



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109716630 A

(43)申请公布日 2019.05.03

(21)申请号 201780056161.4

彼得·G·马登 迪恩·柳比西奇

(22)申请日 2017.09.12

(74)专利代理机构 北京市立方律师事务所

11330

(30)优先权数据

代理人 谢玉斌 周永佳

62/393,982 2016.09.13 US

62/512,469 2017.05.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(51)Int.Cl.

2019.03.13

H02K 7/075(2006.01)

H02K 21/24(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

H02K 7/12(2006.01)

PCT/US2017/051073 2017.09.12

H02K 16/04(2006.01)

B60G 17/0195(2006.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/052876 EN 2018.03.22

(71)申请人 核科学股份有限公司

地址 美国马萨诸塞州

(72)发明人 伊恩·W·亨特

蒂莫西·A·弗弗诺夫

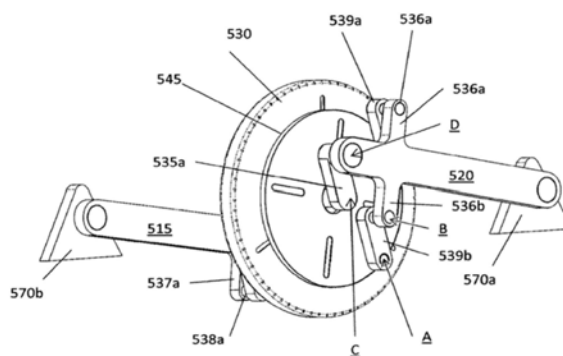
权利要求书3页 说明书14页 附图30页

(54)发明名称

多连杆电传动系统

(57)摘要

一种电传动系统包含:旋转电机系统,其包含毂总成、第一旋转总成、第二旋转总成和第三旋转总成,其中所述毂总成限定旋转轴线,所述第一旋转总成、所述第二旋转总成和所述第三旋转总成围绕所述旋转轴线同轴对齐且能够彼此独立地独立旋转移动;多连杆机构,其连接到所述第一和第三旋转总成中的每一个且连接到所述毂总成,且约束所述毂总成的移动,以使得所述毂总成的所述旋转轴线沿着在相对于所述旋转轴线的横向方向上的限定路径移动,且其中所述多连杆机构响应于所述第一旋转总成和所述第三旋转总成相对于彼此的相对旋转而使所述毂总成的所述旋转轴线沿着所述限定路径平移。



1. 一种电传动系统,其包括:

旋转电机系统,其包括毂总成、第一旋转总成、第二旋转总成和第三旋转总成,其中所述毂总成限定旋转轴线,且其中所述第一旋转总成、所述第二旋转总成和所述第三旋转总成中的每一个与所述旋转轴线同轴对齐且能够彼此独立地围绕所述旋转轴线旋转移动;

多连杆机构,其连接到所述第一和第三旋转总成中的每一个且连接到所述毂总成,所述多连杆机构约束所述毂总成的移动,使得所述毂总成的所述旋转轴线沿着在相对于所述旋转轴线的横向方向上的限定路径移动,且其中所述多连杆机构响应于所述第一旋转总成和所述第三旋转总成相对于彼此的相对旋转而使所述毂总成的所述旋转轴线沿着所述限定路径平移。

2. 一种电传动系统,其包括:

旋转电机系统,其包括毂总成、磁性转子总成、第一线圈定子总成和第二线圈定子总成,其中所述毂总成限定旋转轴线,且其中所述磁性转子总成、所述第一线圈定子总成和所述第二线圈定子总成中的每一个与所述旋转轴线同轴对齐且能够彼此独立地围绕所述旋转轴线旋转移动;以及

多连杆机构,其连接到所述第一和第二线圈定子总成中的每一个且连接到所述毂总成,所述多连杆机构约束所述毂总成的移动,使得所述毂总成的所述旋转轴线沿着在相对于所述旋转轴线的横向方向上的限定路径移动,且其中所述多连杆机构响应于所述第一线圈定子总成和第二线圈定子总成相对于彼此的相对旋转而使所述毂总成的所述旋转轴线沿着所述限定路径平移。

3. 根据权利要求2所述的电传动系统,其中所述多连杆机构是四连杆机构。

4. 根据权利要求2所述的电传动系统,其中所述四连杆机构是瓦特连杆机构。

5. 根据权利要求2所述的电传动系统,其中所述多连杆机构包括支撑结构、曲轴总成、第一摆臂和第二摆臂,其中所述第一摆臂具有以可旋转方式连接到所述曲轴总成的第一端和在所述支撑结构上的第一位置处以可旋转方式连接到所述支撑结构的第二端,且其中所述第二摆臂具有以可旋转方式连接到所述曲轴总成的第一端和在所述支撑结构上的第二位置处以可旋转方式连接到所述支撑结构的第二端,所述第二位置不同于所述支撑结构上的所述第一位置。

6. 根据权利要求5所述的电传动系统,其中所述曲轴总成包括所述毂总成。

7. 根据权利要求5所述的电传动系统,其中所述曲轴总成包含曲轴、在第一径向方向上从所述曲轴伸出的第一曲柄臂和在第二径向方向上从所述曲轴伸出的第二曲柄臂。

8. 根据权利要求7所述的电传动系统,其中所述第一曲柄臂和所述第二曲柄臂位于所述曲轴的相对端。

9. 根据权利要求7所述的电传动系统,其中所述第一径向方向与所述第二径向方向相反。

10. 根据权利要求7所述的电传动系统,其还包括将所述第一线圈定子总成连接到所述第一摆臂的第一转矩连杆和将所述第二线圈定子总成连接到所述第二摆臂的第二转矩连杆。

11. 根据权利要求2所述的电传动系统,其还包括环绕所述旋转轴线的轮辋,且其中所述磁性转子总成联接到所述轮辋,使得所述轮辋连同所述磁性转子总成一起围绕所述旋转

轴线旋转。

12. 根据权利要求11所述的电传动系统,其中所述轮辋环绕所述旋转电机系统。

13. 根据权利要求2所述的电传动系统,其中所述旋转电机系统包括:

第一电动机,其包含第一磁性转子、所述第一线圈定子总成、使所述第一磁性转子能够围绕所述旋转轴线旋转的转子轴承总成和使所述第一线圈定子总成能够独立于所述第一磁性转子围绕所述旋转轴线旋转的第一线圈轴承总成;以及

第二电动机,其包含第二磁性转子、所述第二线圈定子总成和第二线圈轴承总成,所述第二线圈轴承总成使所述第二线圈定子总成能够独立于所述第一磁性转子且独立于所述第一线圈定子总成而围绕所述旋转轴线旋转,其中所述磁性转子总成包括彼此联接以一起围绕所述旋转轴线旋转的所述第一和第二磁性转子。

14. 根据权利要求13所述的电传动系统,其中所述第一和第二电动机是轴向磁通电机。

15. 一种车辆,其包括:

底盘;以及

多个车轮总成,其中至少一个车轮总成包括:

旋转电机系统,其包括毂总成、磁性转子总成、第一线圈定子总成和第二线圈定子总成,其中所述毂总成限定旋转轴线,且其中所述磁性转子总成、所述第一线圈定子总成和所述第二线圈定子总成中的每一个与所述旋转轴线同轴对齐且能够彼此独立地围绕所述旋转轴线旋转移动;以及

多连杆机构,其连接到所述第一和第二线圈定子总成中的每一个且连接到所述毂总成,所述多连杆机构约束所述毂总成的移动,使得所述毂总成的所述旋转轴线沿着在相对于所述旋转轴线的横向方向上的限定路径移动,且其中所述多连杆机构响应于所述第一线圈定子总成和第二线圈定子总成相对于彼此的相对旋转而使所述毂总成的所述旋转轴线沿着所述限定路径平移;以及

轮辋,其环绕所述旋转轴线,且其中所述磁性转子总成联接到所述轮辋,以使得所述轮辋连同所述磁性转子总成一起围绕所述旋转轴线旋转。

16. 根据权利要求15所述的车辆,其中所述多连杆机构是四连杆机构。

17. 根据权利要求15所述的车辆,其中所述四连杆机构是瓦特连杆机构。

18. 根据权利要求15所述的车辆,其中所述多连杆机构包括支撑结构、曲轴总成、第一摆臂和第二摆臂,其中所述第一摆臂具有以可旋转方式连接到所述曲轴总成的第一端和在所述支撑结构上的第一位置处以可旋转方式连接到所述支撑结构的第二端,且其中所述第二摆臂具有以可旋转方式连接到所述曲轴总成的第一端和在所述支撑结构上的第二位置处以可旋转方式连接到所述支撑结构的第二端,所述第二位置不同于所述支撑结构上的所述第一位置。

19. 根据权利要求18所述的车辆,其中所述曲轴总成包括所述毂总成。

20. 根据权利要求18所述的车辆,其中所述曲轴总成包含曲轴、在第一径向方向上从所述曲轴伸出的第一曲柄臂和在第二径向方向上从所述曲轴伸出的第二曲柄臂。

21. 根据权利要求20所述的车辆,其中所述第一曲柄臂和所述第二曲柄臂位于所述曲轴的相对端。

22. 根据权利要求20所述的车辆,其中所述第一径向方向与所述第二径向方向相反。

23. 根据权利要求20所述的车辆,其中所述至少一个车轮总成包括将所述第一线圈定子总成连接到所述第一摆臂的第一转矩连杆和将所述第二线圈定子总成连接到所述第二摆臂的第二转矩连杆。

24. 根据权利要求15所述的车辆,其中所述旋转电机系统包括:

第一电动机,其包含第一磁性转子、所述第一线圈定子总成、使所述第一磁性转子能够围绕所述旋转轴线旋转的转子轴承总成和使所述第一线圈定子总成能够独立于所述第一磁性转子围绕所述旋转轴线旋转的第一线圈轴承总成;以及

第二电动机,其包含第二磁性转子、所述第二线圈定子总成和第二线圈轴承总成,所述第二线圈轴承总成使所述第二线圈定子总成能够独立于所述第一磁性转子且独立于所述第一线圈定子总成而围绕所述旋转轴线旋转,其中所述磁性转子总成包括彼此联接以一起围绕所述旋转轴线旋转的所述第一和第二磁性转子。

多连杆电传动系统

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求2016年9月13日提交的第62/393,982号美国临时申请案和2017年5月30日提交的第62/512,469号美国临时申请案的权益。以上申请案的全部教示以引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 实施例大体上涉及电动机传动总成,且更具体地说,涉及能够产生具有两个自由度的车轮移动的电动机传动总成,所述具有两个自由度的车轮移动例如车轮的旋转移动以及车轮在横向于车轮的旋转轴线的方向上的平移移动。

背景技术

[0004] 越来越多的公司在开发将电动机用作推进车辆的方式的车辆。并且因为尤其与燃烧发动机相比,电动机可设计得极为紧凑和高效,因此它们还用作轮内或毂内电机,其中电动机安装于车辆的每个车轮中或极接近于每个车轮。车辆传动系统的一些较新、较具创新性的设计不仅能够使车轮旋转,还能够使车轮在横向于旋转轴线的方向上移动。即,它们能够产生具有两个自由度的移动,即,沿着道路推进车辆的旋转以及为车辆提供主动悬架的平移。

[0005] 此类系统的一个实例描述于U.S.8,519,575中,且基于洛仑兹力(Lorentz-force)、线性致动器的使用。为实现所述两个自由度,其使用两个相对的线性致动器和线性到旋转转换器,所述线性到旋转转换器由凸轮从动件与支撑轮辋的凸轮总成交接的布置构成。线性致动器彼此相对,因为它们位于车轮的旋转轴线的相对侧。当操作两个相对的线性致动器以使凸轮从动件同步朝向彼此或远离彼此移动时,线性到旋转转换器将所述移动转换成车轮的纯旋转。当操作两个线性致动器以使凸轮从动件在相同方向上移动时(即,一个朝向旋转轴线移动,而另一个远离旋转轴线移动),这使凸轮总成和其附接到的车轮在横向于车轮的旋转轴线的方向上平移。

发明内容

[0006] 总的来说,在一个方面,本发明具有一种电传动系统,其包含旋转电机系统和多连杆机构。所述旋转系统包含毂总成、第一旋转总成、第二旋转总成和第三旋转总成,其中所述毂总成限定旋转轴线,且其中所述第一旋转总成、所述第二旋转总成和所述第三旋转总成中的每一个与所述旋转轴线同轴对齐且能够独立于另外两者围绕所述旋转轴线旋转移动。所述多连杆机构连接到所述第一和第三旋转总成中的每一个且连接到所述毂总成,并且约束所述毂总成的移动,使得所述毂总成的所述旋转轴线沿着在相对于所述旋转轴线的横向方向上的限定路径移动。所述多连杆机构使所述毂总成的所述旋转轴线响应于所述第一旋转总成和第三旋转总成相对于彼此的相对旋转而沿着所述限定路径平移。

[0007] 总的来说,在另一方面,本发明具有一种电传动系统,其包含旋转电机系统和多连

杆系统。所述旋转电机系统包含毂总成、磁性转子总成、第一线圈定子总成和第二线圈定子总成,其中所述毂总成限定旋转轴线,且其中所述磁性转子总成、所述第一线圈定子总成和所述第二线圈定子总成中的每一个与所述旋转轴线同轴对齐且能够彼此独立地围绕所述旋转轴线旋转移动。所述多连杆机构连接到第一和第二线圈定子总成中的每一个且连接到所述毂总成。所述多连杆机构约束所述毂总成的移动,使得所述毂总成的旋转轴线沿着在相对于所述旋转轴线的横向方向上的限定路径移动,且所述多连杆机构使所述毂总成的旋转轴线响应于所述第一线圈定子总成和第二线圈定子总成相对于彼此的相对旋转而沿着所述限定路径平移。

[0008] 其它实施例可包含以下特征中的一个或多个。所述多连杆机构是四连杆机构,例如瓦特连杆机构。所述多连杆机构包含支撑结构、曲轴总成、第一摆臂和第二摆臂,其中第一摆臂具有以可旋转方式连接到所述曲轴总成的第一端和在所述支撑结构上的第一位置处以可旋转方式连接到所述支撑结构的第二端,且其中所述第二摆臂具有以可旋转方式连接到所述曲轴总成的第一端和在所述支撑结构上的第二位置处以可旋转方式连接到所述支撑结构的第二端,所述第二位置不同于所述支撑结构上的第一位置。所述曲轴总成包含所述毂总成。所述曲轴总成包含曲轴、在第一径向方向上从所述曲轴伸出的第一曲柄臂以及在第二径向方向上从所述曲轴伸出的第二曲柄臂。所述第一曲柄臂和所述第二曲柄臂位于所述曲轴的相对端。所述第一径向方向与所述第二径向方向相反。

[0009] 另外其它实施例可包含以下特征中的一个或多个。所述电传动系统还包含将所述第一线圈定子总成连接到所述第一摆臂的第一转矩连杆和将所述第二线圈定子总成连接到所述第二摆臂的第二转矩连杆。并且其包含环绕旋转轴线的轮辋,且其中所述磁性转子总成联接到所述轮辋,以使得所述轮辋连同所述磁性转子总成一起围绕所述旋转轴线旋转。所述轮辋还环绕所述旋转电机系统。所述旋转电机系统包含:第一电动机,其包含第一磁性转子、第一线圈定子总成、使第一磁性转子能够围绕旋转轴线旋转的转子轴承总成以及使第一线圈定子总成能够独立于所述第一磁性转子围绕所述旋转轴线旋转的第一线圈轴承总成;以及第二电动机,其包含第二磁性转子、第二线圈定子总成和第二线圈轴承总成,所述第二线圈轴承总成使第二线圈定子总成能够独立于所述第一磁性转子且独立于所述第一线圈定子总成围绕所述旋转轴线旋转,其中所述磁性转子总成包括彼此联接以一起围绕所述旋转轴线旋转的第一和第二磁性转子。第一和第二电动机是轴向磁通电机。

[0010] 总的来说,在另一方面,本发明具有一种车辆,其包含底盘和多个车轮总成。所述车轮总成中的至少一个包含旋转电机系统,所述旋转电机系统包含毂总成、磁性转子总成、第一线圈定子总成和第二线圈定子总成,其中所述毂总成限定旋转轴线,且其中所述磁性转子总成、所述第一线圈定子总成和所述第二线圈定子总成中的每一个与所述旋转轴线同轴对齐且能够彼此独立地围绕所述旋转轴线旋转移动。并且其包含连接到所述第一和第二线圈定子总成中的每一个且连接到所述毂总成的多连杆机构。所述多连杆机构约束所述毂总成的移动,使得所述毂总成的旋转轴线沿着在相对于所述旋转轴线的横向方向上的限定路径移动,且所述多连杆机构使所述毂总成的旋转轴线响应于所述第一线圈定子总成和第二线圈定子总成相对于彼此的相对旋转而沿着所述限定路径平移。所述车轮总成还包含环绕所述旋转轴线的轮辋,且其中所述磁性转子总成联接到所述轮辋,以使得所述轮辋连同所述磁性转子总成一起围绕所述旋转轴线旋转。

