



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110840639 B

(45) 授权公告日 2022.06.24

(21) 申请号 201910999694.7

森本淳

(22) 申请日 2015.05.27

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务
所(普通合伙) 11277

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110840639 A

专利代理师 刘新宇

(43) 申请公布日 2020.02.28

(51) Int.Cl.

A61F 2/70 (2006.01)

(30) 优先权数据

2014-109213 2014.05.27 JP

2014-266466 2014.12.26 JP

(56) 对比文件

JP 2009130957 A, 2009.06.11

CN 101716102 A, 2010.06.02

JP 2011156171 A, 2011.08.18

US 4546960 A, 1985.10.15

CN 103166419 A, 2013.06.19

(62) 分案原申请数据

201580027855.6 2015.05.27

焦志伟等. 电磁力致动的新型软体机器人.
《制造业自动化》. 2013, (第11期),

(73) 专利权人 株式会社国际电气通信基础技术
研究所

地址 日本京都府

专利权人 国立大学法人大阪大学

审查员 董环环

(72) 发明人 野田智之 仲田佳弘 石黑浩

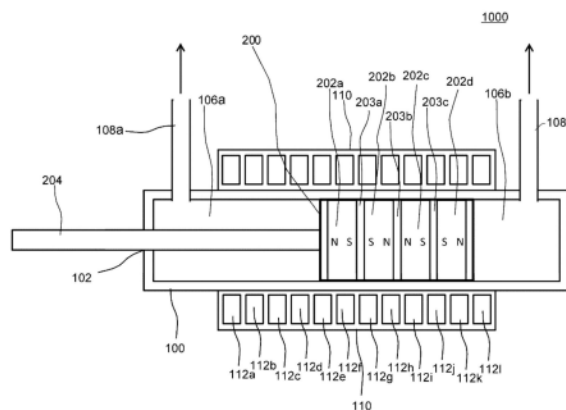
权利要求书6页 说明书19页 附图22页

(54) 发明名称

致动器装置、仿人机器人以及动力辅助装置

(57) 摘要

本发明提供一种能够小型、高输出地进行力控制的致动器装置、仿人机器人以及动力辅助装置。该致动器装置(1000)具备:电磁线圈构件(110),其遍及规定宽度地设置在缸(100)的外周;以及可动件(200),其能够作为活塞在缸(100)内滑动。可动件(200)具有磁力构件(202),通过电磁线圈构件(110)的励磁而进行相对移动。在通过电磁线圈构件(110)的励磁而使可动件(200)进行相对移动时,对第一腔室(106a)和第二腔室(106b)供给流体使得向与可动件相对运动的方向相同的方向驱动可动件(200)。



1. 一种致动器装置, 具备:

气密容器, 其构成为能够从外部向内部施加流体压力;

可动件, 其容纳在所述气密容器内, 能够在所述气密容器的内部根据向所述气密容器内施加的所述流体压力进行滑动;

驱动构件, 其用于将所述可动件的驱动力传递到所述气密容器的外部; 以及

第一磁力构件, 其沿着所述可动件的可动路径设置在所述气密容器的外部,

其中, 所述第一磁力构件包括电磁线圈构件,

所述可动件具有第二磁力构件, 所述可动件通过所述第一磁力构件或所述第二磁力构件的励磁而相对于所述第一磁力构件进行相对运动,

所述气密容器具有第一腔室和第二腔室, 该第一腔室是所述气密容器内的第一内表面与所述可动件的一个侧面之间的空间, 该第二腔室是所述气密容器内的第二内表面与所述可动件的另一个侧面之间的空间,

所述致动器装置还包括分别对所述第一腔室和所述第二腔室提供所述流体压力的流体压力提供单元,

所述流体压力提供单元控制所述流体压力的提供使得向与所述可动件通过所述第一磁力构件或第二磁力构件的励磁进行移动的方向相同的方向驱动所述可动件。

2. 根据权利要求1所述的致动器装置, 其特征在于,

所述第一磁力构件设置为: 与所述可动件的位置无关地, 所述第一磁力构件的至少一部分与所述气密容器内的被提供所述流体压力的区域相向。

3. 根据权利要求1或2所述的致动器装置, 其特征在于,

所述第一磁力构件的沿着所述可动路径的长度比所述可动件自身的沿着所述可动路径的长度长。

4. 根据权利要求1或2所述的致动器装置, 其特征在于,

所述可动件通过所述第一磁力构件的励磁而相对于所述第一磁力构件进行相对运动,

所述第一磁力构件设置在如下位置: 与所述可动件的运动无关地, 所述第一磁力构件的至少一部分隔着所述气密容器的侧壁而与所述第一腔室和所述第二腔室中的至少一方的至少一部分区域相向。

5. 根据权利要求1或2所述的致动器装置, 其特征在于,

所述气密容器为在轴向上分别具有第一端部和第二端部的缸,

所述第一内表面和所述第二内表面分别为所述第一端部和所述第二端部的缸内表面,

所述可动件包括能够在所述缸内滑动的活塞,

所述驱动构件将所述活塞的往复运动传递到所述缸的外部。

6. 根据权利要求5所述的致动器装置, 其特征在于,

所述电磁线圈构件设置在所述缸的外周,

所述电磁线圈构件被励磁以使所述可动件进行相对运动。

7. 根据权利要求6所述的致动器装置, 其特征在于,

所述电磁线圈构件具有分别独立地被励磁的多个线圈, 所述多个线圈遍及所述缸的外周的所述轴向的规定宽度地设置,

所述第二磁力构件包括软磁性材料和多个永磁体, 该多个永磁体以各自的磁极朝向所

述轴向的方式沿所述轴向排列地设置在所述活塞的外部,该软磁性材料设置在所述多个永磁体中相邻的永磁体之间,

所述多个永磁体以各自的极性沿所述轴向交替地成为相反极性的方式进行配置。

8. 根据权利要求7所述的致动器装置,其特征在于,

所述致动器装置还具备对所述多个线圈的励磁和所述流体压力提供单元进行控制的控制部,

所述控制部进行控制,使得在通过流体压力产生的力达到期望的驱动力为止的期间通过电磁力产生的力对通过流体压力产生的力进行补充。

9. 根据权利要求7所述的致动器装置,其特征在于,

所述致动器装置还具备对所述多个线圈的励磁和所述流体压力提供单元进行控制的控制部,

在成为稳定状态之后,所述控制部以对与控制目标之间的偏差进行补偿的方式控制所述多个线圈的励磁。

10. 根据权利要求6至9中的任一项所述的致动器装置,其特征在于,
所述流体为气体。

11. 根据权利要求6至9中的任一项所述的致动器装置,其特征在于,
所述流体为水或油。

12. 根据权利要求4所述的致动器装置,其特征在于,
所述可动件包括能够在所述气密容器内根据所述流体压力进行滑动的活塞部,
所述第二磁力构件与所述气密容器的内表面之间空出规定的间隙地设置,并与所述活塞部结合。

13. 根据权利要求5所述的致动器装置,其特征在于,
所述缸具有弯曲的形状。

14. 根据权利要求1或2所述的致动器装置,其特征在于,
所述气密容器为能够维持气密状态的圆筒,
所述驱动构件为将所述可动件的旋转运动传递到所述圆筒的外部的输出轴,
所述可动件为在所述圆筒内与所述输出轴一体地旋转的转子,
在所述圆筒内设置有从所述输出轴延伸到所述圆筒的内周的分隔壁,
所述第一内表面和所述第二内表面分别为所述分隔壁的一面和另一面。

15. 根据权利要求14所述的致动器装置,其特征在于,
所述电磁线圈构件设置在所述圆筒的底面侧,
所述电磁线圈构件被励磁以使所述转子进行相对运动。

16. 根据权利要求15所述的致动器装置,其特征在于,
所述电磁线圈构件具有独立地被励磁的多个线圈,所述多个线圈沿周向设置在所述圆筒的底面侧,

所述第二磁力构件包括在所述转子内彼此相邻地配置的多个扇型的永磁体,
所述永磁体以相邻的各极性在所述输出轴的方向上交替地成为相反极性的方式进行配置。

17. 根据权利要求14所述的致动器装置,其特征在于,

所述电磁线圈构件具有独立地被励磁的多个线圈,所述多个线圈沿着所述圆筒的外周设置,

所述第二磁力构件包括在所述转子内彼此相邻地配置的多个扇型的永磁体,

所述永磁体以相邻的各极性在所述输出轴的法线方向上交替地成为相反极性的方式进行配置。

18. 一种致动器装置,具备:

气密容器,其构成为能够从外部向内部施加流体压力;

可动件,其容纳在所述气密容器内,能够在所述气密容器内根据所述流体压力进行滑动;

驱动构件,其用于将所述可动件的驱动力传递到所述气密容器的外部;以及

第一磁力构件,其沿着所述可动件的可动路径设置在所述气密容器的外部,

其中,所述第一磁力构件包括通过被提供的电流而被励磁的电磁线圈构件,

所述可动件具有包括永磁体的第二磁力构件,所述可动件通过所述第一磁力构件的励磁而相对于所述第一磁力构件进行相对运动,

所述气密容器具有第一腔室和第二腔室,该第一腔室是所述气密容器内的第一内表面与所述可动件的一个侧面之间的空间,该第二腔室是所述气密容器内的第二内表面与所述可动件的另一个侧面之间的空间,

所述致动器装置还具备流体压力提供单元以及控制单元,该流体压力提供单元分别对所述第一腔室和所述第二腔室提供所述流体压力,该控制单元用于对所述流体压力提供单元和用于使所述第一磁力构件励磁的电流进行控制,

所述控制单元接收所述致动器装置的目标输出,利用对所述流体压力提供单元进行的所述流体压力的提供的控制以及对用于使所述第一磁力构件励磁的电流的控制这两方来驱动所述可动件,以得到所述目标输出,

其中,所述控制单元接收所述目标输出,以对所述流体压力提供单元进行的所述流体压力的提供的控制为主,以对用于使所述第一磁力构件励磁的电流的控制为辅,来驱动所述可动件,以得到所述目标输出。

19. 根据权利要求18所述的致动器装置,其特征在于,

在所述致动器装置的所述目标输出为力时,所述控制单元将利用由所述流体压力提供单元产生的流体压力向所述驱动构件进行的输出与所述目标输出之间的偏差作为输出指令,调整向所述第一磁力构件提供的电流,对所述偏差进行补偿。

20. 根据权利要求18或19所述的致动器装置,其特征在于,

所述控制单元具备:

第一控制元件,其接收所述目标输出,生成对所述流体压力提供单元提供的流体压力进行控制的压力指令,并将所述压力指令提供给所述流体压力提供单元;以及

第二控制元件,其基于相应于所述压力指令的向所述驱动构件进行的输出与所述目标输出之差,生成对向所述第一磁力构件提供的电流进行控制的电流指令,来控制所述第一磁力构件的励磁。

21. 根据权利要求18或19所述的致动器装置,其特征在于,

所述致动器装置还具备检测来自所述驱动构件的输出的检测单元,

所述控制单元具备：

差分元件，其生成由所述检测单元检测到的来自所述驱动构件的输出与所述目标输出之差，

第一控制元件，其接收来自所述差分元件的差，生成对所述流体压力提供单元提供的流体压力进行控制的压力指令，并将所述压力指令提供给所述流体压力提供单元；以及

第二控制元件，其基于相应于所述压力指令的向所述驱动构件进行的输出与所述目标输出之差，生成对向所述第一磁力构件提供的电流量进行控制的电流指令，来控制所述第一磁力构件的励磁。

22. 根据权利要求18或19所述的致动器装置，其特征在于，

所述气密容器为在轴向上分别具有第一端部和第二端部的缸，

所述第一内表面和所述第二内表面分别为所述第一端部和所述第二端部的缸内表面，

所述可动件包括能够在所述缸内滑动的活塞，

所述驱动构件将所述活塞的往复运动传递到所述缸的外部，

所述第一磁力构件的所述电磁线圈构件为设置在所述缸的外周的多个电磁线圈，

所述控制单元控制所述电流，使得所述多个电磁线圈以具有相位差的方式被励磁以使所述可动件进行相对运动。

23. 根据权利要求22所述的致动器装置，其特征在于，

所述多个线圈分别独立地被励磁，所述多个线圈遍及所述轴向的规定宽度地设置在所述缸的外周，

所述第二磁力构件包括多个永磁体构件，在所述多个永磁体构件的相邻的两个永磁体构件之间设置有软磁性材料，

所述多个永磁体构件以各自的极性沿所述轴向交替地成为相反极性的方式进行配置。

24. 根据权利要求18或19所述的致动器装置，其特征在于，

在所述流体压力提供单元的输出成为稳定状态之后，所述控制单元以对与所述目标输出之间的偏差进行补偿的方式控制所述线圈的励磁。

25. 根据权利要求18或19所述的致动器装置，其特征在于，

所述可动件具备：

活塞部，其能够在所述气密容器内根据所述流体压力进行滑动；以及

磁力构件部，其与所述气密容器的内表面之间空出规定的间隙地设置，与所述活塞部结合，并具有所述第二磁力构件。

26. 一种仿人机器人，使用根据权利要求1至25中的任一项所述的致动器装置来驱动骨骼。

27. 一种动力辅助装置，用于进行作为对象的人的肌肉骨骼系统运动的辅助，

所述动力辅助装置具备根据权利要求1至25中的任一项所述的致动器装置，该致动器装置设置于每个作为辅助对象的关节，用于产生辅助所述关节的运动的力。

28. 一种动力辅助装置，用于进行作为对象的人的肌肉骨骼系统运动的辅助，

所述动力辅助装置具备致动器装置，该致动器装置设置于每个作为辅助对象的关节，用于产生辅助所述关节的运动的力，

所述致动器装置包括：

缸,其具有第一端部和第二端部;

电磁线圈构件,其遍及规定宽度地设置在所述缸的外周;以及

可动件,其容纳在所述缸内,能够作为活塞在所述缸内滑动,

其中,所述可动件具有磁力构件,该可动件通过所述电磁线圈构件的励磁而相对于所述电磁线圈构件进行相对运动,

所述致动器装置还具备分别对第一腔室和第二腔室提供流体压力的流体压力提供单元,该第一腔室是所述缸的所述第一端部与所述可动件的一端之间的空间,该第二腔室是所述缸的所述第二端部与所述可动件的另一端之间的空间,

所述动力辅助装置还具备驱动所述致动器装置的驱动单元,

在通过所述电磁线圈构件的励磁来使所述可动件进行相对运动时,所述驱动单元通过所述流体压力提供单元来控制所述流体压力的提供,使得向与所述可动件相对运动的方向相同的方向驱动所述可动件。

29. 根据权利要求28所述的动力辅助装置,其特征在于,

所述电磁线圈构件设置为:与所述可动件的位置无关地,所述电磁线圈构件的至少一部分隔着所述缸的分隔壁与为了驱动所述可动件而被提供所述流体压力的区域相向。

30. 一种动力辅助装置,用于进行作为对象的人的肌肉骨骼系统运动的辅助,

所述动力辅助装置具备致动器装置,该致动器装置设置于每个作为辅助对象的关节,用于产生辅助所述关节的旋转运动的力,

所述致动器装置包括:

圆筒形状的气密容器,其构成为能够从外部向内部施加流体压力;

输出轴,其将在所述气密容器内产生的驱动力传递到所述气密容器的外部;

可动件,其容纳在所述气密容器内,能够在所述气密容器内根据所述流体压力而滑动,并且在所述气密容器内与所述输出轴一体地旋转;

分隔壁,其在所述气密容器内从所述输出轴延伸到所述圆筒的内周;以及

第一磁力构件,其沿着所述可动件的可动路径设置在所述气密容器的外部,

其中,所述可动件具有第二磁力构件,该可动件通过所述第一磁力构件或所述第二磁力构件的励磁而相对于所述第一磁力构件进行相对运动,

所述气密容器具有第一腔室和第二腔室,该第一腔室是所述气密容器内的所述分隔壁的一面与所述可动件的一端之间的空间,该第二腔室是所述分隔壁的另一面与所述可动件的另一端之间的空间,

所述致动器装置还具备分别对所述第一腔室和所述第二腔室提供所述流体压力的流体压力提供单元,

所述第一磁力构件包括电磁线圈构件,

所述动力辅助装置还具备驱动所述致动器装置的驱动单元,

在通过所述励磁来使所述可动件进行相对运动时,所述驱动单元通过所述流体压力提供单元来控制所述流体压力的提供,使得向与所述可动件相对运动的方向相同的方向驱动所述可动件。

31. 根据权利要求30所述的动力辅助装置,其特征在于,

所述电磁线圈构件设置为:与所述可动件的位置无关地,所述电磁线圈构件的至少一

部分隔着所述气密容器的分隔壁而与提供所述流体压力的区域相向。

致动器装置、仿人机器人以及动力辅助装置

[0001] 本申请是申请日为2015年5月27日、申请号为201580027855.6、发明名称为“致动器装置、仿人机器人以及动力辅助装置”的申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种利用电磁力和流体压力的致动器装置以及利用该致动器装置来支援使用者所进行的运动的动力辅助装置。

背景技术

[0003] 已知一种利用电磁力的线性致动器(线性电动机),该线性致动器(线性电动机)被应用在各种领域中(例如参照专利文献1)。

[0004] 另外,作为对不同种类的致动器进行组合的混合化的方法,至今为止提出、研究了在旋转电磁电动机、音圈电动机、滚珠丝杠等上组合McKibben型气压致动器、气缸或叶片电动机等工作流体致动器而成的致动器(非专利文献1~3)。

[0005] 并且,例如存在如下技术:在发动机的吸排气阀的驱动等用途中,在电磁致动器中使用空气弹簧。在该技术中,代替在电磁致动器中使用的机械弹簧而使用空气弹簧(参照专利文献2)。

[0006] 但是,该情况下的空气弹簧与电磁致动器的组合只不过是单纯以能够进行阀的开闭的程度的可动域为前提的技术。另外,空气弹簧的目的是在可动体到达行程末端时施加排斥力来缓和冲击。

[0007] 另一方面,例如以日本为首的许多国家都面临着少子高龄化社会的问题,对于应用机器人学技术的辅助设备的要求不断提高。另一方面,也开发出了能够保持平衡、能够步行的机器人。例如存在如下一种机器人:将运动所需的作用力最恰当地分配给空间上的任意的多个接触点,能够与人相同地产生各关节的扭矩的机器人(参照专利文献3)。

[0008] 另外,近年来,越来越需求像以下肢、躯干运动的支援为目的的外骨骼型机器人这样的支援康复训练的机器人的开发。例如,在促进患者的自立生活的康复训练中,外骨骼型机器人使用于脊髓损伤患者(参照专利文献4)。

[0009] 而且,在专利文献4中,作为以这样的用途来进行使用者的动力辅助的机器人,提出一种使用使基于电动机的驱动力与基于气动肌肉的驱动力协作的、所谓的“空电混合式的致动器”的技术。

[0010] 另外,作为机器人的操纵器,非专利文献4中还公开了组合了基于DC电动机的驱动与气动肌肉的混合驱动。

[0011] 另一方面,作为对旋转运动进行驱动的致动器,也提出如下一种旋转致动器:分别单独地设置气压致动器与电磁致动器并将两者进行并列配置,使它们协作来进行驱动,由此兼顾实现低发热及高扭矩、高速响应性及高精度定位控制性(参照专利文献5)。

