



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111867742 A

(43) 申请公布日 2020. 10. 30

(21) 申请号 201980017074.7

(22) 申请日 2019.03.08

(30) 优先权数据

1803700.2 2018.03.08 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2020.09.03

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2019/055909 2019.03.08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02019/170888 EN 2019.09.12

(71) 申请人 佐敦有限公司

地址 挪威桑讷菲尤尔

(72) 发明人 托里尔·菲耶达斯·尤格

罗阿尔德·彼得森

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 刘凤迪

(51) Int.Cl.

B08B 9/023 (2006.01)

B63B 59/08 (2006.01)

权利要求书3页 说明书11页 附图8页

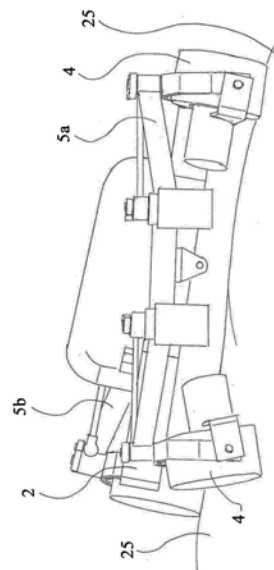
(54) 发明名称

用于清洁船舶船体的具有磁性轮子的机器人

(57) 摘要

本申请描述呈机器人(1)形式的装置,其用于在船舶的船体(25)上执行操作。所述机器人(1)包含使得所述机器人(1)能够经由磁力附着到铁船体(25)的磁性轮子(4),以及悬架布置(5、10、11、12、24),所述悬架布置用于将所述轮子(4)支撑在所述机器人(1)的主体(2、3)上并且用于允许所述机器人(1)在不平坦的表面上行进。所述轮子(4)包括第一对轮子和第二对轮子,其中各对轮子沿所述机器人(1)的长度彼此间隔开。所述悬架布置包含悬架枢轴机构(5、24),从而允许在所述第一对轮子的中心之间延伸的线随着用于每个轮子(4)的外倾角枢轴机构(10、11、12)相对于在所述第二对轮子的中心之间延伸的线旋转,其中所述外倾角枢轴机构(10、11、12)允许所述轮子(4)的旋转轴线相对于其它轮子(4)的旋转轴线旋转,以便所述轮子(4)能够将其旋转轴线与所述船体(25)的表面对齐。用于将

所述轮子(4)附接到所述船体(25)的所述磁力用以旋转所述悬架枢轴机构(5、24)和外倾角枢轴机构(10、11、12)。因此所述机器人(1)能够在其在所述船体(25)上行进时维持与所述船体(25)牢固接触。



1. 一种用于在船舶的船体上执行操作的机器人,所述机器人包含:  
磁性轮子,使得所述机器人能够经由磁力附着到铁船体;和  
悬架布置,用于将所述轮子支撑在所述机器人的主体上,并且允许所述机器人在不平坦的表面上行进;  
其中所述机器人包含第一对轮子和第二对轮子,其中各对轮子沿所述机器人的长度彼此间隔开;  
其中所述悬架布置包含悬架枢轴机构,从而允许在所述第一对轮子的中心之间延伸的线相对于在所述第二对轮子的中心之间延伸的线旋转;  
其中所述悬架布置还包含用于每个轮子的外倾角枢轴机构,其中所述外倾角枢轴机构允许所述轮子的旋转轴线相对于其它轮子的旋转轴线旋转,以便所述轮子能够将其旋转轴线与所述船体的表面对齐;并且  
其中用于将所述轮子附接到所述船体的所述磁力用以旋转所述悬架枢轴机构和外倾角枢轴机构。
2. 根据权利要求1所述的机器人,其中在所述外倾角枢轴机构的枢轴中不存在偏置。
3. 根据权利要求1或2所述的机器人,其中所述外倾角枢轴机构各自形成将相应轮子接合到所述机器人的轮子模块的一部分,其中所述轮子模块包含用于所述轮子的轮轴,其中每个轮子具有单独的轮轴,并且每个轮轴能够经由所述外倾角枢轴机构旋转,以便改变所述轮轴相对于其它轮子的所述轮轴的定向。
4. 根据权利要求1、2或3所述的机器人,其中所述外倾角枢轴机构包含托架和支撑所述托架的箍筋构件,其中所述外倾角枢轴将所述托架接合到所述箍筋构件。
5. 根据权利要求4所述的机器人,其中所述箍筋构件联接到所述机器人。
6. 根据前述权利要求中任一项所述的机器人,其中所述外倾角枢轴具有垂直于所述轮子的旋转轴线的旋转轴线,如被布置成当所述机器人在使用中时平行于所述船体的表面搁置的轴线。
7. 根据权利要求6所述的机器人,其中所述外倾角枢轴的所述旋转轴线被定位成比当所述机器人在使用中时所述轮子的旋转轴线更靠近所述船体的表面。
8. 根据前述权利要求中任一项所述的机器人,其中所述悬架枢轴机构包括提供在枢转梁上的枢轴,其中各对轮子中的一对安装到所述枢转梁,其中所述梁能够相对于另一对轮子旋转。
9. 根据前述权利要求中任一项所述的机器人,其中在所述悬架枢轴机构的所述枢轴中不存在偏置。
10. 根据前述权利要求中任一项所述的机器人,其中所述机器人包括可转向轮子,其中转向机构允许至少一对轮子中的所述轮子绕垂直于所述轮子的接触表面延伸的轴线旋转。
11. 根据权利要求10所述的机器人,其包含转向机构,所述转向机构允许所述第一对和所述第二对轮子中的所述轮子各自绕垂直于所述轮子的接触表面延伸的轴线旋转,其中所述外倾角枢轴机构随着所述轮子旋转。
12. 根据权利要求10或11所述的机器人,其中所述转向机构包括用于每个可转向轮子的转向臂和轭,其中定位所述轭以便允许旋转所述轮子而不使轮子移位。
13. 根据前述权利要求中任一项所述的机器人,其包含用于驱动所述轮子旋转的轮毂

电机,其中所述轮毂电机联接到所述轮子,使得所述轮毂电机在所述轮子改变外倾角时与所述轮子一起移动。

14.根据前述权利要求中任一项所述的机器人,其中所述轮子包括在所述轮子的表面上的弹性层。

15.根据权利要求14所述的机器人,其中所述弹性层的厚度小于所述轮子直径的2%。

16.根据前述权利要求中任一项所述的机器人,其中具有所述外倾角枢轴机构的所述轮子能够作为一个模块从所述机器人移除。

17.根据前述权利要求中任一项所述的机器人,其中对角相对的轮子和其外倾角枢轴机构包括相同并且可互换的部件。

18.根据前述权利要求中任一项所述的机器人,其中所述磁性轮子为用于将所述机器人紧固到所述船体的唯一机构。

19.根据前述权利要求中任一项所述的机器人,其中所述机器人用于清洁所述船舶的船体的表面,并且所述机器人包括清洁机构。

20.根据权利要求19所述的机器人,其中所述清洁机构为圆柱形刷,其中圆柱的轴线大体上平行于所述船体表面,并且所述刷被布置成绕其轴线旋转,以当所述刷与所述表面接触时对所述表面施加清洁动作。

21.根据权利要求20所述的机器人,其中所述圆柱形刷安装在所述轮子前面,使得在向前移动期间,所述刷在任一对轮子接触所述船体之前作用于所述船舶的船体。

22.根据权利要求20或21所述的机器人,其中所述圆柱形刷的长度在所述机器人的整个宽度上延伸或更长。

23.一种用于在船舶的船体上执行操作的机器人,所述机器人包含:

磁性轮子,使得所述机器人能够经由磁力附着到铁船体;

其中所述机器人包含第一对轮子和第二对轮子,其中各对轮子沿所述机器人的长度彼此间隔开;

其中每个轮子提供在能够从所述机器人移除的轮子模块内,所述轮子模块包含一个或多个悬架部件和一个或多个转向部件;并且

其中对角相对的轮子模块彼此相同。

24.根据权利要求23所述的机器人,其中所述机器人包括根据权利要求1到22中的任一项所述的特征。

25.根据权利要求23或24所述的机器人,其中所述轮子模块包括用于每个轮子的外倾角枢轴机构,并且在相对轮子模块中的相同部件包含所述外倾角枢轴机构的至少一些部分。

26.根据权利要求25所述的机器人,其包含在对角相对的轮子模块中完全相同的外倾角枢轴机构。

27.根据权利要求23到26中任一项所述的机器人,其中所述轮子为可转向轮子,其中转向机构允许所述轮子绕垂直于所述轮子的接触表面延伸的轴线旋转,并且其中对角相对的轮子模块包括相同的转向机构。

28.一种用于在船舶的船体上执行操作的方法,所述方法包含使用根据前述权利要求中任一项所述的机器人。

29.一种用于在船舶的船体上执行操作的机器人的制造方法,所述方法包含提供根据权利要求1到27中的任一项所述的特征,以及以适当的方式将那些特征联接在一起以便组装所述机器人。

## 用于清洁船舶船体的具有磁性轮子的机器人

[0001] 本发明涉及以用于在船舶的船体上执行操作的机器人(如用于清洁船舶的船体的机器人)形式的装置。

[0002] 由于船体的情况可能随时间变化,因此需要清洁和/或检查船舶的船体。在船体上涂料的降解速度和结垢积累的速度可根据因船舶所经历的条件而不同,船舶所经历的条件本身取决于关于船舶在海上和在港口中所花费的时间量和船舶行驶的位置的轮船活动。期望允许在船舶的船体上执行操作,如清洁以去除结垢和/或检查以确定船体的状态。

