



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105379079 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 02

(21) 申请号 201480040522. 2

(72) 发明人 玉井真史 后藤修

(22) 申请日 2014. 07. 11

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247

(30) 优先权数据

2013-147737 2013. 07. 16 JP

代理人 段承恩 杨光军

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2016. 01. 15

(51) Int. Cl.

H02K 7/06(2006. 01)

H02K 11/215(2016. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/003703 2014. 07. 11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02015/008471 JA 2015. 01. 22

(71) 申请人 穆格日本有限公司

地址 日本神奈川县

申请人 新日铁住金株式会社

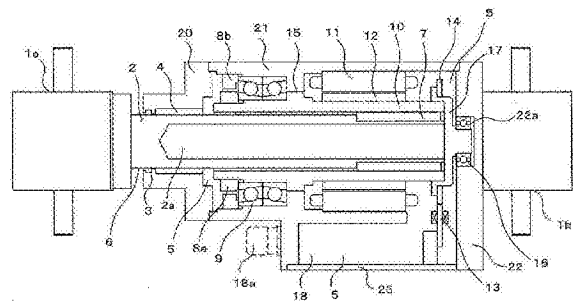
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

线性致动器以及铁道车辆用的晃动控制装置

(57) 摘要

本发明提供一种反向驱动力小的小型线性致动器。线性致动器具有：中空转子，在该中空转子的外周面的一部分固定有磁体，且具有开口端和封闭端；主体，其具有包括开口端和封闭端的中空构造，在中空构造内以能够旋转的方式收纳转子，且与磁体相对地固定有定子绕组；直动转换部，其配置在转子的中空部，且通过转子的旋转而沿着轴向直动；直动杆，该直动杆的一端固定于直动转换部，另一端从主体的开口端伸出，且在外周具有相对于主体的开口部的直动密封沿着轴向滑动的滑动部；以及旋转变压器，其包括转子和定子，转子固定在比转子的封闭端面靠开口端的一侧的比外周面靠半径方向外侧的位置；定子在比转子靠半径方向外侧的一部分角度范围内固定于主体，转子在比磁体和定子绕组靠开口侧的位置以及在封闭端以能够绕轴旋转的方式支承于主体，中空转子的整体收纳在密闭空间内。



1. 一种线性致动器,其特征在于,具有:

中空转子,在该中空转子的外周面的一部分固定有磁体,在该中空转子的内周面形成有螺旋槽,该中空转子具有包括开口端部和封闭端部的中空构造;

主体,其收纳该中空转子并将其支承为能够绕旋转轴旋转,且在与所述中空转子的所述磁体相对的位置具有定子绕组;

旋转直动转换部,其配置在所述中空转子内,且与所述螺旋槽卡合,该旋转直动转换部通过该中空转子的旋转而沿着该中空转子的轴向直动;

直动杆,该直动杆的一个端部固定于所述旋转直动转换部,另一个端部从所述主体的开口端部伸出,且在外周具有经由配置于所述主体的所述开口端部的直动油封沿着轴向滑动的滑动部,该直动油封和该滑动部协作而在该主体的内部形成密闭空间;以及

检测所述中空转子的旋转位置的扇段式旋转变压器,该扇段式旋转变压器包括旋转变压器转子和旋转变压器定子,所述旋转变压器转子在比所述中空转子的封闭端部的端面靠开口端部的一侧固定在比外周面靠半径方向外侧的位置,所述旋转变压器定子在该旋转变压器转子的半径方向外侧的绕所述中空转子的旋转轴的一部分角度范围内固定于所述主体,

所述磁体和所述定子绕组构成中空马达,

所述主体具有:第一旋转支承单元,其在比形成有所述中空马达的部分靠开口端部的一侧将所述中空转子支承为能够相对于所述主体绕该中空转子的旋转轴旋转;和第二旋转支承单元,其将所述中空转子的封闭端部支承为能够绕该中空转子的旋转轴旋转,

所述中空转子整体收纳在所述密闭空间内。

2. 根据权利要求 1 所述的线性致动器,其特征在于,

所述中空转子在该中空转子与所述主体之间以及该中空转子与所述直动杆之间均没有设置滑动密封机构。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的线性致动器,其特征在于,

针对所述直动杆的直动和所述中空转子的旋转,仅具有所述直动油封来作为滑动密封机构。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的线性致动器,其特征在于,所述直动杆具有向所述中空转子的封闭端部侧开口的中空构造。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的线性致动器,其特征在于,所述旋转直动转换部由行星滚柱丝杠构成。

6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的线性致动器,其特征在于,所述旋转直动转换部由滚珠丝杠构成。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的线性致动器,其特征在于,所述主体包括沿与轴向垂直的垂直方向突出的端子盒,所述旋转变压器定子形成在该端子盒内。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的线性致动器,其特征在于,所述扇段式旋转变压器由扇段式 VR 旋转变压器构成。

9. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的线性致动器,其特征在于,代替所述扇段式旋转变压器,而具有包括导体构造和涡电流传感器的旋转传感器,所

述导体构造配置在比所述中空转子的封闭端部的端面靠开口端部的一侧且比所述中空转子的外周面靠半径方向外侧的位置,以根据旋转角度而在周向上产生由周期性的涡电流引起的电感的变化,所述涡电流传感器,在所述旋转变压器转子的半径方向外侧的绕所述中空转子的旋转轴的一部分角度范围内固定于所述主体。