[0011] 所述车轮总成的其它实施例可包含以下特征中的一个或多个。所述多连杆机构是四连杆机构，例如瓦特连杆机构。所述多连杆机构包含支撑结构、曲轴总成、第一摆臂和第二摆臂，其中第一摆臂具有以可旋转方式连接到所述曲轴总成的第一端和在所述支撑结构上的第一位置处以可旋转方式连接到所述支撑结构的第二端，且其中所述第二摆臂具有以可旋转方式连接到所述曲轴总成的第一端和在所述支撑结构上的第二位置处以可旋转方式连接到所述支撑结构的第二端，所述第二位置不同于所述支撑结构上的第一位置。所述曲轴总成包含所述毂总成。所述曲轴总成包含曲轴、在第一径向方向上从所述曲轴伸出的第一曲柄臂以及在第二径向方向上从所述曲轴伸出的第二曲柄臂。所述第一曲柄臂和所述第二曲柄臂位于所述曲轴的相对端。所述第一径向方向与所述第二径向方向相反。至少一个车轮总成还包含将所述第一线圈定子总成连接到所述第一摆臂的第一转矩连杆和将所述第二线圈定子总成连接到所述第二摆臂的第二转矩连杆。所述旋转电机系统包含第一电动机，所述第一电动机包含第一磁性转子、第一线圈定子总成、使第一磁性转子能够围绕旋转轴线旋转的转子轴承总成以及使第一线圈定子总成能够独立于所述第一磁性转子围绕所述旋转轴线旋转的第一线圈轴承总成。并且所述旋转电机系统包含第二电动机，所述第二电动机包含第二磁性转子、第二线圈定子总成和第二线圈轴承总成，所述第二线圈轴承总成使第二线圈定子总成能够独立于所述第一磁性转子且独立于所述第一线圈定子总成围绕所述旋转轴线旋转，其中所述磁性转子总成包含彼此联接以一起围绕所述旋转轴线旋转的第一和第二磁性转子。

附图说明

[0012] 从以下如附图中所示对实例实施例的更具体描述中将明白前述内容，附图中，相同的参考标号在不同视图中指代相同的部分。附图未必按比例绘制，而重点在于图解说明实施例。

[0013] 图1是示出瓦特连杆的示意图。

[0014] 图2是示出图1的瓦特连杆的中心点的实例平移路径的图。

[0015] 图3是瓦特连杆传动系统的一个实施例的示意性表示。

[0016] 图4A到4D是示出图3的瓦特连杆传动系统的部件的平移移动的一系列示意图。

[0017] 图5A以示意形式示出多连杆传动系统的另一实施例。

[0018] 图5B示出图5A的多连杆传动系统，其中移除转子和一个定子的区段以使另一定子可见。

[0019] 图6A到6F是示出图5A和5B所示的多连杆传动系统的平移移动的一系列示意性表示。

[0020] 图7示出例如可用在图5A和5B所示的多连杆传动系统中的双电机轴向磁通传动机构的部件。

[0021] 图8是用于车辆中的多连杆传动系统的透视图。

[0022] 图9是图8中示出的多连杆传动系统的透视图，其中移除一些部件以显露内部结构。

[0023] 图10是用在图8的多连杆传动系统中的多连杆结构的透视图。

[0024] 图11A和11B是用在图8所示的多连杆传动系统中的双电机轴向磁通传动系统的正

交和透视横截面图,其中线圈定子总成被移除。

[0025] 图12A和12B是图11A-B所示的一个轴向磁通电机的正交和透视横截面图,其中包含线圈定子总成。

[0026] 图13是示出使用图8所示多连杆传动系统的车辆的示意图。

[0027] 图14示出集成车轮和悬架总成的另一实施例。

[0028] 图15是用于在图14的集成车轮和悬架总成中的轴向磁通电机的示意性表示的横截面图。

[0029] 图16是用于在图14的集成车轮和悬架总成中的轴向磁通电机的示意性表示的正视图。

[0030] 图17是图14的集成车轮和悬架总成的示意性表示的横截面图。

[0031] 图18A和18B是图14的集成车轮和悬架总成的示意性表示的侧视图,其示出在共模操作期间连杆布置的操作。

[0032] 图19是图14的集成车轮和悬架总成的示意性表示的侧视图,其示出在差模操作期间的连杆布置的操作。

[0033] 图20A和20B在互连连杆方面呈现图18A和18B所示的布置。

[0034] 图21示出线圈定子总成与悬架臂之间的连杆的替代布置。

[0035] 图22示出悬架臂中且主轴所连接到的线性轴承的细节。

[0036] 图23示出使用图19中所示传动系统的车辆。

[0037] 图24示出用于图15中所描绘的电动机的轴承的替代布置。

[0038] 图25A-C示出替代性导引机构,其使用摆臂来限定准许旋转轴线在横向方向上在其上移动的路径。

具体实施方式

[0039] 实例实施例的描述如下。

[0040] 图1是示出瓦特连杆100的示意图。瓦特连杆是一种机械连杆布置,其中连杆中的一个的中心点105通过连杆约束以沿着预定义路径行进,所述预定义路径的大部分基本笔直,如由线110指示。瓦特连杆包含三个可移动杆,在此特定实例中,两个相等长度的较长杆115和120通过较短杆125连接在一起,较短杆的中点是点105。三个杆的端铰接以使其可围绕铰接点旋转。杆115的一端在铰接点127处连接到固定安装件126,且杆115的另一端在铰接点128处连接到较短杆125的一端。杆120的一端在铰接点129处连接到较短杆125的另一端,且杆120的另一端在另一铰接点131处连接到第二固定安装件130。固定安装件126和130通过例如联接到共同基底或共同结构而相对于彼此固定在适当位置。尽管在此实例中仅有三个可移动杆,但瓦特连杆通常也被称为四连杆,这是因为两个固定安装件之间的连接被视为第四杆。

[0041] 如从图1中显而易见,即使杆的端点通过彼此连接而受到约束,但杆的定向可改变。因此,例如,假设杆的初始位置如以实线描绘的元件所示。当杆115相对于铰链点127逆时针旋转到图中用标记为A的虚线指示的另一位置时,将使杆120在顺时针方向上围绕其铰链点131旋转,且将使短杆125相对于其中心点在顺时针方向上旋转。或者,如果杆115在顺时针方向上旋转到图中用标记为B的虚线指示的另一位置时,将使杆120在逆时针方向上旋

转,且将使短杆125还相对于其中心点在逆时针方向上旋转。瓦特连杆的特性在于,随着杆的定向以此方式改变以覆盖连杆布置所允许的所有可能定向时,短杆125的中心点105将描绘出限定路径,且瓦特连杆布置会约束所述中心点以使其始终位于所述限定路径上。如由图2所示,所述限定路径的形状是8字形,其大部分基本上是线性的。

[0042] 图3所示实施例使用瓦特连杆结合两个电动机来构造传动系统300,所述传动系统能够以旋转方式驱动车轮(未示出)以及可控地使车轮在横向于车轮的旋转轴线的方向上平移。换句话说,其为具有两个自由度的传动系统。

[0043] 传动系统300包含相对于彼此固定在适当位置的两个电动机340和345(由两个三角形对象示出)。其还包含由两个等长摆臂315和320和较短曲柄臂325构成的连杆布置。这些分别对应于先前论述的在图1中示出的杆115、120和125。在摆臂315的一端存在由电动机340驱动的滑轮350,且在摆臂320的远端存在由电动机345驱动的另一滑轮355。在与具有滑轮350的端相对的摆臂315的另一端,存在第二滑轮358。同轴地对齐的肘部齿轮360附接到所述滑轮358。类似地,在与具有滑轮355的端相对的摆臂320的另一端,还存在具有另一附接的同轴地对齐的肘部齿轮365的滑轮363,其与肘部齿轮360和365大小相同。曲柄齿轮370位于曲柄臂325的中心点处,所述曲柄齿轮与两个肘部齿轮360和365大小相同且与其啮合。在摆臂315上,传动皮带375将滑轮350联接到滑轮358,且在摆臂320上,另一传动皮带380将滑轮355联接到滑轮363。滑轮350和358具有与滑轮355和363相同的传动比。

[0044] 为了理解图3的连杆传动系统300的操作方式,考虑这种情况:两个电机340和345以相同速率且在相同方向上(例如顺时针)转动其附接滑轮350和355。在这种情况下,皮带375也将在顺时针方向上且以某一速度驱动滑轮360,所述速度由两个滑轮350和358的大小比确定。类似地,皮带380将在顺时针方向上且以由那两个滑轮355和363的大小比确定的速度驱动滑轮365。假设两组滑轮(即,滑轮350和358以及滑轮355和363)具有1:2的比率,当电机340在顺时针方向上以 2ω 的旋转速度驱动滑轮350时,则滑轮358将在顺时针方向上以所述速度的一半,即 ω ,进行转动。由于齿轮360、365和370具有相同的比,因此齿轮370和其附接到的传动轴373将希望在逆时针方向上以速度 ω 转动。类似地,当电机345在顺时针方向上以旋转速度 2ω 驱动滑轮355时,则滑轮363将在顺时针方向上以所述速度的一半,即 ω ,进行转动,且齿轮370和其附接到的传动轴373将同样希望在逆时针方向以速度 ω 转动。注意,此操作条件,即电机均以相同速度操作,会致使两个电机使齿轮370以 ω 旋转,且这产生施加到支撑曲柄齿轮370的曲柄臂325的零转矩。即,按相同速度且在相同的方向上操作电机340和345将致使传动系统产生传动轴的纯旋转移动。由于并未施加转矩到任何连杆,因此它们将不改变其定向或位置。因此,在那些传动条件下,摆臂315和320将保持固定且“锁定”在适当位置。

[0045] 从上面的论述中应明白,如果电机以不同速度操作,则出现不同的情形。在这种情况下,转矩将施加于曲柄臂上,且所述转矩将引起连杆的定向改变。为了解原因,考虑在电机345将其速度增大到略微高于 2ω 时在以上情形中发生的情况。当这发生时,齿轮365将被迫以某一速度旋转,所述速度大于曲柄齿轮370旋转的速度。可发生这一点的唯一方式是,除了旋转,齿轮365还“走”遍曲柄齿轮370。这将继而形成施加到曲柄325的转矩,从而使连杆相对于彼此更改其定向且使传动轴沿着由瓦特连杆赋予的限定路径移动。换句话说,这将使传动轴372在横向于传动轴的轴线的方向上移动或平移。另外,只要两个电机的速度不

同,连杆就会继续改变定向且传动轴的轴线将继续沿着所述预定义路径移动。

[0046] 假设两个电机按相同速度操作以产生传动轴的纯旋转移动,则由改变两个电机的相位关系来实现将传动轴的位置从一个点改变到另一点。其中实现相位改变的速度决定其中传动轴平移到其由瓦特连杆确定的新位置的速度。

[0047] 在前述描述中,简单起见,假设滑轮是相同的大小以及齿轮是相同的大小且具有相同的比。但无需如此。滑轮大小可不同,齿轮大小也可如此。在任何情况下,实现纯旋转移动的关键操作条件是,齿轮365和齿轮360均使曲柄齿轮370以相同速度旋转。接着,一个电机或另一电机的任何速度改变将引起传动轴372的平移移动。换句话说,任一电机340或电机345的任何相位移位将引起传动轴372的对应平移移动。

[0048] 如果图3中示出的配置用作传动系统以用于车辆的车轮,则电机340和345将例如附接到车辆的框架或底盘,且轮辋和轮胎将附接到传动轴372。此类布置,因为其能够实现两个自由度,所以可用以推进车辆以及主动地控制底盘高于道路表面的高度(此能力可用于提供主动减震器功能)。

[0049] 多连杆传动系统的另一实施例将图3的两个电机组合成单个电动机,其中旋转轴线位于曲柄的中心。图5A和5B中示出多连杆传动系统500的这另一实施例的示意性表示。

[0050] 传动系统500包含两个摆臂515和520以及连接于两个摆臂515和520的对应端之间的曲柄总成534。曲柄总成534包含曲轴535c,所述曲轴具有两个曲柄臂535a和535b,曲轴535c的每个端各一个,每个曲柄臂相对于曲轴535c的旋转轴线横向延伸且相对于彼此180°定向。摆臂520的一端通过轴承以可枢转方式连接到曲柄臂535a,而摆臂520的另一端通过另一轴承以可枢转方式连接到安装件结构570a。类似地,摆臂515的一端通过其自身的轴承以可枢转方式连接到曲柄臂535b(图中不可见),而摆臂515的另一端通过又一轴承以可枢转方式连接到安装件结构570b。此元件组合构成类似于图3中示出的布置的四连杆布置,且其约束曲轴的旋转轴线随着连杆的定向改变而沿循限定路径。

[0051] 传动系统500中的电动机包含两个定子总成540和545和转子总成530,其中的每一个使用轴承安装于曲轴535c上,使得其可独立于另外两个部件旋转。转子总成530包含围绕其外围用于将轮辋和轮胎(未示出)安装到转子总成530上的一圈螺栓550。

[0052] 应注意,图5A和5B中未示出轴承,从而简化附图。然而,在图7中将其明确示出,这会稍后论述。另外,如将结合图7清楚地表明,所描述实施例中的电机是电动轴向磁通电机,其中定子总成是线圈定子总成,且转子总成是磁性转子总成。另外,应注意,词语“定子”,可能有时被理解为暗示所指部件是固定的且不旋转,但并不意味着在当前上下文中受到如此限制。本文所描述的定子总成能够围绕旋转轴线旋转,所述旋转轴线可以与所述转子总成的旋转轴线相同或可能不同。此能力是个重要的特征,因为至少在一些实施例中,其使传动系统能够产生两个自由度,即,旋转和平移。

[0053] 返回到图5A和5B,每个摆臂515和520以机械方式连接到其对应的定子总成540和545。摆臂520具有两个翼形延伸部536a和536b。转矩连杆539a和539b分别将翼形延伸部536a和536b连接到定子总成545。类似地,在传动系统的另一侧上,摆臂515也具有两个翼形延伸部537a和537b(图中不可见)。并且转矩连杆538a和538b分别将翼形延伸部537a和537b连接到定子总成540。转矩连杆539a和539b用于将定子总成545产生的转矩传递到摆臂520,且转矩连杆538a和538b用于将定子总成540产生的转矩传递到摆臂515。

[0054] 尽管每个定子总成540和545通过用轴承安装在曲轴上而围绕曲轴535c的轴线自由旋转,但将它们连接到多连杆的转矩连杆约束所述运动,从而防止它们无限制地自由旋转。实际上,转矩连杆将定子总成的旋转限制在较窄范围的准许旋转内。此限制范围的旋转使得能够使用线束将驱动信号连接到定子总成中的线圈,而不是必须使用换向或一些其它方式来向线圈定子总成上的线圈提供驱动信号。

[0055] 注意,在图5A中,存在标记为点A、B、C和D的四个点。这些点限定四个距离,即:AB、AC、CD和BD。AB表示转矩连杆的长度,CD表示曲柄臂的长度,AC表示曲轴的轴线与转矩连杆到定子总成的附接点之间的径向距离,且BD表示曲柄臂连接到摆臂的点与转矩连杆连接到摆臂的延伸翼的点之间的距离。在所描述实施例中,这些长度设计成彼此具有以下关系:AB=CD且AC=BD。这限定一个平行四边形。作为此布置的结果,定子总成相对于竖直线的旋转转变成摆臂围绕其联接到安装件结构的点且在相同的方向上的对应和相同旋转。换句话说,如果定子总成545在顺时针方向上旋转,这将在向上方向上推动摆臂520,这还对应于摆臂520围绕安装结构570a在顺时针方向上的旋转。

[0056] 图5A和B的多连杆传动系统以与图3中示出的实施例的运作方式类似的方式运作。当驱动信号施加到定子总成540和545中的每一个以使得两个驱动信号产生相同的转矩并促使转子总成530沿顺时针方向旋转时,则产生转子总成530的纯旋转运动。(注意:所述旋转方向是从电机一侧的角度观看,在此情况下,是指定子总成545所在的一侧。这将是贯穿其余描述使用的惯例。)摆臂515和520的定向将保持固定,且曲轴535c将不会在横向方向上移动。这是因为由定子总成540施加于曲轴535c上的转矩通过由定子总成545施加于曲轴535c上的转矩抵消。连杆上量值相同而方向相反的转矩在任一连杆上都不产生净转矩。

[0057] 另一方面,如果一个定子总成上的驱动信号相对于其它驱动信号发生改变,则在曲柄总成上将存在净转矩,且这将导致其改变其定向/位置。因此,在其旋转时,曲轴还将沿着由多连杆限定的路径移动。

[0058] 为了理解多连杆传动系统可如何操作以平移曲轴,考虑这一情况:磁性转子总成因某事而被阻止旋转,且摆臂被移动。这可借助于图6A到6F直观化,图中示出在曲轴535c和转子总成530(车轮将安装于其上)从上方位置(图6A)移动(或平移)到下方位置(图6F)时传动系统元件的各种相对位置。每个图中的向下指向箭头指示移动转子总成和曲柄总成的方向。当转子总成540从图6A中所描绘的位置向下移动时,曲柄总成和摆臂515和520将随其下行。同时,转矩连杆538和539将使定子总成540和545随着摆臂515和420围绕其相应的安装件570a和570b旋转而在相同方向上旋转。摆臂520的向下移动表示围绕其安装件570b的逆时针旋转。因此,将迫使定子总成545围绕曲轴535c在逆时针方向上旋转相同量。在多连杆传动系统的另一侧,摆臂515的向下移动表示围绕其安装件570a的顺时针旋转。因此,将迫使定子总成540围绕曲轴535c在顺时针方向上旋转。

