



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110233536 B

(45) 授权公告日 2021. 11. 12

(21) 申请号 201910509242.6

(22) 申请日 2019.06.13

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110233536 A

(43) 申请公布日 2019.09.13

(73) 专利权人 清华大学
地址 100084 北京市海淀区清华园

(72) 发明人 徐旻 张凯 戴兴建

(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 黄德海

(51) Int. Cl.

H02K 5/16 (2006.01)

F16H 57/00 (2012.01)

F16C 41/02 (2006.01)

(56) 对比文件

汪勇等. 大卸载力铠装永磁轴承设计分析.
《机械科学与技术》. 2015, 第34卷(第6期),

审查员 黄倩

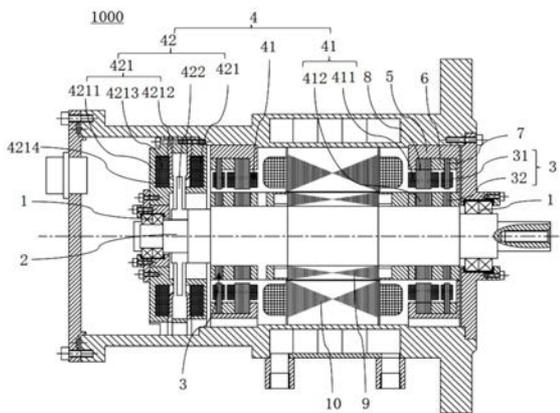
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

高速旋转轴系上的电磁执行机构及电机

(57) 摘要

本发明公开了一种高速旋转轴系上的电磁执行机构,所述高速旋转轴系采用机械轴承支承在芯轴的两端,所述芯轴转速低于所述机械轴承的额定转速;所述电磁执行机构包括安装在所述芯轴上的传感器检测装置和电磁执行装置,其中,所述传感器检测装置用于检测所述芯轴的动静载荷信息,并将所述动静载荷信息传递给控制系统处理;所述电磁执行装置用于根据所述控制系统对所述动静载荷信息处理得到的结果对所述芯轴施加与所述芯轴振动相抵消的力,以使所述机械轴承上的实际承载载荷始终趋近于零,大大提升机械轴承的承载能力和使用寿命,可以将更小更高速的机械轴承用于更大承载需求的设备中。本发明还提供了一种电机。



1. 一种高速旋转轴系上的电磁执行机构,其特征在于,所述高速旋转轴系采用机械轴承支承在芯轴的两端,所述芯轴转速低于所述机械轴承的额定转速;所述电磁执行机构包括安装在所述芯轴上的传感器检测装置和电磁执行装置,其中,所述传感器检测装置用于检测所述芯轴的动静载荷信息,并将所述动静载荷信息传递给控制系统处理;所述电磁执行装置用于根据所述控制系统对所述动静载荷信息处理得到的结果对所述芯轴施加与所述芯轴振动相抵消的力,以使所述机械轴承上的实际承载载荷始终趋近于零;

所述动静载荷信息包括所述芯轴的加速度、振动和偏移;

所述电磁执行装置包括径向电磁执行装置,所述径向电磁执行装置根据所述控制系统的处理结果对所述芯轴施加与所述芯轴径向振动相抵消的力;

所述传感器检测装置和所述径向电磁执行装置分别有两个,两个所述传感器检测装置和两个所述径向电磁执行装置分别设置在所述芯轴的两端,每一端的所述传感器检测装置和所述径向电磁执行装置在轴向方向上彼此靠近;

所述电磁执行装置还包括轴向电磁执行装置,所述轴向电磁执行装置根据所述控制系统的处理结果对所述芯轴施加与所述芯轴轴向振动相抵消的力。

2. 根据权利要求1所述的高速旋转轴系上的电磁执行机构,其特征在于,所述传感器检测装置包括传感器和传感器被测端,所述传感器被测端套固在所述芯轴的外周面上,所述传感器位于所述传感器被测端的径向外侧且与所述传感器被测端不接触;所述传感器通过对所述传感器被测端检测得到所述芯轴的所述动静载荷信息,并将所述动静载荷信息传递给所述控制系统处理。