10. 根据权利要求 1 至 9 中任一项所述的线性致动器,其特征在于,

所述第二旋转支承单元是固定于所述主体的封闭端部的内壁的轴承承接凹部的轴承。

11. 根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的线性致动器,其特征在于,

在所述主体与所述中空转子之间设有分割所述密闭空间的非接触迷宫密封,

所述中空马达配置在被分割出的一个区域内,所述第一旋转支承单元配置在被分割出的另一个区域内。

12. 一种铁道车辆用的晃动控制装置,其特征在于,

具有:如权利要求 1 至 11 中任一项所述的线性致动器,其设置在铁道车辆的转向架与车体之间;和

控制装置,其主动控制线性致动器的驱动,以抑制车体的晃动。

线性致动器以及铁道车辆用的晃动控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及线性致动器,尤其涉及安装在铁道车辆等车辆上且利用电磁力对车辆的振动和晃动进行减振的使用中空马达的线性致动器、以及具有该线性致动器的铁道车辆用的晃动控制装置。

背景技术

[0002] 为了抑制铁道车辆等车辆在行驶期间产生的振动和 / 或晃动,使用线性致动器。为了使乘客具有舒适的乘坐感受、维持安全的行驶条件,抑制车辆行进方向的横向的振动、晃动发挥重要的作用。近年来,特别是正在进行通过主动控制来抑制由高速行驶时的气动力特性的影响导致的晃动和 / 或振动并稳定地维持车辆姿势的研究。另外,铁道车辆的晃动防止用的线性致动器通常在不容易执行频繁的更换等维护的条件下使用。尽管如此,还在被设置的使用环境的温度变化大(例如 $-20^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$) 这样的苛刻的温度条件下被使用,因此要求稳定地维持线性致动器的功能。另外,用于抑制铁道车辆的行驶期间产生的振动和 / 或晃动的线性致动器需要设置在铁道车辆的转向架与车体之间的有限的空间内,因此既需要维持要求的行程又要求小型化。

[0003] 专利文献 1 公开了一种线性致动器。该线性致动器具有:中空构造的主体,其具有开口端部和封闭端部;缸体,其固定于主体内的封闭端部侧,并在开口端部侧具有开口端;直动杆,该直动杆的一个端部从该主体的开口端部伸出,且在另一个端部的外周部具有摩擦环(日文:ウェアリング),该直动杆能够在轴向上滑动地收纳在缸体内;以及中空轴,其以能够旋转的方式支承在主体内。中空轴的外周面的一部分具有永久磁体,主体的内表面的一部分所具有的绕线部和永久磁体构成中空马达,与中空轴同轴地固定的螺母部和直动杆的外周面的螺纹部卡合而构成旋转直动转换机构,在螺母部的轴向的两侧,具有将中空轴与主体之间密封的旋转油封部。公开了一种反向驱动力(back drive force)小、不易产生由磨损粉末等引起的淤塞的紧凑的线性致动器。

[0004] 专利文献 2 公开了一种电气机械式线性致动器。记载了如下结构:具有可旋转地收纳在框体内的螺母,并且由固定于该螺母的外周的磁体和固定于框体内周的线圈构成中空马达,在螺母内配置有螺杆,使螺杆、螺母以及其中装填的沿着形成滚珠路径的协作的滚珠槽循环的多个滚珠一起构成逆输送系统·滚珠螺杆,固定于该螺杆的杆利用中空马达的旋转而沿轴向进行驱动。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献 1:日本特开 2012-019661 号公报

[0008] 专利文献 2:日本特开 2008-505289 号公报

发明内容

[0009] 发明要解决的问题

[0010] 在引用文献 1 的线性致动器中,旋转直动转换部相对于主体固定,其中,在旋转直动转换部中卡合的杆相对于旋转直动转换部(主体)进行前进后退的直动动作。在与旋转直动转换部卡合的杆部的外表面具有与行程长对应的螺纹牙,因此为了保证致动器内的气密性,需要设置在旋转直动机构的前后,在比与行程长相同长度靠前的部分维持气密性的结构,因此制约了装置全长的缩短。

[0011] 另外,在引用文献 2 的线性致动器中,作为旋转直动转换机构的逆输送系统·滚珠螺杆固定于作为被直动部的杆,因此构成与行程长对应的螺纹牙是在螺母部的内周面,在杆部分的外周没有螺纹牙,因此在螺母部的端部能够形成杆部的密封部,能够谋求全长的缩短。但是,在与杆的伸缩侧相反的相反侧端部形成有检测螺母部的旋转角的机构,制约了装置全长的缩短。

[0012] 本发明提供如下线性致动器,该线性致动器除了线性致动器主体以外不需要压力产生装置那样的外部装置,另外,不需要进行在为利用压力流体进行控制的控制装置的情况下所需的驱动源即加压流体的配管的设置,在全长以及外径方面紧凑。本发明的目的在于提供一种线性致动器,该线性致动器提供作为施加所期望的驱动力或阻尼力的致动器的功能,另外,在不需要致动器的功能时,不对外力施加大的负荷(反向驱动力),能够容易地从动,即便在难以执行频繁的更换等维护,并且在被设置的使用环境下的温度变化大(-20℃~60℃)的苛刻的使用条件下,也能以反向驱动力低的状态稳定地发挥作用。

[0013] 用于解决问题的手段

[0014] 本发明的线性致动器具有以下特征。

[0015] 一种线性致动器,具有:

[0016] 中空转子,在该中空转子的外周面的一部分固定有磁体,在该中空转子的内周面形成有螺旋槽,该中空转子具有包括开口端部和封闭端部的中空构造;

