



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119768131 A

(43) 申请公布日 2025. 04. 04

(21) 申请号 202380064331.9

(22) 申请日 2023.09.06

(30) 优先权数据

2022-142465 2022.09.07 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.03.06

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/032584 2023.09.06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/053688 JA 2024.03.14

(71) 申请人 本田技研工业株式会社

地址 日本

(72) 发明人 松本里树 小谷善明 小野拓洋

太田宽 冈野正洋

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

专利代理师 孙尚昆

(51) Int.Cl.

A61F 2/64 (2006.01)

A61F 2/68 (2006.01)

权利要求书6页 说明书26页 附图26页

(54) 发明名称

接头装置、膝关节接头装置、接头装置的控制方法、接头装置的控制程序以及存储有该控制程序的存储介质

(57) 摘要

电动假腿(1)的控制部(10)在负重状态即站立阶段,控制为使第一断续机构(210)和第二断续机构(220)中的任一方连接的第一连接状态;在非负重状态即抬腿阶段,控制为使第一断续机构(210)和第二断续机构(220)切断的切断状态,或控制为使第一断续机构(210)和第二断续机构(220)中的另一方连接的第二连接状态。

<上台阶段模式>

| | | | | | | |
|---------|-------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|
| | 站立阶段 | 转变阶段 ↓ 抬腿前期 | 抬腿前期阶段 | 转变阶段 ↓ 抬腿后期 | 抬腿后期阶段 | 转变阶段 ↓ 抬腿后期 |
| 马达M | 向伸展方向驱动 (扭矩控制) | 不驱动 | 向弯曲方向驱动 (位置控制) | 不驱动 | 向伸展方向驱动 (位置控制) | 不驱动 |
| 操作机构240 | 高扭矩侧 连接状态 | 高扭矩侧连接状态 ↓ 高转速侧连接状态 | 高转速侧连接状态 | | | 高扭矩侧连接状态 ↓ 高扭矩侧连接状态 |

<平地和下台阶段模式>

| | | | | |
|---------|----------|-----------------------|------|-----------------------|
| | 站立阶段 | 转变阶段 ↓ 抬腿 | 抬腿阶段 | 转变阶段 ↓ 站立 |
| 马达M | 不驱动 | | | |
| 操作机构240 | 高转速侧连接状态 | 高转速侧连接状态 ↓ 切断状态 | 切断状态 | 高转速侧连接状态 ↓ 切断状态 |

1. 一种接头装置,其具备:

第一部件;

第二部件;

连接部,其连接所述第一部件与所述第二部件,且能够变更所述第一部件与所述第二部件之间的夹角;以及

扩缩装置,其能够扩大和缩小所述第一部件与所述第二部件之间的所述夹角,其中,所述扩缩装置具有动力源和传递所述动力源的动力的动力传递部,

所述动力传递部具有:

以第一变速比传递所述动力的第一动力传递路径;以及

以与所述第一变速比不同的第二变速比传递所述动力的第二动力传递路径,

所述扩缩装置还具有:

第一断续机构,其对所述第一动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换;

第二断续机构,其对所述第二动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换;以及

控制部,其对所述动力源、所述第一断续机构和所述第二断续机构进行控制,

所述接头装置设置为在接收来自外部的负重的负重状态与不接收负重的非负重状态之间进行转变,

所述控制部执行如下控制:

(A) 当处于所述负重状态时,

控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的任一方连接的第一连接状态;

(B) 当处于所述非负重状态时,

控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构切断的切断状态,或者控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的另一方连接的第二连接状态。

2. 根据权利要求1所述的接头装置,其中,

所述接头装置还具备负重获取部,该负重获取部获取该接头装置接收到的负重,或者获取所述负重状态或所述非负重状态,

所述控制部执行如下(a)或(b)的控制:

(a) 当所述负重获取部获取到从所述非负重状态到所述负重状态的转变时,

控制为从所述切断状态或所述第二连接状态切换至所述第一连接状态;

(b) 当所述负重获取部获取到从所述负重状态到所述非负重状态的转变时,

控制为从所述第一连接状态切换至所述切断状态或所述第二连接状态。

3. 根据权利要求2所述的接头装置,其中,

(a) 当所述负重获取部获取到从所述非负重状态到所述负重状态的转变时,所述控制部控制为从所述切断状态切换至所述第一连接状态,

所述负重获取部预测获取从所述非负重状态到所述负重状态的转变,

所述控制部控制为在从所述非负重状态到所述负重状态的转变开始之前从所述切断状态切换至所述第一连接状态。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的接头装置,其中,

所述夹角定义为以所述连接部的连接轴为中心的一周的一侧为第一夹角,另一侧为第二夹角,

当该第一夹角和该第二夹角中的、所述第一部件与所述第二部件相对移动的范围内的最小所夹角度较小的一方为所述第二夹角时，

所述第二夹角设置为取从所述最小所夹角度到最大所夹角度范围内的值，

所述接头装置设置为当从所述非负重状态转变为所述负重状态时，所述第二夹角大致为所述最大所夹角度。

5. 根据权利要求4所述的接头装置，其中，

所述接头装置还具备负重获取部，该负重获取部获取该接头装置接收到的负重，或者获取所述负重状态或所述非负重状态，

在所述接头装置处于所述非负重状态、且所述控制部控制到了所述切断状态的情况下，

当所述负重获取部获取到所述第二夹角成为比所述最大所夹角度小规定角度的阈值以上时，

所述控制部控制为从所述切断状态切换至所述第一连接状态。

6. 根据权利要求5所述的接头装置，其中，

在所述接头装置处于所述非负重状态、且所述控制部控制到了所述切断状态的情况下，

当所述负重获取部获取到所述第二夹角成为所述阈值以上、且所述第二部件与基准线之间的夹角在第一规定范围内时，

所述控制部控制为从所述切断状态切换至所述第一连接状态，

所述基准线通过安装主体的第一部分与相对该第一部分转动的第二部分之间的转动轴。

7. 根据权利要求5或6所述的接头装置，其中，

在所述接头装置处于所述非负重状态、且所述控制部控制到了所述切断状态的情况下，

当所述负重获取部获取到所述第二夹角成为所述阈值以上、且所述第一部件与其他基准线之间的其他夹角的角速度在第二规定范围内时，

所述控制部控制为从所述切断状态切换至所述第一连接状态，

所述其他基准线通过所述第一部件与所述第二部件之间的其他转动轴。

8. 根据权利要求5至7中任一项所述的接头装置，其中，

所述控制部控制为在从所述切断状态切换至所述第一连接状态之后，在规定时间的期间维持所述第一连接状态。

9. 根据权利要求8所述的接头装置，其中，

所述接头装置还具备负重转变获取部，该负重转变获取部获取该接头装置成为所述负重状态，

当所述负重转变获取部在所述规定时间的期间获取到成为了所述负重状态时，

所述控制部控制为在经过所述规定时间之后也维持所述第一连接状态。

10. 根据权利要求2或3所述的接头装置，其中，

(b) 当所述负重获取部获取到从所述负重状态到所述非负重状态的转变时，所述控制部控制为从所述第一连接状态切换至所述切断状态，

所述负重获取部预测获取从所述负重状态到所述非负重状态的转变，

所述控制部控制为在从所述负重状态到所述非负重状态的转变开始之前从所述第一连接状态切换至所述切断状态。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的接头装置，其中，

所述夹角定义为以所述连接部的连接轴为中心的一周的一侧为第一夹角，另一侧为第二夹角，

当该第一夹角和该第二夹角中的、所述第一部件与所述第二部件相对移动的范围内的最小所夹角度较小的一方为所述第二夹角时，

所述第二夹角设置为取从所述最小所夹角度到最大所夹角度范围内的值，

所述接头装置设置为当从所述负重状态转变为所述非负重状态时，所述第二夹角大致为所述最大所夹角度。

12. 根据权利要求11所述的接头装置，其中，

所述接头装置还具备负重获取部，该负重获取部获取该接头装置接收到的负重，或者获取所述负重状态或所述非负重状态，

在所述接头装置处于所述负重状态、且所述控制部控制到了所述第一连接状态的情况下，

当所述负重获取部获取到所述第二夹角成为比所述最大所夹角度小规定角度的阈值以上时，

所述控制部控制为从所述第一连接状态切换至所述切断状态。

13. 根据权利要求12所述的接头装置，其中，

在所述接头装置处于所述负重状态、且所述控制部控制到了所述第一连接状态的情况下，

当所述负重获取部获取到所述第二夹角成为所述阈值以上、且所述第二部件与基准线之间的夹角在第三规定范围内时，

所述控制部控制为从所述第一连接状态切换至所述切断状态，

所述基准线通过安装主体的第一部分和相对该第一部分转动的第二部分之间的转动轴。

14. 根据权利要求12或13所述的接头装置，其中，

在所述接头装置处于所述负重状态、且所述控制部控制到了所述第一连接状态的情况下，

当所述负重获取部获取到所述第二夹角成为所述阈值以上、且所述第一部件与其他基准线之间的其他夹角的角速度在第四规定范围内时，

所述控制部控制为从所述第一连接状态切换至所述切断状态，

所述其他基准线通过所述第一部件与所述第二部件之间的其他转动轴。

15. 根据权利要求1至14中任一项所述的接头装置，其中，

所述扩缩装置为伸缩装置，

该伸缩装置具有伸缩部，所述伸缩部的延伸方向上的一端侧与所述第一部件机械连接，另一端侧与所述第二部件机械连接，并且所述伸缩部能够通过伸缩来扩大和缩小所述夹角。

16. 根据权利要求15所述的接头装置,其中,
所述伸缩部在所述动力的传递路径上相对于所述动力传递部配置于与所述动力源相反的一侧。

17. 根据权利要求15或16所述的接头装置,其中,
所述动力源构成为输出旋转动力,
所述伸缩部具有将从所述动力源输出的旋转动力转换为平移运动的运动转换机构。

18. 根据权利要求17所述的接头装置,其中,
所述运动转换机构具有轴部件和通过该轴部件的旋转而沿着所述轴部件的轴线进行平移运动的筒部件。

19. 根据权利要求1至14中任一项所述的接头装置,其中,
在将所述第一变速比定义为在所述第一动力传递路径上相对于第一变速部而言变速后转速与比该第一变速部靠近所述动力源一侧的转速即变速前转速的比率、且将所述第二变速比定义为在所述第二动力传递路径上相对于第二变速部而言变速后转速与比该第二变速部靠近所述动力源一侧的转速即变速前转速的比率的情况下,

所述第一变速比构成为比所述第二变速比小,

所述控制部执行如下控制:

(A) 当处于所述负重状态时,

控制为使所述第一断续机构连接的所述第一连接状态;

(B) 当处于所述非负重状态时,

控制为使所述第二断续机构连接的所述第二连接状态。

20. 根据权利要求19所述的接头装置,其中,

所述控制部还对所述动力源进行控制,

所述控制部执行如下控制:

(A) 当处于所述第一连接状态时,

基于扭矩目标值对所述动力源进行控制,所述扭矩目标值为与所述扩缩装置扩大或缩小所述夹角的扭矩相关的扭矩的目标值;

(B) 当处于所述第二连接状态时,

基于位置目标值对所述动力源进行控制,所述位置目标值为与所述扩缩装置使所述夹角所成的角度相关的位置的目标值。

21. 根据权利要求1至20中任一项所述的接头装置,其中,

所述第一部件相对于安装主体以比所述第二部件靠近该安装主体的末端侧的方式安装,

所述接头装置为假肢装置,该假肢装置设置为所述连接部作为该安装主体的关节发挥功能。

22. 根据权利要求21所述的接头装置,其中,

所述假肢装置为安装于所述安装主体的腿部的假腿装置。

23. 根据权利要求22所述的接头装置,其中,

所述假腿装置设置为:

所述第二部件安装于所述腿部的大腿部,

所述连接部作为所述大腿部与小腿部之间的膝关节发挥功能。

24. 根据权利要求22或23所述的接头装置, 其中,

(B) 在平地步行前进的情况下, 或者在步行下台阶的情况下, 当处于所述非负重状态时,

所述控制部控制为所述切断状态。

25. 根据权利要求22至24中任一项所述的接头装置, 其中,

(B) 在步行上台阶的情况下, 当处于所述非负重状态时,

所述控制部控制为所述第二连接状态。

26. 一种膝关节接头装置, 其具备:

第一部件;

第二部件;

连接部, 其连接所述第一部件与所述第二部件, 且能够变更所述第一部件与所述第二部件之间的夹角; 以及

扩缩装置, 其能够扩大和缩小所述第一部件与所述第二部件之间的所述夹角, 其中,

所述扩缩装置具有动力源和传递所述动力源的动力的动力传递部,

所述动力传递部具有:

以第一变速比传递所述动力的第一动力传递路径; 以及

以与所述第一变速比不同的第二变速比传递所述动力的第二动力传递路径,

所述扩缩装置还具有:

第一断续机构, 其对所述第一动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换;

第二断续机构, 其对所述第二动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换; 以及

控制部, 其对所述动力源、所述第一断续机构和所述第二断续机构进行控制,

所述膝关节接头装置设置为在接收来自该膝关节接头装置的安装主体的负载的站立状态与不接收负载的抬腿状态之间进行转变,

所述控制部执行如下控制:

(A) 当处于所述站立状态时,

控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的任一方连接的第一连接状态;

(B) 当处于所述抬腿状态时,

控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构切断的切断状态, 或者控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的另一方连接的第二连接状态。

27. 一种接头装置的控制方法, 所述接头装置具备:

第一部件;

第二部件;

连接部, 其连接所述第一部件与所述第二部件, 且能够变更所述第一部件与所述第二部件之间的夹角; 以及

扩缩装置, 其能够扩大和缩小所述第一部件与所述第二部件之间的所述夹角, 其中,

所述扩缩装置具有动力源和传递所述动力源的动力的动力传递部,

所述动力传递部具有:

以第一变速比传递所述动力的第一动力传递路径; 以及

以与所述第一变速比不同的第二变速比传递所述动力的第二动力传递路径，所述扩缩装置还具有：
第一断续机构，其对所述第一动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换；以及
第二断续机构，其对所述第二动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换，
所述接头装置设置为在接收来自外部的负重的负重状态与不接收负重的非负重状态之间进行转变，

所述控制方法具备以下步骤：

(A) 当处于所述负重状态时，

控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的任一方连接的第一连接状态；

(B) 当处于所述非负重状态时，

控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构切断的切断状态，或者控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的另一方连接的第二连接状态。

28. 一种接头装置的控制程序，所述接头装置具备：

第一部件；

第二部件；

连接部，其连接所述第一部件与所述第二部件，且能够变更所述第一部件与所述第二部件之间的夹角；以及

扩缩装置，其能够扩大和缩小所述第一部件与所述第二部件之间的所述夹角，其中，所述扩缩装置具有动力源和传递所述动力源的动力的动力传递部，

所述动力传递部具有：

以第一变速比传递所述动力的第一动力传递路径；以及

以与所述第一变速比不同的第二变速比传递所述动力的第二动力传递路径，

所述扩缩装置还具有：

第一断续机构，其对所述第一动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换；以及

第二断续机构，其对所述第二动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换，

所述接头装置设置为在接收来自外部的负重的负重状态与不接收负重的非负重状态之间进行转变，

所述控制程序使计算机执行以下步骤：

(A) 当处于所述负重状态时，

控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的任一方连接的第一连接状态；

(B) 当处于所述非负重状态时，

控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构切断的切断状态，或者控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的另一方连接的第二连接状态。

29. 一种存储介质，其是计算机可读的存储介质，其中，

所述存储介质存储有权利要求28所述的控制程序。

接头装置、膝关节接头装置、接头装置的控制方法、接头装置的控制程序以及存储有该控制程序的存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及一种接头装置、膝关节接头装置、接头装置的控制方法、接头装置的控制程序以及存储有该控制程序的存储介质。

背景技术

[0002] 以往,作为接头装置的一例,已知有一种假腿装置,其安装于机器人的腿部或因事故、疾病而截肢的人。例如,在专利文献1中记载了一种电动假腿,其为了顺畅地上台阶和下台阶而搭载有具有不同变速比的两个动力传递路径的变速器。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:国际公开第2021/251500号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 在搭载有具有两个动力传递路径的变速器的接头装置中,需要根据接头装置的状态适当地切换设置于各个动力传递路径的断续装置的连接和切断。通过根据接头装置的状态适当地切换断续装置的连接和切断来适当地切换动力传递路径,提高接头装置的便利性、商品性。

[0008] 本发明提供一种便利性高的接头装置、膝关节接头装置、接头装置的控制方法、接头装置的控制程序以及存储有该控制程序的存储介质。

[0009] 用于解决课题的方案

[0010] 本发明为一种接头装置,其具备:

[0011] 第一部件;

[0012] 第二部件;

[0013] 连接部,其连接所述第一部件与所述第二部件,且能够变更所述第一部件与所述第二部件之间的夹角;以及

[0014] 扩缩装置,其能够扩大和缩小所述第一部件与所述第二部件之间的所述夹角,其中,

[0015] 所述扩缩装置具有动力源和传递所述动力源的动力的动力传递部,

[0016] 所述动力传递部具有:

[0017] 以第一变速比传递所述动力的第一动力传递路径;以及

[0018] 以与所述第一变速比不同的第二变速比传递所述动力的第二动力传递路径,

[0019] 所述扩缩装置还具有:

[0020] 第一断续机构,其对所述第一动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换;

[0021] 第二断续机构,其对所述第二动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换;以

及

[0022] 控制部,其对所述动力源、所述第一断续机构和所述第二断续机构进行控制,

[0023] 所述接头装置设置为在接收来自外部的负重的负重状态与不接收负重的非负重状态之间进行转变,

[0024] 所述控制部执行如下控制:

[0025] (A) 当处于所述负重状态时,

[0026] 控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的任一方连接的第一连接状态;

[0027] (B) 当处于所述非负重状态时,

[0028] 控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构切断的切断状态,或者控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的另一方连接的第二连接状态。

[0029] 本发明为一种膝关节接头装置,其具备:

[0030] 第一部件;

[0031] 第二部件;

[0032] 连接部,其连接所述第一部件与所述第二部件,且能够变更所述第一部件与所述第二部件之间的夹角;以及

[0033] 扩缩装置,其能够扩大和缩小所述第一部件与所述第二部件之间的所述夹角,其中,

[0034] 所述扩缩装置具有动力源和传递所述动力源的动力的动力传递部,

[0035] 所述动力传递部具有:

[0036] 以第一变速比传递所述动力的第一动力传递路径;以及

[0037] 以与所述第一变速比不同的第二变速比传递所述动力的第二动力传递路径,

[0038] 所述扩缩装置还具有:

[0039] 第一断续机构,其对所述第一动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换;

[0040] 第二断续机构,其对所述第二动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换;以及

及

[0041] 控制部,其对所述动力源、所述第一断续机构和所述第二断续机构进行控制,

[0042] 所述膝关节接头装置设置为在接收来自该膝关节接头装置的安装主体的负载的站立状态与不接收负载的抬腿状态之间进行转变,

[0043] 所述控制部执行如下控制:

[0044] (A) 当处于所述站立状态时,

[0045] 控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的任一方连接的第一连接状态;

[0046] (B) 当处于所述抬腿状态时,

[0047] 控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构切断的切断状态,或者控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的另一方连接的第二连接状态。

[0048] 本发明为一种接头装置的控制方法,所述接头装置具备:

[0049] 第一部件;

[0050] 第二部件;

- [0051] 连接部,其连接所述第一部件与所述第二部件,且能够变更所述第一部件与所述第二部件之间的夹角;以及
- [0052] 扩缩装置,其能够扩大和缩小所述第一部件与所述第二部件之间的所述夹角,其中,
- [0053] 所述扩缩装置具有动力源和传递所述动力源的动力的动力传递部,
- [0054] 所述动力传递部具有:
- [0055] 以第一变速比传递所述动力的第一动力传递路径;以及
- [0056] 以与所述第一变速比不同的第二变速比传递所述动力的第二动力传递路径,
- [0057] 所述扩缩装置还具有:
- [0058] 第一断续机构,其对所述第一动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换;以及
- [0059] 第二断续机构,其对所述第二动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换,
- [0060] 所述接头装置设置为在接收来自外部的负重的负重状态与不接收负重的非负重状态之间进行转变,
- [0061] 所述控制方法具备以下步骤:
- [0062] (A) 当处于所述负重状态时,
- [0063] 控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的任一方连接的第一连接状态;
- [0064] (B) 当处于所述非负重状态时,
- [0065] 控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构切断的切断状态,或者控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的另一方连接的第二连接状态。
- [0066] 本发明为一种接头装置的控制程序,所述接头装置具备:
- [0067] 第一部件;
- [0068] 第二部件;
- [0069] 连接部,其连接所述第一部件与所述第二部件,且能够变更所述第一部件与所述第二部件之间的夹角;以及
- [0070] 扩缩装置,其能够扩大和缩小所述第一部件与所述第二部件之间的所述夹角,其中,
- [0071] 所述扩缩装置具有动力源和传递所述动力源的动力的动力传递部,
- [0072] 所述动力传递部具有:
- [0073] 以第一变速比传递所述动力的第一动力传递路径;以及
- [0074] 以与所述第一变速比不同的第二变速比传递所述动力的第二动力传递路径,
- [0075] 所述扩缩装置还具有:
- [0076] 第一断续机构,其对所述第一动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换;以及
- [0077] 第二断续机构,其对所述第二动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换,
- [0078] 所述接头装置设置为在接收来自外部的负重的负重状态与不接收负重的非负重状态之间进行转变,
- [0079] 所述控制程序使计算机执行以下步骤:

- [0080] (A) 当处于所述负重状态时，
- [0081] 控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的任一方连接的第一连接状态；
- [0082] (B) 当处于所述非负重状态时，
- [0083] 控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构切断的切断状态，或者控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的另一方连接的第二连接状态。
- [0084] 另外，本发明为一种存储介质，其是计算机可读取的存储介质，其中，所述存储介质存储有所述控制程序。
- [0085] 发明效果
- [0086] 根据本发明，通过根据接头装置的状态适当地切换断续装置的连接和切断，从而动力传递路径切换，接头装置的便利性提高。

附图说明

- [0087] 图1是从斜前方观察的、第一实施方式的电动假腿1的立体图。
- [0088] 图2是电动假腿1的分解立体图。
- [0089] 图3是电动假腿1的剖视图。
- [0090] 图4是伸缩装置140的剖视图。
- [0091] 图5是示出电动假腿1的弯曲状态的主要部分剖视图。
- [0092] 图6是示出电动假腿1的最大弯曲状态的主要部分剖视图。
- [0093] 图7是双向离合器的剖视图。
- [0094] 图8是保持器282的立体图。
- [0095] 图9是示出操作机构240的动作用的图，(A) 是示出断续部212和断续部222处于OFF状态的图，(B) 是示出断续部212处于OFF状态、断续部222处于ON状态的图，(C) 是示出断续部212处于ON状态、断续部222处于OFF状态的图。
- [0096] 图10的(A) 是示出断续部222处于OFF状态的剖视图，(B) 是示出此时的操作杆241的位置的图。
- [0097] 图11的(A) 是示出断续部222从OFF状态被操作为ON状态的剖视图，(B) 是示出此时的操作杆241的位置的图。
- [0098] 图12的(A) 是示出断续部222的正转激活状态的剖视图，(B) 是示出此时的操作杆241的位置的图。
- [0099] 图13的(A) 是示出断续部222的反转激活状态的剖视图，(B) 是示出此时的操作杆241的位置的图。
- [0100] 图14的(A) 是示出断续部222从ON状态被操作为OFF状态的剖视图，(B) 是示出此时的操作杆241的位置的图。
- [0101] 图15是根据第二实施方式的电动假腿1的剖视图。
- [0102] 图16是电动假腿1的功能框图。
- [0103] 图17是示出人和电动假腿在上台阶时的动作(上台阶动作)的图。
- [0104] 图18是示出人和电动假腿在平地步行时的动作(平地步行动作)的图。
- [0105] 图19的(A) 是用于说明膝关节角度的图，(B) 是用于说明大腿角的图，(C) 是用于说