3. 根据权利要求2所述的高速旋转轴系上的电磁执行机构,其特征在于,所述传感器为非接触传感器,所述非接触传感器为电感传感器、电容传感器或光感传感器。

4. 根据权利要求1所述的高速旋转轴系上的电磁执行机构,其特征在于,所述径向电磁执行装置包括径向电磁执行器和电磁被执行端,所述电磁被执行端套固在所述芯轴的外周面上,所述径向电磁执行器位于所述电磁被执行端的径向外侧且与所述电磁被执行端不接触;所述径向电磁执行器根据所述控制系统的处理结果,通过作用于所述电磁被执行端对所述芯轴施加与所述芯轴径向振动相抵消的力。

5. 根据权利要求4所述的高速旋转轴系上的电磁执行机构,其特征在于,所述电磁执行机构还包括隔磁外套环和隔磁内套环、第一硅钢片和第二硅钢片,所述传感器通过所述第一硅钢片、所述径向电磁执行器通过第二硅钢片安装在所述隔磁内套环上,所述隔磁内套环同轴嵌套在所述隔磁外套环内。

6. 根据权利要求1所述的高速旋转轴系上的电磁执行机构,其特征在于,所述轴向电磁执行装置包括止推盘和两个轴向电磁执行器,所述止推盘套固在所述芯轴的外周面上,两个所述轴向电磁执行器分别位于所述止推盘的轴向两侧且与所述止推盘均不接触;两个所述轴向电磁执行器根据所述控制系统的处理结果,通过作用于所述止推盘对所述芯轴施加与所述芯轴轴向振动相抵消的力。

7. 根据权利要求6所述的高速旋转轴系上的电磁执行机构,其特征在于,所述轴向电磁执行器包括磁铁环、挡圈和电磁线圈,所述磁铁环朝向所述止推盘的一侧面设有凹槽环,所述电磁线圈环绕设置在所述凹槽环内,所述挡圈挡设在所述凹槽环的槽口处并使所述挡圈的内周与所述凹槽环的内周之间保留间距以形成一个开口环。

8. 根据权利要求1所述的高速旋转轴系上的电磁执行机构,其特征在于,所述机械轴承的定子外设有弹性元件。

9. 一种电机,其特征在于,包括:

根据权利要求1-8中任意一项所述的高速旋转轴系上的电磁执行机构;

电机转子,所述电机转子固定在所述芯轴上;

电机定子,所述电机定子与所述电机转子同轴设置且位于所述电机转子的径向外侧。

高速旋转轴系上的电磁执行机构及电机

技术领域

[0001] 本发明涉及高速旋转机械技术领域,尤其涉及一种高速旋转轴系上的电磁执行机构及电机。

背景技术

[0002] 机械轴承的尺寸越小,转速越高,承载的载荷小。尺寸小,转速高,承载能力提升,寿命提升

[0003] 影响机械轴承使用寿命的因素主要是载荷和转速,其中载荷又包括了动静载荷两大类。为了减小动载荷或冲击载荷对轴承寿命的影响,通常在轴承的定子上增加阻尼缓冲结构,例如在轴承外增加采用公差环或阻尼橡胶圈的结构,这类结构设计可以有效提高轴承的寿命。但由于机械轴承的特性是:机械轴承转速越高,机械轴承尺寸就越小,机械轴承承载的载荷就越小,因此,机械轴承仍然存在适应范围窄、承载能力和寿命提升有限等问题。

发明内容

[0004] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此,本发明的一个目的在于提出一种高速旋转轴系上的电磁执行机构,可以有效提高高速旋转轴系上的机械轴承的承载能力和使用寿命。

[0005] 根据本发明第一方面实施例的高速旋转轴系上的电磁执行机构,所述高速旋转轴系采用机械轴承支承在芯轴的两端,所述芯轴转速低于所述机械轴承的额定转速;所述电磁执行机构包括安装在所述芯轴上的传感器检测装置和电磁执行装置,其中,所述传感器检测装置用于检测所述芯轴的动静载荷信息,并将所述动静载荷信息传递给控制系统处理;所述电磁执行装置用于根据所述控制系统对所述动静载荷信息处理得到的结果对所述芯轴施加与所述芯轴振动相抵消的力,以使所述机械轴承上的实际承载载荷始终趋近于零。