[0017] 主体,其具有包括开口端部和封闭端部的中空构造,且在该中空构造内收纳该中空转子并将其支承为能够绕旋转轴旋转,且在与所述中空转子的所述磁体相对的位置具有定子绕组;

[0018] 旋转直动转换部,其配置在所述中空转子的中空构造内,且与所述螺旋槽卡合,该旋转直动转换部通过该中空转子的旋转而沿着该中空转子的轴向直动;

[0019] 直动杆,该直动杆的一个端部固定于所述旋转直动转换部,另一个端部从所述主体的所述开口端部伸出,且在外周具有经由配置于所述主体的所述开口端部的直动油封沿着轴向滑动的滑动部,该直动油封和该滑动部协作而在该主体的内部形成密闭空间;以及

[0020] 扇段式旋转变压器,其包括旋转变压器转子和旋转变压器定子,所述旋转变压器转子在比所述中空转子的封闭端部的端面靠开口端部的一侧固定在比外周面靠半径方向外侧的位置,所述旋转变压器定子在该旋转变压器转子的半径方向外侧的绕所述中空转子的旋转轴的一部分角度范围内固定于所述主体,

[0021] 所述磁体和所述定子绕组构成中空马达,

[0022] 具有:第一旋转支承单元,其在比形成有所述中空马达的部分靠开口端部的一侧将所述中空转子支承为能够相对于所述主体绕该中空转子的旋转轴旋转;和第二旋转支承单元,其将所述中空转子的封闭端部以能够绕该中空转子的旋转轴旋转的方式支承于所述主体的封闭端部,

[0023] 所述中空转子整体收纳在所述密闭空间内。

[0024] 本发明的铁道车辆用的晃动控制装置具有：所述线性致动器，其设置在铁道车辆的转向架与车体之间；和控制装置，其主动地控制线性致动器的驱动以抑制车体的晃动。

[0025] 发明的效果

[0026] 一种线性致动器，该线性致动器除了主体以外不需要外部装置，另外，不需要进行在为利用压力流体进行控制的控制装置的情况下所需的驱动源即加压流体的配管的设置，在全长以及外径上紧凑，提供作为施加所期望的驱动力或阻尼力的致动器的功能，另外，在不需发挥致动器的功能时，不对外力施加大的负荷（反向驱动力），能够容易从动。另外，可实现不依赖温度等使用环境地实现稳定的功能的线性致动器。

附图说明

[0027] 图 1 是本发明的线性致动器的最小行程时的俯视图。

[0028] 图 2 是本发明的线性致动器的最小行程时的侧视图。

[0029] 图 3 是本发明的线性致动器的最小行程时的从图 2 的 III-III 截面观察而得到的剖视图。

[0030] 图 4 是本发明的线性致动器的最大行程时的剖视图。

[0031] 图 5 是本发明的线性致动器的扇段式旋转变压器的概略图。

[0032] 图 6 是应用本发明的线性致动器的铁道车辆用的晃动控制装置的概略结构图。

具体实施方式

[0033] 以下，参照附图说明本发明的线性致动器。

[0034] 实施例 1

[0035] 本实施例的线性致动器的最小行程时的俯视图、侧视图分别如图 1、图 2 所示。本实施例的线性致动器在驱动方向的两端具有用于将铁道车辆的车体与转向架连接的球面轴承 1a、1b。通过使直动杆 2 相对于收纳在壳体 20、21、22 内的后述中空转子（螺母部）10 伸出 / 收纳，来变更球面轴承 1a、1b 间的间隔。收纳本致动器主要部分的壳体（20、21、22）的一部分包括具有向侧方（与中空转子的轴向垂直的方向）突出的形状的端子盒 18，收纳从线缆托座部 18a 向本致动器连接的电源线以及控制线。

[0036] 本实施例的线性致动器的最小行程时的从图 2 的 III-III 截面观察而得到的剖视图如图 3 所示，最大行程时的剖视图如图 4 所示。

[0037] 本发明的线性致动器具有将主要部分以气密状态收纳在其内部的壳体（主体）20、21、22 和以能够旋转的方式收纳在壳体 20、21、22 内的中空转子（螺母）10。并且，本发明的线性致动器具有：旋转直动转换部 7，其配置在中空转子 10 的中空部，并与形成于中空转子 10 的内周面的螺旋槽卡合，该旋转直动转换部 7 通过中空转子 10 的旋转而在中空转子内沿着轴向直动；直动杆 2，其与该旋转直动转换部 7 连接，并随着旋转直动转换部 7 的直动而相对于壳体以气密的状态伸出 / 收纳。并且，本发明的线性致动器在直动杆 2 的延伸侧端部和壳体后部 22 分别具有第一球面轴承 1a 以及第二球面轴承 1b。在将本致动器用作铁道车辆的晃动防止致动器时，经由该球面轴承 1a、1b 将铁道车辆的车体与转向架连接。

[0038] 以后,为了简化说明,将直动杆 2 从中空转子伸出的一侧即图 3 中的第一球面轴承 1a 侧记为前侧,将图 3 中的第二球面轴承 1b 侧记为后侧。

[0039] 中空转子 10 在前方具有开口端部,在后方具有封闭端部,并且利用角接触轴承 9(第一旋转支承单元)以能够绕中空转子的旋转轴旋转地收纳并固定于壳体。角接触轴承 9 由轴承固定螺母 8a 固定于中空转子 10,由轴承固定螺母 8b 固定于壳体中央部 21。施加在本线性致动器的轴向的力(由第一、第二球面轴承 1a、1b 承受的力)由第一球面轴承 1a、直动杆 2、旋转直动转换部 7、中空转子 10、角接触轴承 9、壳体中央部 21、壳体后部 22、以及第二球面轴承 1b 承接。

