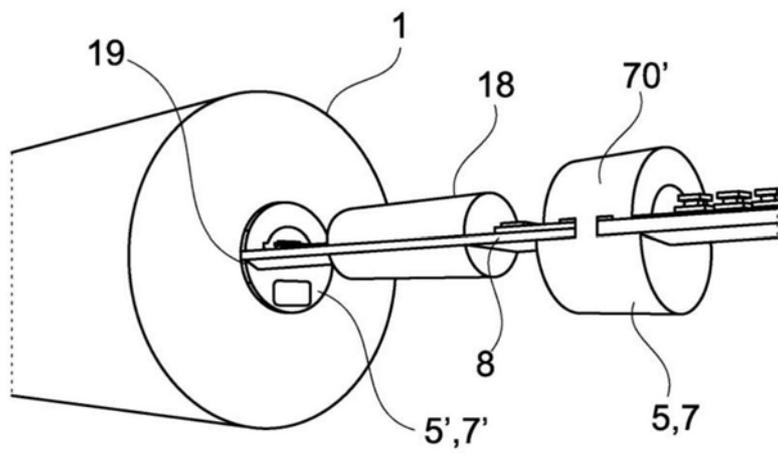


图12

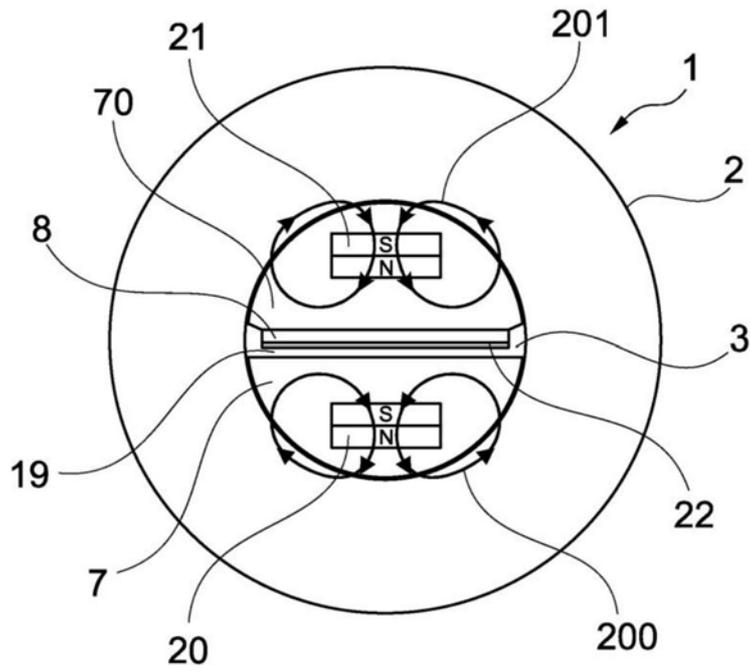


图13

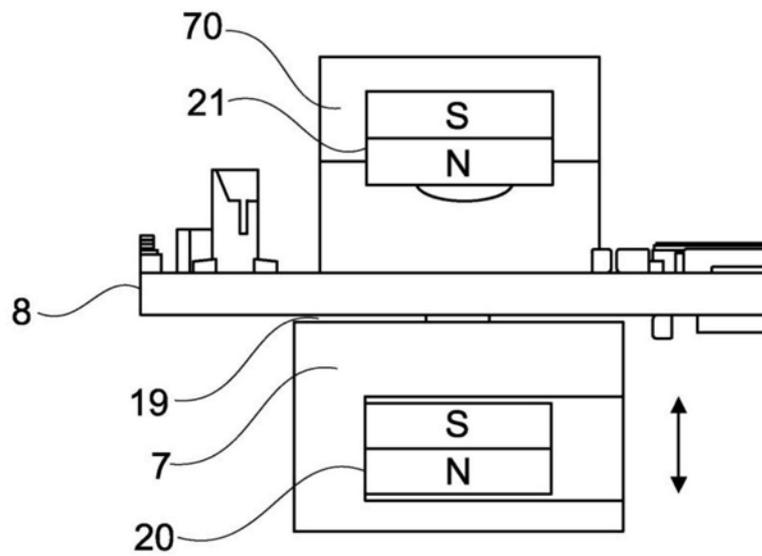


图14