[0012] 并且,还提出一种只通过气压或者通过空气与燃料的混合气体而能够连续旋转的活塞发动机(参照专利文献6)。

- [0013] 专利文献1:日本特开2011-214624号公报
- [0014] 专利文献2:日本特开2002-147209号公报
- [0015] 专利文献3:W02007/139135号公报
- [0016] 专利文献4:日本特开2012-045194号公报
- [0017] 专利文献5:日本特开2010-196777号公报
- [0018] 专利文献6:美国专利公报第6,868,822号公报
- [0019] 非专利文献1:James K.Mills,“Hybrid actuator for robot manipulators: design,control andperformance,”Proc.of ICRA1990,pp.1872-1878(1990)
- [0020] 非专利文献2:H.Higo et al.,“DynamicCharacteristic and Power Consumption on an Electro-Pneumatic Hybrid PositioningSystem,”Proc.of the 6th JFPS International Symposium on Fluid Power,pp.363-368(2005)
- [0021] 非专利文献3:吉岡ら,「ハイブリッドアクチュエータを用いた高トルク高精度回転機構の開発」,第7回生産加工・工作機械部門講演会,pp.207-208(2008)
- [0022] 非专利文献4:I,Sardelliti,J.Park,D.Shin and O.Khatib,“Air MuscleController Design in the Distributed Macro-Mini (DM2-) Actuation Approach,”Proceedings ofthe 2007IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and SystemsSan Diego,CA,USA,Oct 29-Nov 2,2007, Web2.1p.1822-1827

发明内容

[0023] 发明要解决的问题

[0024] 然而,在如上述那样的一般的电磁致动器中,当想要进行高输出时,需要将致动器大型化。

[0025] 另外,在以往的混合型的致动器的情况下,使用连杆、齿轮将两种致动器组合,存在由于所使用的机构而损害响应性和坚固性、或者难以小型轻量化或可动范围受限等问题。

[0026] 另外,在将以往的电磁致动器用于外骨骼型机器人这样的用途的情况下,致动器的运动的可逆性大,因此相反地在重力补偿等静态的力控制中也需要电流励磁,发热成为问题。

[0027] 本发明是为了解决上述这样的问题而完成的,其目的在于提供一种能够小型、高输出地进行力控制的致动器装置。

[0028] 本发明的其它目的在于提供一种使用能够小型、高输出地进行力控制的致动器装置的动力辅助装置。

[0029] 用于解决问题的方案

[0030] 根据本发明的一个方面,一种致动器装置具备:气密容器,其构成为能够从外部向内部施加流体压力;可动件,其容纳在气密容器内,能够在气密容器内根据流体压力进行滑动;驱动构件,其用于将可动件的驱动力传递到气密容器的外部;以及第一磁力构件,其沿着可动件的可动路径设置在气密容器的外部,其中,可动件具有第二磁力构件,可动件通过第一磁力构件或第二磁力构件的励磁而相对于第一磁力构件进行相对运动,气密容器具有

第一腔室和第二腔室,该第一腔室是气密容器内的第一内表面与可动件的一个侧面之间的空间,该第二腔室是气密容器内的第二内表面与可动件的另一个侧面之间的空间,致动器装置还具备分别对第一腔室和第二腔室提供流体压力的流体压力提供单元,在通过一磁力构件或第二磁力构件的励磁而使可动件进行相对运动时,流体压力提供单元控制流体压力的提供使得向与可动件相对运动的方向相同的方向驱动可动件。

[0031] 优选的是,气密容器为在轴向上分别具有第一端部和第二端部的缸,第一内表面和第二内表面分别为第一端部和第二端部的缸内表面,可动件包括能够在缸内滑动的活塞,驱动构件将活塞的往复运动传递到缸的外部。

[0032] 优选的是,第一磁力构件为设置在缸的外周的电磁线圈构件,电磁线圈构件被励磁以使可动件进行相对运动。

[0033] 优选的是,电磁线圈构件具有独立地被励磁的多个线圈,多个线圈遍及规定宽度地设置在缸的外周,第二磁力构件包括多个永磁体,在多个永磁体之间设置有软磁性材料,永磁体以各自的极性沿轴向交替地成为相反极性的方式进行配置。

[0034] 优选的是,致动器装置还具备对多个线圈的励磁和流体提供单元进行控制的控制部,控制部进行控制,使得在通过流体压力产生的力达到期望的驱动力为止的期间通过电磁力产生的力对通过流体压力产生的力进行补充。

[0035] 优选的是,致动器装置还具备对多个线圈的励磁和流体提供单元进行控制的控制部,在成为稳定状态之后,控制部以对与控制目标之间的偏差进行补偿的方式控制线圈的励磁。

[0036] 优选的是,流体为气体。

[0037] 优选的是,流体为水和油中的任意一种。

[0038] 优选的是,缸具有弯曲的形状。

[0039] 优选的是,致动器装置还具备以覆盖缸和第一磁力构件的方式设置的外筒部,外筒部包括:吸入孔,其用于向由外筒部和缸包围的流体传递路径供给规定的流体压力的流体;以及排出孔,其用于将规定的流体压力的流体从流体传递路径供给到同种类的致动器装置的吸入孔,致动器装置还具备:第一控制阀部,其用于选择性地使流体传递路径的流体流入来将流体压力提供到第一腔室,并选择性地排出第一腔室内的流体;以及第二控制阀部,其用于选择性地使流体传递路径的流体流入来将流体压力提供到第二腔室,并选择性地排出第二腔室内的流体,其中,流体压力提供单元通过对第一控制阀部和第二控制阀部进行控制,来控制向第一腔室和第二腔室进行的流体压力的提供。

[0040] 优选的是,气密容器为能够维持气密状态的圆筒,驱动构件为将可动件的旋转运动传递到圆筒的外部的输出轴,可动件为在圆筒内与输出轴一体地旋转的转子,在圆筒内设置有从输出轴延伸到圆筒的内周的分隔壁,第一内表面和第二内表面分别为分隔壁的一面和另一面。

[0041] 优选的是,第一磁力构件为设置在圆筒的底面侧的电磁线圈构件,电磁线圈构件被励磁以使转子进行相对运动。

[0042] 优选的是,电磁线圈构件具有独立地被励磁的多个线圈,多个线圈沿周向设置在圆筒的底面侧,第二磁力构件包括在转子内彼此相邻地配置的多个扇型的永磁体,永磁体以相邻的各极性在输出轴的方向上交替地成为相反极性的方式进行配置。

[0043] 优选的是,第一磁力构件具有独立地被励磁的多个线圈,多个线圈沿着圆筒的外周设置,第二磁力构件包括在转子内彼此相邻地配置的多个扇型的永磁体,永磁体以相邻的各极性在输出轴的法线方向上交替地成为相反极性的方式进行配置。

[0044] 优选的是,可动件为在气密容器内连续地旋转的转子,转子的与旋转轴垂直的截面为具有多个顶点的定宽图形,气密容器为能够维持气密状态的筒状形状,筒状形状的内表面具有能够使定宽图形与该内表面相切且旋转的形状,驱动构件为将可动件的连续的旋转运动传递到气密容器的外部的输出轴,第一侧面为转子的侧面中的、从转子与气密容器内表面相接触的第一接触部分到与第一接触部分相邻的第二接触部分的转子的侧面,第二侧面为转子的侧面中的、从转子与气密容器内表面相接触的第三接触部分到与第三接触部分相邻的第四接触部分的转子的侧面,是与第一侧面不同的侧面。

[0045] 优选的是,第一磁力构件为设置在气密容器的底面侧的电磁线圈构件,电磁线圈构件被励磁以使转子进行相对运动。

[0046] 优选的是,第一磁力构件为沿着气密容器的外周设置的电磁线圈构件,电磁线圈构件被励磁以使转子进行相对运动。

[0047] 根据本发明的另一方面,一种仿人机器人使用致动器装置来驱动骨骼。

[0048] 根据本发明的另一方面,一种动力辅助装置用于进行作为对象的人的肌肉骨骼系统运动的辅助,动力辅助装置具备致动器装置,该致动器装置设置于每个作为辅助对象的关节,用于产生辅助关节的运动的力,致动器装置包括:缸,其具有第一端部和第二端部;电磁线圈构件,其遍及规定宽度地设置在缸的外周;以及可动件,其容纳在缸内,能够作为活塞在缸内滑动,其中,可动件具有磁力构件,该可动件通过电磁线圈构件的励磁而相对于电磁线圈构件进行相对运动,致动器装置还具备分别对第一腔室和第二腔室提供流体的流体提供单元,该第一腔室是缸的第一端部与可动件的一端之间的空间,该第二腔室是缸的第二端部与可动件的另一端之间的空间,动力辅助装置还具备驱动致动器装置的驱动单元,在通过电磁线圈构件的励磁来使可动件进行相对运动时,驱动单元通过流体提供单元来控制流体的提供,使得向与可动件相对运动的方向相同的方向驱动可动件。

[0049] 根据本发明的另一方面,一种动力辅助装置用于进行作为对象的人的肌肉骨骼系统运动的辅助,动力辅助装置具备致动器装置,该致动器装置设置于每个作为辅助对象的关节,用于产生辅助关节的旋转运动的力,致动器装置包括:圆筒形状的气密容器,其构成为能够从外部向内部施加流体压力;输出轴,其将在气密容器内产生的驱动力传递到气密容器的外部;可动件,其容纳在气密容器内,能够在气密容器内根据流体压力而滑动,并且在气密容器内与输出轴一体地旋转;分隔壁,其在气密容器内从输出轴延伸到圆筒的内周;以及第一磁力构件,其沿着可动件的可动路径设置在气密容器的外部,其中,可动件具有第二磁力构件,该可动件通过第一磁力构件或第二磁力构件的励磁而相对于第一磁力构件进行相对运动,气密容器具有第一腔室和第二腔室,该第一腔室是气密容器内的分隔壁的一面与可动件的一端之间的空间,该第二腔室是分隔壁的另一面与可动件的另一端之间的空间,致动器装置还具备分别对第一腔室和第二腔室提供流体压力的流体压力提供单元,动力辅助装置还具备驱动致动器装置的驱动单元,在通过励磁来使可动件进行相对运动时,驱动单元通过流体提供单元来控制流体的提供,使得向与可动件相对运动的方向相同的方向驱动可动件。

[0050] 发明的效果

[0051] 根据本发明的致动器装置和动力辅助装置,能够进行小型、高输出且高响应的力控制。

附图说明

[0052] 图1是用于说明本实施方式的空电混合型致动器装置1000的截面构造的图。

[0053] 图2是将空电混合型致动器装置1000的缸的近前侧上部的1/4卸除来表示内部结构的立体图。

[0054] 图3是用于说明磁力构件202在可动件200中的配置的图。

[0055] 图4是用于说明作为电磁致动器的驱动方式的概念图。

[0056] 图5是用于说明单相驱动的情况下的线圈电流的概念图。

[0057] 图6是用于说明控制部的控制的结构的一例的功能块图。

[0058] 图7是用于说明控制部的控制的结构的其他例子的功能块图。

[0059] 图8是表示通过图7的控制而产生的力的随时间经过的变化的图。

[0060] 图9是用于说明控制部的控制的结构的其他例子的功能块图。

[0061] 图10是用于说明实施方式1的变形例的空电混合型致动器装置1000' 的截面构造的图。

[0062] 图11是表示本实施方式中的外骨骼型机器人1的结构实例的图。

[0063] 图12是表示外骨骼型机器人1的自由度的结构的图。

[0064] 图13是表示人工肌肉(致动器装置)相对于针对下肢的外骨骼型机器人的配置的其他例子的图。

[0065] 图14是表示人工肌肉(致动器装置)相对于针对上肢的外骨骼型机器人的配置的例子图。

[0066] 图15是表示电磁致动器的驱动方式的变形例的截面图。

[0067] 图16是用于说明单相驱动的情况下的线圈电流的概念图。

[0068] 图17是用于说明线圈产生的磁场的概念图。

[0069] 图18是用于说明实施方式2的空电混合型致动器装置1100的截面构造的图。

[0070] 图19是用于说明将多个同种类的致动器装置配置于骨骼的情况下的空气的供给路径的图。

[0071] 图20是用于说明实施方式3的空电混合型致动器装置1200的截面构造的图。

[0072] 图21是表示实施方式4的空电混合型致动器装置1300的外观的图。

[0073] 图22是用于说明固定件150的内部的概念图。

[0074] 图23是用于说明空电混合型致动器装置1300的结构立体图。

[0075] 图24是用于说明空电混合型致动器装置1300的动作的概念图。

[0076] 图25是用于说明电磁线圈112a~112l与转子209的配置关系的图。

[0077] 图26是用于说明电磁线圈112a~112l和转子209内的磁通的流动的图。

[0078] 图27是用于说明实施方式4的变形例1的空电混合型致动器装置1300' 的结构的概念图。

[0079] 图28是用于说明实施方式4的变形例1的空电混合型致动器装置1300' 的与旋转轴

垂直的截面的构造的图。

[0080] 图29是用于说明实施方式4的变形例2的空电混合型致动器装置1302的结构的图。

[0081] 图30是用于说明实施方式5的空电混合型致动器装置1400的结构的概念图。

具体实施方式

[0082] 下面,根据附图来说明本发明的实施方式的空电混合型致动器装置的结构。此外,在以下的实施方式中,标注了相同的标记的结构要素和处理工序是相同或相当的结构要素和处理工序,没有必要的情况下不重复进行说明。

[0083] 此外,在以下,作为驱动致动器的流体,以空气为例来进行说明。

[0084] (实施方式1)

[0085] 图1是用于说明本实施方式的空电混合型致动器装置1000的截面构造的图。

[0086] 另外,图2是将空电混合型致动器装置1000的缸的近前侧上部的1/4卸除来表示内部构造的立体图。

[0087] 下面,参照图1和图2,空电混合型致动器装置1000包括缸100以及能够在缸100内滑动地容纳在该缸100内的可动件200。

[0088] 缸100作为电磁致动器的可动引导部和气压致动器的缸来发挥功能。可动件200作为电磁致动器的可动件和气压致动器的活塞来发挥功能。即,在空电混合型致动器装置1000中,向输出轴传递电磁相互作用的元件即可动件和可动件的可动空间分别与向输出轴传递气压的元件即活塞和活塞的可动空间一体化。

[0089] 在缸100的外周设置有沿着缸100的轴向遍及规定宽度地配置的电磁线圈构件110。电磁线圈构件110在内部具有多个线圈112a~112l。多个线圈112a~112l分别通过被独立提供的电流而被励磁为相独立的极性的方向。更确定地说,多个线圈112a~112l构成为分别流通相位互不相同的交流电流。例如,将多个线圈112a~112l分为三组,针对各组流通相位彼此错开($2\pi/3$)的交流电流(对称三相交流)等来对可动件200提供推进力。此外,作为提供给电磁线圈构件110的交流,只要能够驱动可动件即可,不限定为这样的“对称三相交流”。

[0090] 另外,如图所示,在多个线圈112a~112l之间夹入有软磁性材料,由此磁力线集中于软磁性体材料而能够提高磁力。此外,在此,并非必须夹入软磁性材料,在不夹入软磁性体材料的情况下推力下降,但具有在不流通电流的情况下不产生推力的脉动这个优点。

[0091] 另外,线圈的周围被软磁性体的壳体覆盖。通过这样的结构,经过了线圈、软磁性体的磁通穿过壳体后再次回到可动件。通过壳体能够抑制磁通向周围泄漏,从而能够提高推力。

[0092] 在缸100的一个端部的中央处设置有开口部102,与可动件200连接的输出轴204插入到开口部102中。输出轴204将通过驱动可动件200而产生的驱动力传递到外部。另外,开口部102和输出轴204为能够滑动的状态,并且具有能够保持流体(空气)的气密性的密封构造。

[0093] 可动件200在与连接有输出轴204的面相反的一侧具有与多个线圈112a~112l相向地配置的多个磁力构件202a~202d,该可动件通过多个线圈112a~112l的励磁而相对于电磁线圈构件110进行相对移动。

[0094] 在此,所谓“磁力构件”只要为根据来自线圈的磁力来产生驱动力的构件即可,典型的磁力构件为永磁体,但只要为磁性材料即可。在以下,除另有规定外,设“磁力构件”为永磁体来进行说明。

[0095] 磁力构件202a~202d以各自的极性沿轴向交替地成为相反极性的方式进行配置,因而,由可动件200和多个线圈112a~112l构成线性电动机。

[0096] 图3是用于说明磁力构件202在可动件200中的配置的图。

[0097] 此外,在统称磁力构件202a~202d时,称作为磁力构件202。

[0098] 在图1和图2的基础上,还如图3的(a)和图3的(b)所示那样,在极性相对抗的磁力构件202a~202d之间插入配置中间构件203a~203c。中间构件203a~203c为磁导率比磁力构件202a~202d的永磁体的磁导率高的软磁性材料。由于磁导率比永磁体的磁导率高,因此相对抗的永磁体之间的磁通在中间构件内作为具有比只由永磁体构成的情况下的磁通密度高的磁通密度的磁场而从中间构件沿与可动件的中心轴大致垂直的方向流出、或者沿该方向流入该中间构件。由此,能够加强电磁线圈构件110的位置处的磁场的强度。

[0099] 另外,通过像这样构成,通过将中间构件203a~203c和磁力构件(永磁体)202a~202d全部由半径相同的圆盘状或者环状的部件构成,制作变得容易。并且,通过调整中间构件203a~203c和磁力构件(永磁体)202a~202d的厚度,能够容易地实现高的磁通密度。

[0100] 关于作为这样的线性电动机的驱动的结构,例如在日本专利第5422175号中有详细的公开。

[0101] 此外,关于作为线性电动机的驱动的结构,例如也能够设为如日本特开2012-244688号公报中记载的那样的“线性微调电动机”的结构。

[0102] 腔室106a为缸100的一端与可动件200的连接有输出轴204的一个端面侧之间的空间。腔室106b为缸100的另一端与可动件200的另一个端面之间的空间。经由具有控制阀的配管108a对腔室106a供给规定的压力的空气或者进行空气的排出。经由具有控制阀的配管108b对腔室106b供给规定的压力的空气或者进行空气的排出。

[0103] 作为以上这样的线性电动机的驱动以及对腔室106a和腔室106b进行的空气的吸气排气由未图示的控制部进行控制。在向目标方向驱动可动件时,控制部控制空气的吸气排气,使得提供向与通过多个线圈112a~112l的励磁而使可动件200进行相对移动的方向相同的方向驱动可动件200的驱动力。

[0104] 此外,在图1~图3中,例示了输出轴204只设置在缸100的一侧的结构,但也可以设为输出轴204设置在可动件200的两端并从缸100的两端部向外部突出的结构。

[0105] 另外,作为流体,不仅能够应用压缩空气这样的气体,还能够应用水、油或磁性流体致动器。如果使用水或油则线圈冷却效率提高,如果使用磁性流体则作为硬件的特性能够实现粘性的控制。

