



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105756898 A

(43)申请公布日 2016.07.13

(21)申请号 201610272293.8

(22)申请日 2016.04.28

(71)申请人 上海肇民动力科技有限公司

地址 201515 上海市金山区茸卫公路389号

(72)发明人 李回城 柳智平 沈新峰 伊世民

(74)专利代理机构 上海立群专利代理事务所

(普通合伙) 31291

代理人 杨楷 毛立群

(51)Int.Cl.

F04B 37/14(2006.01)

F04B 39/10(2006.01)

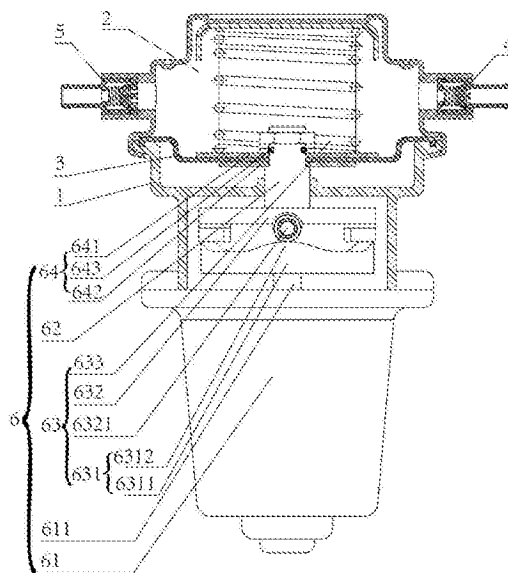
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

## (54)发明名称

真空泵

## (57)摘要

本发明涉及车用零件技术领域,公开了一种真空泵,包括设有腔体的泵体、设于所述腔体内的分隔件以及与所述分隔件连接的真空产生机构;分隔件将腔体分隔而形成密闭的真空腔室;真空泵还包括设置于所述泵体上并与所述真空腔室相连通的进气单向阀和出气单向阀;真空产生机构用于带动所述分隔件作往复运动,当所述分隔件运动时真空腔室的体积增大或减小;其中,当真空腔室的体积增大时,气体由所述进气单向阀进入,当真空腔室的体积减小时,气体由所述出气单向阀排出。该真空泵具有噪音小、寿命长、不反抽和成本低等诸多优势。



1. 一种真空泵,包括设有腔体的泵体、设于所述腔体内的分隔件以及与所述分隔件连接的真空产生机构;

所述分隔件将所述腔体分隔而形成密闭的真空腔室;

所述真空泵还包括设置于所述泵体上并与所述真空腔室相连通的进气单向阀和出气单向阀;

所述真空产生机构带动所述分隔件作往复运动,当所述分隔件运动时,所述真空腔室的体积增大或减小;其中,当所述真空腔室的体积增大时,气体由所述进气单向阀进入,当所述真空腔室的体积减小时,气体由所述出气单向阀排出。

2. 根据权利要求1所述的真空泵,其特征在于:所述分隔件为膜片。

3. 根据权利要求1所述的真空泵,其特征在于:所述真空产生机构包括动力源、从动轴以及分别与所述动力源和所述从动轴相连接的传动组件;其中,所述分隔件与所述从动轴相连接,所述动力源通过所述传动组件带动所述从动轴沿着其长度方向作直线运动。

4. 根据权利要求3所述的真空泵,其特征在于:所述动力源为电机,所述传动组件将所述电机的电机轴的旋转运动转化为所述从动轴的直线运动。

5. 根据权利要求4所述的真空泵,其特征在于:所述传动组件包括套接于所述电机轴上的凸轮、与所述从动轴的端部相连接的随动件以及用于使所述随动件和所述凸轮保持接触的保持件;

所述电机轴带动所述凸轮旋转,所述随动件跟随所述凸轮运动并带动所述从动轴沿着其长度方向作直线运动。

6. 根据权利要求5所述的真空泵,其特征在于:所述电机轴与所述从动轴的长度方向相一致;

所述凸轮包括底盘和环绕所述底盘并向着所述从动轴的方向延伸的边壁,所述电机轴穿过所述底盘的中心;所述边壁沿着所述底盘的外圆周方向形成至少一个峰和至少一个谷,这些峰和谷数量相同且所述边壁以所述电机轴为对称中心而中心对称;

所述随动件包括与所述峰的数量相同且一一对应的滚轮,所述滚轮与所述从动轴固定连接;

所述电机轴旋转而带动所述凸轮以所述电机轴为旋转轴旋转;所述凸轮旋转时,所述滚轮与所述边壁滚动接触,所述滚轮从谷向峰滚动时,所述从动轴推动所述分隔件减小所述真空腔室的体积;所述滚轮从峰向谷滚动时,所述从动轴推动所述分隔件增大所述真空腔室的体积。

7. 根据权利要求6所述的真空泵,其特征在于:所述边壁从所述峰的位置至所述谷的位置所形成的曲线的曲率大于所述边壁从所述谷的位置至所述峰的位置所形成的曲线的曲率。

8. 根据权利要求5所述的真空泵,其特征在于:所述保持件为弹簧,所述弹簧的一端与所述泵体相连接,另一端与所述分隔件相连接。

9. 根据权利要求3所述的真空泵,其特征在于:所述从动轴的一端与所述传动组件相连接,另一端通过加强组件与所述分隔件相连接;