[0059] 如图6C-F所指示,当转子总成530的轴线沿多连杆针对曲轴535c的轴线限定的路径进一步移动时,元件的这种相对移动继续。应注意,图中所描绘的定子总成540和545具有参考槽,其应有助于在转子总成530朝向图6F指示的其下方位置移动时观测这些元件的旋转。还应注意,存在标识定子总成的旋转方向的箭头。

[0060] 应该明显的是,图6A-F中描绘的移动可通过将适当的驱动信号应用于定子总成540和545来产生。所述驱动信号需要使得其在转子总成530上施加零的净转矩,使得转子总

成530不旋转,而同时推动定子总成540和545在相对于彼此相反的旋转方向上旋转。例如,如果定子545施加转矩(通过转子总成530上的电磁力)以使自身逆时针转动(且继而推动转子总成沿顺时针方向旋转),则其还通过上推摆臂520的转矩连杆539a和539b在摆臂520上施加力。则在曲柄总成534处必须还有在向下方向上下推曲柄总成534的平衡力(因为在小的加速度下,力的总和为零)。曲柄总成534继而下推摆臂520。因此,摆臂520具有将其下推到其连接到曲柄总成534且将其上推到其连接到转矩连杆539a和539b的力。实际上,旋转转矩被施加到摆臂520,使得摆臂520开始沿逆时针方向旋转,即,与定子总成545旋转的方向相同。在转子总成530的另一侧在定子总成540和摆臂515处发生类似的动作。

[0061] 如果定子总成540和545均以使对应的摆臂515和520在向上方向上旋转的方式旋转,则摆臂515和520(以及转子总成530)上移。如果定子总成540和545均使摆臂515和520在向下方向上旋转,则摆臂515和520(以及转子总成530)下移。如果一个摆臂向下旋转而另一摆臂向上旋转,且如果转矩平衡,则摆臂515和520不移动。

[0062] 综上所述,为了使转子总成530旋转而不平移,在相同方向上将相同转矩施加到定子总成540和545。在这种情况下,施加到每个摆臂的力矩抵消,且转子总成旋转。为了使转子总成530平移,将相同但相反转矩施加到定子总成540和545。这使摆臂515和520在相同的方向上移动。

[0063] 由于多连杆传动系统是线性系统,因此转子总成530的旋转和曲轴535c(以及转子总成530)的平移移动可通过添加分开产生每种类型的运动所需的信号来实现。换句话说,通过使用适当的驱动信号,可使转子总成旋转而同时还使其上下平移。

[0064] 在上文论述中,忽略惯性效应。当添加惯性效应时,它们改变所需的转矩和力的量值,但它们不改变多连杆传动系统如何操作的一般原理。另外,在上述论述中,解释了在转矩相等且符号相同时发生旋转,且在转矩相等但符号相反时发生运动(或平移)。在沿着平移移动的限定路径的一些点处而非所有点处,这是成立的(参见图2)。总的来说,在其它位置处,存在一些少量的“串扰”或“非正交性”。

[0065] 图7中示出可用在先前描述的实施例中的电驱动电机600的结构实例。其包含沿着共同旋转轴线联接在一起的两个同轴布置的轴向磁通电机。在此情况下,它们安装在曲柄总成602上,所述曲柄总成对应于结合图5中所描绘的多连杆传动系统论述的曲柄总成534。曲柄总成602包含曲轴603a,其具有位于曲轴603a的相对端且相对于彼此 180° 定向的曲柄臂603b和603c。在图7中,将两个电机标识为电机#1和电机#2。

[0066] 总的来说每个轴向磁通电机具有包夹在两个磁性转子总成608之间的线圈定子总成606。每个线圈定子总成606是以可旋转方式安装在曲轴603a上的圆盘610,其中线圈612的阵列围绕盘的环形区域布置在所述环形区域内。每个磁性转子总成608也是以可旋转方式安装于曲轴603a上的圆盘。径向定向条形永磁体614安装在每个磁性转子总成608的每个盘上,所述永磁体围绕盘的环形区域分布。磁性转子总成608上的磁体614的阵列与线圈定子总成606上的线圈612的阵列对齐。

[0067] 两个同轴对齐的电机的磁性转子总成608刚性地附连到共同毂总成616,所述共同毂总成继而架在位于毂总成616与曲轴603a之间的轴承618上。因此,多个磁性转子总成608围绕曲轴603a作为一个单元一起自由旋转。

[0068] 包夹在磁性转子总成608之间的线圈定子总成606的盘具有圆形中心开口620,毂

总成616在不与盘接触的情况下穿过所述中心开口。因此,线圈定子总成606和毂总成616可彼此独立地旋转。每个线圈定子总成606围绕其外围由外壳622支撑,所述外壳继而通过一组轴承624以可旋转方式安装并架在曲轴603a上。轴承624准许外壳622以及其支撑的线圈定子总成606也像磁性转子总成608能够进行的那样在曲轴603a上自由旋转。尽管磁性定子总成608全都作为整体结构在曲轴603a上旋转,但每个线圈定子总成606独立于另一线圈定子总成并独立于毂总成616在曲轴603a上旋转。

[0069] 永磁体的两个阵列内的磁体相对于彼此布置,从而产生随着一个磁体围绕盘的环形区域移动而以规律间隔使方向反向的轴向定向磁场。由磁体阵列产生的这些轴向定向磁场在线圈总成608上与线圈612的径向定向绕组相交。当电流通过线圈绕组时,电流与磁场的交互在磁性转子总成608和线圈定子总成606上产生洛仑兹力(Lorentz force)。沿切线方向定向的此力向盘施加转矩以使其旋转,其中磁性转子总成608的盘被推动以在一个方向上围绕曲轴603a旋转,而线圈定子总成的盘被推动以在相反的方向上围绕曲轴603a旋转。

[0070] 当电驱动电机联接到如先前描述的连杆布置时,磁性转子总成围绕曲轴自由旋转;然而,每个线圈定子总成受到连杆限制以仅在有限的旋转范围内操作。磁性转子总成608主要用于将转矩施加到其所连接到的车轮;而线圈定子总成606主要用于将转矩施加到连杆,由此改变其相对于彼此的定向,如先前所描述。

[0071] 图8到12B中示出将多连杆传动系统并入到例如可用于车辆中的车轮的实施例。机动车轮总成800包含安装在轮辋806上的轮胎804。双轴向磁通电机容纳在由轮辋806包围的空间内,且联接到多连杆系统801,所述多连杆系统在设计上类似于已经描述的内容。

[0072] 还参考图10,多连杆系统801包含支撑结构807,其通过联接件809附接到车辆的悬架。在支撑结构807的一端处,存在通过弹簧负载轴承机构816附接到支撑结构807的摆臂815。在支撑结构807的另一端处,存在通过另一弹簧负载轴承机构817附接到所述支撑结构的摆臂820。

[0073] 在没有弹簧负载轴承结构816和817中的弹簧的情况下,传动系统将以物理方式安置到某一位置,在此位置,当没有电力施加到传动系统时,传动系统所附接到的底盘或车辆最靠近地面(即,摆臂815和820将处于其最高位置)。弹簧负载轴承总成816和817中的弹簧将使传动系统保持在中间或正常位置而不必持续供电给驱动电机以完成所述任务。

[0074] 每个摆臂815和820的与轴承结构817和816分别相对的端以可旋转方式联接到曲柄总成834。曲柄总成834由具有两个曲柄臂803b和803c的曲轴803a构成,曲轴803a每端一个曲柄臂。曲轴803a支撑两组轴承818和824。轴承818以可旋转方式支撑其上安装磁性转子总成812的毂总成810(参见图11A和11B),且轴承824以可旋转方式支撑外壳822(参见图8和9),所述外壳将线圈定子总成814保持在磁性转子总成812之间。轴承818使所有磁性转子总成812所附接到的毂总成810能够围绕曲轴803a旋转。而轴承824使支撑外壳822能够连同其相应的线圈定子总成814一起也围绕曲轴803a且彼此独立地旋转。每个外壳822具有覆盖件842,线缆穿过所述覆盖件以连接到并供应驱动信号到所支撑的线圈定子总成814。

[0075] 每个磁性转子总成812由机械连接在一起的两个盘813构成。每个盘813保持围绕盘813的环形区域布置的永磁体826的阵列。永磁体的磁矩轴向对齐,且其在永磁体围绕转子总成的外周移动时周期性地使方向反向。一个盘813上的磁体826与一对盘内的另一盘上

的磁体826对齐,且其磁矩指向相同方向以增强线圈定子总成中的线圈经历的场。

[0076] 再次参考图11A和11B,毂总成810由三个部分构成:轮辋支撑盘809,其包夹在一对转子支撑总成819之间并通过一圈螺栓821紧固在一起。每个转子支撑总成819支撑一对磁性转子总成812。线圈定子总成814(参看图12A和12B)定位于每对磁性转子总成812之间。毂总成810限定孔811,曲轴803a连同轴承818和824一起穿过所述孔。

[0077] 每个摆臂815和820包含栓接到与曲轴总成834联接的摆臂的端的翼形延伸板830。翼形延伸板830提供两个点,转矩连杆832在所述两个点处连接到摆臂。转矩连杆的其它端连接到外壳822。如早先所解释,转矩连杆832提供一种方式来将线圈定子总成814产生的转矩传递到摆臂815和820。

[0078] 图13是车辆900的示意图,其包含例如早先所描述安装在载客主体或底盘910上的四个多连杆传动系统920。在此实例中,每个传动系统920占据通常会被典型车轮总成占据的空间。尽管此特定实例的特征在于具有四个多连杆传动系统920,但它可以仅在前部或后部具有两个此类传动机构。此外,可设想利用多连杆传动系统的其它类型的车辆。例如,可设想具有一个、两个、三个或更多个车轮的车辆,其中使用多连杆传动系统实施车轮中的一个或多个。

[0079] 图14示出集成车轮和悬架总成1010的另一实施例,对于其上安装车轮和悬架总成1010的车辆,其能够产生轮胎1012的旋转移动以向前推进车辆以及轮胎的平移(即,上下)移动以提供主动悬架的部分。其包含由悬架叉支撑的轴向磁通电动机总成1100,所述悬架叉具有两个悬架臂1020a和1020b,其中电机总成1100以可滑动方式安装以使得其可在电机总成的控制下上下滑动。图14中仅可见其中一个的一对新月形连杆1030a和1030b将电动机总成的可旋转部分物理连接到悬架臂1020a和1020b上的锚点。靠近悬架臂1020a和1020b的上端的连接托架1036夹持在臂1020a和1020b中的每一个上,且将它们刚性地保持在相对于彼此的固定位置。

[0080] 参考图15,电机总成1100包含两个线圈定子总成1102a和1102b,以及由三个磁性转子组成的磁性转子总成,所述磁性转子包含外部磁性转子1104a和1104b以及中心磁性转子1104c。一个线圈定子总成1102a包夹在磁性转子1104a与1104c之间并与所述磁性转子间隔开,且另一线圈定子总成1102b包夹在磁性转子1104c与1104b之间并与所述磁性转子间隔开。外部磁性转子1104a和1104b中的每一个是大体上圆环形结构,其沿着毂总成或中心圆柱形主轴1106布置,且其轴线与主轴1106的轴线对齐。中心磁性转子1104c通过轴承总成1108安装在主轴1106上,使得其能够围绕旋转轴线1107自由旋转,在这种情况下,所述旋转轴线由主轴1106的轴线限定。在中心磁性转子1104c的周边,存在另外两个磁性转子1104a和1104b所附接到的圆柱形套环1110,其中一个磁性转子1104a处于套环1110的一侧,而另一磁性转子1104b处于套环1110的另一侧。在此布置下,两个外部磁性转子1104a和1104b随着中心磁性转子1104c围绕旋转轴线和主轴1106旋转。

[0081] 大体上也是盘形结构的线圈定子总成1102a和1102b中的每一个也分别通过轴承总成1109a和1109b安装在主轴1106上,使得其也可彼此独立地且独立于磁性转子总成而围绕由主轴1106的轴线限定的旋转轴线旋转。每个线圈定子总成1102a和1102b具有环形区域1112,且在所述环形区域1112内,存在围绕所述盘分布的线圈1114的阵列。如图14和15中所示,还存在连接器1116,其用于电连接到线圈阵列内的线圈,且驱动信号通过所述连接器递

送到那些线圈。线圈被制造或卷绕以产生大体上径向定向的电流路径，驱动电流通过所述电流路径传送以操作电机。

[0082] 每个外部磁性转子1104a和1104c为环形且具有环形区域1118，而中心磁性转子1104c为盘形且具有环形区域1120。当三个磁性转子安装在主轴1106上时，这些环形区域1118和1120大体上与线圈定子总成1102a和1102b的环形区域1112对齐。在每个磁性转子周围以及在环形区域内，存在永磁体1122的阵列。如即将更详细地描述，磁体1122被布置成产生轴向定向磁场，所述轴向定向磁场与线圈定子总成的线圈绕组相交且随着一个磁体围绕转子移动而从一个轴向方向交替到相反的轴向方向。

[0083] 所描述实施例还包含轮辐总成1124，其环绕套环1110且伸出并支撑轮胎(未示出)可安装到其上的轮辋1126。代替固体材料环，使用轮辐总成作为重量节省措施。还存在附接到轮辐总成1124的制动盘1128以及安装在悬架臂1020b上的制动卡钳1129。

[0084] 电机总成可被视为沿着共同旋转轴线联接在一起的两个同轴布置的轴向磁通电机。这在图15中指示为左侧的电机#1和右侧的#2。电机#1由包夹在磁性转子1104a与磁性转子1104c的左半部之间的线圈定子总成1102a表示，且电机#2由包夹在磁性转子1104c的右半部与磁性转子1104b之间的线圈定子总成1102b表示。在此情况下，磁性转子全都连接在一起以使得其一起旋转。

[0085] 现在参考图16、17、18A和18B描述电机总成1100如何集成到集成车轮和悬架总成1010中以及整个系统如何操作以产生旋转和平移运动。

[0086] 在主轴1106的端处存在两个线性轴承1140a和1140b，其分别保持在悬架臂1020a和1020b内部的中空区域内。线性轴承1140a和1140b可在其相应悬架臂1020a和1020b内上下滑动，由此使得主轴1106也能上下移动。所描述实施例的线性轴承1140b在图22中以更多细节示出。其包含固定在臂1020b内部的中空空间内的两个块1150a和1150b。圆柱形导引件1152在两个块1150a与1150b之间且与所述两个块刚性连接。套环轴承1154环绕导引件1152且能够在导引件1152上进行上下移行。支撑电机和车轮的主轴1106连接到套环轴承1154。

[0087] 返回到图18A和18B，新月形连杆1030a连接在悬架臂1020a和线圈定子总成1102a上的固定位置之间。通过轴承安装件1142a进行与悬架臂1020a的连接，且通过另一轴承安装件1144a进行与线圈定子总成1102a的连接。类似地，新月形连杆1030b连接在悬架臂1020b和线圈定子总成1102b上的固定位置之间。通过轴承安装件1142b进行与悬架臂1020b的连接，且通过另一轴承安装件1144b进行与线圈定子总成1102b的连接。

[0088] 新月形连杆附接到悬架臂和线圈定子总成，使得在它们之间围绕与主轴1106的轴线相交的垂直轴线1146存在旋转对称性。即，如果车轮和悬架总成1010围绕所述轴线1146旋转 180° ，连杆和其附接点的位置将看起来一样。

[0089] 注意，连杆使车轮按以下方式移动。如果线圈定子总成1102b在顺时针方向上旋转某个量，如图18A中所示，这将有二个结果。这将在向下方向上在悬架臂1020a和1020b内推动主轴1106以及轴承1140a和1140b。并且这将使线圈定子总成1102a在逆时针方向上旋转相同量。所得配置将如图18B中所示。

[0090] 这涉及系统在驱动电流施加到线圈定子总成1102a和1102b时的操作方式。首先，假设驱动电流施加到线圈定子总成1102a以产生促使线圈定子总成1102a在逆时针方向上(如通过字母A标识的箭头所指示)旋转且促使磁性转子总成(加上车轮)在顺时针方向上旋

转的转矩。还假设驱动电流施加到线圈定子总成1102b以产生促使线圈定子总成1102b在顺时针方向上(如通过字母B标识的箭头所指示)旋转且促使磁性转子总成(加上车轮)在逆时针方向上旋转的转矩。如果由施加到线圈定子总成1102a和1102b驱动电流产生的所得转矩量值相等,则由线圈定子总成1102a在磁性转子总成上产生的转矩将被线圈定子总成1102b在磁性转子总成上产生的转矩完全抵消。因此,磁性转子总成将经历净转矩零,且其连同附接车轮一起将不旋转,而是将保持固定。然而,将使线圈定子总成1102a和1102b在如由箭头指示的彼此相反的方向上旋转。这将通过连杆1030a和1030b向下或相反地推动主轴1106以及附接轮胎;其将向上推动悬架臂所附接到的车辆。