[0106] 图4是用于说明作为电磁致动器的驱动方式的概念图。

[0107] 在图1~图3中,作为提供给电磁线圈构件110的交流,以对称三相交流为例进行了说明。图4的(a)表示以这样的三相交流进行的驱动。

[0108] 与此相对地,也可以如图4的(b)所示那样设为如下结构:在可动件200中设置一个磁力构件202a,在电磁线圈构件110中,线圈212a和线圈212b串联连接并且以彼此的卷绕方向相反的方式进行设置,以单向进行驱动。

[0109] 图5是用于说明图4的 (b) 中的单相驱动的情况下的线圈电流的概念图。

[0110] 在图5的 (a)、图5的 (b) 中,叉记号(○里有×)表示从纸面的近前侧朝向里侧的电流,点记号(○里有黑圆点)表示从纸面的里侧朝向近前侧的电流。

[0111] 当如图5的 (a) 所示那样向线圈212a和线圈212b流通电流来以单相进行驱动时,可动件被向右方驱动,当如图5的 (b) 所示那样将电流的方向反转时,可动件被向左方驱动。

[0112] 图6是用于说明控制部的控制的结构的一例的功能块图。

[0113] 图6是以使输出轴中产生的力成为目标的大小的方式进行控制的力控制的情况下的控制部的功能块图。

[0114] 此外,关于来自气缸的输出,能够事先测量压力指令与输出之间的关系,基于该关系进行计算。例如,能够从缸内的压力减去摩擦来估计气缸的输出。

[0115] 参照图6,控制部包括放大器312,该放大器312接收作为目标的输出(力) F^* 来作为输出指令,以规定的增益($1/\mu S$)进行对该输出指令进行变换来生成针对向缸100提供的压力的压力指令 P^* 。

[0116] 在此, S 表示缸的截面积, μ 表示气缸元件的效率。

[0117] 控制部还包括:差分元件316,其取得根据压力指令 P^* 从气缸元件314输出的气缸输出(力) F_p 与输出指令 F^* 之差;放大器318,其将差分元件316的输出即输出指令 F_e^* 以规定的增益($1/K$)进行变换来生成表示对线性电动机进行驱动的电流值的电流指令 I^* ;以及电流控制环320,其控制电磁致动器。作为最终的输出 F ,从空电混合型致动器装置生成将气缸输出(力) F_p 与电磁致动器的输出(力) F_e 合成所得到的输出。在此也是, K 表示电磁致动器元件的推力常数。

[0118] 此外,电磁致动器产生的力与励磁电流成比例,因此只控制电流即可。但是,存在即使不励磁电流有时也产生的力的脉动的情况,也能够设为事先将该脉动模型化并对指令电流相加上校正值的结构。

[0119] 图7是用于说明控制部的控制的结构的其他例子的功能块图。

[0120] 图7也是以使输出轴中产生的力成为目标的大小的方式进行控制的力控制的情况下的控制部的功能块图。与图6的结构的不同之处在于构成为最终的输出 F 被反馈给输入侧这一点。

[0121] 此外,关于来自气缸的输出,与图6同样地能够事先计算压力指令与输出之间的关系,基于该关系进行计算。设为关于最终的输出 F 设置有测量该最终的输出 F 的传感器。作为这样的传感器,例如能够使用负荷传感器等。

[0122] 参照图7,在控制部中,接收作为目标的输出(力) F^* 来作为输出指令,通过差分元件332取得输出指令与最终的输出(力) F 之差,将差分元件332的输出输入到PID控制部334,放大器336将该PID控制部334的输出以规定的增益($1/\mu S$)进行变换来生成针对向缸100提供的压力的压力指令 P^* 。在此也是, S 表示缸的截面积, μ 表示气缸元件的效率。

[0123] 控制部还包括:差分元件340,其取得根据压力指令 P^* 从气缸元件338输出的气缸输出(力) F_p 与输出指令 F^* 之差;放大器342,其将差分元件340的输出即输出指令 F_e^* 以规定的增益($1/K$)进行变换来生成表示对线性电动机进行驱动的电流值的电流指令 I^* ;以及电流控制环344,其控制电磁致动器。作为最终的输出 F ,从空电混合型致动器装置生成将气缸输出(力) F_p 与电磁致动器的输出(力) F_e 合成所得到的输出。在此也是, K 表示电磁致动器元

件的推力常数。

[0124] 通过这样的结构,也能够起到与图6的情况相同的效果。

[0125] 图8是表示通过图6或者图7的控制而产生的力的随时间经过的变化的图。

[0126] 当进行如图6或者图7中所说明的那样的控制时,如图8所示那样,在时间响应迟的基于气压产生的力达到期望的驱动力为止的期间,通过电磁力从线性电动机产生的力能够对基于气压产生的力(驱动力)进行补充。

[0127] 即,在致动器装置1000中,在力控制的情况下,为了改善气压控制的延迟,将混合型致动器装置的整体目标输出与基于气缸元件的输出之差作为输出指令,对时间响应性比气压控制的时间响应性高的电磁致动器元件的输出进行调整。如果经过足够的时间,则气缸元件的输出稳定,因此电磁致动器元件只担任对由于干扰而产生的气缸元件的输出变化立即进行应对的任务。其结果是,线圈的励磁电流小即可,发热得到抑制。另外,在成为稳定状态之后,也能够将时间响应性比气压控制的时间响应性高的电磁致动器元件的输出使用于与控制目标之间的偏差的补偿。

[0128] 即,在成为稳定状态后施加外力而气缸的压力传感器的值发生了变化的情况下,对电磁致动器的输出指令发生变化,电磁致动器的输出立即变化。

[0129] 其结果是,在致动器装置1000中,在力控制的情况下也能够通过将通过电磁力产生驱动力的机构与基于气压产生驱动力的机构一体化来实现小型化,并且能够实现时间响应性优异的高输出。

[0130] 图9是用于说明控制部的控制的结构的其他例子的功能块图。

[0131] 图9是以使输出轴的位置成为目的位置的方式进行控制的位置控制的情况下的控制部的功能块图。

[0132] 此外,例如设为通过检测输出轴204的位置的传感器等来探测可动件200的位置。作为这样的传感器,例如能够使用利用霍尔元件的磁式传感器、使用带狭缝的板的光学式传感器。

[0133] 参照图9,控制部包括:PID控制部300,其基于可动部200的当前位置 x 与表示要驱动的目标位置的位置指令 x^* 之差,通过PID控制来生成指示作为目标的驱动力的输出指令 F^* ;以及放大器302,其将输出指令 F^* 以规定的增益($1/\mu S$)进行变换来生成针对向缸100提供的压力的压力指令 P^* 。

[0134] 在此, S 表示缸的截面积、 μ 表示气缸元件的效率。

[0135] 控制部还包括:放大器306,其将输出指令 F_e^* 以规定的增益($1/K$)进行变换来生成表示对线性电动机进行驱动的电流值的电流指令 I^* ,该输出指令 F_e^* 是根据对缸100内的可动件200施加的压力指令 P^* 从气缸元件304输出的气缸输出(驱动力) F_p 与输出指令 F^* 之差;以及电流控制环308,其控制电磁致动器。在此, K 表示电磁致动器元件的推力常数。

[0136] 即,在致动器装置1000中,在位置控制的情况下,为了改善气压控制的延迟,将混合型致动器装置的整体目标输出与基于气缸元件的输出之差作为输出指令,对时间响应性比气压控制的时间响应性高的电磁致动器元件的输出进行调整。如果经过足够的时间,则气缸元件的输出稳定,因此电磁致动器元件只担任对由于干扰而产生的气缸元件的输出变化立即进行应对的任务。其结果是,线圈的励磁电流小即可,发热得到抑制。另外,在成为稳定状态之后,也能够将时间响应性比气压控制的时间响应性高的电磁致动器元件的输出

使用于与控制目标之间的偏差的补偿。

[0137] 其结果是,在致动器装置1000中,通过将通过电磁力产生驱动力的机构与基于气压产生驱动力的机构一体化而能够实现小型化,并且能够实现时间响应性优异的高输出。

[0138] (实施方式1的变形例)

[0139] 在图1所示的空电混合型致动器装置1000中为如下结构:在可动件200中,多个磁力构件202a~202d和中间构件203a~203c也作为在缸100的内表面上滑动的活塞来发挥功能。

[0140] 图10是用于说明实施方式1的变形例的空电混合型致动器装置1000'的截面构造的图。

[0141] 在图10中,将多个磁力构件202a~202d和中间构件203a~203c统称为磁力构件200-1。

[0142] 如图10所示那样,也可以为如下结构:在可动件200中另外设置在缸100的内表面上滑动的活塞200-2,通过该活塞200-2将腔室106a与腔室106b分离。在该情况下,也可以在多个磁力构件202a~202d及中间构件203a~203c与缸100的内表面之间存在间隙。

[0143] (动力辅助装置)

[0144] 接着,对将以上所说明的那样的致动器装置1000作为用于驱动外骨骼型机器人的关节的致动器来使用的动力辅助装置的结构进行说明。

[0145] 即,下面,在本实施方式中对用于步行、姿势康复训练的基于混合型的致动器的外骨骼型机器人进行说明。

[0146] 其中,本发明的混合型外骨骼型机器人不仅能够用作用于辅助下肢的运动的的外骨骼型机器人,也能够用作辅助上肢的运动的的外骨骼型机器人。

[0147] 另外,在以下的说明中,对辅助作为一对下肢的运动的的外骨骼型机器人进行说明,但也能够用作辅助下肢中的任意一个或者上肢中的任意一个的运动的的外骨骼型机器人。

[0148] 并且,本发明的混合型外骨骼型机器人只要辅助作为对象的人的肌骨系统的运动即可,并不限定为上述那样的“下肢中的至少任意一个或者上肢中的至少任意一个的运动”,例如既可以只辅助作为对象的人的腰的运动,也可以在步行或者跑步时与下肢的运动连动地辅助腰的运动。在本说明书中,将这样的作为对象的人的运动的辅助统称为“作为对象的人的肌骨系统运动的支援(辅助)”。

[0149] 本实施方式的外骨骼型机器人具有外骨骼。所谓“外骨骼”是机器人对应于人的骨骼构造而具有的骨骼构造。更确定地说,所谓“外骨骼”是指从外部对装设外骨骼型机器人的人的身体的一部分进行支承的框架(组装框)构造。

[0150] 在该框架构造上还设置有用使框架构造的各部根据基于人的骨骼构造的运动进行活动的关节。

[0151] 特别是,辅助下肢的运动的的外骨骼型机器人为具有基座和下半身且在踝、膝、腰的左右的位置处具有能动6自由度的关节的机器人。另外,该六个关节是通过将空电混合型的致动器作为人工的肌肉而被驱动关节。下面,将像这样在外骨骼型机器人中通过致动器而被驱动以对用户的关节提供支持力的关节称作“能动关节”。

[0152] 图11是表示本实施方式中的外骨骼型机器人1的结构实例的图。本外骨骼型机器人1为10自由度。

[0153] 此外,关于这样的外骨骼型机器人的结构实例,在上述的专利文献3中也公开了类似的结构。

[0154] 在图11中,外骨骼型机器人1具备与双腿对应的框架构造、背囊101、柔软垫113、HAA对抗肌103、HFE牵引肌104、HFE电动机111、KFE牵引肌105、KFE电动机106、AFE牵引肌/AAA对抗肌107、AFE屈肌108、关节109、设置于框架结构的关节114。

[0155] 此外,在图11中,背囊101直接安装于支援运动的构造,但背囊101也可以从该构造上卸下。

[0156] 在背囊101中设置有用进行外骨骼型机器人的驱动控制的控制装置。

[0157] 另外,在关节109处,例如在旋转轴上安装有光学式编码器来测量关节角度。关节114处也同样地安装有光学式编码器。光学式编码器也可以不安装于轴而设为对卷绕于轴的带的移动方向和移动量进行读取的结构。背囊101的控制装置根据读取到的关节角来控制人工肌肉(致动器)的驱动力。

[0158] 此外,作为编码器,也能够设为内置于轴的结构。

[0159] 另外,图12是表示外骨骼型机器人1的自由度的结构的图。

[0160] 在图12中,关于各关节,带“R_”的表示右侧的关节,带“L_”的表示左侧的关节。

[0161] 参照图11和图12,全部10自由度中的左右的AFE关节采用基于牵引肌和屈肌的对抗驱动。对抗驱动以外的关节为被动的驱动。但是,也可以将更多的关节设为对抗驱动。

[0162] 在图11中,在双腿所连接的躯体部搭载姿势传感器来检测基座部的姿势。另外,对所有的关节安装有线式编码器(或者电动机附属的编码器),能够测量关节角度。也可以为通过检测关节角度以及例如下肢的肌电位来计算使各关节产生的目标扭矩的结构。

[0163] 另外,也可以设为如下结构:在足底部搭载地面反作用力传感器,来判定设想为接触的足底部是否实际接触了、或者辅助地使用于修正雅克比行列式中包含的模型误差。

[0164] 另外,在背囊101内除了控制装置以外还内置有用于气压控制的阀和线性电动机的驱动器。

[0165] 另外,也可以为如下结构:在背囊101内搭载电池和压缩了的空气罐(或者也可以是CO₂气罐)、调节器,能够进行短时间的自律驱动,以备电源线和气体供给断绝的情况。

[0166] 或者,也可以为在背囊101中搭载有电池并内置有电动机驱动用的电源和压缩机的结构。

[0167] 图13是表示人工肌肉(致动器装置)相对于针对下肢的外骨骼型机器人的配置的有关例子的图。

[0168] 如图13所示那样,作为驱动髋关节的弯曲的人工肌肉,对骨骼设置起到相当于人的“髂肌+臀大肌”的功能的致动器装置1002。

[0169] 另外,作为驱动髋关节的弯曲、膝关节的伸展的人工肌肉,对骨骼设置起到相当于人的“股后肌+股直肌”的功能的致动器装置1004。

[0170] 并且,作为驱动膝关节的弯曲、膝关节的伸展的人工肌肉,对骨骼设置起到相当于人的“股二头肌短头+股外侧肌”的功能的致动器装置1006。

[0171] 另外,作为驱动膝关节的弯曲的人工肌肉,对骨骼设置起到相当于人的“腓肠肌”的功能的致动器装置1008。

[0172] 图14是表示人工肌肉(致动器装置)相对于针对上肢的外骨骼型机器人的配置

的例子图。

[0173] 如图14所示那样,作为驱动肘关节的弯曲和伸展的人工肌肉,对骨骼设置起到相当于人的“肱二头肌+肱三头肌”的功能的致动器装置1012。

[0174] 另外,作为驱动前臂的转动的人工肌肉,对骨骼设置起到相当于人的“肱桡肌”的功能的致动器装置1016、1018。

[0175] 通过这样的结构,能够构成辅助人的下肢或者上肢的运动的外骨骼型机器人。

[0176] 如以上所说明的那样,根据本实施方式的致动器装置,将向输出轴传递电磁相互作用及流体压力的元件与空间一体化,由此能够进行反向驱动并且小型、高输出地进行力控制。

[0177] 通过可动件与活塞(元件)以及可动域与腔室(空间)的一体化构造,相比于同体积的高效率的电磁致动器,能够确保高输出。

[0178] (驱动方式的其它例子)

[0179] 图15是表示电磁致动器的驱动方式的变形例的截面图。

[0180] 如图15的(a)所示那样,作为电磁线圈构件110,只设置线圈212a,在可动件200上设置在与缸的轴向正交的方向上产生磁场的磁力构件(永磁体)202a。通过以单相的交流对线圈212a进行励磁,来进行驱动。

[0181] 或者,如图15的(b)所示那样,还能够为代替永磁体202a而设置软磁性体205来作为磁力构件的结构。

[0182] 在该情况下,电磁致动器作为螺线管致动器来发挥功能而产生驱动力。例如,在磁性体205的至少一部分处于线圈212a的外部时,对线圈212a进行励磁,由此能够产生向线圈内部的引入力。在此,线圈212a收纳在软磁性体的壳体之中。

[0183] 在如图15这样的结构的情况下也是,在向目标方向驱动可动件时,控制流体的供给使得向与通过电磁线圈构件的励磁而使可动件进行相对移动的方向相同的方向驱动可动件。

[0184] 图16是用于说明在图15的(a)的结构下进行单相驱动的情况下的线圈电流的概念图。

[0185] 当如图16的(a)所示那样向线圈212a流通电流来以单相进行驱动时,可动件被向右方驱动,当如图16的(b)所示那样将电流的方向反转时,可动件被向左方驱动。

[0186] 图17是用于说明在图15的(b)的结构下的线圈产生的磁场的概念图。

[0187] 当对线圈流通电流来进行励磁时,磁通如图中的箭头那样流动。此时,腔室106b的部分由于空气而磁导率低,磁阻高。为了减小该部分的磁阻,向右驱动可动件。

[0188] 至此为止的说明是基于在缸的外周设置线圈且可动件为永磁体的结构进行的说明,但不一定限定为这样的结构。例如,

[0189] i) 也可以是,可动件为电磁线圈且配置在缸侧的固定件为产生规定的不同的方向的磁场的多个永磁体依次配置而成的结构。

[0190] ii) 另外,缸也可以不单纯是单一的圆筒的形状,而是在外圆筒的内部配置有具有同一中心轴的内圆筒的结构。在该情况下,能够设为如下结构:在内圆筒的内侧和外圆筒的外周依次配置有产生规定的不同方向的磁场的多个永磁体,可动件为能够在该外圆筒与内圆筒之间的空间内移动的圆筒形状的电磁线圈,也作为活塞来发挥功能。

[0191] 因而,也可以是,“磁力构件”这一用语在最广泛的意义下也包括电磁线圈。

[0192] 在该构造中,通过将线圈夹在内外的强力的磁体之间,在线圈中产生大的磁通。另外,所有的线圈能够始终有助于输出。并且,在可动件和固定件这两者均使用铁芯的模型中,在不励磁电流的情况下也产生推力的脉动(制动力),但由于可动件只是线圈,因此在该模型中具有不产生推力的脉动这个优点。

[0193] 本实施方式的致动器装置能够实现如下的线性驱动的致动器:能够维持电磁、气压两种方式直接驱动致动器的反向驱动性,并且能够组合基于电磁力的力控制和工作流体的粘性、顺应特性来对外力灵活地进行响应。

[0194] 另外,本实施方式的致动器装置不仅能够应用于如上述那样的“作为对象的人的肌骨系统运动的支援(辅助)”,也能够应用于一般的工业产品的驱动机构。

[0195] 另外,如上述那样的“作为对象的人的肌骨系统运动的支援(辅助)”的结构也能够作为机器人单体来利用,例如能够作为“仿人机器人”来应用。

[0196] (实施方式2)

[0197] 关于在图1所示的空电混合型致动器装置1000,对如下结构进行了说明:经由具有控制阀的配管108a对腔室106a供给规定的压力的空气或者进行空气的排出,经由具有控制阀的配管108b对腔室106b供给规定的压力的空气或者进行空气的排出。

[0198] 在以下要说明的实施方式2的空电混合型致动器装置1100中,对腔室106a和腔室106b提供流体压力例如气压的结构这方面与实施方式1的空电混合型致动器装置1000或者1000'的结构不同。