明小腿角的图。

[0106] 图20是总结了上台阶模式和平地和下台阶模式下的各阶段和控制方法的表。

[0107] 图21是示出上台阶模式下的膝关节角度、大腿角、小腿角、负载的关系的图表。

[0108] 图22是示出平地和下台阶模式下膝关节角度、大腿角、小腿角、小腿角速度以及负载的关系的图表。

[0109] 图23是示出后期撞击(terminal impact)发生时的负载、膝关节角度、和第一断续机构210和第二断续机构220的状态的图表(比较例)。

[0110] 图24是示出后期撞击抑制控制时的负载、膝关节角度、和第一断续机构210和第二断续机构220的状态的图表。

[0111] 图25是示出磕绊发生时的负载、小腿角速度、和第一断续机构210和第二断续机构220的状态的图表(比较例)。

[0112] 图26是示出磕绊抑制控制时的负载、小腿角速度、和第一断续机构210和第二断续机构220的状态的图表。

具体实施方式

[0113] 以下,参照附图对本发明的接头装置的一实施方式的电动假腿进行说明。此外,在以下的说明中,以电动假腿的使用者为基准定义前后方向、左右方向、上下方向。在附图中,将电动假腿的前方表示为Fr,后方表示为Rr,左侧表示为L,右侧表示为R,上方表示为U,下方表示为D。

[0114] 如图1至图4所示,本实施方式的电动假腿1是安装于没有膝盖的人的腿部的假腿,其具备:位于膝盖下侧的膝下侧部件110;安装于大腿部,且位于膝盖上侧的膝上侧部件120;连接膝下侧部件110与膝上侧部件120使两者之间的夹角能够变更的膝关节机构130;能够扩大和缩小膝下侧部件110与膝上侧部件120之间的夹角的扩缩装置200;机械地限制膝下侧部件110与膝上侧部件120之间的夹角的变化范围的机械止动机构150;缓冲机械止动机构150的冲击的缓冲机构160;传感器装置270;以及向扩缩装置200等供给电力的蓄电池B。

[0115] 膝上侧部件120包括与未图示的接受腔连结的接合器121、以及膝上侧基部126,在膝上侧基部126的上壁部125安装有接合器121。接受腔是设置于大腿部的接合部件,通过将接合器121与接受腔连结,将膝上侧部件120与大腿部一体化。

[0116] 膝下侧部件110具备:上部和后部开口的箱状主框架111;覆盖主框架111的左右两侧面的侧罩112;可开闭地覆盖主框架111的后部开口的可拆卸后罩113;以及安装于主框架111的下表面的接合器122。

[0117] 膝上侧部件120经由构成膝关节机构130的连接轴135设置于膝下侧部件110的主框架111的上部,向下方延伸的腿部114连结于主框架111的接合器122。

[0118] 在由膝上侧部件120和膝下侧部件110形成的空间内,设置有能够扩大和缩小膝下侧部件110与膝上侧部件120之间的夹角的扩缩装置200。扩缩装置200是通过伸缩能够扩大和缩小膝下侧部件110与膝上侧部件120之间的夹角的伸缩装置140。伸缩装置140沿上下方向延伸,延伸方向的一端侧与膝上侧部件120机械连接,延伸方向的另一端侧与膝下侧部件110机械连接,详细情况后述。此外,“机械连接”是包括直接连接的结构和经由其他部件连

接的结构的概念。

[0119] 如图3和图4所示,伸缩装置140具备:输出旋转动力的马达M;传递马达M的动力的变速器T;以能够传递动力的方式与变速器T连接,并将从变速器T输出的旋转动力转换为平移运动(伸缩运动)的主轴单元SP;设置于变速器T的第一断续机构210和第二断续机构220;对第一断续机构210和第二断续机构220进行切换操作的操作机构240;以及控制马达M,同时对操作机构240进行操作来控制第一断续机构210和第二断续机构220的控制部10。

[0120] 马达M例如是永磁体电动机,配置于变速器T的后方且上方,主轴单元SP配置于变速器T的前方且上方。主轴单元SP在动力的传递路径上相对于变速器T配置于与马达M相反的一侧。马达M是具备马达主体部171和对马达主体部171的输出旋转进行减速的齿轮机构部172的齿轮机构内置马达。主轴单元SP具有形成有外螺纹的主轴173和形成有内螺纹的套筒174,通过主轴173的旋转,套筒174沿着主轴173的轴心进行平移运动。

[0121] 具体而言,主轴173接收由变速器T传递来的马达M的旋转动力而进行旋转运动。另一方面,套筒174以不能旋转但能够上下移动的方式支承于单元壳体250。因此,当主轴173接收到由变速器T传递来的马达M的旋转动力而向一侧旋转时,套筒174以远离变速器T的方式平移移动,当主轴173向另一侧旋转时,套筒174以接近变速器T的方式平移移动。另外,有时将套筒174以远离变速器T的方式平移移动称为主轴单元SP的伸长动作,相反,有时将套筒174以接近变速器T的方式平移移动称为主轴单元SP的缩短动作。

[0122] 即,套筒174与变速器T的距离根据主轴173的旋转方向而伸缩。套筒174的上端部经由连杆部件175与膝上侧部件120连结。套筒174与变速器T之间的距离根据主轴173的旋转方向而伸缩,由此膝下侧部件110和膝上侧部件120以连接轴135为中心旋转。由此,使膝上侧部件120与膝下侧部件110之间的夹角发生变化。

[0123] 在此,膝上侧部件120与膝下侧部件110之间的夹角是由第一假想线L1和第二假想线L2限定形成的角,第一假想线L1连结膝关节机构130的连接轴135的中心与膝上侧部件120的接合器121,第二假想线L2通过膝关节机构130的连接轴135的中心和膝下侧部件110并向铅垂方向下方延伸。在以膝关节机构130的连接轴135为中心的膝下侧部件110与膝上侧部件120之间的夹角中,以一周的一侧为第一夹角 θ_1 ,以另一侧为第二夹角 θ_2 ,当第一夹角 θ_1 和第二夹角 θ_2 中、膝下侧部件110与膝上侧部件120相对移动的范围最小所夹角度较小的一方为第二夹角 θ_2 时,电动假腿1的使用者的腘窝侧的夹角(腘窝角)成为第二夹角 θ_2 。第一夹角 θ_1 取大约175[deg]~300[deg]的值,第二夹角 θ_2 取大约60[deg]~185[deg]的值。

[0124] 图3示出了膝关节机构130伸展的状态,第一夹角 θ_1 约为175[deg],第二夹角 θ_2 约为185[deg]。图5是示出电动假腿1的弯曲状态的主要部分剖视图,第一夹角 θ_1 约为240[deg],第二夹角 θ_2 约为120[deg]。图6是示出电动假腿1的最大弯曲状态的主要部分剖视图,第一夹角 θ_1 约为300[deg],第二夹角 θ_2 约为60[deg]。

[0125] 此外,本实施方式的扩缩装置200通过伸缩装置140的主轴单元SP将转动运动转换为伸缩运动而使伸缩装置140伸缩,与此同时使膝下侧部件110与膝上侧部件120之间的夹角扩大和缩小,但也可以不设置伸缩装置140(主轴单元SP)那样的伸缩(运动)部分,而在膝下侧部件110与膝上侧部件120之间设置齿轮啮合机构(等),使膝下侧部件110与膝上侧部件120之间的夹角扩大和缩小。

[0126] 返回图3和图4,变速器T具备:第一变速机构T1,其具有将马达M的动力以第一变速

比向主轴单元SP传递的第一变速部;以及第二变速机构T2,其具有将马达M的动力以与第一变速比不同的第二变速比向主轴单元SP传递的第二变速部。第一变速机构T1和第二变速机构T2通过断续机构210、220在动力切断状态和动力连接状态之间切换。

[0127] 根据这样的变速器T,通过具备变速比不同的两个动力传递路径,能够切换膝关节机构130中伸展和弯曲动作速度和产生的动力。只要第一变速比和第二变速比不同,第一变速机构T1和第二变速机构T2可以是任意一方为减速机构而另一方为增速机构,也可以是任意一方为等速机构而另一方为减速机构或增速机构,还可以是双方均为减速机构,还可以是双方均为增速机构。

[0128] 第一变速比是第一变速机构T1中比第一变速部靠近马达M的相反侧(主轴单元SP侧)的转速即变速后转速相对于第一变速机构T1中比第一变速部靠近马达M侧的转速即变速前转速的比率。第二变速比是第二变速机构T2中比第二变速部靠近马达M的相反侧(主轴单元SP侧)的转速即变速后转速相对于第二变速机构T2中比第二变速部靠近马达M侧的转速即变速前转速的比率。

[0129] 例如,在第一变速机构T1的第一变速比小于1的情况下,马达M的相反侧(主轴单元SP侧)的转速比马达M侧的转速低,扭矩增加。在第二变速机构T2的第二变速比大于1的情况下,马达M的相反侧(主轴单元SP侧)的转速高于马达M侧的转速,扭矩减小。在本实施方式中,设定为第一变速比小于1,第二变速比大于1,第一变速机构T1配置在比第二变速机构T2靠下方的位置。

[0130] 第一变速机构T1和第二变速机构T2包含:第一轴181,其以能够旋转的方式配置于齿轮机构部172的输出轴172a的下方延长线上;以及第二轴182,其以能够旋转的方式配置于主轴单元SP的主轴173的下方延长线上。第一轴181经由允许轴心误差的联轴器187以能够一体旋转的方式与马达M的齿轮机构部172的输出轴172a连结。第二轴182以能够一体旋转的方式与主轴单元SP的主轴173连接。另外,虽然本实施方式的第二轴182与主轴单元SP的主轴173一体化,但第二轴182也可以使用花键嵌合或联轴器与主轴单元SP的主轴173连结。

[0131] 第一变速机构T1具备由相互啮合的第一驱动齿轮183和第一从动齿轮184构成的第一变速部。第一驱动齿轮183以能够一体旋转的方式支承于第一轴181,第一从动齿轮184以能够相对旋转的方式支承于第二轴182。第一从动齿轮184和第二轴182的旋转轴线彼此一致。本实施方式的第一变速机构T1为第一驱动齿轮183的直径小于第一从动齿轮184的直径的减速传递机构,能够使主轴单元SP以低速、高扭矩进行伸缩动作。

[0132] 第二变速机构T2具备由相互啮合的第二驱动齿轮185和第二从动齿轮186构成的第二变速部。第二驱动齿轮185以能够一体旋转的方式支承于第一轴181,第二从动齿轮186以能够相对旋转的方式支承于第二轴182。第二从动齿轮186和第二轴182的旋转轴线彼此一致。本实施方式的第二变速机构T2为第二驱动齿轮185的直径大于第二从动齿轮186的增速传递机构,能够使主轴单元SP以高速、低扭矩进行伸缩动作。此外,在本实施方式中,第二变速机构T2配置于第一变速机构T1上侧,但第二变速机构T2也可以配置于第一变速机构T1下侧。另外,本实施方式的第一轴181和第二轴182分别从最初就一体形成,但也可以在上下齿轮支撑部分体形成后,一体地连结(结合)。

[0133] 第一断续机构210具备设置于第一从动齿轮184与第二轴182之间的断续部212。第

二断续机构220具备设置于第二从动齿轮186与第二轴182之间的断续部222。这些断续部212、222具有共通的结构,配置为能够切换为切断动力传递的切断状态和能够传递一方向和另一方向这两个方向的旋转动力的动力可传递状态。另外,断续部212、222的详细情况后述。

[0134] 操作机构240具备设置为能够对断续部212、222进行断续操作的操作杆241、和使操作杆241直线移动的伺服马达242。

[0135] 第二轴182为具有沿旋转轴线方向(也称为上下方向)延伸的内部空间S2的中空轴,操作杆241配置于该内部空间S2。操作杆241在从内部空间S2露出的下端部设置有齿条241a。操作杆241由配置于内部空间S2的轴承B4、B5支承为不能与齿条241a相对旋转但能够沿旋转轴线方向一体地进退移动。第二轴182的下端部与具有供操作杆241插通的插通孔的盖部件188螺合。盖部件188防止异物侵入内部空间S2,并且便于操作杆241的更换。设置于伺服马达242的输出轴242a的小齿轮243与齿条241a啮合,根据伺服马达242的驱动来切换操作杆241在上下方向的位置。在操作杆241的外周部形成有后述的小径部241b1、241b2和大径部241c1~241c3,根据操作杆241的位置,小径部241b1、241b2和大径部241c1~241c3对断续部212、222进行断续操作。另外,操作机构240的详细情况后述。

[0136] 如图3至图5所示,单元壳体250包括上壳体251、中间壳体252和下壳体253。这些上壳体251、中间壳体252和下壳体253彼此独立地形成。

[0137] 上壳体251收纳主轴单元SP。

[0138] 在由中间壳体252和下壳体253形成的空间S1内收纳有第二驱动齿轮185、第二从动齿轮186、第一驱动齿轮183、第一从动齿轮184、断续部212、222和操作机构240的一部分。

[0139] 单元壳体250通过上壳体251、中间壳体252和下壳体253的三级构造,不仅能够将变速器T和主轴单元SP外壳化,还将包含马达M在内的伸缩装置140单元化。

[0140] 另外,单元壳体250经由未图示的托架安装于主框架111。

[0141] 如图3、图5和图6所示,机械止动机构150具备设置于膝下侧部件110的止动部件151、和设置于膝上侧部件120的膝上侧基部126的第一抵接部152和第二抵接部153。在图3所示的状态下(第二夹角 θ_2 约为185[deg]),第一抵接部152与止动部件151抵接,由此限制膝关节机构130向反方向弯曲。另外,在图6所示的状态下(第二夹角 θ_2 约为60[deg]),第二抵接部153与止动部件151抵接,由此限制膝关节机构130从最大弯曲状态进一步弯曲。在使用电动假腿1步行期间,不会出现图6所示的最大弯曲状态。

[0142] 缓冲机构160设置于膝上侧部件120侧,具备能够利用弹簧161(例如,压缩螺旋弹簧)的作用力按压连杆部件175的上端部的按压部162。连杆部件175的下端部经由第一转动部176能够转动地连结于主轴单元SP的套筒174,连杆部件175的上端部经由第二转动部177能够转动地连结于膝上侧部件120。在连杆部件175的上端部形成有凸轮部178。凸轮部178连续地具有:以第二转动部177为中心半径较小的小径外周部178a、距第二转动部177的距离较长的大径外周部178b、以及将小径外周部178a与大径外周部178b无台阶地连结的连结外周部178c。

[0143] 如图5和图6所示,在膝关节机构130弯曲的状态下,按压部162与凸轮部178的小径外周部178a对置,因此按压部162与凸轮部178分离。如图3所示,膝关节机构130根据主轴单元SP的缩短动作而伸展,当接近伸展侧的机械停止位置时,按压部162与凸轮部178的对置

位置从连结外周部178c向大径外周部178b移动,伴随于此,凸轮部178与按压部162抵接,同时大径外周部178b克服弹簧161的作用力而推动按压部162。换言之,凸轮部178被弹簧161的作用力向返回方向按压。由此,弹簧161的作用力成为阻力,第一抵接部152与止动部件151抵接时的冲击得到缓冲。

[0144] 接着,参照图7和随后的附图对断续部212、222和操作机构240的详细情况进行说明。

[0145] 断续部212、222具有共通的结构,配置为能够切换为切断动力传递的切断状态和能够传递一方向和另一方向这两个方向的旋转动力的动力可传递状态。如图7所示,本实施方式的各断续部212、222使用具备强制自由功能的双向离合器280而构成。双向离合器280具备:多个(在本实施方式中为3个)滚子281,其配置于第二轴182的外周面部与齿轮184、186的内周面部之间;保持器282,其将多个滚子281保持为规定的间隔;多个(在本实施方式中为3个)销283,其在径向上贯通第二轴182,被操作机构240操作至强制自由位置和强制自由解除位置;以及多个(在本实施方式中为3个)引导件284,其设置于保持器282,在销283处于强制自由位置时限定保持器282相对于第二轴182的相对旋转位置。滚子281可以是滚珠,也可以是楔块。

[0146] 第二轴182的外周面部与齿轮184、186的内周面部在径向上的间隔A比滚子281的直径B小。另外,在第二轴182的外周部沿周向以规定的间隔形成有平坦部182a,在平坦部182a的周向中央侧,间隔A比直径B大。

[0147] 即,在滚子281保持于平坦部182a的周向中央部的状态下,滚子281不与第二轴182的外周面部及齿轮184、186的内周面部啮合(非卡合状态),允许第二轴182与齿轮184、186的相对旋转(强制自由状态)。

[0148] 另一方面,在允许滚子281相对于第二轴182沿周向移动的状态下,滚子281与第二轴182的外周面部及齿轮184、186的内周面部啮合(卡合状态),第二轴182与齿轮184、186以能够在两个方向上一体旋转的方式连接(强制自由解除状态)。

[0149] 如图8所示,保持器282为相对于第二轴182和齿轮184、186能够旋转的环形,具有保持滚子281的多个滚子保持部282a和保持引导件284的多个引导件保持部282b。

[0150] 另外,在保持器282的外周面沿周向以规定的间隔埋设有多个橡胶球282c。这些橡胶球282c使齿轮184、186与保持器282之间产生适度的摩擦,由此防止强制自由解除状态下的意外空转。另外,使齿轮184、186与保持器282之间产生摩擦的部件不限于橡胶球282c,也可以是O型环。

[0151] 返回图7,销283在径向外侧的端部具有圆锥状的凸部283a,引导件284在径向内侧的端面具有与凸部283a嵌合(卡合)的圆锥状的凹部284a。当销283的凸部283a与引导件284的凹部284a嵌合时,通过销283和引导件284的引导作用,保持器282相对于第二轴182的相对旋转位置定位在保持器处于强制自由状态的规定位置处。

[0152] 如图9所示,在操作杆241上,从上方依次以规定的长度和间隔形成有第一大径部241c1、第一小径部241b1、第二大径部241c2、第二小径部241b2和第三大径部241c3。操作杆241设置为能够同时控制两个断续部212、222,但也可以针对每个断续部212、222单独地设置。

[0153] 在以下的说明中,参照图9对同时控制断续部212、222的操作机构240的动作进行

说明。

[0154] 如图9所示,断续部212、222通过操作机构240切换为强制自由状态(以下,适当称为OFF状态)和强制自由解除状态(以下,适当称为ON状态)。

[0155] 当操作机构240的操作杆241处于图9的(A)所示的上方位置时,第二大径部241c2将断续部222的销283向外径方向推出,同时第三大径部241c3将断续部212的销283向外径方向推出,由此将断续部212和断续部222设为OFF状态。

[0156] 另外,当操作机构240的操作杆241处于图9的(B)所示的中间位置时,第一小径部241b1允许断续部222的销283向内径方向返回,同时第三大径部241c3将断续部212的销283向外径方向推出,由此将断续部222设为ON状态,将断续部212设为OFF状态。

[0157] 另外,当操作机构240的操作杆241处于图9的(C)所示的下方位置时,第一大径部241c1将断续部222的销283向外径方向推出,同时第二小径部241b2允许断续部212的销283向内径方向返回,由此将断续部222设为OFF状态,将断续部212设为ON状态。

[0158] 接着,以断续部222为例,参照图10至图14对双向离合器280的动作进行说明。在以下的例子中,以断续部222中从图9的(A)经由(B)向(C)转移的情况为例进行说明。

[0159] 如图10的(A)和(B)所示,在操作杆241的第二大径部241c2将断续部222的销283向外径方向推出的状态下,销283的凸部283a与引导件284的凹部284a嵌合,保持器282相对于第二轴182的相对旋转位置被固定在规定的位罝。在该状态下,滚子281保持于平坦部182a的周向中央部,因此滚子281不会与第二轴182的外周面部及第二从动齿轮186的内周面部啮合,成为允许第二轴182与第二从动齿轮186相对旋转的OFF状态。

[0160] 图11的(A)和(B)示出了操作杆241从第二大径部241c2将断续部222的销283向外径方向推出的位置移动到第一小径部241b1允许销283向内径方向返回的位置的状态。在图11中,虽然销283已经向内径方向移动,但实际上是在第二轴182与第二从动齿轮186产生相对旋转的时刻,与第二从动齿轮186连动旋转的保持器282的引导件284利用凹部284a的倾斜面将销283向内径方向推回。

[0161] 如图12的(A)和(B)所示,在允许销283向内径方向返回的状态下,当第二轴182与第二从动齿轮186之间产生图中的箭头所示的正转方向上的相对旋转时,与第二从动齿轮186连动旋转的保持器282使滚子281相对于第二轴182向正转方向移动。由此,滚子281与第二轴182的外周面部及第二从动齿轮186的内周面部啮合,出现在正转方向上第二轴182和第二从动齿轮186一体地旋转的正转激活状态。

[0162] 如图13的(A)和(B)所示,在允许销283向内径方向返回的状态下,当第二轴182与第二从动齿轮186之间产生图中的箭头所示的反转方向上的相对旋转时,与第二从动齿轮186连动旋转的保持器282使滚子281相对于第二轴182向反转方向移动。由此,滚子281与第二轴182的外周面部及第二从动齿轮186的内周面部啮合,出现在反转方向上第二轴182和第二从动齿轮186一体地旋转的反转激活状态。

[0163] 如图14的(A)和(B)所示,当操作杆241从第一小径部241b1允许断续部222的销283向内径方向返回的位置向第一大径部241c1将销283向外径方向推出的位置移动时,销283的凸部283a与引导件284的凹部284a嵌合,通过销283和引导件284的引导作用,保持器282相对于第二轴182的相对旋转位罝以定位状态固定于规定的位罝。在该状态下,滚子281保持于平坦部182a的周向中央部,因此滚子281不会与第二轴182的外周面部及第二从动齿轮

186的内周面部啮合,成为允许第二轴182与第二从动齿轮186相对旋转的OFF状态。

[0164] 在上述实施方式中,断续部212、222和操作机构240设置于第二轴182侧,但也可以如图15所示的第二实施方式那样设置于第一轴181侧。即,在第二实施方式的电动假腿1中,第一断续机构210的断续部212设置在第一驱动齿轮183与第一轴181之间,第二断续机构220的断续部222设置在第二驱动齿轮185与第一轴181之间。其他构造基本上与第一实施方式的构造相同或相似,因此下面也将以第一实施方式的电动假腿1为例进行说明。

[0165] 如图16所示,传感器装置270包括设置于膝关节机构130(连接轴135)的膝关节角度传感器271、内置于接合器122的负载传感器272、以及搭载于在马达M附近配置的未图示的基板的惯性测量单元(Inertial Measurement Unit:IMU)273。

[0166] 膝关节角度传感器271检测膝关节角度(θ [deg])。如图19的(A)所示,膝关节角度(θ [deg])为通过连接轴135的膝上侧部件120的延长线L11与膝下侧部件110之间的夹角。换言之,膝关节角度 θ 是从180[deg]减去前述的第二夹角 θ_2 而得到的角度,是第二夹角 θ_2 的补角。当膝下侧部件110位于比延长线L11靠前方的位置时膝关节角度 θ 取负值,当膝下侧部件110位于比延长线L11靠后方的位置时膝关节角度 θ 取正值(+deg)。因此,由于第二夹角 θ_2 的可取范围约为60[deg]~185[deg],膝关节角度 θ 的可取范围约为-5[deg]~120[deg]。

