

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024年8月22日 (22.08.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/169130 A1

- (51) 国际专利分类号:
F02B 71/04 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/108705
- (22) 国际申请日: 2023年7月21日 (21.07.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202310126846.9 2023年2月16日 (16.02.2023) CN
- (71) 申请人: 浙江吉利控股集团有限公司 (ZHEJIANG GEELY HOLDING GROUP CO., LTD.) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市滨江区江陵路1760号, Zhejiang 310051 (CN)。宁波吉利罗佑发动机零部件有限公司 (NINGBO GEELY ROYAL ENGINE COMPONENTS CO., LTD.) [CN/CN]; 中国浙江省宁波市杭州湾新区滨海二路818号, Zhejiang 315336 (CN)。
- (72) 发明人: 李双清 (LI, Shuangqing); 中国浙江省杭州市滨江区江陵路1760号, Zhejiang 310051 (CN)。韦虹 (WEI, Hong); 中国浙江省杭州市滨江区江陵路1760号, Zhejiang 310051 (CN)。胡轲 (HU, Ke); 中国浙江省杭州市滨江区江陵路1760号, Zhejiang 310051 (CN)。
- (74) 代理人: 北京安信方达知识产权代理有限公司 (AFD CHINA INTELLECTUAL PROPERTY LAW OFFICE); 中国北京市海淀区学清路38号 (B座)21层2108, Beijing 100083 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,

(54) Title: FREE-PISTON LINEAR GENERATOR SYSTEM AND CONTROL METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种自由活塞直线发电机系统及其控制方法

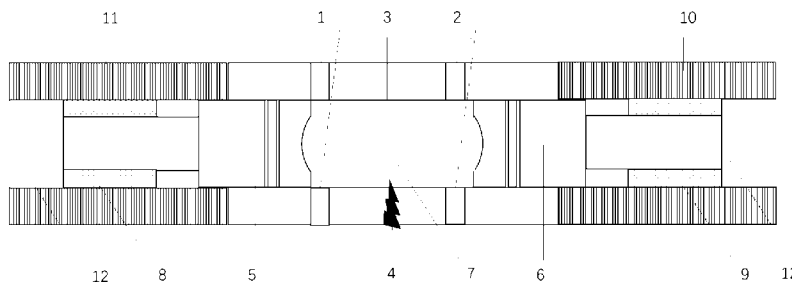


图 1

(57) Abstract: A free-piston linear generator system and a control method therefor. The generator system comprises: a cylinder (3) having a first piston cavity, an air inlet (1), a combustion chamber (7), an exhaust port (2), and a second piston cavity, the combustion chamber (7) being located between the first piston cavity and the second piston cavity, the air inlet (1) being located between the first piston cavity and the combustion chamber (7), and the exhaust port (2) being located between the second piston cavity and the combustion chamber (7); a piston set comprising a first piston (5) and a second piston (6), the first piston (5) being movably arranged in the first piston cavity, and the second piston (6) being movably arranged in the second piston cavity; wherein a first reset unit is provided between the first piston (5) and an end of the first piston cavity facing away from the combustion chamber (7), a second reset unit is provided between the second piston (6) and an end of the second piston cavity facing away from the combustion chamber (7), and a driving force capable of increasing and decreasing the speed of the second piston (6) is provided between the second piston (6) and the peripheral wall of the second piston cavity.

SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚
(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,
HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO,
PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN,
TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种自由活塞直线发电机系统及其控制方法。发电机系统包括: 缸体(3), 具有第一活塞腔、
进气口(1)、燃烧室(7)、排气口(2)和第二活塞腔, 燃烧室(7)位于第一活塞腔和第二活塞腔之
间, 进气口(1)位于第一活塞腔和燃烧室(7)之间, 排气口(2)位于第二活塞腔和燃烧室(7)之间;
包括第一活塞(5)和第二活塞(6)的活塞组, 第一活塞(5)可移动地设于第一活塞腔, 第二活塞(6)
可移动地设于第二活塞腔; 其中, 第一活塞(5)和第一活塞腔的背向燃烧室(7)的一端之间设有第一复
位单元, 第二活塞(6)和第二活塞腔的背向燃烧室(7)的一端之间设有第二复位单元, 第二活塞(6)
和第二活塞腔的周壁之间设有能够形成对第二活塞(6)进行增速和降速的驱动力。