[0199] 如以下所说明的那样,在实施方式2中也是,作为流体,以空气为例来进行说明。

[0200] 图18是用于说明实施方式2的空电混合型致动器装置1100的截面构造的图。图18是要与图1进行对比的图。

[0201] 下面,主要说明与图1之间的不同之处,对于相同的部分标注相同的标记,不重复说明。

[0202] 参照图18,在空电混合型致动器装置1100中,设置覆盖缸100和电磁线圈构件110的外筒部400。由缸100及电磁线圈构件110的外表面与外筒部400的内表面围成的空间具有气密性,具有传输来自外部的规定的气压的空气的功能。由于该点,将所围成的该空间称作“流体传递路径402”。

[0203] 从吸气孔410对流体传递路径402供给规定的压力的空气。另外,从流体传递路径402的排气孔420排出该空气,如之后说明的那样,从排气孔420排出的规定的压力的空气被供给到具有与空电混合型致动器装置1100相同的结构的其它致动器装置1100'的吸气孔。

[0204] 控制阀部450a和控制阀部450b分别与配管108a和配管108b相对应地设置。

[0205] 控制阀部450a由未图示的控制部进行控制,将规定的气压的空气从流体传递路径402供给到腔室106a,或者将来自腔室106a的空气从排气孔452a排出。

[0206] 控制阀部450b也同样地由未图示的控制部进行控制,将规定的气压的空气从流体传递路径402供给到腔室106b,或者将来自腔室106b的空气从排气孔452b排出。

[0207] 在向目标方向驱动可动件时,控制部控制空气的吸气排气,使得提供向与通过多个线圈112a~112l的励磁而使可动件200进行相对移动的方向相同的方向驱动可动件的驱动力。

[0208] 图19是用于说明将多个与空电混合型致动器装置1100同种类的致动器装置配置于骨骼的情况下的空气的供给路径的图。

[0209] 图19为与图13对比的图,与图13同样地表示人工肌肉(致动器装置)相对于针对下肢的外骨骼型机器人的配置的例子。

[0210] 如图19所示那样,作为驱动髋关节的弯曲、膝关节的伸展的人工肌肉,对骨骼设置起到相当于人的“股后肌+股直肌”的功能的致动器装置1004,另外,作为驱动膝关节的弯曲的人工肌肉,对骨骼设置起到相当于人的“腓肠肌”的功能的致动器装置1008。

[0211] 另外,作为驱动髋关节的弯曲的人工肌肉,对骨骼设置起到相当于人的“髂肌+臀大肌”的功能的致动器装置1002,并且,作为驱动膝关节的弯曲、膝关节的伸展的人工肌肉,对骨骼设置起到相当于人的“股二头肌短头+股外侧肌”的功能的致动器装置1006。

[0212] 经由管AST1从压缩空气源(例如液化气瓶)对致动器装置1004的吸气孔410供给压缩空气,经由管AST2从排气孔420(图18)对致动器装置1008的吸气孔410(图18)供给压缩空气。例如,设致动器装置1008的排气孔420是封闭的。

[0213] 同样地,经由管AST3从压缩空气源(例如液化气瓶)对致动器装置1002的吸气孔410供给压缩空气,经由管AST4从排气孔420对致动器装置1006的吸气孔410供给压缩空气。例如,设致动器装置1006的排气孔420是封闭的。

[0214] 或者,不特别进行限定,例如也可以为如下结构:将来自致动器装置1004的排气孔420的气压提供到致动器装置1002的吸气孔410,只通过管AST1从压缩空气源向外骨骼型机器人的一个下肢供给压缩空气。

[0215] 通过以上的结构,在对多个致动器装置提供气压的情况下,相比于对致动器装置单独地提供气压的结构,能够简化来自压缩空气源的气压的提供路径。

[0216] 另外,由于是将来自压缩空气源的空气供给到电磁线圈构件110的外部的结构,因此还具有对电磁线圈构件110进行空冷的效果。

[0217] (实施方式3)

[0218] 图20是用于说明实施方式3的空电混合型致动器装置1200的截面构造的图。图20是要与图1进行对比的图。

[0219] 在实施方式3中也是,作为流体,以空气为例来说明。

[0220] 在实施方式1中,设缸100为直圆筒形状而进行了说明。

[0221] 但是,作为缸的形状,不限于于这样的形状,例如也可以是如图20所示那样缸的轴弯曲为圆形的结构。

[0222] 除了缸形状弯曲以外,与实施方式1的结构相同,因此对相同的部分标注相同的标记,不重复进行说明。

[0223] (实施方式4)

[0224] 图21是表示实施方式4的空电混合型致动器装置1300的外观的图。

[0225] 空电混合型致动器装置1300对旋转运动进行驱动。

[0226] 参照图21,致动器装置1300为具有直径彼此相同的圆筒形的壳体101b和圆筒形的壳体101d层叠而成的结构。在壳体101b与壳体101d的中心部分配置有助于将壳体101b的内部的可动件的旋转的驱动力传递到外部的输出轴(旋转件)201。

[0227] 如后面所说明的那样,电磁线圈以包围输出轴的整周的方式配置在下部的壳体

101d的内部,该电磁线圈是将线材分别卷绕于多个扇型的芯构件而得到的。

[0228] 下部的壳体101d的底部被由磁性材料形成的圆盘状的背轭件101e封堵。另外,下部的壳体101d的上部开口与上部的壳体101b的下部开口被圆盘状的分隔壁101c隔离。上部的壳体101b的上部开口被上盖101a封堵。在上盖101a的中心部设置有供输出轴201贯通的圆形的开口,输出轴201与开口之间通过轴承206而被密封并且输出轴201能够转动。如后面说明的那样,构成为通过壳体101b、分隔壁101c和上盖101a来保持气密性,使得能够经由配管108a和108b通过规定的压力的空气对壳体101b内施加气压。

[0229] 相对于可动件,将上盖101a、壳体101b、分隔壁101c、壳体101d和背轭件101e统称为固定件150。

[0230] 图22是用于说明固定件150的内部的概念图。

[0231] 另外,图23是用于说明空电混合型致动器装置1300的结构立体图。

[0232] 在图23中,为了容易视觉识别致动器装置1300的内部构造,假设上盖101a是透明的且分隔壁101c是半透明的而进行了图示。

[0233] 图22的(a)为从上面观察背轭件101e时的图。在背轭件101e的中央处设置有用将输出轴201以转动自如的方式支承的轴承152。

[0234] 图22的(b)为从上面观察壳体101d的内部时的图。

[0235] 如图22的(b)和图23所示那样,如上所述,电磁线圈112a~112l以包围输出轴201的整周的方式配置在壳体101d的内部,该电磁线圈112a~112l是将线材分别卷绕于多个扇型的芯构件而得到的。

[0236] 例如对电磁线圈112a~112l施加三相交流UVW来进行励磁,从而驱动可动件,但不特别进行限定。

[0237] 图22的(c)为从上面观察壳体101b的内部时的图。

[0238] 如图22的(c)和图23所示那样,在壳体101b的内部设置有从上面观察时的形状为扇型的可动件209(由于进行旋转运动,因此在以下称作“转子209”),转子209构成为与输出轴201一体地旋转。在转子209内,例如两个扇形的永磁体202a和202b相邻地设置。永磁体202a和202b例如也可以是通过单一的磁性构件以成为以下所说明的那样的磁场方向的方式按区域进行磁化而形成的。永磁体202a和202b以与输出轴201平行且彼此为相反方向的方式被磁化。在图22的(c)中,设是以永磁体202a的上表面侧为N、永磁体202b的上表面侧为S的方式进行磁化。只要相邻的磁体被磁化为相反方向,则永磁体的个数也可以为比2多的个数。此外,在图22的(c)中省略了图示,但如图23所示那样,在永磁体202a和202b的上部设置有覆盖它们的磁性构件158。

[0239] 另外,在壳体101b的内部设置有分隔壁154,由转子209的一个端面和分隔壁154的一面围成的空间作为第一腔室106a(也称作空气室)来发挥功能,由转子209的另一个端面和分隔壁154的另一面围成的空间作为第二腔室106b(也称作空气室)来发挥功能。

[0240] 图22的(d)为从上面观察上盖101a时的图。在上盖101a的中央处设置有供输出轴201贯通的圆形的开口156。

[0241] 图24是用于说明空电混合型致动器装置1300的动作的概念图。

[0242] 在图24中也是,为了容易视觉识别致动器装置1300的内部构造,假设上盖101a是透明的而进行了图示。

[0243] 另外,图25是用于说明电磁线圈112a~112l与转子209的配置关系的图。

[0244] 在图25中,为了容易地观察到转子209与电磁线圈的位置关系,假设上盖101a、壳体101b被拆除、分隔壁101c和壳体101d是半透明的而进行了图示。

[0245] 首先,参照图25,多个线圈112a~112l分别通过独立地提供的电流而被励磁为相独立的极性的方向。更确定地说,多个线圈112a~112l构成为分别流通相位互不相同的交流电流。例如,如图示的那样,每三个一组地将多个线圈112a~112l分为三组,对各组流通相位彼此错开($2\pi/3$)的交流电流(对称三相交流,用U、V、W表示各相位)等来对转子209提供旋转的推进力。

[0246] 另一方面,参照图24,第一腔室106a为分隔壁154的一面与转子209的一个端面之间的空间。第二腔室106b为分隔壁154的另一面与转子209的另一个端面之间的空间。经由具有控制阀的配管108a对腔室106a供给规定的压力的空气或者进行空气的排出。经由具有控制阀的配管108b对腔室106b供给规定的压力的空气或者进行空气的排出。

[0247] 以上这样的基于电磁力的旋转的驱动以及对腔室106a和腔室106b进行的空气的吸气排气由未图示的控制部进行控制。在向目标方向驱动转子209时,控制部控制空气的吸气排气,使得提供向与通过多个线圈112a~112l的励磁而使转子209进行相对移动的方向相同的方向驱动转子209的驱动力。

[0248] 此外,作为流体,不仅能够应用压缩空气这样的气体,还能够应用水、油或磁性流体致动器。通过压缩空气能够进行线圈冷却,并且,如果使用水、油则线圈冷却效率提高,如果使用磁性流体则作为硬件的特性而能够实现粘性的控制。

[0249] 图26是用于说明电磁线圈112a~112l和转子209内的磁通的流动的图。

[0250] 图26表示假设在图25中进一步切掉电磁线圈和转子的一部分后的截面。

[0251] 当电磁线圈112a~112l被励磁而转子209旋转时,例如在某个时间点产生如下的磁通流动:由电磁线圈112c生成的磁通与转子209内的永磁体202a的磁通为相同方向,从永磁体202a流出的磁通穿过磁性构件158内并流入到永磁体202b的上表面,永磁体202b的磁通和由电磁线圈112d生成的磁通为相同方向,从电磁线圈112d流出的磁通穿过背轭件101e并流入到电磁线圈112c。

[0252] 通过设为以上这样的结构,在致动器装置1300中也与实施方式1同样地,通过将通过电磁力产生驱动力的机构和基于气压产生驱动力的机构一体化能够实现小型化,并且通过不仅利用气压还利用电磁力的驱动力能够实现时间响应性优异的高输出。

[0253] (实施方式4的变形例1)

[0254] 在图21~图26中,设为在转子209侧设置永磁体并在壳体101d内设置电磁线圈的结构进行了说明。

[0255] 但是,也能够设为在转子209侧设置电磁线圈并在其上下设置永磁体的结构。

[0256] 图27是用于说明这样的实施方式4的变形例1的空电混合型致动器装置1300'的结构的概念图。

[0257] 另外,图28是用于说明实施方式4的变形例1的空电混合型致动器装置1300'的与旋转轴垂直的截面的构造的图。图28的(b)表示图28的(a)中的假想面V处的截面。

[0258] 参照图27的(a),在最下层设置背轭件这一点与实施方式4相同。

[0259] 接着,如图27的(b)所示那样,在背轭件上的第一壳体内,在输出轴201的周围配置

有多个扇型的永磁体,该多个扇型的永磁体以磁通方向为输出轴方向且相邻的永磁体的磁化方向交替反转的方式进行配置。在图27的(b)中,作为例示,设为八个永磁体交替排列的结构。

[0260] 如图27的(c)所示那样,与图23的壳体101b同样地,可动件(转子)以能够转动的方式设置于该第一壳体的上层的第二壳体。在转子内以能够独立地被施加UVW的交流的方式设置有电磁线圈,该电磁线圈是将线材分别卷绕于三个扇型的芯构件而得到的。但是,电磁线圈的个数不限为三个,也可以是更多的个数。

[0261] 第二壳体与图23的壳体101b同样地为气密构造,构成为对第一空气室和第二空气室独立地施加规定的压力的气压。

[0262] 如图27的(d)所示那样,在第二壳体上的第三壳体内,在输出轴201的周围配置有多个扇型的永磁体,该多个扇型的永磁体以磁通方向为输出轴方向且相邻的永磁体的磁化方向交替反转的方式进行配置。在图27的(d)中,与图27的(b)的结构相应地设为八个永磁体交替排列的结构。如图28所示那样,图27的(d)的各永磁体的磁化方向与第一壳体内的处于对应的位置的永磁体的磁化方向相同。

[0263] 如图27的(e)所示那样,在最上层也设置有背軛件来作为上盖。在上盖的背軛件的中央处设置有供输出轴201贯通的开口。

[0264] 在这样的结构中也起到与实施方式4的空电混合型致动器装置1300相同的效果。

[0265] (实施方式4的变形例2)

[0266] 关于实施方式4的空电混合型致动器装置1300,是对转子209内的永磁体产生驱动力的电磁线圈112a~112l(统称为电磁线圈112)设置在收纳有转子209的壳体101b的下层的壳体101d内的结构。

[0267] 图29是用于说明实施方式4的变形例2的空电混合型致动器装置1302的结构的图。

[0268] 图29的(a)为立体图,假设上盖101a是半透明的而进行了表示。图29的(b)为从上面观察图29的(a)的结构时的图。

[0269] 电磁线圈214沿着收纳有转子213的壳体101b的外周进行配置。与此相应地,设转子213内的永磁体的磁化方向为与旋转轴垂直的方向(转子的径向)。

[0270] 实施方式4的空电混合型致动器装置1300或者实施方式4的变形例的空电混合型致动器装置1300'、1302通过进行与实施方式1相同的控制,能够实现如下的旋转驱动的致动器:能够维持电磁、气压两种方式直接驱动致动器的反向驱动性能,并且能够组合基于电磁力的力控制和工作流体的粘性、顺应特性来对于外力灵活地进行响应。

[0271] 实施方式4的空电混合型致动器装置1300或者实施方式4的变形例的空电混合型致动器装置1300'、1302能够作为用于如图13、图14所示那样的外骨骼型机器人的关节部分的旋转运动的致动器装置来利用,不仅能够用于“作为对象的人的肌骨系统运动的支援(辅助)”,也能够应用于一般的工业产品的驱动机构。

[0272] 另外,这样的“作为对象的人的肌骨系统运动的支援(辅助)”的结构也能够作为机器人单体来利用,例如也能够作为仿人机器人来应用。

[0273] (实施方式5)

[0274] 在实施方式4中,转子209和213进行圆弧状的运动。在实施方式5中,对转子进行连续旋转的结构进行说明。

[0275] 图30是用于说明实施方式5的空电混合型致动器装置1400的结构的概念图。

[0276] 跨越的宽度始终固定的图形被称作“定宽图形”。圆是典型的定宽图形，但除此以外作为定宽图形有名的还已知有勒洛多边形等。

[0277] 特别是，已知有以勒洛三角形为转子的截面形状的旋转发动机。在该情况下，转子由与用于收纳转子的转子外壳的余摆线内切的三片内包络线构成。在转子的中心处具有经由转子轴承而嵌有偏心轴的圆孔部，在其边缘设置有与侧外壳的齿轮部啮合的内齿的齿型（内齿轮）。转子外壳为内侧面是两节点的外摆线（日语：2ノードのペリロコイド曲線）这样的蛭型。

[0278] 更一般的是，已知具有定宽图形的截面形状的转子在适合该转子的截面形状的内包络线形状的外壳内始终能够与外壳的内表面相切且顺畅地旋转。

[0279] 在图30中，作为一例，设置有：外壳216，其内表面的截面形状为沿着使转子215进行圆旋转的轨道的外摆线，该转子215具有以五边形为基础的定宽图形的截面形状；以及输出轴217，其用于将转子215的驱动力传递到外部。

[0280] 在转子215的内部设置有多个永磁体，配置为各个永磁体与相邻的永磁体的磁化方向相反。

[0281] 输出轴217是偏心的，因此例如在上盖101a上设置有能够使输出轴偏心地旋转的开口，在该开口部分处设为在转子215的上表面侧气密性地密封的结构。而且，能够设为通过曲柄机构将转子215的旋转的驱动力传递到外部的结构。

[0282] 其结果是，旋转轴217向与转子215的旋转方向相同的方向旋转。

[0283] 或者，也能够与上述的旋转发动机的情况同样地，设为通过偏心轴来向外部传递驱动力的结构。

[0284] 与该转子215的旋转相应地，从配管108a～108b分别以规定的定时供给规定压力的空气（称作给气）或者排气，由此除了能够通过电磁力产生驱动力以外还能够基于气压产生驱动力。

[0285] 例如，在图30中，外壳216的截面的相当于第一片的内面与转子215的外侧面在第一接触部分相接触。另外，外壳216的截面的与该第一片相邻的相当于第二片的内表面与转子215的外侧面在第二接触部分相接触。通过这样，由从第一接触部分到第二接触部分的转子215的外侧面和对应的外壳216的内表面形成空气室106a和106b。这样的空气室的体积伴随转子215的旋转而发生变化。以通过配管108a～108b以规定的定时向空气室106a～106b进行给气或者从空气室106a～106b进行排气的方式进行控制。

[0286] 例如，在图30所示的时间点，在通过配管108b从空气室106b进行排气（图中白箭头）的定时，进行从配管108a向空气室106a给气的动作（图中黑箭头）。通过控制给气排气的定时，如上所述，除了能够通过电磁力产生驱动力以外还能够基于气压产生驱动力。

[0287] 在此，也可以设为进行给气和排气的配管与外壳216的截面的其它片对应地设置的结构，并不像图30那样限定为两根。

[0288] 此外，在图30中，设为与图22等同样地在收纳有转子215的外壳216的下层设置有电磁线圈的结构。

[0289] 但是，如上述的实施方式4的变形例2那样，也可以为沿着收纳有转子215的外壳216的外周配置电磁线圈的结构。在该情况下，转子215内的永磁体的磁化方向与实施方式4

的变形例2同样地为垂直于旋转轴的方向。

[0290] 通过以上那样的实施方式5的结构,能够使空电混合型致动器装置进行连续旋转动作,将驱动力取出到外部。

[0291] 本次公开的实施方式是用于具体地实施本发明的结构的例示,并不用于限制本发明的技术范围。本发明的技术范围不由实施方式的说明来表示,而由权利要求书来表示,包括权利要求书的用语上的范围和等同的含义的范围内的变更。