[0167] 负载传感器272检测电动假腿1接收到的负重,换言之,来自电动假腿1的使用者的负载。负载传感器272设定为拉伸负载取正值、压缩负载取负值。因此,在电动假腿1着地的负重状态下(以下,有时称为站立阶段),负重(压缩负载)从外部作用于电动假腿1,因此取负值,在电动假腿1从地面离开的非负重状态下(以下,有时称为抬腿阶段),虽然没有从外部接收负重,但由于电动假腿1的自重而施加有拉伸负载,因此取正值。

[0168] IMU273获取3轴角速度和3轴加速度。当将正交坐标系的3轴设为X轴、Y轴、Z轴时,IMU273检测X轴角速度 ω_x [deg/s]、Y轴角速度 ω_y [deg/s]、Z轴角速度 ω_z [deg/s]、X轴加速度 A_x [m/s²]、Y轴加速度 A_y [m/s²]、和Z轴加速度 A_z [m/s²]。

[0169] 接下来,将对控制电动假腿1的控制部10进行说明。

[0170] 当使用者步行上台阶时,控制部10以后述的上台阶模式驱动电动假腿1,当使用者在平地步行前进或者步行下台阶时,控制部10以后述的平地和下台阶模式驱动电动假腿1。控制部10接收来自传感器装置270的信息,在各模式下控制电动假腿1。更具体而言,向控制部10输入来自膝关节角度传感器271、负载传感器272和IMU273的信息。控制部10从膝关节角度传感器271获取膝关节角度 θ ,从负载传感器272获取负载,并根据由IMU273检测出的3轴的角速度和3轴的加速度来算出小腿角 θ_s 。另外,控制部10根据膝关节角度 θ 和小腿角 θ_s 算出大腿角 θ_t 。除此之外,控制部10还能够算出膝关节角度 θ 、小腿角 θ_s 和大腿角 θ_t 各自的角速度、角加速度、或膝下侧部件110、膝上侧部件120的加速度等。

[0171] 在此,如图19的(C)所示,小腿角 θ_s 为在以连接轴135为中心的膝下侧部件110的延伸方向上延伸的中心线与通过连接轴135的铅垂线VL1之间的夹角,当膝下侧部件110位于比铅垂线VL1靠前方的位置时,小腿角 θ_s 取负值(-deg),当膝下侧部件110位于比铅垂线VL1靠后方的位置时,小腿角 θ_s 取正值(+deg)。

[0172] 另外,如图19的(B)所示,大腿角 θ_t 为穿过安装有膝上侧部件120的大腿部123的髌关节124的铅垂线VL2与在膝上侧部件120的延伸方向上延伸的中心线之间的夹角,当膝上侧部件120位于比铅垂线VL2靠前方的位置时,大腿角 θ_t 取负值(-deg),当膝上侧部件120位

于比铅垂线VL2靠后方的位置时,大腿角 θ_t 取正值(+deg)。

[0173] 控制部10在各模式下,基于这些信息来控制操作机构240(伺服马达242)切换第一断续机构210和第二断续机构220的切断状态和动力可传递状态,同时控制马达M输出用于使电动假腿1伸展或弯曲的动力。

[0174] 返回到图16,控制部10具备:阶段判定部11,其判定电动假腿1是处于站立阶段还是处于抬腿阶段;阶段转变预测部12,其预测从站立阶段到抬腿阶段的转变和从抬腿阶段到站立阶段的转变;以及马达控制部13,其控制使伸缩装置140伸缩的马达M和驱动操作杆241的伺服马达242。阶段判定部11作为获取电动假腿1成为负重状态(站立阶段)和成为非负重状态(抬腿阶段)的负重转变获取部发挥功能,阶段转变预测部12具有作为获取电动假腿1接收到的负重、或者获取负重状态(站立阶段)或非负重状态(抬腿阶段)的负重获取部的功能。

[0175] 阶段判定部11在由负载传感器272检测出的负载为第一阈值(例如-90[N])以上时判定处于抬腿阶段,在负载为第二阈值(例如-110[N])以下时判定处于站立阶段。另外,在判定为处于站立阶段的状态下,在负载成为第一阈值(例如-90[N])以上的情况下,阶段判定部11判定为从站立阶段转变到了抬腿阶段。另一方面,在判定为处于抬腿阶段的状态下,在负载成为第二阈值(例如-110[N])以下的情况下,判定为从抬腿阶段转变到了站立阶段。另外,第一阈值和第二阈值可以是相同的值,但优选通过设置滞后而设为不同的值。由此,能够抑制振荡(hunting)。

[0176] 阶段转变预测部12基于膝关节角度 θ 、小腿角 θ_s 、小腿角 θ_s 的角速度 ω_s (以下称为小腿角速度 ω_s)以及大腿角 θ_t 中的至少一个,预测获取从抬腿阶段到站立阶段的转变和从站立阶段到抬腿阶段的转变。通过阶段转变预测部12预测在步行动作中的状态转变,能够抑制后述的后期撞击和/或磕绊。

[0177] 马达控制部13控制马达M以使伸缩装置140伸缩,从而使电动假腿1伸展或弯曲。另外,马达控制部13控制伺服马达242以使操作杆241动作,从而切换第一断续机构210和第二断续机构220的切断状态和动力可传递状态。另外,在动力可传递状态下,切换经由第一变速机构T1传递动力的变速状态(以下称为高扭矩侧连接状态)和经由第二变速机构T2传递动力的变速状态(以下称为高转速侧连接状态)。

[0178] <上台阶模式>

[0179] 以这种方式构造的电动假腿1能够顺畅地执行上台阶动作,而具备被动阻尼器的传统被动假腿在该上台阶动作中,非假腿侧的腿(健康腿)不得不一阶台阶一阶台阶地上。使用者步行上台阶时的模式是上台阶模式。

[0180] 图17是示出人和电动假腿在上台阶时的动作(上台阶动作)的图,图21是示出上台阶模式下膝关节角度 θ 、大腿角 θ_t 、小腿角 θ_s 、负载的关系的图表。

[0181] 图17的(A)至(D)是示出站立阶段的图,图17的(D)至(E)是示出从站立向抬腿前期的转变阶段的图,图17的(E)至(G)是示出抬腿前期阶段的图,图17的(G)是示出从抬腿前期向抬腿后期的转变阶段和抬腿后期阶段的图,图17的(H)是示出从抬腿后期向站立转变阶段和站立阶段的图。

[0182] 如图17的(A)至(D)所示,在电动假腿1向前伸出并迈上台阶(上台阶)时对电动假腿1施加负载的状态下,使膝关节机构130从弯曲状态开始伸展时,需要较大的动力。

[0183] 在站立时(图17的(A)至(D)),马达控制部13驱动伺服马达242,将第一断续机构210和第二断续机构220设为高扭矩侧连接状态(图20的站立阶段)。在该高扭矩侧连接状态下,当使马达M向伸展方向、即扩大第二夹角 θ_2 的方向旋转时,马达M的动力向第一轴181、第一驱动齿轮183、第一从动齿轮184、第一断续机构210的断续部212、第二轴182、主轴单元SP传递。由此,套筒174进行伸长动作远离变速器T,相对于安装有变速器T的膝下侧部件110,与套筒174连结的膝上侧部件120以连接轴135为中心旋转,使膝关节机构130伸展。该伸展的动力是在由第一变速机构T1减速时被高扭矩化的动力,因此,即使在使电动假腿1向前伸出并迈上台阶时对电动假腿1施加了较大的负载的状态下,也能够使膝关节机构130从弯曲状态开始可靠地伸展。

[0184] 另一方面,为了顺畅地进行上台阶动作,如图17的(D)至(G)所示,需要在对健康腿施加了负载的状态下使膝关节机构130从伸展状态开始弯曲。此时,需要快速收起电动假腿1,然后快速落在下阶一台阶上。在膝关节机构130从伸展的状态开始弯曲时,不需要较大的动力,但需要快速的动作。

[0185] 具体而言,在从站立向抬腿前期转变时(图17的(D)至(E)),马达控制部13驱动伺服马达242,使第一断续机构210和第二断续机构220从高扭矩侧连接状态转变为高转速侧连接状态(图20的转变阶段(站立→抬腿前期)),在此期间,将马达M设为非驱动状态。马达M的非驱动状态是指进行控制使马达M不产生动力或者停止马达M。在之后的抬腿前期(图20的抬腿前期阶段),在该高转速侧连接状态下,使马达M向与伸展方向相反的弯曲方向旋转(图17的(E)至(G))。这样,马达M的动力向第一轴181、第二驱动齿轮185、第二从动齿轮186、第二断续机构220的断续部222、第二轴182、主轴单元SP传递。由此,套筒174进行收缩动作靠近变速器T,相对于与套筒174连结的膝上侧部件120,安装有变速器T的膝下侧部件110以连接轴135为中心旋转,使膝关节机构130弯曲。

[0186] 在从抬腿前期向抬腿后期转变时(图17的(G)),暂时将马达M设为非驱动状态(图20的转变阶段(抬腿前期→抬腿后期))。然后,在抬腿后期(图17(G)至(H)),在该高转速侧连接状态下,使马达M向伸展方向旋转(图20的抬腿后期阶段)。这样,马达M的动力向第一轴181、第一驱动齿轮183、第一从动齿轮184、第一断续机构210的断续部222、第二轴182、主轴单元SP传递。由此,套筒174进行伸长动作远离变速器T,与套筒174连结的膝上侧部件120以连接轴135为中心旋转,使膝关节机构130伸展。并且,该抬腿时的弯曲和伸展的动力是在由第二变速机构T2增速时被低扭矩化的动力,因此能够使膝关节机构130快速地弯曲和伸展。

[0187] 在从抬腿后期向站立转变时(图17的(H)),马达控制部13驱动伺服马达242使第一断续机构210和第二断续机构220从高转速侧连接状态转变为高扭矩侧连接状态(图20的转变阶段(抬腿后期→站立)),将马达M设为非驱动状态。

[0188] 在上台阶模式下,马达控制部13控制马达M时,当处于高扭矩侧连接状态时,基于扭矩目标值进行控制,扭矩目标值为与伸缩装置140扩大或缩小夹角的扭矩相关的扭矩的目标值。另一方面,当处于高转速侧连接状态时,马达控制部13基于位置目标值进行控制,位置目标值为与伸缩装置140使夹角所成的角度相关的位置的目标值。

[0189] <平地和下台阶模式>

[0190] 使用者下台阶时或进行平地步行时的模式为平地和下台阶模式。此外,平地是指没有台阶那样的台阶的地方,概念上除了水平场所以外还包括上坡、下坡。图18是示出人和

电动假腿在平地步行时的动作(平地步行动作)的图,图22是示出平地和下台阶模式下膝关节角度 θ 、大腿角 θ_t 、小腿角 θ_s 、负载的关系的图表。

[0191] 图18的(A)至(D)是示出站立阶段的图,图18的(D)是示出从站立向抬腿的转变阶段的图,图18的(E)至(H)是示出抬腿阶段的图,图18的(H)是示出从抬腿向站立转变阶段的图。

[0192] 在平地和下台阶模式中,始终将马达M设为非驱动状态。在马达M的非驱动状态下,如图18的(A)至(D)所示,在对电动假腿1施加了负载的站立阶段,需要防止所谓的折膝。

[0193] 在站立时(图18的(A)至(D)),马达控制部13驱动伺服马达242,将第一断续机构210和第二断续机构220设为高转速侧连接状态(图20的站立阶段)。在高转速侧连接状态下,断续部222成为ON状态,因此马达M和主轴单元SP经由第二变速机构T2传递动力。当在高转速侧连接状态下将马达M保持在非驱动状态时,作用在电动假腿1上的弯曲方向上的外力从主轴单元SP经由第二变速机构T2传递到马达M,因此,通过利用马达M和变速器T的摩擦使弯曲方向上的外力衰减,能够防止所谓的折膝。

[0194] 另一方面,如图18的(E)至(H)所示,在没有被施加来自外部的负重的电动假腿1抬腿时,需要自由地摆动电动假腿1。因此,在从站立向抬腿转变时(图18的(D)),马达控制部13驱动伺服马达242,将第一断续机构210和第二断续机构220设为切断状态(图20的转变阶段(站立→抬腿))。在该切断状态下,断续部212和断续部222成为OFF状态,因此在抬腿时成为马达M与主轴单元SP不连接的切断状态(图20的抬腿阶段)。在该状态下,当将马达M保持为非驱动状态时,允许膝关节机构130的自由伸展和弯曲。此外,下台阶也进行与平地步行相同的控制。

[0195] 在从抬腿向站立转变时(图18的(H)),马达控制部13驱动伺服马达242,使第一断续机构210和第二断续机构220从切断状态转变为高转速侧连接状态(图20的转变阶段(抬腿→站立))。

[0196] 如图20所示,控制部10在上台阶模式下的站立阶段,执行控制使得成为第一断续机构210连接的高扭矩侧连接状态,在上台阶模式下的抬腿阶段(抬腿前期阶段、转变阶段(抬腿前期阶段→抬腿后期阶段)、抬腿后期阶段),执行控制使得成为第二断续机构220连接的高转速侧连接状态。另外,控制部10在平地和下台阶模式下的站立阶段,执行控制使得成为第二断续机构220连接的高转速侧连接状态,在平地和下台阶模式下的抬腿阶段,执行控制使得成为第一断续机构210和第二断续机构220切断的切断状态。此外,在平地和下台阶模式下的站立阶段,设为高转速侧连接状态是为了防止折膝,不一定需要设为高转速侧连接状态,也可以设为高扭矩侧连接状态。

[0197] 即,当不区分上台阶模式和平地和下台阶模式进行总结时,在负重状态即站立阶段,控制部10控制第一断续机构210和第二断续机构220至两者中任一方连接的第一连接状态,在非负重状态即抬腿阶段,控制第一断续机构210和第二断续机构220至两者切断的切断状态,或者控制第一断续机构210和第二断续机构220至两者中另一方连接的第二连接状态。这样,在电动假腿1接收到来自外部的负重的站立阶段和未接收到负重的抬腿阶段,适当地切换第一断续机构210和第二断续机构220的状态,由此提高电动假腿1的便利性。

[0198] 在上台阶模式下,当阶段转变预测部12获取到从站立阶段到抬腿阶段的转变时,控制部10执行控制使得从高扭矩侧连接状态转换为高转速侧连接状态,当阶段转变预测部

12获取到从抬腿阶段到站立阶段的转变时,执行控制使得从高转速侧连接状态转换为高扭矩侧连接状态。

[0199] 在平地和下台阶模式下,当阶段转变预测部12获取到从站立阶段到抬腿阶段的转变时,控制部10执行控制使得从高转速侧连接状态转换为切断状态,当阶段转变预测部12获取到从抬腿阶段到站立阶段的转变时,执行控制使得从切断状态转换为高转速侧连接状态。

[0200] (后期撞击抑制控制)

[0201] 在平地和下台阶模式下的抬腿阶段,第一断续机构210和第二断续机构220被控制为切断状态,因此允许膝关节机构130的自由旋转,并且可能产生后期撞击。后期撞击是指在步行动作中的抬腿后期防止电动假腿1的过度伸展的膝上侧部件120的部位即第一抵接部152与膝下侧部件110的部位即止动部件151碰撞而产生的碰撞声(参照图3)。

[0202] 如图23的比较例所示,当在平地步行时电动假腿1着地时、即当从抬腿阶段转变到站立阶段时,第二夹角 θ_2 (胭窝角)被设置为大致最大所夹角度(185[deg]),换言之,膝关节角度 θ 被设置为大致最小所夹角度(-5[deg]),但此时可能发生后期撞击。

[0203] 如图23的比较例所示,当电动假腿1着地时,阶段判定部11判定从抬腿阶段到站立阶段的转变,当在判定后切换连接状态时,会发生后期撞击。后期撞击的发生会损害电动假腿1的便利性。

[0204] 为了防止发生后期撞击,需要在从抬腿阶段转变到站立阶段之前,将第一断续机构210和第二断续机构220控制为动力传递状态。

[0205] 因此,阶段转变预测部12预测获取电动假腿1从抬腿阶段到站立阶段的转变,马达控制部13执行控制以在电动假腿1从抬腿阶段到站立阶段的转变开始之前,将第一断续机构210和第二断续机构220从切断状态切换至高转速侧连接状态。

[0206] 具体地,在电动假腿1处于抬腿阶段且控制部10将第一断续机构210和第二断续机构220控制成了切断状态的情况下,当满足以下条件(P1)并且优选地满足条件(P2)和(P3)中的至少一个时,马达控制部13执行控制将第一断续机构210和第二断续机构220从切断状态切换至高转速侧连接状态。

[0207] (P1)

[0208] 阶段转变预测部12检测出第二夹角 θ_2 为比最大所夹角度小规定角度的阈值以上,换言之,检测出膝关节角度 θ 为阈值以下。

[0209] (P2)

[0210] 大腿角 θ_t 在第一规定范围内。

[0211] (P3)

[0212] 小腿角速度 ω_s 在第二规定范围内。

[0213] (P1)是用于认定即将发生后期撞击之前的时刻的条件,(P2)和(P3)是用于认定处于平地步行动作中(电动假腿1的抬腿阶段)的条件。虽然条件(P2)和/或(P3)不是必需的,但通过将(P2)和/或(P3)用作判定条件,能够更适当地抑制后期撞击。

[0214] 第二夹角 θ_2 的阈值例如为172[deg]。换言之,膝关节角度 θ 为8[deg]。当第二夹角 θ_2 为172[deg]以上,换言之,膝关节角度 θ 为8[deg]以下时,如图22和图24所示,能够预见后期撞击的发生。

[0215] 第一规定范围例如是负的范围。即,如上所述,当膝上侧部件120位于比铅垂线VL2靠前方的位置时,大腿角 θ_t 取负值(参照图19的(B)),因此,能够根据该条件判定在平地步行动作中使电动假腿1向前方摆出时、即平地步行动作中的抬腿阶段(参照图22)。

[0216] 第二规定范围是 $-100[\text{deg/s}]$ 以下的范围。即,如上所述,当膝下侧部件110位于比铅垂线VL1靠前方的位置时,小腿角 θ_s 取负值(参照图19的(C)),因此,小腿角速度 ω_s 为 $-100[\text{deg/s}]$ 以下的范围即意味着膝下侧部件110向前方的摆出速度快。根据膝下侧部件110向前方摆动的速度快,能够判定是平地步行动作中的抬腿阶段(参照图22)。

[0217] 根据图22表示平地和下台阶模式下膝关节角度 θ 、大腿角 θ_t 、小腿角 θ_s 、负载的关系的图表可知,在即将发生后期撞击之前,大腿角 θ_t 在负的范围,小腿角速度 ω_s 为 $-100[\text{deg/s}]$ 以下。

[0218] 因此,在膝关节角度 θ 成为大致最小所夹角度时(第二夹角 θ_2 (腘窝角)成为大致最大所夹角度 185° 时)的时间之前的时间,当大腿角 θ_t 在负的范围且小腿角速度 ω_s 为 $-100[\text{deg/s}]$ 以下、阶段转变预测部12检测到膝关节角度 θ 为 $8[\text{deg}]$ 以下(第二夹角 θ_2 为 $172[\text{deg}]$ 以上)时,控制部10预测电动假腿1从抬腿阶段到站立阶段的转变,并执行控制使得从切断状态切换至高转速侧连接状态。

[0219] 当第一断续机构210和第二断续机构220成为高转速侧连接状态时,作用在电动假腿1上的伸展方向上的外力从主轴单元SP经由第二变速机构T2传递到马达M,因此,利用马达M和变速器T的摩擦使伸展方向上的外力衰减,能够抑制后期撞击。

[0220] 另外,控制部10在将切断状态切换为高转速侧连接状态之后,执行控制将高转速侧连接状态维持规定时间(例如, $300[\text{ms}]$)。而且,当阶段判定部11在规定的期间获取到成为了站立阶段,控制部10执行控制以在经过规定时间之后仍维持高转速侧连接状态。这样,通过在切换至高转速侧连接状态之后将高转速侧连接状态维持规定时间,能够省略在向站立阶段转变时的切换操作。另一方面,当阶段判定部11在规定的期间未获取到成为了站立阶段,控制部10执行控制以在经过规定时间之后切换至切断状态。由此,在没有从抬腿阶段到站立阶段的转变的情况下,能够避免因维持为高转速侧连接状态而引起的不良。

[0221] 在图22的例子中,在从切断状态切换至高转速侧连接状态之后,在 $300[\text{ms}]$ 的期间,阶段判定部11通过负载传感器272的传感器值成为 $-110[\text{N}]$ 以下而判定从抬腿阶段到站立阶段的转变,执行控制使在经过 $300[\text{ms}]$ 之后仍维持高转速侧连接状态。

[0222] (磕绊抑制控制)

[0223] 另一方面,在平地和下台阶模式下,如图25的比较例所示,当电动假腿1离地时判定从站立阶段到抬腿阶段的转变,在判定后将第一断续机构210和第二断续机构220切换至切断状态,因此可能会发生脚尖被地面绊住、即所谓的磕绊而使电动假腿1的使用者有不适感。为防止在站立阶段发生折膝而维持高转速侧连接状态,因此当离地时膝关节机构130的自由旋转被抑制而可能发生磕绊。关于磕绊,虽然发生脚尖被地面绊住的情况较多,但是也可能发生脚后跟被地面绊住的情况。

[0224] 当在平地步行时电动假腿1离地时、即当从站立阶段转变到抬腿阶段时,第二夹角 θ_2 (腘窝角)被设置为大致最大所夹角度($185[\text{deg}]$),换言之,膝关节角度 θ 被设置为大致最小所夹角度($-5[\text{deg}]$),但此时可能发生磕绊。

[0225] 因此,阶段转变预测部12预测获取电动假腿1从站立阶段到抬腿阶段的转变,马达控制部13执行控制以在电动假腿1从站立阶段到抬腿阶段的转变开始之前,将第一断续机构210和第二断续机构220从高转速侧连接状态切换至切断状态。

[0226] 具体地,在电动假腿1处于站立阶段且马达控制部13将第一断续机构210和第二断续机构220控制为高转速侧连接状态的情况下,当满足以下条件(Q1)并且优选地满足条件(Q2)和(Q3)中的至少一个时,马达控制部13执行控制将第一断续机构210和第二断续机构220从高转速侧连接状态切换至切断状态。

[0227] (Q1)

[0228] 阶段转变预测部12检测出第二夹角 θ_2 为比最大所夹角度小规定角度的阈值以上,换言之,检测出膝关节角度 θ 为阈值以下。

[0229] (Q2)

[0230] 大腿角 θ_t 在第三规定范围内。

[0231] (Q3)

[0232] 小腿角速度 ω_s 在第四规定范围内。

[0233] (Q1)是用于认定即将发生磕绊之前的时刻的条件,(Q2)和(Q3)是用于认定处于平地步行动作中(电动假腿1的站立阶段)的条件。虽然条件(Q2)和/或(Q3)不是必需的,但通过将(Q2)和/或(Q3)用作判定条件,能够更适当地抑制磕绊。

[0234] 第二夹角 θ_2 的阈值例如为172[deg]。换言之,膝关节角度 θ 为8[deg]。当第二夹角 θ_2 为172[deg]以上,换言之,膝关节角度 θ 为8[deg]以下时,如图22所示,能够预见着地前磕绊的发生。