[0003] 履带式机器人(有时称为“爬行器”)因在船舶的船体上用于这些类型的操作而闻名。这类机器人具有含有磁体的环形轨道,以将机器人附着到铁船体。这些机器人可在船只的船体横穿海底期间进行操作。US 2010/126403示出爬行器机器人的一个实例。还已经提出了具有磁性轮子的类似机器人。举例来说,US 6000484公开具有以对角(矩形)布置的四个磁性轮子的机器人。此外,替代设计使用抽吸系统或推进器抵靠船体表面按压机器人。后一种设计的缺点是它们只能在海底使用,而不能在水线上方使用。磁力系统可在水线上方和下方使用。

[0004] 已经提出具有三个轮子的概念,以确保所有轮子将接触弯曲表面,而不必使用将轮子连接到机器人的底盘的弹性装置。然而,轮子的布置导致从机器人的重心到“倾翻轴线”的距离很短,所述“倾翻轴线”在两个轮子之间的接触点和在相关方向上的表面之间。因此,三轮机器人不如四轮机器人稳定。具体地,在三轮布置的情况下,当机器人横穿船体的侧面时,即当机器人的重量侧向向下悬垂时,与轮子和船体表面之间的磁力相比,保持机器人防倾翻的附着力与“倾翻轴线”之间的距离很小。

[0005] 如上所述,US 6000484公开使用以对角布置的四个轮子的清洁机器人。轮子固定到轮轴,其中一个轮轴在中间枢转以使其倾斜。这有助于确保所有四个轮子将以相等的力接触船体表面。机器人通过具有底盘转向,所述底盘在两对轮子的轴线之间分开,并且以铰接头彼此连接,如在转向的马车中。此转向方法给出了相对较大的转向半径,损害了机器人的操纵性。另外,如果磁性轮子宽,这对于确保足够的附着力可能是必要的,那么此布置将使轮子不可能始终在磁性轮子的宽度上都具有与船体表面对齐的接触表面,尤其在弯曲或不平坦的表面上。在磁体和铁表面之间的产生的非磁体间隙降低轮子和船体之间的附着力。这同样损害机器人的操作,如通过减小牵引力或使机器人易于倾翻或简单地从船体掉落,或在横穿船体的侧面时滑动。因此需要可在具有宽范围的船体表面特性(如不平坦的表面)的船舶的船体上执行操作的机器人。

[0006] 从第一方面看,本发明提供一种用于在船舶的船体上执行操作的机器人,机器人包含:磁性轮子,使得机器人能够经由磁力附着到铁船体;和悬架布置,用于将轮子支撑在机器人的主体上和用于允许机器人在不平坦的表面上行进;其中机器人包含第一对轮子和第二对轮子,其中各对轮子沿机器人的长度彼此间隔开;其中悬架布置包含悬架枢轴机构,从而允许在第一对轮子的中心之间延伸的线相对于在第二对轮子的中心之间延伸的线旋转;其中悬架布置还包含用于每个轮子的外倾角枢轴机构,其中外倾角枢轴机构允许轮子的旋转轴线相对于其它轮子的旋转轴线旋转,以便轮子可将其旋转轴线与船体的表面对

齐;并且其中用于将轮子附接到船体的磁力用以旋转悬架枢轴机构和外倾角枢轴机构。

[0007] 因此,在此布置的情况下,允许机器人的两对轮子根据磁力相对于彼此移位,以便调节轮子的相对高度,并且还分别根据在轮子和船舶的船体之间的磁力调节每个轮子的外倾角。因此即使存在不平坦的和/或弯曲的船体表面,轮子也会在位置和外倾角方面发生移位,以便维持与船体牢固磁性接触。此外,在轮子之间的力分布均匀。轮子表面可有利地由于通过外倾角枢轴机构的旋转轮子而旋转,以使轮子与船体的接触最大化。此外倾角补偿作用可确保机器人在不平坦的和/或弯曲的船体表面上有效附着到船体。

[0008] 应注意,与通常已知的车辆悬架布置相比,提出的悬架布置在许多方面为反直觉的,因为系统上的主要力不是由于机器人的重量,而是它们源自用于将机器人紧固到船体的磁力。因此,悬架布置的功能与用于承载来自车辆的重量载荷的车辆悬架系统不同。这类车辆悬架系统根据需要进行特定特征,以在调节轮子位置时有效地传递这类力,以确保在轮子和道路之间的良好抓地力。相比之下,所提出的用于具有磁性轮子的机器人的悬架系统适于主要源自磁体对船体的吸引力的力。对于常规轮子不存在这类力。考虑到所提出的机器人的特殊要求,发明人采取不寻常的步骤,对于每个轮子包括外倾角枢轴机构。

[0009] 在一些实例中,在外倾角枢轴机构的外倾角枢轴中可不存在偏置,如不存在在轮子围绕枢轴移动期间在枢轴处施加恢复力的弹性部件。因此,与用于其它目的的悬架布置相比,可不存在影响轮子的外倾角的弹簧或其它恢复机构。相反,外倾角枢轴机构可允许轮子的旋转轴线自由旋转以应对轮子对船体的磁性吸引。应理解,不存在任何这类偏置装置(连同使用如所描述的运动补偿装置)促进接触力在机器人的轮子上,以及在每个轮子和船体之间的接触路径上均匀分布。然而,不必从悬架布置中消除所有的回弹力,并且仍然有可能建立一个其中存在一定回弹力的有效系统,因为即使当悬架布置的其它弹性元件在载荷下变形时,经由外倾角枢轴机构的外倾角补偿可使力相等。

[0010] 每个轮子可具有类似设计的外倾角枢轴机构。使用类似或相同部分促进悬架布置的模块化构造,这是实例实施例的有利特征。外倾角枢轴机构可形成将轮子接合到机器人的轮子模块的一部分。此轮子模块可包含用于轮子的轮轴,其中每个轮子具有单独的轮轴,并且轮轴能够经由外倾角枢轴机构旋转。

[0011] 外倾角枢轴机构可包含托架和支撑托架的箍筋构件。在此情况下,轮子可具有从外倾角枢轴机构的托架悬挂的轮轴,其中托架从轮子轮轴延伸到外倾角枢轴机构的外倾角枢轴,其中外倾角枢轴将托架接合到箍筋构件。外倾角枢轴允许托架旋转因此允许轮子轮轴相对于箍筋构件旋转。外倾角枢轴可具有垂直于轮子的旋转轴线的旋转轴线,如被布置成当机器人在使用中时平行于船体的表面搁置的轴线。箍筋构件可连接到机器人,如经由将轮子联接到机器人的轮子模块的其它部分。

[0012] 当在使用中时,外倾角枢轴的旋转轴线有利地相对靠近船体的表面放置,即相对靠近其中轮子接触船体的位置。举例来说,外倾角枢轴轴线可被定位成以使比轮子的旋转轴线更靠近船体的表面,即使得在机器人处于如下文所描述的“垂直”定向的情况下,外倾角枢轴轴线在轮子的旋转轴线下。举例来说,外倾角枢轴轴线可比轮子的旋转轴线更靠近船体的表面至少轮子直径的10%,或至少轮子直径的15%。外倾角枢轴轴线的放置可被定位以使比轮子的旋转轴线更靠近船体的表面,增强悬架布置的性能,尤其在“被动”配置的接触,其中就用以使悬架返回到“静止”配置的力而言,在机构中不存在具体偏置并且没

有回弹力,或有限的回弹力。

[0013] 悬架枢轴机构可包括作为任何类型的机构的一部分提供的枢轴,用于允许各对轮子中的一对在各自对轮子的中心之间的假想线的相对旋转来相对于另一对轮子移动。举例来说,各对轮子中的一对可安装到可相对于另一对轮子旋转的枢转梁。以此方式悬架布置可具有与如在公路车辆中所使用的梁轮轴悬架一些类似特性,其中由于在每个轮子处的外倾角枢轴,增加自适应外倾角。因此,一对轮子可支撑在梁的任一末端处,并且悬架枢轴机构可包括用于允许梁相对于在另一对轮子的中心之间延伸的线旋转的枢轴。然后,另一对轮子可在形成对枢轴的支撑的类似梁上,并且可被称为固定梁。在一些实例中,枢转梁还可相对于机器人的主体枢转,然而固定梁可刚性地附接到机器人的主体。

[0014] 将这类枢转梁系统用于悬架枢轴机构被视为一种简单而有效的解决方案,尽管应理解,其它悬架枢轴机构对于允许轮子的所需移动也是可能的。具有两个轮子的这类枢转梁可相对于机器人处于横向或纵向布置。在此文件中,下文更详细的讨论涉及横向布局,但是应理解,在第一方面的变型中可使用任一种类型的布置。

[0015] 在悬架枢轴机构的悬架枢轴中可不存在偏置,如在机构移动期间不存施加回复力的弹性部件。因此,可不存在影响所述一对轮子绕悬架枢轴的旋转的弹簧或其它恢复机构。相反,悬架枢轴机构可允许一对轮子相对于另一对轮子自由旋转,以应对轮子对船体的磁性吸引。如同在外倾角枢轴机构中不存在偏置,对于悬架枢轴机构,不存在偏置允许悬架布置的最佳移动,以确保轮子与船体的有效接触。

[0016] 在一些实例中,这可与如上文所讨论的在外倾角枢轴中不存在偏置配对。在一些实例实施例中,悬架悬架布置没有在悬架布置的静态载荷期间起作用的弹性部件,并且因此在静态时没有朝向轮子的任何特定定位的偏置,或至少没有相对于外倾角枢轴和悬架枢轴的旋转的偏置。此结果是,力容易地在轮子之间平衡,并且允许机器人采取最佳位置用于经由磁性轮子抓持船舶的船体。在一些情况下,在系统中唯一回弹力源自如下文所讨论的在轮子的表面上的弹性层。然而,在其它情况下,可存在一些附加的回弹力来缓冲机器人同时不影响经由悬架枢轴的操作的外倾角补偿和载荷均衡。在此讨论中,不存在偏置意指不存在经由包括弹簧或弹性材料(如橡胶)的部件有意地引入的回弹力。可存在一些被调谐以吸收动态冲击载荷的回弹力,以防止损坏机器人。