[0292] 产业上的可利用性

[0293] 本发明能够使用于驱动各种机械部件的致动器装置和使用该致动器装置对使用者所进行的运动进行支援的动力辅助装置。

[0294] 附图标记说明

[0295] 1:外骨骼型机器人;100:缸;101a:上盖;101b:壳体;101c:分隔壁;101d:壳体;101e:背軛件;102:开口部;106a、106b:腔室;108a、108b:吸排气配管;110:电磁线圈构件;112a~112l:线圈;200:可动件;202a~202d:磁性构件;201、204、217:输出轴;206:轴承;209、215:转子;216:外壳;1000、1100、1200、1300:致动器装置。

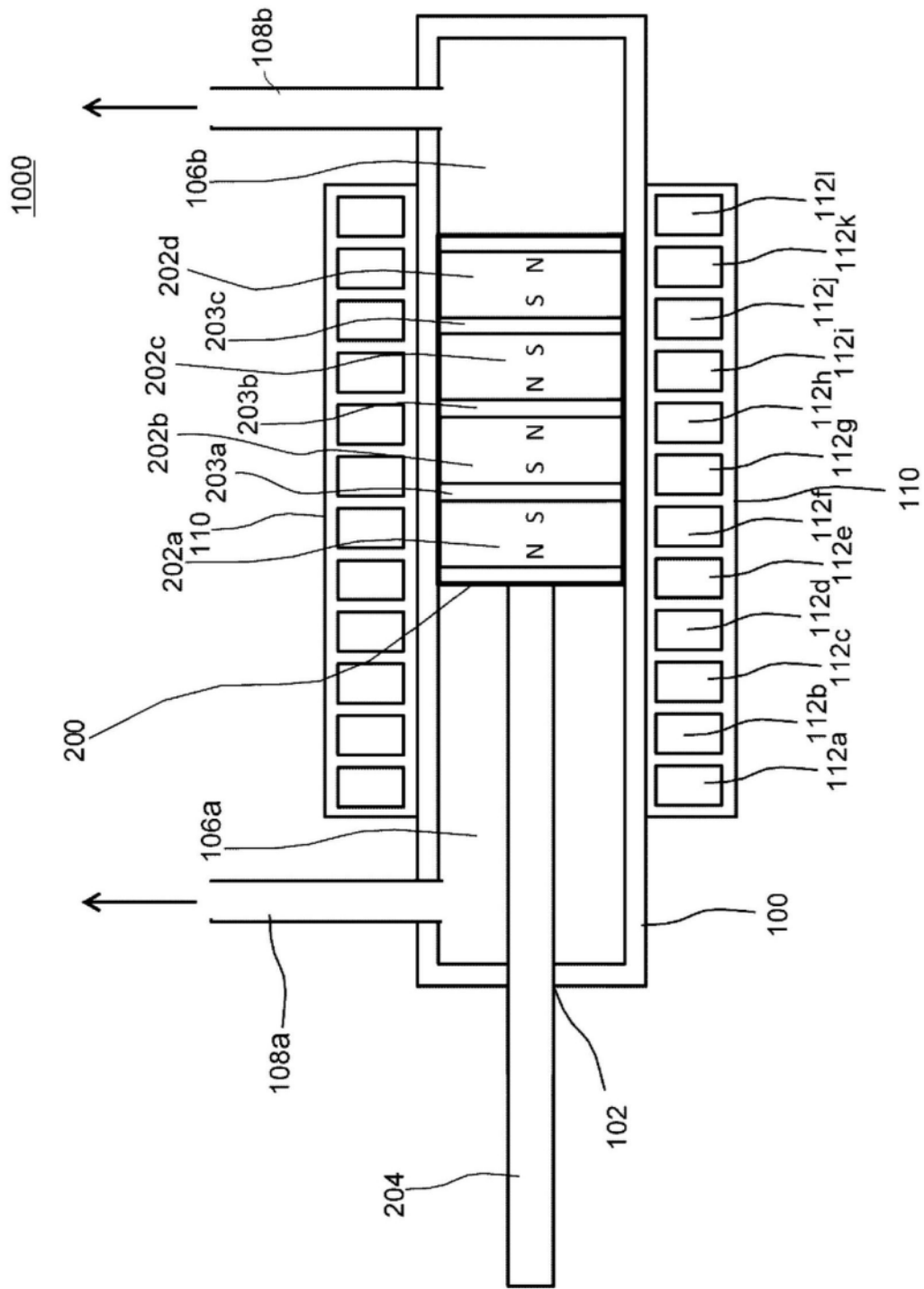


图1

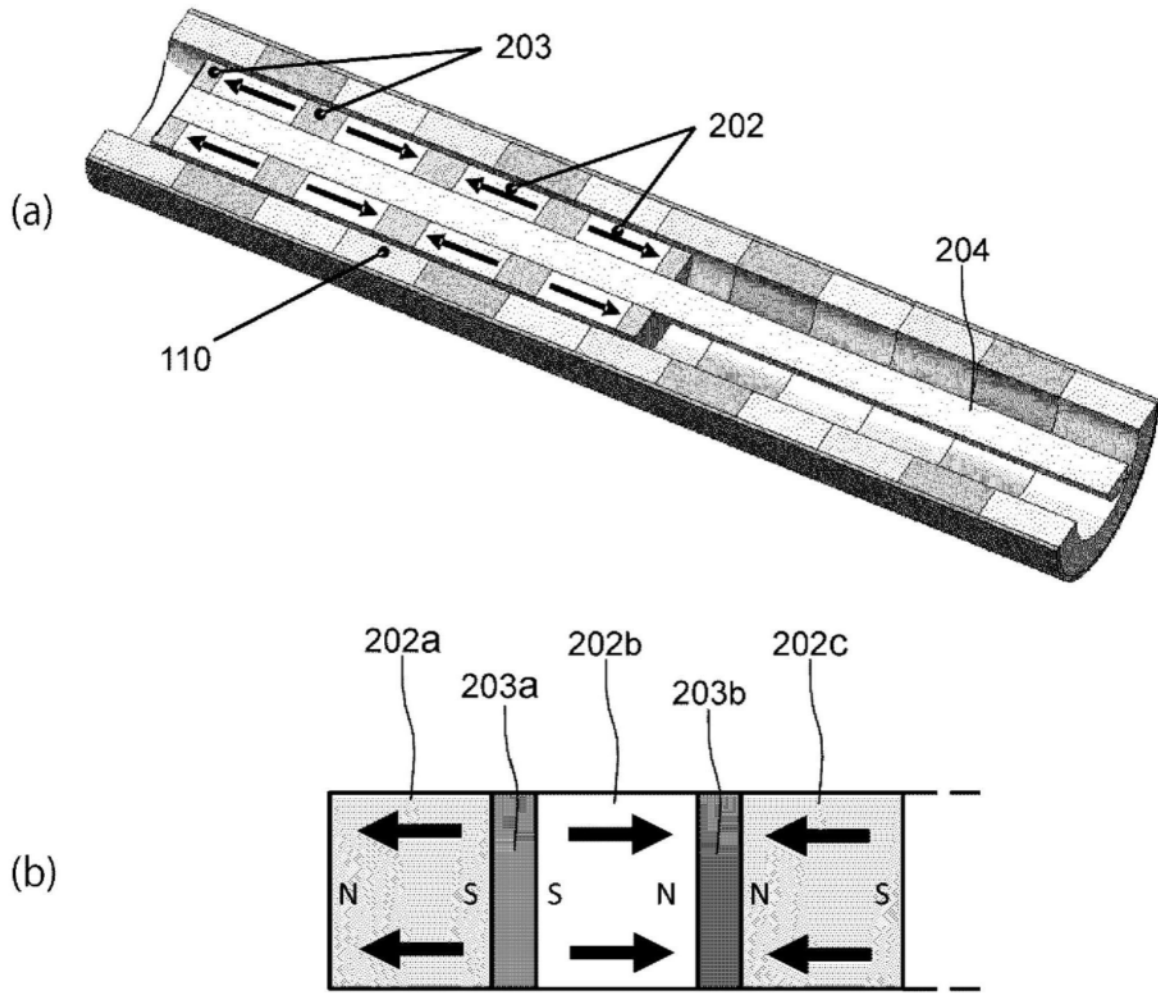


图3