[0091] 现考虑另一操作模式,其将借助于图19描述。在此情况下,假设施加到线圈定子总成1102a和1102b的驱动电流使得其均促使磁性转子总成在相同方向上旋转。更具体地,施加到线圈定子总成1102a的驱动电流促使磁性转子总成在顺时针方向上旋转,同时它们还促使线圈定子总成1102a在逆时针方向上旋转(如通过字母E标识的箭头所示)。并且,施加到线圈定子总成1102b的驱动电流促使磁性转子总成在顺时针方向上旋转,同时它们还促使线圈定子总成1102b在逆时针方向上旋转(如通过字母E标识的箭头所示)连杆1030a会将线圈定子总成1102a施加的转矩传递到主轴1106,从而推动其向下移动;而连杆1030b会将线圈定子总成1102b施加的转矩传递到主轴1106,从而推动其向上移动。假设选择施加到线圈定子总成1102a和1102b的驱动电流以便产生相同量值的转矩,施加于主轴1106上的力彼此将完全抵消,且主轴1106将保持固定(即,其既不会向上移动也不会向下移动)。另一方面,由于线圈定子总成1102a和1102b均促使磁性转子总成沿相同的方向旋转,因此车轮将在所述方向上转动。

[0092] 综上所述,存在两个操作模式:一个将被称为共模操作,且另一个被称为差模操作。在共模下,施加到两个线圈定子总成的驱动信号在磁性转子总成上产生相等且具有相同符号的转矩。在纯共模操作期间,车轮旋转,但不存在车轮的平移(上下)移动。在差模下,施加到两个线圈定子总成的驱动信号在磁性转子总成上产生相等且具有相反符号的转矩。在纯差模操作期间,车轮不旋转,但存在车轮的平移(上下)移动。通过适当选择到线圈定子总成的驱动电流,可同时产生两种类型的移动的组合。

[0093] 在概念上,刚描述的连杆系统可视为一起运作以产生车轮的平移移动的两个机械系统。一个系统由约束主轴沿着预定义路径移动的悬架叉和内部线性轴承形成,所述预定义路径在此情况下为线性路径。另一系统由连杆布置形成,其将两个线圈定子总成相对于彼此的相对旋转移动转换成主轴(或旋转元件)沿着由悬架叉限定的预定义路径的平移移动。应注意,在所示实施例中,所述连杆布置对应于四连杆布置。

[0094] 图20A和20B示出所述两个机械系统。臂1020b内部的线性轴承1140b约束主轴1106的轴线以沿着由线性轴承内的导引件限定的线性路径上下移动。响应于由电动机产生的转矩而沿着所述路径移动主轴的连杆布置是包含四个杆或连杆1180a、1180b、1182a和1182b的多连杆机构。四个连杆中的两个由将线圈定子总成连接到悬架臂上的固定位置的元件表示。在一侧,在线圈定子总成1102b上位于与线圈定子总成1102b的旋转轴线固定距离处的点(由轴承安装件1144b表示)到臂1020b上的锚点1142b之间存在连杆1180b。在另一侧(部分地隐蔽在图中呈现的侧视图中),在线圈定子总成1102a上位于与线圈定子总成1102a的旋转轴线固定距离处的点(由轴承安装件1144a表示)到臂1020a上的锚点1142a之间存在连

杆1180a。其余两个连杆1182a和1182b由主轴1106与分别在线圈定子总成1102b和1102a上的轴承安装件1144b和1144a之间的连接表示。在图20A和20B中,这两个连杆由元件1182b和1182a表示。应注意,四个连杆有效地使其端部在铰接点处连接在一起。线圈定子总成1102a和1102b通过将适当转矩施加到连杆1182a和1182b来改变四个连杆的物理布置,从而使其旋转,由此重新配置连杆。连杆的重新配置迫使主轴沿着由线性轴承限定的线性路径移动。

[0095] 图23描绘车辆1200,其包含四个电动机传动系统1202,一个电动机传动系统用于驱动四个车轮中的一个车轮(在侧视图中仅示出两个传动系统)。每个电动机传动系统1202占据通常由典型车轮和悬架总成占据的空间且附接到车辆的框架或主体。尽管描述的实施例包含四个传动系统1202,每个车轮用一个,但车辆可仅在前轮上(或在后轮上)使用所述传动系统。其它实施例包含一轮、两轮和三轮车辆或个人运输系统,其中一个或多个车轮由本文所描述的电动机传动系统驱动。

[0096] 在上述实施例中,所述连杆具有新月形状,且锚定到彼此对齐的悬架臂上的点。但连杆的形状和其锚点并非特别重要。在所描述的实施例中,选择新月形状以满足由所示设计所施加的某些物理约束条件。其它形状和/或布置当然也是可能的。例如,参考图21,使用直杆连杆1160a和1160b,并且将每个连杆分别锚定在从悬架叉构件伸出的凸台1162a和1162b上。

[0097] 应注意,在所描述的实施例中,每个线圈定子总成通过对应的连杆连接到支撑结构上的锚点(即,悬架臂),且轮轴受约束仅沿着由在悬架臂内滑动的线性轴承限定的路径移动。所述线性轴承是滑动机构的特定实例,也可使用它的其它实施例。除了滑动机构,还存在其它方式来将轮轴的移动约束于沿着预定义的横向路径。例如,可在车辆框架与轮轴之间使用简单摆臂或摆臂布置。在这种情况下,车轮的上下移动并不沿着严格的线性路径,而实际上路径将是弯曲的,具有由摆臂的长度限定的半径。

[0098] 图25A-C示出使用摆臂1194来限定轮轴1106能够在其上移动的路径的实施例的实例,所述路径即弧线,其半径由摆臂1194a和1194b(其在图中在视觉上被摆臂1194a阻挡)的长度确定。由块1188表示车辆框架或传动系统所连接到的支撑件。响应于由电动机产生的转矩而沿着所述路径移动主轴1106的连杆布置是包含四个杆或连杆1190a、1190b、1192a和1192b的多连杆机构。四个连杆中的两个由将线圈定子总成连接到框架1188上的固定位置的元件表示。在一侧,在线圈定子总成1102b上位于与线圈定子总成1102b的旋转轴线固定距离处的点(由轴承安装件1194b表示)到框架1188上的锚点1196b之间存在连杆1190b。在电机的另一侧(部分地隐蔽在图中呈现的侧视图中),在线圈定子总成1102a上位于与线圈定子总成1102a的旋转轴线固定距离处的点(由轴承安装件1194a表示)到框架1188上的锚点1196a之间存在连杆1190a。(应注意,框架1188上的两个锚点1196a和1196b是共线的且与主轴1106距离相同。)其余两个连杆由主轴1106分别与线圈定子总成1102b和1102a上的轴承安装件1196b和1196a之间的连接表示。在图25A-C中,这两个连杆由元件1192b和1192a表示。应注意,四个连杆有效地使其端部在铰接点处连接在一起。线圈定子总成1102a和1102b通过将适当转矩施加到连杆1192a和1192b来改变四个连杆的物理布置,从而使其旋转,由此重新配置连杆。连杆的重新配置迫使主轴沿着由摆臂1194a和1194b限定的弯曲路径移动。

[0099] 在图25A-C中示出的序列中,当线圈定子总成1102b顺时针旋转(如由实线弯曲箭

头所示)且线圈定子总成1102a逆时针旋转(如由虚线弯曲箭头所示)时,主轴1106与连杆1190a和1190b的锚点之间的距离增大,且在向下方向上推动车轮。线圈定子总成在相反方向上的旋转将车轮向上拉。

[0100] 而其它众所周知的方法也是可能的。还存在可使用的多连杆,其实例对于所属领域的技术人员来说众所周知。

[0101] 另外,从上面的描述应当明白,例如在线圈定子总成的情况下使用词语“定子”并不意味着暗示所述元件是固定的且不能旋转或移动。通常,这个词可给予这种较为有限的含义,但将其用在本文中时并无此意。从以上描述应当明白,其中线圈定子总成也围绕电机总成的旋转轴线旋转。

[0102] 应理解,在所描述的实施例中使用的轴承布置仅仅是可使用的许多替代方案中的一个,且其使得两个线圈定子总成和磁性转子总成能够彼此独立地围绕旋转轴线旋转。它们无需全都使用主轴作为轴承面之一。图24示出其中轴承1209a和1209b将线圈定子总成以可旋转方式安装在磁性转子总成上的替代布置。另外,毂总成由主轴1106表示,但其可以是沿着两个电机的旋转轴线支撑两个电机的另一布置。

[0103] 尽管描述的实施例具体涉及使用可从传动系统获得的第二自由度来为车辆提供主动悬架,但所述第二自由度可取决于其中使用所述传动系统的应用而用于其它目的。例如,所述传动系统可用作飞机或其它航空器的电机,在此情况下,可使用第二自由度以例如控制叶片间距。如果所述传动系统用于机器设备,则可将第二自由度用于需要零部件的线性或平移移动的其它目的。

[0104] 其它实施例在权利要求内。例如,尽管描述了特定四连杆,即,瓦特连杆,但存在表现出类似行为且可代替瓦特连杆使用的许多其它多连杆布置。在并非意在限制的情况下,其它实例包含具有不同于四的数目的连接杆的多连杆、Chebyshev连杆和Peaucellier-Lipkin连杆。另外,可使用除轴向磁通电机以外的电动机,包含例如具有磁性转子和线圈定子总成、或线圈转子和磁性定子总成的其它类型的电动机,或基于交换磁阻技术、或换向器、或单相或多相驱动、或DC驱动等电动机。