所述加强组件包括分别设于所述分隔件两面的第一支撑板和第二支撑板,所述从动轴依次穿过并连接所述第二支撑板、所述分隔件和所述第一支撑板。

10. 根据权利要求9所述的真空泵,其特征在于:所述从动轴上还设置有卡槽和螺纹,所述卡槽位于所述第一支撑板远离所述分隔件的一侧;

所述加强组件还包括密封圈,所述密封圈设于所述卡槽内,并通过安装于所述螺纹上的螺母压紧在所述第一支撑板上。

## 真空泵

### 技术领域

[0001] 本发明涉及车用零件领域,特别涉及一种汽车真空泵。

### 背景技术

[0002] 真空泵可以应用于各种领域,例如对于汽车刹车系统所采用的真空泵而言,常见的有膜片式、旋片式、活塞式等多种形式的真空泵,其中,以旋片式的应用最为普遍。

[0003] 在旋片式真空泵中,包括在泵内偏心安装的转子以及定子,转子与定子的固定面相切,两个(或以上)的旋片在转子槽内滑动(通常为径向)并与定子内壁相接触,将泵腔分为几个可变容积。通常,旋片与泵腔之间的间隙用油来作为密封,所以旋片式真空泵一般是油封式机械真空泵。

[0004] 在旋片式真空泵运行时,具有下述缺陷:首先,旋片的转动容易带来较高的噪音;其次,对旋片的机械强度的高要求降低了真空泵的使用寿命;再者,旋片式真空泵在停机后容易发生反抽。上述的缺陷限制了旋片式真空泵在高端领域的应用,并影响刹车系统的可靠性。

[0005] 对于膜片式和活塞式真空泵而言,也有着连续工作时间短,结构复杂,制造成本高,工艺要求较高等缺点。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种真空泵,该真空泵具有噪音小、寿命长、不反抽和成本低等等诸多优势。

[0007] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种真空泵,包括设有腔体的泵体、设于腔体内的分隔件以及与分隔件连接的真空产生机构;

[0008] 分隔件分隔腔体并形成密闭的真空腔室;真空泵还包括设置于泵体上并与真空腔室相连通的进气单向阀和出气单向阀;

[0009] 真空产生机构用于带动分隔件作往复运动,分隔件运动时,真空腔室的体积增大或减小;其中,当真空腔室的体积增大时,气体由进气单向阀进入,当真空腔室的体积减小时,气体由出气单向阀排出。

[0010] 本发明通过利用真空产生机构带动分隔件作往复运动,使得真空腔室的体积变化,进而使得真空腔室的内外产生压强差。进气单向阀所在的气体进口在压强差的作用下对外抽气,就实现了抽真空的效果。由于本发明不依赖旋片结构,在使用过程中并不会剧烈地切割空气,因此引起的噪音很小。由于分隔件的运动过程中仅需克服空气阻力,并不容易损坏,因此寿命长。由于使用过程中始终依靠独立的单向阀控制进气和出气,因此不会发生反抽。由于无需设计高强度的旋片结构,因此大幅度地降低了制造成本。综上所述,本发明相对于现有技术,具有噪音小、寿命长、不反抽和成本低等等诸多优势。

[0011] 作为优选,分隔件可以为膜片或其它分隔结构。分隔件为膜片时,其边缘可以固定在泵体的内壁上,并利用膜片的延展性来实现改变真空腔室的体积的目的。由于膜片将真

空腔室与外界完全隔绝,而且其与泵体的内壁是固定连接的,因此可以有效阻隔腔室内外的空间,从而减弱甚至避免被抽入腔室的杂质和灰尘对位于腔室外的传动部件可能造成的影响。也就是说,利用膜片作为分隔件可以降低真空泵对尘埃、水蒸气等的敏感性。

[0012] 作为优选,真空产生机构包括动力源、从动轴以及分别与动力源和从动轴相连接的传动组件;其中,分隔件与从动轴相连接,动力源通过传动组件带动从动轴沿着轴身的长度方向作直线运动。这一动力源可以有很多种形式,这种设计更大限度地考虑到了对动力源的可选范围,因此具有很好的泛用性。

[0013] 例如,作为优选,动力源可以为电机,传动组件用于将电机的电机轴的旋转运动转化为从动轴的直线运动。在越来越多的混合动力和电动汽车被普及的今天,依赖传统的发动机的动力来源作为真空产生机构的动力来源变得越来越不可行。而且由于传统发动机的输出具有滞后性,在本专利中以电机作为动力来源使得真空产生机构的启动更快,安装和维护也更加方便。

[0014] 进一步地,作为优选,传动组件包括套接于电机轴上的凸轮、与从动轴的端部相连接的随动件以及用于令随动件和凸轮保持接触的保持件;

[0015] 电机轴带动凸轮旋转,随动件跟随凸轮运动并带动从动轴沿着轴身的长度方向作直线运动。利用凸轮作为将电机的电机轴的旋转运动转化为从动轴的直线运动的传动组件,相比于利用齿轮齿条、或是利用连杆机构而言,由于不具有刚性支点,不但接触部分的损耗率较小,而且在受力传动时可以更加平滑,其寿命更长,运动噪声也更低。