一种自由活塞直线发电机系统及其控制方法

本申请要求于2023年02月16日提交中国专利局、申请号为202310126846.9、发明名称为“一种自由活塞直线发电机系统及其控制方法”的中国专利申请的优先权，其内容应理解为通过引用的方式并入本申请中。

5

技术领域

本文涉及但不限于车辆技术，尤指一种自由活塞直线发电机系统及其控制方法。

背景技术

10 自由活塞直线发电机是一种适用于电动汽车的新型增程装置，与相关的发动机加发电机的结构相比，它的发动机和发电机天然集成一体。由于自由活塞直线发电机取消了相关发动机所使用的曲轴连杆机构，活塞运动自由不受机械结构约束，因此该发动机具有结构简单紧凑，能量转化过程少等优点。除此之外，自由活塞直线发电机的燃料普适性强，可使用不同种类的燃料。

15 自由活塞直线发电机的开发难点之一是合理的组织换气过程。自由活塞直线发电机合理的组织换气过程，可以提高充气效率，减少扫出去的混合气，提高发动机效率，减少排放。自由活塞直线发电机如何合理的组织换气过程，是本领域技术人员一直致力于解决的技术难题。

20 发明内容

以下是对本文详细描述的主题的概述。本概述并非是为了限制权利要求的保护范围。

本公开实施例提供的自由活塞直线发电机系统，包括：缸体，具有第一活塞腔、进气口、燃烧室、排气口和第二活塞腔，所述燃烧室位于第一活塞腔和所述第二活塞腔之间，所述进气口位于所述第一活塞腔和所述燃烧室之间，所述排气口位于所述第二活塞腔和所述燃烧室之间；包括第一活塞和第二活塞的活塞组，所述第一活塞可移动地设于所述第一活塞腔、并设置成能够打开和关闭所述进气口，所述第二活塞可移动地设于所述第二活塞腔、并设置成能够打开和关闭所述排气口；其中，所述第一活塞和所述第一活塞腔的背向所述燃烧室的一端之间设有第一复位单元，所述第二活塞和所述第二活塞腔的背向所述燃烧室的一端之间设有第二复位单元，所述第二活塞和所述第二活塞腔的周壁之间设有功能机构，所述功能机构设置成能够形成对所述第二活塞进行增速和降速的驱动力。

30 本发明实施例提出的控制方法，包括：当所述第二活塞的工作频率低于设计频率时，则在所述第一活塞和所述第二活塞相向运动关闭所述排气口的过程中，控制所述功能机构对所述第二活塞进行增速，使所述第二活塞提前关闭所述排气口。

35 本公开实施例提出的控制方法，包括：当所述第二活塞的工作频率高于设计频率时，则在所述第一活塞和所述第二活塞相向运动关闭所述排气口的过程中，控制所述功能机构对所述第二活塞进行减速，使所述第二活塞延后关闭所述排气口。

本申请的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述，并且部分地从说明书中变得显而易见，或者通过实施本申请而了解。本申请的其他优点可通过在说明书以及附图中所描述的方案来实现和获得。

以下是对本文详细描述的主题的概述。本概述并非是为了限制权利要求的保护范围。

附图概述

图 1 为一些实施例提出的自由活塞直线发电机系统的剖视结构示意图；

5 图 2 为第二活塞的工作频率低于设计频率时，自由活塞直线发电机系统的位移时间曲线图；

图 3 为第二活塞的工作频率高于设计频率时，自由活塞直线发电机系统的位移时间曲线图。

其中，图 1 中附图标记与部件名称之间的对应关系为：

10 1-进气口，2-排气口，3-缸体，4-火花塞，5-第一活塞，6-第二活塞，7-燃烧室，8-第一铁芯，9-第二铁芯，10-第二线圈，11-第一线圈，12-空气弹簧。

详述

15 本申请描述了多个实施例，但是该描述是示例性的，而不是限制性的，并为使本公开的目的、技术方案和优点更加清楚明白，下文中将结合附图对本公开的实施例进行详细说明。需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互任意组合。