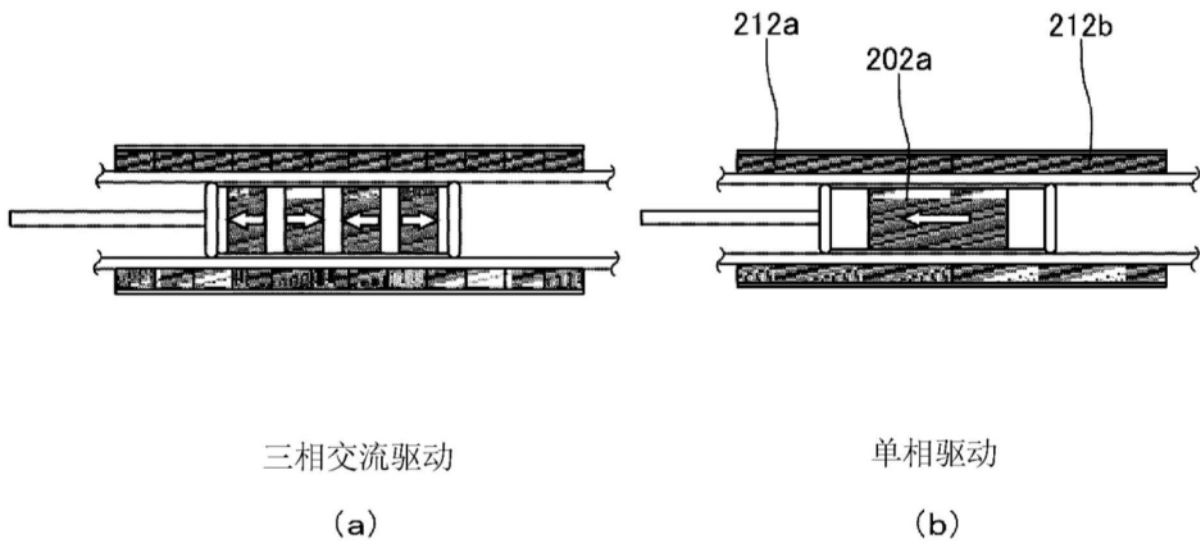


图4

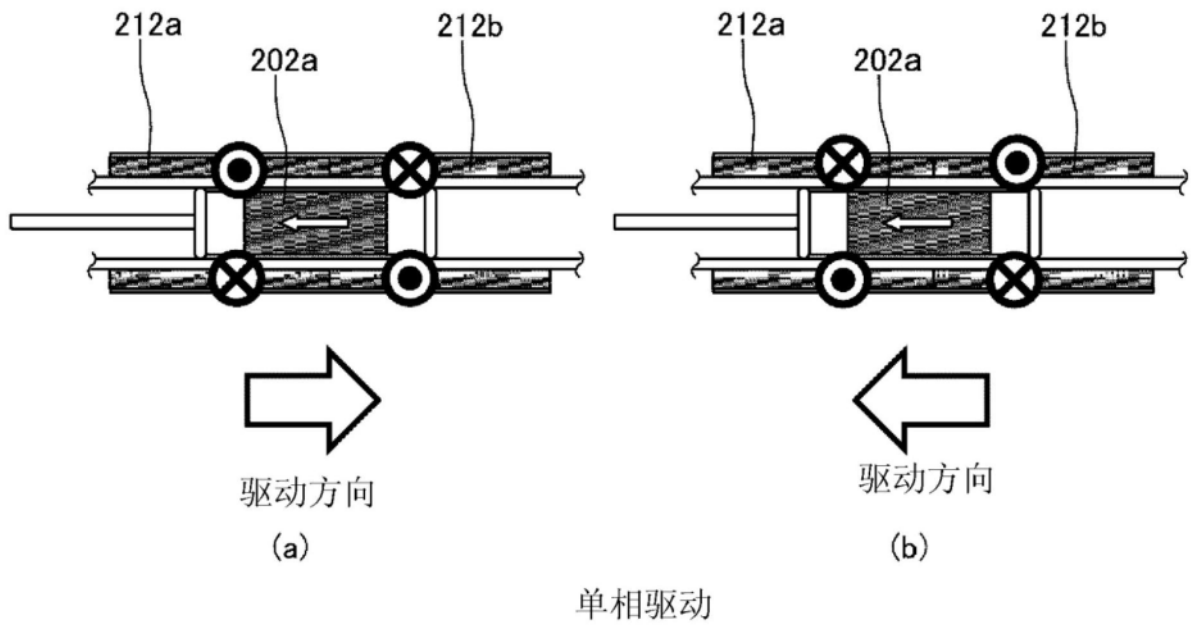


图5

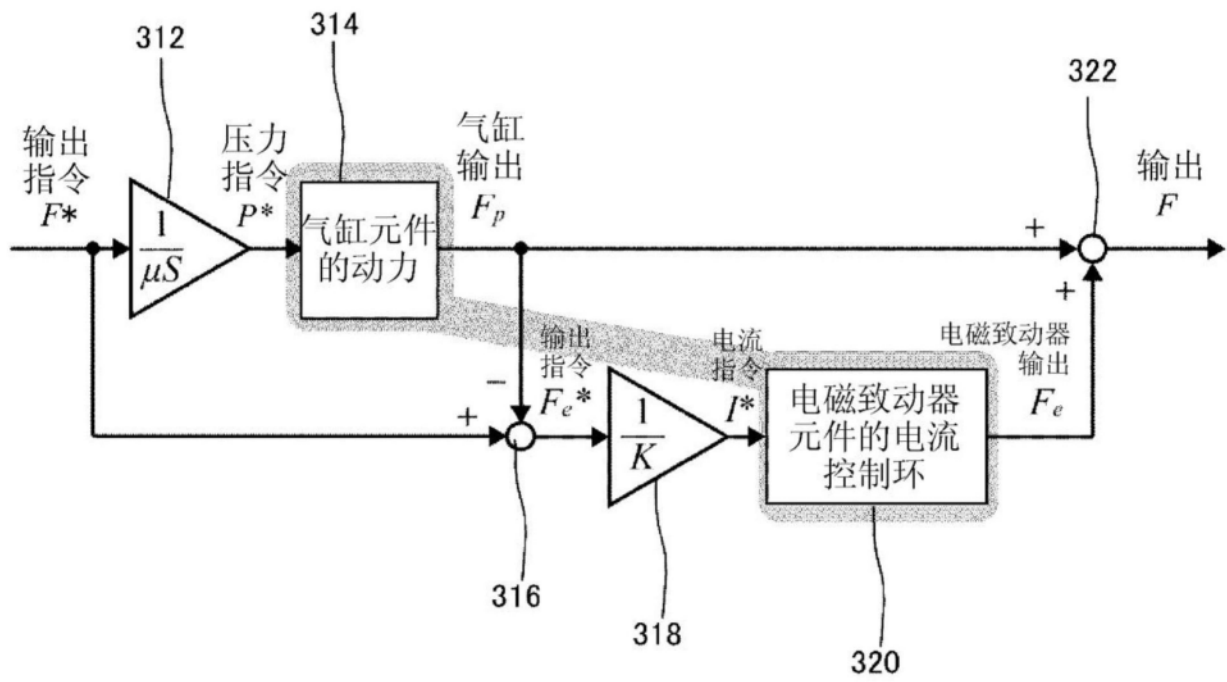


图6

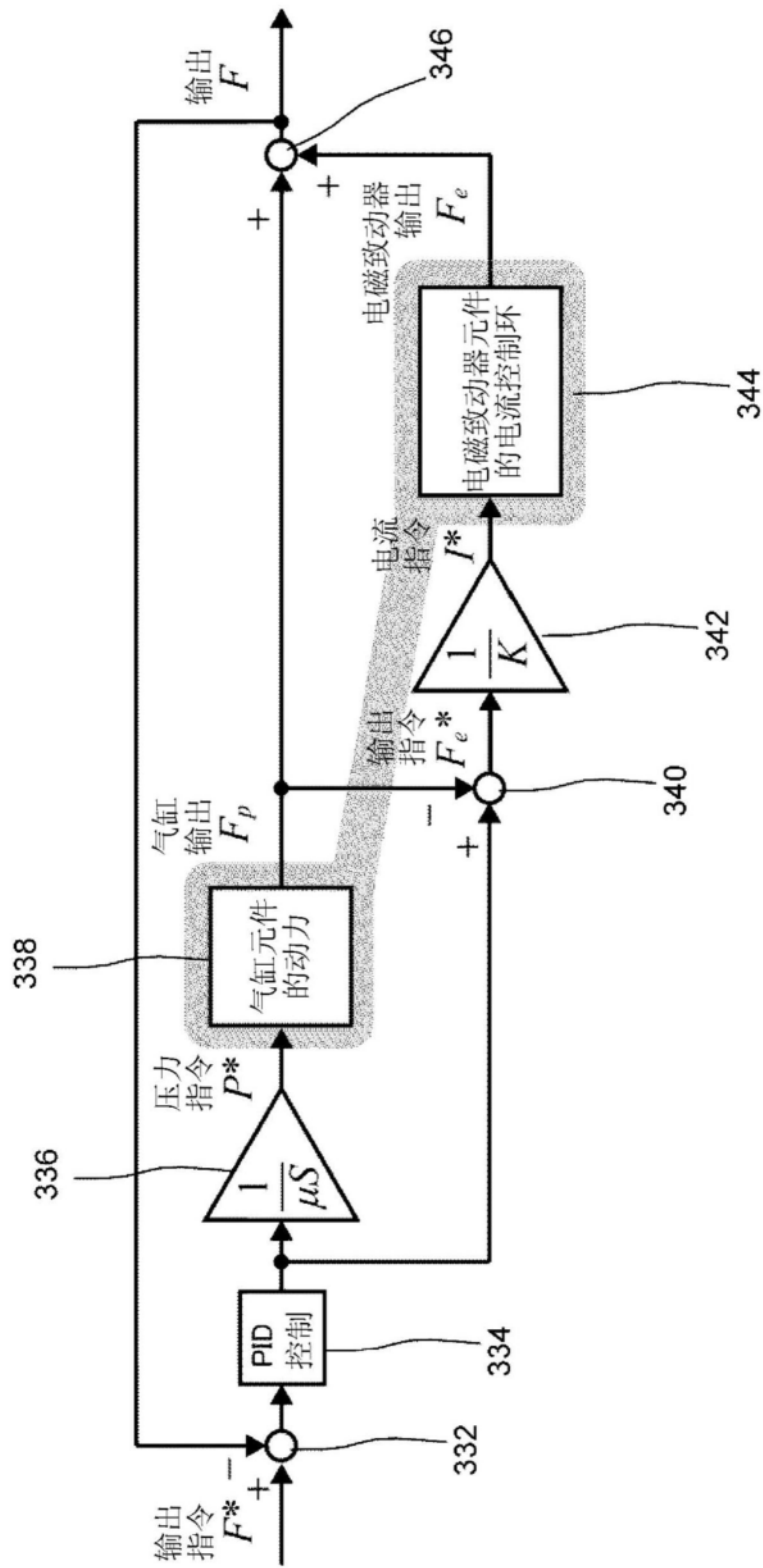


图7

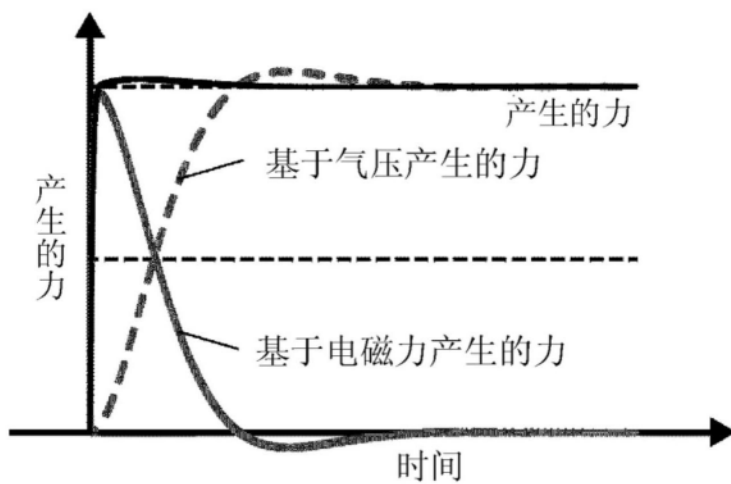


图8

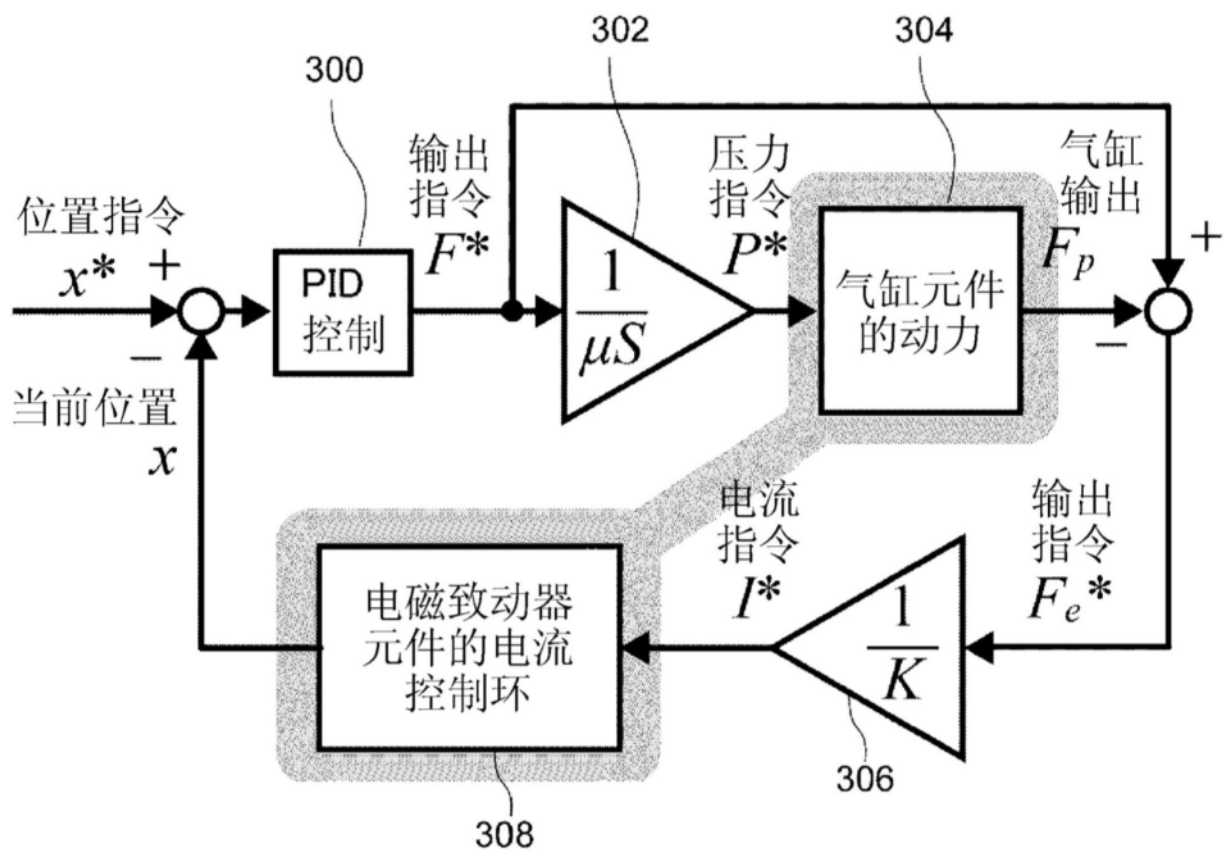


图9

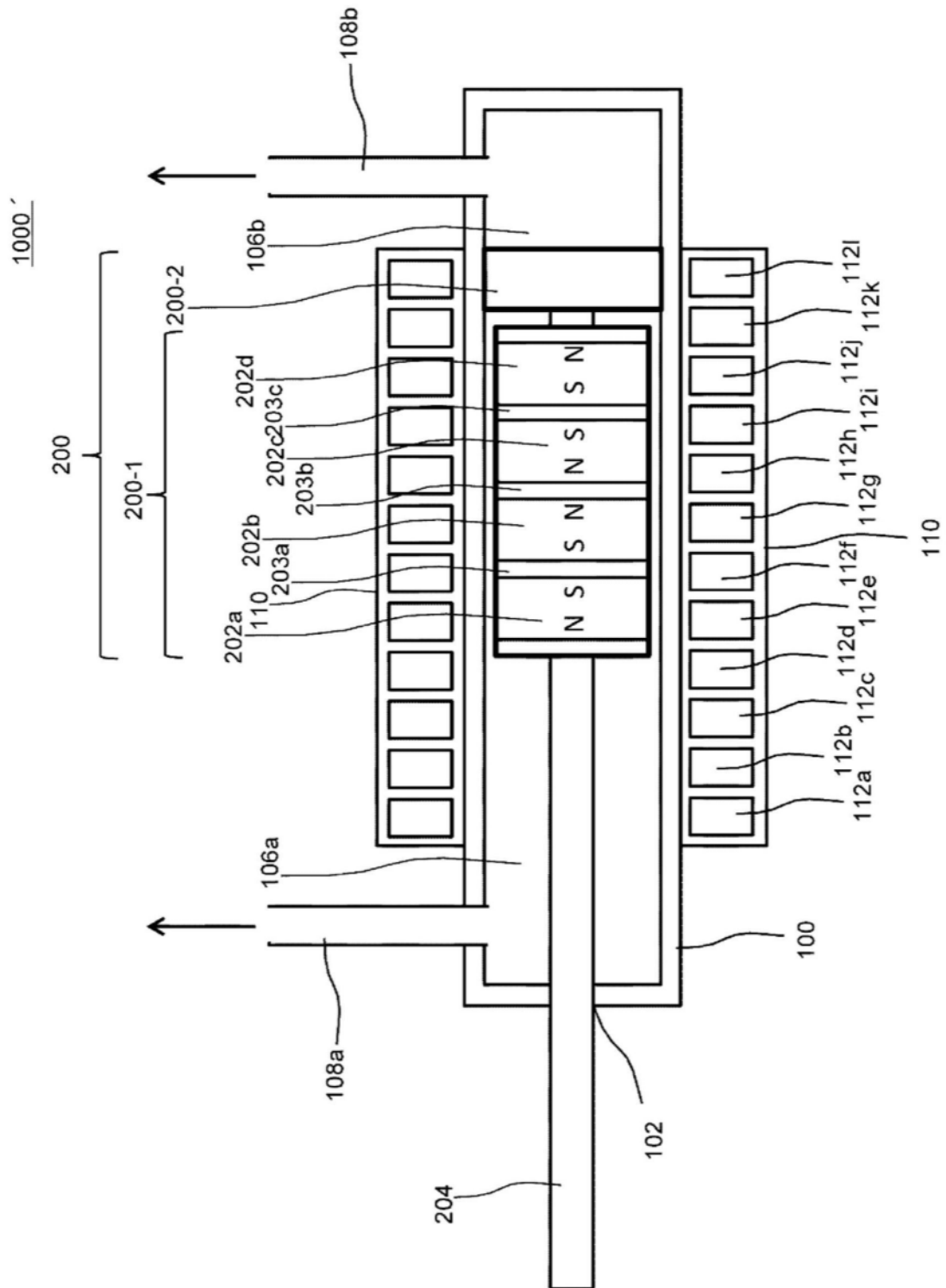


图10

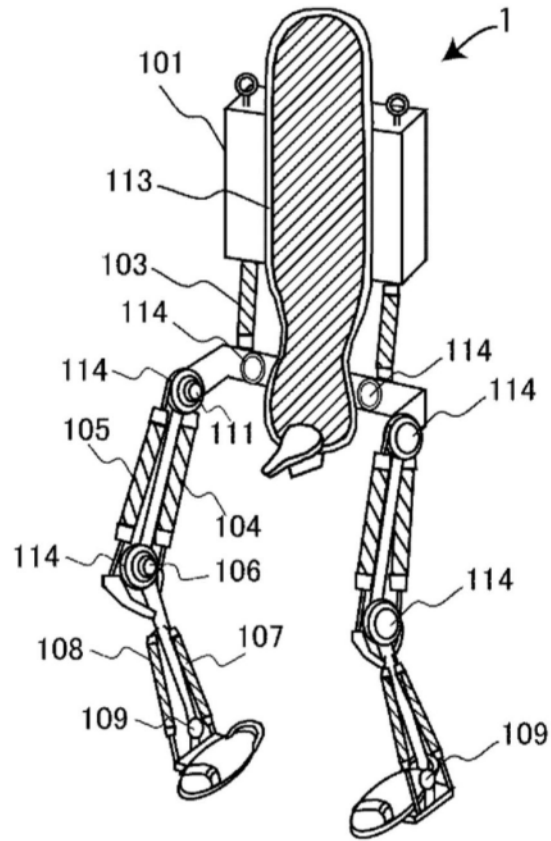


图11

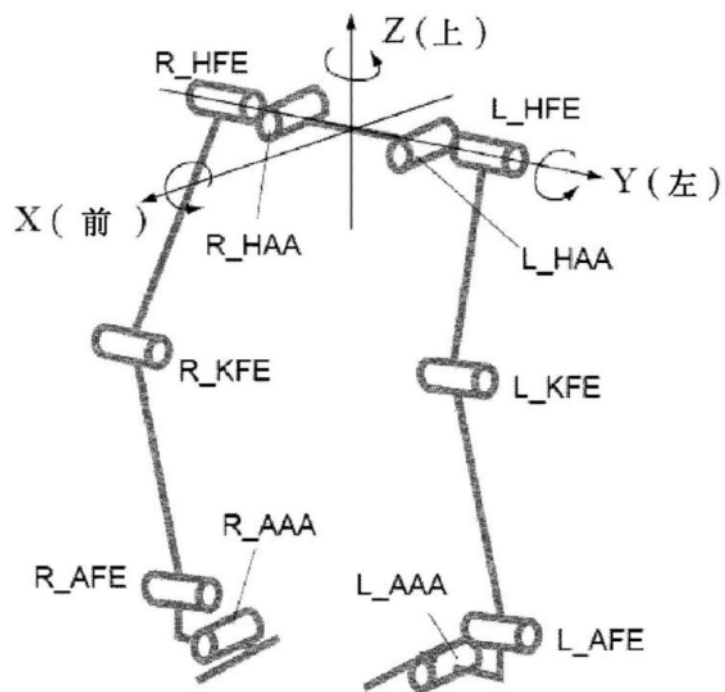


图12