[0006] 根据本发明第一方面实施例的高速旋转轴系上的电磁执行机构,机械轴承作为高速旋转轴系的芯轴的主支承,在芯轴上安装作为电磁执行机构的传感器检测装置和电磁执行装置,利用传感器检测装置可以检测芯轴的动静载荷信息,并由控制系统处理动静载荷信息,电磁执行装置根据处理结果对芯轴施加与芯轴振动相抵消的力,将机械轴承上的主要动静载荷有效卸去,从而实现机械轴承上的实际承载始终趋近于零,大大提升机械轴承的承载能力和使用寿命,可以将更小更高速的机械轴承用于更大承载需求的设备中。

[0007] 根据本发明第一发明的一个实施例,所述动静载荷信息包括所述芯轴的加速度、振动和偏移。

[0008] 根据本发明第一方面的一个实施例,所述传感器检测装置包括传感器和传感器被测端,所述传感器被测端套固在所述芯轴的外周面上,所述传感器位于所述传感器被测端的径向外侧且与所述传感器被测端不接触;所述传感器通过对所述传感器被测端检测得到

所述芯轴的所述动静载荷信息,并将所述动静载荷信息传递给所述控制系统处理。

[0009] 根据本发明第一方面进一步的实施例,所述传感器为非接触传感器,所述非接触传感器为电感传感器、电容传感器或光感传感器。

[0010] 根据本发明第一方面进一步的实施例,所述电磁执行装置包括径向电磁执行装置,所述径向电磁执行装置根据所述控制系统的处理结果对所述芯轴施加与所述芯轴径向振动相抵消的力。

[0011] 根据本发明第一方面再进一步的实施例,所述径向电磁执行装置包括径向电磁执行器和电磁被执行端,所述电磁被执行端套固在所述芯轴的外周面上,所述径向电磁执行器位于所述电磁被执行端的径向外侧且与所述电磁被执行端不接触;所述径向电磁执行器根据所述控制系统的处理结果,通过作用于所述电磁被执行端对所述芯轴施加与所述芯轴径向振动相抵消的力。

[0012] 根据本发明第一方面再进一步的实施例,所述电磁执行机构还包括隔磁外套环和隔磁内套环、第一硅钢片和第二硅钢片,所述传感器通过所述第一硅钢片、所述径向电磁执行器通过第二硅钢片安装在所述隔磁内套环上,所述隔磁内套环同轴嵌套在所述隔磁外套环内。

[0013] 根据本发明第一方面再进一步的实施例,所述传感器检测装置和所述径向电磁执行装置分别有两个,两个所述传感器检测装置和两个所述径向电磁执行装置分别设置在所述芯轴的两端,每一端的所述传感器检测装置和所述径向电磁执行装置在轴向方向上彼此靠近。

[0014] 根据本发明第一方面再进一步的实施例,所述电磁执行装置还包括轴向电磁执行装置,所述轴向电磁执行装置根据所述控制系统的处理结果对所述芯轴施加与所述芯轴轴向振动相抵消的力。

[0015] 根据本发明第一方面再进一步的实施例,所述轴向电磁执行装置包括止推盘和两个轴向电磁执行器,所述止推盘套固在所述芯轴的外周面上,两个所述轴向电磁执行器分别位于所述止推盘的轴向两侧且与所述止推盘均不接触;两个所述轴向电磁执行器根据所述控制系统的处理结果,通过作用于所述止推盘对所述芯轴施加与所述芯轴轴向振动相抵消的力。

[0016] 根据本发明第一方面再进一步的实施例,所述轴向电磁执行器包括磁铁环、挡圈和电磁线圈,所述磁铁环朝向所述止推盘的一侧面设有凹槽环,所述电磁线圈环绕设置在所述凹槽环内,所述挡圈挡设在所述凹槽环的槽口处并使所述挡圈的内周与所述凹槽环的内周之间保留间距以形成一个开口环。

[0017] 根据本发明第一方面的一个实施例,所述机械轴承的定子外设有弹性元件。

[0018] 本发明还提供了一种电机。

[0019] 根据本发明第二发明实施例的电机,包括:

[0020] 根据本发明第一方面任意一个实施例所述的提高机械轴承承载能力和使用寿命的电磁执行机构;

[0021] 电机转子,所述电机转子固定在所述芯轴上;

[0022] 电机定子,所述电机定子与所述电机转子同轴设置且位于所述电机转子的径向外侧。

[0023] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0024] 本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0025] 图1是本发明第二方面实施例的电机轴向剖面结构示意图,其中示意出了本发明第一方面实施例的高速旋转轴系上的电磁执行机构的结构示意图。

[0026] 附图标记:

[0027] 电机1000

[0028] 机械轴承1 芯轴2

[0029] 传感器检测装置3 传感器31 传感器被测端32

[0030] 电磁执行装置4

[0031] 径向电磁执行装置41 径向电磁执行器411 电磁被执行端412

[0032] 轴向电磁执行装置42 轴向电磁执行器421 磁铁环4211 挡圈4212

[0033] 电磁线圈4213 开口环4214 止推盘422

[0034] 隔磁外套环5 隔磁内套环6 第一硅钢片7 第二硅钢片8

[0035] 电机转子9 电机定子10

具体实施方式

[0036] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0037] 下面结合图1来描述根据本发明实施例的高速旋转轴系上的电磁执行机构。

[0038] 如图1所示,根据本发明第一方面实施例的高速旋转轴系上的电磁执行机构,高速旋转轴系采用机械轴承1支承在芯轴2的两端,芯轴2转速低于机械轴承1的额定转速;电磁执行机构包括安装在芯轴2上的传感器检测装置3和电磁执行装置4,其中,传感器检测装置3用于检测芯轴2的动静载荷信息,并将动静载荷信息传递给控制系统处理;电磁执行装置4用于根据控制系统对动静载荷信息处理得到的结果对芯轴2施加与芯轴2振动相抵消的力,以使机械轴承1上的实际承载载荷始终趋近于零。

[0039] 具体地说,高速旋转轴系采用机械轴承1支承在芯轴2的两端,芯轴2转速低于机械轴承1的额定转速。可以理解的是,在芯轴2的两端采用机械轴承1来支承芯轴2,机械轴承1作为主支承与芯轴2之间无气隙安装,芯轴2定位精度高且不存在有气隙跌落的问题。由于高速旋转轴系旋转速度快,相应地,高速旋转轴系的机械轴承1的尺寸小。为了保证高速旋转轴系的正常运行,要求芯轴2转速低于机械轴承1的额定转速。

[0040] 电磁执行机构包括安装在芯轴2上的传感器检测装置3和电磁执行装置4,其中,传感器检测装置3用于检测芯轴2的动静载荷信息,并将动静载荷信息传递给控制系统处理;电磁执行装置4用于根据控制系统对动静载荷信息处理得到的结果对芯轴2施加与芯轴2振动相抵消的力,以使机械轴承1上的实际承载载荷始终趋近于零。可以理解的是,传感器检

测装置3和电磁执行装置4是电磁执行机构的必要组成,传感器检测装置3和电磁执行装置4安装在芯轴2上,利用传感器检测装置3可以检测芯轴2的动静载荷信息,例如芯轴2的加速度、振动和偏移情况,将动静载荷信息可以以信号的形式传递给控制系统处理,控制系统处理动静载荷信息并将处理结果反馈给电磁执行装置4,电磁执行装置4根据处理结果对芯轴2施加与芯轴2振动相抵消的力,将机械轴承1上的主要动静载荷有效卸去,从而实现机械轴承1上的实际承载始终趋近于零,大大提升机械轴承1的承载能力和使用寿命。也就是说,电磁执行机构可以辅助地提升高速旋转轴系的机械轴承1的承载能力和使用寿命,可以将更小更高速的机械轴承1用于更大承载需求的设备中。

[0041] 根据本发明第一方面实施例的高速旋转轴系上的电磁执行机构,机械轴承1作为高速旋转轴系的芯轴2的主支承,在芯轴2上安装作为电磁执行机构的传感器检测装置3和电磁执行装置4,利用传感器检测装置3可以检测芯轴2的动静载荷信息,并由控制系统处理动静载荷信息,电磁执行装置4根据处理结果对芯轴2施加与芯轴2振动相抵消的力,将机械轴承1上的主要动静载荷有效卸去,从而实现机械轴承1上的实际承载始终趋近于零,大大提升机械轴承1的承载能力和使用寿命,可以将更小更高速的机械轴承1用于更大承载需求的设备中。

[0042] 根据本发明第一方面的一个实施例,动静载荷信息包括芯轴2的加速度、振动和偏移。由于芯轴2的加速度、芯轴2的振动和偏移对机械轴承1的承载能力产生直接的影响,利用传感器31检测芯轴2的加速度、振动和偏移作为反馈控制基准信号,有利于电磁执行装置4有效地卸载机械轴承1的动静载荷。