[0016] 更进一步地,作为优选,电机轴与从动轴的长度方向相一致;

[0017] 凸轮包括底盘和环绕底盘并向着从动轴的方向延伸的边壁,电机轴穿过底盘的中心;边壁沿着底盘的外圆周方向形成至少一个峰和至少一个谷,这些峰和谷数量相同且边壁以电机轴为对称中心中心对称;

[0018] 随动件包括与峰的数量相同且一一对应的滚轮,滚轮与从动轴固定连接;

[0019] 电机轴带动凸轮以电机轴为旋转轴旋转;凸轮旋转时,滚轮与边壁滚动接触,滚轮从谷向峰滚动时,从动轴推动分隔件减小真空腔室的体积;滚轮从峰向谷滚动时,从动轴推动分隔件增大真空腔室的体积。

[0020] 在采用附带了底盘和边壁的凸轮结构时,相比于传统的凸轮结构而言,滚轮的数量可以为多个,并且多个滚轮所构成的中心对称结构具有更加稳定的力学形态,以此可以延长真空泵的使用寿命,并提高可靠性。

[0021] 更进一步地,作为优选,边壁从峰的位置至谷的位置所形成的曲线的曲率大于边壁从谷的位置至峰的位置所形成的曲线的曲率。在从峰至谷的过程中,曲线的曲率越大,真空泵的吸气进程越激烈。而在从谷至峰的过程,曲线的曲率越小,真空泵的排气进程越缓和。一个较为剧烈的吸气进程能够更好地保证抽真空的效果。而一个较为缓和的排气进程能够减小真空腔室的内壁受到的冲击,降低对泵体的强度要求,延长真空泵的寿命。

[0022] 另外,作为优选,保持件为弹簧,弹簧的一端与泵体相连接,另一端与分隔件相连接。显然,利用弹簧可以推动分隔件,使得随动件始终与凸轮保持滚动接触,进而使得凸轮得以更稳定地发挥作用。

[0023] 另外,作为优选,从动轴的一端与传动组件相连接,另一端通过加强组件与分隔件相连接;

[0024] 加强组件包括分别设于分隔件两面的第一支撑板和第二支撑板,从动轴依次穿过并连接第二支撑板、分隔件和第一支撑板。

[0025] 利用加强组件可以提高分隔件与从动轴的连接强度,防止分隔件发生多余的形变。并且,借助穿过并连接分隔件的从动轴,相比于仅连接从动轴的一端端部而言,连接稳定性会更好。

[0026] 进一步地,作为优选,从动轴上还设置有卡槽和螺纹,卡槽位于第一支撑板远离分隔件的一侧;

[0027] 加强组件还包括密封圈,密封圈设于卡槽内,并通过安装于螺纹上的螺母压紧在第一支撑板上。

[0028] 在将从动轴穿过分隔件后,通过设置密封圈,提高了设备的气密性,以此增强了真空效果。

## 附图说明

[0029] 图1是本发明第一实施方式真空泵的剖面示意图;

[0030] 图2是本发明第三实施方式弹簧为拉簧时真空泵的剖面示意图;

[0031] 图3是本发明第三实施方式从动轴不穿过分隔件时真空泵的剖面示意图;

[0032] 图4是本发明第四实施方式真空泵凸轮部分的示意图。

[0033] 附图标记说明:

[0034] 1-泵体;2-真空腔室;3-分隔件;4-进气单向阀;5-出气单向阀;

[0035] 6-真空产生机构;61-动力源;611-电机轴;62-从动轴;63-传动组件;631-凸轮;6311-底盘;6312-边壁;6313-轮盘;632-随动件;6321-滚轮;633-保持件;64-加强组件;641-第一支撑板;642-第二支撑板;643-密封圈。

## 具体实施方式

[0036] 实施方式一

[0037] 本发明的第一实施方式提供了一种真空泵,参见图1所示,包括设有腔体的泵体1、设于腔体内的分隔件3以及与分隔件3连接的真空产生机构6。

[0038] 其中,分隔件3分隔腔体并形成密闭的真空腔室2。在本实施方式中,分隔件3可以为膜片或其它分隔结构。当分隔件3为膜片时,其边缘可以固定在泵体1的内壁上,并利用膜片的延展性来实现改变真空腔室2的体积的目的。由于膜片将真空腔室2与外界完全隔绝,而且其与泵体1的内壁是固定连接的,因此可以有效阻隔腔室内外的空间,从而减弱甚至避免被抽入腔室的杂质和灰尘对位于腔室外的传动部件可能造成的影响。也就是说,利用膜片作为分隔件3可以降低真空泵对尘埃、水蒸气等的敏感性。

[0039] 此外,真空泵还包括设置于泵体1上并与真空腔室2相连通的进气单向阀4和出气单向阀5。真空产生机构6用于带动分隔件3作往复运动,分隔件3运动时,真空腔室2的体积增大或减小;其中,当真空腔室2的体积增大时,气体由进气单向阀4进入,当真空腔室2的体积减小时,气体由出气单向阀5排出。

[0040] 具体地说来,真空产生机构6包括动力源61、从动轴62以及分别与动力源61和从动轴62相连接的传动组件63;其中,分隔件3与从动轴62相连接,动力源61通过传动组件63带