本申请提供了一种自由活塞直线发电机系统，其组织换气过程可以实现调整至更合理。

本申请还提供了一种自由活塞直线发电机系统的控制方法。

20 本公开实施例提供的自由活塞直线发电机系统，如图 1 所示，包括：缸体 3，缸体 3 具有第一活塞腔、进气口 1、燃烧室 7、排气口 2 和第二活塞腔，燃烧室 7 位于第一活塞腔和第二活塞腔之间，进气口 1 位于第一活塞腔和燃烧室 7 之间，排气口 2 位于第二活塞腔和燃烧室 7 之间；包括第一活塞 5 和第二活塞 6 的活塞组，第一活塞 5 可轴向移动地设于第一活塞腔、并设置成能够打开和关闭进气口 1，第二活塞 6 可轴向移动地设于第二活塞腔、并设置成能够打开和关闭排气口 2；其中，第一活塞 5 和第一活塞腔的背向燃烧室 7 的一端之间设有第一复位单元，第二活塞 6 和第二活塞腔的背向燃烧室 7 的一端之间设有第二复位单元，第二活塞 6 和第二活塞腔的周壁之间设有功能机构，功能机构设置成能够形成对第二活塞 6 进行增速和降速的驱动力，功能机构还可以设置成能够将第二活塞 6 的机械能转换成电能进行发电，燃烧室 7 设有火花塞 4 和喷油嘴等结构。轴向为缸体 3 的轴向。

30 当第二活塞 6 的工作频率低于设计频率时，则在第一活塞 5 和第二活塞 6 相向运动关闭排气口 2 的过程中，控制功能机构对第二活塞 6 进行增速，使第二活塞 6 提前关闭排气口；当第二活塞 6 的工作频率高于设计频率时，则在第一活塞 5 和第二活塞 6 相向运动关闭排气口 2 的过程中，控制功能机构对第二活塞 6 进行减速，使第二活塞 6 延后关闭排气口。

35 第二活塞 6 位于右侧的内止点（位于燃烧室的右端处）、并关闭排气口 2，第一活塞 5 位于左侧的内止点（位于燃烧室的左端处）、并关闭进气口 1。如图 2 中的实线所示，燃烧室 7 内通过火花塞 4 进行点火燃烧，高温高压气体推动第一活塞 5 向左，第二活塞 6 向右膨胀做功，排气口 2 在时刻 a 打开，进气口 1 在时刻 b 打开（b 滞后于 a），然后处于进气口 1 和排气口 2 同时开启状态，直至第一活塞 5 向左运动至左侧的外止点，第二活塞 6 向右运动至右侧的外止点，此过程功能机构将第二活塞 6 的机械能转换成电能进行发

40

电(背向运动过程)。而后,第一活塞5在第一复位单元的作用下向右朝向燃烧室7运动,第二活塞6在第二复位单元的作用下向左朝向燃烧室7运动,第一活塞5运行到时刻c时,第一活塞5关闭进气口1,第二活塞6运行到时刻d时,第二活塞6关闭排气口2(d滞后于c),最终第一活塞5运动至左侧的内止点,第二活塞6运动至右侧的内止点(相向运动过程)。

在设计频率下,自由活塞直线发电机的组织换气过程合理,具备充气效率高,扫出去的混合气少,发动机效率高,排放少等的优点。

在实际使用过程中,当第二活塞6的工作频率低于设计频率时,则在第一活塞和第二活塞相向运动关闭排气口2的过程中会造成混合气扫出过多,此时设置成在第一活塞5和第二活塞6相向运动关闭排气口2的过程中控制功能机构对第二活塞6进行增速(即驱动力的方向朝向燃烧室7,与第二活塞6的运动方向相同),使第二活塞6提前关闭排气口2(在图2中e时间关闭,此过程第二活塞6的位移时间曲线改变为图2中的虚线),以此来缩短排气过程,减少燃烧室7内新鲜空气的逃逸,可以实现对扫气过程进行精确控制。

在实际使用过程中,当第二活塞6的工作频率高于设计频率时,则在第一活塞和第二活塞相向运动关闭排气口2的过程中会造成废气排出不畅,此时设置成控制功能机构对第二活塞6进行减速(即驱动力的方向背向燃烧室7,与第二活塞6的运动方向相反),使第二活塞6延后关闭排气口2(在图3中f时间关闭,此过程第二活塞6的位移时间曲线改变为图3中的虚线),以此来延长排气过程,有利于扫出废气,可以实现对扫气过程进行精确控制。

在一些示例中,如图1所示,第一活塞5和第一活塞腔的周壁之间设有能量转换机构,能量转换机构设置成能够将第一活塞5的机械能转换成电能,功能机构设置成能够将第二活塞6的机械能转换成电能,功能机构和能量转换机构共同进行发电,这样发电效率更高。

