



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105275533 B

(45)授权公告日 2018.02.06

(21)申请号 201510713657.7

F01M 1/06(2006.01)

(22)申请日 2015.10.28

F01M 1/10(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

F02F 7/00(2006.01)

申请公布号 CN 105275533 A

F02F 1/00(2006.01)

(43)申请公布日 2016.01.27

F02F 3/00(2006.01)

(73)专利权人 北京理工大学

F02F 11/00(2006.01)

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街5号北京理工大学

F02B 71/04(2006.01)

(72)发明人 左正兴 苗宇溪 冯慧华 李延骁 宋豫

(56)对比文件

CN 101372913 A,2009.02.25,

CN 101397932 A,2009.04.01,

GB 605199 A,1948.07.19,

WO 2015152130 A1,2015.10.08,

(74)专利代理机构 北京理工正阳知识产权代理事务所(普通合伙) 11639

审查员 王辉

代理人 唐华

(51)Int.Cl.

F01M 1/02(2006.01)

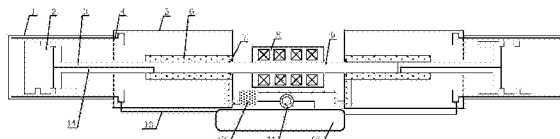
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种自由活塞内燃发电机的压力润滑系统

(57)摘要

本发明涉及一种自由活塞内燃发电机的压力润滑系统,属于能源动力领域。机油箱中的机油由机油泵泵出,经机油滤清器的过滤作用后分成两个支路,通过两侧扫气箱的第一进油孔和输油道进入润滑油腔、润滑油腔与连杆轴之间的间隙;进而进入活塞连杆组件内的油道中;再通过油道的出油口流入活塞-气缸套摩擦副,实现对这一摩擦表面的连续润滑;该系统采用压力润滑的形式,与自由活塞发电机的运动过程不具耦合关系,工作可靠且适应性强;机油泵采用电动式,便于根据发动机不同工况进行精确的电子控制;润滑油腔与润滑油道布置在自由活塞发电机模块内部,结构紧凑、节省空间,易于实现较高的体积功率。



1. 一种自由活塞内燃发电机的压力润滑系统, 主要包括自由活塞发电机模块, 其特征在于: 还包括机油箱(10)、电动机油泵(11)、油管(13)和密封环7;

自由活塞发电机模块主要包括: 气缸(1)、活塞(2)、连杆(3)、气缸套(4)、扫气箱(5)、直线电机定子线圈(8)以及电机动子(9);

扫气箱(5)内部中心位置放置有润滑油腔(6); 润滑油腔(6)为中空圆柱体, 连杆(3)和电机动子(9)在润滑油腔(6)内往复运动; 润滑油腔(6)与扫气箱(5)靠近直线电机定子线圈(8)的一侧固定连接, 连接处设置密封环(7), 密封环(7)将附着在连杆和电机动子表面的润滑油刮掉, 以防油腔中的润滑油进入电机定子线圈内; 扫气箱(5)与气缸(1)连接的端面底部设置有凸台, 凸台上开有第一回油孔(15); 扫气箱(5)靠近直线电机定子线圈(8)的一侧底部开有第一进油孔(16); 扫气箱(5)箱体内开设油路, 油路将进油孔(16)与润滑油腔(6)连通; 润滑油腔(6)长度大于一个活塞行程长度;

气缸套(4)靠近扫气箱(5)一端的端部设置有环形集油槽(17), 集油槽(17)最低端开有第二回油孔(18), 第二回油孔(18)与扫气箱对应位置的第一回油孔(15)相对;

连杆(3)与活塞(2)固连形成活塞运动组件, 组件内铸有油道(14), 连杆(3)与电机动子(9)连接一侧的周向开有第二进油孔(19), 润滑油腔(6)的长度设置可保证进油孔(19)一直处于润滑油腔(6)内;

在活塞(2)上安装油环的环槽处周向开有出油孔(20), 出油孔(20)将润滑油准确输送到活塞-气缸套摩擦副上;

