



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102545499 B

(45) 授权公告日 2015. 06. 17

(21) 申请号 201110397061. 2

(22) 申请日 2011. 12. 02

(30) 优先权数据

2010-276517 2010. 12. 13 JP

(73) 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

(72) 发明人 床井博洋 榎本裕治

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 雒运朴

(51) Int. Cl.

H02K 16/02(2006. 01)

H02K 1/27(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101051781 A, 2007. 10. 10,

CN 1918774 A, 2007. 02. 21,

CN 101488691 A, 2009. 07. 22,

JP 2002247822 A, 2002. 08. 30,

JP 2009148146 A, 2009. 07. 02,

JP H0720079 U, 1995. 04. 07,

JP 2008131684 A, 2008. 06. 05,

JP 2005318718 A, 2005. 11. 10,

审查员 韦晓娟

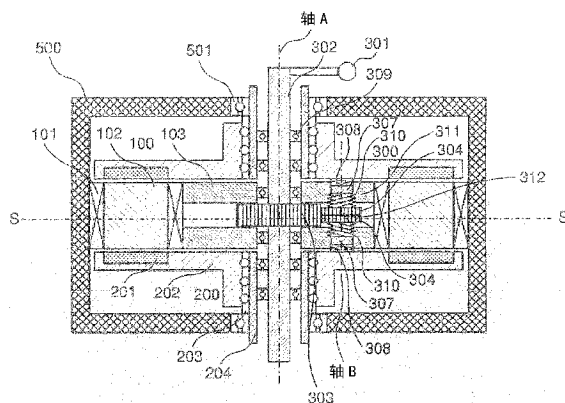
权利要求书2页 说明书6页 附图11页

(54) 发明名称

轴向间隙型旋转电机

(57) 摘要

提供一种双转子构造的轴向间隙型旋转电机,其可以提高间隙可变机构的可靠性,并且可以灵活地改变定子和转子间的间隙宽度。轴向间隙型旋转电机具有:机壳(500);定子(100),其具有定子芯(102)和线圈(101);两个转子(200),其具有转子芯(202)和永久磁铁(201),以从轴向夹入所述定子(100)的方式隔着空气间隙而设置于所述定子(100);以及可变间隙机构(300),其用于改变所述空气间隙的宽度,所述轴向间隙型旋转电机的特征在于,所述可变间隙机构利用与所述轴向间隙型旋转电机的旋转力不同的动力源(301)来工作,通过在轴向上移动所述转子(200)来改变所述空气间隙的宽度。



1. 一种轴向间隙型旋转电机,其具有:
机壳;
定子,其具有定子芯和线圈;
两个转子,其具有转子芯和永久磁铁,以从轴向夹入所述定子的方式隔着空气间隙而设置于所述定子,并且具有轴;以及
可变间隙机构,其用于改变所述空气间隙的宽度,
所述轴向间隙型旋转电机的特征在于,
所述轴向间隙型旋转电机具有驱动可变间隙机构的动力源,该动力源为与所述轴向间隙型旋转电机的旋转力不同的动力源,
所述可变间隙机构具有螺纹部和保持所述螺纹部的螺母部,
所述螺纹部与所述动力源连接,通过所述动力源使所述螺纹部旋转,由此使所述转子移动,
所述转子具有与所述螺纹部卡合的卡合部,
所述卡合部由以所述轴为旋转轴的推力轴承构成在所述转子的与所述螺纹部相对的面上。
2. 如权利要求 1 所述的轴向间隙型旋转电机,其特征在于,
所述卡合部在所述螺纹部的所述转子侧具有以所述螺纹部为旋转轴的推力轴承。
3. 如权利要求 1 所述的轴向间隙型旋转电机,其特征在于,
所述可变间隙机构具有配置于所述定子的外周且互相为逆螺纹关系的两个螺纹部以及固定于所述定子的螺母部。
4. 如权利要求 1 所述的轴向间隙型旋转电机,其特征在于,
所述可变间隙机构具有配置于所述定子的内周且互相为逆螺纹关系的两个螺纹部以及固定于所述定子的螺母部。
5. 如权利要求 4 所述的轴向间隙型旋转电机,其特征在于,
所述转子的转子芯经滚珠花键机构分别与在各个所述转子上设置的轴连接,
所述轴在内部具有从所述动力源向所述螺纹部传递动力的动力传递机构。
6. 如权利要求 5 所述的轴向间隙型旋转电机,其特征在于,
所述动力传递机构由与所述动力源连接的第一齿轮以及与所述螺纹部连接且与所述第一齿轮卡合的第二齿轮构成。
7. 如权利要求 4 所述的轴向间隙型旋转电机,其特征在于,
所述轴在所述机壳的外部被结合于单一的轴。
8. 如权利要求 4 所述的轴向间隙型旋转电机,其特征在于,
在两个所述转子之间设有将所述转子间的圆周方向的相对位置机械地结合起来的转子结合机构。
9. 如权利要求 8 所述的轴向间隙型旋转电机,其特征在于,
所述转子结合机构为气缸。
10. 如权利要求 1 所述的轴向间隙型旋转电机,其特征在于,
所述转子芯由电磁钢板或非结晶金属形成。
11. 如权利要求 1 所述的轴向间隙型旋转电机,其特征在于,