[0235] 第三规定范围例如是正的范围。即,如上所述,当膝上侧部件120位于比铅垂线VL2靠后方的位置时,大腿角 θ_t 取正值(参照图19的(B)),因此,能够根据该条件判定在平地步行动作中电动假腿1保留在后方时、即平地步行动作中的站立阶段的后半段(参照图22)。

[0236] 第四规定范围是100[deg/s]以上的范围。即,如上所述,当膝下侧部件110位于比铅垂线VL1靠后方的位置时,小腿角 θ_s 取正值(参照图19的(C)),因此,小腿角速度 ω_s 为100[deg/s]以上的范围即意味着膝下侧部件110向后方的摆出速度快。根据膝下侧部件110向后方摆动的速度快,能够判定是平地步行动作中的站立阶段的后半段(参照图22和图26)。

[0237] 根据图22表示平地和下台阶模式下膝关节角度 θ 、大腿角 θ_t 、小腿角 θ_s 、负载的关系的图表可知,在即将发生磕绊之前,大腿角 θ_t 在正的范围,小腿角速度 ω_s 为100[deg/s]以上。

[0238] 因此,在膝关节角度 θ 成为大致最小所夹角度时(第二夹角 θ_2 (腘窝角)成为大致最大所夹角度185度时)的时间之前的时间,当大腿角 θ_t 在正的范围且小腿角速度 ω_s 为100[deg/s]以上、阶段转变预测部12检测到膝关节角度 θ 为8度以下(第二夹角 θ_2 为172度以上)时,控制部10预测电动假腿1从站立阶段到抬腿阶段的转变,并执行控制使得从高转速侧连接状态切换至切断状态。

[0239] 当第一断续机构210和第二断续机构220成为切断状态时,允许膝关节机构130的自由旋转,因此抑制了磕绊的发生。

[0240] 上述的上台阶模式和平地和下台阶模式下的控制方法能够通过由计算机(处理器)执行预先准备的程序来实现。本程序存储于计算机可读的存储介质,并且通过从存储

介质读出而执行。此外,本控制程序可以以存储于闪存等非暂时性的存储介质的形式提供,也可以经由因特网等网络提供。

[0241] 以上,参照附图对各种实施方式进行了说明,但本发明当然不限于于该例。本领域技术人员应当理解,在技术方案所记载的范畴内显然能够想到各种变更例或修正例,这些变更例或修正例当然也属于本发明的技术范围。此外,在不脱离发明的主旨的范围内,也可以任意地组合上述实施方式中的各构成要素。

[0242] 例如,在上述实施方式中,例示了作为使用了断续装置的本发明的接头装置的一实施方式的、应用于膝关节的假腿装置(电动假腿),但不限于此,也可以是应用于肘关节的假肢装置(电动假肢),作为安装主体,可以是人以外的其他动物,也可以是机器人。在应用于肘关节的情况下,上述实施方式的膝下侧部件110相对于膝上侧部件120成为安装主体的末端侧、即前臂。

[0243] 在本说明书中至少记载有以下事项。另外,尽管在括号中示出了上述实施方式中相应的构成要素等,但是本发明并不限于于此。

[0244] (1)一种接头装置(电动假腿1),其具备:

[0245] 第一部件(膝下侧部件110);

[0246] 第二部件(膝上侧部件120);

[0247] 连接部(膝关节机构130),其连接所述第一部件与所述第二部件,且能够变更所述第一部件与所述第二部件之间的夹角(第二夹角 θ_2);以及

[0248] 扩缩装置(扩缩装置200),其能够扩大和缩小所述第一部件与所述第二部件之间的所述夹角,其中

[0249] 所述扩缩装置具有动力源(马达M)和传递所述动力源的动力的动力传递部(变速器T),

[0250] 所述动力传递部具有:

[0251] 以第一变速比传递所述动力的第一动力传递路径(第一变速机构T1);以及

[0252] 以与所述第一变速比不同的第二变速比传递所述动力的第二动力传递路径(第二变速机构T2),

[0253] 所述扩缩装置还具有:

[0254] 第一断续机构(第一断续机构210),其对所述第一动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换,

[0255] 第二断续机构(第二断续机构220),其对所述第二动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换;以及

[0256] 控制部(控制部10),其对所述动力源、所述第一断续机构和所述第二断续机构进行控制,

[0257] 所述接头装置设置为在接收来自外部的负重的负重状态(站立阶段)与不接收负重的非负重状态(抬腿阶段)之间进行转变,

[0258] 所述控制部执行如下控制:

[0259] (A)当处于所述负重状态时,

[0260] 控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的任一方连接的第一连接状态(高扭矩侧连接状态);

[0261] (B) 当处于所述非负重状态时,

[0262] 控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构切断的切断状态(切断状态),或者控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的另一方连接的第二连接状态(高转速侧连接状态)。

[0263] 根据(1),在接头装置接收到来自外部的负重的负重状态和未接收到负重的非负重状态下,适当地切换第一断续机构和第二断续机构的状态,由此提高接头装置的便利性。

[0264] (2) 根据(1)所述的接头装置,其中,

[0265] 所述接头装置还具备负重获取部(阶段转变预测部12),该负重获取部获取该接头装置接收到的负重,或者获取所述负重状态或所述非负重状态,

[0266] 所述控制部执行如下(a)或(b)的控制:

[0267] (a) 当所述负重获取部获取到从所述非负重状态到所述负重状态的转变时,

[0268] 执行控制使得从所述切断状态或所述第二连接状态切换至所述第一连接状态,

[0269] (b) 当所述负重获取部获取到从所述负重状态到所述非负重状态的转变时,

[0270] 执行控制使得从所述第一连接状态切换至所述切断状态或所述第二连接状态。

[0271] 根据(2),当负重获取部获取到状态转变时适当地切换第一断续机构和第二断续机构的状态,由此能够进行顺畅的切换操作。

[0272] (3) 根据(2)所述的接头装置,其中,

[0273] (a) 当所述负重获取部获取到从所述非负重状态到所述负重状态的转变时,

[0274] 所述控制部执行控制使得从所述切断状态切换至所述第一连接状态,

[0275] 所述负重获取部预测获取从所述非负重状态到所述负重状态的转变,

[0276] 所述控制部执行控制使得在从所述非负重状态到所述负重状态的转变开始之前从所述切断状态切换至所述第一连接状态。

[0277] 根据(3),负重获取部预测获取从非负重状态到负重状态的转变,由此能够进行更顺畅的切换操作。

[0278] (4) 根据(1)至(3)中任一项所述的接头装置,其中,

[0279] 所述夹角定义为以所述连接部的连接轴为中心的一周的一侧为第一夹角(第一夹角 θ_1),另一侧为第二夹角(第二夹角 θ_2),

[0280] 当该第一夹角和该第二夹角中的、所述第一部件与所述第二部件相对移动的范围内的最小所夹角度较小的一方为所述第二夹角时,

[0281] 所述第二夹角设置为取从所述最小所夹角度(60度)到最大所夹角度(185度)范围内的值,

[0282] 所述接头装置设置为当从所述非负重状态转变为所述负重状态时,所述第二夹角大致为所述最大所夹角度。

[0283] 根据(4),当从非负重状态转变为负重状态时,可能发生后期撞击。

[0284] (5) 根据(4)所述的接头装置,其中,

[0285] 所述接头装置还具备负重获取部(阶段转变预测部12),该负重获取部获取该接头装置接收到的负重,或者获取所述负重状态或所述非负重状态,其中,

[0286] 在所述接头装置处于所述非负重状态、且所述控制部控制到了所述切断状态的情况下,

- [0287] 当所述负重获取部获取到所述第二夹角成为比所述最大所夹角度小规定角度的阈值以上(第二夹角 θ_2 为172度以上)时,
- [0288] 所述控制部控制为从所述切断状态切换至所述第一连接状态。
- [0289] 根据(5),能够抑制后期撞击。
- [0290] (6)根据(5)所述的接头装置,其中,
- [0291] 在所述接头装置处于所述非负重状态、且所述控制部控制到了所述切断状态的情况下,
- [0292] 当所述负重获取部获取到所述第二夹角成为所述阈值以上、且所述第二部件与基准线(铅垂线VL2)之间的夹角(大腿角 θ_t)在第一规定范围(负的范围)内时,
- [0293] 所述控制部控制为从所述切断状态切换至所述第一连接状态,
- [0294] 所述基准线通过安装主体的第一部分(大腿部123)与相对该第一部分转动的第二部分(上身)之间的转动轴(髋关节124)。
- [0295] 根据(6),能够更适当地抑制后期撞击。
- [0296] (7)根据(5)或(6)所述的接头装置,其中,
- [0297] 在所述接头装置处于所述非负重状态、且所述控制部控制到了所述切断状态的情况下,
- [0298] 当所述负重获取部获取到所述第二夹角成为所述阈值以上、且所述第一部件与其他基准线(铅垂线VL1)之间的其他夹角(小腿角 θ_s)的角速度(小腿角速度 ω_s)在第二规定范围(-100[deg/s]的范围)时,
- [0299] 所述控制部控制为从所述切断状态切换至所述第一连接状态,
- [0300] 所述其他基准线通过所述第一部件与所述第二部件之间的其他转动轴(连接轴135)。
- [0301] 根据(7),能够更适当地抑制后期撞击。
- [0302] (8)根据(5)至(7)中任一项所述的接头装置,其中,
- [0303] 所述控制部控制为在从所述切断状态切换至所述第一连接状态之后,在规定时间(300[ms])的期间维持所述第一连接状态。
- [0304] 根据(8),在没有从非负重状态向负重状态的转变的情况下,能够避免因维持为第一连接状态而引起的不良。
- [0305] (9)根据(8)所述的接头装置,其中,
- [0306] 所述接头装置还具备负重转变获取部(阶段判定部11),该负重转变获取部获取该接头装置成为所述负重状态,
- [0307] 当所述负重转变获取部在所述规定时间的期间获取到成为了所述负重状态时,
- [0308] 所述控制部控制为在经过所述规定时间之后也维持所述第一连接状态。
- [0309] 根据(9),通过在切换至第一连接状态之后将第一连接状态维持规定时间,能够省略在向负重状态转变时的切换操作。
- [0310] (10)根据(2)或(3)所述的接头装置,其中,
- [0311] (b)当所述负重获取部获取到从所述负重状态到所述非负重状态的转变时,
- [0312] 所述控制部控制为从所述第一连接状态切换至所述切断状态,
- [0313] 所述负重获取部预测获取从所述负重状态到所述非负重状态的转变,

[0314] 所述控制部控制为在从所述负重状态到所述非负重状态的转变开始之前从所述第一连接状态切换至所述切断状态。

[0315] 根据(10), 负重获取部预测获取从负重状态到非负重状态的转变, 由此能够进行更顺畅的切换操作。

[0316] (11) 根据(1)至(10)中任一项所述的接头装置, 其中,

[0317] 所述夹角定义为以所述连接部的连接轴为中心的一周的一侧为第一夹角(第一夹角 θ_1), 另一侧为第二夹角(第二夹角 θ_2),

[0318] 当该第一夹角和该第二夹角中的、所述第一部件与所述第二部件相对移动的范围内最小所夹角度较小的一方为所述第二夹角时,

[0319] 所述第二夹角设置为取从所述最小所夹角度(60度)到最大所夹角度(185度)范围内的值,

[0320] 所述接头装置设置为当从所述负重状态转变为所述非负重状态时, 所述第二夹角大致为所述最大所夹角度。

[0321] 根据(11), 例如在接头装置被用作假腿装置的情况下, 当从负重状态转变至非负重状态时, 可能会发生磕绊。

[0322] (12) 根据(11)所述的接头装置, 其中,

[0323] 所述接头装置还具备负重获取部(阶段转变预测部12), 该负重获取部获取该接头装置接收到的负重, 或者获取所述负重状态或所述非负重状态,

[0324] 在所述接头装置处于所述负重状态、且所述控制部控制到了所述第一连接状态的情况下,

[0325] 当所述负重获取部获取到所述第二夹角成为比所述最大所夹角度小规定角度的阈值以上(第二夹角 θ_2 为172度以上)时,

[0326] 所述控制部控制为从所述第一连接状态切换至所述切断状态。

[0327] 根据(12), 能够抑制磕绊。

[0328] (13) 根据(12)所述的接头装置, 其中,

[0329] 在所述接头装置处于所述负重状态、且所述控制部控制到了所述第一连接状态的情况下,

[0330] 当所述负重获取部获取到所述第二夹角成为所述阈值以上、且所述第二部件与基准线(铅垂线VL2)之间的夹角(大腿角 θ_t)在第三规定范围(正的范围)内时,

[0331] 所述控制部控制为从所述第一连接状态切换至所述切断状态,

[0332] 所述基准线通过安装主体的第一部分(大腿部123)与相对该第一部分转动的第二部分(上身)之间的转动轴(髋关节124)。

[0333] 根据(13), 能够更适当地抑制磕绊。

[0334] (14) 根据(12)或(13)所述的接头装置, 其中,

[0335] 在所述接头装置处于所述负重状态、且所述控制部控制到了所述第一连接状态的情况下,

[0336] 当所述负重获取部获取到所述第二夹角成为所述阈值以上、且所述第一部件与其他基准线(铅垂线VL1)之间的其他夹角(小腿角 θ_s)的角速度(小腿角速度 ω_s)在第四规定范围(100[deg/s]以上的范围)内时,

- [0337] 所述控制部控制为从所述第一连接状态切换至所述切断状态，
- [0338] 所述其他基准线通过所述第一部件与所述第二部件之间的其他转动轴（连接轴135）。
- [0339] 根据(14)，能够更适当地抑制磕绊。
- [0340] (15)根据(1)至(14)中任一项所述的接头装置，其中，
- [0341] 所述扩缩装置为伸缩装置（伸缩装置140），
- [0342] 该伸缩装置具有伸缩部（主轴单元SP），所述伸缩部的延伸方向上的一端侧与所述第一部件机械连接，另一端侧与所述第二部件机械连接，并且所述伸缩部能够通过伸缩来扩大和缩小所述夹角。
- [0343] 根据(15)，能够通过伸缩部的伸缩来扩大和缩小夹角。
- [0344] (16)根据(15)所述的接头装置，其中，
- [0345] 所述伸缩部在所述动力的传递路径上相对于所述动力传递部配置于与所述动力源相反的一侧。
- [0346] 根据(16)，能够利用经由动力传递部的动力使伸缩部动作。
- [0347] (17)根据(15)或(16)所述的接头装置，其中，
- [0348] 所述动力源构成为输出旋转动力，
- [0349] 所述伸缩部具有将从所述动力源输出的旋转动力转换为平移运动的运动转换机构（主轴单元SP）。
- [0350] 根据(17)，能够通过运动转换机构使伸缩部伸缩。
- [0351] (18)根据(17)所述的接头装置，其中，
- [0352] 所述运动转换机构具有轴部件（主轴173）和通过该轴部件的旋转而沿着所述轴部件的轴线进行平移运动的筒部件（套筒174）。
- [0353] 根据(18)，能够以简单的结构构成运动转换机构。
- [0354] (19)根据(1)至(14)中任一项所述的接头装置，其中，
- [0355] 在将所述第一变速比定义为在所述第一动力传递路径上相对于第一变速部而言变速后转速与比该第一变速部靠近所述动力源一侧的转速即变速前转速的比率、且将所述第二变速比定义为在所述第二动力传递路径上相对于第二变速部而言变速后转速与比该第二变速部靠近所述动力源一侧的转速即变速前转速的比率的情况下，
- [0356] 所述第一变速比构成为比所述第二变速比小，
- [0357] 所述控制部执行如下控制：
- [0358] (A)当处于所述负重状态时，
- [0359] 控制为使所述第一断续机构连接的所述第一连接状态；
- [0360] (B)当处于所述非负重状态时，
- [0361] 控制为使所述第二断续机构连接的所述第二连接状态。
- [0362] 根据(19)，例如在接头装置被用作假腿装置的情况下，通过在负重状态和非负重状态下切换第一连接状态和第二连接状态，使得上台阶变顺畅。
- [0363] (20)根据(19)所述的接头装置，其中，
- [0364] 所述控制部还对所述动力源进行控制，
- [0365] 所述控制部执行如下控制：

- [0366] (A) 当处于所述第一连接状态时,
- [0367] 基于扭矩目标值对所述动力源进行控制,所述扭矩目标值为与所述扩缩装置扩大或缩小所述夹角的扭矩相关的扭矩的目标值,
- [0368] (B) 当处于所述第二连接状态时,
- [0369] 基于位置目标值对所述动力源进行控制,所述位置目标值为与所述扩缩装置使所述夹角所成的角度相关的位置的目标值。
- [0370] 根据(20),使得上台阶变得更顺畅。
- [0371] (21) 根据(1)至(20)中任一项所述的接头装置,其中,
- [0372] 所述第一部件相对于安装主体以比所述第二部件靠近该安装主体的末端侧的方式安装,
- [0373] 所述接头装置为假肢装置,该假肢装置被设置为作为该安装主体的关节发挥功能。
- [0374] 根据(21),能够进行顺畅的弯曲动作和伸展动作。
- [0375] (22) 根据(21)所述的接头装置,其中,
- [0376] 所述假肢装置为安装于所述安装主体的腿部的假腿装置。
- [0377] 根据(22),假腿能够进行顺畅的弯曲动作和伸展动作。
- [0378] (23) 根据(22)所述的接头装置,其中,
- [0379] 所述假腿装置设置为:
- [0380] 所述第二部件安装于所述腿部的大腿部,
- [0381] 所述连接部作为所述大腿部与小腿部之间的膝关节发挥功能。
- [0382] 根据(23),能够顺畅地步行。
- [0383] (24) 根据(22)或(23)所述的接头装置,其中,
- [0384] (B) 在平地步行前进的情况下,或者在步行下台阶的情况下,当处于所述非负重状态时,
- [0385] 所述控制部控制为所述切断状态。
- [0386] 根据(24),能够顺畅地进行平地步行和下台阶。
- [0387] (25) 根据(22)至(24)中任一项所述的接头装置,其中,
- [0388] (B) 在步行上台阶的情况下,当处于所述非负重状态时,
- [0389] 所述控制部控制为所述第二连接状态。
- [0390] 根据(25),能够顺畅地上台阶。
- [0391] (26) 一种膝关节接头装置(电动假腿1),其具备:
- [0392] 第一部件(膝下侧部件110);
- [0393] 第二部件(膝上侧部件120);
- [0394] 连接部(膝关节机构130),其连接所述第一部件与所述第二部件,且能够变更所述第一部件与所述第二部件之间的夹角;以及
- [0395] 扩缩装置(扩缩装置200),其能够扩大和缩小所述第一部件与所述第二部件之间的所述夹角,其中,
- [0396] 所述扩缩装置具有动力源(马达M)和传递所述动力源的动力的动力传递部(变速器T),

- [0397] 所述动力传递部具有：
- [0398] 以第一变速比传递所述动力的第一动力传递路径(第一变速机构T1)；以及
- [0399] 以与所述第一变速比不同的第二变速比传递所述动力的第二动力传递路径(第二变速机构T2)，
- [0400] 所述扩缩装置还具有：
- [0401] 第一断续机构(第一断续机构210)，其对所述第一动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换；
- [0402] 第二断续机构(第二断续机构220)，其对所述第二动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换；以及
- [0403] 控制部(控制部10)，其对所述动力源、所述第一断续机构和所述第二断续机构进行控制，
- [0404] 所述膝关节接头装置设置为在接收来自该膝关节接头装置的安装主体的负载的站立状态与不接收负载的抬腿状态之间进行转变，
- [0405] 所述控制部执行如下控制：
- [0406] (A) 当处于所述站立状态时，
- [0407] 控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的任一方连接的第一连接状态；
- [0408] (B) 当处于所述抬腿状态时，
- [0409] 控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构切断的切断状态，或者控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的另一方连接的第二连接状态。
- [0410] 根据(26)，在膝关节接头装置接收到来自外部的负重的负重状态和未接收到负重的非负重状态下，适当地切换第一断续机构和第二断续机构的状态，由此提高膝关节接头装置的便利性。
- [0411] (27) 一种接头装置的控制方法，所述接头装置(电动假腿1)具备：
- [0412] 第一部件(膝下侧部件110)；
- [0413] 第二部件(膝上侧部件120)；
- [0414] 连接部(膝关节机构130)，其连接所述第一部件与所述第二部件，且能够变更所述第一部件与所述第二部件之间的夹角；以及
- [0415] 扩缩装置(扩缩装置200)，其能够扩大和缩小所述第一部件与所述第二部件之间的所述夹角，其中，
- [0416] 所述扩缩装置具有动力源(马达M)和传递所述动力源的动力的动力传递部(变速器T)，
- [0417] 所述动力传递部具有：
- [0418] 以第一变速比传递所述动力的第一动力传递路径(第一变速机构T1)；以及
- [0419] 以与所述第一变速比不同的第二变速比传递所述动力的第二动力传递路径(第二变速机构T2)，
- [0420] 所述扩缩装置还具有：
- [0421] 第一断续机构(第一断续机构210)，其对所述第一动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换，以及

[0422] 第二断续机构(第二断续机构220),其对所述第二动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换,

[0423] 所述接头装置设置为在接收来自外部的负重的负重状态与不接收负重的非负重状态之间进行转变,

[0424] 所述控制方法具备以下步骤:

[0425] (A) 当处于所述负重状态时,

[0426] 控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的任一方连接的第一连接状态;

[0427] (B) 当处于所述非负重状态时,

[0428] 控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构切断的切断状态,或者控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的另一方连接的第二连接状态。

[0429] 根据(27),在接头装置接收到来自外部的负重的负重状态和未接收到负重的非负重状态下,适当地切换第一断续机构和第二断续机构的状态,由此提高接头装置的便利性。

[0430] (28)一种接头装置的控制程序,所述接头装置(电动假腿1)具备:

[0431] 第一部件(膝下侧部件110);

[0432] 第二部件(膝上侧部件120);

[0433] 连接部(膝关节机构130),其连接所述第一部件与所述第二部件,且能够变更所述第一部件与所述第二部件之间的夹角;以及

[0434] 扩缩装置(扩缩装置200),其能够扩大和缩小所述第一部件与所述第二部件之间的所述夹角,其中,

[0435] 所述扩缩装置具有动力源(马达M)和传递所述动力源的动力的动力传递部(变速器T),

[0436] 所述动力传递部具有:

[0437] 以第一变速比传递所述动力的第一动力传递路径(第一变速机构T1);以及

[0438] 以与所述第一变速比不同的第二变速比传递所述动力的第二动力传递路径(第二变速机构T2),

[0439] 所述扩缩装置还具有:

[0440] 第一断续机构(第一断续机构210),其对所述第一动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换,以及

[0441] 第二断续机构(第二断续机构220),其对所述第二动力传递路径上的动力的切断和连接进行切换,

[0442] 所述接头装置设置为在接收来自外部的负重的负重状态与不接收负重的非负重状态之间进行转变,

[0443] 所述控制程序使计算机执行以下步骤:

[0444] (A) 当处于所述负重状态时,

[0445] 控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构中的任一方连接的第一连接状态;

[0446] (B) 当处于所述非负重状态时,

[0447] 控制为使所述第一断续机构和所述第二断续机构切断的切断状态,或者控制为使

所述第一断续机构和所述第二断续机构中的另一方连接的第二连接状态。

[0448] 根据(28),在接头装置接收到来自外部的负重的负重状态和未接收到负重的非负重状态下,适当地切换第一断续机构和第二断续机构的状态,由此提高接头装置的便利性。