电机动子(9)与连杆(3)固连, 两者等截面, 以减小润滑油对运动组件的阻尼作用。

2. 如权利要求1所述的一种自由活塞内燃发电机的压力润滑系统, 其特征在于: 还包括机油滤清器(12), 机油滤清器(12)的一端与机油泵(11)连接, 另一端通过管路与第一进油孔(16)连接。

3. 一种自由活塞内燃发电机的压力润滑系统, 其特征在于: 工作过程为: 机油箱(10)中的机油由机油泵(11)泵出, 经机油滤清器(12)的过滤作用后分成两个支路, 分别进入两侧扫气箱(5)的第一进油孔(16)中; 流入第一进油孔(16)的润滑油经扫气箱(5)内设置的输油道(21)的输送作用到达润滑油腔(6), 并充满整个润滑油腔(6)与连杆动子之间的间隙; 连杆(3)与活塞(2)固连, 当活塞(2)在气缸(1)中进行左右往复运动时, 连杆(3)在靠近与动子(9)连接一端所开设的第二进油孔(19)将始终处于润滑油腔(6)中, 以使润滑油连续不断地经第二进油孔(19)流入活塞连杆组件内的油道(14)中; 油道(14)的出油孔(20)开设在活塞油环环槽内, 油道(14)内的润滑油经出油孔(20)最终被输送到活塞-气缸套摩擦副, 实现对这一摩擦表面的连续润滑; 达到气缸套(4)壁面的润滑油一部分参与燃烧室内的燃烧被消耗掉, 另一部分则通过活塞环的刮油作用被收集到气缸套末端的集油槽(17)内, 在集油槽的最低处设有第二回油孔(18), 其与扫气箱结构的第一回油孔(15)相通, 润滑油经回油孔进入与扫气箱第一回油孔(15)下端相连的油管(13)中, 最终被输送回到机油箱(10)内, 从而实现润滑油的循环流动; 当润滑系统工作时, 连杆(3)和动子(9)运动通过油腔会有部分润滑油附着在两者表面, 对连杆(3)和动子(9)起到了一定的冷却作用, 从而切断了内燃机与直线电机之间的传热通道; 扫气箱(5)与动子(9)的安装孔处所设置的密封环(7)可将动子(9)表面附着的润滑油刮掉, 从而避免过多润滑油进入到直线电机定子线圈(8)的内部。

## 一种自由活塞内燃发电机的压力润滑系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种自由活塞内燃发电机的压力润滑系统,属于能源动力领域。

### 背景技术

[0002] 自由活塞内燃发电机是自由活塞内燃发动机和直线发电机耦合之后形成的一种新型能量转换装置,通过两侧燃烧室依次做功推动活塞连杆往复直线运动切割中间电机的磁感线进行发电,在结构上不具有曲柄连杆机构,具有结构简单、功率密度高和排放低等优点。

[0003] 在自由活塞内燃发电机中,活塞环与缸套之间的摩擦表面进行高速相对运动,形成整个动力系统中唯一的摩擦损耗源,这不仅增加了自由活塞发动机内部的功率消耗,还会使零件工作表面迅速磨损,同时摩擦产生的热量还可能造成工作零件表面的烧蚀,导致发动机无法正常运转。因此为保证发动机的正常工作,必须对发动机的活塞-气缸套摩擦副进行润滑,以减小摩擦阻力,同时带走摩擦产生的部分热量。在传统曲轴式内燃机上,活塞与气缸套的摩擦表面之间通常采用飞溅润滑的方式。然而,自由活塞内燃发电机不具有曲轴箱,不能用油底壳存储机油,同时也没有旋转的曲轴,故不能采用飞溅润滑型式。为了实现气缸套与活塞之间摩擦表面的压力润滑,需要在活塞连杆组件中开设油道,而组件的高速往复运动,使油道的布置和保证摩擦表面的连续供油成为难点。

[0004] 文献CN1163343A中介绍了一种采用“柱塞式”润滑系统的内燃机。内燃机的活塞内设与活塞周面相连的油道,活塞杆内设下端有进油单向阀的润滑油进油道,以及与进油道中心线平行的回油道,活塞杆下端设弹簧承板,并置于套在弹簧室内的滑油增压室内。此系统通过活塞的往复运动将滑油增压室内的润滑油泵到活塞周面进行润滑,并通过活塞周面设置的回油孔进行回油。然而,此润滑系统所应用的内燃机中活塞的往复运动需受到弹簧的机械约束,这导致此内燃机与自由活塞内燃发电机的运行原理产生差异,也造成两者结构上的不同,故文献中所设计的润滑系统并不完全适用于自由活塞内燃发电机。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是为了解决现有自由活塞内燃发电机润滑的问题,提供一种自由活塞内燃发电机的压力润滑系统。