[0040] 在比固定有角接触轴承 9 的位置靠后侧的中空转子 10 的外周面的一部分设置有磁体 12,在壳体中央部 21 的内周面的与磁体 12 相对的位置以与转子磁体 12 隔开预定的间隔地设置有定子绕组 11。由定子绕组 11 和磁体 12 构成中空马达。

[0041] 旋转直动转换部 7 具有与形成于中空转子 10 的内周面的槽部卡合、并通过中空转子 10 的旋转而在中空转子 10 内沿着轴向直动的机构。旋转直动转换部 7 能够应用将旋转转换为直动的现有机构。例如,可以由行星滚柱丝杠构成,也可以由构成为使滚珠在形成于中空转子 10 内周面的槽部与旋转直动转换部 7 外周面的槽部之间循环的滚珠丝杠构成。

[0042] 直动杆 2 的前方侧从壳体前部 20 的开口端部向壳体外伸出,一个端部即前方端部与球面轴承 1a 连接,另一个端部即后方端部相对于旋转直动转换部 7 固定。直动杆 2 具有与壳体前部 20 的直动油封 3 协作而以气密的状态沿着轴向滑动的滑动部 6。利用设置于壳体前部 20 的开口部的直动油封 3 和直动杆 2 的滑动部 6,来密封由壳体 20、21、22 形成的中空构造的内部。直动杆 2 由壳体前部 20 的直动轴承 4 支承为能够沿着轴向直动。

[0043] 在中空转子 10 的后端侧固定有转子端盖 17,将后端侧密封,从而构成封闭端部。转子端盖的后侧支承于轴承 16(第二旋转支承单元),该轴承 16 固定在轴承承接凹部 22a 上,该轴承承接凹部 22a 形成(以凹入的方式设置)在构成壳体的封闭端部的壳体后部 22 的内面(内壁)。由此,作为中空转子 10 的封闭端部的后端部被支承为能够相对于壳体 22 的封闭端部绕中空转子 10 的旋转轴旋转。根据该结构,中空转子 10 构成为整体通过直动杆 2 的滑动部 6 和设置于壳体前部 20 的开口部的直动油封 3 而收纳于由壳体 20、21、22 形成的中空构造(密闭空间)内。针对线性致动器工作(直动杆 2 的直动以及中空转子 10 的旋转)设置的滑动密封机构仅为直动油封 3。中空转子 10 与壳体 20、21、22、直动杆 2 等不旋转的部分仅通过轴承机构进行机械连接。即,中空转子 10 不针对中空转子 10 的旋转而在该中空转子 10 与非旋转部分(壳体、直动杆)之间设置滑动密封机构。根据该结构,在切断了线性致动器的电源的状态下,能够尽量不对外力施加负荷(反向驱动力)而使线性致动器从动。

[0044] 在本实施例的线性致动器中,利用扇段式旋转变压器 13、14 检测中空转子 10 的旋转角。图 5 表示扇段式旋转变压器 13、14 的一例。在比中空转子 10 的封闭端部的端面靠开口端部的一侧,在比中空转子 10 的外周面靠半径方向外侧的位置遍及整周地固定有扇段式 VR 旋转变压器(扇段式的可变磁阻式旋转变压器)的旋转变压器转子部 14。在本实施例中,旋转变压器转子部 14 固定地设置于转子端盖 17,转子端盖 17 固定于中空转子 10 的后端部侧。另外,如图 5 所示,扇段式旋转变压器的旋转变压器定子部 13 仅配置于绕中空转子 10 的轴的一部分旋转角度范围内,更具体而言,如图 3、4 所示,配置在配设有电源和/

或信号线的端子盒内,在与各传感器 13 对应的位置形成有绕线部 13a。由此,检测中空转子的旋转角,输出到未图示的控制装置,供马达的驱动控制使用。

[0045] 本发明的线性致动器的旋转角度检测机构不以向中空转子的轴向后部侧延伸的状态配置,能够实现轴向上的紧凑化。在径向上,旋转变压器定子部 13 不配置在整周,而仅配置在预定的一部分旋转角的位置,因此也能够同时实现径向上的紧凑化。此外,关于仅配置于预定的旋转角度范围的旋转变压器定子部 13,由于设置成配置在向本线性致动器的壳体侧部突出而形成的端子盒 18 内,因此排除了为了配置旋转变压器定子部 13 而使本线性致动器沿径向扩大的必要,实现了装置的旋转轴的半径方向上的紧凑化。

[0046] 本发明的线性致动器以用于铁道车辆用的晃动控制装置为前提,以对转矩进行控制为目的,因此不以精确定位为目的,从而不需要精确地检测旋转角度。因此,如本发明所示,旋转角检测单元不需要在旋转角的整周具有作为检测端的旋转变压器定子部,如本发明那样的利用仅配置于一部分旋转角的检测部,就能够达到作为旋转检测单元的目的。由所检测到的角度误差引起的效率的恶化为 $\cos(\text{误差电角})$ 。因此,例如,即便在存在电角 10 度的检测误差的情况下,也仅是存在约 1.5% 的效率恶化这样的程度,在不以位置控制为目的,而以力控制为目的使用的铁道车辆用的晃动控制装置中,检测角度的误差的影响是能够忽略的程度。