[0105] 虽然已具体示出并描述了实例实施例,但所属领域的技术人员应理解,可在不脱离所附权利要求书涵盖的实施例范围的情况下进行形式和细节上的各种改变。

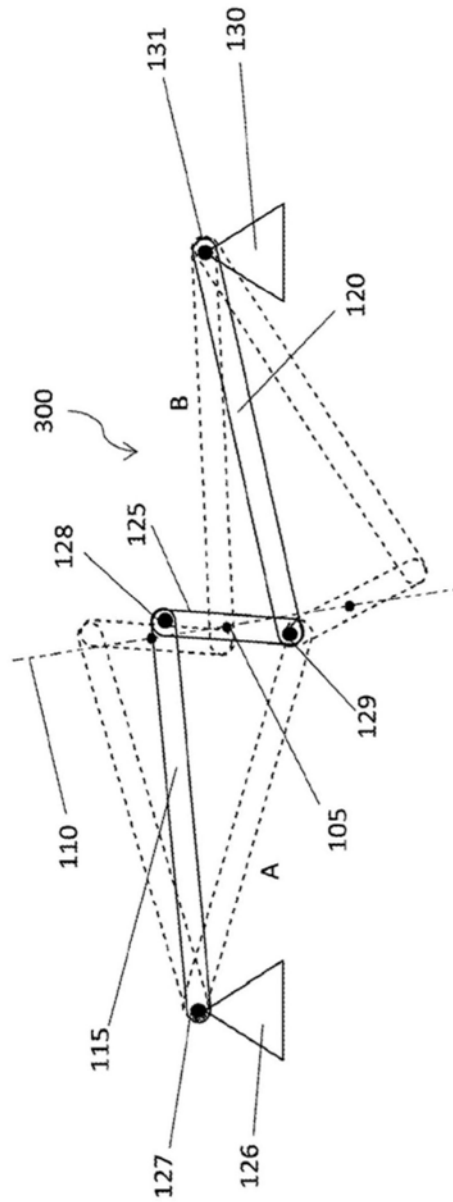


图1

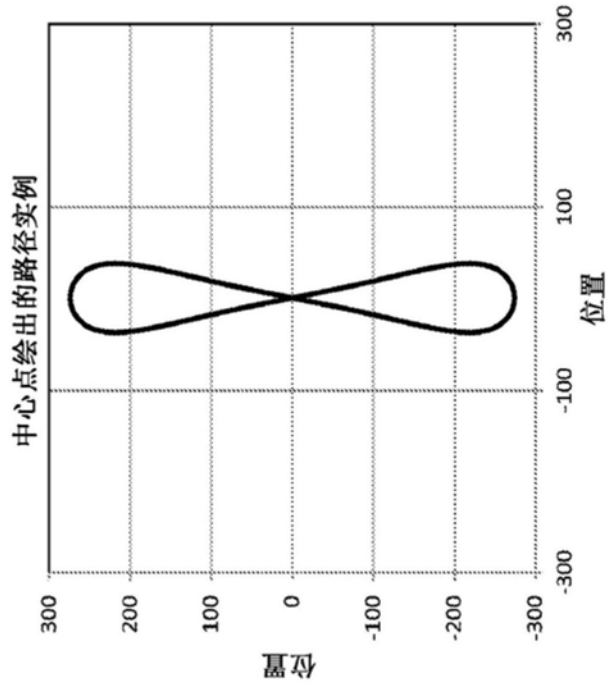


图2

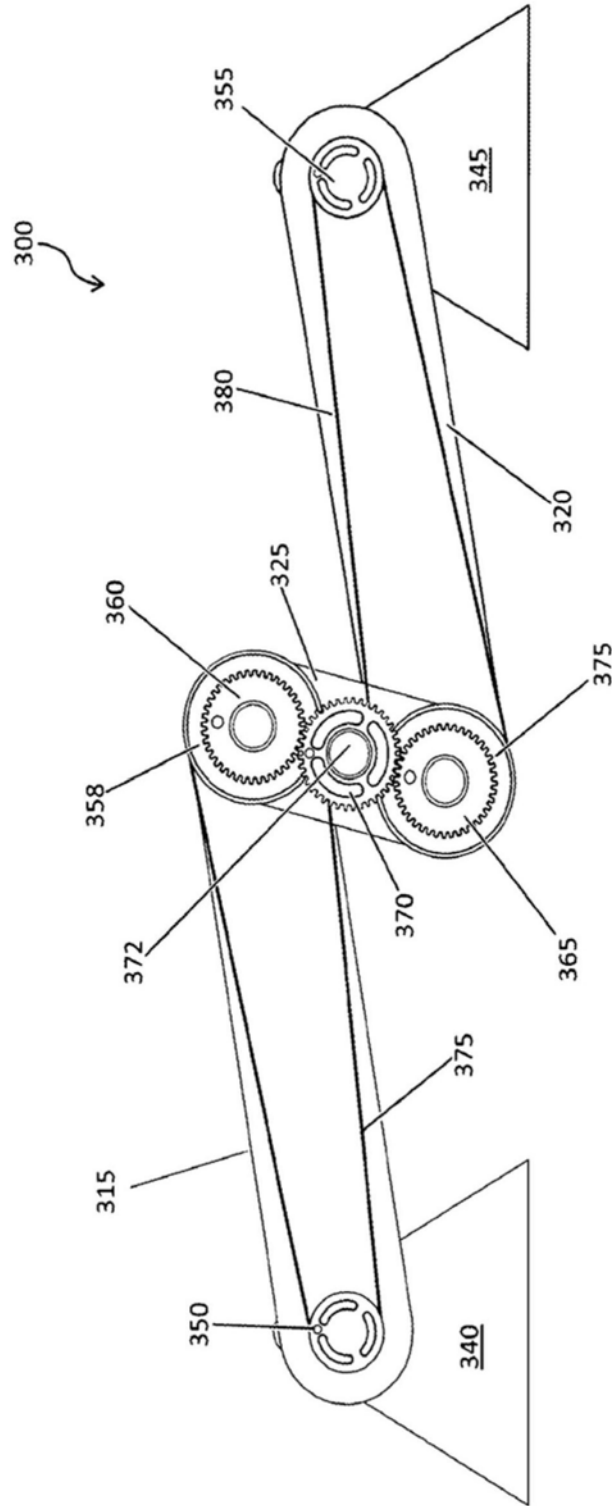


图3

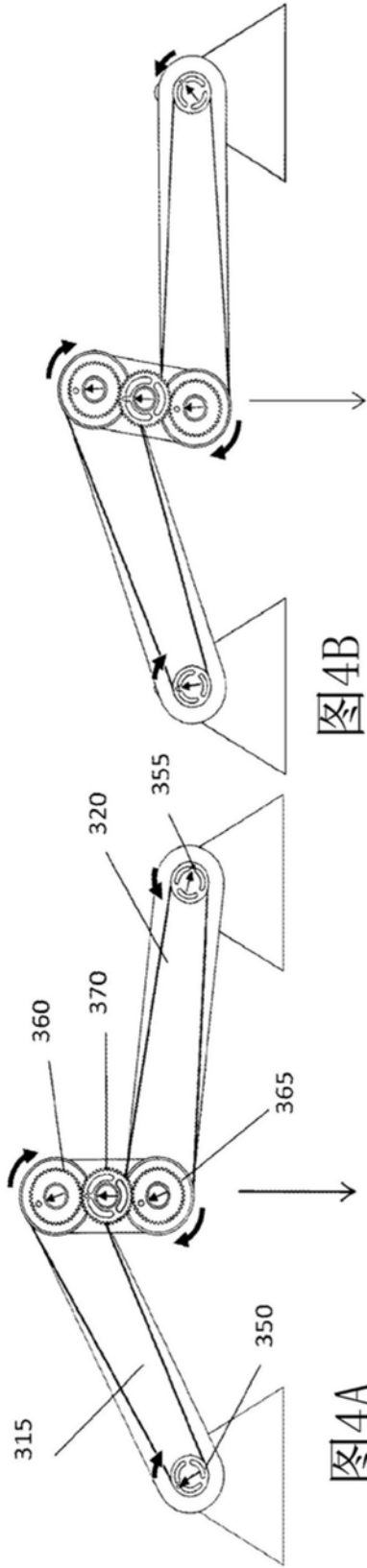


图4B

图4A

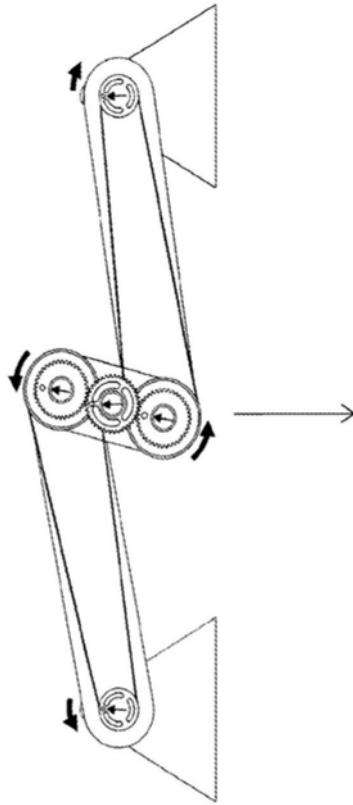


图4C

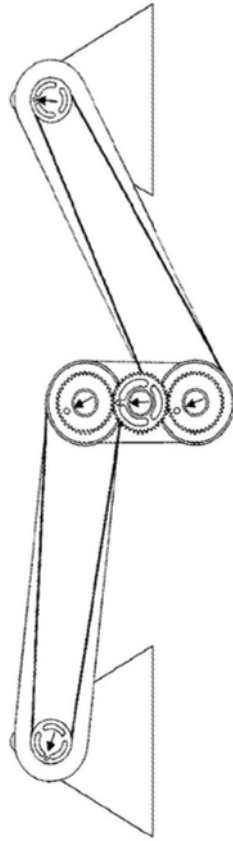


图4D

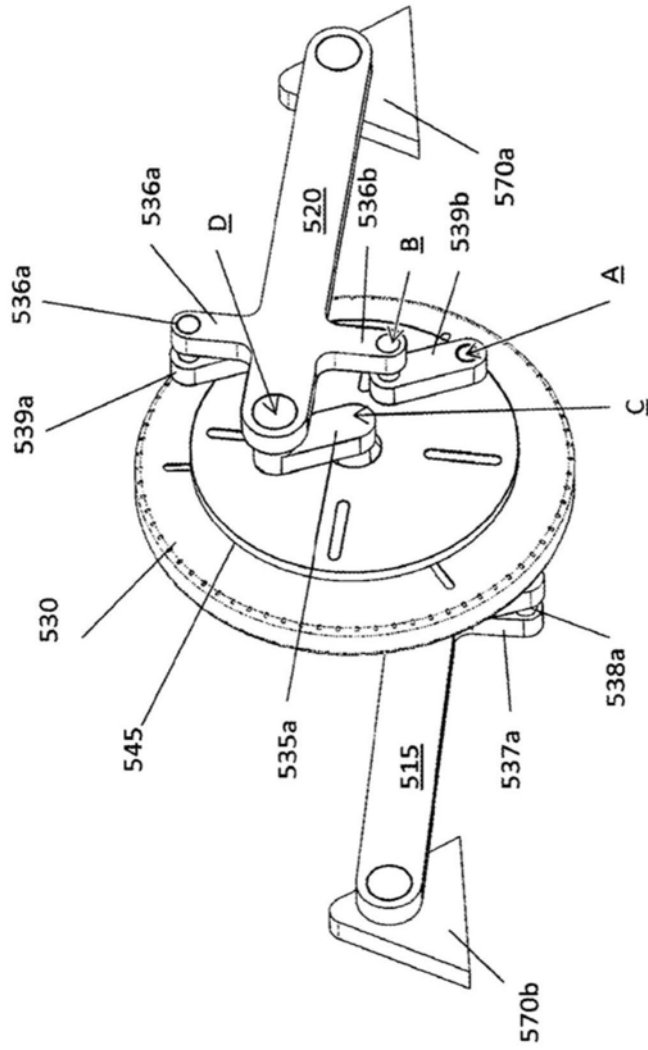


图5A

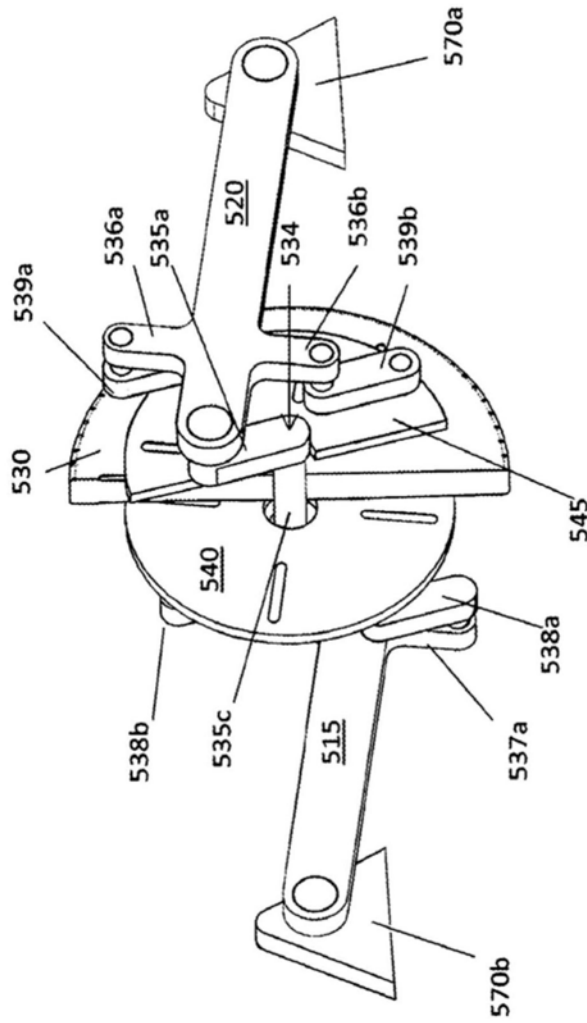


图5B