[0017] 在一个实例中,两对轮子形成大体上矩形形状,其中轮子在矩形的每个拐角处。轮子可在机器人的外部部分处,并且有利地可搁置在机器人主体的末端处,即轮子可在机器人主体积的外侧并且与机器人的重心间隔开。这产生稳定的布置。尽管需要四个轮子,但是机器人不必仅具有四个轮子,并且可设想,在一些修改形式中,机器人可具有另外的轮子,如经由另外的悬架枢轴机构支撑的另外一对轮子,允许在另一对轮子的中心之间延伸的线相对于第一和第二对轮子旋转,即相对于通过每对的轮子中心的相应的线旋转。另外的轮子可各自具有如上文所讨论的外倾角枢轴机构。

[0018] 机器人可为可转向的,并且机器人的转向可经由改变轮子的角度和/或控制每个轮子的旋转量来实现。优选的是机器人包括可转向轮子,其中转向机构允许至少一对轮子中的轮子绕垂直于轮子的接触表面延伸的轴线旋转。应了解,操纵性的程度根据所使用的转向机构而变化。有利地,机器人可具有转向机构,允许第一对和第二对轮子中的轮子各自绕垂直于轮子的接触表面延伸的轴线旋转。在其中外倾角枢轴机构如上文所描述使用的情

况下,那么转向机构可旋转外倾角枢轴机构的托架。具有随着这类外倾角枢轴机构四个轮子转向的能力允许以小的转弯圆实现最大的操纵性,同时确保轮子维持与船体的最佳接触,以便保持机器人牢固地附着到船体。

[0019] 在一些实例中,转向机构包括用于每个可转向轮子的转向臂和轭,其中定位轭以便允许旋转轮子而不使轮子移位。因此,轮子可有利地能够在机器人没有运动的情况下“当场”转动。

[0020] 机器人可包括用于驱动轮子旋转的轮毂电机,优选地具有用于所有轮子的轮毂电机。轮毂电机布置可任选地包括位于轮子内的齿轮装置等。使用轮毂电机避免在一些其它位置从驱动系统向轮子传输旋转的需求,并且这使得实施所需的悬架布置以及使用如上文所讨论的转向布置更直接。轮毂电机可联接到轮子,使得它们随轮子改变外倾角而与轮子一起移动,并且因此,在上文所描述的托架和箍筋系统的情况下,轮毂电机可安装到相应外倾角枢轴机构的托架上。。轮毂电机可通过允许在机器人相对侧的轮子反向旋转等有利地用于增强机器人的转向。用这类系统,整个机器人可能旋转而没有任何其它移动,并且这允许机器人的最大操纵性。

[0021] 机器人可包括用于每对轮子中的两个轮子或所有轮子的相同设计的轮子。这进一步增强机器人设计的模块化特性,并且减少使用的不同零件的数量,这在使用期间存在磨损程度相对较高的轮子的情况下具有特别的优势,从而导致比机器人的其它部分更经常更换。

[0022] 如上所述,轮子可包括在轮子的表面上的弹性层。轮子可各自具有相同材料的外层。使用弹性层可提高在轮子和船体之间的摩擦力。在磁性轮子为将机器人保持到船体的主要机构的情况下,那么磁力必须承受如下文所述源于重力的力,但是它们还必须承受来自波浪载荷的力和对机器人的流体动态力。当这些力出现平行于船体表面或具有平行于船体表面的重要分量时,那么由于这些力而导致的机器人移动阻力通过在船体和轮子之间的表面摩擦力,用以防止滑动。包括弹性层允许提高摩擦系数。

[0023] 与轮子的直径相比,弹性层可相对薄,例如其可小于轮子直径的2%,任选地小于1.7%。直接而言,这可暗示约3mm的厚度。通常,这适用于在150和220mm之间的范围内的轮子直径。如上所述,尽管可使用一些回弹力来缓冲机器人免受冲击等,但是对于所提出的设计,不必为了悬架布置的目的而允许任何显著的回弹力。因此,弹性层的厚度可相对薄,因为它不需要提供任何显著的缓冲作用。实际上,在轮子位置方面避免显著的弹性是有利的,并且避免过度增加在轮子的磁性元件和船舶的船体表面之间的间距是有利的,因为这将减小将机器人保持到船体的磁力。然而,可为有利的是,即使存在小的表面缺陷或结垢,导致在船体上的区域变粗糙,允许薄的可变形外层以便最大化接触贴片,并且因此最大化在轮子表面和船舶的船体之间的摩擦。与轮子的主要结构相比,允许轮子的接触贴片使用不同的材料类型也是有利的,其将是相对刚性的材料,如轮子的磁体或围绕磁体的金属壳体,并且这将与船舶的船体的摩擦系数不与弹性层相同。弹性层可为具有橡胶状特性的弹性材料,如橡胶化合物或弹性聚合物化合物,如PUR。

[0024] 有利地,弹性层可具有被选择用于在船舶的船体上有效抓握轮子的几何形状,如形成以与已知道路轮胎的轮胎胎面类似方式的轮子的胎面的三维表面图案。即使当机器人横穿船体的完全浸没部分时,轮子需要能够将水从船体表面清除,并且使轮子表面与船体

直接接触,没有任何中间水膜,或至少具有最小的水膜。三维表面图案可允许水膜最小化或完全避免。

[0025] 考虑到轮子的磁力可为将机器人附接到船体的主要机构,并且当使用永磁体时,可适用于允许一些系统将机器人从船体拆离。举例来说,如果机器人遭受损坏或由于其它原因导致其无法从船体的一些远程部分返回而发生故障,那么它可适用于能够自身从船体拆离,以使得能够从水回收。一个实例为使用合适的机构推压船体和/或以足够的力使轮子倾斜以将轮子从船体拆离的推出器单元。此类推出器单元可能邻近每个轮子放置。

[0026] 应注意,上述特征中的一些允许用于机器人的模块化布置,其中类似的部分被用于机器人上的多个不同位置。在其中将机器人安装在船的甲板上以用于长途航行的情况下,将所需的不同备件的数量减少到最少是一个优势。通过允许模块化设计,单个备件可供用于在机器人上的若干点处使用。因此,悬架布置的元件、轮子等可在机器人上的多个位置中使用相同的零件。此外,机器人的各种零件或模块可为可移除的,以进行更换,而不需要完全拆卸机器人。这允许在有时间限制的情况下进行快速高效的维修或更换,其中从机器人移除的模块在离开机器人时(例如在船舶上或岸上的单独车间中)进行维修和测试。因此,具有外倾枢轴机构的轮子可以作为一个模块可移除。实例实施例的转向机构也可作为模块可移除,并且任选地,转向机构可随着轮子和外倾枢轴机构一起可移除。

[0027] 实例实施例的轮毂电机连同其相关联的齿轮装置随着轮子一起从机器人可移除,并且能够根据检查和/或维护的需要从轮子拆离。每个轮毂电机可具有相同的设计,允许在所有轮子之间的轮毂电机互换。

[0028] 可能不是所有轮子和外倾角枢轴机构使用相同的部件,因为为了有效地操作,成对的轮子的一些零件可最好彼此反相。然而,在实例实施例中,那么对角相对的轮子和其外倾角枢轴机构可使用一个或多个相同部件,任选地它们可完全相同。因此,左前轮子和外倾角枢轴机构可与右后轮子和外倾角枢轴机构相同,并且类似地,右前可在设计上对应于左后。这种对称性允许减少作为备件的零件数量,并且简化机器人的制造。

[0029] 在实例实施例中,对于对角相对的轮子,转向机构也可为相同的,这在制造和维护方面进一步增强了机器人。

[0030] 对角相对的轮子使用相同的部件以形成模块化布置被认为是新颖的,并且本身具有创造性,因此,在第一方面的替代方面,本发明提供了一种用于在船舶的船体上执行操作的机器人,所述机器人包含:磁性轮子,其使得机器人能够经由磁力附着到铁船体上;其中机器人包含第一对轮子和第二对轮子,其中一对轮子沿机器人的长度彼此间隔开;其中每个轮子提供在从机器人可移除的轮子模块内,所述轮子模块包含一个或多个悬架部件和一个或多个转向部件;并且其中对角相对的轮子模块彼此相同。

[0031] 因此,对于对角相对的轮子模块,那么轮子以及其悬架和转向部件的至少一些是相同的。在一些实例中,在两个对角相对的对中的模块的一些部件之间也存在同一性,即,在一些情况下,每个轮子可使用相同的部件。但是,通常要避免完全对称,以便优化轮子的各个部分以在机器人的某个“角”处运动,因此左前与右后具有相同的轮子模块,右前具有相同的轮子模块向左后方。

[0032] 从上文将了解,对于此方面,轮子模块可包括用于轮子的外倾枢轴机构,并且在相对的轮子模块中的相同部件可包含外倾枢轴机构的至少一些部分,和任选地外倾角枢轴机

构的所有部分。因此,机器人可包括在对角相对的轮子模块中完全相同的外倾角枢轴机构。

[0033] 在实例实施例中,可如上文所讨论经由改变轮子的角度和/或控制每个轮子的旋转量来实现机器人的转向。因此,轮子可为可转向轮子,其中转向机构允许轮子绕垂直于轮子的接触表面延伸的轴线旋转,其中对角相对的轮子模块包括相同的转向机构。在其中外倾角枢轴机构如上文所描述使用的情况下,那么转向机构可旋转外倾角枢轴机构的托架。在一些实例中,转向机构包括用于每个可转向轮子的转向臂和轭,其中定位轭以便允许轮子旋转而不使轮子移位,并且其中轭和转向臂用于对角相对的轮子模块为相同的。