在一些示例中,如图1所示,功能机构和能量转换机构中的至少之一包括电磁铁机构。

在一些示例中,如图1所示,能量转换机构包括:第一线圈11,第一线圈11设于第一活塞腔的周壁;和第一铁芯8,第一铁芯8设于第一活塞腔内、并与第一活塞5相连接,第一复位单元位于第一铁芯8和第一活塞腔的背向燃烧室7的一端之间。为了确保功能机构的使用寿命,第一复位单元包括空气弹簧12。

在一些示例中,如图1所示,功能机构包括:第二线圈10,第二线圈10设于第二活塞腔的周壁;和第二铁芯9,第二铁芯9设于第二活塞腔内、并与第二活塞6相连接,第二复位单元位于第二铁芯9和第二活塞腔的背向燃烧室7的一端之间。为了确保第二复位单元的使用寿命,第二复位单元也包括空气弹簧12。

在一些示例中,进气口1与燃烧室7的中心之间的轴向距离大于排气口2与燃烧室7的中心之间的轴向距离,在背向运动过程实现进气口1滞后于排气口2打开,在相向运动过程实现排气口2滞后于进气口1关闭。

第二活塞6位于右侧的内止点、并关闭排气口2,第一活塞5位于左侧的内止点、并关闭进气口1。燃烧室7内通过火花塞4进行点火燃烧,高温高压气体推动第一活塞5向左,第二活塞6向右膨胀做功,排气口2先于进气口1打开,然后进气口1和排气口2处于同时开启状态,直至第一活塞5向左运动至左侧的外止点,第二活塞6向右运动至右侧的外止点,此过程功能机构和能量转换机构将机械能转换成电能进行发电(背向运动过程)。而后,第一活塞5在第一复位单元的作用下向右朝向燃烧室7运动,第二活塞6在第二复位单元的作用下向左朝向燃烧室7运动,进气口1先于排气口2关闭,最终第一

活塞 5 运动至左侧的内止点，第二活塞 6 运动至右侧的内止点（相向运动过程）。

该自由活塞直线发电机系统，可以采用常规三元催化器，实现废气当量燃烧。

5 本公开实施例提出的控制方法（图中未示出），包括：当第二活塞 6 的工作频率低于设计频率时，则在第一活塞 5 和第二活塞 6 相向运动关闭排气口 2 的过程中，控制功能机构对第二活塞 6 进行增速，使第二活塞 6 提前关闭排气口 2，以此来缩短排气过程，减少燃烧室 7 内新鲜空气的逃逸，实现对扫气过程进行精确控制。

在一些示例中，如图 2 所示，在第一活塞 5 和第二活塞 6 相向运动关闭排气口 2 的过程中，排气口 2 滞后于进气口 1 进行关闭，这样可以更好地实现对扫气过程进行精确控制。

10 在一些示例中，如图 2 所示，在第一活塞 5 和第二活塞 6 背向运动的过程中，排气口 2 先于进气口 1 打开。

本公开实施例提出的控制方法（图中未示出），包括：当第二活塞 6 的工作频率高于设计频率时，则在第一活塞 5 和第二活塞 6 相向运动关闭排气口 2 的过程中，控制功能机构对第二活塞 6 进行减速，使第二活塞 6 延后关闭排气口 2，以此来延长排气过程，有利于扫出废气，实现对扫气过程进行精确控制。

15 在一些示例中，如图 3 所示，在第一活塞 5 和第二活塞 6 相向运动关闭排气口 2 的过程中，排气口 2 滞后于进气口 1 进行关闭，这样可以更好地实现对扫气过程进行精确控制。

在一些示例中，如图 3 所示，在第一活塞 5 和第二活塞 6 背向运动的过程中，排气口 2 先于进气口 1 打开。

20 综上所述，本申请提供的技术方案自由活塞直线发电机系统，其结构简单紧凑。当第二活塞的工作频率低于设计频率时，则在第一活塞和第二活塞相向运动关闭排气口的过程中会造成混合气扫出过多，此时设置成控制功能机构对第二活塞进行增速，使第二活塞提前关闭排气口，缩短排气过程，减少燃烧室内新鲜空气的逃逸；当第二活塞的工作频率高于设计频率时，则在第一活塞和第二活塞相向运动关闭排气口的过程中会造成废气排出不畅，此时设置成控制功能机构对第二活塞进行减速，使第二活塞延后关闭排气口，延长排气过程，有利于扫出废气。

25 在本公开中的描述中，需要说明的是，术语“上”、“下”、“一侧”、“另一侧”、“一端”、“另一端”、“边”、“相对”、“四角”、“周边”、“口”字结构”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本公开和简化描述，而不是指示或暗示所指的结构具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本公开的限制。