[0047] 在本实施例中,作为旋转角检测单元,例示了扇段式 VR 旋转变压器,但本发明不限于此,例如,利用涡电流传感器,也能够构成同样的角度检测单元,能够享有本发明的效果。在使用涡电流传感器的情况下,代替扇段式 VR 旋转变压器,而构成包括导体构造和涡电流传感器的旋转角度传感器,也能够享有本发明的效果,所述导体构造为在比中空转子 10 的封闭端部的端面靠开口端部的一侧且在比中空转子 10 的外周面靠半径方向外侧的位置根据旋转角度而在周向上产生由周期性的涡电流引起的电感的变化的导体构造,所述涡电流传感器在旋转变压器转子 14 的半径方向外侧的绕中空转子 10 的旋转轴的一部分角度范围内固定于主体。即,在径向和轴向上,能够实现紧凑的线性致动器。

[0048] 由于磁体 12 以及定子绕组 11 带有强磁性,因此需要防止在密闭区域 5 内的滑动部(直动油封 3 和滑动部 6)和/或转动部(角接触轴承 9、旋转直动转换部 7、轴承 16)等处产生的磨损粉末附着在磁体 12 以及定子绕组 11 上。因此,为了使所产生的铁粉等磨损粉末不在密闭区域 5 内飞散,利用低粘度润滑油润滑各转动部(角接触轴承 9、旋转直动转换部 7、轴承 16)。另外,在角接触轴承 9 与磁体 12 以及定子绕组 11(形成中空马达的部分)之间的壳体中央部 21 与中空转子 10 之间设置有非接触迷宫密封 15,并使用低粘度润滑油。利用设置于壳体前部 20 的开口部的直动油封 3 和直动杆 2 的滑动部 6,由壳体 20、21、22 形成的中空构造(密闭空间)被非接触迷宫密封 15 分割为两个区域。由此,磁体 12 以及定子绕组 11(中空马达)配置在被分割出的一个区域内,直动油封 3、滑动部 6、旋转直动转换部 7、以及角接触轴承 9 配置在被分割出的另一个区域内。另外,中空转子 10 的后端部由转子端盖密封。由此,在密封区域 5 中,分离出最担心会产生大量的磨损粉末存在旋转直动转换部 7 的区域和存在磁体 12 以及定子绕组 11 的区域,可降低铁粉等磨损粉末与磁体 12 以及定子绕组 11 接触的风险。

[0049] 根据该结构,即便在维护间隔长的苛刻的使用条件下,也能够不降低线性致动器的功能地维持该功能。

[0050] 参照图 3 所示的最小行程时以及图 4 所示的最大行程时的本实施例的线性致动器的剖视图,说明本线性致动器的动作和功能。

[0051] 在图 3 所示的最小行程的状态下,利用未图示的控制装置驱动中空马达使之进行预定的旋转,在磁体 12 相对于定子绕组 11 旋转时,中空转子 10 旋转,与中空转子 10 的内周面的槽部卡合的旋转直动转换部 7 向轴向前方直动。由此,固定于旋转直动转换部 7 的直动杆 2 向轴向前方直动。在此,固定于直动杆 2 的前侧端部的第一球面轴承 1a 以及固定于壳体后部 22 的第二球面轴承 1b 与欲利用本线性致动器进行控制的结构,例如,铁道车辆的车体和转向架连接。因此,直动杆 2 与壳体后部 22 之间的相对自由旋转被限制,从而中空转子 10 在旋转直动转换部 7 的相对于壳体的自由旋转被限制的状态下进行旋转,直动杆 2 因旋转直动转换部 7 与中空转子 10 的相对旋转而沿着轴向直动。

[0052] 在将本发明的线性致动器用作铁道车辆的晃动防止装置的情况下,存在因特别是在高速行驶时的气动力特性而需要进行的主动控制。例如,存在如下主动控制:抑制虽然在低速行驶中不会发生但在高速行驶中进入隧道时的瞬时的车辆横向晃动、或者抑制高速行驶时的卡门涡旋的影响所导致的列车编组的最终车辆的横向晃动等。为了抑制这些晃动,存在在预定的行驶速度以下等预定的条件以外时不需要主动控制的情况,在切断了线性致动器的电源的状态下,需要尽量不对外力施加负荷(反向驱动力)而使之从动。关于这一点,由于非接触迷宫密封 15 相对于中空转子 10 设置在旋转轴的半径方向的外侧,因此虽然密封部分的周长长,但在非接触的密封中使用了低粘度润滑油,因此针对外力能够以小的负荷从动。

[0053] 在本发明的线性致动器中,中空转子 10 整体收纳在密闭空间内,没有针对中空转子 10 的旋转设置的滑动密封机构,作为线性致动器的驱动时的滑动密封机构,仅设置针对直动杆 2 的直动的直动油封 3。该结构也能够获得如下效果:在切断了线性致动器的电源的状态下能够尽量不对外力施加负荷(反向驱动力)而使之从动。

[0054] 在本发明的线性致动器中,通过壳体前部 20、壳体中央部 21、壳体后部 22 以及由直动杆 2 的滑动部 6 和直动油封 3 构成的密封构造而在壳体内部形成密闭区域 5,因此不会因直动杆 2 的行程移位所引起的密闭区域 5 内的压力变动而使外气流入流出密闭区域 5 内(没有透气功能)。因此,即便在 -20 度这样的低温的条件下持续使用,也不会招致因侵入致动器内的空气中的水分凝结等现象而引起的滑动功能的降低,具有能够维持良好的滑动状态的效果。另外,由于本发明的线性致动器主体相对于外气被密封,因此能够防止空气中的水分、尘埃等进入主体内,能够维持稳定的功能。