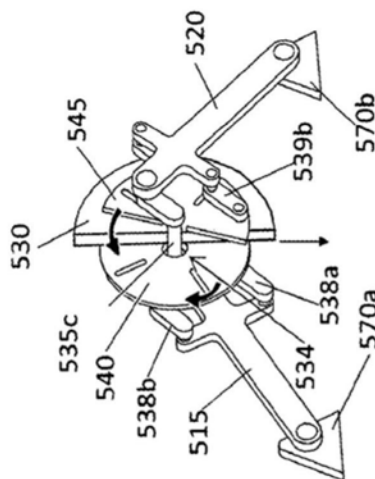


图6A

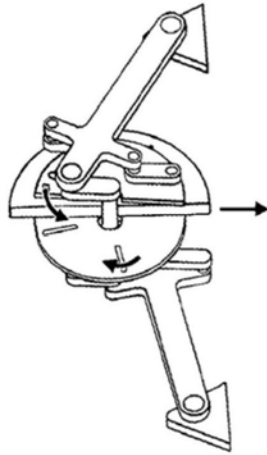


图6B

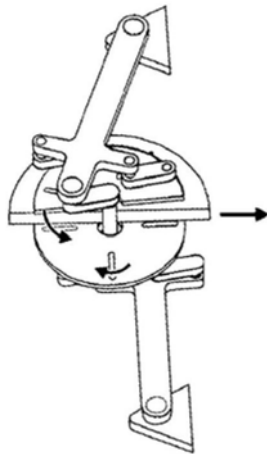


图6C

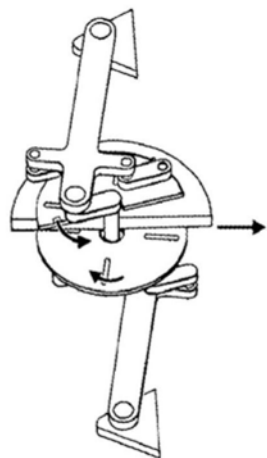


图6D

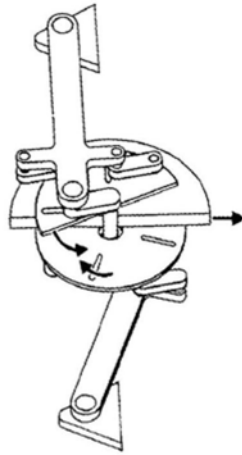


图6E

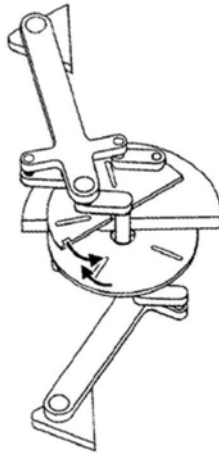


图6F

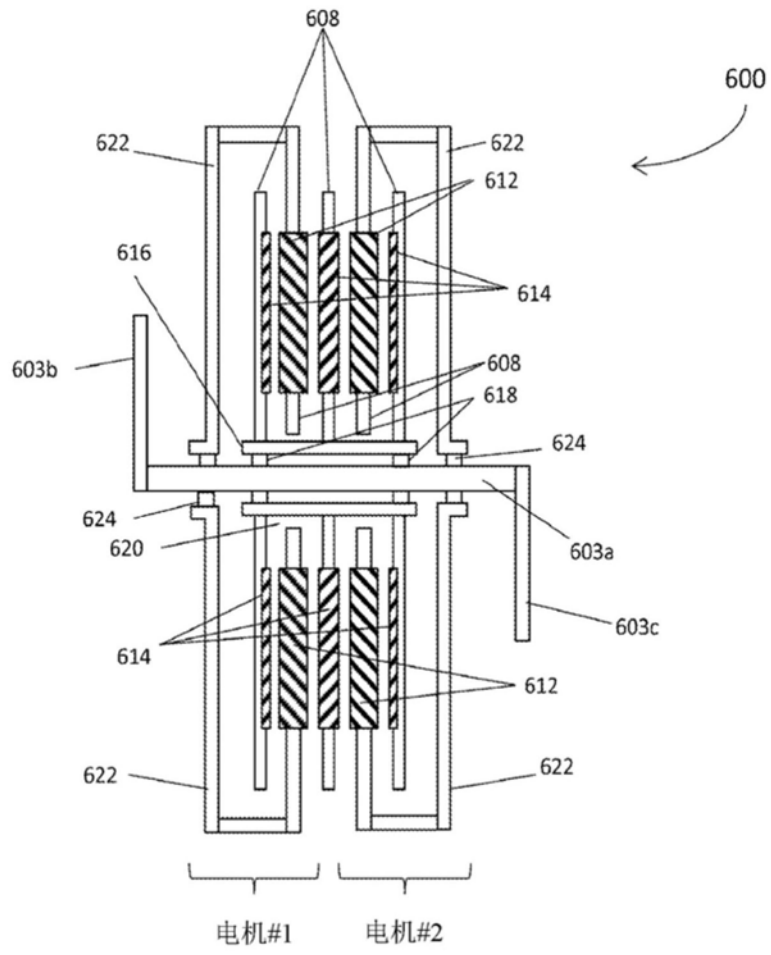


图7

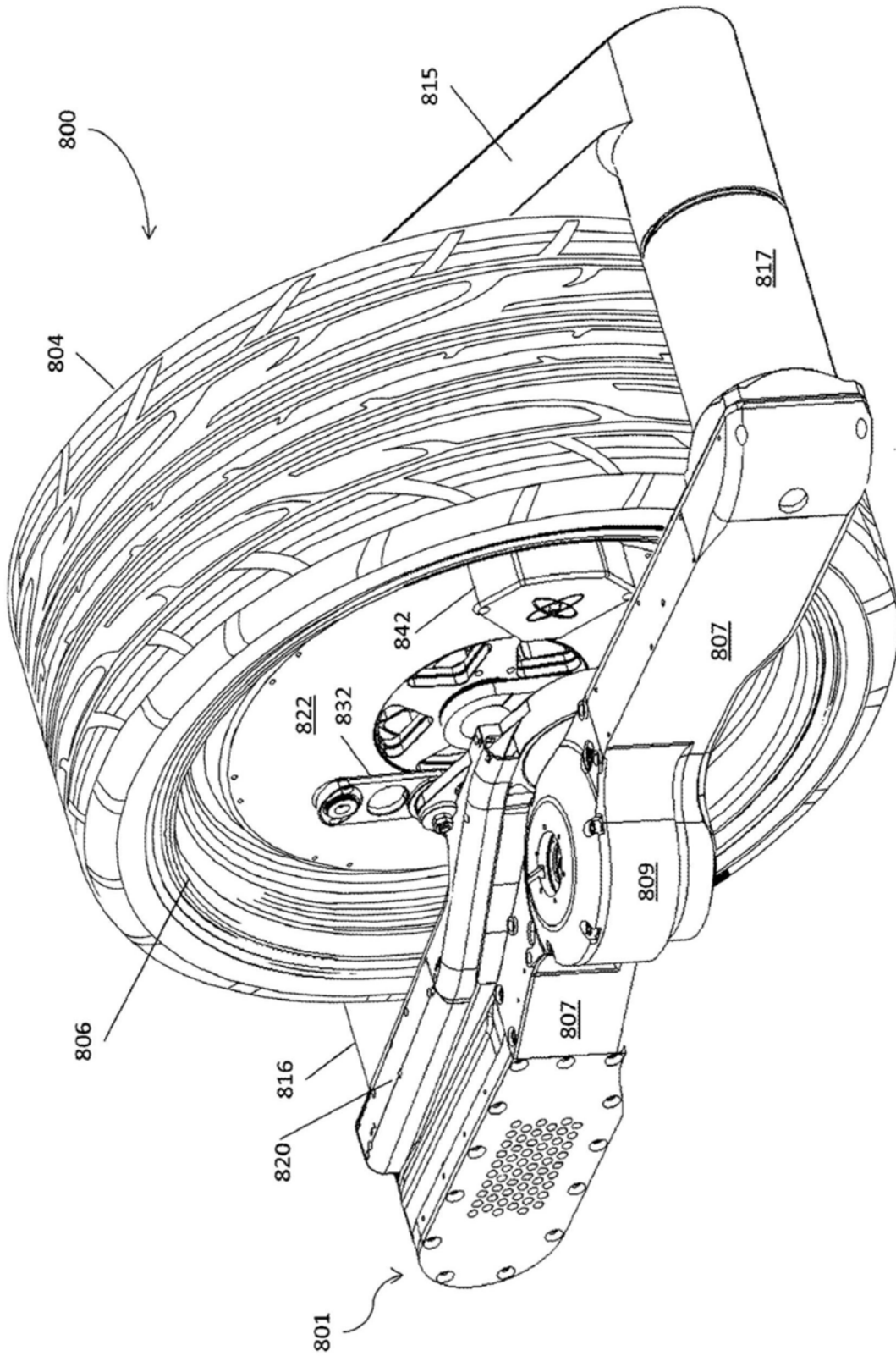


图8

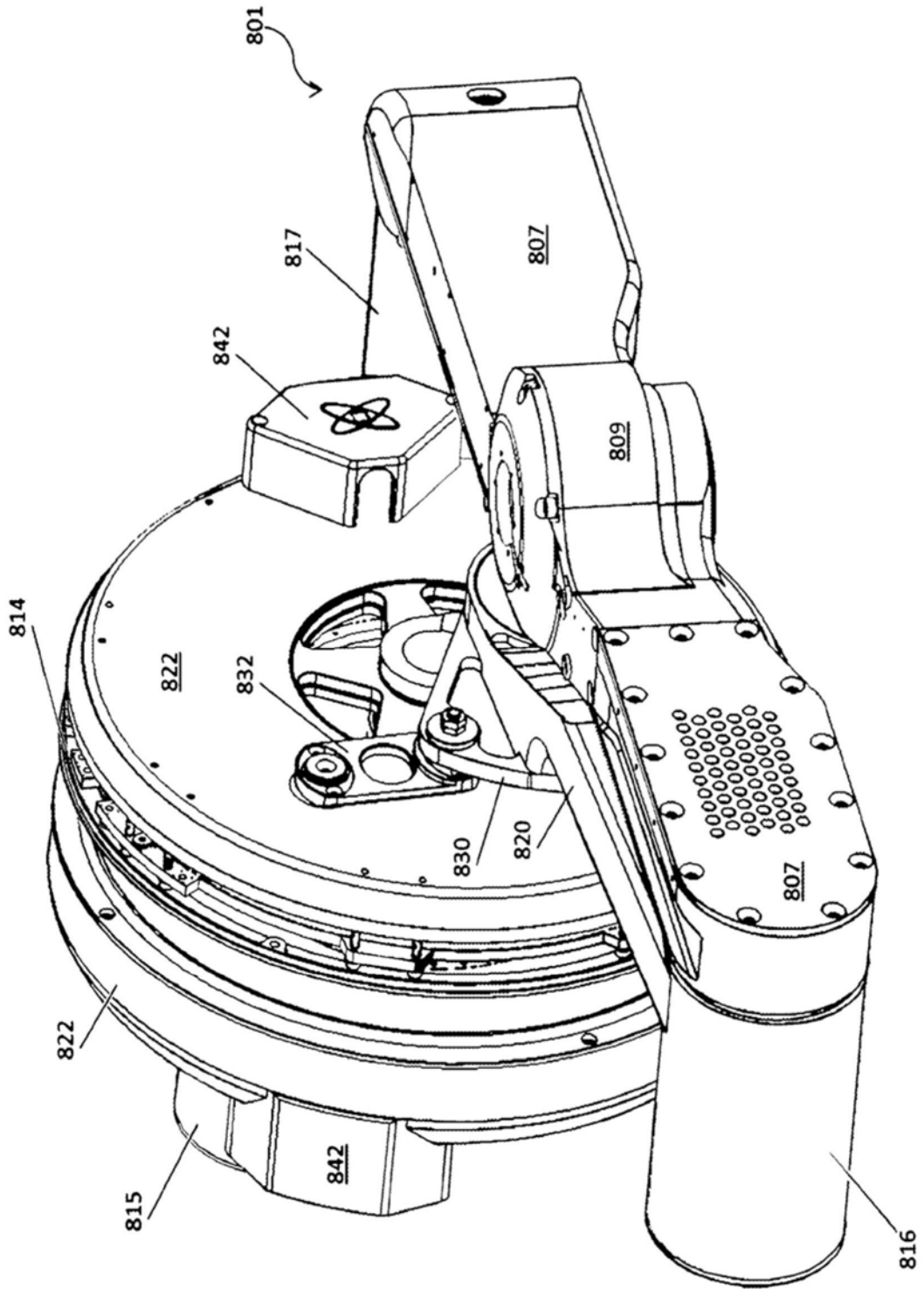


图9

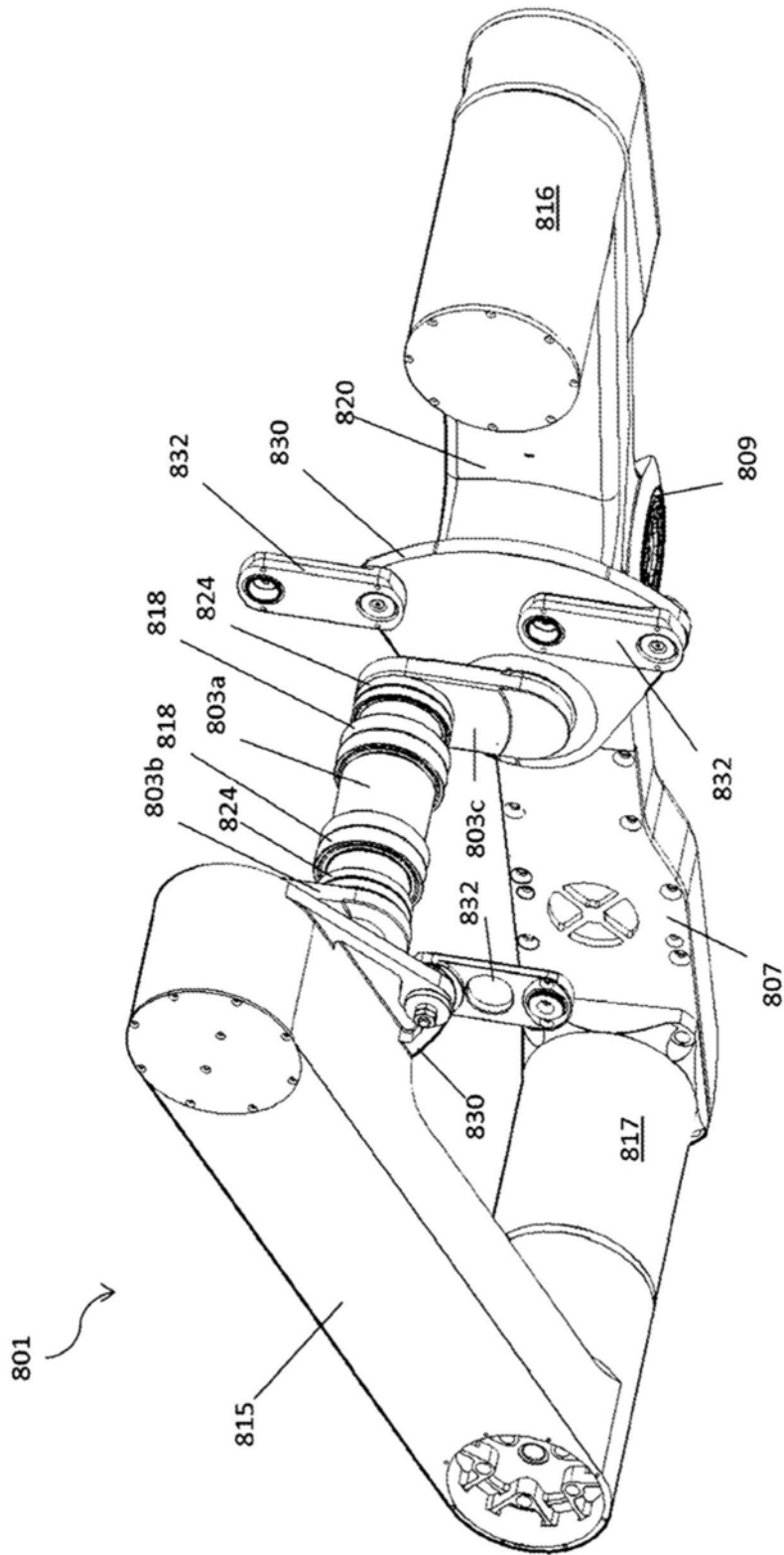


图10