30 在本公开实施例的描述中，除非另有明确的规定和限定，术语“连接”、“直接连接”、“间接连接”、“固定连接”、“安装”、“装配”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；术语“安装”、“连接”、“固定连接”可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本公开中的具体含义。

35 应该注意，上述实施例或实施方式仅仅是示例性的，而不是限制性的。因此，本公开不限于在此具体示出和描述的内容。可以对实施的形式及细节进行多种修改、替换或省略，而不脱离本公开的范围。

权利要求书

1. 一种自由活塞直线发电机系统，包括：

5 缸体，具有第一活塞腔、进气口、燃烧室、排气口和第二活塞腔，所述燃烧室位于第一活塞腔和所述第二活塞腔之间，所述进气口位于所述第一活塞腔和所述燃烧室之间，所述排气口位于所述第二活塞腔和所述燃烧室之间；

10 包括第一活塞和第二活塞的活塞组，所述第一活塞可移动地设于所述第一活塞腔、并设置成能够打开和关闭所述进气口，所述第二活塞可移动地设于所述第二活塞腔、并设置成能够打开和关闭所述排气口；所述第一活塞和所述第一活塞腔的背向所述燃烧室的一端之间设有第一复位单元，所述第二活塞和所述第二活塞腔的背向所述燃烧室的一端之间设有第二复位单元，所述第二活塞和所述第二活塞腔的周壁之间设有功能机构，所述功能机构设置成能够形成对所述第二活塞进行增速和降速的驱动力。

2. 根据权利要求1所述的自由活塞直线发电机系统，其中，

15 当所述第二活塞的工作频率低于设计频率时，则在所述第一活塞和所述第二活塞相向运动关闭所述排气口的过程中，控制所述功能机构对所述第二活塞进行增速，使所述第二活塞提前关闭所述排气口；

当所述第二活塞的工作频率高于设计频率时，则在所述第一活塞和所述第二活塞相向运动关闭所述排气口的过程中，控制所述功能机构对所述第二活塞进行减速，使所述第二活塞延后关闭所述排气口。

20 3. 根据权利要求2所述的自由活塞直线发电机系统，其中，所述第一活塞和所述第一活塞腔的周壁之间设有能量转换机构，所述能量转换机构设置成能够将机械能转换成电能。

4. 根据权利要求3所述的自由活塞直线发电机系统，其中，所述能量转换机构包括电磁铁机构。

25 5. 根据权利要求1所述的自由活塞直线发电机系统，其中，所述功能机构还设置成将机械能转换成电能。

6. 根据权利要求5所述的自由活塞直线发电机系统，其中，所述功能机构包括电磁铁机构。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的自由活塞直线发电机系统，其中，所述功能机构包括：

30 第二线圈，设于所述第二活塞腔的周壁；和

第二铁芯，设于所述第二活塞腔内、并与所述第二活塞相连接，第二复位单元位于所述第二铁芯和所述第二活塞腔的背向所述燃烧室的一端之间。

8. 根据权利要求1至6中任一项所述的自由活塞直线发电机系统，其中，所述第一复位单元和所述第二复位单元中的至少之一包括空气弹簧。

35 9. 根据权利要求1至6中任一项所述的自由活塞直线发电机系统，其中，所述进气口与所述燃烧室的中心之间的轴向距离大于所述排气口与所述燃烧室的中心之间的轴向距离。

10. 一种如权利要求1至9中任一项所述的自由活塞直线发电机系统的控制方法，包括：

当所述第二活塞的工作频率低于设计频率时,则在所述第一活塞和所述第二活塞相向运动关闭所述排气口的过程中,控制所述功能机构对所述第二活塞进行增速,使所述第二活塞提前关闭所述排气口。

5 11. 根据权利要求 10 所述的控制方法,其中,在所述第一活塞和所述第二活塞相向运动关闭所述排气口的过程中,所述排气口滞后于所述进气口进行关闭。

12. 一种如权利要求 1 至 9 中任一项所述的自由活塞直线发电机系统的控制方法,包括:

10 当所述第二活塞的工作频率高于设计频率时,则在所述第一活塞和所述第二活塞相向运动关闭所述排气口的过程中,控制所述功能机构对所述第二活塞进行减速,使所述第二活塞延后关闭所述排气口。