[0034] 如上文对于第一方面所述,轮毂电机对于对应的轮子模块可为相同的,并且因此轮毂电机及其相关联的齿轮装置对于对角相对的轮子模块可为相同的。

[0035] 另外将了解,此替代方面的机器人可与第一方面的特征和/或与上文讨论的作为与第一方面有关的任意的特征的任何其它特征结合。因此,此方面的机器人可包括如上文对于第一方面所讨论的悬架布置,和/或它可包括如本文陈述的其它特征。因此,机器人可包括具有如上文所讨论的悬架枢轴的枢转梁,并且此梁可在机器人的横向或纵向方向上延伸。

[0036] 应理解,将部件分组到模块中理想地主要需要模块可作为单个组合的零件移除和更换。不排除模块可含有其它较小的模块,例如,如外倾角枢轴机构模块或转向模块。还不排除模块可为较大模块的一部分,例如,如安装到梁模块的轮子模块。

[0037] 为了使机器人可在垂直的船体表面上行进以及在船体基部的面向下的船体表面上部分或完全倒置,那么在实例实施例中的磁力应超过机器人的重力,例如至少4到1倍或6到1倍。因此,磁性轮子可为将机器人紧固到船体的主要机构,并且在实例实施例中,磁性轮子为用于将机器人固定到船体的唯一机构。因此,机器人可没有其它用于抓握船体的磁性系统和/或没有其它不同的机构,如推进器或真空抽吸。

[0038] 机器人用于执行在船舶的船体上的操作同时通过磁性轮子附接到船体。操作可包括清洁和/或检查船舶的船体。在实例实施例中,机器人的主要目的为用于清洁船舶的船体的表面,例如去除结垢和/或维持船体的面漆。检查船体可同时进行。

[0039] 为了执行清洁操作,机器人可包括清洁机构,所述清洁机构可为刷。刷的优选形式为圆柱形刷,其中圆柱的轴线大体上平行于船体表面,并且刷被布置成绕其轴线旋转以在其与表面接触时对表面施加清洁动作。此刷可绕其圆周包括许多柔性刷元件,如刷毛或柔性叶片。旋转的圆柱形刷可安装在轮子的前面,使得在向前行进期间,刷可在任一对轮子接触船体之前作用于船舶的船体。圆柱形刷的长度可在机器人的整个宽度上延伸,并且可任选地延伸超过轮子的外延部。这允许刷在机器人向前移动期间清除轮子的路径,并且增加每次清洁行程的宽度,而刷不变为过度降低机器人操纵性的障碍。

[0040] 本发明在另一方面延伸到使用上文所描述用于在船舶的船体上执行操作的机器人,如包含使用如上文所描述的机器人清洁船舶的船体的方法,所述机器人可包括上文所描述的任何任意的或实例特征。

[0041] 本发明还延伸到制造如上文所描述的机器人,任选地包括其特征。因此,制造机器人的方法可包括提供如上文关于任何方面所描述的特征,和以适当的方式将那些特征联接在一起,以便组装机器人。有利地,这可包括使用如上文所描述的模块化元件和/或相同零件的模块化类型构造。

- [0042] 现在将仅借助于实例并且参考附图描述某些优选的实施例,其中
- [0043] 图1以透视图示出船体清洁机器人;
- [0044] 图2以分解视图示出图1的机器人,其说明悬架布置的模块化性质;
- [0045] 图3为用于刚性地固定到图1的机器人的一对轮子的悬架布置和转向机构的特写视图;
- [0046] 图4为用于可枢转地固定到图1的机器人的一对轮子的悬架布置和转向机构的特写视图;
- [0047] 图5说明悬架枢轴机构的动作;
- [0048] 图6a和6b示出机器人的定向对需要由磁性轮子和悬架布置抵抗的倾斜力的作用;
- [0049] 图7示出与图1的机器人比较具有额外一对轮子的另一个船体清洁机器人的实例;
- 和
- [0050] 图8示出磁性轮子的剖视图。
- [0051] 如在图中所示,出于如清洁(刷洗)海上船只的涂漆的船体的目的提出带轮的水下机器人1。机器人的轮子4为磁性的,以便附着到铁船体。机器人1由轮子4驱动,并且轮子4由电机9通过减速齿轮驱动,其均装配到轮子4,其中一些部件在轮子4内。表述“轮毂驱动”通常用于此类型的推进系统。
- [0052] 轮子4绕垂直于机器人底盘2,即大体垂直于船体表面的轴线转向,因为机器人底盘2将通常垂直于船体表面搁置。
- [0053] 在清洁操作期间,机器人1横穿在船体下和侧面的船体表面25侧以及在船体的侧面和底部中间的舱底。它仅使用磁性轮子4抓握到船体表面,即在此实例实施例中,不存在将机器人1附着到船体的其它机构。
- [0054] 机器人1将在机器人站(在图中未示出)处静止。机器人站将定位在海平面上方的船只上。它允许在操作之间停放机器人1。换句话说,机器人1将在所需的操作之前和之后横穿船体的侧面,并且一旦已完成操作,它将返回以存放在机器人站中。
- [0055] 因为磁体轮子4为用于将机器人1附着到船体的机构,所以它们被配置为满足以下要求:
- [0056] • 在所有位置(如,在船体侧面或在船体下方)时,保持机器人1抵抗重力。
  - [0057] • 保持机器人抵抗如来自波浪、水流、船舶移动等的流体力。
  - [0058] • 向轮子4提供足够的附着力,以在轮子4和船体之间产生足够的摩擦力,以使得能够传递必要的推进力(力矩、扭矩)。
  - [0059] • 在不利的几何条件下(如,以一定角度横穿船底区域时)或在船体的几何不平整(例如凹痕和突起,例如焊缝、管道出口等)上行进时,与船体保持接触。
- [0060] 磁性轮子4包括围绕轮子的圆周布置并保持的金属外壳上的永磁体,例如如图8所示和如下文所讨论。金属外壳可包括围绕磁体的外周的壳体和/或在磁体的内周的支撑件。在轮子的外侧形成如橡胶或聚合物材料的弹性材料的薄层(覆盖物、衬里),以便分配与船体的接触。优化的化合物在许多条件下具有良好的摩擦特性。然而,众所周知,根据上述,涂漆的船体,特别是其上具有初始海洋生长的船体,与轮罩的摩擦系数可相对低。还已知,在磁性轮子4和铁表面之间的附着力由轮子的磁性主体和表面之间的距离决定。换句话说,不应允许“寄生”非磁性间隙(由轮罩(衬里)的厚度规定)增加高于已规定的间隙。因此,轮罩

相对薄,以便确保对船体的牢固的磁性附着,并且在优选的实施例中,轮罩的弹性材料的厚度为轮子直径的1.7%或更小,或小于3mm。

[0061] 提出的机器人1另外包括如下文更详细描述轮子悬架布置,其中悬架被布置成确保力在轮子之间相等并且在轮子的宽度上保持相对恒定。图1到6的实施例使用以对角布置的四个轮子(即,两对轮子4)。两对轮子4安装在梁5上,其中这些梁中的一个可绕枢轴24倾斜。所有轮子4都绕近乎垂直于机器人底盘2的转向轴进行单独转向,所述底盘2连接到箍筋型(也可为单侧)构件12,所述构件12通过外倾角枢轴11连接到轮子4,使得轮子4能够外倾(倾斜),使得其在轮子4的宽度(切线)上与船体的表面具有近乎相等的接触(压力)。

[0062] 此布置可扩展为具有一个或多个另外对的轮子,其中(一个或多个)另外对的轮子各自安装在类似于图1到6的枢转梁的枢转梁上。额外的轮子具有类似于四轮机器人的轮子的外倾角枢轴机构。具有三对轮子的实例在图7中示出。额外对的轮子可转向或不转向,并且它可具有或不具有电机驱动。在另外对的轮子没有电机驱动的情况下,那么应了解,轮子提供增加的稳定性和提高的船体的磁性吸引。

[0063] 在四个和六个轮子实例的情况下(实际上如果添加另外对的轮子),每个轮子的枢转梁悬架和外倾枢轴机构的组合意指在用于根据上文的每个轮子的“外倾角补偿”布置中,机器人的所有轮子以相等的力接触不平坦的船体表面。

[0064] 现在将参考附图更详细地描述机器人的特征。应注意,在机器人的描述中对“垂直”的引用是关于机器人的垂直方向,即垂直于机器人站立的表面,并且与重力的方向无关。

[0065] 在图1中,以透视图示出完全组装的机器人1。机器人1的底盘2为周边框架,所述周边框架保持密封的容器3,所述容器3封装用于机器人的电子控制系统以及其它电气部件,如电源(例如电池)、通信系统、数据记录系统等。容器3为防水的并且被密封以防止水进入。索环或类似物的合适布置可用于允许电缆等穿过密封容器3的壳体。底盘2和容器3将与保护性覆盖物(未示出)一起形成机器人1的主体。两个梁“轮轴”5固定到底盘2,并且这些梁5支撑轮子4以及悬架装置的相关联的元件和轮子4的转向机构。应了解,梁5相对于轮子4的旋转不形成轮轴,而是每个轮子4具有其自己的单独的轮轴,如下文关于图3更详细地讨论。机器人1包括清洁机构6,其采取旋转的圆柱形刷的形式,并且也固定到底盘2。可看出,四个轮子在机器人的整体尺寸允许的情况下彼此间远隔开。