[0449] (29)一种存储介质,其是计算机可读取的存储介质,其中,所述存储介质存储有(28)所述的控制程序。

[0450] 根据(29),在接头装置接收到来自外部的负重的负重状态和未接收到负重的非负重状态下,适当地切换第一断续机构和第二断续机构的状态,由此提高接头装置的便利性。

[0451] 此外,本申请是基于2022年9月7日申请的日本专利申请(日本特愿2022-142465)的申请,其内容作为参照引用于本申请中。

[0452] 附图标记说明:

[0453] 1:电动假腿(接头装置、膝关节接头装置)

[0454] 10:控制部

[0455] 11:阶段判定部(负重转变获取部)

[0456] 12:阶段转变预测部(负重获取部)

[0457] 110:膝下侧部件(第一部件)

[0458] 120:膝上侧部件(第二部件)

[0459] 130:膝关节机构(连接部)

[0460] 135:连接轴(其他转动轴)

[0461] 140:伸缩装置

[0462] 173:主轴(轴部件)

[0463] 174:套筒(筒部件)

[0464] 200:扩缩装置

[0465] 210:第一断续机构

[0466] 220:第二断续机构

[0467] M:马达(动力源)

[0468] SP:主轴单元(运动转换机构、伸缩部)

[0469] T:变速器(动力传递部)

[0470] T1:第一变速机构(第一动力传递路径)

[0471] T2:第二变速机构(第二动力传递路径)

[0472] VL1:铅垂线(其他基准线)

[0473] VL2:铅垂线(基准线)

[0474] θ_2 :第二夹角(夹角)

[0475] θ_s :小腿角(其他夹角)