13. 根据权利要求 12 所述的控制方法,其中,在所述第一活塞和所述第二活塞相向运动关闭所述排气口的过程中,所述排气口滞后于所述进气口进行关闭。

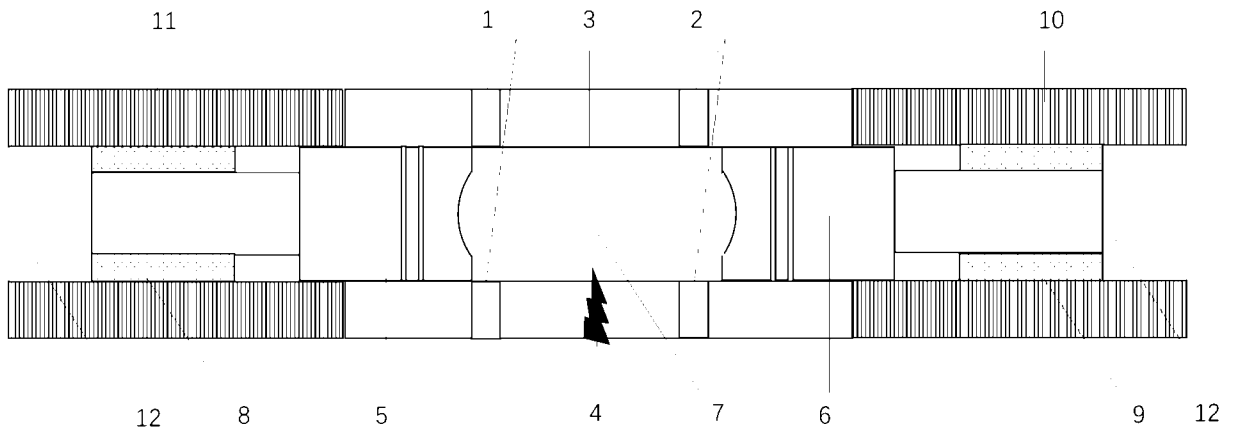


图 1

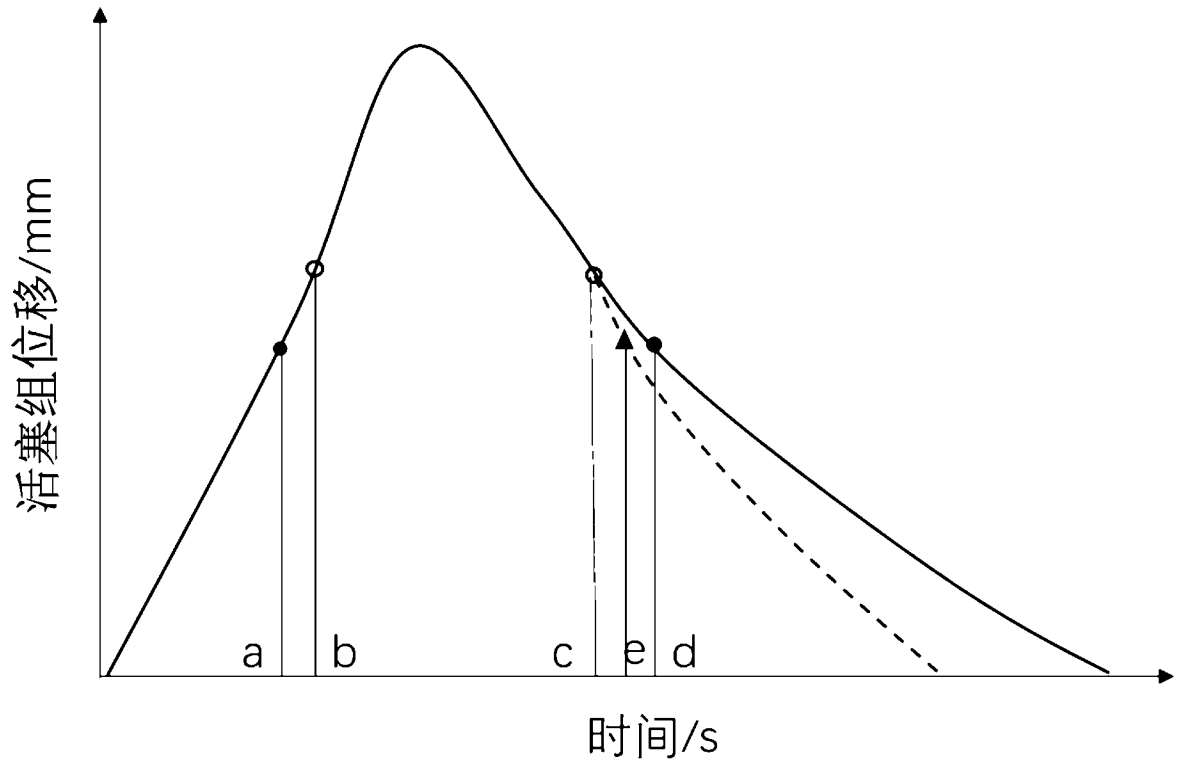


图 2

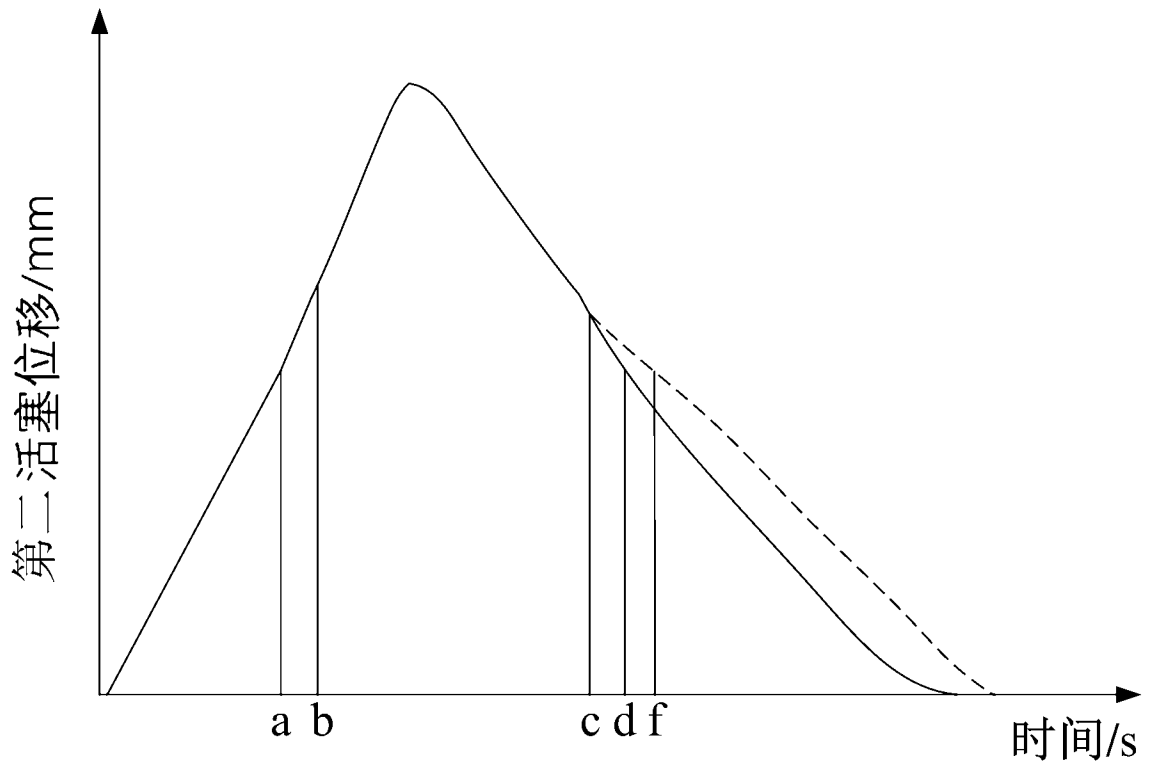


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/108705

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
F02B71/04(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC: F02B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
CNKI, CNABS, CNTXT, VEN: 自由, 活塞, 发电机, 线圈, 铁芯, 增速, 降速, 排气, free, piston, generator, coil, core, exhaust, port		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 116104640 A (ZHEJIANG GEELY AUTOMOBILE HOLDINGS LTD. et al.) 12 May 2023 (2023-05-12) claims 1-10	1-13
A	CN 109473696 A (NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 15 March 2019 (2019-03-15) description, paragraphs 0018-0025, and figure 1	1-13
A	CN 102052149 A (BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 11 May 2011 (2011-05-11) entire document	1-13
A	CN 111287846 A (HENAN HUIPU TECHNOLOGY CO., LTD.) 16 June 2020 (2020-06-16) entire document	1-13
A	CN 115163296 A (BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 11 October 2022 (2022-10-11) entire document	1-13
A	KR 20070029297 A (KOREA ELECTRO TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE) 14 March 2007 (2007-03-14) entire document	1-13
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
10 August 2023		31 August 2023
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/CN2023/108705