[0006] 本发明的目的是通过下述技术方案实现的。

[0007] 一种自由活塞内燃发电机的压力润滑系统,主要包括自由活塞发电机模块、机油箱、电动机油泵、机油滤清器、油管和密封环。

[0008] 自由活塞发电机模块主要包括:气缸、活塞、连杆、气缸套、扫气箱、直线电机定子线圈以及电机动子。

[0009] 扫气箱内部中心位置放置有润滑油腔;润滑油腔为中空圆柱体,连杆和电机动子在润滑油腔内往复运动;润滑油腔与扫气箱靠近直线电机定子线圈的一侧固定连接,连接处设置密封环,密封环将附着在连杆和电机动子表面的润滑油刮掉,以防油腔中的润滑

油进入电机定子线圈内；扫气箱与气缸连接的端面底部设置有凸台，凸台上开有第一回油孔；扫气箱靠近直线电机定子线圈的一侧底部开有第一进油孔；扫气箱箱体内开设油路，油路将进油孔与润滑油腔连通；润滑油腔长度略大于一个活塞行程长度；

[0010] 气缸套靠近扫气箱一端的端部设置有环形集油槽，集油槽最低端开有第二回油孔，第二回油孔与扫气箱对应位置的第一回油孔相对；

[0011] 连杆与活塞固连形成活塞运动组件，组件内铸有油道，连杆与电机定子连接一侧的周向开有第二进油孔，润滑油腔的长度设置可保证进油孔一直处于润滑油腔内；

[0012] 在活塞上安装油环的环槽处周向开有出油孔，出油孔将润滑油准确输送到活塞-气缸套摩擦副上；

[0013] 电机定子与连杆固连，两者等截面，以减小润滑油对运动组件的阻尼作用；

[0014] 工作过程：机油箱中的机油由机油泵泵出，经机油滤清器的过滤作用后分成两个支路，分别进入两侧扫气箱的第一进油孔中；流入第一进油孔的润滑油经扫气箱内设置的输油道的输送作用到达润滑油腔，并充满整个润滑油腔与连杆定子之间的间隙；连杆与活塞固连，当活塞在气缸中进行左右往复运动时，连杆在靠近与定子连接一端所开设的第二进油孔将始终处于润滑油腔中，以使润滑油连续不断地经第二进油孔流入活塞连杆组件内的油道中；油道的出油口开设在活塞油环环槽内，油道内的润滑油经出油口最终被输送到活塞-气缸套摩擦副，实现对这一摩擦表面的连续润滑；达到气缸套壁面的润滑油一部分参与燃烧室内的燃烧被消耗掉，另一部分则通过活塞环的刮油作用被收集到气缸套末端的集油槽内，在集油槽的最低处设有第二回油孔，其与扫气箱结构的第一回油孔相通，润滑油经回油孔进入与扫气箱第一回油孔下端相连的油管中，最终被输送回到机油箱内，从而实现润滑油的循环流动；当润滑系统工作时，连杆和定子运动通过油腔会有部分润滑油附着在两者表面，对连杆和定子起到了一定的冷却作用，从而切断了内燃机与直线电机之间的传热通道；扫气箱与定子的安装孔处所设置的密封环可将定子表面附着的润滑油刮掉，从而避免过多润滑油进入到直线电机定子线圈的内部。

[0015] 有益效果

[0016] 1、本发明的一种自由活塞内燃发电机的压力润滑系统，通过在活塞连杆组件中设置油道，以及在扫气箱中合理设计润滑油腔的长度实现对自由活塞发电机模块中活塞-气缸套摩擦副的连续润滑，避免这种新型动力装置因摩擦引起零件磨损严重等后果。