所述永久磁铁为环状的极各向异性磁化磁铁。

12. 如权利要求 1 所述的轴向间隙型旋转电机,其特征在于,
所述定子芯由电磁钢板或非结晶金属形成。

13. 如权利要求 1 所述的轴向间隙型旋转电机,其特征在于,
所述动力源为伺服电机。

轴向间隙型旋转电机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种定子和转子在轴向上隔着空气间隙 (air gap) 而相对的轴向间隙 (axial gap) 型旋转电机。

背景技术

[0002] 在转子上设有永久磁铁的旋转电机在旋转时产生感应电压。由于感应电压与旋转速度成比例增大,所以旋转电机的电源电压(逆变器的输出电压)需要大于等于感应电压。

[0003] 关于轴向间隙型旋转电机公知如下一种技术:为了抑制感应电压的增大,在高速旋转时将定子和转子之间的空气间隙扩大,从而使磁阻增大。

[0004] 例如,在专利文献 1 中记载一种旋转电机,其具有由与转子连接的振子和力的转换机构形成的可变间隙机构。该可变间隙机构将利用转子的旋转而在振子上产生的离心力通过力的转换机构转换为轴向的力,并施加到定子上。由此,与转子的旋转速度相应地可以通过移动定子来调整空气间隙。

[0005] 此外,在专利文献 2 中记载一种旋转电机,其具有定子以及可变间隙机构,所述定子由不受转子的旋转的影响而固定的固定部和设有螺纹机构的齿部形成,可变间隙机构由对齿部施加旋转力的动力源形成。利用该可变间隙机构,可以通过将与转子的旋转速度相应的动力施加到齿上并移动齿(定子)来调整空气间隙。

[0006] (现有技术文献)

[0007] (专利文献)

[0008] 专利文献 1:日本特开 2002-325412 号公报

[0009] 专利文献 2:日本特开 2008-48519 号公报

[0010] 专利文献 1 的构成由于间隙宽度依存于转子的旋转速度或者为了转子的旋转而施加的线圈电流,所以几乎没有考虑间隙宽度的灵活的控制。此外,由于间隙可变机构复杂,所以为了确保强度或散热性而存在旋转电机构造复杂化的可能性。

[0011] 一方面,专利文献 2 的间隙宽度,由于使用外部的动力源,所以可以进行灵活的控制。其反面,由于为分割了定子芯的构造,所以很难适用于双转子构造的旋转电机。

发明内容

[0012] 因此,本发明的目的在于提供一种双转子构造的轴向间隙型旋转电机,其可以提高间隙可变机构的可靠性,并且可以灵活地改变定子和转子之间的间隙宽度。

[0013] 为了实现上述目的,例如,只要使用权利要求所述的技术性思想就可以。

[0014] (发明效果)