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	116104640	A	12 May 2023	None	
CN	109473696	A	15 March 2019	None	
CN	102052149	A	11 May 2011	None	
CN	111287846	A	16 June 2020	None	
CN	115163296	A	11 October 2022	None	
KR	20070029297	A	14 March 2007	KR 100716539 B1	10 May 2007

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2023/108705

<p>A. 主题的分类</p> <p>F02B71/04(2006.01) i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																																					
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC: F02B</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNKI, CNABS, CNTXT, VEN: 自由, 活塞, 发电机, 线圈, 铁芯, 增速, 降速, 排气, free, piston, generator, coil, core, exhaust, port</p>																																					
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 116104640 A (浙江吉利控股集团有限公司等) 2023年5月12日 (2023 - 05 - 12) 权利要求1-10</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109473696 A (南京理工大学) 2019年3月15日 (2019 - 03 - 15) 说明书0018-0025段, 图1</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102052149 A (北京理工大学) 2011年5月11日 (2011 - 05 - 11) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111287846 A (河南惠浦科技有限公司) 2020年6月16日 (2020 - 06 - 16) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 115163296 A (北京理工大学) 2022年10月11日 (2022 - 10 - 11) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 20070029297 A (KOREA ELECTRO TECH RES INST) 2007年3月14日 (2007 - 03 - 14) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <table border="0"> <tr> <td>* 引用文件的具体类型:</td> <td>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</td> </tr> <tr> <td>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</td> <td>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</td> </tr> <tr> <td>“D” 申请人在国际申请中引证的文件</td> <td>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</td> </tr> <tr> <td>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</td> <td>“&” 同族专利的文件</td> </tr> <tr> <td>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</td> <td></td> </tr> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 116104640 A (浙江吉利控股集团有限公司等) 2023年5月12日 (2023 - 05 - 12) 权利要求1-10	1-13	A	CN 109473696 A (南京理工大学) 2019年3月15日 (2019 - 03 - 15) 说明书0018-0025段, 图1	1-13	A	CN 102052149 A (北京理工大学) 2011年5月11日 (2011 - 05 - 11) 全文	1-13	A	CN 111287846 A (河南惠浦科技有限公司) 2020年6月16日 (2020 - 06 - 16) 全文	1-13	A	CN 115163296 A (北京理工大学) 2022年10月11日 (2022 - 10 - 11) 全文	1-13	A	KR 20070029297 A (KOREA ELECTRO TECH RES INST) 2007年3月14日 (2007 - 03 - 14) 全文	1-13	* 引用文件的具体类型:	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件	“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件	“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性	“D” 申请人在国际申请中引证的文件	“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性	“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利	“&” 同族专利的文件	“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)		“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件		“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																																			
PX	CN 116104640 A (浙江吉利控股集团有限公司等) 2023年5月12日 (2023 - 05 - 12) 权利要求1-10	1-13																																			
A	CN 109473696 A (南京理工大学) 2019年3月15日 (2019 - 03 - 15) 说明书0018-0025段, 图1	1-13																																			
A	CN 102052149 A (北京理工大学) 2011年5月11日 (2011 - 05 - 11) 全文	1-13																																			
A	CN 111287846 A (河南惠浦科技有限公司) 2020年6月16日 (2020 - 06 - 16) 全文	1-13																																			
A	CN 115163296 A (北京理工大学) 2022年10月11日 (2022 - 10 - 11) 全文	1-13																																			
A	KR 20070029297 A (KOREA ELECTRO TECH RES INST) 2007年3月14日 (2007 - 03 - 14) 全文	1-13																																			
* 引用文件的具体类型:	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件																																				
“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件	“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性																																				
“D” 申请人在国际申请中引证的文件	“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性																																				
“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利	“&” 同族专利的文件																																				
“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)																																					
“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件																																					
“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件																																					
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																																				
2023年8月10日	2023年8月31日																																				
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员																																				
中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	韩宇																																				
	电话号码 (+86) 010-62085298																																				

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/108705

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	116104640	A	2023年5月12日	无	
CN	109473696	A	2019年3月15日	无	
CN	102052149	A	2011年5月11日	无	
CN	111287846	A	2020年6月16日	无	
CN	115163296	A	2022年10月11日	无	
KR	20070029297	A	2007年3月14日	KR 100716539 B1	2007年5月10日