[0055] 此外,密闭区域 5 内的气体可以使用空气或者氮等非活性气体。

[0056] 由于密闭区域 5 为密闭空间,因此气体所占的容积与压力之积恒定。因此,在密闭区域 5 内的气体所占的容积从 V_1 变化为 V_2 ,压力从 P_1 变化为 P_2 的情况下,容积变化后的压力 P_2 能够用

[0057] [式 1]

$$[0058] \quad P_2 = P_1 \times \frac{V_1}{V_2} = P_1 \times \frac{V_1}{V_1 + \Delta V}$$

[0059] 表示。在此, ΔV 为气体所占容积从 V_1 变化为 V_2 的变化量 ($V_2 - V_1$)。由于本发

明的线性致动器紧凑地构成,因此壳体内存积小,V1与V2的差(比)容易变大。其结果是,密闭区域5内的压力变动容易因直动杆的前进后退而变大。但是,在密闭区域5内的压力变动大时,在不进行主动控制而需要相对于外力以小的反向驱动力从动的情况下,会阻碍自由的从动。因此,在本发明的线性致动器的直动杆2中沿着轴向延伸地形成有中空部2a,该中空部2a在中空转子的封闭端部侧即后端部具有开口部。根据该结构,由直动杆的前进后退而引起的气体所占的容积从V1变化到V2的变化量即 ΔV 即是和由直动杆2的截面积与最大行程长度之积所表示的体积,二者相同,由于V1增大与中空部2a的容积相应的量,因此能够抑制 ΔV 对P2造成的影响。

[0060] [式2]

$$[0061] \quad P2 = P1 \times \frac{V1}{V2} = P1 \times \frac{V1}{V1 + \Delta V} = P1 \times \frac{1}{1 + \frac{\Delta V}{V1}}$$

[0062] 由此,既能够维持密闭区域5的密闭性,又能够抑制从动性受到阻碍。

[0063] 优选在壳体前部21与第一球面轴承1a之间设置有未图示的蛇纹管(日文:蛇腹)等罩,以防止粉尘等附着于滑动部6的外表面于未然。由此,在直动杆2因行程变化而从作为主体的前端部的壳体前部21突出了时,能够防止直动杆2的滑动部6暴露在周围的环境从而水分、灰尘等附着于滑动部6的外表面。

[0064] 如以上说明,利用本实施例的结构,能够提供如下线性致动器,该线性致动器除了线性致动器主体以外不需要压力产生装置那样的外部装置,另外,不需要进行在为利用压力流体进行控制的控制装置的情况下所需的驱动源即加压流体的配管的设置,在全长以及外径上紧凑的。另外,能够提供如下线性致动器,该线性致动器提供作为施加所期望的驱动力或阻尼力的线性致动器的功能,并且在不需要线性致动器的功能时,不对外力施加大的负荷(反向驱动力)而能够容易地从动。另外,能够提供如下线性致动器,该线性致动器,即便在难以执行频繁的更换等维护、且被设置的使用环境下的温度变化大($-20^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$)这样的苛刻的使用条件下,且在反向驱动力低的状态下稳定地发挥作用。

[0065] 实施例2

[0066] 图6表示应用本发明的实施例1的线性致动器的铁道车辆用的晃动控制装置的概略结构图。在本实施例的铁道车辆用的晃动控制装置中,将实施例1的本发明的致动器设置在铁道车辆的转向架35与车体30之间,该晃动控制装置具有控制装置32,控制装置32主动控制线性致动器33的驱动,以抑制车体30的晃动。

[0067] 振动从车轮经由一次弹簧36而传递到转向架35,转向架35的振动经由二次弹簧34而向车体30传递。加速度计31测定车体30的加速度,控制装置32根据所测定的加速度主动控制线性致动器33,以抑制车体30的晃动(振动)。控制装置的主动控制能够应用已知的各种各样的控制方法。

[0068] 在铁道车辆中,抑制水平方向上与车辆的行进方向垂直的方向上的振动(晃动),在使铁道车辆的乘客具有舒适的乘坐感受、并且使行驶时的车辆的行驶姿势稳定方面是重要的。在为了抑制铁道车辆的晃动而使用线性致动器的情况下,将线性致动器配置在水平方向上与车辆的行进方向垂直的方向是最为有效的配置方法。关于将线性致动器收纳在受到制约的铁道车辆的宽度中这点,本发明的紧凑化的线性致动器具有大的优势。特别是在

采用窄轨规格的条件下,优选将本发明的紧凑化了的线性致动器应用于铁道车辆的车体的晃动控制装置。

[0069] 即便在如铁道车辆的车体的晃动控制装置那样难以执行频繁的更换等维护、且在被设置的使用环境下的温度变化大的苛刻的使用条件下,也能够实现充分发挥本发明的线性致动器的作用效果的铁道车辆用的晃动控制装置。即,能够实现具有如下线性致动器的铁道车辆用的晃动控制装置,所述线性致动器除了线性致动器主体以外不需要压力产生装置那样的外部装置,另外不需要进行在为利用压力流体进行控制的控制装置的情况下所需的驱动源即加压流体的配管的设置,且在全长以及外径上紧凑。另外,能够提供如下线性致动器,该线性致动器提供作为施加所期望的驱动力或阻尼力的线性致动器的功能,在不需线性致动器的功能时,不对外力施加大的负荷(反向驱动力)而能够容易地从动。另外,能够提供具有如下线性致动器的铁道车辆用的晃动控制装置,该线性致动器即便在难以执行频繁的更换等维护、且被设置的使用环境下的温度变化大(-20℃~60℃)的苛刻的使用条件下,也能以反向驱动力低的状态稳定地发挥作用。