[0476] θ_t :大腿角。

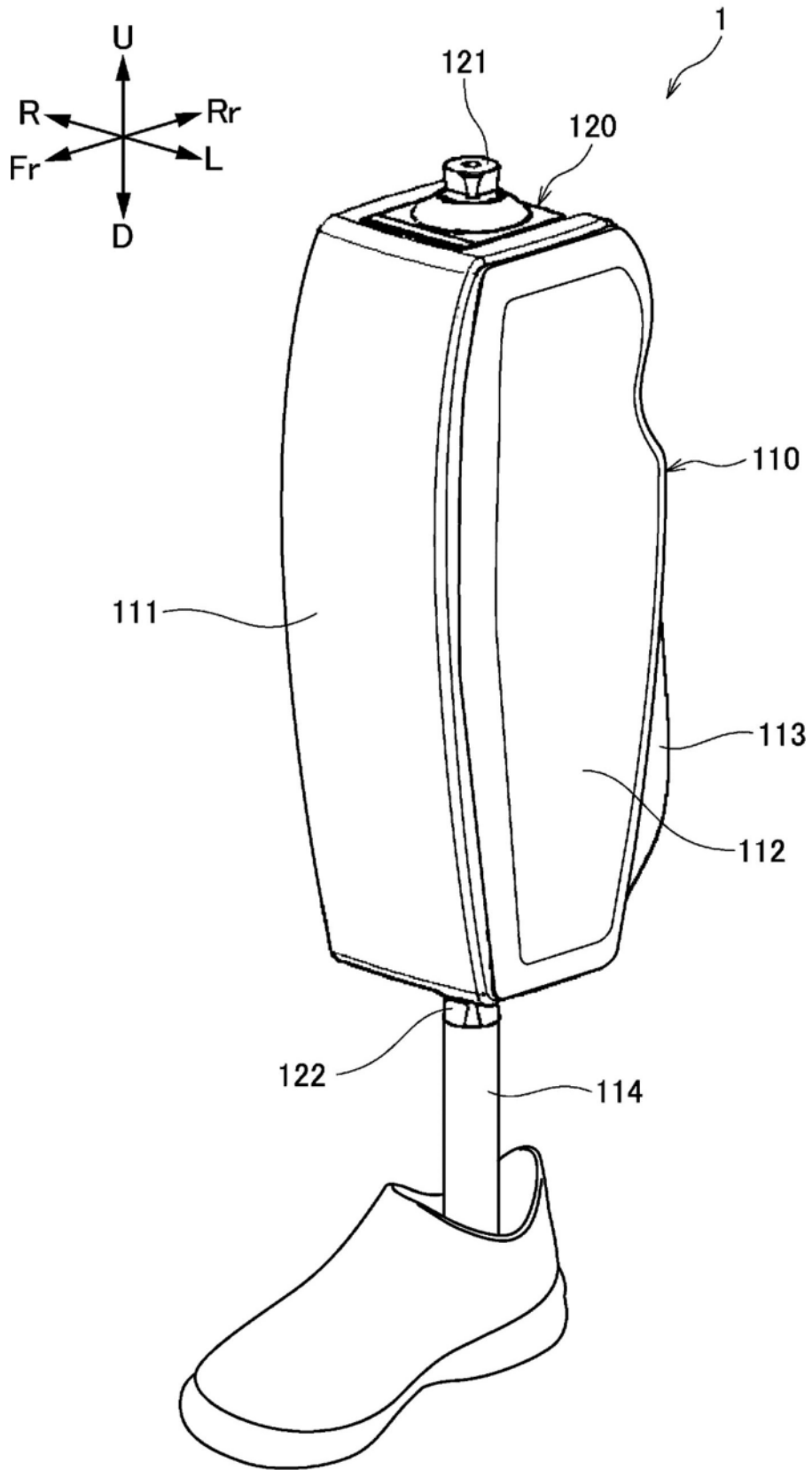


图1

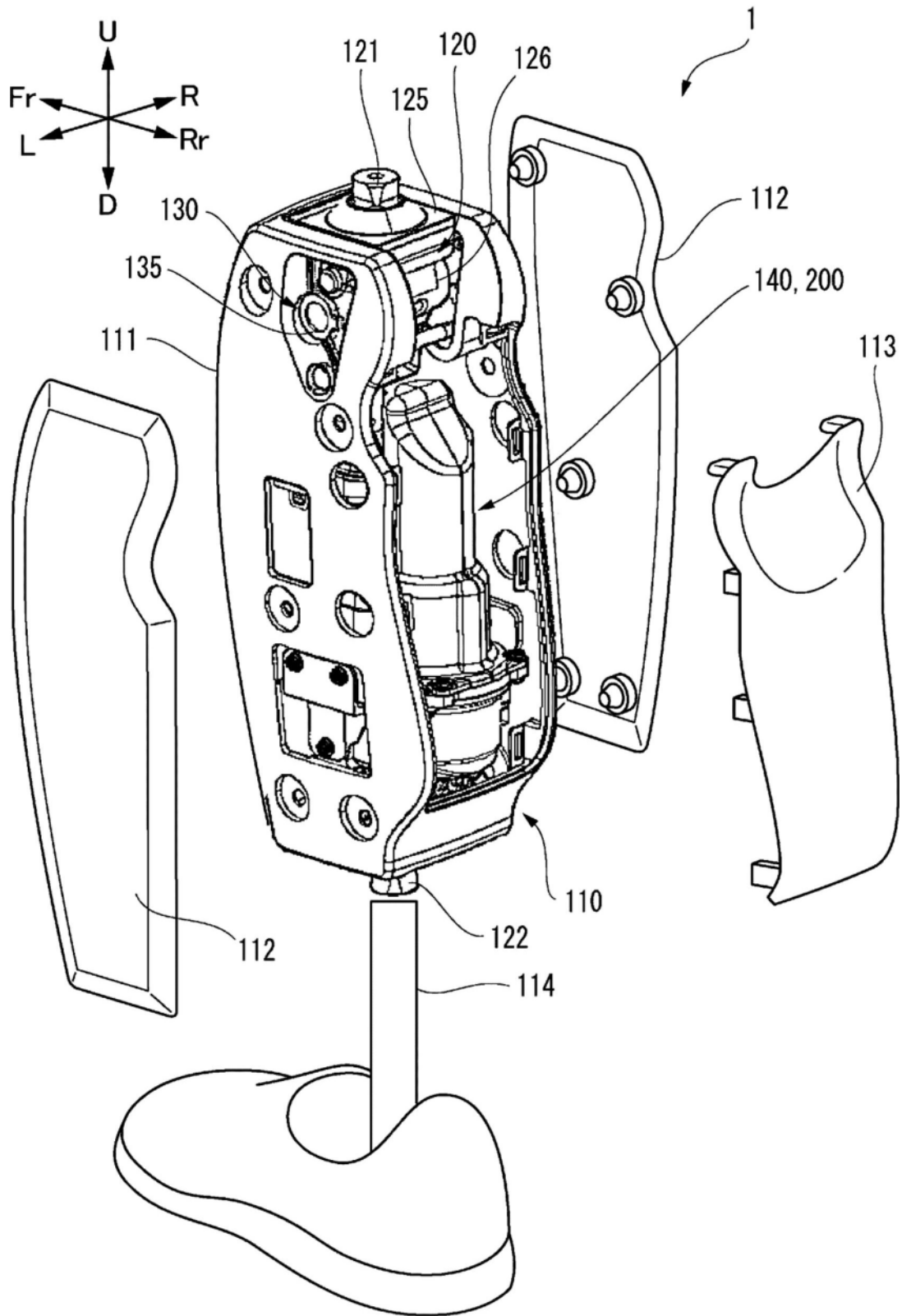


图2

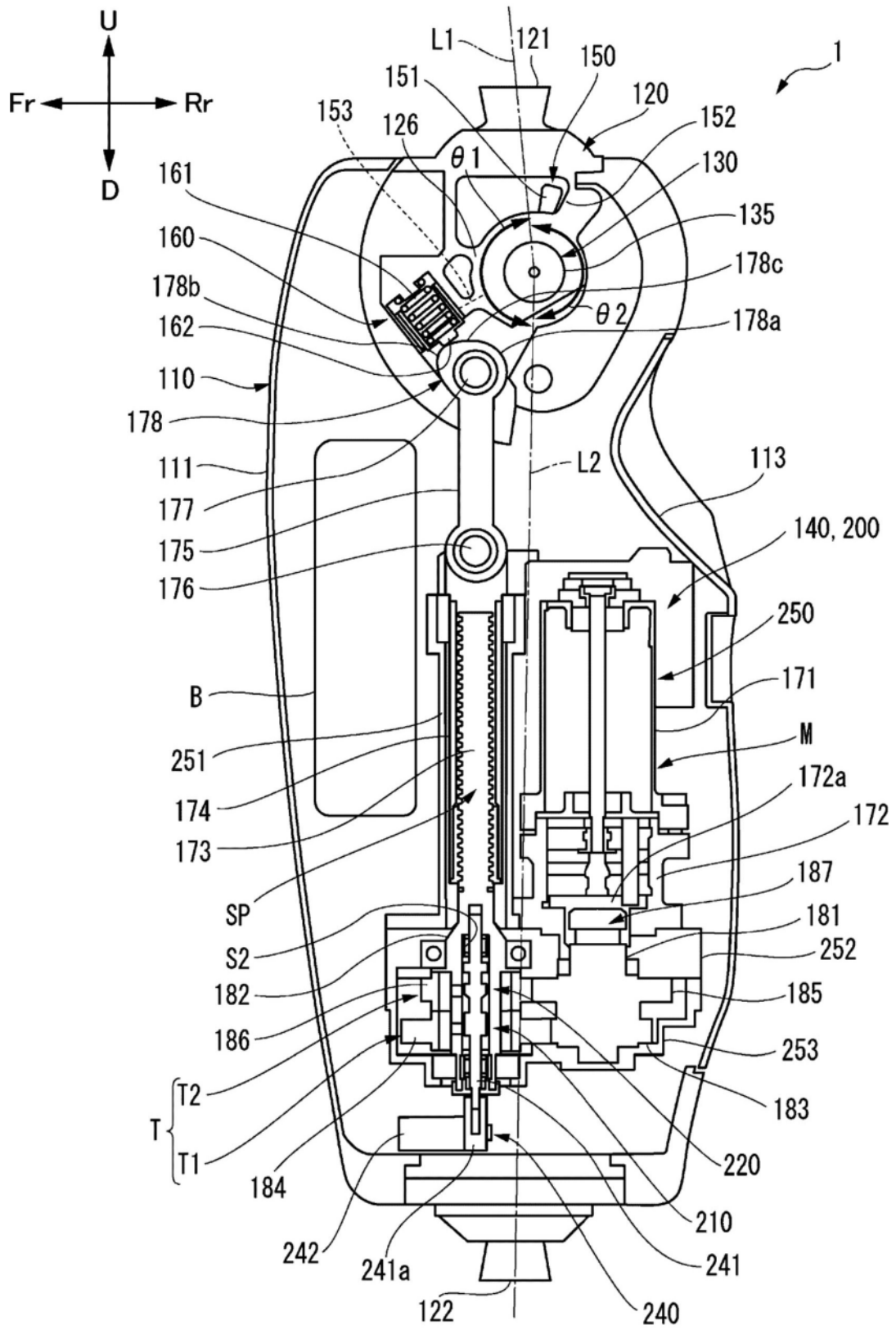


图3

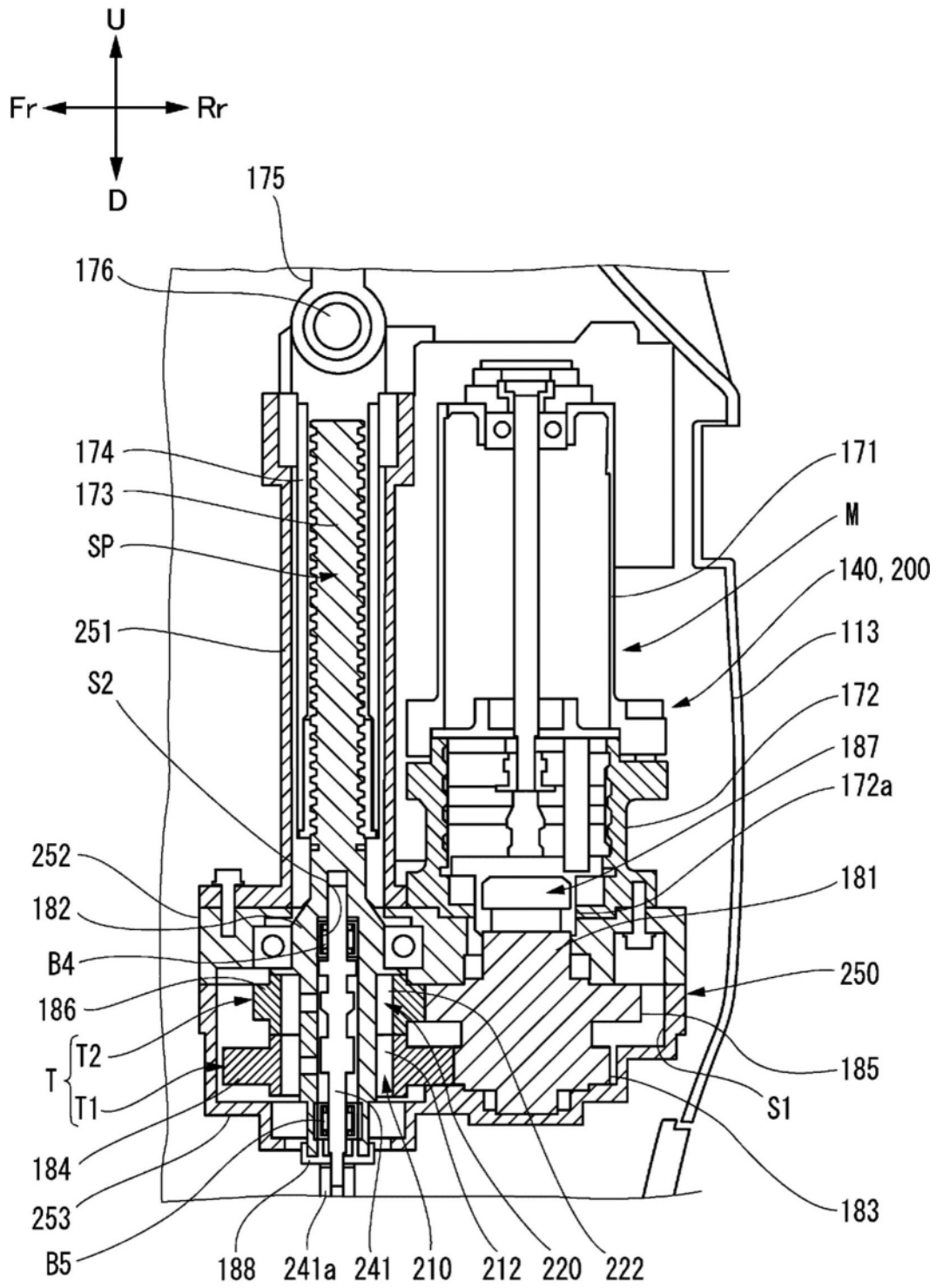


图4

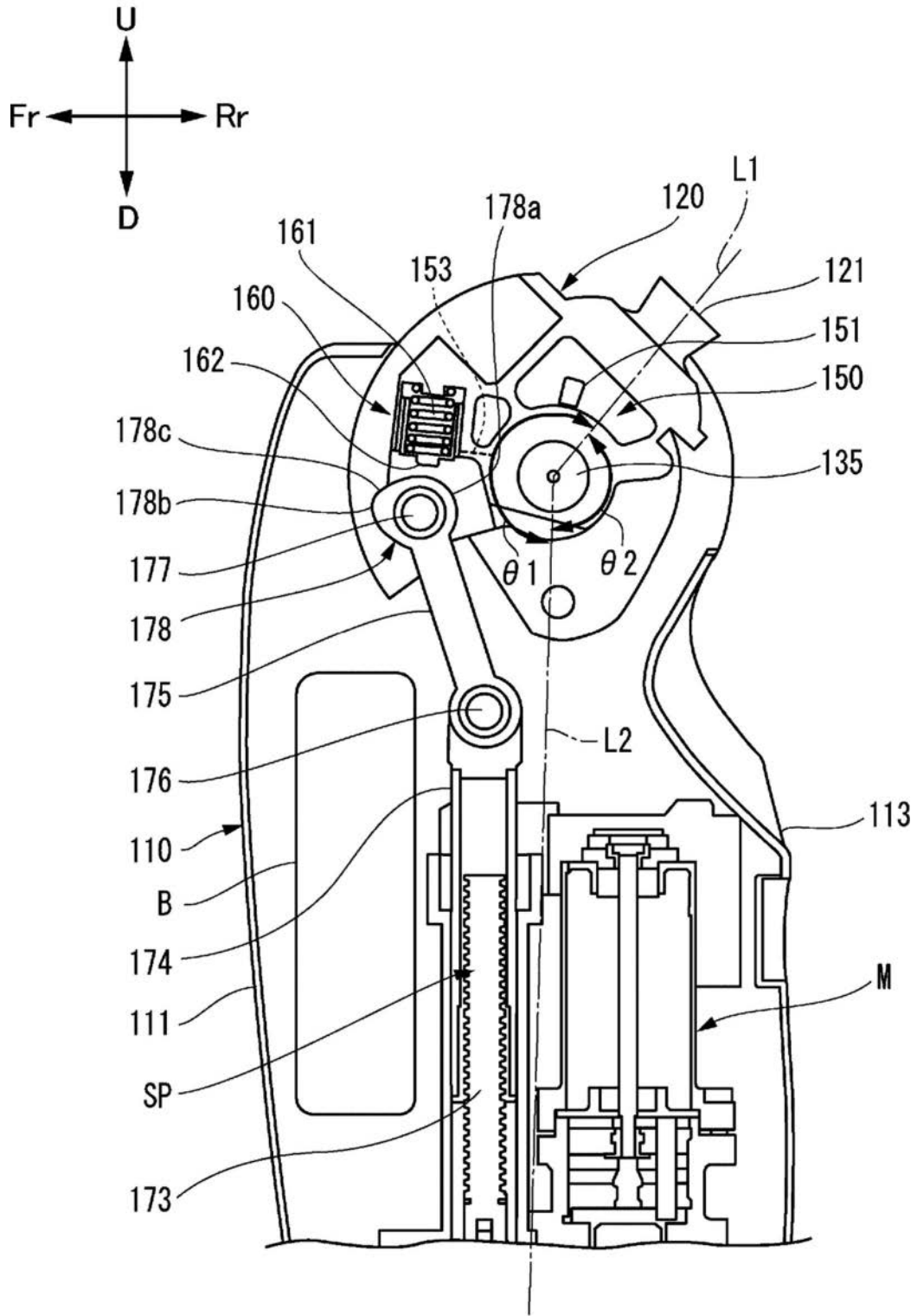


图5

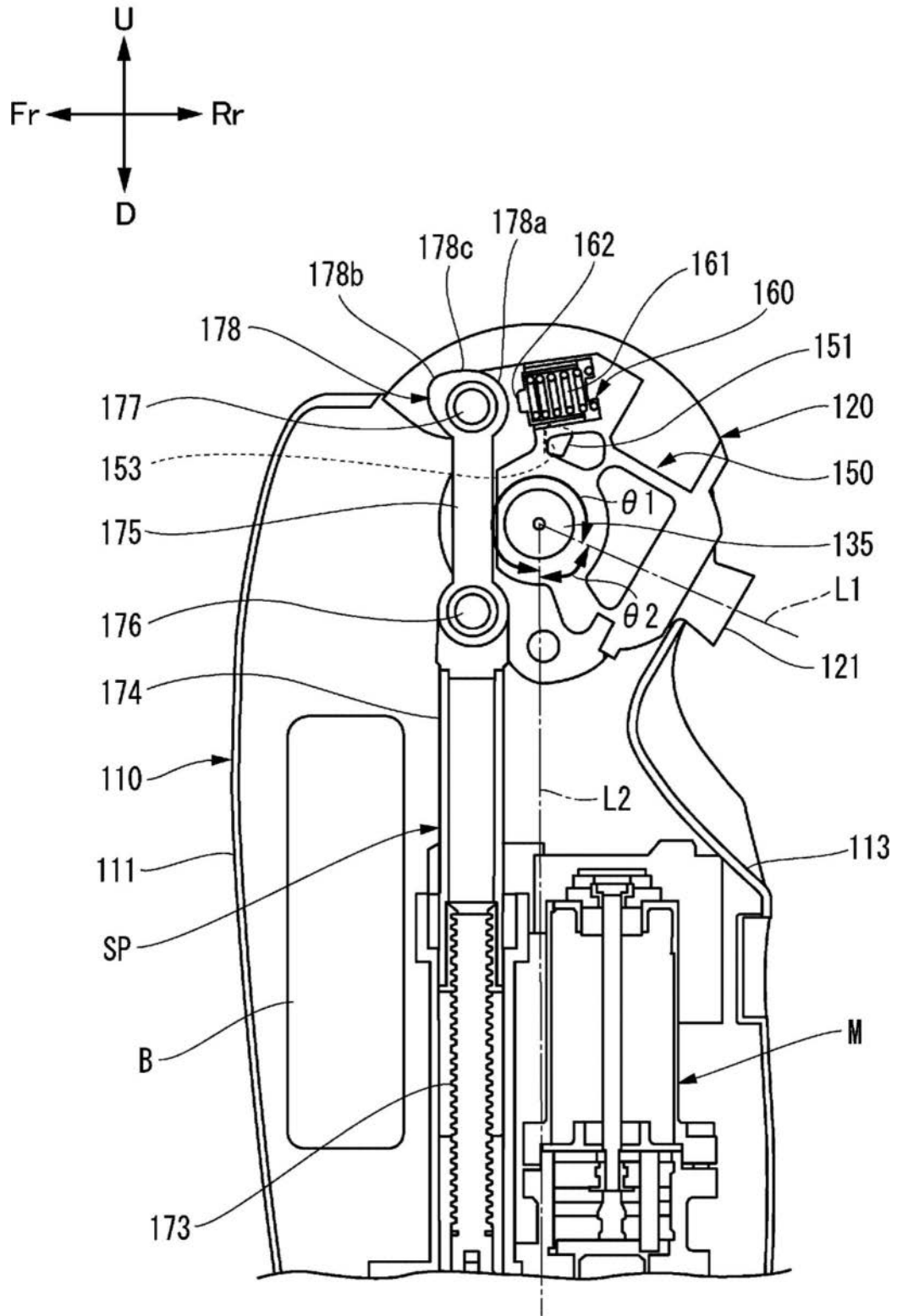


图6

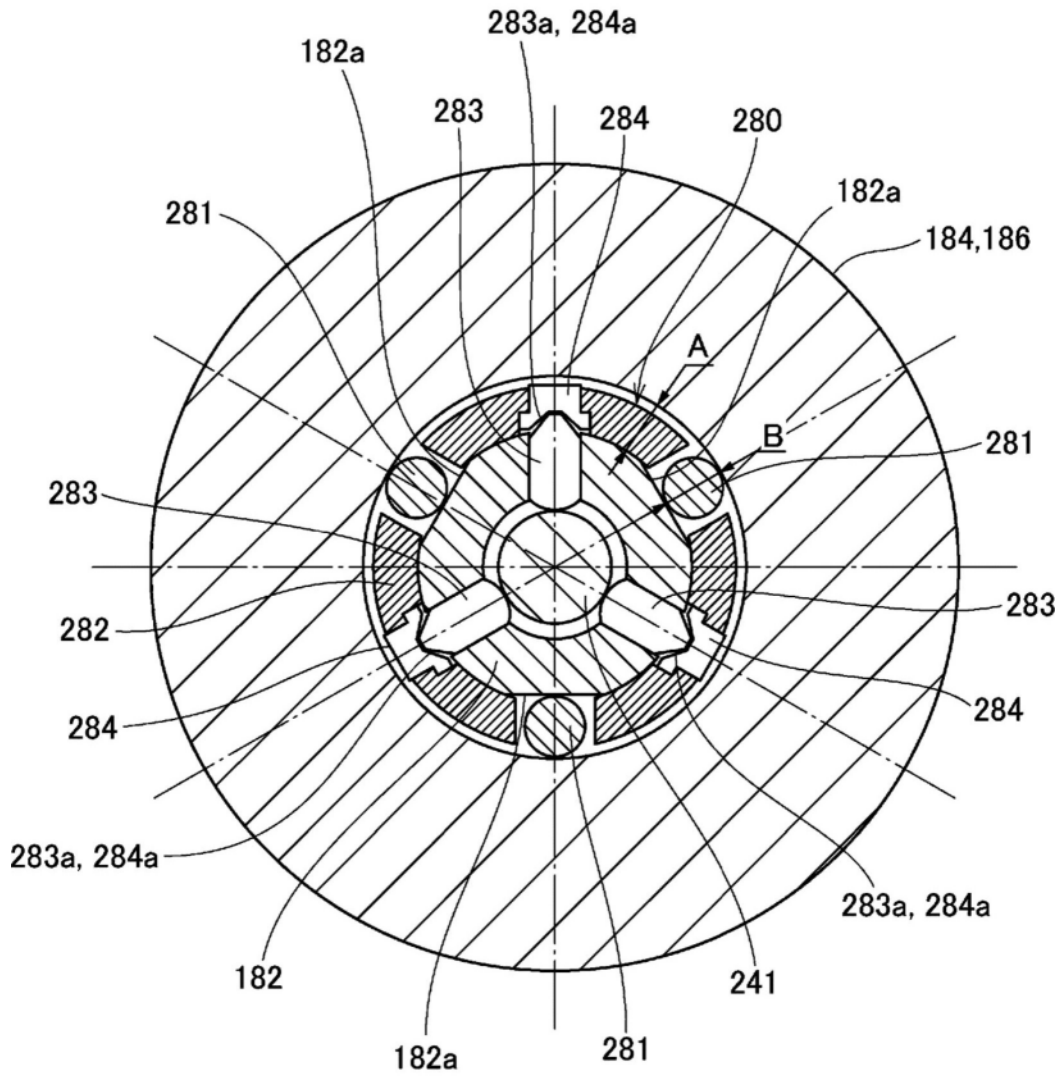


图7

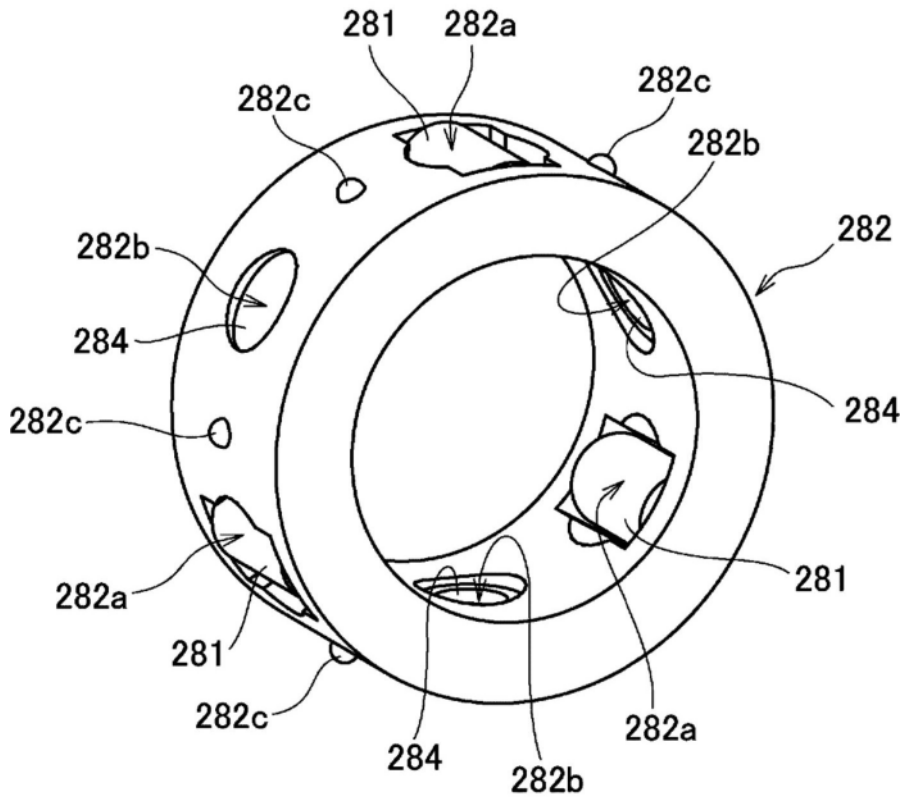


图8

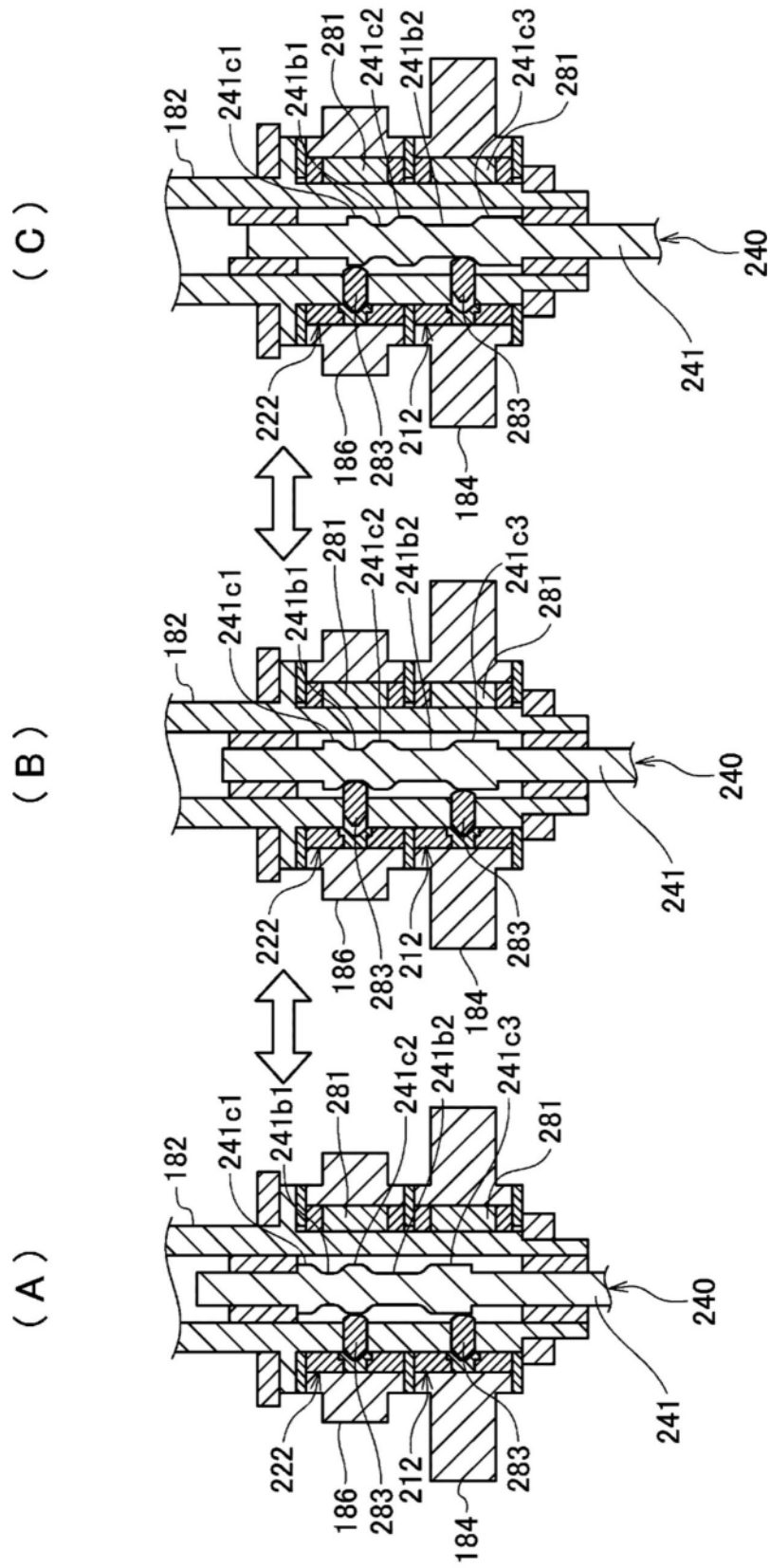


图9

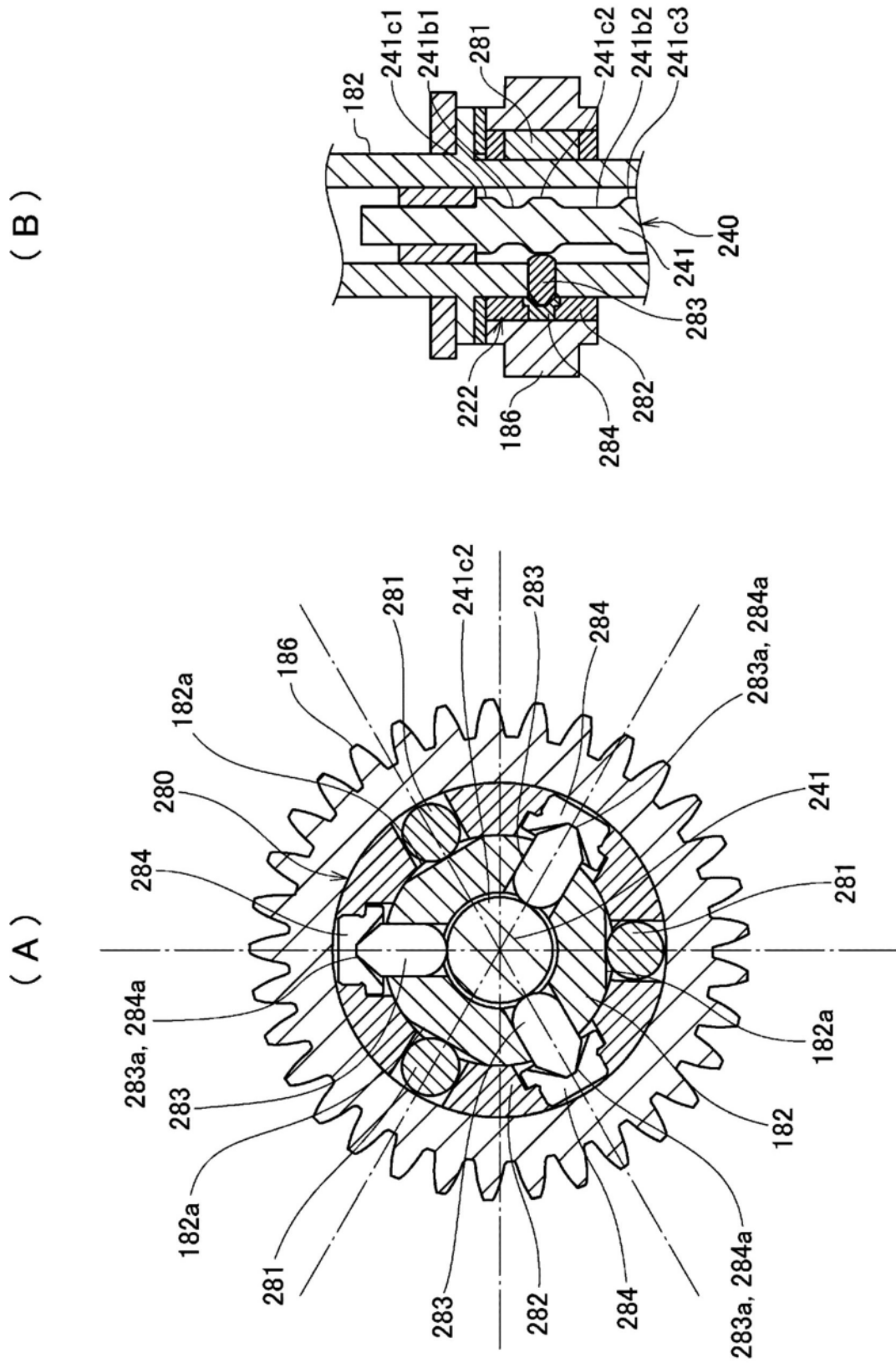


图10

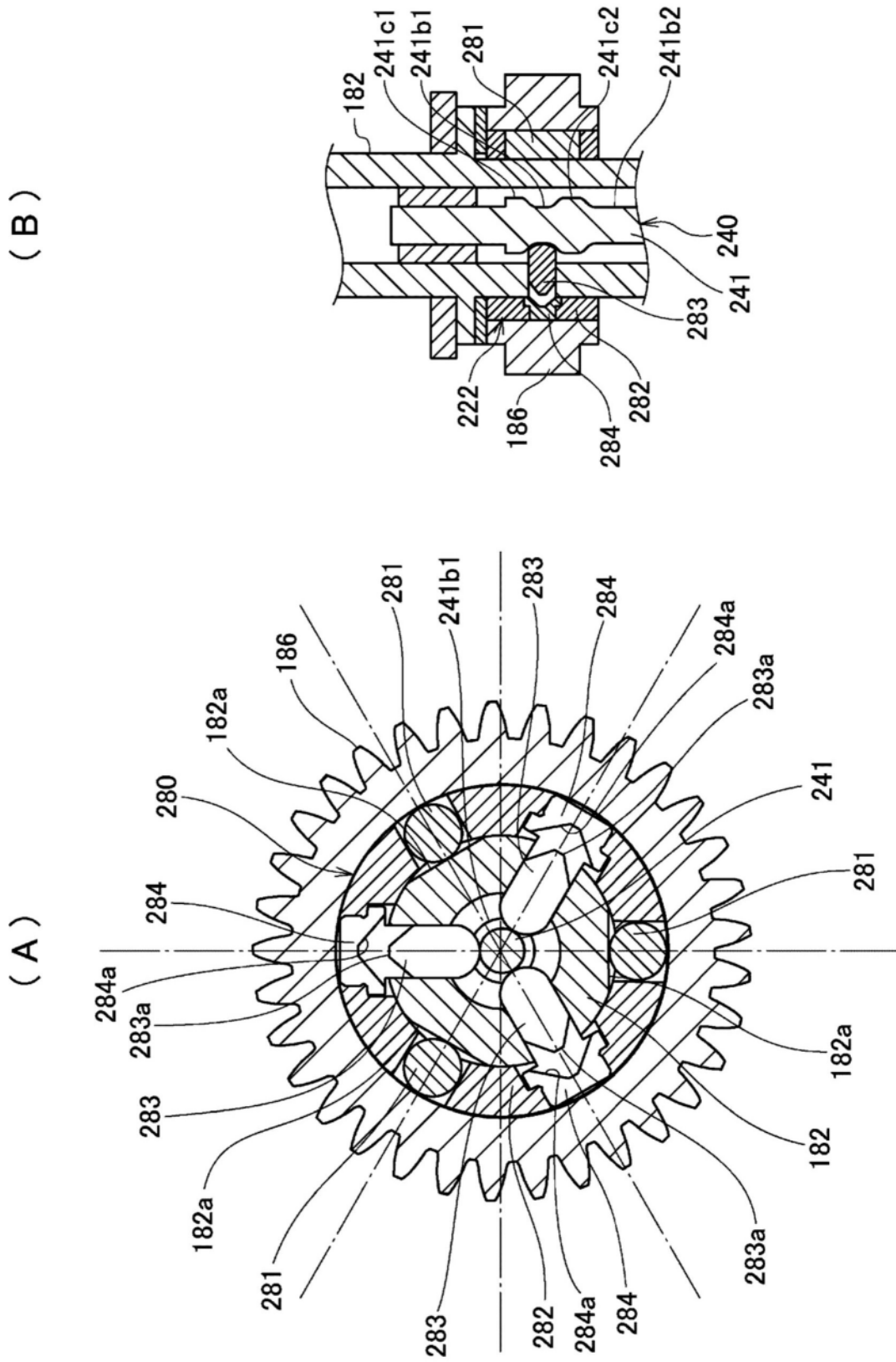


图11

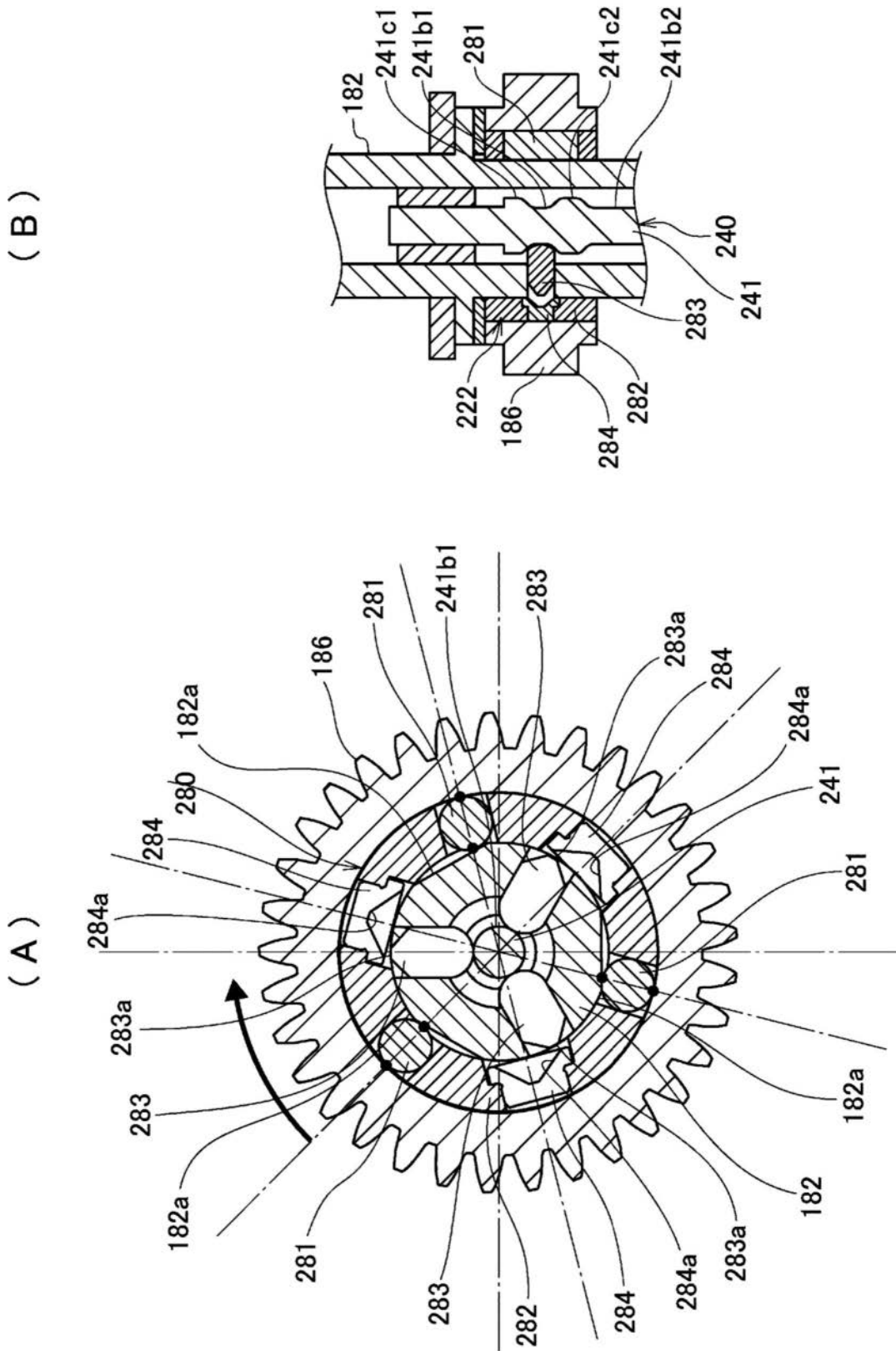


图12

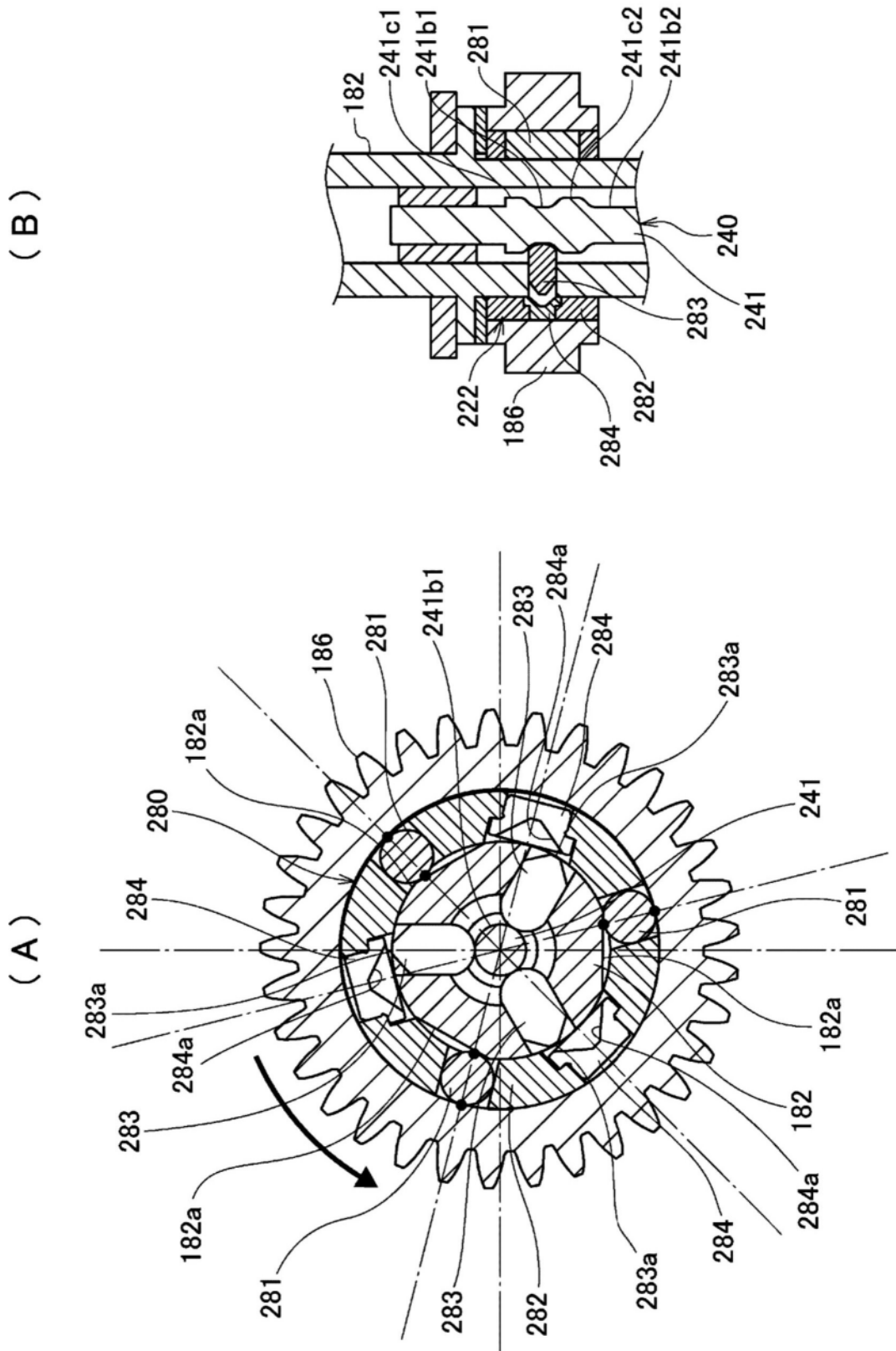


图13