[0043] 根据本发明第一方面的一个实施例,传感器检测装置3包括传感器31和传感器被测端32,传感器被测端32套固在芯轴2的外周面上,传感器31位于传感器被测端32的径向外侧且与传感器被测端32不接触;传感器31通过对传感器被测端32检测得到芯轴2的动静载荷信息,并将动静载荷信息传递给控制系统处理。可以理解的是,传感器被测端32套固在芯轴2的外周面上,传感器31位于传感器被测端32的径向外侧且与传感器被测端32不接触,避免传感器31与传感器被测端32之间碰磨。

[0044] 根据本发明第一方面进一步的实施例,传感器31为非接触传感器31。例如,非接触传感器31可以采用电感传感器31、电容传感器31或光感传感器31,从而可以实现传感器31对传感器被测端32进行非接触检测,避免二者之间碰磨。

[0045] 根据本发明第一方面进一步的实施例,电磁执行装置4包括径向电磁执行装置41,径向电磁执行装置41根据控制系统的处理结果对芯轴2施加与芯轴2径向振动相抵消的力。由此,可以有效地卸载芯轴2的径向载荷,有利于提升机械轴承1的承载能力和使用寿命。

[0046] 根据本发明第一方面再进一步的实施例,径向电磁执行装置41包括径向电磁执行器411和电磁被执行端412,电磁被执行端412套固在芯轴2的外周面上,径向电磁执行器411位于电磁被执行端412的径向外侧且与电磁被执行端412不接触;径向电磁执行器411根据控制系统的处理结果,通过作用于电磁被执行端412对芯轴2施加与芯轴2径向振动相抵消的力。由此,可以有效地卸载芯轴2的径向载荷,有利于提升机械轴承1的承载能力和使用寿命。此外,径向电磁执行器411与电磁被执行端412不接触,可以避免二者之间碰磨。

[0047] 根据本发明第一方面再进一步的实施例,电磁执行机构还包括隔磁外套环5和隔磁内套环6、第一硅钢片7和第二硅钢片8,传感器31通过第一硅钢片7及径向电磁执行器411

通过第二硅钢片8分别安装在隔磁内套环6上,隔磁内套环6同轴嵌套在隔磁外套环5内。可以理解的是,通过第一硅钢片7将传感器31安装在隔磁内套环6上,通过第二硅钢片8将径向电磁执行器411安装在隔磁内套环6上,可以避免径向电磁执行器411的电磁涡流损失,同时,也方便安装。通过隔磁内套环6同轴嵌套在隔磁外套环5内,利用隔磁外套环5可以将传感器31和径向电磁执行器411固定在高速旋转轴系应用的设备外壳上。此外,隔磁外套环5和隔磁内套环6还可以起到隔磁的作用。

[0048] 根据本发明第一方面再进一步的实施例,传感器检测装置3和径向电磁执行装置41分别有两个,两个传感器检测装置3和两个径向电磁执行装置41分别设置在芯轴2的两端,每一端的传感器检测装置3和径向电磁执行装置41在轴向方向上彼此靠近。可以理解的是,两个传感器检测装置3和两个径向电磁执行装置41分别设置在芯轴2的两端,这样,传感器检测装置3检测的芯轴2的动静载荷信息更加准确可靠,同时,径向电磁执行装置41能够更有效地卸去芯轴2两端的机械轴承1的动静载荷。每一端的传感器检测装置3和径向电磁执行装置41在轴向方向上彼此靠近,结构紧凑,安装固定方便简单。

[0049] 根据本发明第一方面再进一步的实施例,电磁执行装置4还包括轴向电磁执行装置42,轴向电磁执行装置42根据控制系统的处理结果对芯轴2施加与芯轴2轴向振动相抵消的力。由此,可以有效地卸载芯轴2的轴向载荷,有利于提升机械轴承1的承载能力和使用寿命。

[0050] 根据本发明第一方面再进一步的实施例,轴向电磁执行装置42包括止推盘422和两个轴向电磁执行器421,止推盘422套固在芯轴2的外周面上,两个轴向电磁执行器421分别位于止推盘422的轴向两侧且与止推盘422均不接触;两个轴向电磁执行器421根据控制系统的处理结果,通过作用于止推盘422对芯轴2施加与芯轴2轴向振动相抵消的力。由此,可以有效地卸载芯轴2的轴向载荷,有利于提升机械轴承1的承载能力和使用寿命。此外,轴向电磁执行器421与止推盘422不接触,可以避免二者之间碰磨。