[0017] 2、本发明的一种自由活塞内燃发电机的压力润滑系统，采用压力润滑的形式，与自由活塞发电机的运动过程不具耦合关系，工作可靠且适应性强；机油泵采用电动式，便于根据发动机不同工况进行精确的电子控制；润滑油腔与润滑油道布置在自由活塞发电机模块内部，结构紧凑、节省空间，易于实现较高的体积功率。

## 附图说明

[0018] 图1自由活塞内燃发电机压力润滑系统整体结构剖面图；

[0019] 图2是集成化设计的扫气箱靠近气缸一侧的模型示意图；

[0020] 图3是集成化设计的扫气箱靠近直线电机定子线圈一侧的模型示意图；

[0021] 图4是气缸套的三维模型图；

[0022] 图5是连杆的三维模型图；

[0023] 图6是活塞的三维模型图。

[0024] 其中,1—气缸、2—活塞、3—连杆、4—气缸套、5—扫气箱、6—润滑油腔、7—密封环、8—直线电机定子线圈、9—电机定子、10—机油箱、11—电动机油泵、12—机油滤清器、13—油管、14—油道、15—第一回油孔、16—第一进油孔、17—集油槽、18—第二回油孔、19—第二进油孔、20—出油孔、21—输油道。

### 具体实施方式

[0025] 下面结合附图与实施例对本申请进行进一步说明。

[0026] 实施例1

[0027] 一种自由活塞内燃发电机的压力润滑系统,如图1所示,主要包括自由活塞发电机模块、机油箱10、电动机油泵11、机油滤清器12、油管13和密封环7。

[0028] 自由活塞发电机模块主要包括:气缸1、活塞2、连杆3、气缸套4、扫气箱5、直线电机定子线圈8以及电机定子9。

[0029] 如图2、图3所示,扫气箱5内部中心位置放置有润滑油腔6;润滑油腔6为中空圆柱体,连杆3和电机定子9在润滑油腔6内往复运动;润滑油腔6与扫气箱5靠近直线电机定子线圈8的一侧固定连接,连接处设置密封环7,密封环7将附着在连杆和电机定子表面的润滑油刮掉,以防油腔中的润滑油进入电机定子线圈内;扫气箱5与气缸1连接的端面底部设置有凸台,凸台上开有第一回油孔15;扫气箱5靠近直线电机定子线圈8的一侧底部开有第一进油孔16;扫气箱5箱体内开设油路,油路将进油孔16与润滑油腔6连通;润滑油腔6长度略大于一个活塞行程长度;

[0030] 如图4所示,气缸套4靠近扫气箱5一端的端部设置有环形集油槽17,集油槽17最低端开有第二回油孔18,第二回油孔18与扫气箱对应位置的第一回油孔15相对;

[0031] 连杆3与活塞2固连形成活塞运动组件,组件内铸有油道14,如图5所示,连杆3与电机定子9连接一侧的周向开有第二进油孔19,润滑油腔6的长度设置可保证进油孔19一直处于润滑油腔6内;

[0032] 如图6所示,在活塞2上安装油环的环槽处周向开有出油孔20,出油孔20将润滑油准确输送到活塞-气缸套摩擦副上;

[0033] 电机定子9与连杆3固连,两者等截面,以减小润滑油对运动组件的阻尼作用;

[0034] 工作过程:机油箱10中的机油由机油泵11泵出,经机油滤清器12的过滤作用后分成两个支路,分别进入两侧扫气箱5的第一进油孔16中;流入第一进油孔16的润滑油经扫气箱5内设置的输油道21的输送作用到达润滑油腔6,并充满整个润滑油腔6与连杆定子之间的间隙;连杆3与活塞2固连,当活塞2在气缸1中进行左右往复运动时,连杆3在靠近与定子9连接一端所开设的第二进油孔19将始终处于润滑油腔6中,以使润滑油连续不断地经第二进油孔19流入活塞连杆组件内的油道14中;油道14的出油口20开设在活塞油环环槽内,油道14内的润滑油经出油口20最终被输送到活塞-气缸套摩擦副,实现对这一摩擦表面的连续润滑;达到气缸套4壁面的润滑油一部分参与燃烧室内的燃烧被消耗掉,另一部分则通过活塞环的刮油作用被收集到气缸套末端的集油槽17内,在集油槽的最低处设有第二回油孔18,其与扫气箱结构的第一回油孔15相通,润滑油经回油孔进入与扫气箱第一回油孔15下端相连的油管13中,最终被输送回到机油箱10内,从而实现润滑油的循环流动;当润滑系统