[0066] 图2为机器人1的分解视图,示出机器人构造的模块化性质。梁“轮轴”组件7形成含有轮子4连同其驱动、悬架和转向装置的可移除“模块”。容器3和框架2实际上也为模块。刷6在其支撑件上还作为清洁(刷洗)组件8形成模块。分成模块使得能够在构建机器人1期间快速有效地完成操作,并且当机器人1部署在现场服务时大大便于修理和维护。梁组件7进一步细分为较小的模块,如下文所论述,如用于轮子4的部件和相关联的转向和悬架部件的模块。

[0067] 机器人1包括悬架布置,其一部分通过两个梁5(和梁组件7的所有元件)相对于彼此枢转的能力提供。因此,一个梁5刚性地固定到底盘2,而另一个可枢转地安装到底盘2。在此实例中,前轮子4经由相关联的梁5刚性地固定到底盘2。这允许它们更靠近刷6搁置,而没有刷6阻碍悬架布置的动的风险。后轮子4可枢转地固定到底盘2,相关联的梁5经由枢轴24联接到底盘2,如图4所示。两对轮子可因此移动位置以遵循船体表面的弯曲或不平坦的

区段。

[0068] 图3提供前梁组件7的详细视图。如上所述,这刚性地固定到框架,这经由通过螺栓18(在此图中未示出框架)进行。与轮子4、电机9、转向机构和外倾枢轴机构有关的零件与在图4中示出的用于后梁组件7的零件相似。实际上,轮子4及其相关联的悬架和转向零件具有模块化设计,其中,对角相对的部件相同。因此,左前轮子由与在后右处等效模块相同的模块保持,其中外倾角枢轴机构和转向机构的部件相同,并且右前和左后等效地存在相似性。电机9在还包括任何必要齿轮装置的外壳内,并且这些零件中的一些保持在轮子4的轮毂内。该轮毂电机布置允许每个轮子4根据需要独立地驱动,其中每个轮子4的“轮轴”通过连接到电机9的外壳形成。因此,轮子4可旋转地固定到电机9的外壳。

[0069] 形成用于机器人的悬架布置的另一部分的外倾角枢轴机构包括(对于每个轮子)固定到电机9的外壳的托架10和箍筋12(在此实例中为摇篮状结构),其通过外倾角枢轴11连接到托架10,所述外倾角枢轴11通过在轮子4的前后部的螺栓形成。不存在影响在外倾角枢轴11的动作下轮子4旋转的自由度的弹簧或其它弹性偏置机构。箍筋12经由转向机构接合到梁5。轮子4绕由通过前后部枢轴螺栓的线限定的外倾角枢轴轴线在所限定的角度内相对于梁5自由回转。此外倾角枢轴轴线垂直于轮子4的旋转轴线,并且将大体上在相对于机器人1的垂直轴线的水平方向上延伸。它通常也将与放置机器人1的船体的表面平行搁置。外倾角枢轴机构使得轮子能够适应,使其始终“直立”到与其连接的船体表面,其中即使当此表面为不平坦的或与机器人底盘2的基本定向成角度,轮子与船体表面的接触表面最大对齐。此“轮子外倾角补偿”角度限于通过移动在箍筋12上的止挡装置19在任一个旋转方向上的指定角度。

[0070] 箍筋12通过外壳13可旋转地固定到梁5,所述外壳13与梁5刚性地固定并且形成用于轮子4的转向机构的元件。箍筋12可通过由扁棒形成来生产。它可具有两个或更多个这类棒的方式被层压,并且棒的长度可不相等。尽管相对坚硬,这使托架在前后方向以及垂直方向上稍微柔性,并且允许轮子悬架在一些方向上坚硬地弹起,然而在“垂直转向轴”上足够刚性使得可控制轮子的方向。可调谐此悬架的回弹力,使得其对机器人的驱动、牵引、附着和转向特性没有显著的负面影响,并且使得就在悬架布置中的静态力而言,它不增加任何偏差或回弹力。然而,允许吸收一些动态冲击载荷以缓冲机器人,特别地控制和动力系统的电子和电气装置免受轮子4的撞击可能是有益的。

[0071] 提供用于每个轮子的转向机构,并且如上所述,对于对角相对的轮子使用相同的零件。转向机构允许箍筋12绕外壳13旋转,并且因此允许轮子相对于机器人1的定向(更确切地说,相对于梁5的定向)绕大体上竖直方向旋转。在外壳13的顶部处的转向臂14联接到穿过外壳13并且固定到箍筋12的顶部的轴。这在外壳13中的轴承22中运行。转向臂14通过拉杆15,如经由枢轴或球形接头23连接到转向输入臂16。此布置可在几何上被设置为“平行四边形机构”,或臂14和16可以被设置为“非平行”以在同一轴线上的一对转向轮子4之间产生所谓的“阿克曼”效应,如该机构的俯视图所示。替代地,可通过用于转向致动器17的控制系来产生阿克曼效应,所述阿克曼效应尤其是关于确保任一轮子4的运动弧的中心在转向的曲线的半径的中心彼此相交。此作用的目的是在转向移动期间最小化轮子4与船体的滑动接触。转向致动器17固定到梁5,换句话说,它们可安装到形成梁组件7的组成部分的支撑件,并且它们随着梁5一起移动。在替代设计中,单个转向致动器可连接到梁组件17的两

者轮子4。转向致动器17通常具有电机,所述电机通过减速齿轮驱动输出转向臂16。另外,致动器17可具有一体的端部止动件21,其在两个方向上限制臂16的转向角。

[0072] 如上所述,图4示出后梁组件7,并且其大致类似于前梁组件7(并且对于对角相对的轮子4包括相同部件)。不同之处在于,梁5可旋转地附接到机器人的底盘2,以便允许轮子在其中移动。这通过固定到模块的轮轴5的悬架枢轴24实现。枢转梁5绕悬架枢轴24的轴线回转的自由度限于通过移动端部止动件(未示出)在任一个方向上限定的角度。应理解,用于最大允许转向角的端部止动件可替代地更靠近轮子放置,如在箍筋处。不存在影响枢转梁5围绕悬架枢轴24移动的弹簧或类似弹性机构。

[0073] 应注意,用于轮子4、电机9、外倾角枢轴机构10、11、12和包括转向臂14、轴承22、外壳13、转向杆(拉杆)15的转向机构的部件形成为可拆离梁5的模块。对于对角相对轮子模块,这些模块相同,以允许在机器人的制造和维护期间部件互换。对于对角相对的轮子模块,转向致动器17和致动器转向臂16还可相同,并且在一些情况下,对于所有四个轮子可类似。对于直接相对的轮子(并且因此也在机器人的相同侧面上的轮子),一些零件可存在镜面对称性,如对于外倾角枢轴机构。

[0074] 图5说明枢转梁5的动作并且示出机器人以一定角度横穿在船体的侧面和底部之间的船体表面25上的不平坦的凸起。前梁5b固定到机器人的底盘2,并且因此与底盘2对齐。后梁5a通过枢轴24附接到底盘2,并且因此可相对于底盘2和前梁5b摆动。图5示出梁5b如何枢转,以便其轮子遵循船体表面25。图还示出轮子4如何绕外倾角枢轴11回转以与船体25的表面对齐,使得轮子本地“直立”于表面。应理解,因为在悬架枢轴24或外倾角枢轴11上没有弹簧或其它偏置,确保这些角度对齐的力为轮子4的磁性附着力。

[0075] 这独立于机器人1在船体表面25上位置起作用,无论机器人是“倒置”在船体的底部下方,在船体侧面还是在这些区域之间的舱底部分。还应了解,每个轮子的磁性附着力的大小应在所有位置上确定,以协商在机器人上的重力以及来自海水的力,如波浪、流或如由当机器人穿过水移动时的“流体动力学”阻力产生。此外,附着力的大小被设置成应对源于机器人可能操作的工具产生的任何反作用力。

[0076] 图6a和6b示出定位在船体的侧面上的机器人,在此情况下,机器人可易于以两种不同的方式“倾翻”。在图6a中,如果在图中的顶部轮子失去与船体表面的接触,那么机器人可绕在底部轮子和船体表面之间的接触点28翻转。在图6b中,可围绕机器人1的底部侧面处的轮子的枢轴11施加相同的作用。另外的故障模式将是每个磁性轮子将平行地围绕其边缘29倾倒。可示出,通过具有足够的轮子宽度“b”,与足够强的磁性附着力26组合,连同相对于重心27的高度“a”的“低”重心27和“低”枢轴高度“c”,机器人在任一定向上不倾倒(翻转)。因此,如在图中可看出,枢轴高度“c”,即外倾角枢轴轴线的高度,比轮子的旋转轴线更靠近船体的表面。在此讨论中,“低”与机器人远离船体的程度有关,即在机器人的垂直轴线的意义上。这样,与具有三个轮子的机器人比较,使用具有四个(或更多)轮子的机器人具有优势,因为潜在的倾斜更远离重心间隔开。

[0077] 如上所述,可增加另外的轮子。图7示出具有三个梁5和成三对的六个轮子的机器人。该机器人能够以与具有四个轮子的版本类似的方式维持与弯曲船体的接触,因为添加的梁5d经由额外的枢轴31联接到其它枢转梁5c,这允许两个梁相对于彼此以及相对于其余轮子组的底盘2和固定梁5移动。支腿30固定到底盘2,并且枢轴31具有在机器人的侧向(横