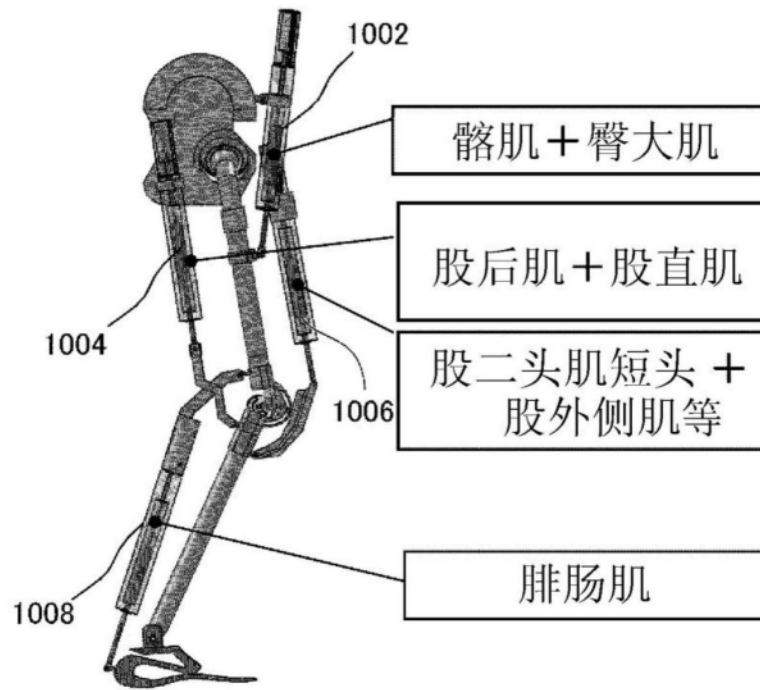


图13

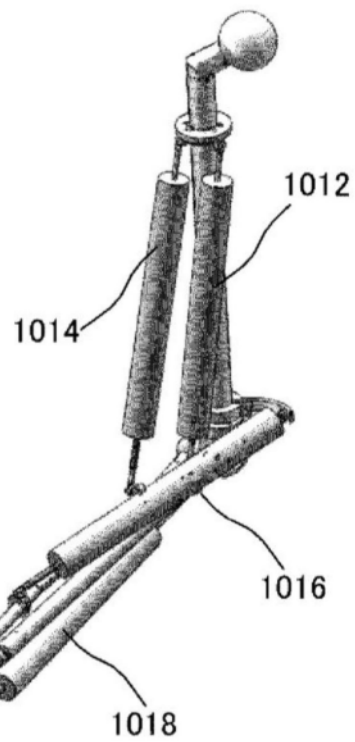


图14

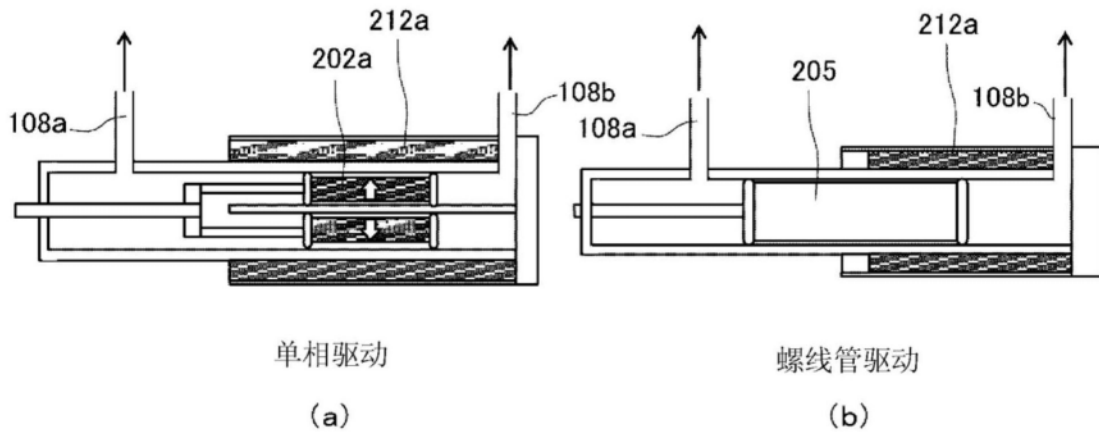


图15

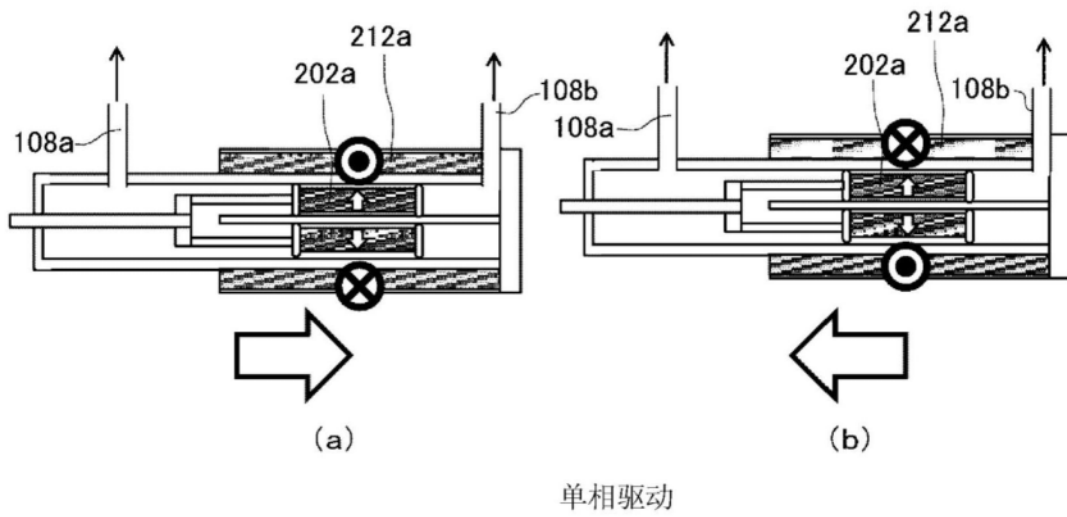


图16

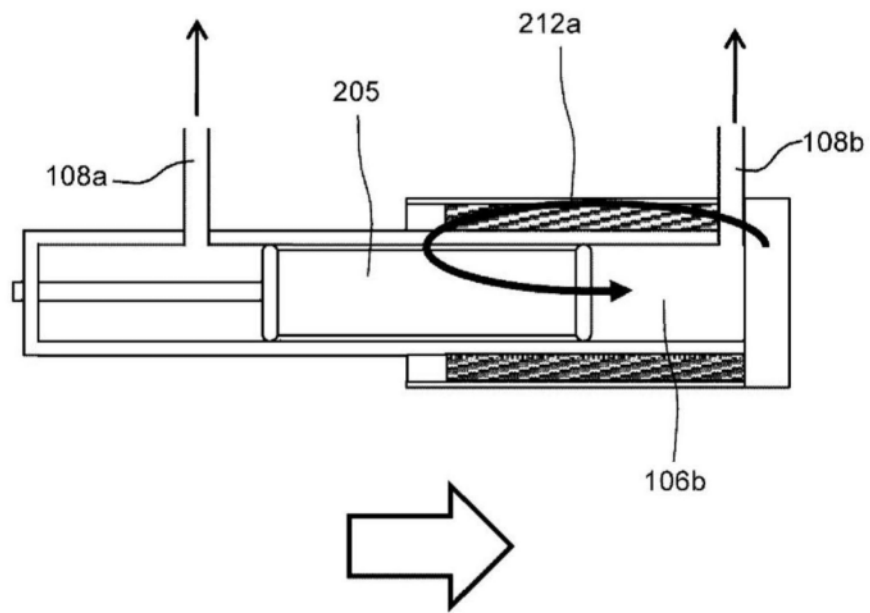


图17

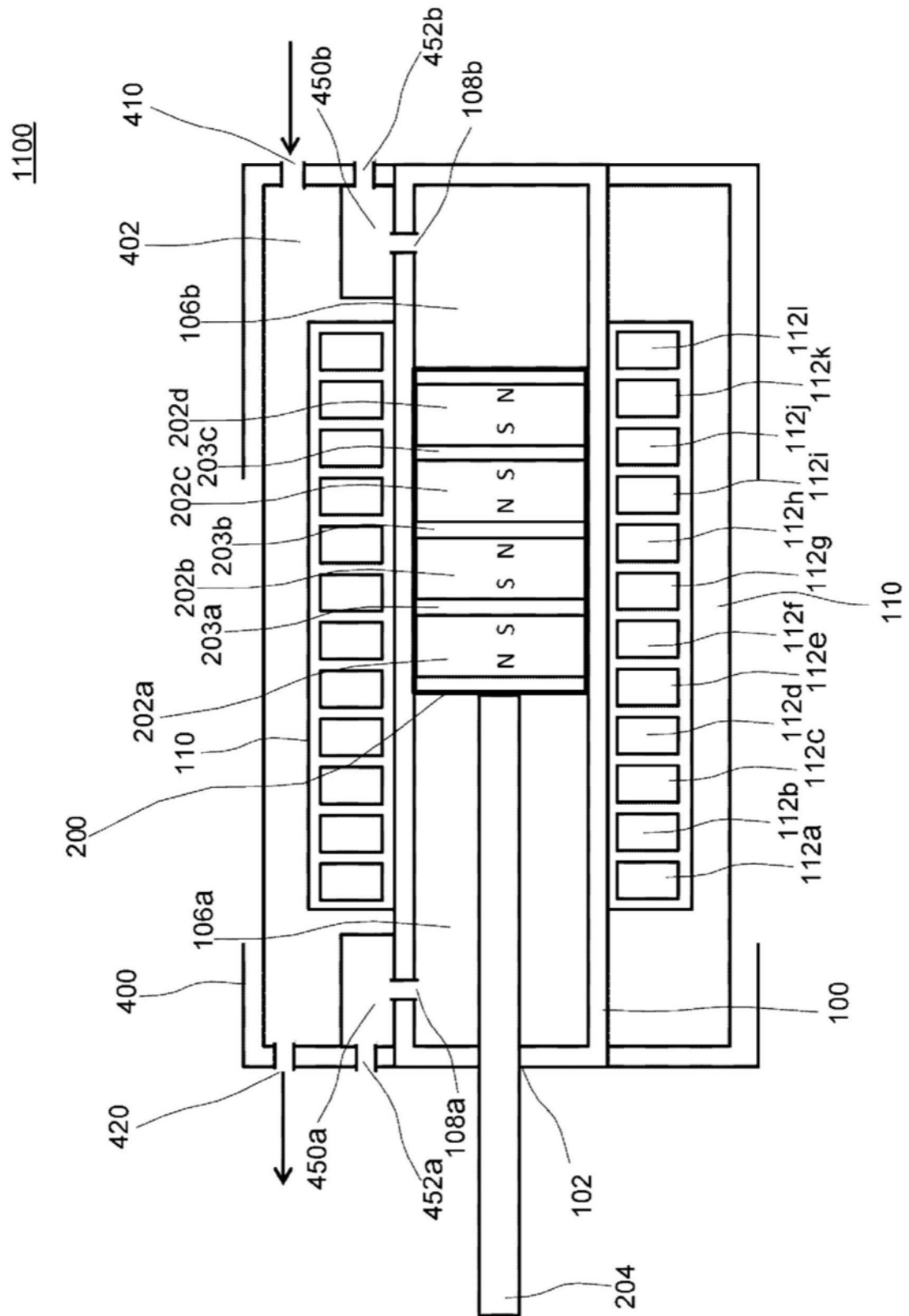


图18

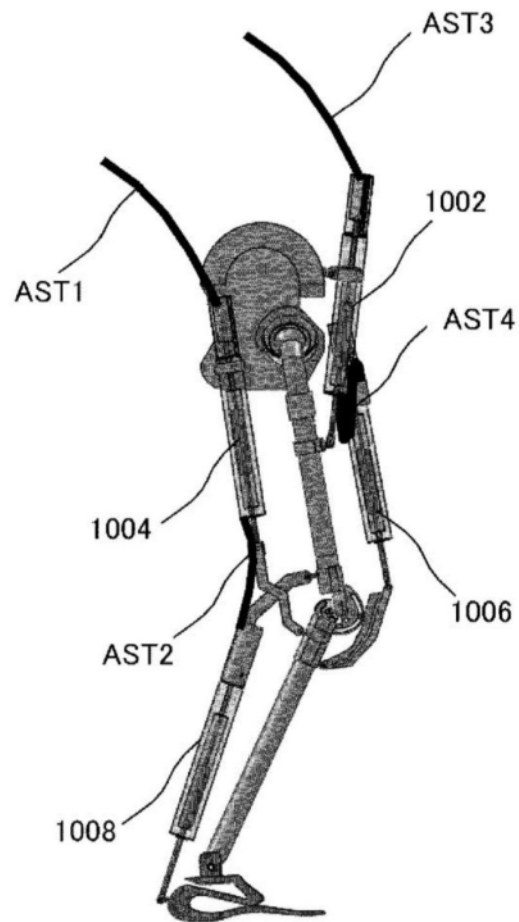


图19

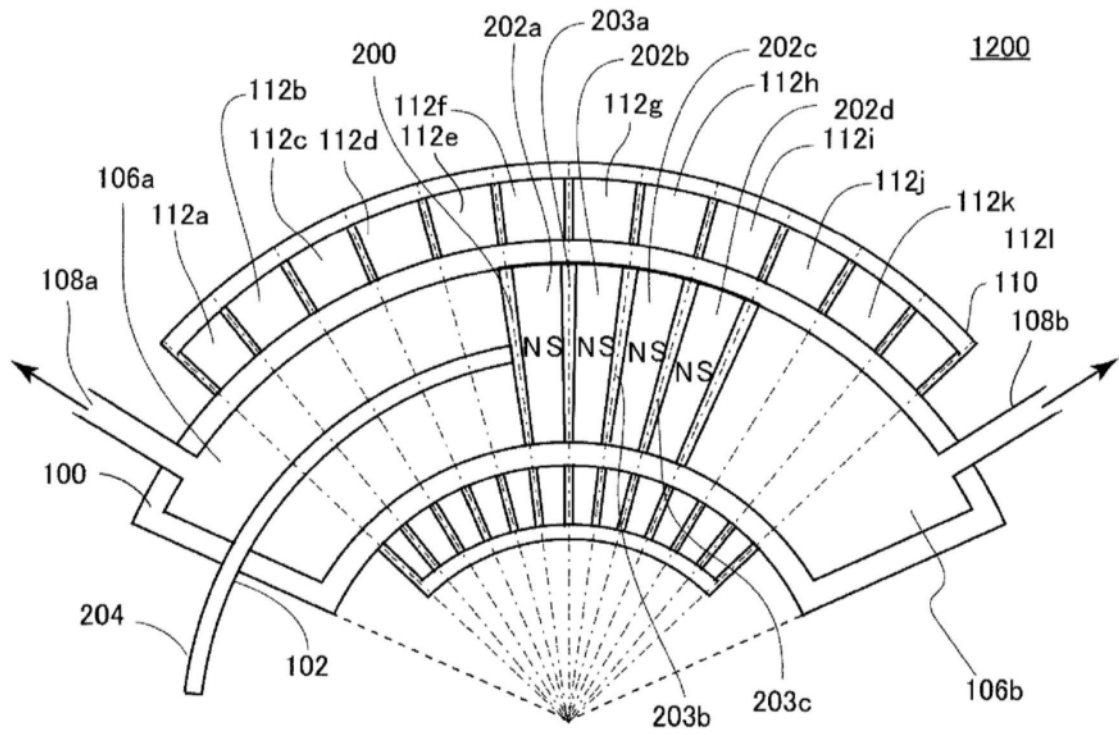


图20

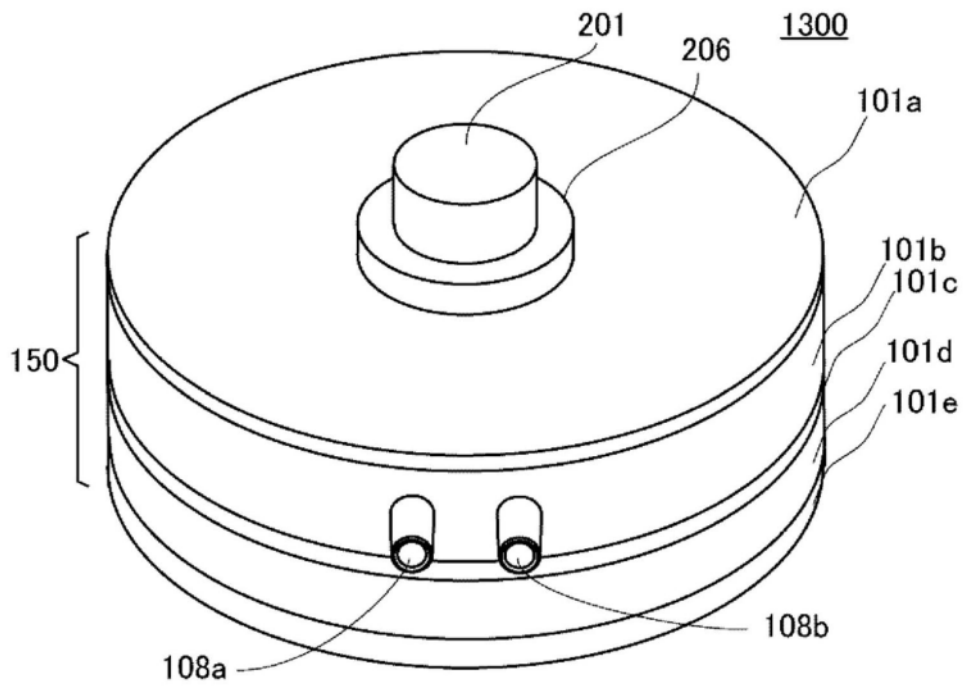


图21