[0070] 该申请主张于2013年7月16日申请的日本国专利申请第2013-147737号的优先权,引用其内容来作为该申请的一部分。

[0071] 附图标记说明

[0072] 1a:第一球面轴承;1b:第二球面轴承;2:直动杆;2a:中空部;3:直动油封;4:直动轴承;5:密闭区域;6:滑动部;7:旋转直动转换部;8a、8b:轴承固定螺母;9:角接触轴承;10:中空转子(螺母);11:中空马达(定子绕组);12:中空马达(磁体);13:旋转变压器定子部;13a:绕线部;14:旋转变压器转子部;15:非接触迷宫密封;16:轴承;17:转子端盖;18:线缆托座;20:壳体前部;21:壳体中央部;22:壳体后部;22a:轴承承接凹部;30:车体;31:加速度计;32:控制装置;33:线性致动器;34:二次弹簧;35:转向架;36:一次弹簧。

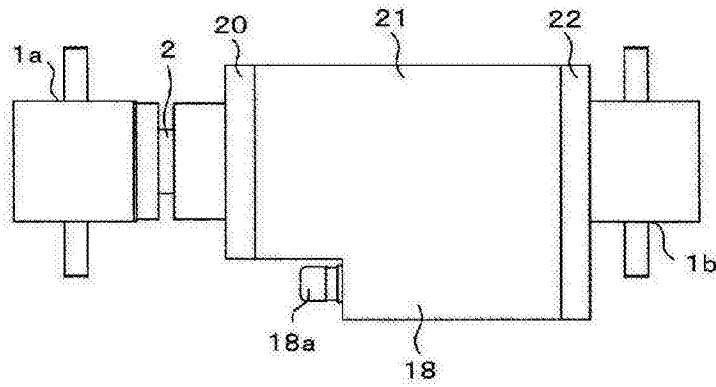


图 1

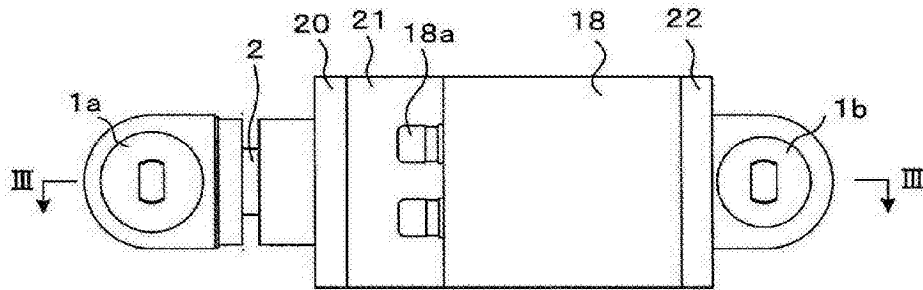


图 2

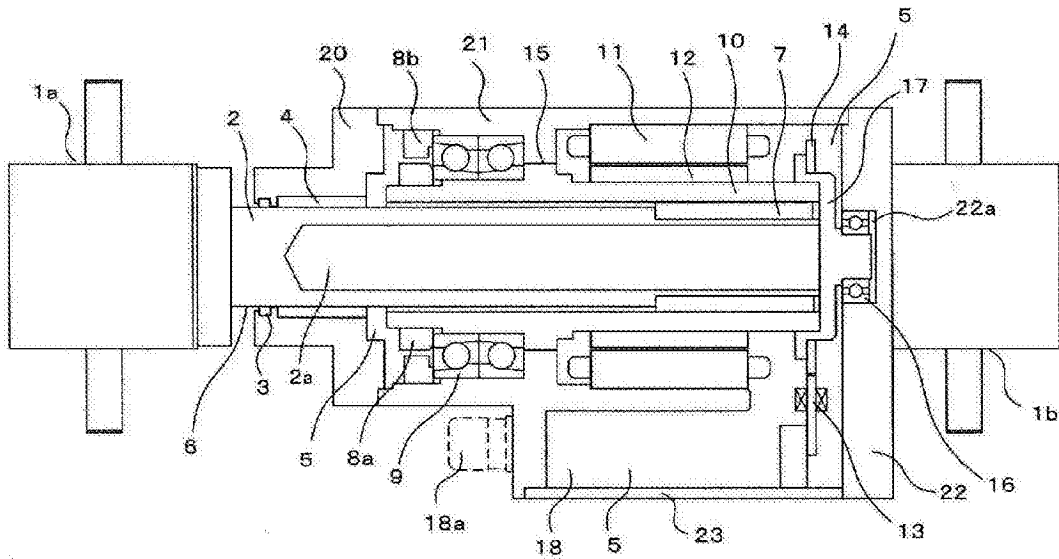


图 3

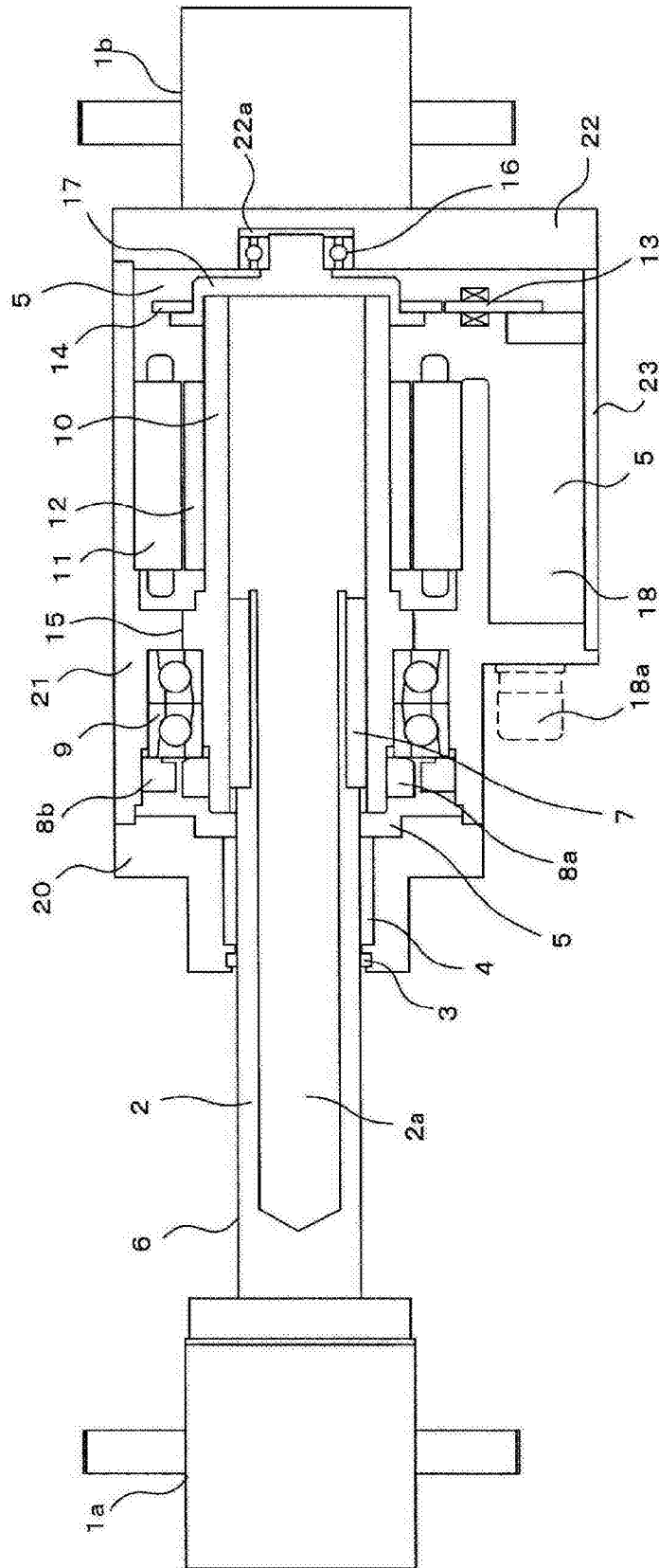


图 4

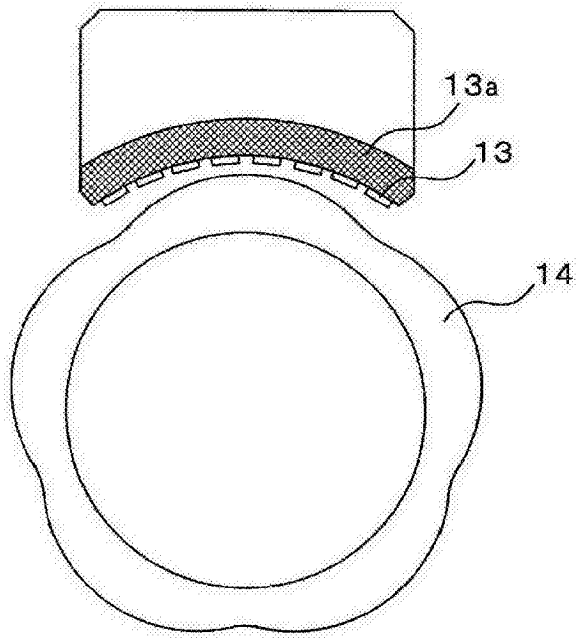


图 5

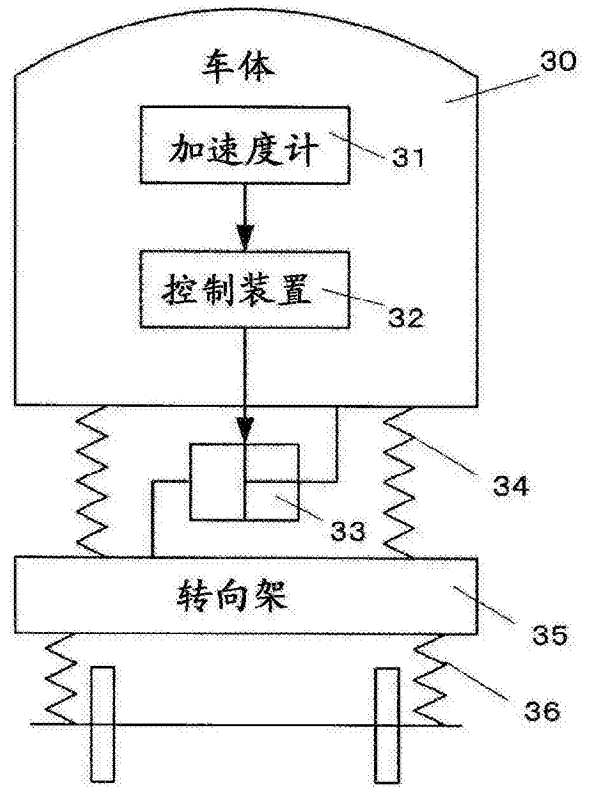


图 6