动从动轴62沿着其长度方向(轴身的长度方向)作直线运动。这一动力源61可以有很多种形式,这种设计更大限度地考虑到了对动力源61的可选范围,因此具有很好的泛用性。

[0041] 在本实施方式中,动力源61可以为电机,传动组件63用于将电机的电机轴611的旋转运动转化为从动轴62的直线运动。动力源61也可以是发动机,但在越来越多的混合动力和电动汽车被普及的今天,依赖传统的发动机的动力来源作为真空产生机构6的动力来源变得越来越不可行。而且由于传统发动机的输出具有滞后性,而在本专利中以电机作为动力来源时,可以接入到蓄电池中使用,无需汽车发动机的介入,因此可以使得真空产生机构6的启动更快,安装和维护也更加方便。

[0042] 当动力源61为电机时,传动组件63包括套接于电机轴611上的凸轮631、与从动轴62的端部相连接的随动件632以及用于令随动件632和凸轮631保持接触的保持件633。电机轴611带动凸轮631旋转,随动件632跟随凸轮631运动并带动从动轴62沿着轴身的长度方向作直线运动。利用凸轮631作为将电机的电机轴611的旋转运动转化为从动轴62的直线运动的传动组件63,相比于利用齿轮齿条、或是利用连杆机构而言,由于不具有刚性支点,不但接触部分的损耗率较小,而且在受力传动时可以更加平滑,其寿命更长,运动噪声也更低。

[0043] 在本实施方式中,保持件633为弹簧,弹簧的一端与泵体1相连接,另一端与分隔件3相连接。显然,利用弹簧可以推动分隔件3,使得随动件632始终与凸轮631保持滚动接触,进而使得凸轮631得以更稳定地发挥作用。其中,弹簧的设置位置也可以有多种,具体来说,在本实施方式中,参见图1所示,弹簧为压簧并且设于该真空腔室2内。位于真空腔室2内的压簧不易占据随动件632或的运动空间,其形状设计不受凸轮631结构的影响,因此具有更大的自由度。

[0044] 其中,凸轮631的形式也可以有多种,当电机轴611与从动轴62的长度方向相一致时;凸轮631包括底盘6311和环绕底盘6311并向着从动轴62的方向延伸的边壁6312,电机轴611穿过底盘6311的中心。边壁6312沿着底盘6311的外圆周方向形成至少一个峰和至少一个谷,这些峰和谷数量相同且边壁6312以电机轴611为对称中心而中心对称。随动件632包括与峰的数量相同且一一对应的滚轮6321,滚轮6321与从动轴62固定连接。电机轴611带动凸轮631以电机轴611为旋转轴旋转。凸轮631旋转时,滚轮6321与边壁6312滚动接触,滚轮6321从谷向峰滚动时,从动轴62推动分隔件3减小真空腔室2的体积。滚轮6321从峰向谷滚动时,从动轴62推动分隔件3增大真空腔室2的体积。

[0045] 在本实施方式中,滚轮6321也可以有多种形式。例如滚轮6321可以是由滚针轴承形成的轮状物,在滚轮6321的外边沿还可以设有与凸轮631的边壁6312相互啮合的引导轨道,并利用这一引导轨道来引导滚轮6321的滚动。

[0046] 在采用附带了底盘6311和边壁6312的凸轮631结构时,相比于传统的凸轮631结构而言,滚轮6321的数量可以为多个,并且多个滚轮6321所构成的中心对称结构具有更加稳定的力学形态,以此可以延长真空泵的使用寿命,并提高可靠性。

[0047] 另外,在本实施方式中,参见图1所示,从动轴62的一端与传动组件63相连接,另一端通过加强组件64与分隔件3相连接。加强组件64包括分别设于分隔件3两面的第一支撑板641和第二支撑板642,从动轴62依次穿过并连接第二支撑板642、分隔件3和第一支撑板641。

[0048] 利用加强组件64可以提高分隔件3与从动轴62的连接强度,防止分隔件3发生多余

的形变。并且,借助穿过并连接分隔件3的从动轴62,相比于仅连接从动轴62的一端端部而言,连接稳定性会更好。

[0049] 进一步地,在本实施方式中,从动轴62上还设置有卡槽和螺纹,卡槽位于第一支撑板641远离分隔件3的一侧。加强组件64还包括密封圈643,密封圈643设于卡槽内,并通过安装于螺纹上的螺母压紧在第一支撑板641上。为了提高压紧效果,还可以在密封圈643上设置垫圈。在将从动轴62穿过分隔件3后,通过设置密封圈643,提高了设备的气密性,以此增强了真空效果。

[0050] 本实施方式中真空泵的运作过程如下:

[0051] 开启真空泵时,电机轴611旋转,并带动凸轮631旋转。由于凸轮631的旋转,在弹簧的保持作用下,滚轮6321将相对于凸轮631产生行程,而由于凸轮631的边壁6312不平整,因此滚轮6321将沿着边壁6312运动,并带动从动轴62沿着轴的长度方向往复运动。