工作时,连杆3和动子9运动通过油腔会有部分润滑油附着在两者表面,对连杆3和动子9起到了一定的冷却作用,从而切断了内燃机与直线电机之间的传热通道;扫气箱5与动子9的安装孔处所设置的密封环7可将动子9表面附着的润滑油刮掉,从而避免过多润滑油进入到直线电机定子线圈8的内部。

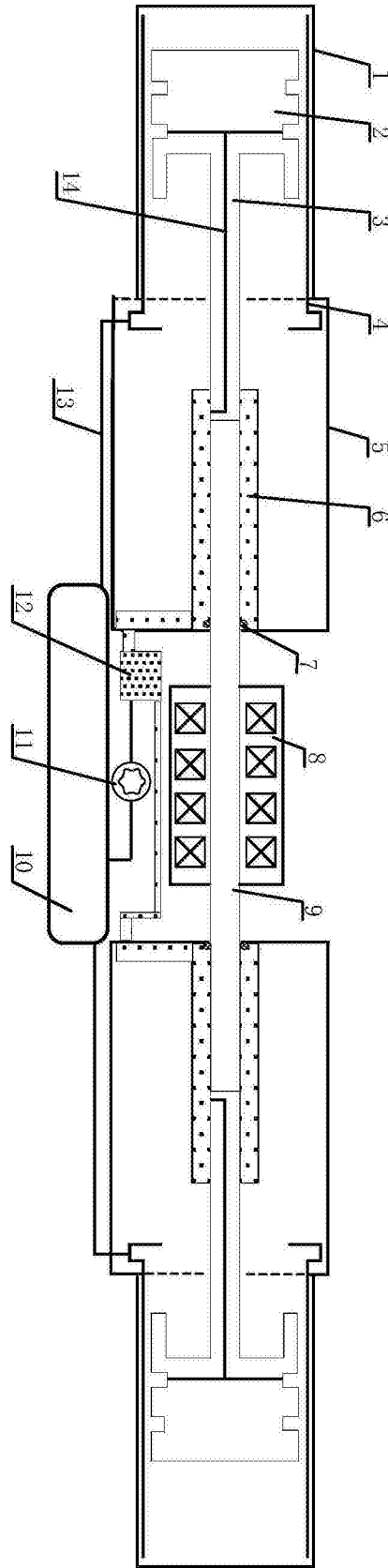


图1

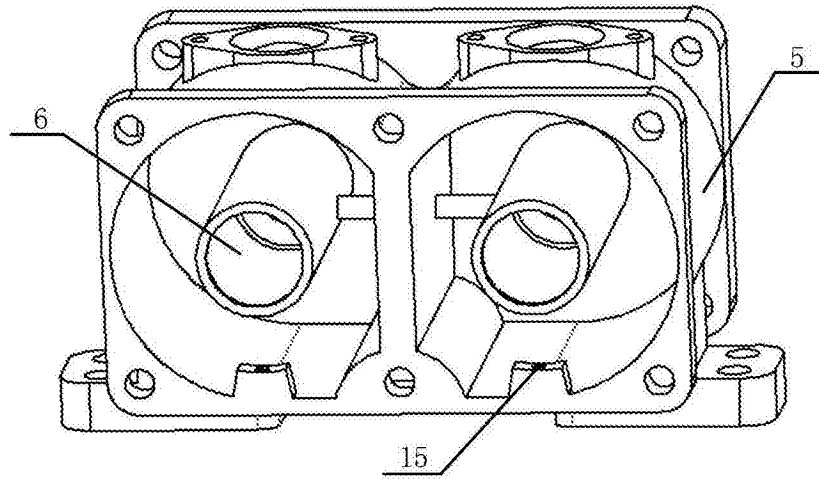