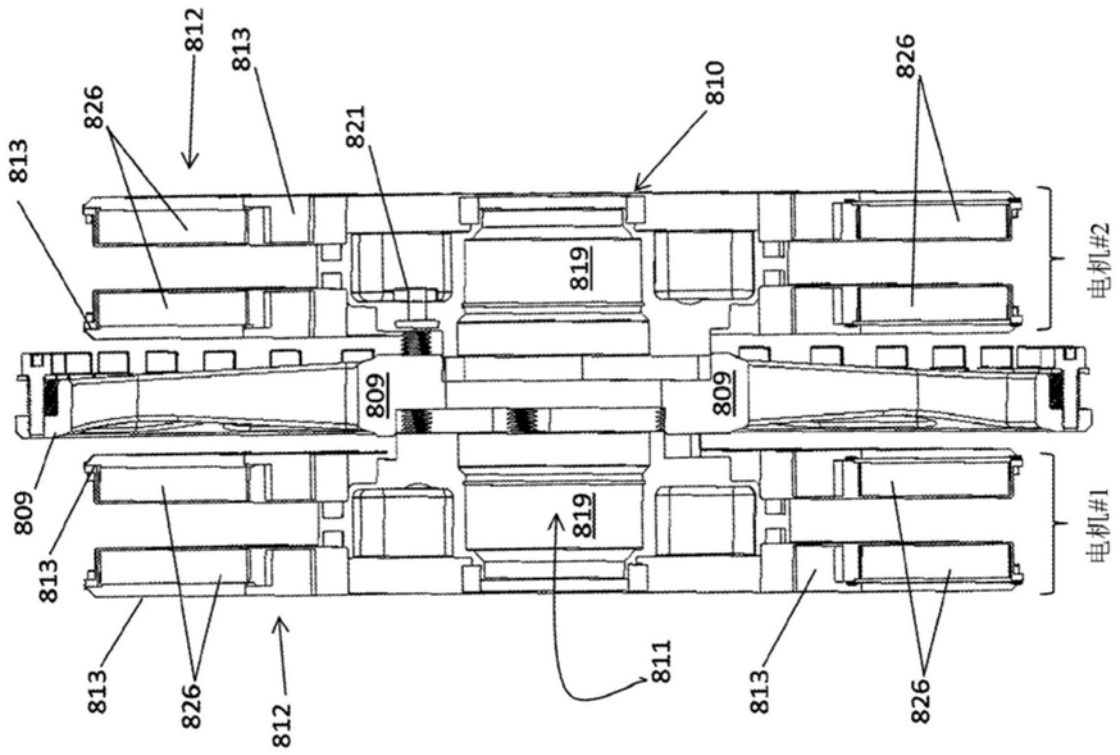


图11A

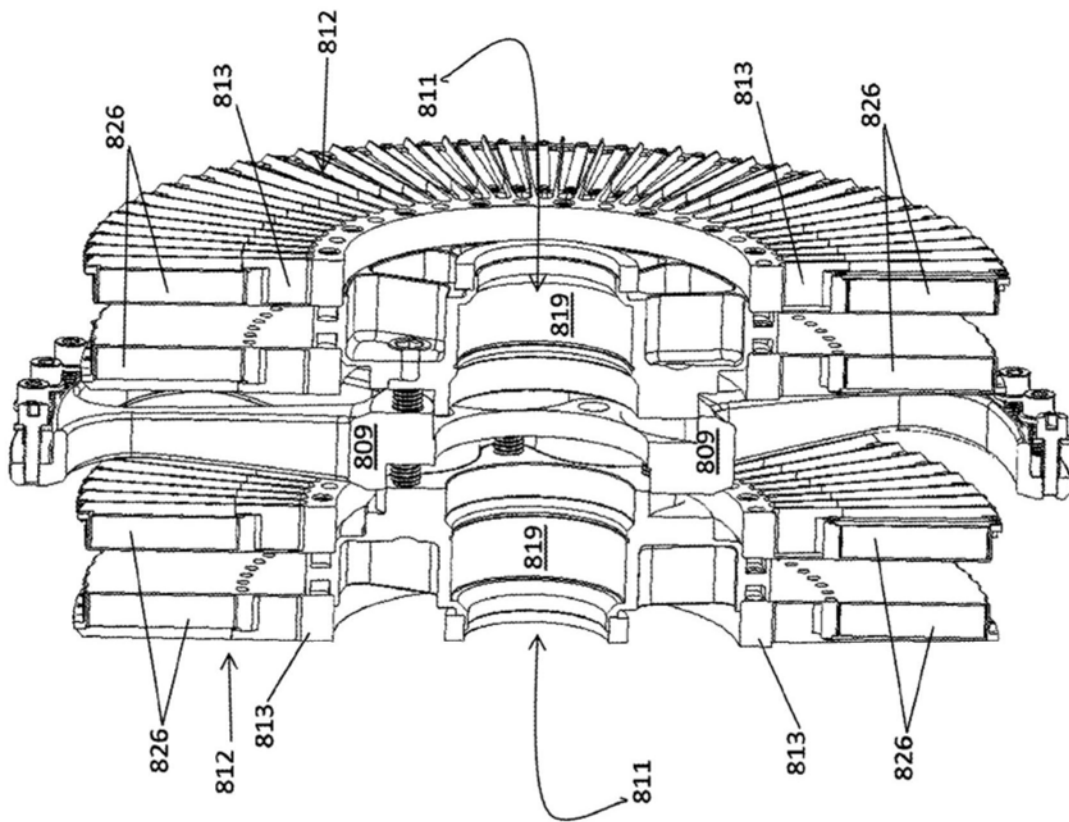


图11B

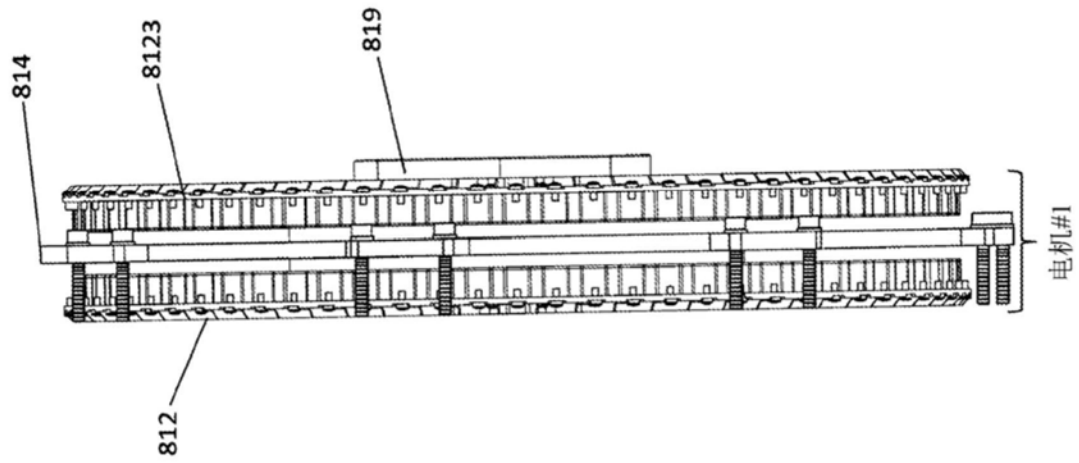


图12A

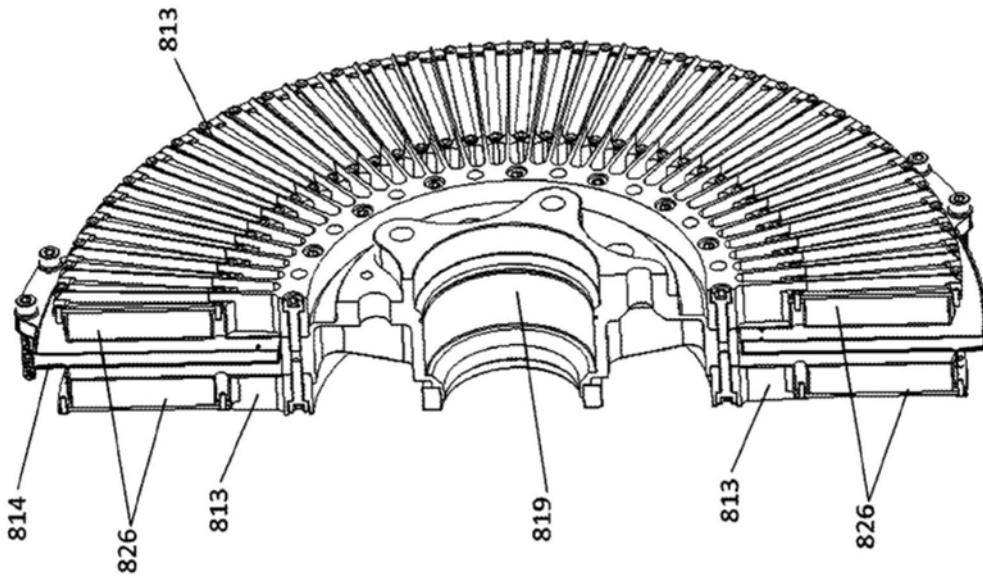


图12B

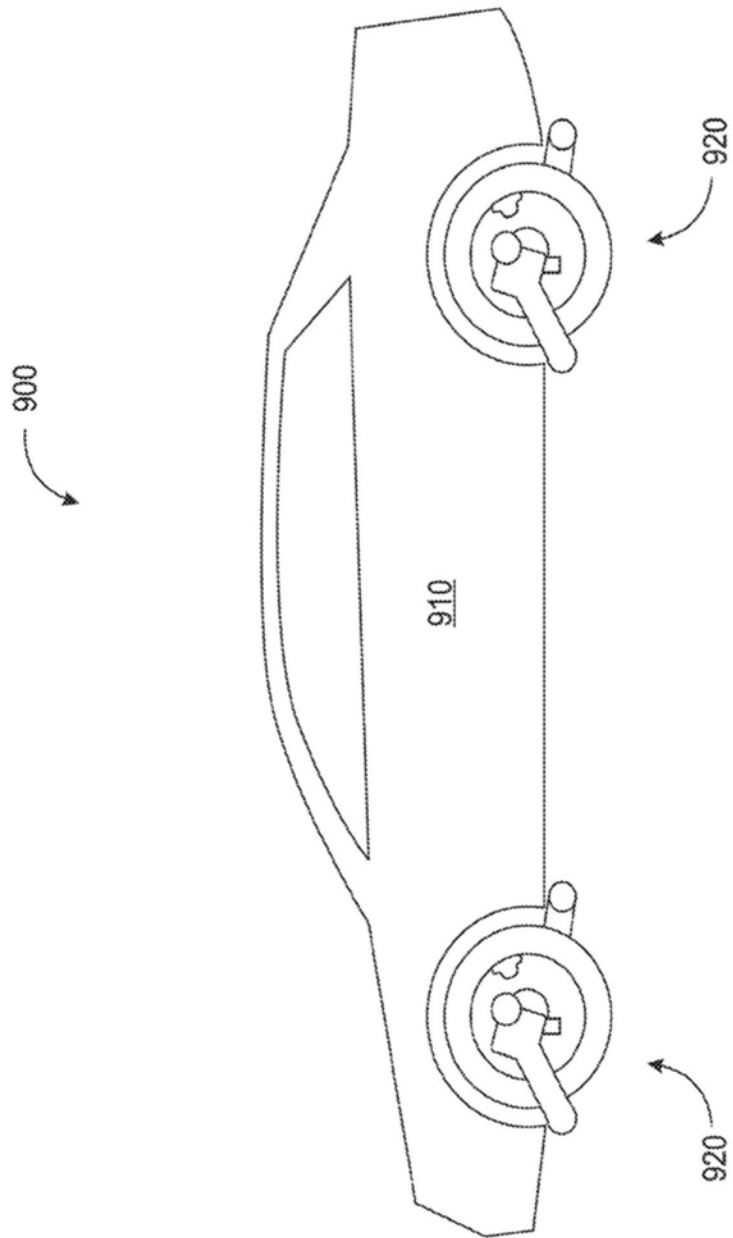


图13

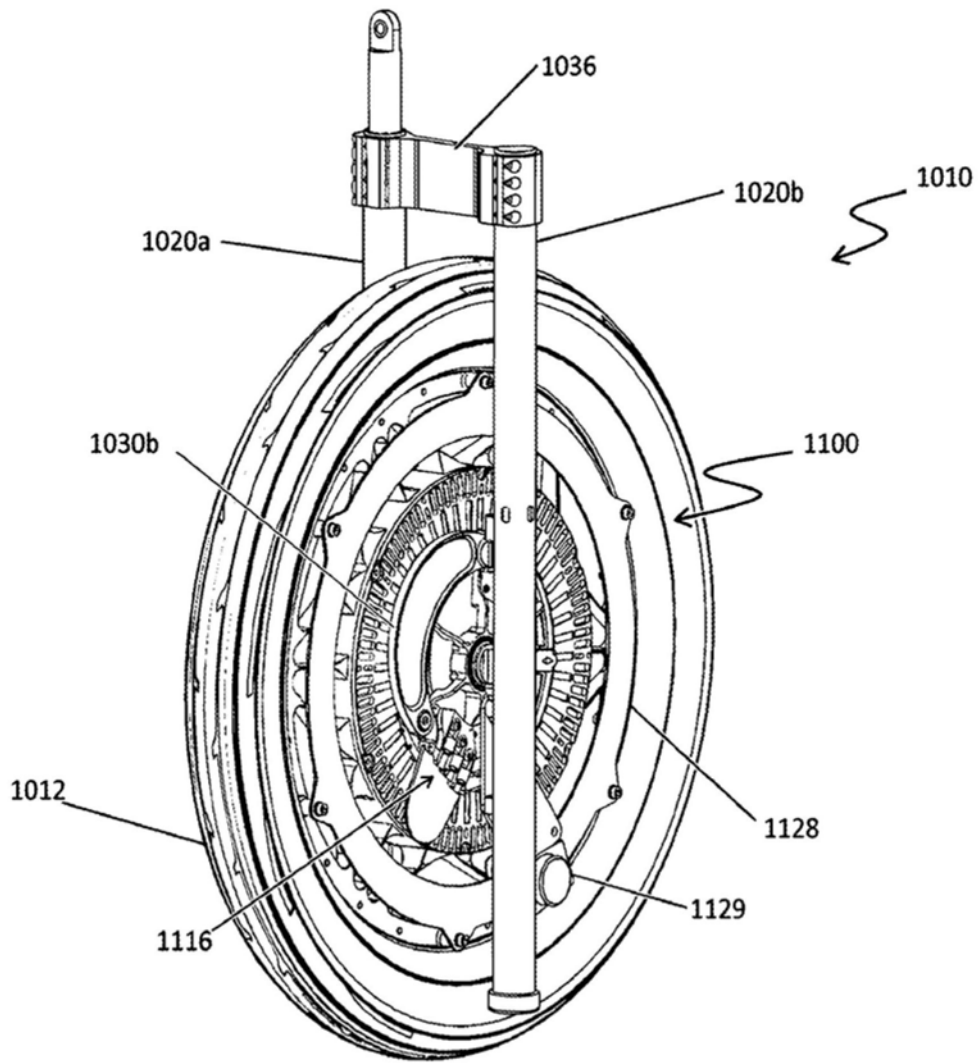


图14

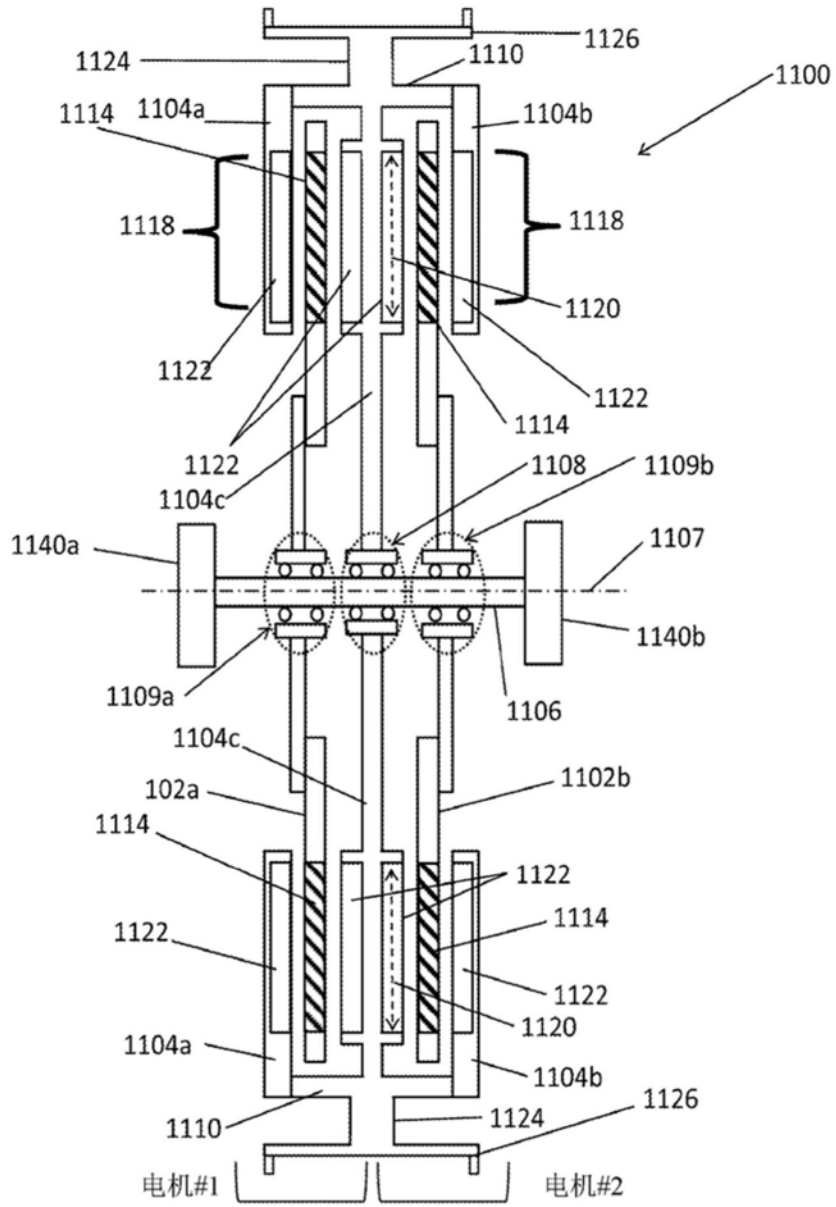


图15

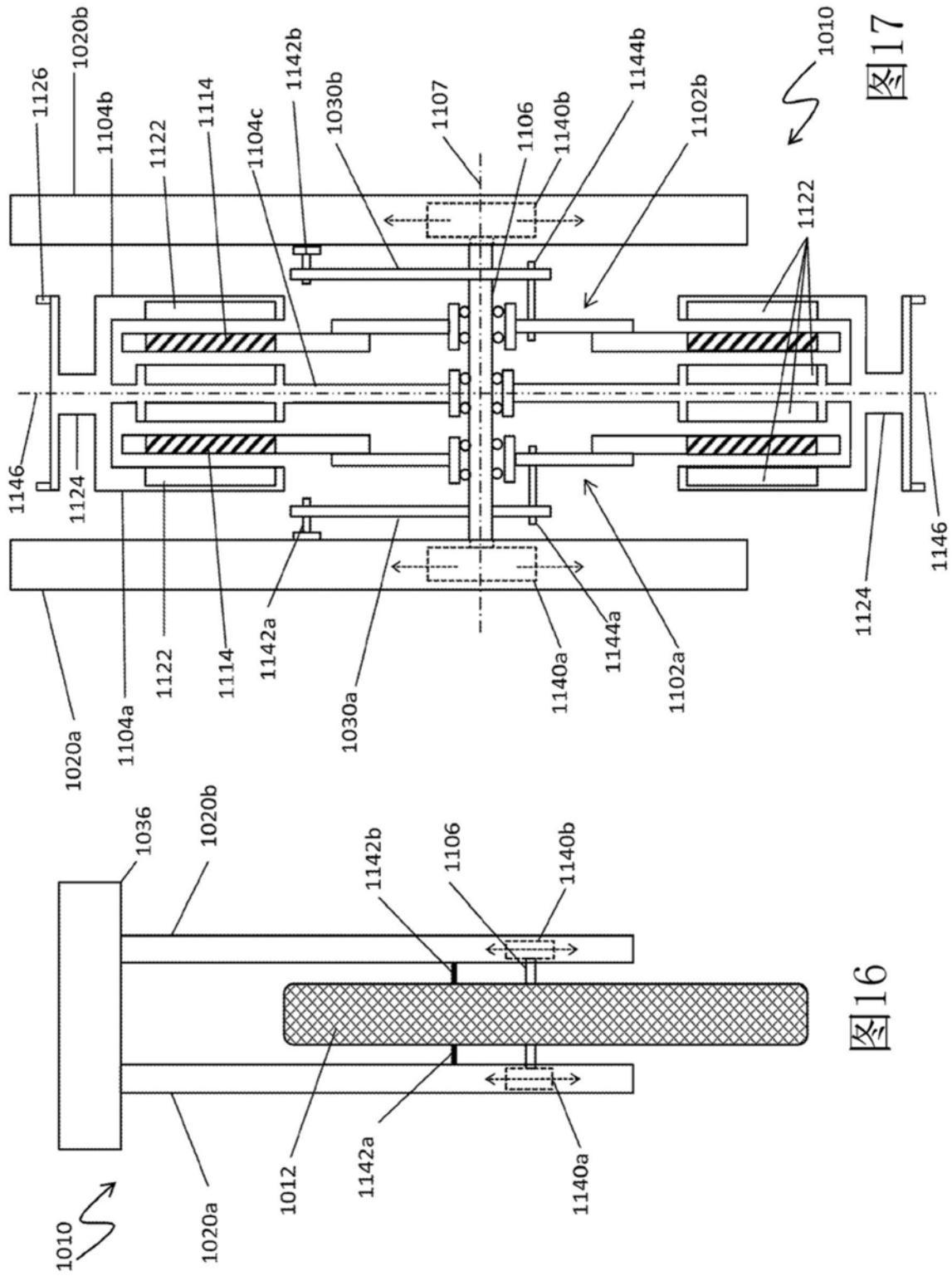


图16

图17

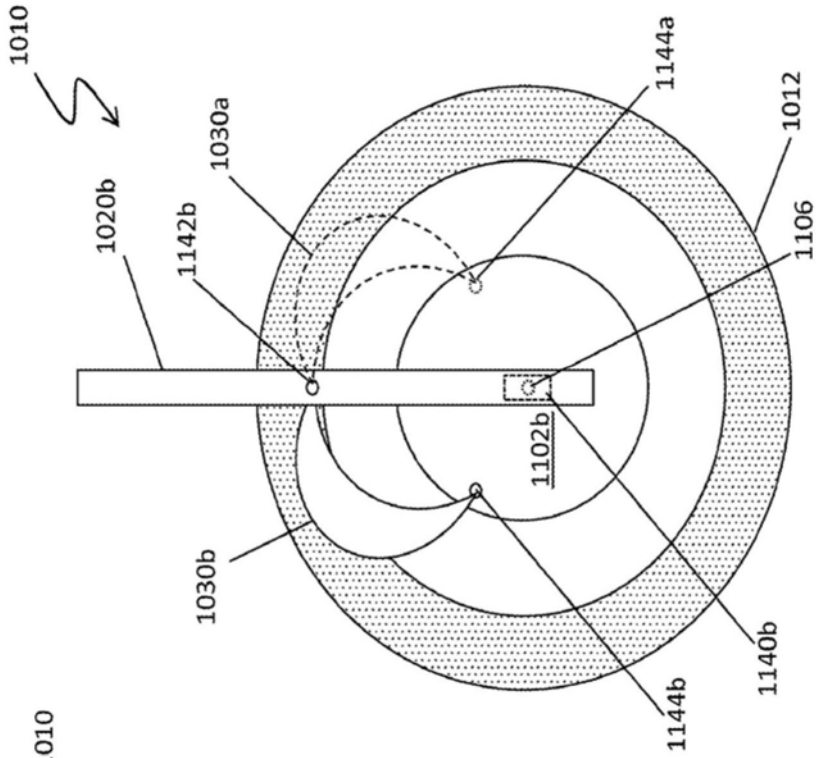


图18B

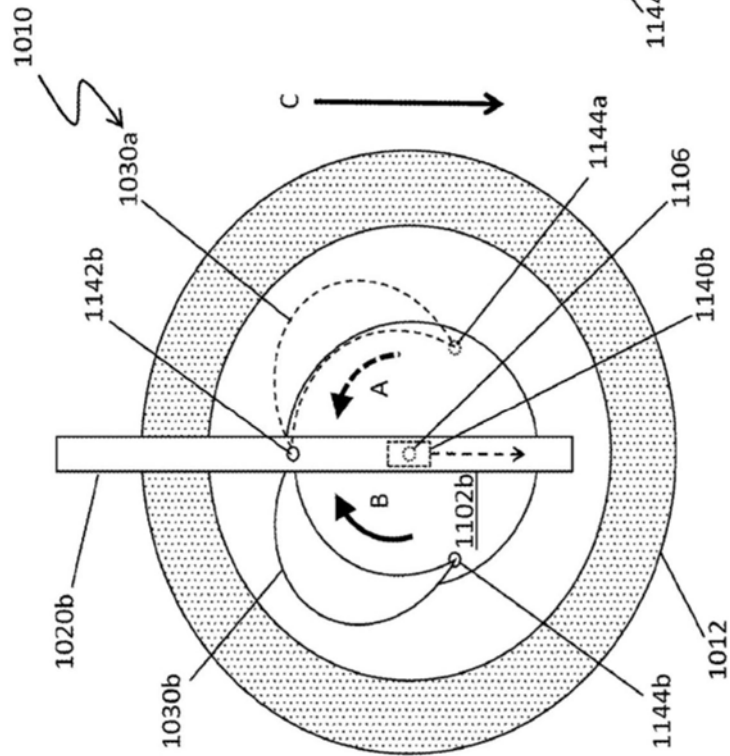


图18A