[0052] 在从动轴62沿着轴的长度方向往复运动的过程中,从动轴62与分隔件3,也就是膜片的连接部位发生的运动,将使得膜片与泵体1所共同构成的真空腔室2的体积发生变化。而这一体积变化导致的真空腔室2的内外压强差,可以促使气体流动。当设置了单向阀时,可以对气体的流动方向进行控制。具体来说,当真空腔室2的体积增大时,气体由进气单向阀4进入,真空泵从进行单向阀对外部抽真空。当真空腔室2的体积减小时,气体由出气单向阀5排出,真空泵从出气单向阀5向外排气,为下一次抽气做准备。

[0053] 本发明通过利用真空产生机构6带动分隔件3作往复运动,使得真空腔室2的体积变化,进而使得真空腔室2的内外产生压强差。进气单向阀4所在的气体进口在压强差的作用下对外抽气,就实现了抽真空的效果。由于本发明不依赖旋片结构,在使用过程中并不会剧烈地切割空气,因此引起的噪音很小。由于分隔件3的运动过程中仅需克服空气阻力,并不容易损坏,因此寿命长。由于使用过程中始终依靠独立的单向阀控制进气和出气,因此不会发生反抽。由于无需设计高强度的旋片结构,因此大幅度地降低了制造成本。综上所述,本发明相对于现有技术,具有噪音小、寿命长、不反抽和成本低等等诸多优势。

[0054] 实施方式二

[0055] 本发明的第二实施方式提供了一种真空泵,第二实施方式是第一实施方式的进一步改进,主要改进之处在于,在本发明的第二实施方式中,边壁6312从峰的位置至谷的位置所形成的曲线的曲率大于边壁6312从谷的位置至峰的位置所形成的曲线的曲率。

[0056] 在从峰至谷的过程中,曲线的曲率越大,真空泵的吸气进程越激烈。而在从谷至峰的过程,曲线的曲率越小,真空泵的排气进程越缓和。一个较为剧烈的吸气进程能够更好地保证抽真空的效果。而一个较为缓和的排气进程能够减小真空腔室2的内壁受到的冲击,降低对泵体1的强度要求,延长真空泵的寿命。

[0057] 实施方式三

[0058] 本发明的第三实施方式提供了一种真空泵,第三实施方式与第一实施方式有所不同,主要不同之处在于,在本发明的第一实施方式中,保持件633为弹簧,弹簧为压簧并且设于该真空腔室2内。然而,在本发明的第三实施方式中,参见图2所示,保持件633尽管也为弹簧,但弹簧为拉簧并且设置于该真空腔室2外。

[0059] 在本实施方式中,弹簧依然直接作用于分隔件3,但由于弹簧设置在该真空腔室2外,因此弹簧的运动更加不会受到被吸入真空腔室2内的颗粒、灰尘或油污的影响,因此得



以更大程度地延长真空泵的寿命。

[0060] 除此之外,基于同样的认识,参见图3所示,还可以令从动轴62不穿过分隔件3,而改为将从动轴62的端部直接与分隔件3相连接。如此一来,分隔件3可以是一整个膜片或是一整个阀芯,并可以省去密封圈643的设置。在分隔件3的表面为一个整体时,分隔件3将具有更好的密封效果。

[0061] 实施方式四

[0062] 本发明的第四实施方式提供了一种真空泵,第四实施方式与第一实施方式有所不同,主要不同之处在于,在本发明的第一实施方式中,采用的凸轮631具有底盘6311和边壁6312。然而,在本发明的第四实施方式中,参见图4所示,采用了其它种类的凸轮631结构。

[0063] 在图4所示的凸轮631结构中,电机轴611与从动轴62相垂直。电机轴611可以通过平键和凸轮631相连接,利用平键可以很好地表达转矩。

[0064] 其中,凸轮631可以与具有一个规则的形状,电机轴611偏心穿过凸轮631,具体的凸轮631形状并不构成对本专利保护范围的限定。但是,为了进一步提高凸轮631的运行稳定性,防止共振,凸轮631可以参见图4所示,包括一个不规则形状的轮盘6313,电机轴611穿过该轮盘6313的几何中心。该轮盘6313可以根据泵的实际需求设计边缘的形状。具体地来说,轮盘6313的外圆周上形成至少两个峰和至少两个谷,且这些峰和谷数量相同。而设于随动件632上的滚轮6321与轮盘6313的外圆周相切。滚轮6321与从动轴62固定连接。

[0065] 当电机轴611带动凸轮631以电机轴611为旋转轴旋转时。轮盘6313的旋转使得与其外圆周相切的滚轮6321跟随旋转,并因凸轮631外圆周上所形成的峰和谷所产生的区别而形成往复运动。滚轮6321从谷向峰滚动时,从动轴62推动分隔件3减小真空腔室2的体积。滚轮6321从峰向谷滚动时,从动轴62推动分隔件3增大真空腔室2的体积。

[0066] 采用这种凸轮631结构时,由于滚轮6321切于轮盘6313的外圆周,因此无需根据峰和谷的数量来设置滚轮6321,对滚轮6321也没有中心对称设置的限制,因此结构更加简单,设计时的自由度也更高。

[0067] 本领域普通技术人员可以根据实际需要,综合考虑到电机轴611的设置方向来选择凸轮631的结构,以使得所制造的真空泵更加符合汽车的设计要求。

[0068] 综上所述,本发明从原理上避免了常见的真空泵所存在的种种缺陷,具有制造成本低、工艺简单、起动迅速、能立即工作、对被抽气体中含有的灰尘和水蒸气不敏感、无需润滑油,安装方便,便于使用维护等等优点。