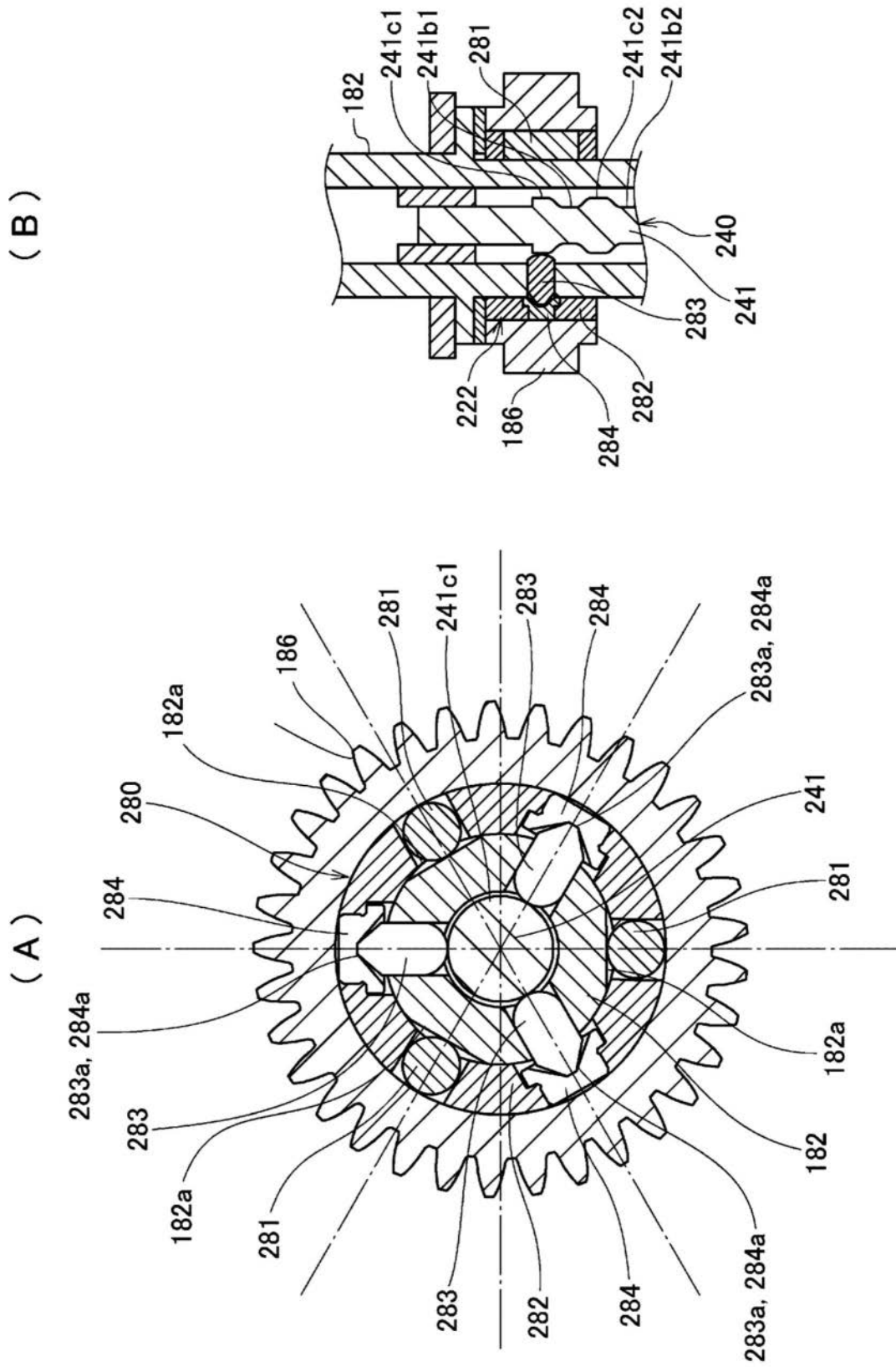


图14

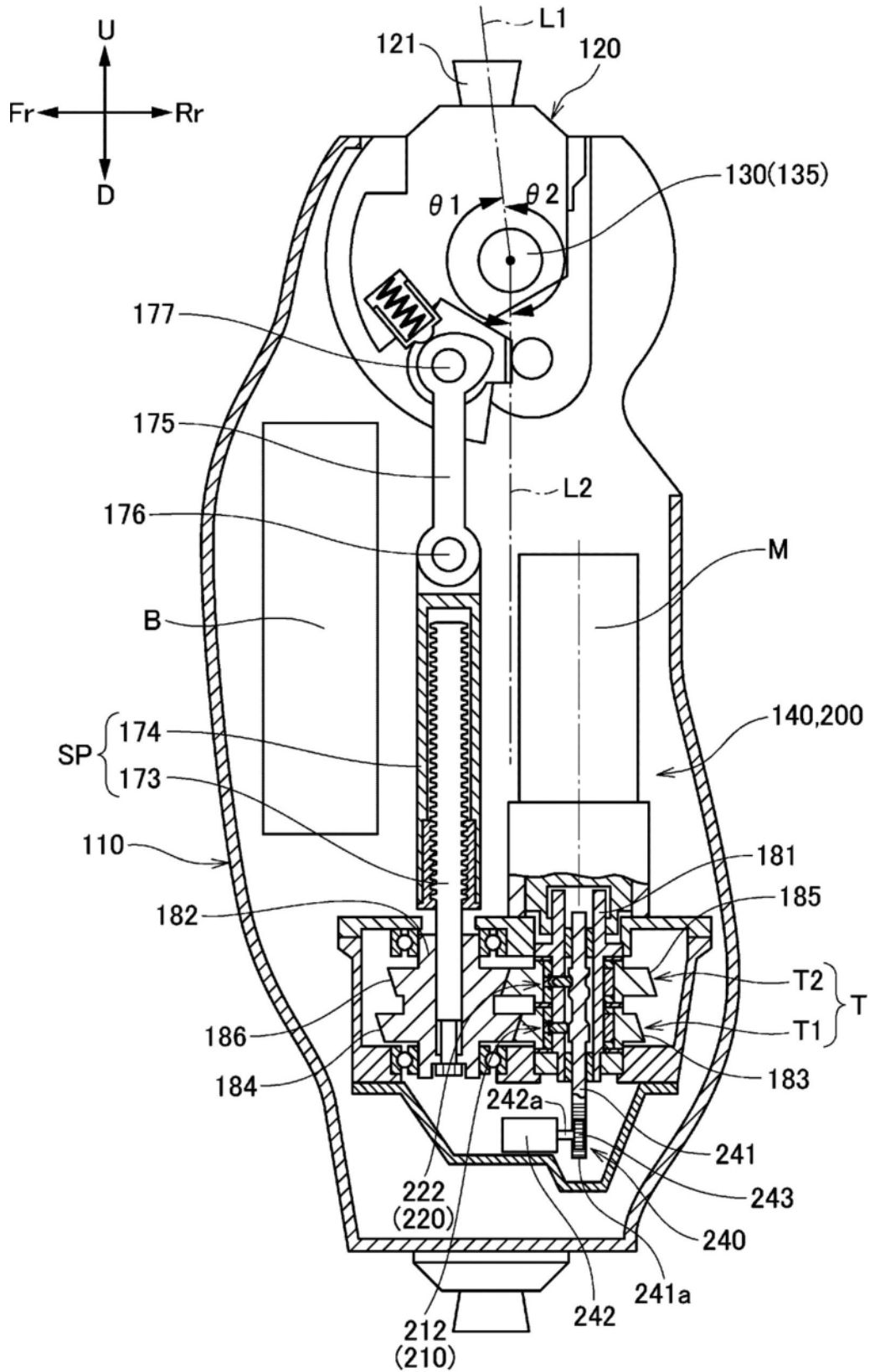


图15

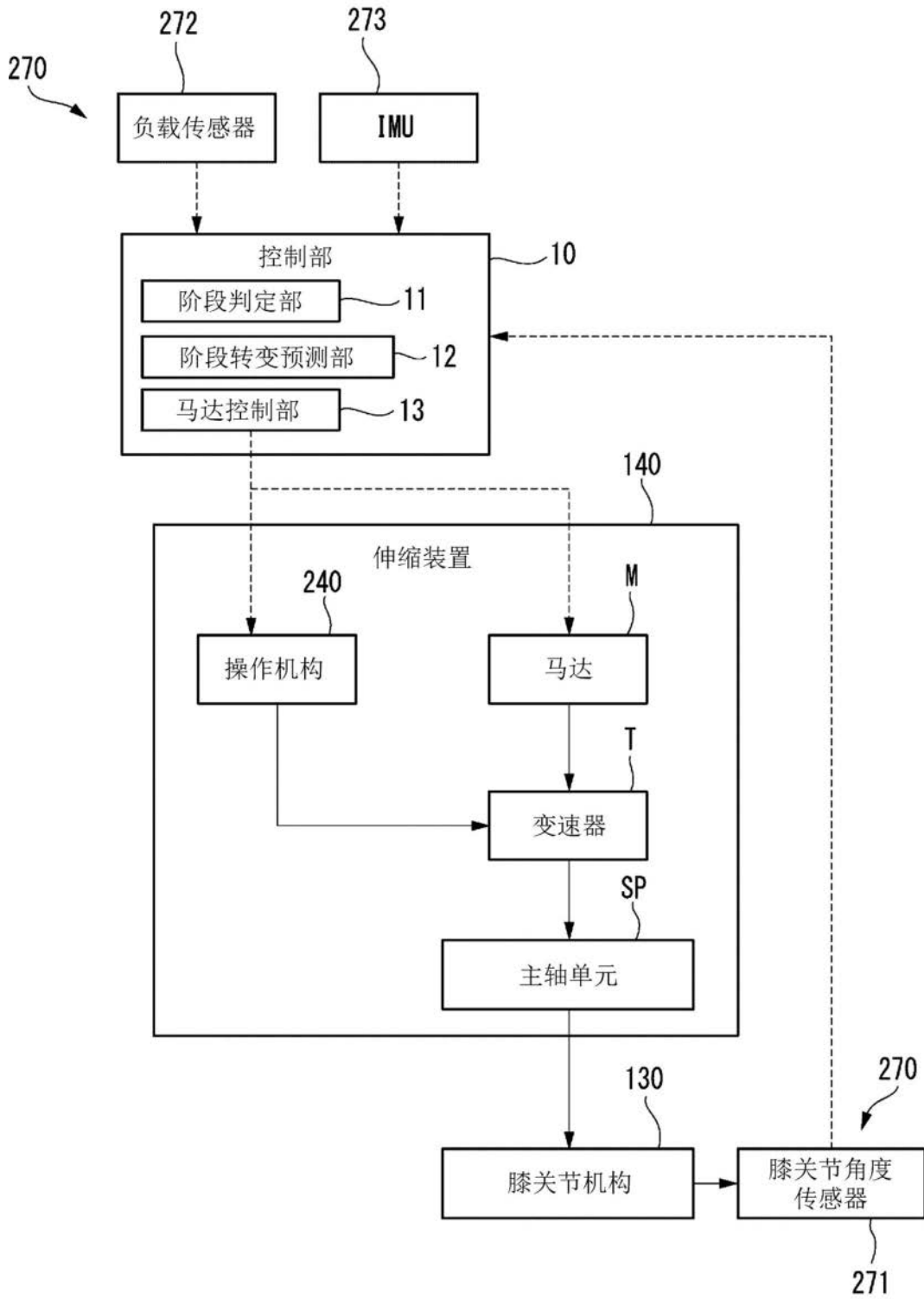


图16

<上台阶动作>

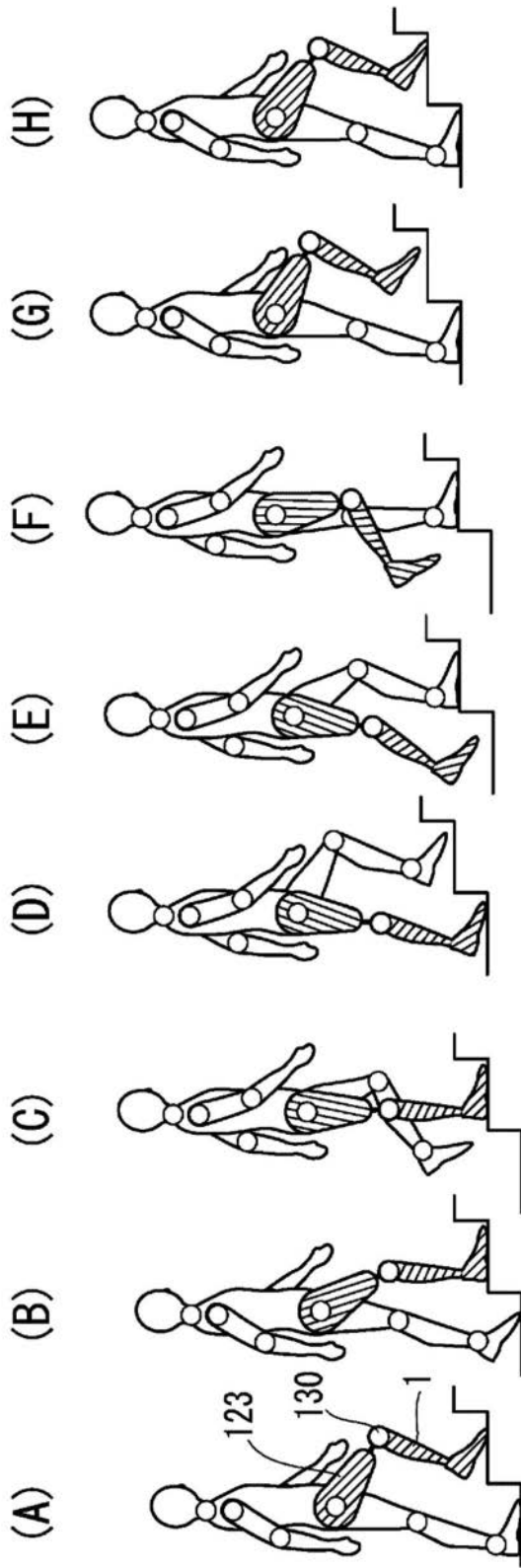


图17

<平地步行动作>

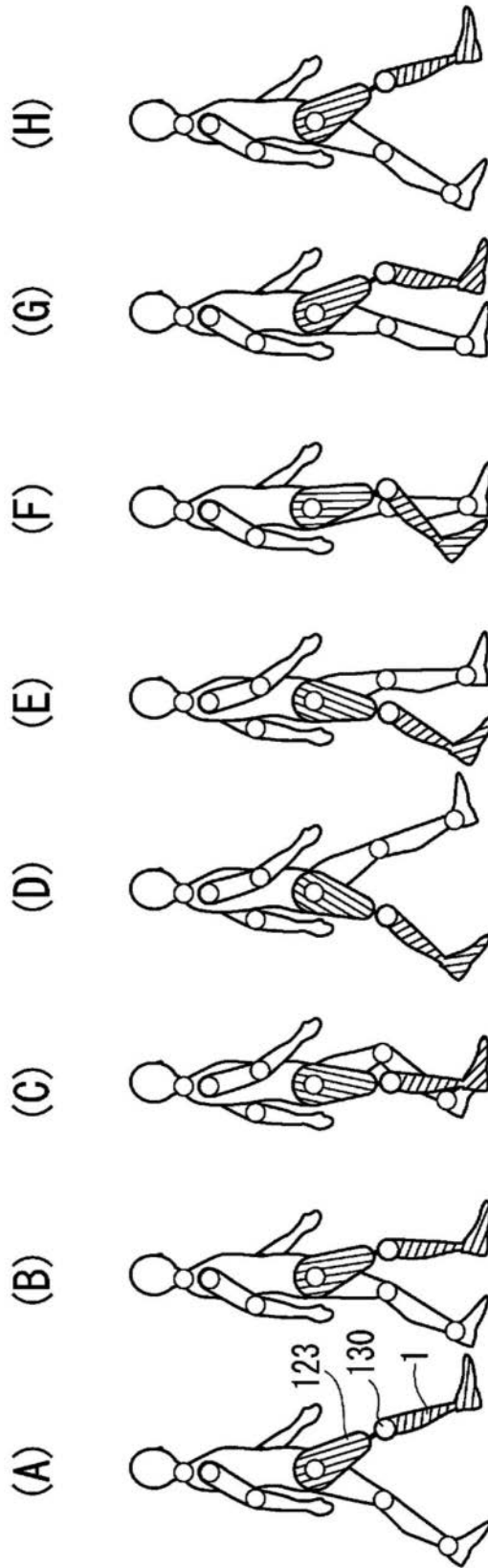


图18

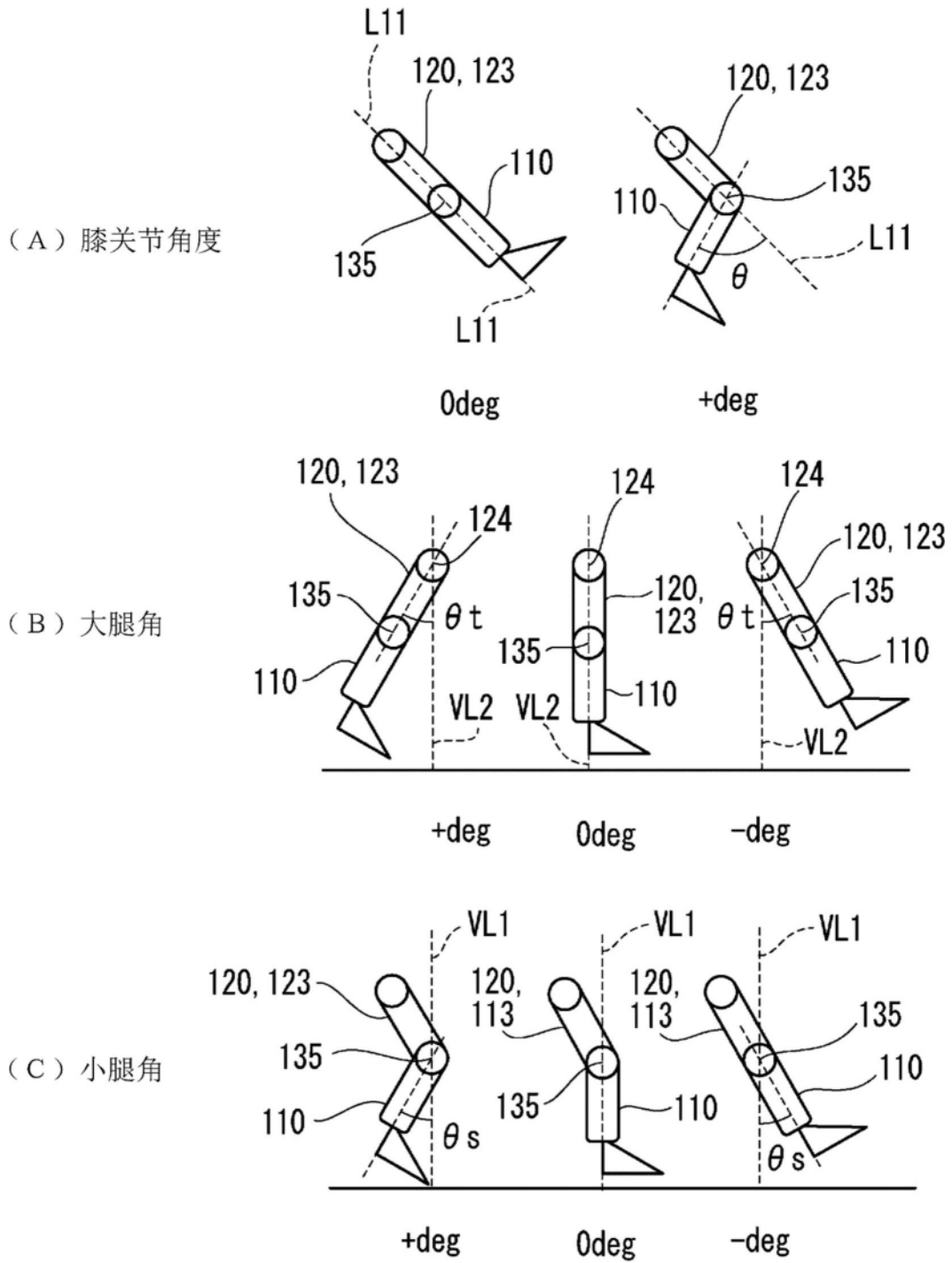


图19

<上台阶段模式>

| | | | | | | |
|---------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| | 站立阶段 | 转变阶段 { 站立 } ↓ 抬腿前期 | 抬腿前期阶段 | 转变阶段 { 抬腿前期 } ↓ 抬腿后期 | 抬腿后期阶段 | 转变阶段 { 抬腿后期 } ↓ 站立 |
| 马达M | 向伸展方向驱动 (扭矩控制) | 不驱动 | 向弯曲方向驱动 (位置控制) | 不驱动 | 向伸展方向驱动 (位置控制) | 不驱动 |
| 操作机构240 | 高扭矩侧 连接状态 | 高扭矩侧连接状态 ↓ 高转速侧连接状态 | 高转速侧连接状态 | | | 高转速侧连接状态 ↓ 高扭矩侧连接状态 |