图2

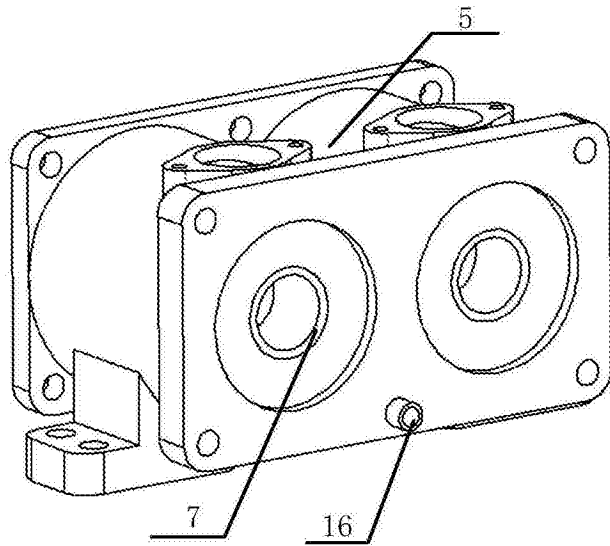


图3



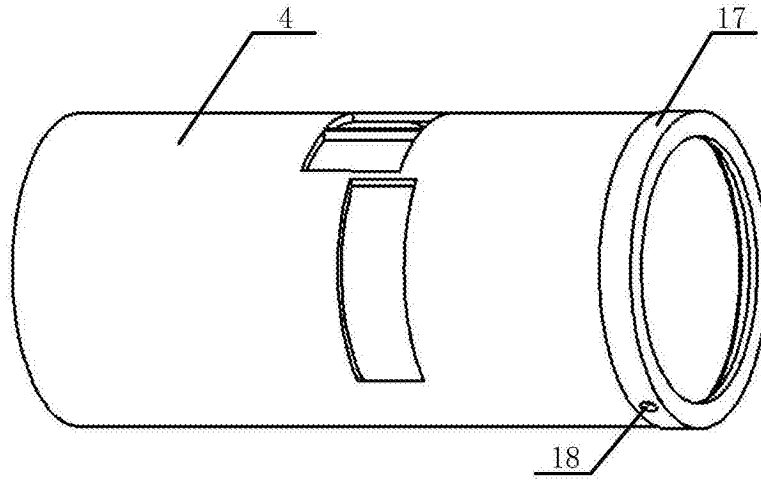


图4

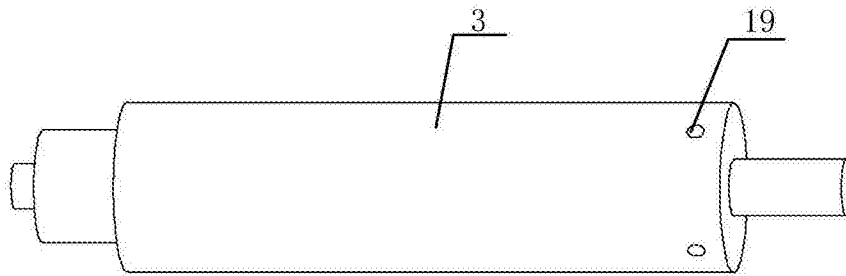


图5

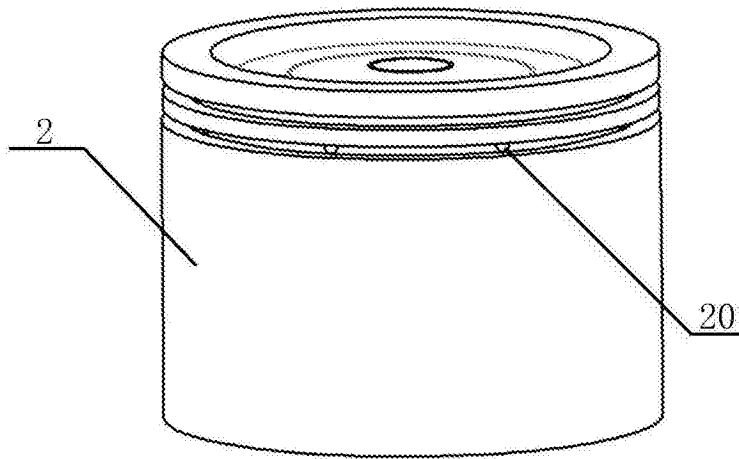


图6