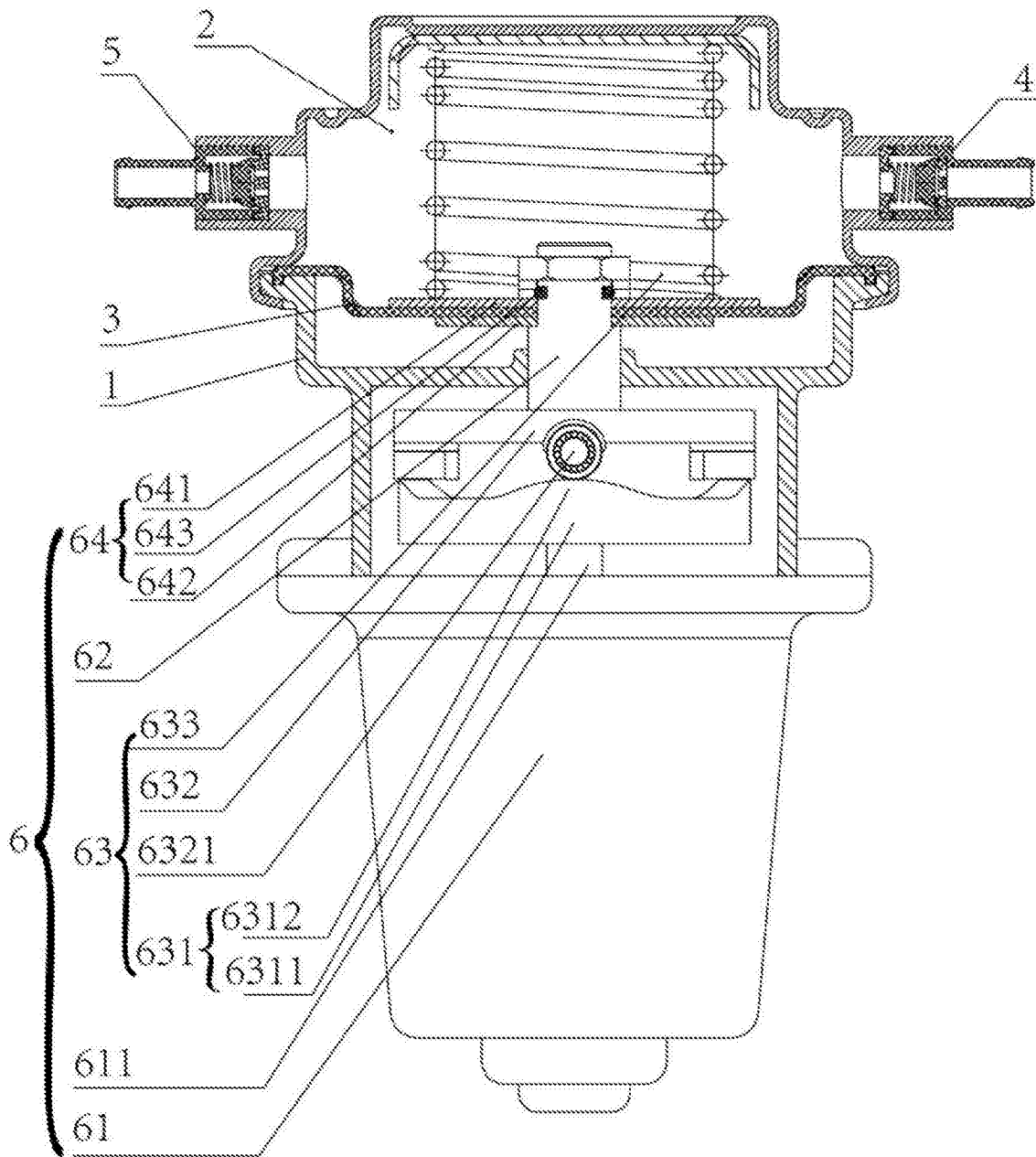


图1