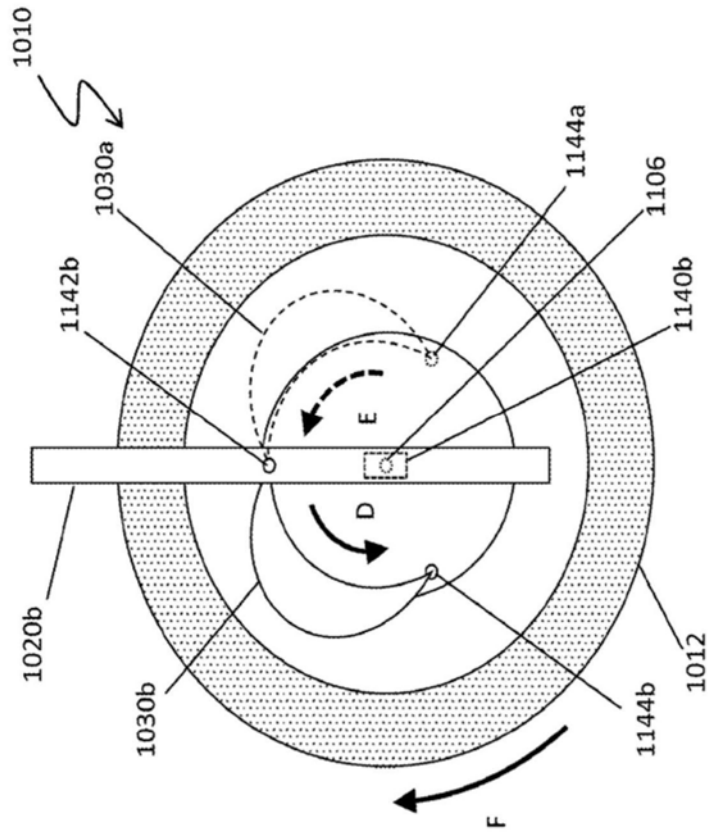


图19

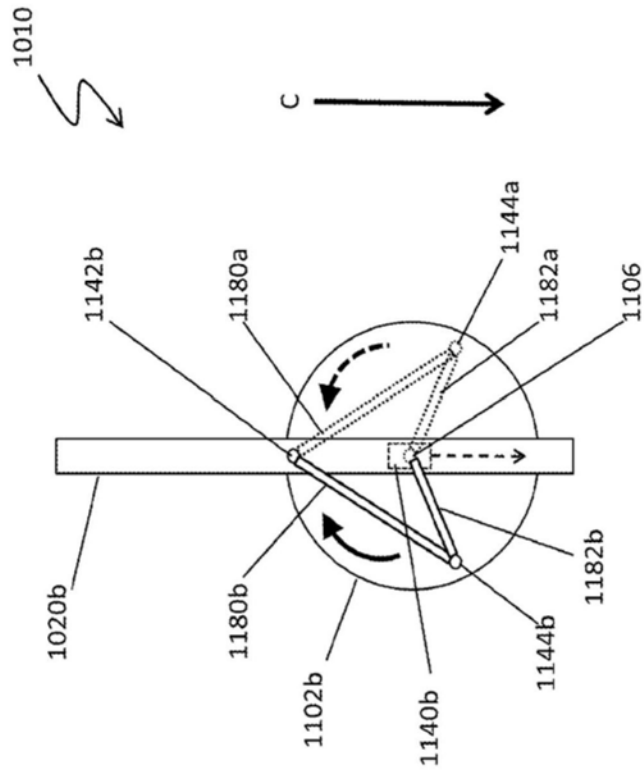


图20A

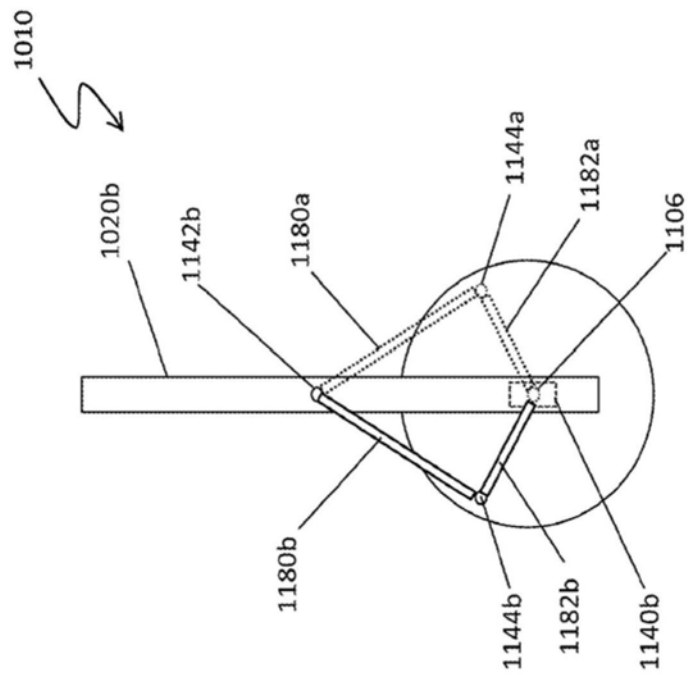


图20B

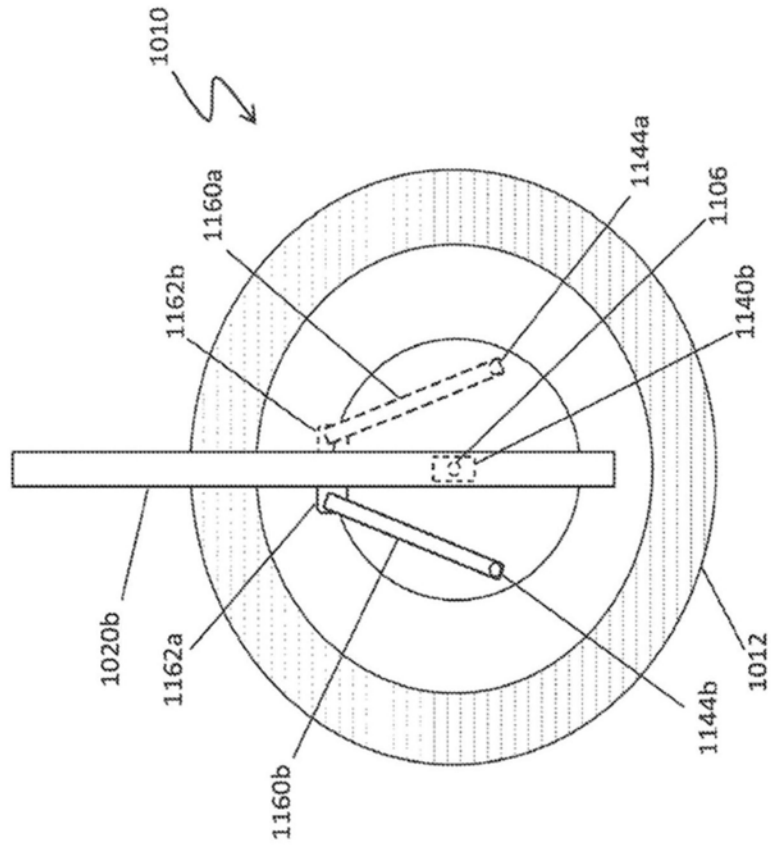


图21

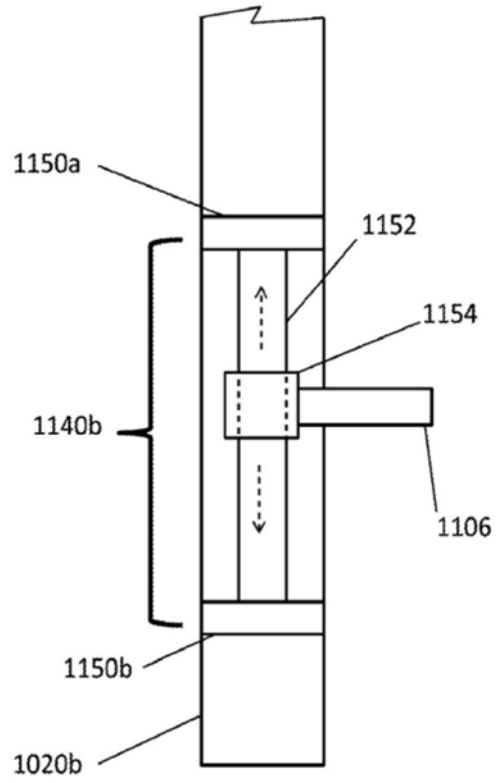


图22

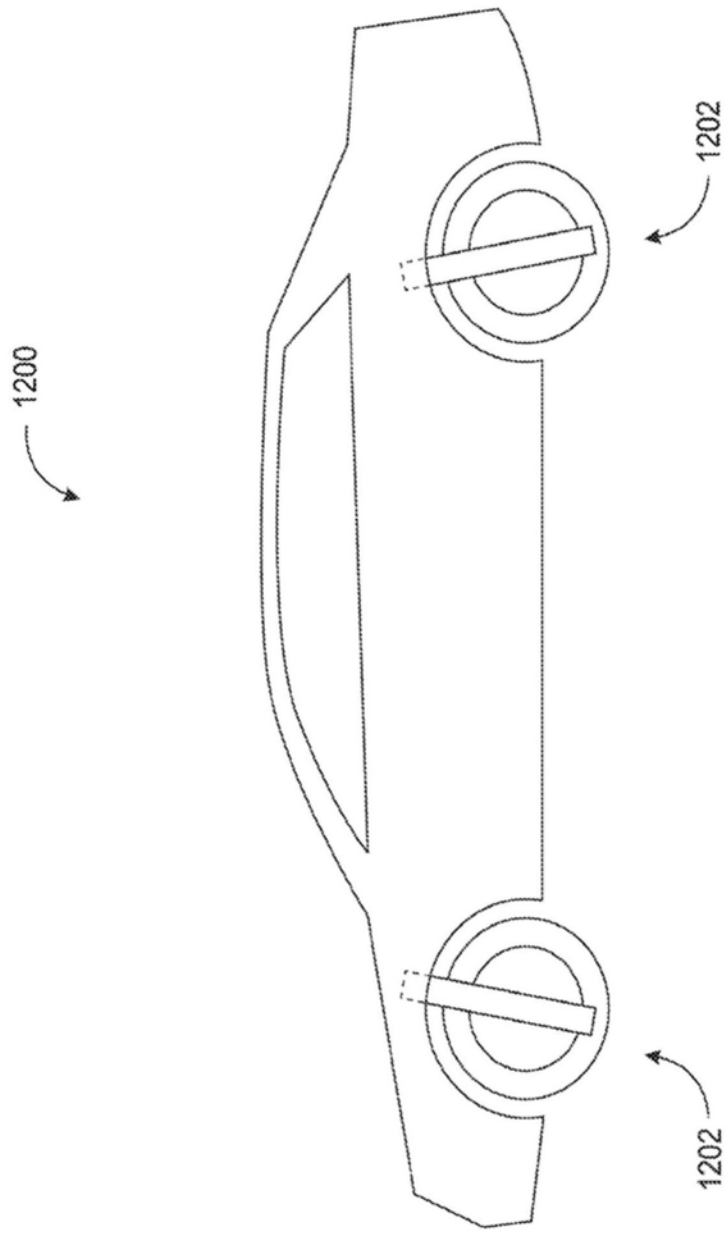


图23

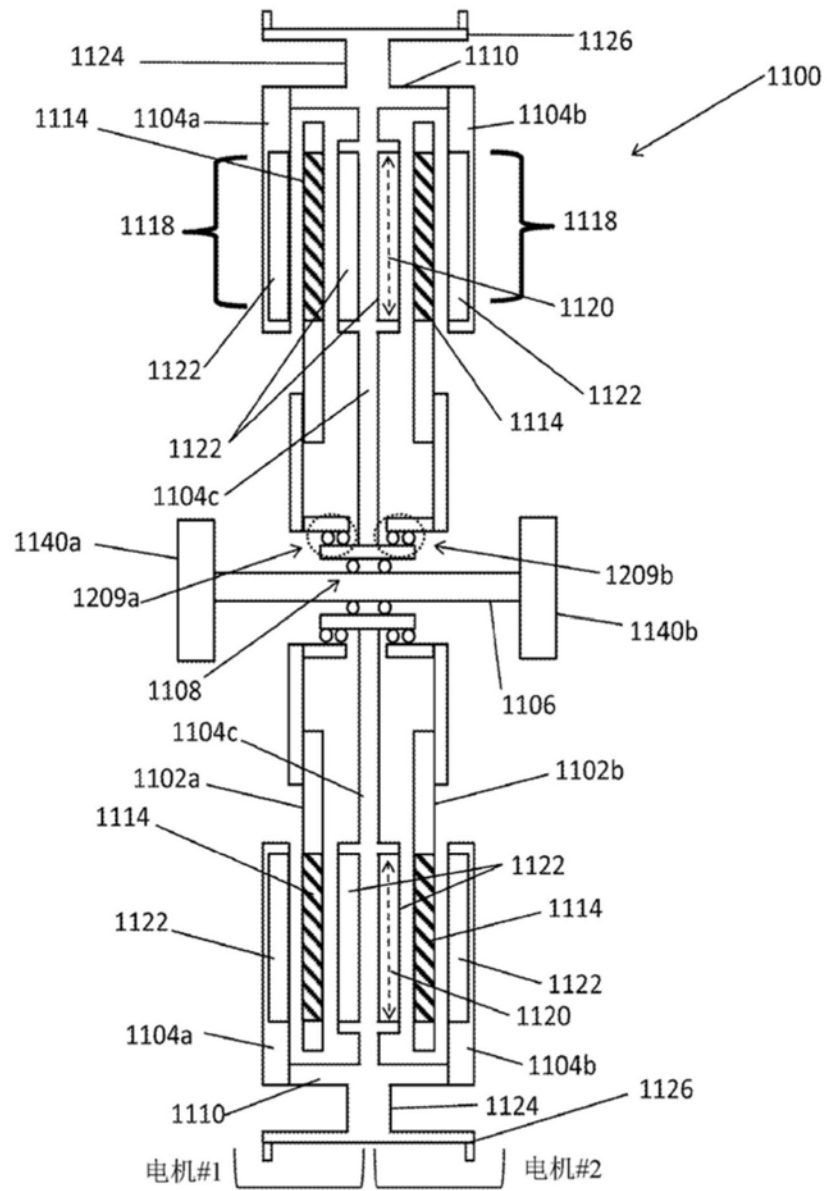


图24

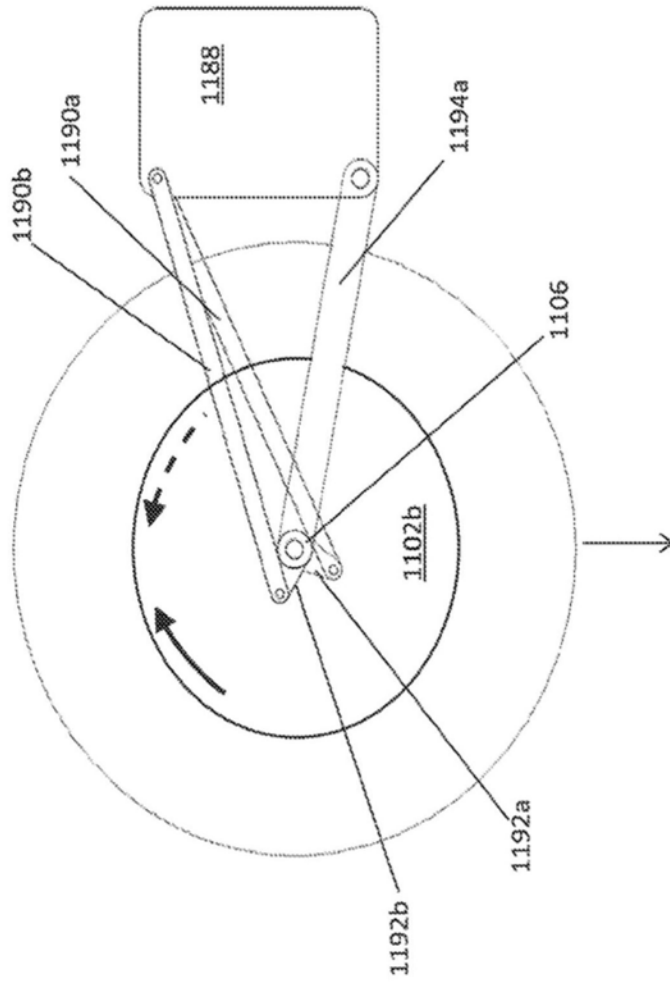


图25A

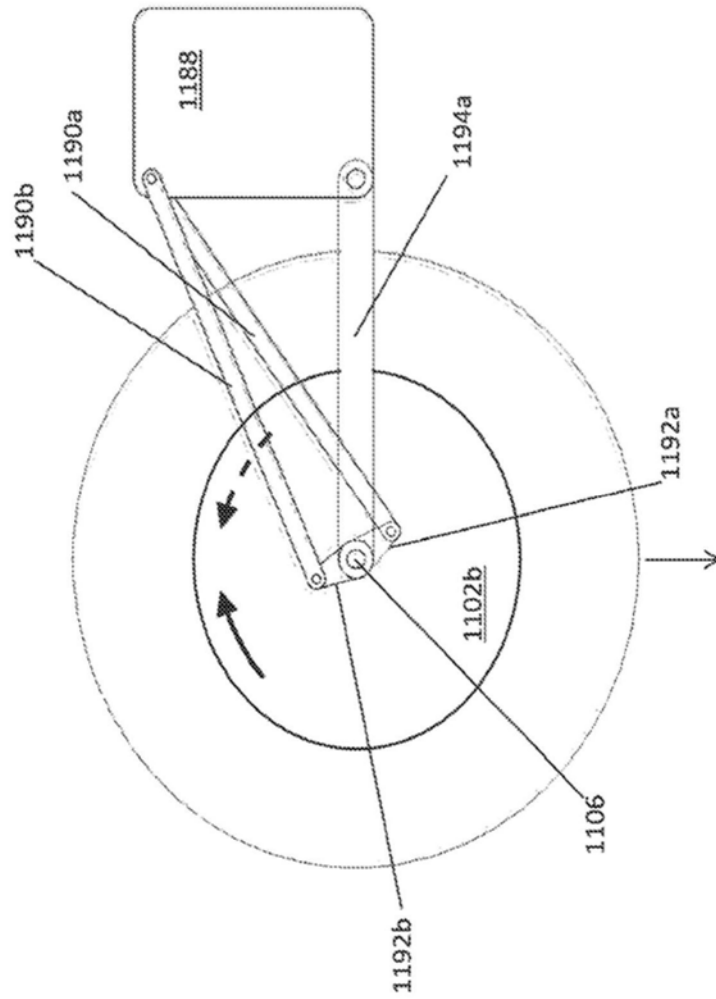


图25B

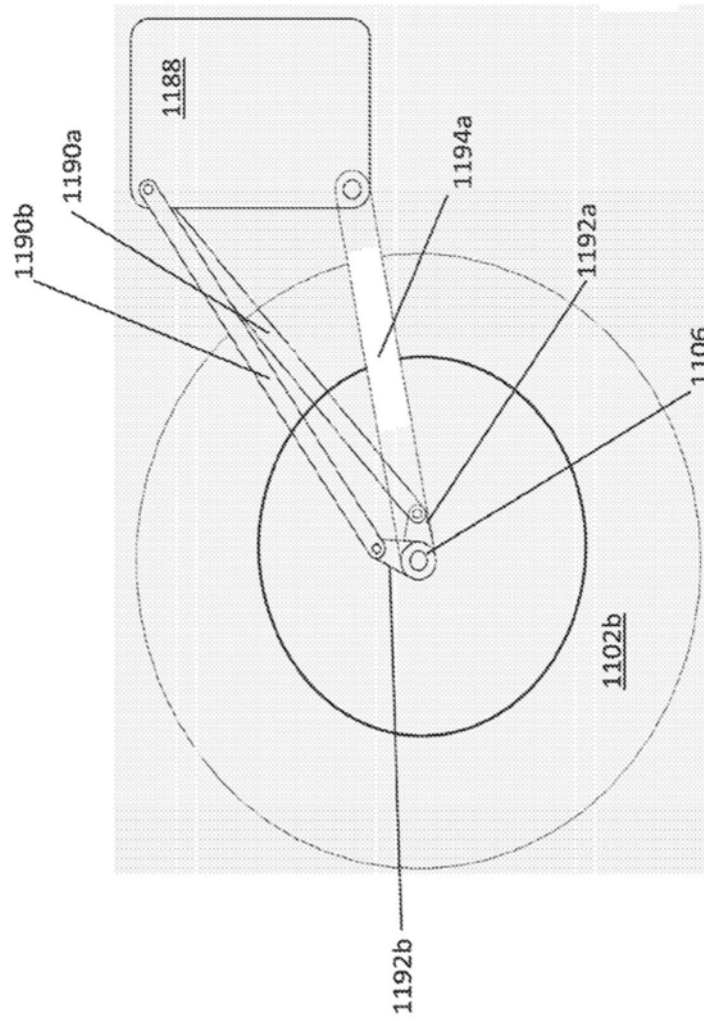


图25C