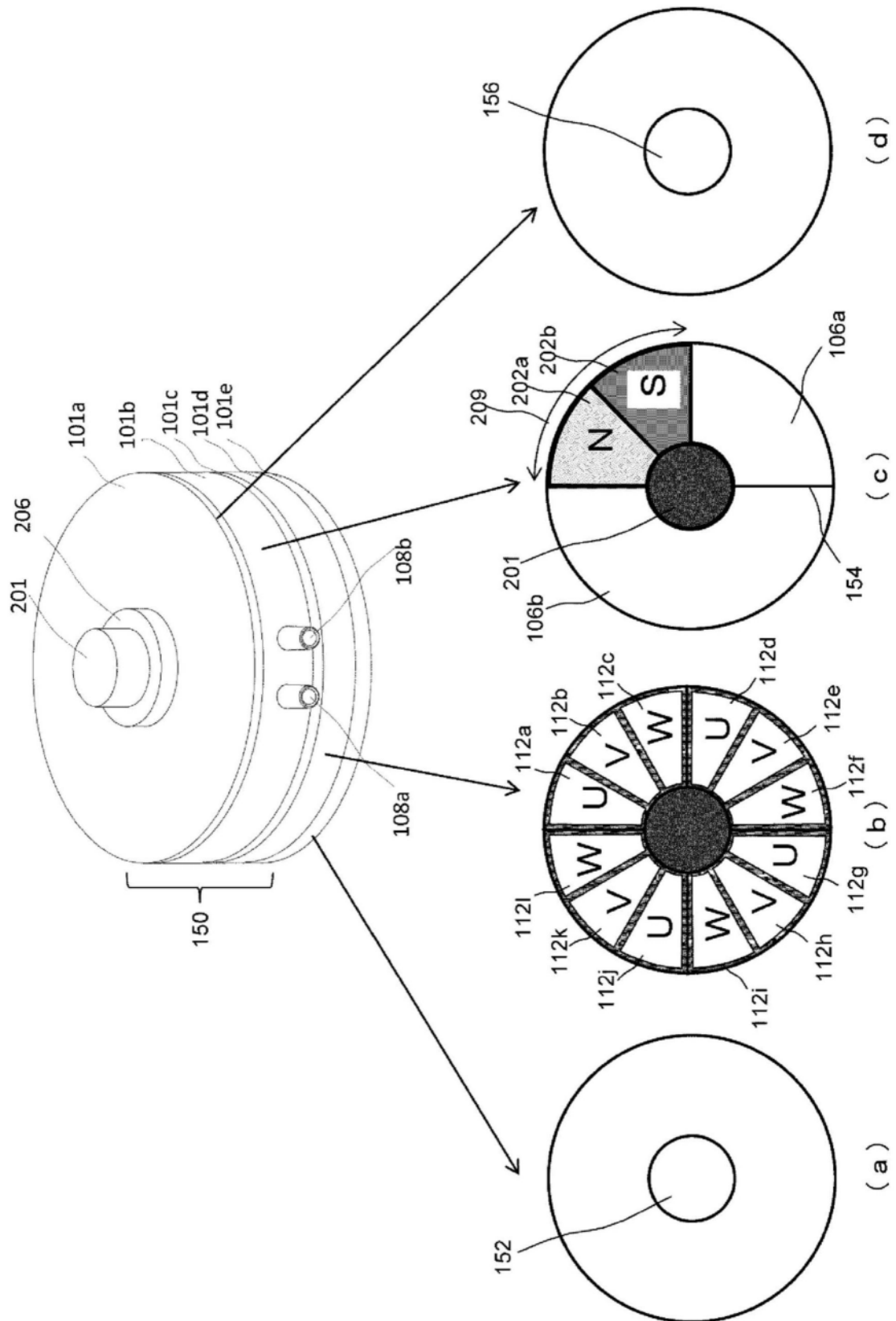


图22

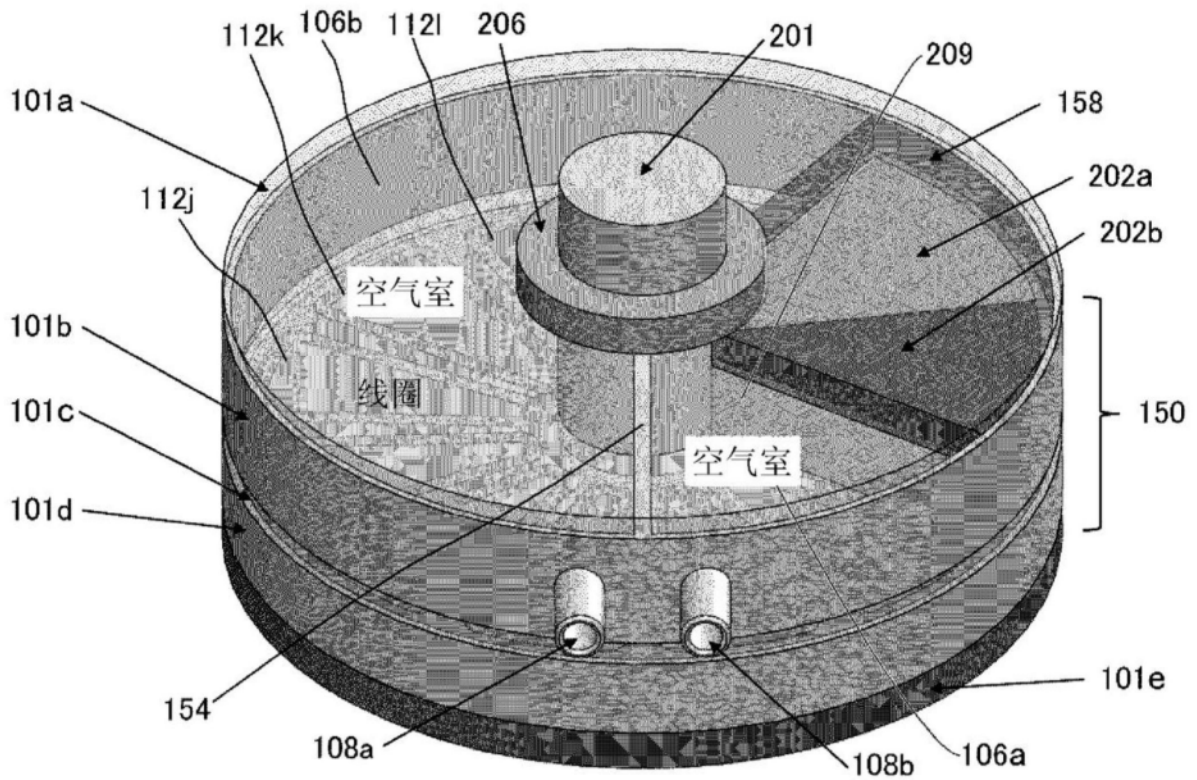


图23

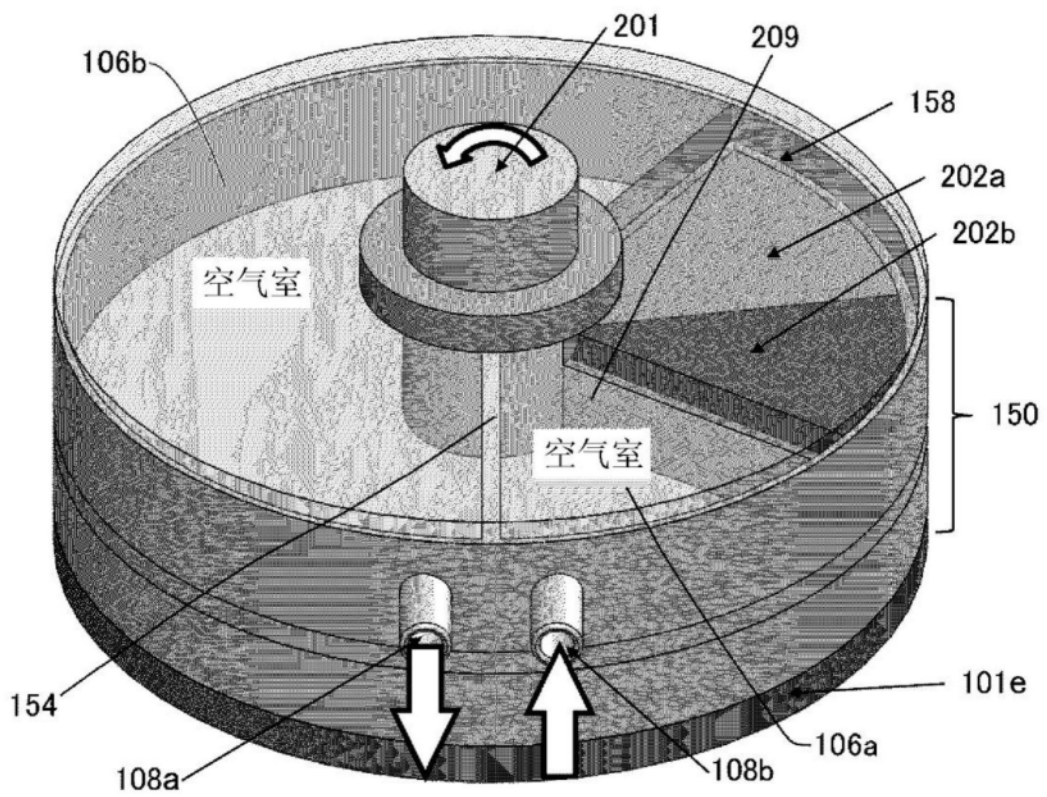


图24

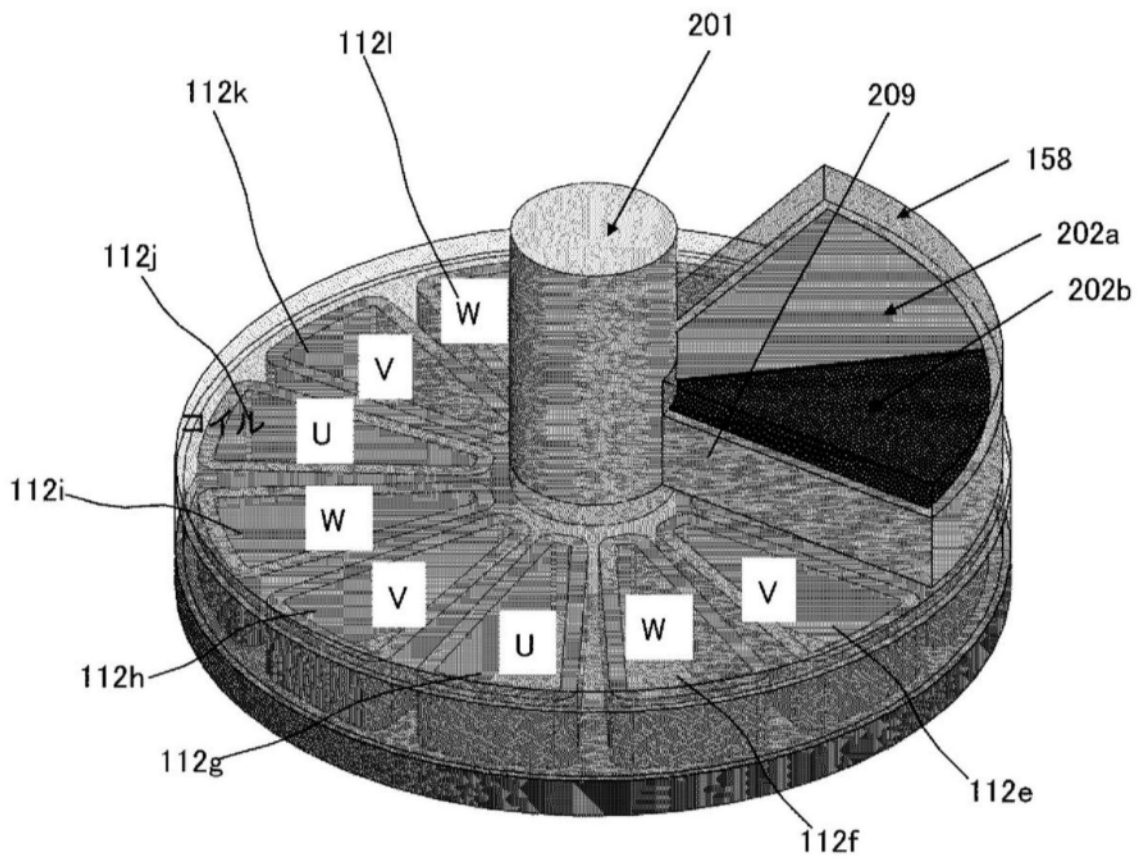


图25

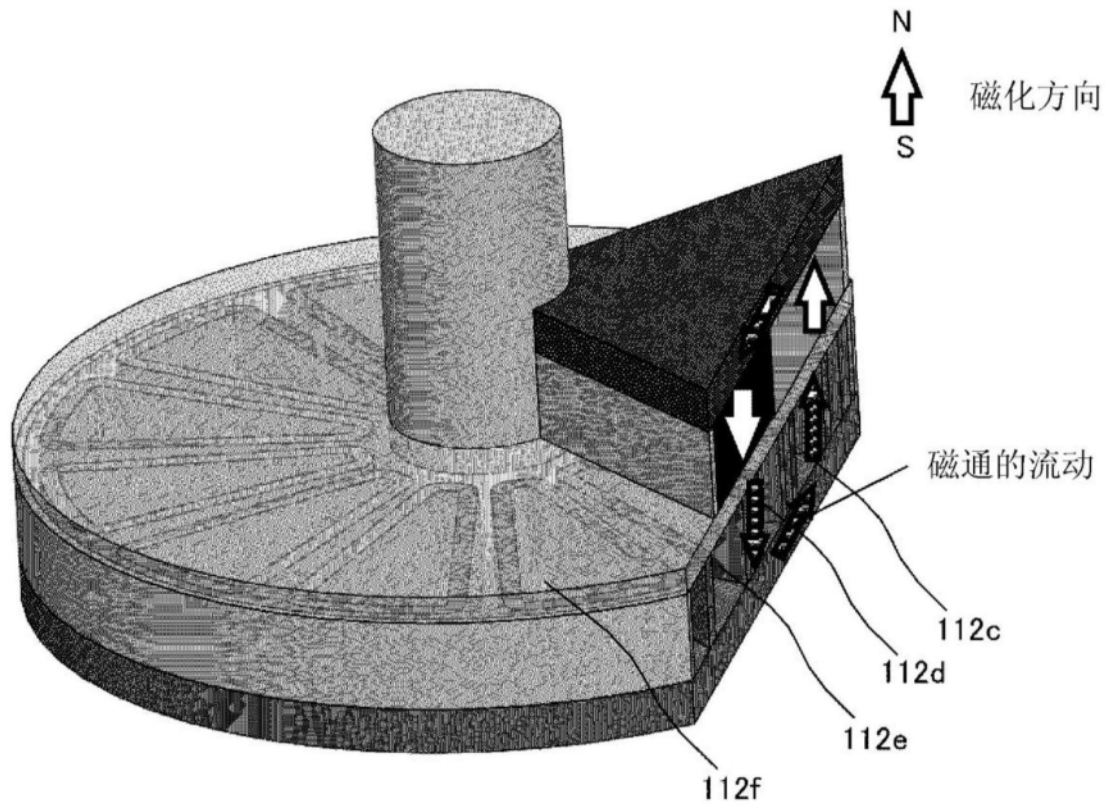


图26

1300'

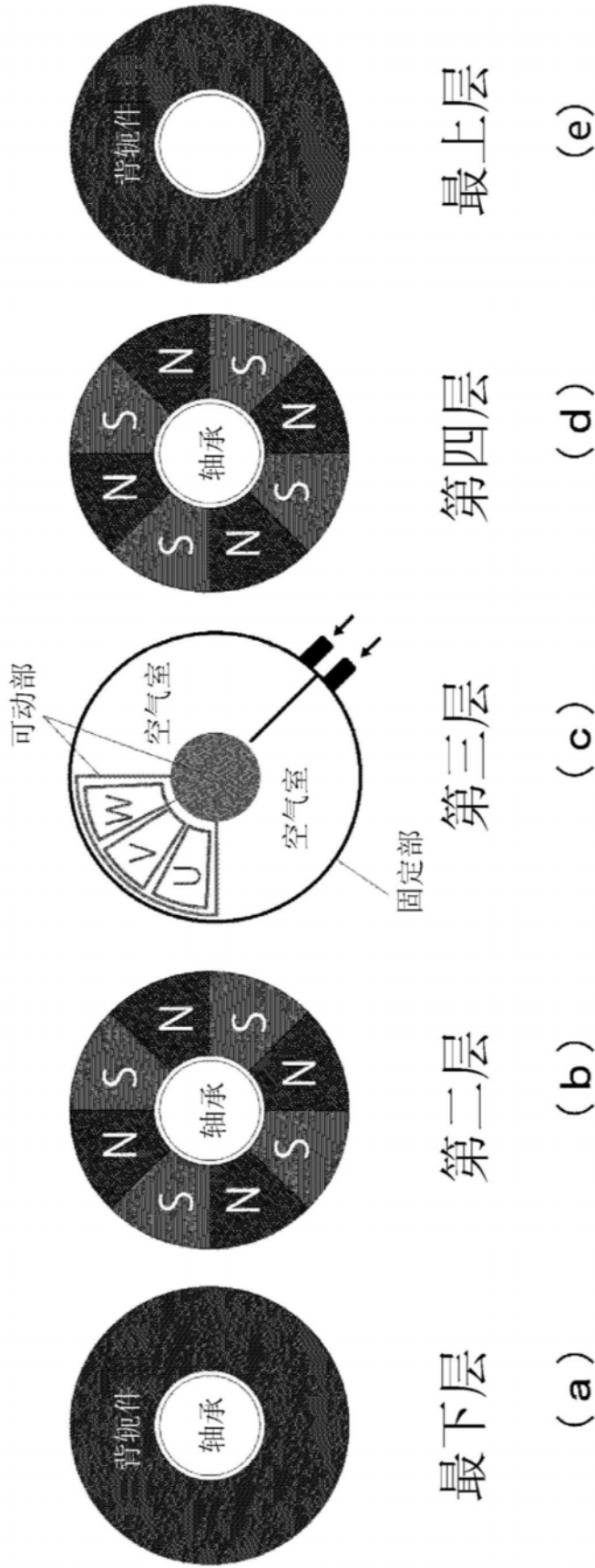


图27

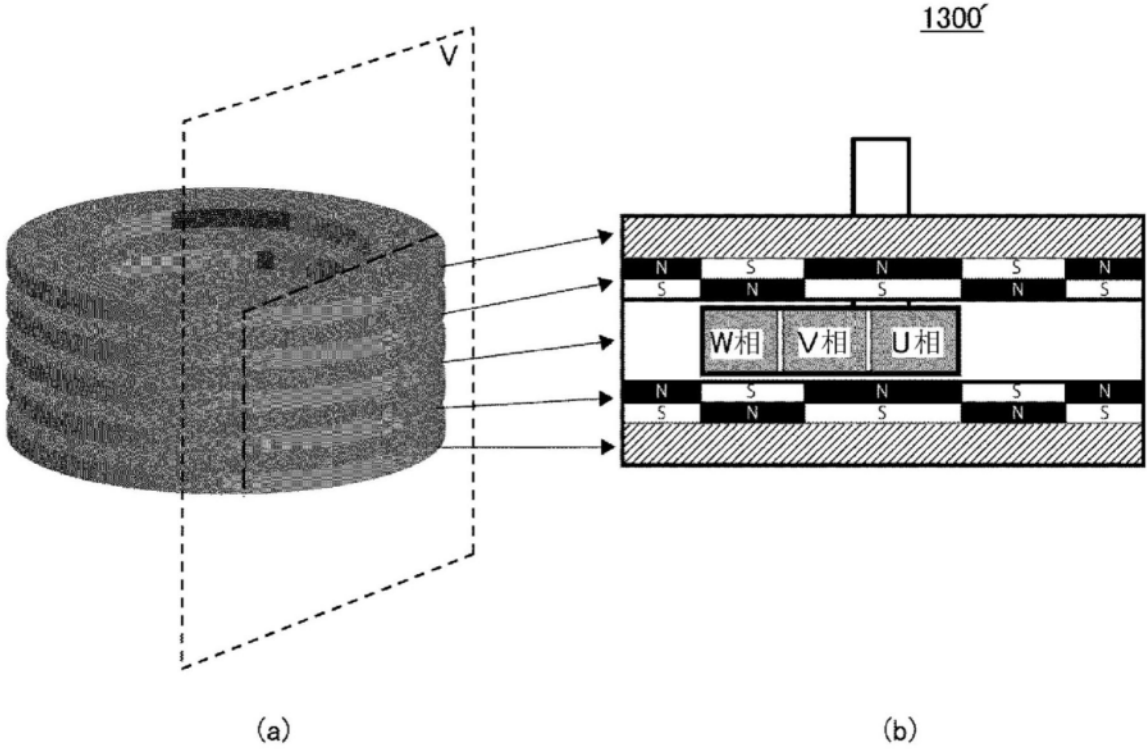


图28

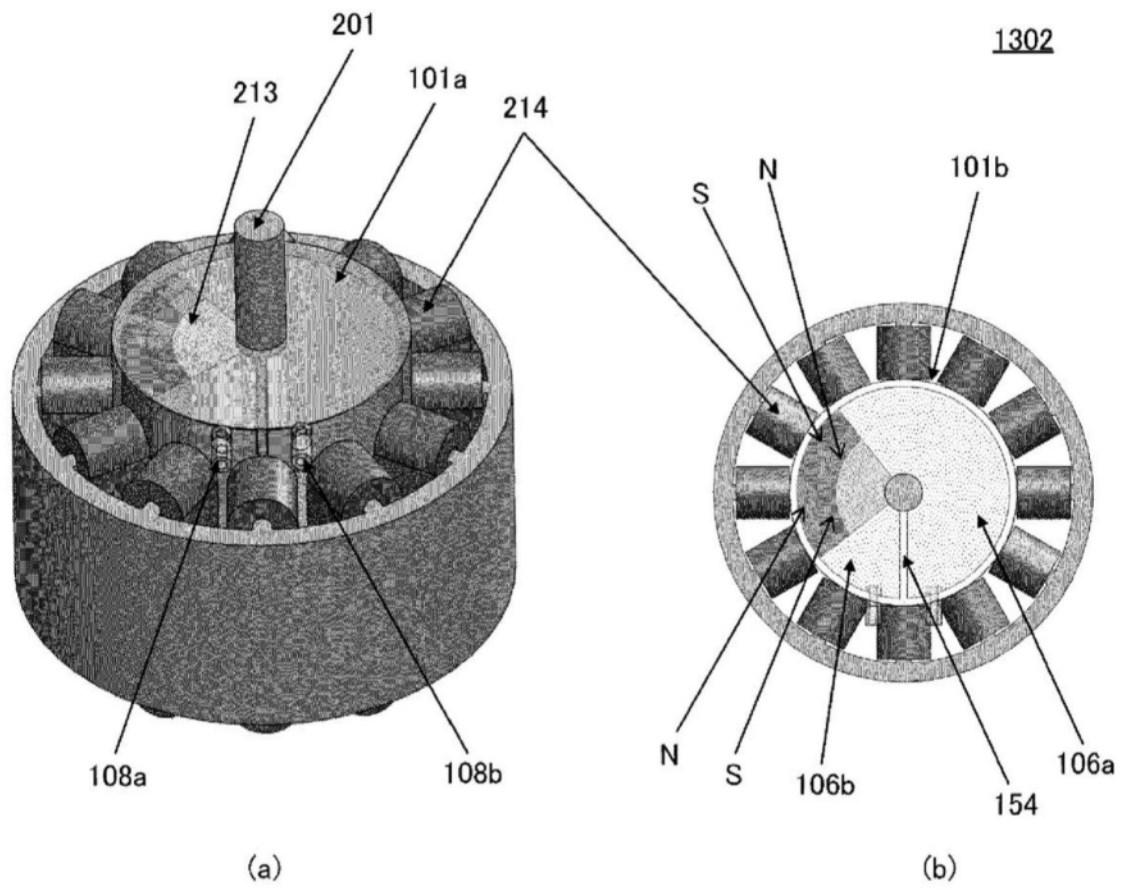


图29

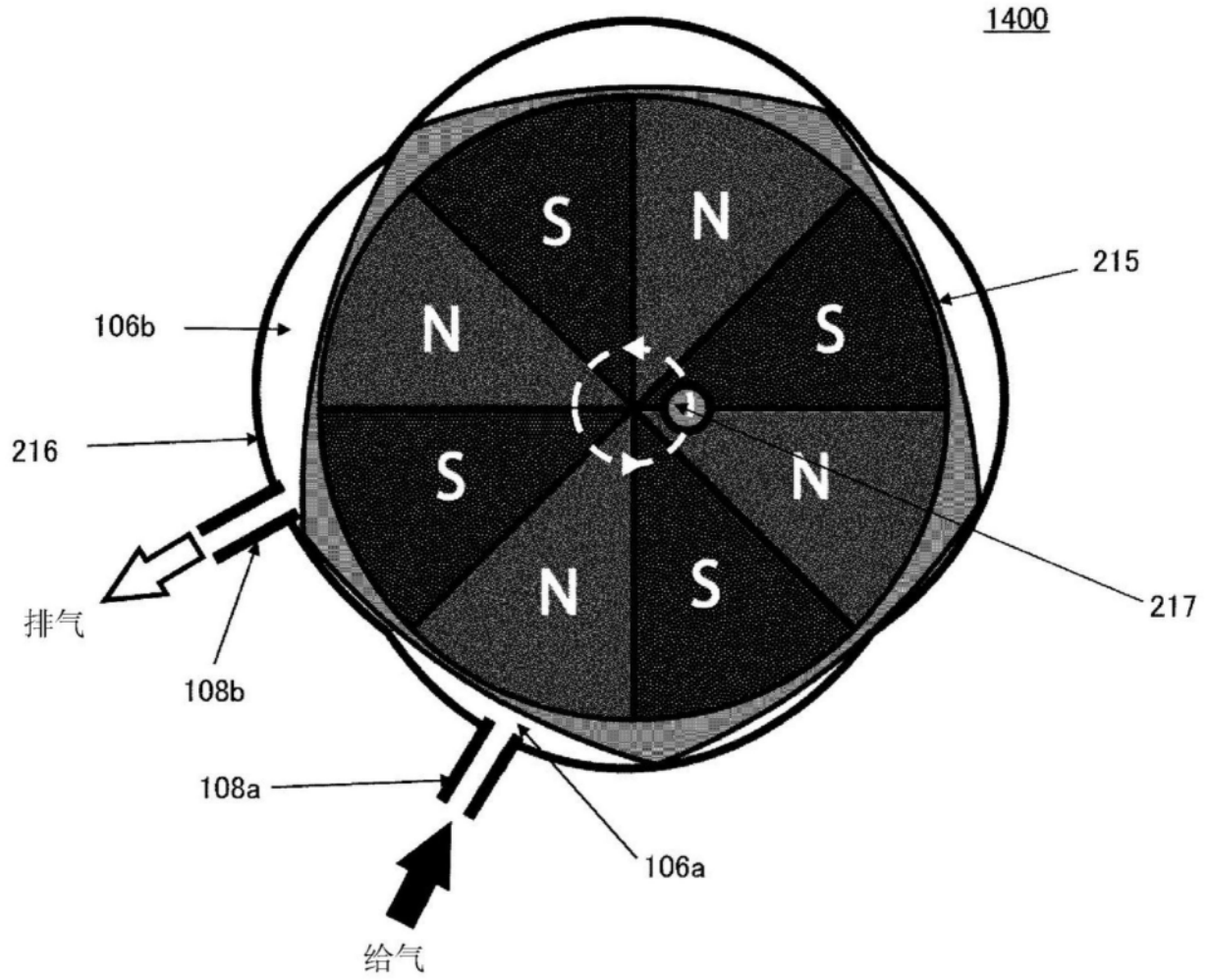


图30