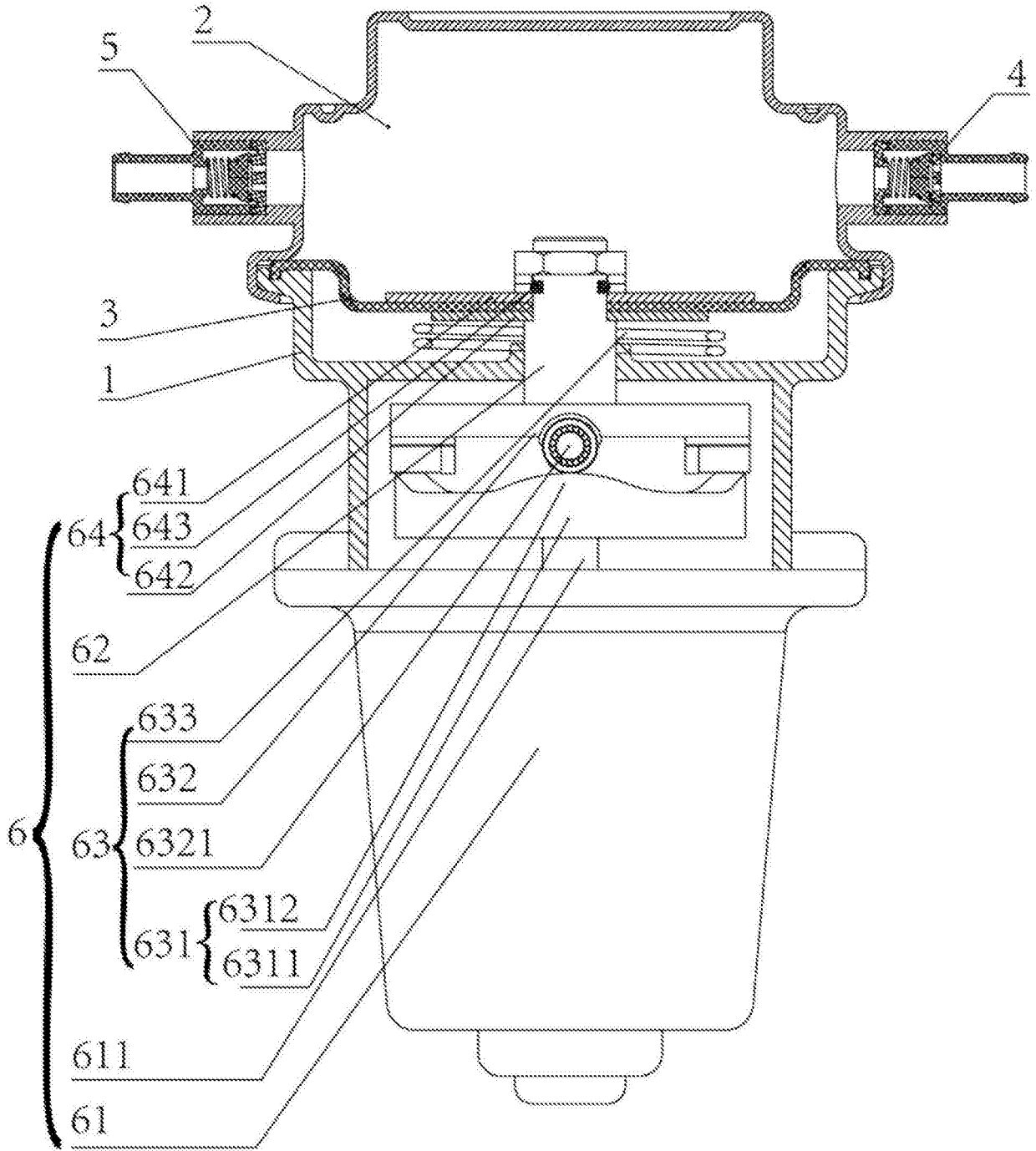


图2

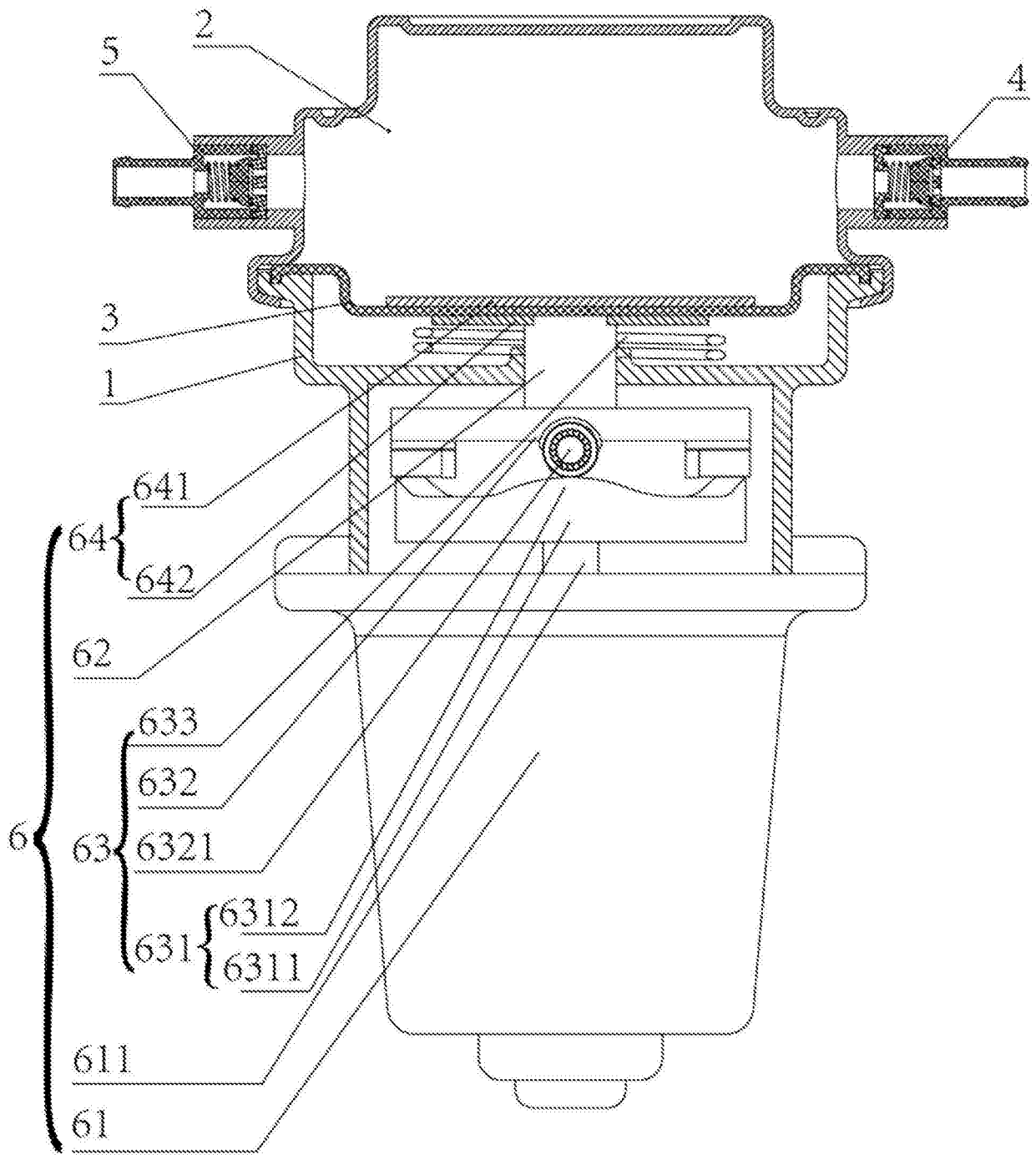