向)方向的轴线,将纵向构件32连接到支腿31。轮轴5c和5d通过悬架枢轴24连接到构件32,其以与四轮机器人的悬架枢轴24类似的方式起作用。此机构确保所有六个轮子4均等地接触船体的不平坦或弯曲的表面,在这种意义上,磁性轮子4不受在轮子悬架中另外出现的力的限制,以补偿这类船体的几何形状。每个轮子具有外倾角枢轴机构,其可具有与上文所讨论的外倾角枢轴机构类似的构造。所有六个轮子可转向,或替代地,可允许转向少于所有六个轮子转向。可使用在悬架中不同水平的枢轴,以类似的方式添加带有另外的轮子的另外的轮轴。

[0078] 图8示出可与上文所讨论的机器人一起使用的磁性轮子4的截面。这包括在轮子4内的电机9的零件。在此图中,电机外壳37含有电机(在此图中未示出)以及在电机9和轮子4中间的减速齿轮。来自电机的输出轴36连接到轮子的轮毂。此轴36和其凸缘支撑在轴承(未示出)上。轮缘35经由轮毂固定到输出轴36,并且这保持一包环形磁体芯34。应理解,这些芯34的许多可保持在一起并且固定到轮缘。最后,弹性罩33固定到磁体芯34的外周,任选地具有围绕磁体的中间壳体。