<平地和下台阶段模式>

| | | | | |
|---------|---------|---------------------------|------|---------------------------|
| | 站立阶段 | 转变阶段 { 站立 } ↓ 抬腿 | 抬腿阶段 | 转变阶段 { 抬腿 } ↓ 站立 |
| 马达M | 不驱动 | | | |
| 操作机构240 | 高速侧连接状态 | 高速侧连接状态 ↓ 切断状态 | 切断状态 | 切断状态 ↓ 高速侧连接状态 |

图20

<上台阶模式>

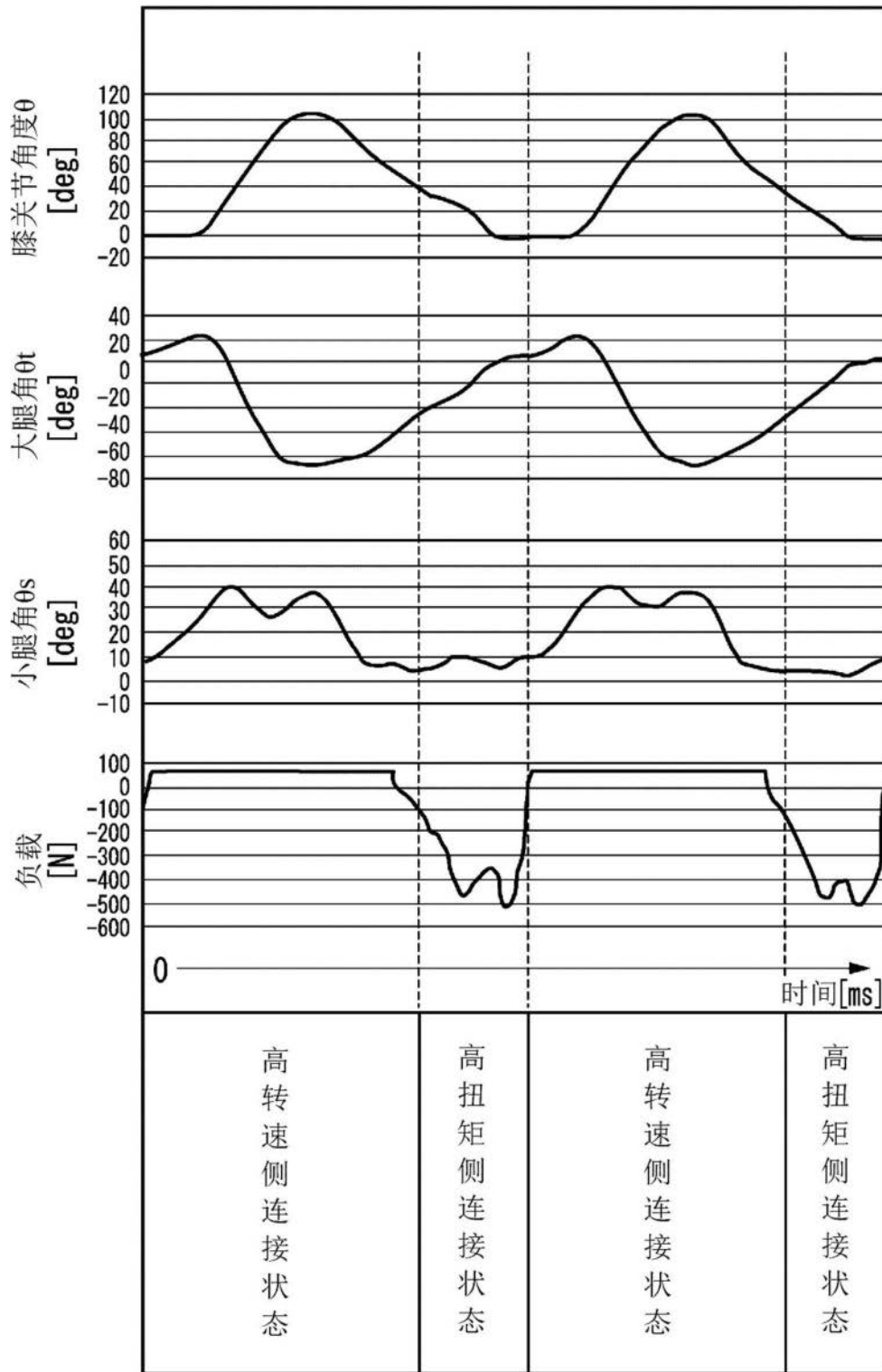


图21

<平地和下台阶模式>

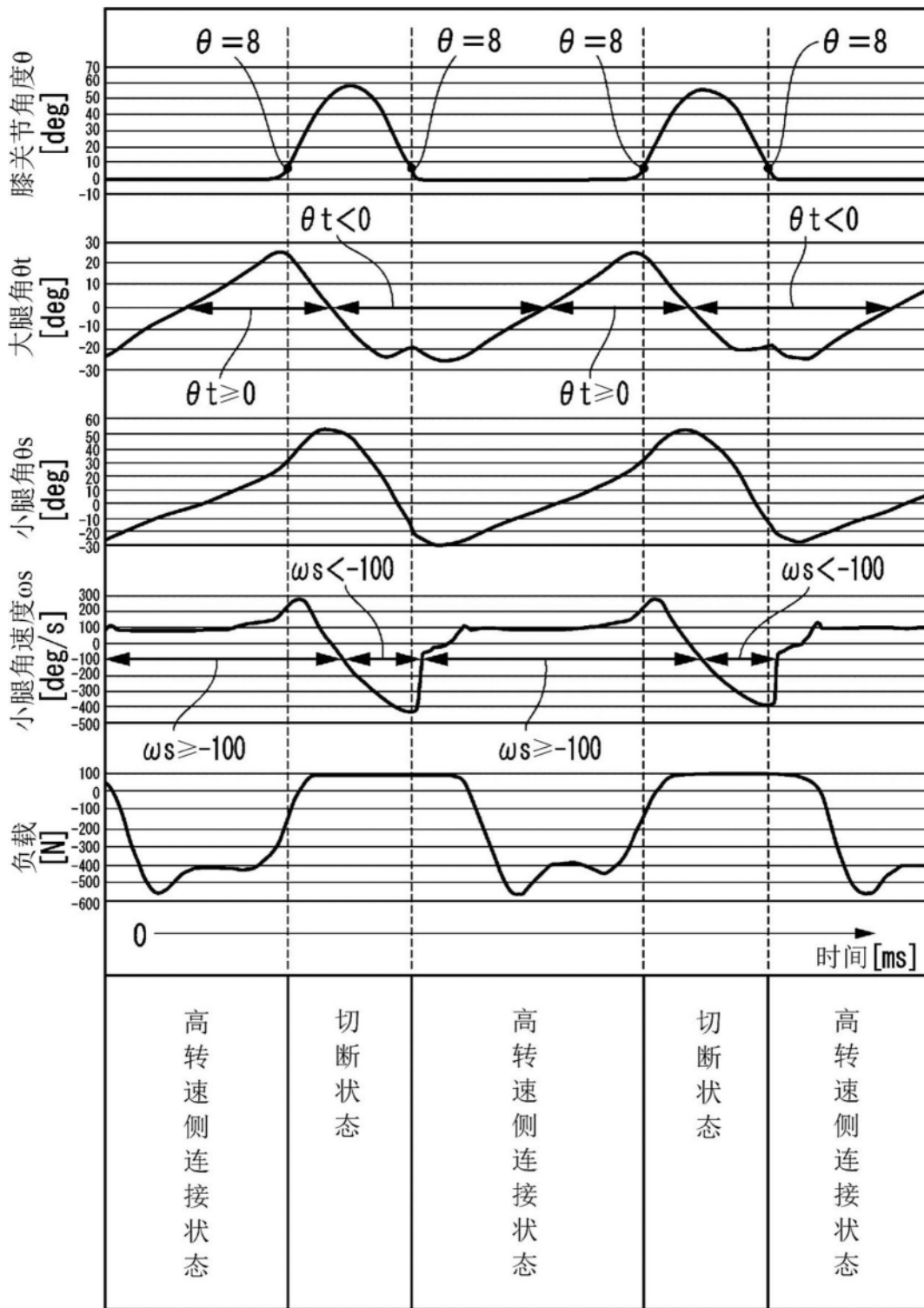


图22

比较例

<平地和下台阶模式（发生后期撞击）>

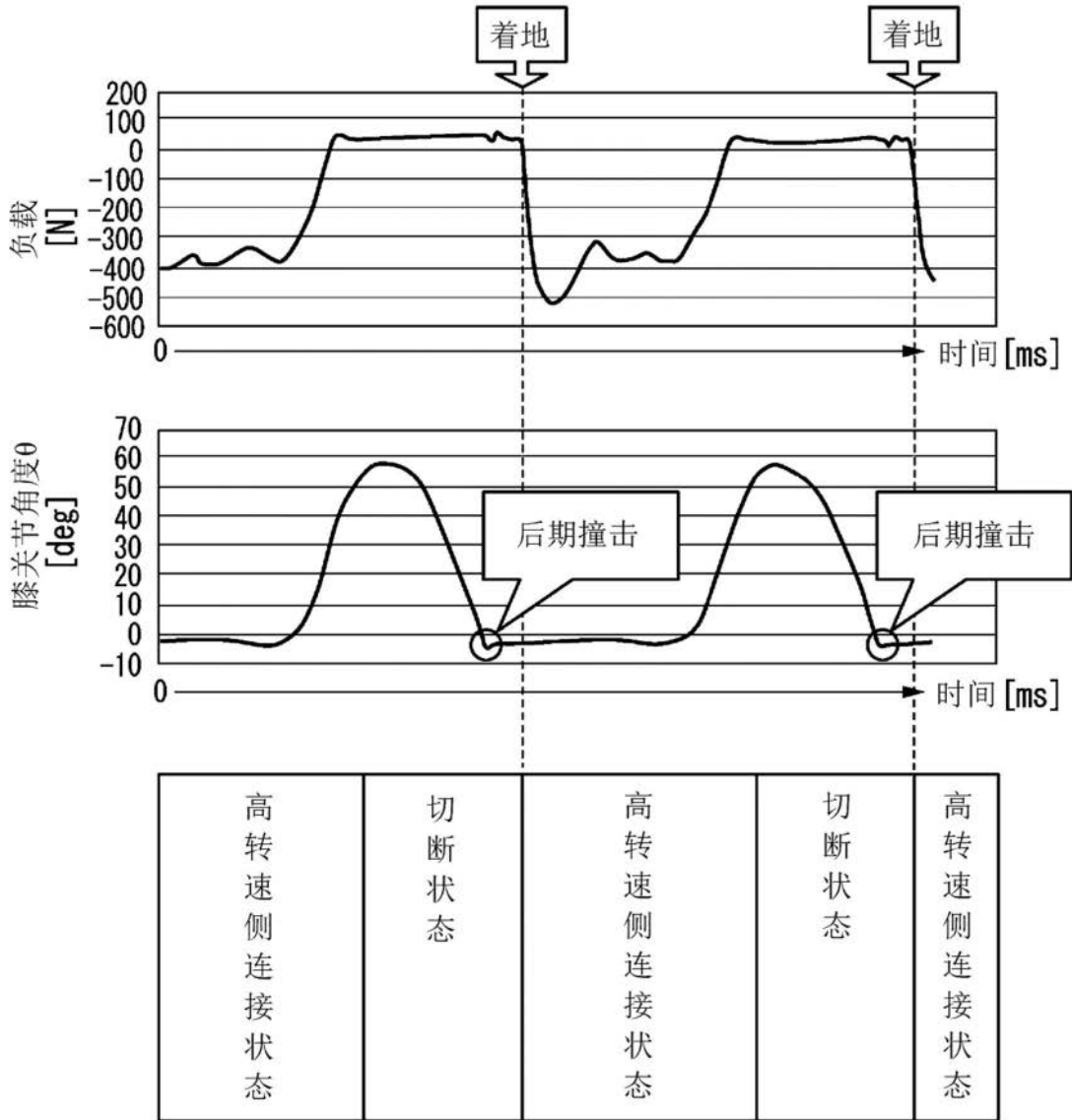


图23

<平地和下台阶模式（抑制后期撞击）>

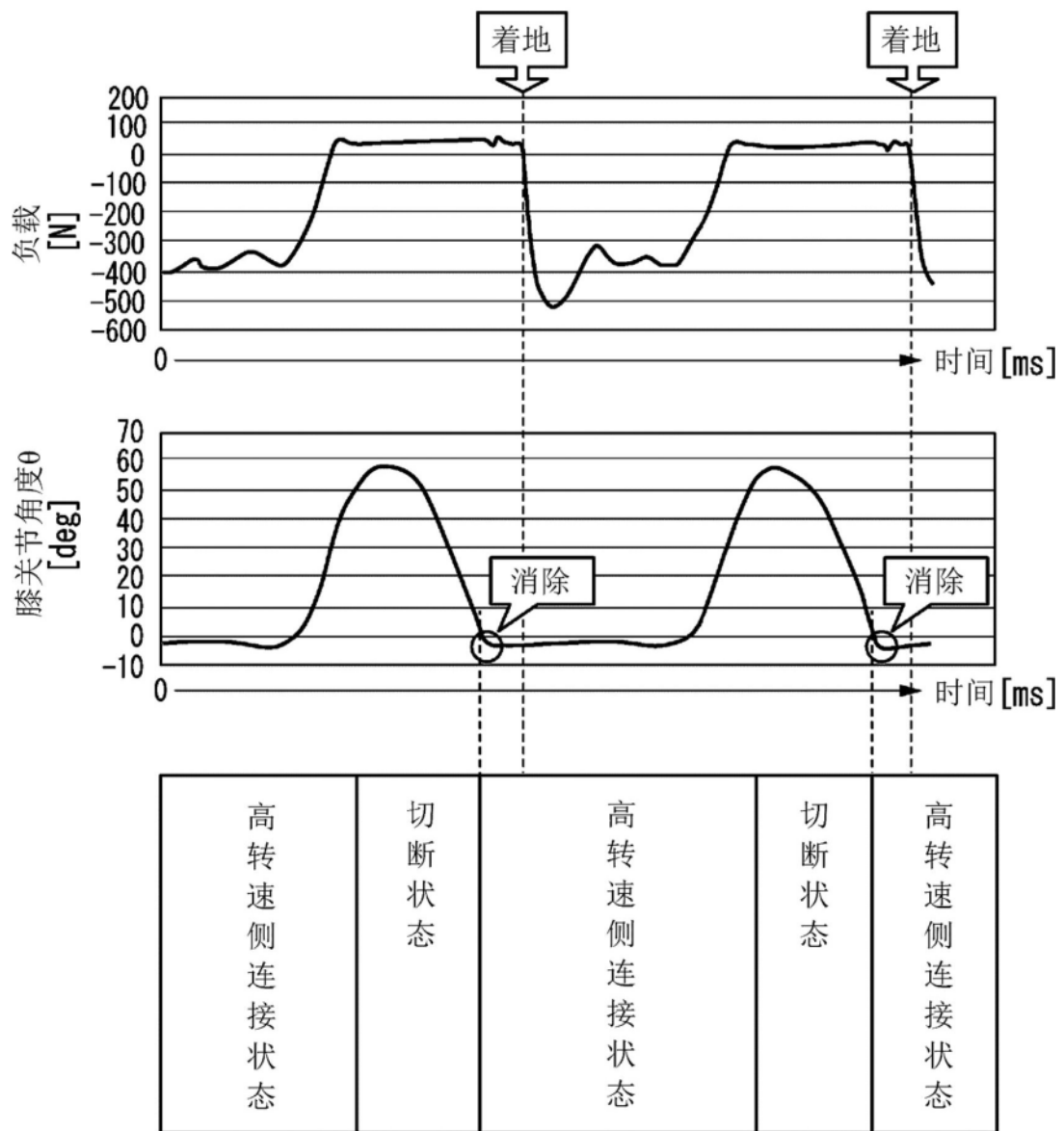


图24

比较例

<平地和下台阶模式（发生磕绊）>

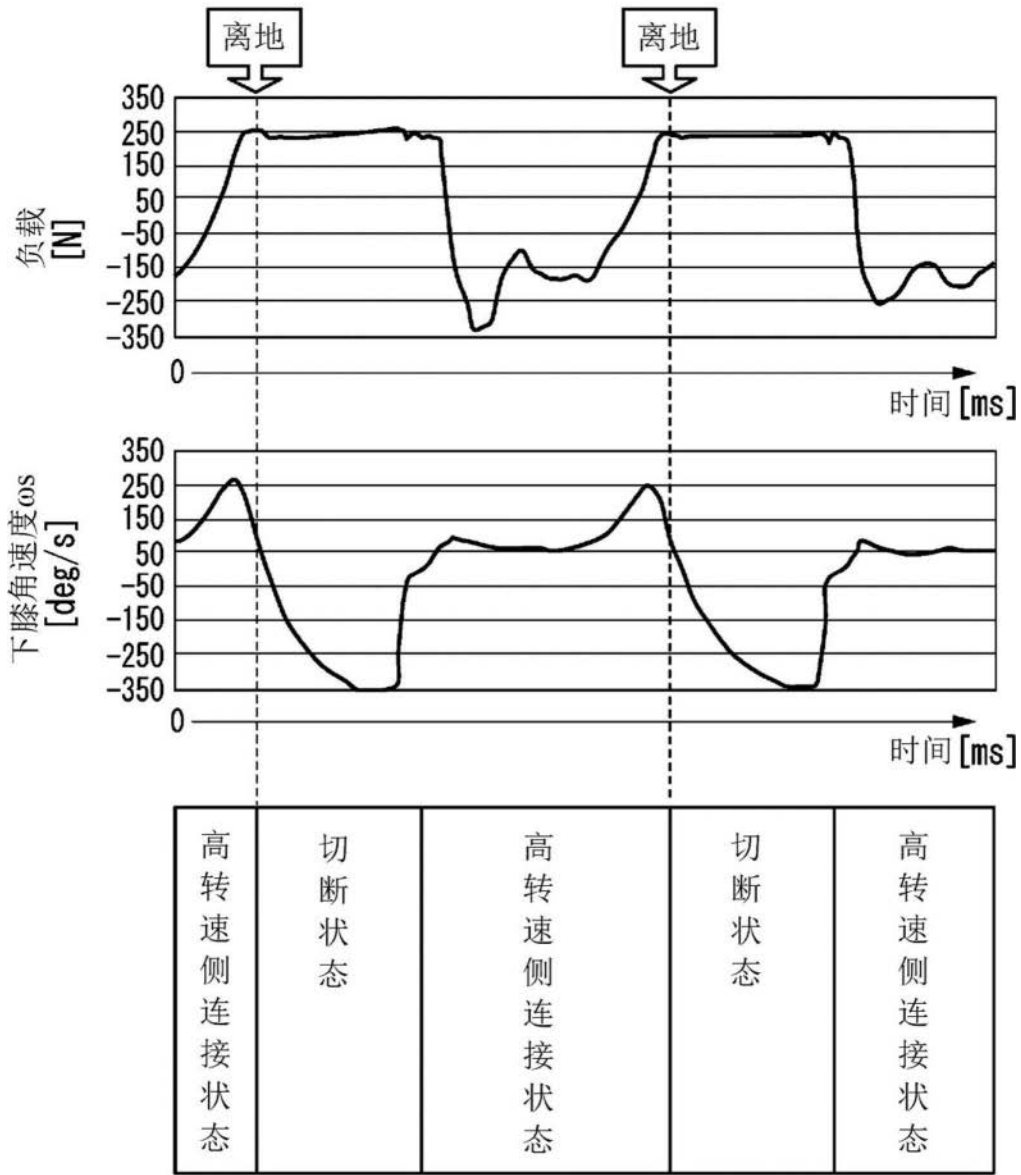


图25

<平地和下台阶模式（抑制磕绊）>

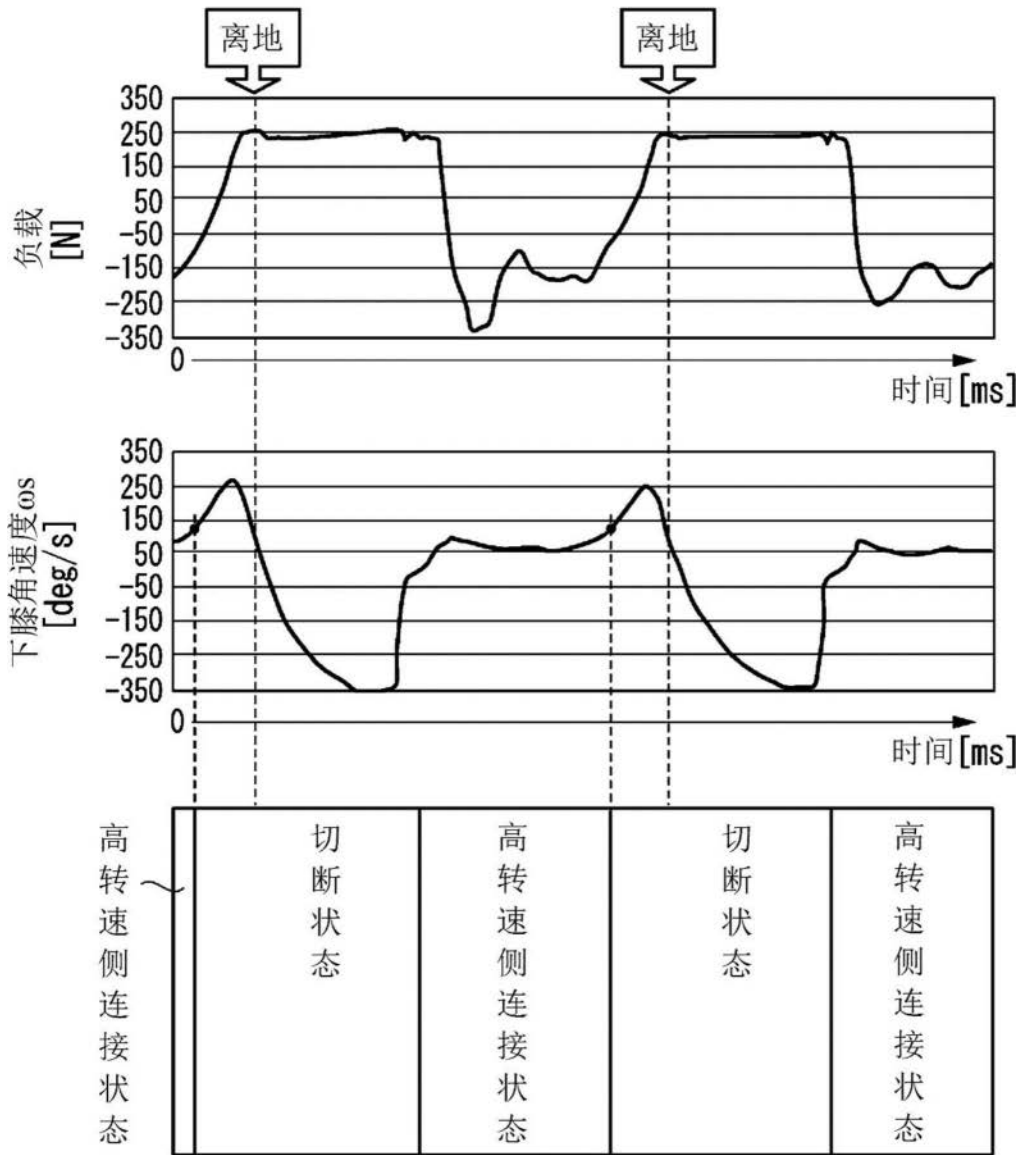


图26