图3

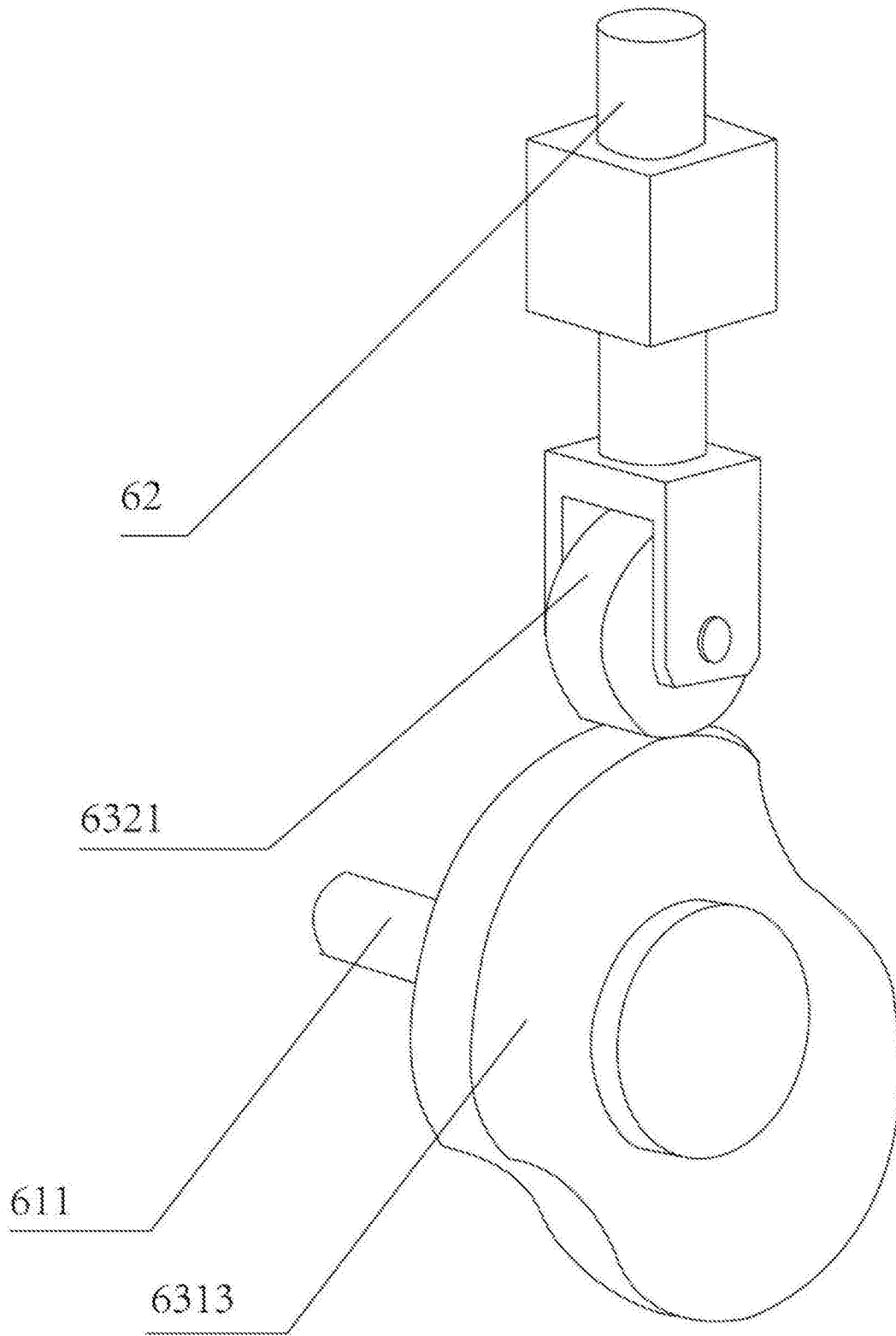


图4