[0015] 根据本发明,可以提供一种可以提高间隙可变机构的可靠性,并可以灵活地改变定子和转子之间的空气间隙宽度的双转子构造的轴向间隙型旋转电机。

附图说明

- [0016] 图 1 是第一实施例的圆周方向剖面图；
[0017] 图 2 是第一实施例的轴向剖面图；
[0018] 图 3 是第一实施例的俯视图；
[0019] 图 4 是第一实施例的俯视图剖面；
[0020] 图 5(a) 是第一实施例的圆周方向剖面图（通常的间隙宽度时）；
[0021] 图 5(b) 是第一实施例的圆周方向剖面图（放大了间隙宽度时）；
[0022] 图 6 是第二实施例的圆周方向剖面图；
[0023] 图 7 是第三实施例的圆周方向剖面图；
[0024] 图 8(a) 是第四实施例的圆周方向剖面图（通常的间隙宽度时）；
[0025] 图 8(b) 是第四实施例的圆周方向剖面图（放大了间隙宽度时）；
[0026] 图 9(a) 是第五实施例的圆周方向剖面图（通常的间隙宽度时）；
[0027] 图 9(b) 是第五实施例的圆周方向剖面图（放大了间隙宽度时）；
[0028] 图 10 是表示旋转速度和电压、转矩的关系的图；
[0029] 图 11 是表示旋转速度和间隙的关系的图；
[0030] 图 12 是表示离散地控制的情况下的旋转速度和电压、转矩的关系的图；
[0031] 图 13 是表示离散地控制的情况下的旋转速度和间隙的关系的图。
[0032] 图中
[0033] 100- 定子；
[0034] 101- 线圈；
[0035] 102- 定子芯；
[0036] 103- 固定部；
[0037] 200- 转子；
[0038] 201- 永久磁铁；
[0039] 202- 转子芯；
[0040] 300- 可变间隙机构；
[0041] 301- 动力源；
[0042] 307、308- 推力轴承；
[0043] 310- 螺纹部；
[0044] 311- 螺母部；
[0045] 500- 机壳。

具体实施方式

- [0046] 以下,使用附图来说明本发明的实施方式的例子。
[0047] （实施例 1）
[0048] 图 1～图 5 表示本发明的轴向间隙型旋转电机的一实施例。图 1 和图 5 是从圆周方向看的剖面图,图 2 是从轴向看的剖面图,图 3 是俯视图,图 4 是俯视图的剖面。在此,所谓圆周方向是指转子的旋转方向,所谓轴向是指转子的旋转轴的延伸方向。
[0049] 本实施例的旋转电机具有:定子 100;转子 200;可变间隙机构 300;以及机壳 500。
[0050] 定子 100 具有:多个线圈 101,它们以轴 A 为中心配置于圆周方向上;以及定子芯

102,其配置于线圈 101 内部。所述定子 100 由机壳 500 支承。

[0051] 转予 200 具有以轴 A 为旋转轴、且以轴 A 为中心在圆周方向上配置有多个的永久磁铁 201 及转予芯 202,所述转予 200 被配置成从轴向夹入定子 100。转予芯 202 经滚珠花键 (ball spline) 机构 203 与输出轴 204 连接。输出轴 204 经机壳 500 和轴承 501 连接。并且,在图 2 至图 5 中省略机壳 500 和轴承 501。

[0052] 输出轴 204 为圆筒状,在其内部通过轴承 309 配置有以轴 A 为旋转轴的第一调整轴 302。第一调整轴 302 与外部的动力源 301 连接。此外,第一调整轴 302 在与定子相对的位置上具有第一齿轮 303。并且,动力源 301 以轴 A 为旋转轴使第一调整轴 302 旋转,例如为伺服电机等。

[0053] 在定子 100 的内周,在轴向上配置有一对以轴 B 为旋转轴的第二调整轴 312。第二调整轴 312 具有第二齿轮 304 和螺纹部 310。第二齿轮 304 与第一齿轮 303 卡合。如图 2(图 1 的 S-S' 截面)所示,第二齿轮 304 以第一齿轮 303、即轴 A 为中心设有 4 个。