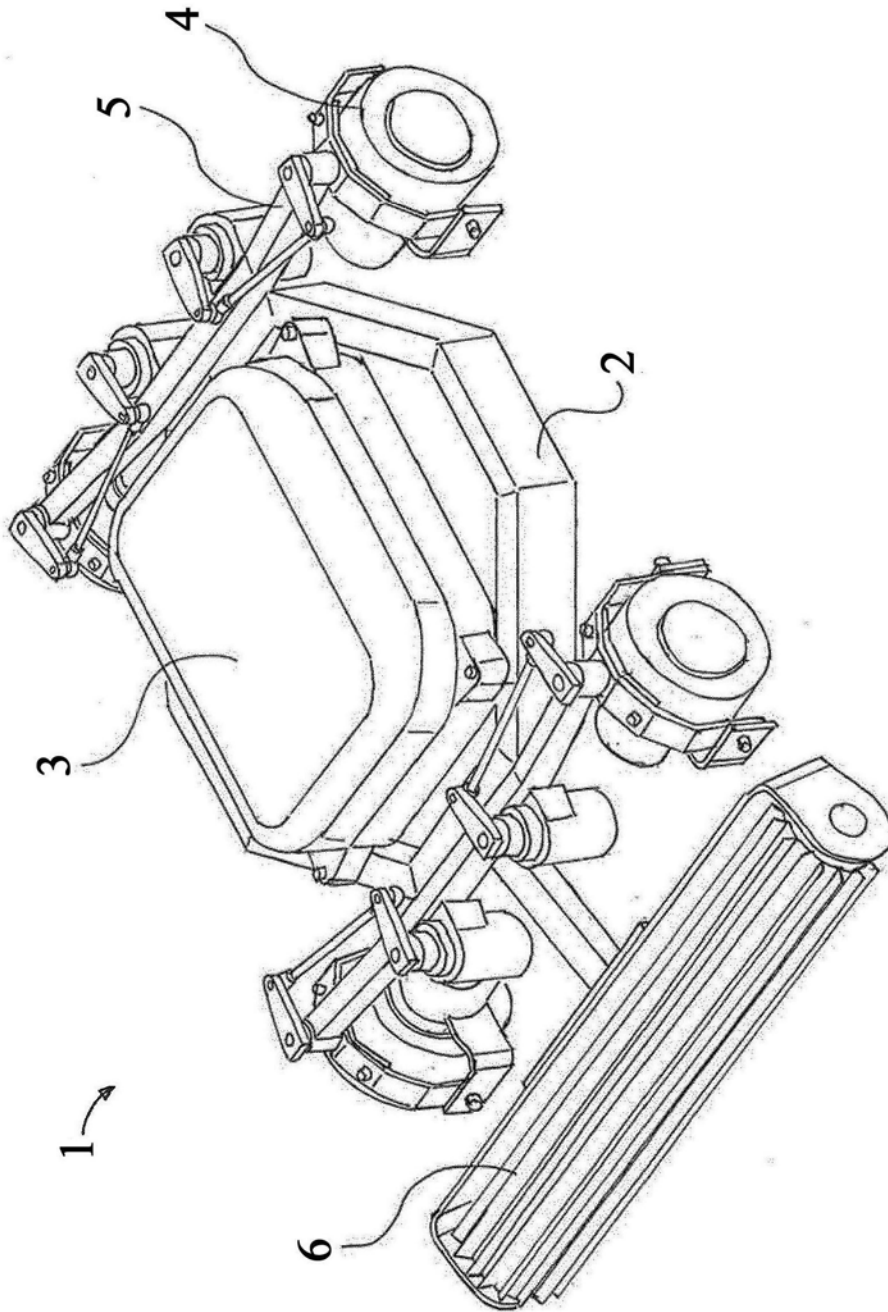


图1

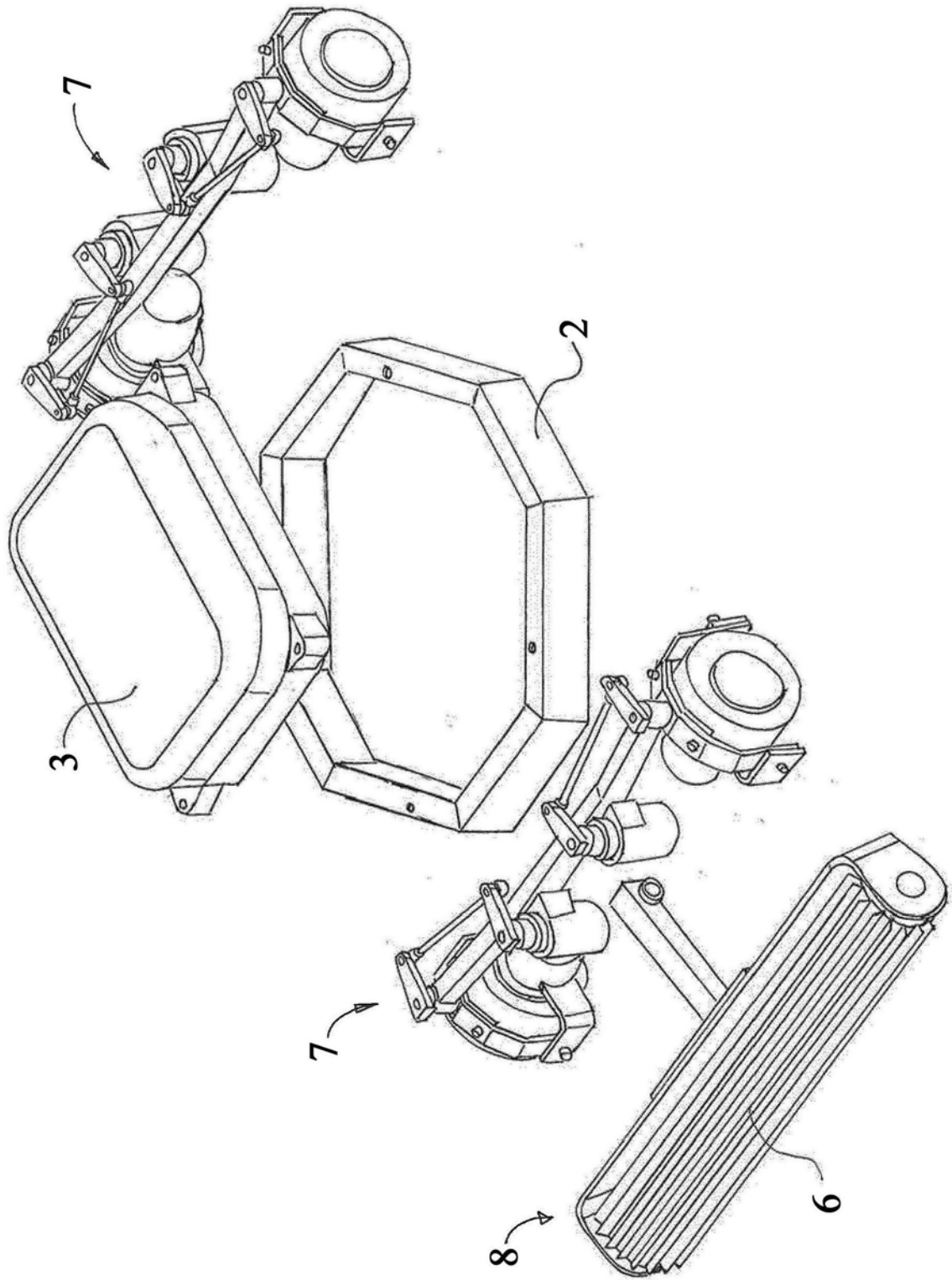


图2

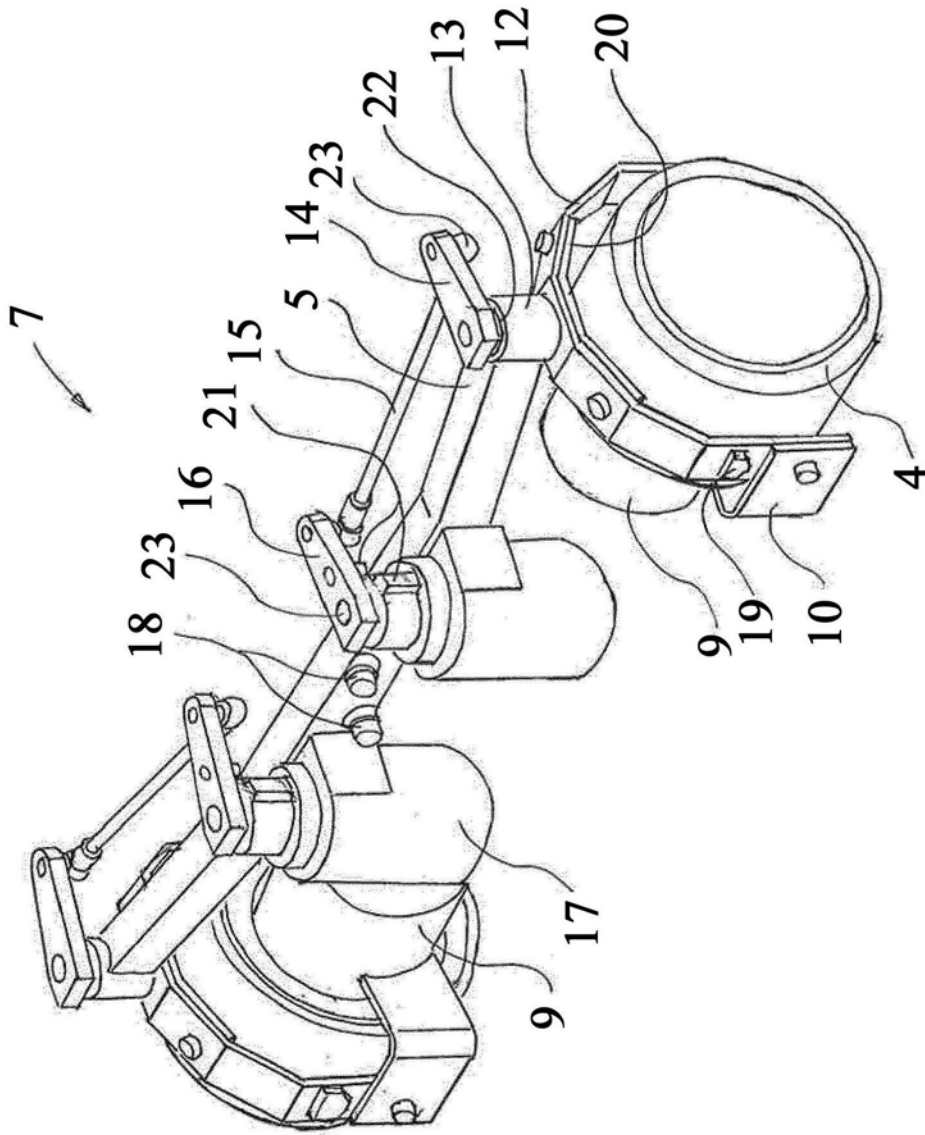


图3

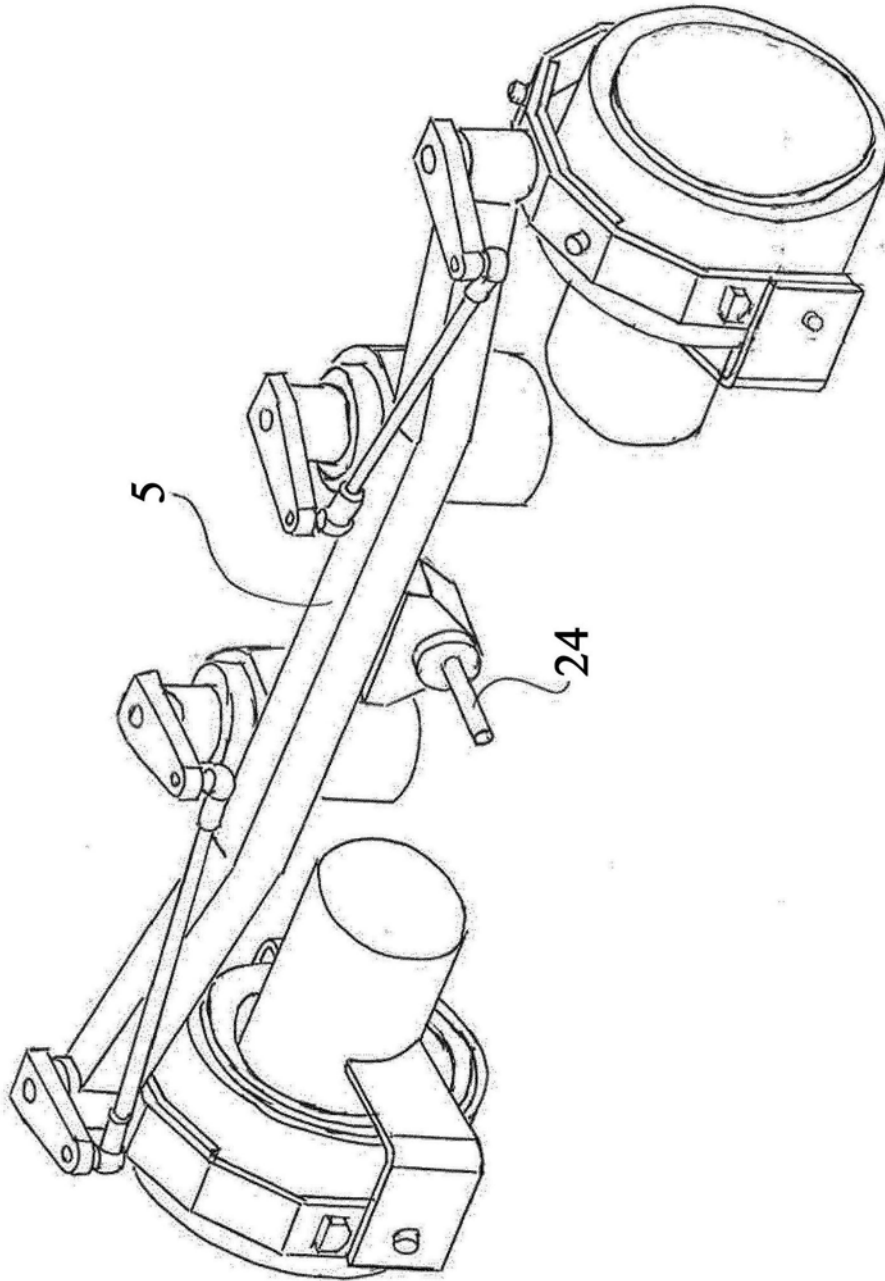


图4

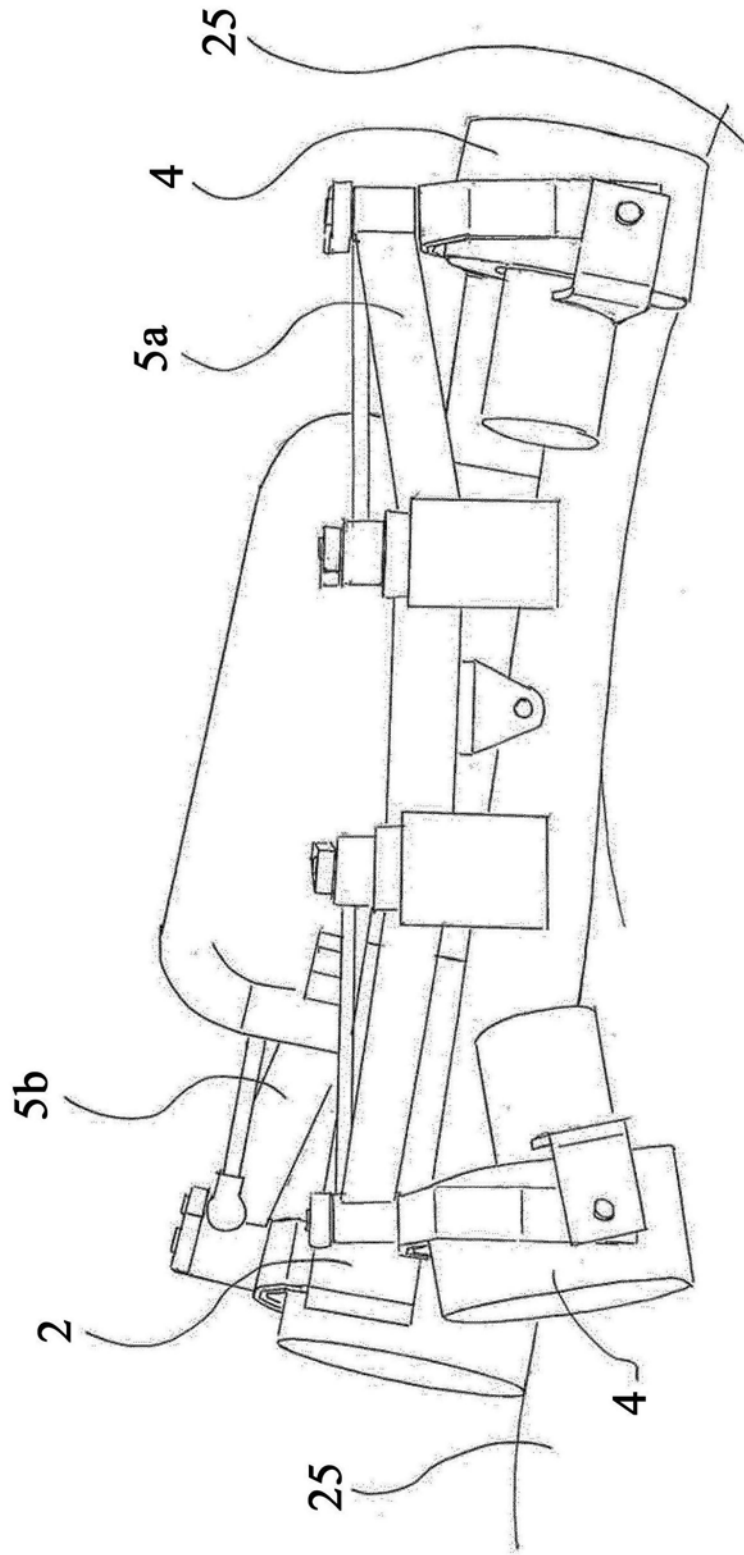