[0051] 根据本发明第一方面再进一步的实施例,轴向电磁执行器421包括磁铁环4211、挡圈4212和电磁线圈4213,磁铁环4211朝向止推盘422的一侧设有凹槽环,电磁线圈4213环绕设置在凹槽环内,挡圈4212挡设在凹槽环的槽口处并使挡圈4212的内周与凹槽环的内周之间保留间距以形成一个开口环4214。由此,电磁线圈4213安装方便可靠,并且通过设置开口环4214,可以使轴向电磁执行器421的磁感应强度局部加强。

[0052] 根据本发明第一方面的一个实施例,机械轴承1的定子外设有弹性元件,该弹性元件可以为公差环、阻尼橡胶环等,能够允许高速旋转轴系可以在弹性元件上有微小位移,有利于提高机械轴承1的承载能力和使用寿命。

[0053] 如图1所示,本发明第二方面还提供了一种电机1000。

[0054] 如图1所示,根据本发明第二方面实施例的电机1000,包括根据本发明第一方面任意一个实施例的高速旋转轴系的电磁执行机构、电机转子9和电机定子10,电机转子9固定在芯轴2上,电机定子10与电机转子9同轴设置且位于电机转子9的径向外侧。

[0055] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特

点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0056] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,本领域的普通技术人员可以理解:在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

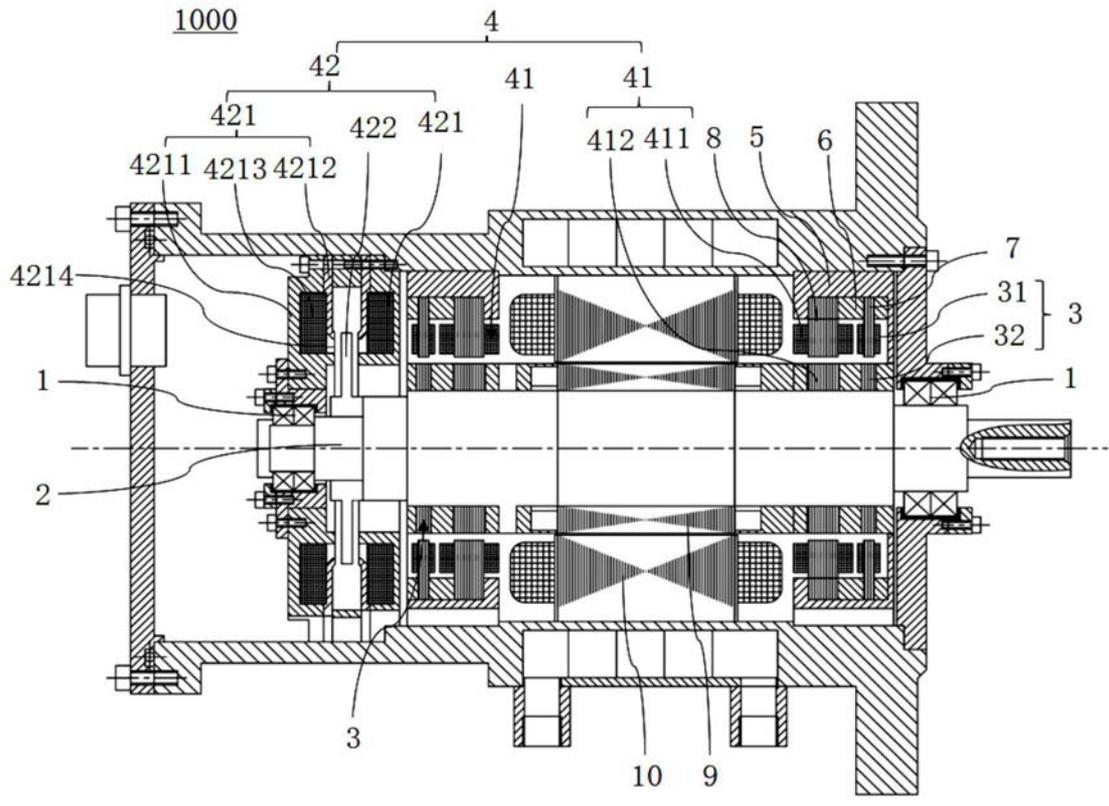


图1