[0054] 螺纹部 310 与连接在定子 100 的固定部 103 上的螺母部 311 卡合。此外,在图 1 中位于上下的(在轴向上相对的)螺纹部 302 以逆螺纹的关系,即在以第二齿轮 304 为界分别不同的朝向上设有螺纹牙。第二调整轴 312 经以轴 B 为旋转轴的推力轴承 307、以及以轴 A 为旋转轴的推力轴承 308 与转予 200 连接。并且,在图 4 中省略固定部 103、推力轴承 307、308。

[0055] 第二调整轴 312 经第二齿轮 304、第一齿轮 303 以及第一调整轴 302 与动力源 301 连接。像这样,本实施例在定子 100 的内周设置可变间隙机构 300。

[0056] 其次,说明本实施例的旋转电机的动作。图 5(a) 表示通常的间隙宽度时的动作,图 5(b) 表示间隙宽度放大时的动作。

[0057] 当对线圈 101 通电时,定子 100 产生旋转磁场。转予 200 通过永久磁铁 201 产生的磁场和旋转磁场的吸引、排斥,以轴 A 为中心旋转。转予 200 的旋转转矩经滚珠花键机构 203 传递到输出轴 204 上,并输出到外部。另一方面,第二调整轴 312 由于经推力轴承 308 与转予 200 连接,所以不受转予 200 的旋转的影响而静止。当从动力源 301 将旋转力输出到第一齿轮 303 上时,第二齿轮 304 以及与其连接的上下的第二调整轴 312 旋转。由此,上下的第二调整轴 312 产生不同方向的轴向力。由此,转予 200 从轴受到轴向的力,在轴向上移动。此时,夹着定子 100 相对的一对转予 200 分别移动向轴向的不同方向。

[0058] 像这样,本实施例的可变间隙机构 300 被独立于转予 200 的旋转机构的另外的动力源 301 驱动。由此,可以进行可靠性、响应性好的灵活的间隙宽度的控制。此外,来自动力源 301 的旋转力在同一时刻以相同量传递到上下的第一调整轴 302 上。由此可以令上下的转予 200 的移动量一致。此外,由于可以通过一个伺服电机输出上下不同的方向的动力,所以可以实现小型、低成本。进而,由于在旋转电机内部设置伺服电机之外的可变机构,所以是小型的。

[0059] (实施例 2)

[0060] 图 6 是表示本发明的轴向间隙型旋转电机的其他实施例的图。本实施例将实施例 1 所示的轴向间隙型旋转电机的上下的输出轴 204 经转矩传递机构 402 连接于在机壳的外部以轴 C 为旋转轴的单一的外部输出轴 401。转矩传递机构 402 例如为斜齿轮或带等。

[0061] 在本实施例中,以轴 A 为旋转轴的输出轴 204 的输出转矩通过转矩传递机构 402

被传递到以轴 C 为旋转轴的外部输出轴 401 上。

[0062] 像这样,通过将上下的输出轴 204 的输出转矩传递到单一的轴上,即使各转子的结合的输出轴 204 是分体独立的,也可以令各轴 204 的旋转以及转矩一致。

[0063] (实施例 3)

[0064] 图 7 是表示本发明的轴向间隙型旋转电机的其他实施例的图。并且,在图 7 中省略机壳 500、轴承 501。

[0065] 本实施例是在圆周方向上固定实施例 1 所述的轴向间隙型旋转电机的上下的转子 200 的相对位置的机构(至少在轴向上自由)。为了进行该固定,本实施例的旋转电机在上下的转子 200 之间具有转子结合机构 403。转子结合机构 403 机械地结合上下的转子 200 的圆周方向的相对位置,转子结合机构 403 例如是气缸等。此外,在转子 200 的外周部,在以轴 A 为中心的圆周方向上配置有一个以上的转子结合机构 403。

[0066] 通过转子结合机构 403,上下的转子 200 在来自定子 100 的旋转磁场的作用下上下一致地旋转。

[0067] 像这样,通过在圆周方向上机械地结合上下的转子,即使各转子结合的输出轴 204 是分体独立的,也可以令各轴 204 的旋转以及转矩一致。此外,由于至少在轴向上不固定,所以当改变空气间隙时不会造成妨碍。