图5

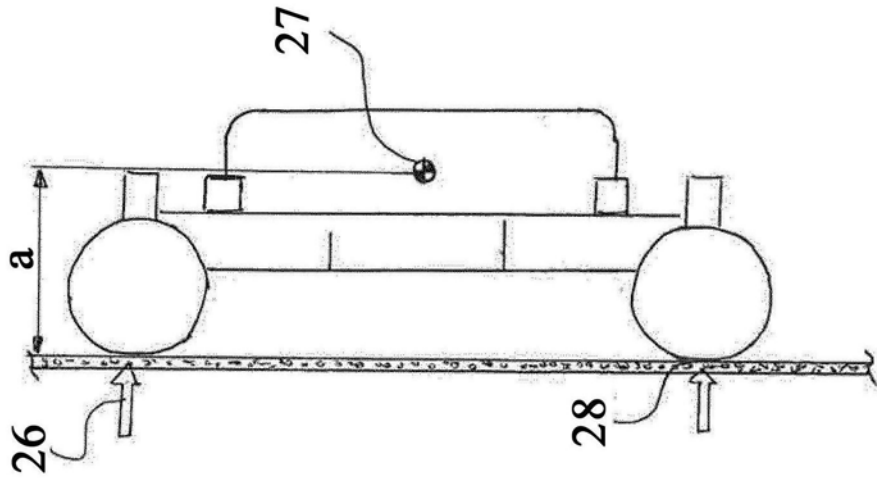


图6a

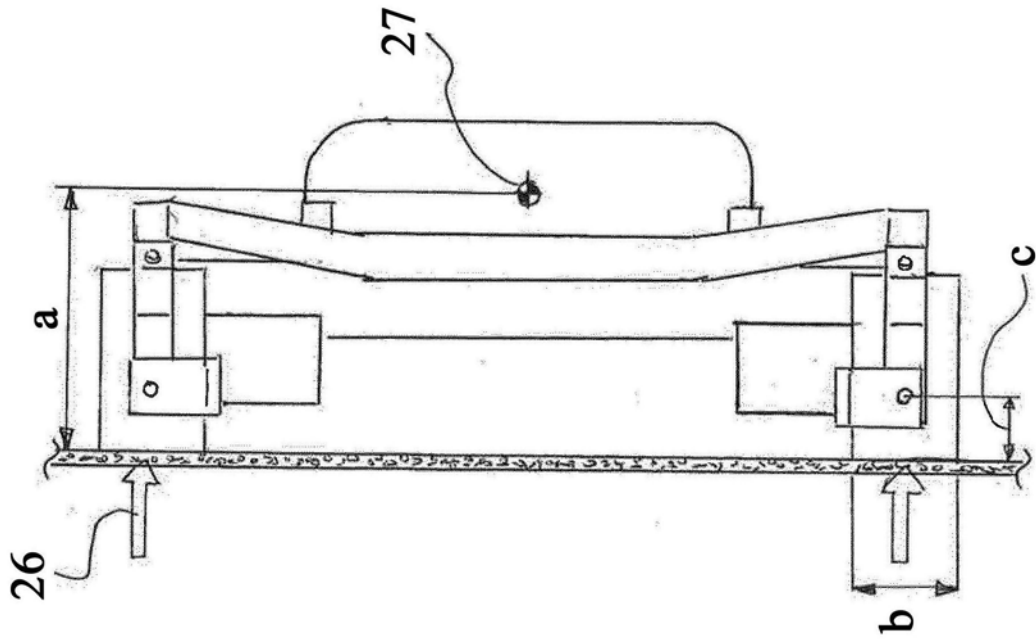


图6b

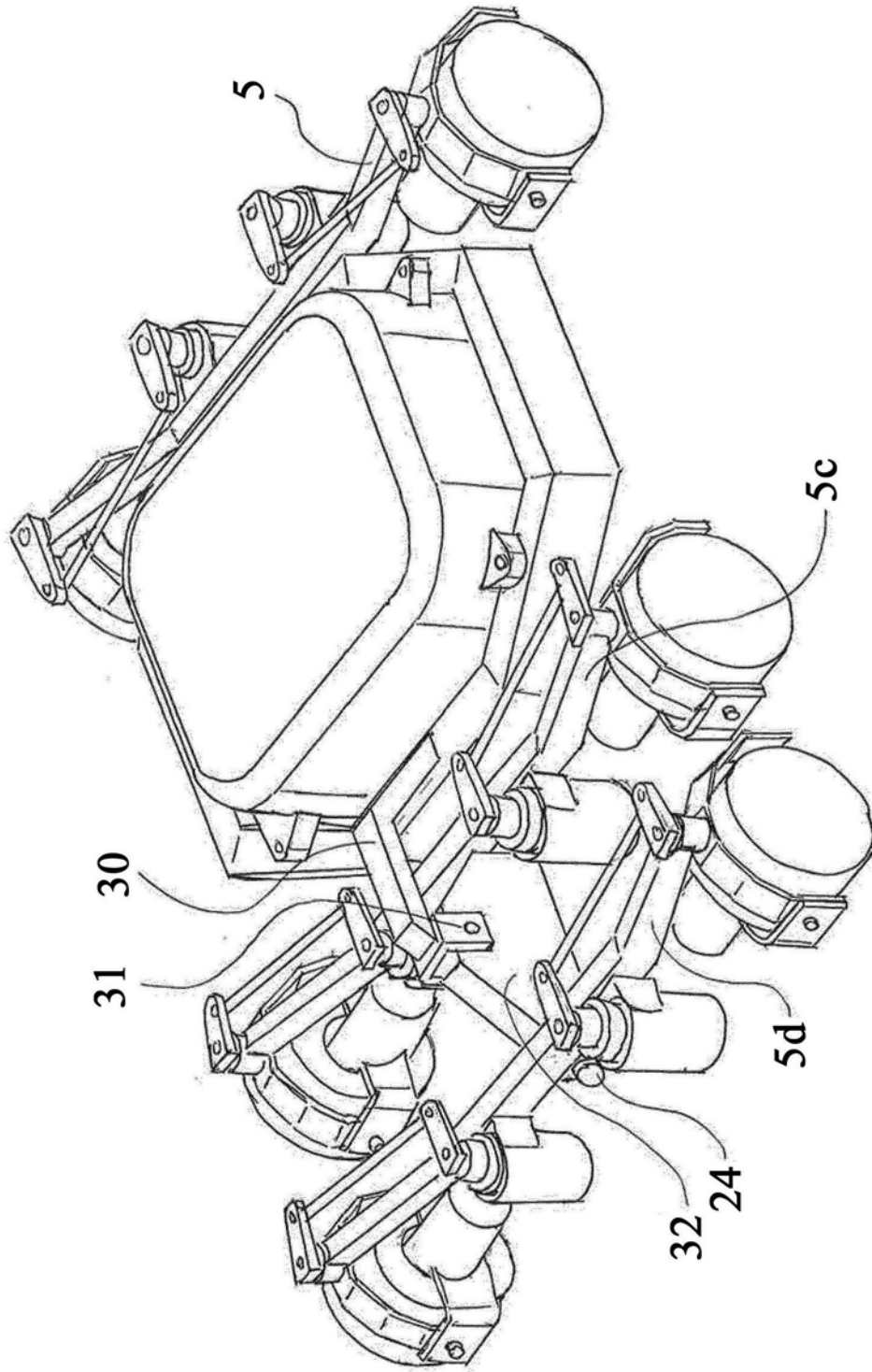


图7

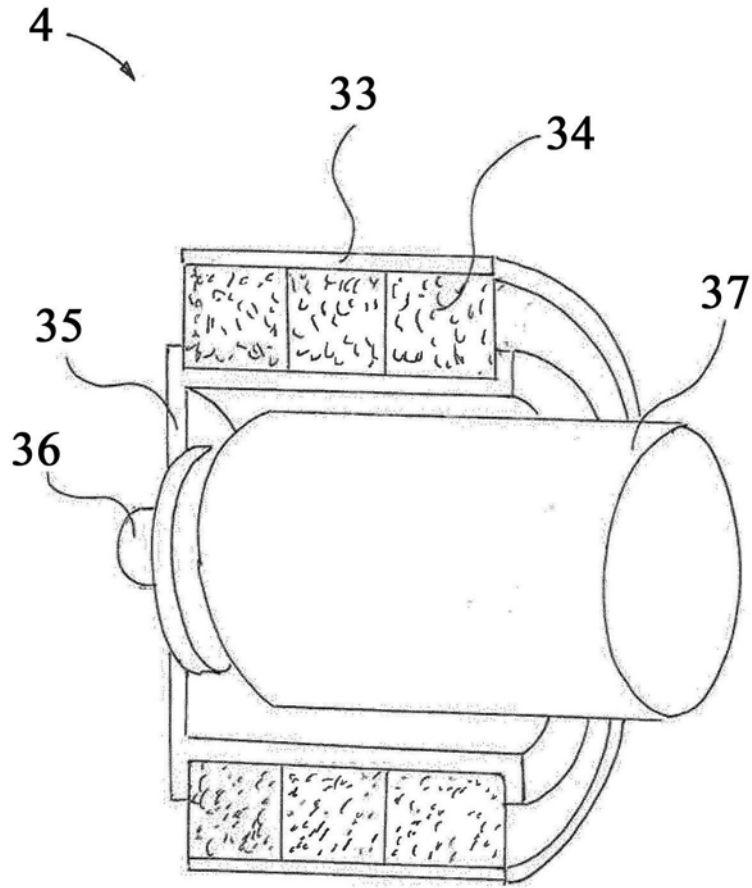


图8