[0068] (实施例 4)

[0069] 图 8 是表示本发明的轴向间隙型旋转电机的其他实施例的图。图 8(a) 是通常的间隙宽度时的图,图 8(b) 是间隙宽度放大时的图。本实施例在定子 100 的外周设有可变间隙机构 300。

[0070] 对于与实施例 1 的情况相同的动作省略说明。在本实施例的定子 100 的外周,上下配置有一对以轴 D 为旋转轴的第二调整轴 312。以轴 A 为中心在圆周方向上配置有多个第二调整轴 312。此外,第二调整轴 312 具有螺纹部 310,并与连接于定子 100 的固定部 103 的螺母部 311 结合。上下的第二调整轴 312 的螺纹部 310 为逆螺纹的关系。第二调整轴 312 经以轴 D 为旋转轴的推力轴承 307 以及以轴 A 为旋转轴的推力轴承 308 与转子 200 连接。此外,第二调整轴 312 具有第二齿轮 304,并经以轴 E 为旋转轴的第二齿轮 304 以及与其卡合的第一调整轴 302 与动力源 301 连接。

[0071] 下面,说明本实施例的旋转电机的动作。

[0072] 当对线圈 101 通电时,定子 100 产生旋转磁场。转子 200 通过由永久磁铁 201 产生的磁场和旋转磁场的吸引、排斥,以轴 A 为中心旋转。转子 200 的旋转转矩经滚珠花键机构 203 传递到输出轴 204 上,并被输出到外部。另一方面,第二调整轴 312 由于经推力轴承 308 与转子 200 连接,所以不受转子 200 的旋转的影响而静止。当从动力源 301 向第一齿轮 303 输出旋转力时,第二齿轮 304 以及与其连接的上下第二调整轴 312 旋转。由此,上下的第二调整轴 312 产生不同的方向的轴力。由此,转子 200 从轴受到轴向力,在轴向上移动。

[0073] 像这样,本实施例的可变间隙机构 300 由独立于转子 200 的旋转机构的动力源 301 驱动。由此,可以进行可靠性、响应性好的灵活的间隙宽度的控制。此外,来自动力源 301 的旋转力在同一时刻以相同量传递给上下的第一调整轴 302。因此,可以令上下的转子 200 的移动量一致。此外,由于可以由一个伺服电机输出上下的不同方向的动力,所以是小型的,

且成本低。

[0074] (实施例 5)

[0075] 图 9 是表示本发明的轴向间隙型旋转电机的其他实施例的图。图 9(a) 是通常的间隙宽度时的图,图 9(b) 是间隙宽度放大时的图。本实施例在转子 200 的轴向外侧(不同于与定子 100 相对的面)设有可变间隙机构 300。

[0076] 对于与实施例 1 的情况相同的动作,省略其说明。在本实施例中,空洞的突起部 205 在与转子 200 机械地连续的状态下设置在转子芯 202 的端面(不同于与定子 100 相对的面)上。在突起部 205 的空洞的内侧配置有 4 组以轴 A 为旋转轴的推力轴承 307。在这些推力轴承 307 之间,以轴 A 为中心在圆周方向上配置有多个以轴 F 为旋转轴的第一调整轴 302。该第一调整轴 302 具有螺纹部 310,并与螺母部 311 结合,所述螺母部 311 与保持定子的机壳 500(省略图示)的固定部 103 连接。此外,第一调整轴 302 与外部的动力源 301 连接。

[0077] 下面,说明本实施例的旋转电机的动作。当对线圈 101 通电时,定子 100 产生旋转磁场。转子 200 通过由永久磁铁 201 产生的磁场和旋转磁场的吸引、排斥,以轴 A 为中心旋转。转子 200 的旋转转矩经滚珠花键机构 203 传递到输出轴 204 上,并被输出到外部。突起部 205 和推力轴承 307 与转子 200 的旋转一致地旋转。另一方面,转子 200 的旋转转矩不会传递给通过推力轴承 307 与转子 200 连接的第一调整轴 302。第一调整轴 302 当得到来自动力源 301 的旋转力时,通过螺纹机构产生轴向力。由此,转子 200 从第一调整轴 302 受到轴向力,在轴向上移动。

[0078] 像这样,本实施例的可变间隙机构 300 由独立于转子 200 的旋转机构的动力源 301 驱动。因此,可以进行可靠性、响应性好的灵活的间隙宽度的控制。此外,由于在本实施例中轴向的上下的各转子 200 设有动力源 301,所以可以得到比实施例 1 至 4 的构成更大的驱动力。由此,例如,即使在电机的体格大并且在定子和转子之间工作的磁吸引力大的情况下,也可以更加可靠地进行间隙宽度的控制。

[0079] 并且,在至此说明的任意一个实施例中,可变间隙机构 300 不限于以轴 A 为中心配置有多个,也可以配置单个。作为间隙可变机构 300 的动力源虽然使用了动力源 301,但只要是将旋转力传递到第一调整轴 302 上,且与轴向间隙型旋转电机的旋转力不同的、即外部的动力源就可以。螺纹部 310 和螺母部 311 可以是经滚珠来降低摩擦的滚珠丝杠机构。

[0080] 此外,定子芯 102 希望为电磁钢板、非结晶金属、电磁不锈钢等软磁性体,转子芯 202 希望为电磁钢板、非结晶金属、电磁不锈钢等软磁性体。此外,转子芯 202 可以是与永久磁铁 201 直径大致相同的环状,并通过保持它的构造部件与轴连接。构造部件希望使用 S45C、SS400,或者 SUS 等。进而,可以使用极各向异性(磁异方)磁化了的环状的永久磁铁。转子 200 可以由永久磁铁 201、与永久磁铁 201 形成磁性回路的软磁性材料的环状转子芯、以及机械地结合它们和输出轴 204 的部件构成。

[0081] 本申请发明的轴向间隙型旋转电机为使用两个转子的双转子构造。利用该双转子构造,与单转子构造相比,旋转磁场的利用效率提高,可以得到更大的转矩。

[0082] 不管在何种情况下,上述各实施例的轴向间隙型旋转电机可以进行可靠性、响应性好的灵活的间隙宽度的控制。

[0083] 下面,说明间隙宽度的控制。在动力源 301 上具有控制动力源的控制装置(未图

示),所述控制装置向动力源 301 输出表示旋转的时机的控制信号,由此,驱动第一调整轴 302、第一齿轮 303 以及第二齿轮 304,进行间隙宽度调整。

[0084] 图 10 以及图 11 是表示以可以连续地控制间隙的方式构成可变间隙机构 300 的情况下的轴向间隙型旋转电机的旋转速度和电压、转矩的关系,以及旋转速度和间隙的关系的图。图 10 表示旋转速度和电压、转矩的关系,图 11 表示旋转速度和间隙的关系。

[0085] 本发明的轴向间隙型旋转电机通过扩大间隙来减弱在线圈上交链的磁铁磁通量,将感应电压抑制到电源电压以下。

[0086] 例如,电动汽车或混合动力电动汽车的驱动用电机由于应对汽车的起动或爬坡、高速行驶等,在广泛的旋转速度区域中使用。在作为该驱动用电机而使用本发明的轴向间隙型旋转电机的情况下,在图 10 中,低速大转矩区域用于起动或爬坡时,高旋转速度区域用于高速行驶时。

[0087] 驱动用电机通过在线圈上交链的磁铁磁通量的时间变化,产生与转速成比例的感应电压。当感应电压达到超过电源电压的规定的转速($N1$ 以上)时,电源侧就不能供应用于产生所需要的转矩的电流。

[0088] 在此情况下,上述控制装置对动力源 301 提供用于扩大间隙宽度的控制信号,接收到所述控制信号的动力源 301 基于此来驱动第一调整轴 302 以扩大间隙宽度。由此,在 $N1$ 以上的高旋转时扩大间隙宽度,抑制感应电压,从而可以供应用于产生需要转矩的电流。

[0089] 相反,例如在刹车动作时,上述控制装置对动力源 301 提供用于缩小间隙宽度的控制信号,接收到所述控制信号的动力源 301 基于此驱动第一调整轴 302 以使间隙宽度变小。由此,电机作为载荷起作用,刹车制动提高。同时,可以有效地再生动能。

[0090] 间隙控制可以离散地控制。由此,可以简化动力源 301 的控制系统。在图 12 以及图 13 中,表示离散地控制间隙的可变机构的情况下的旋转速度和电压、转矩的关系以及旋转速度和间隙的关系。

[0091] 并且,在不对线圈通电的情况下(不输出转矩的情况)也可以控制间隙。因此,在刹车动作时可以缩小间隙来提高制动力,或者在以惯性力或重力行驶时扩大间隙来降低损失的产生。

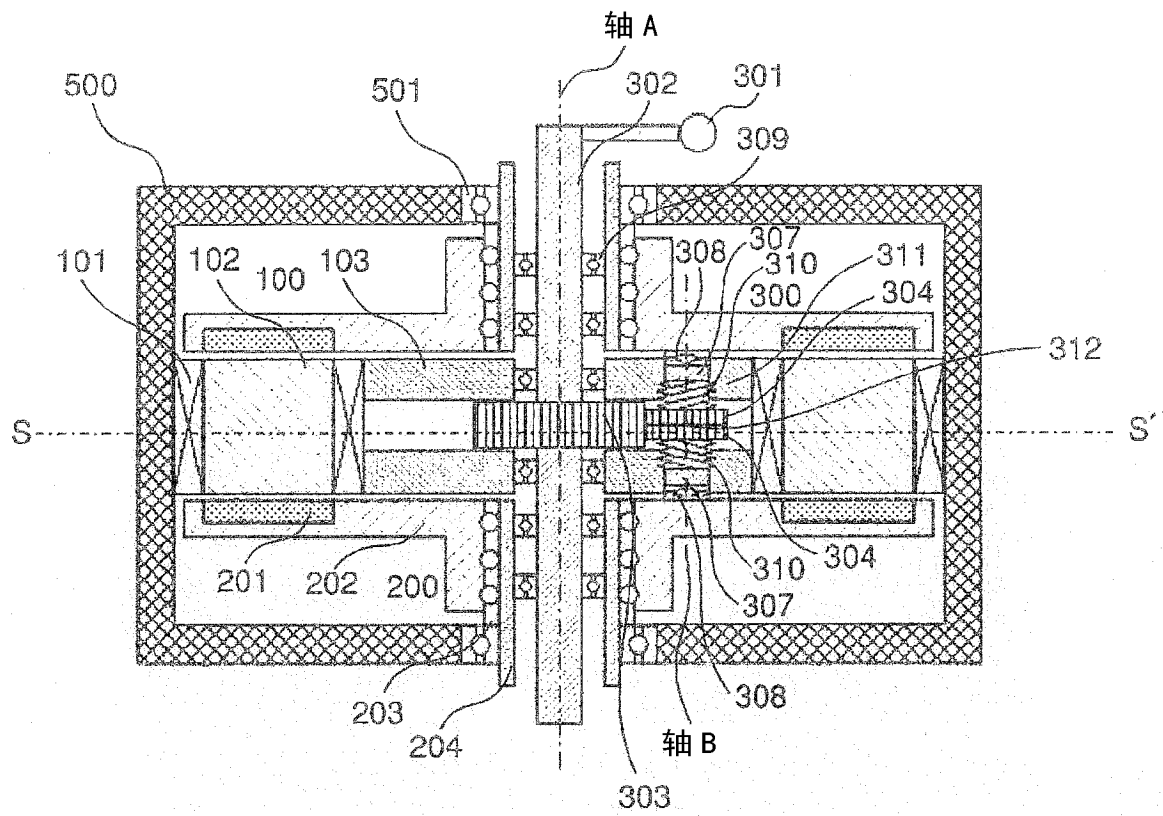


图 1

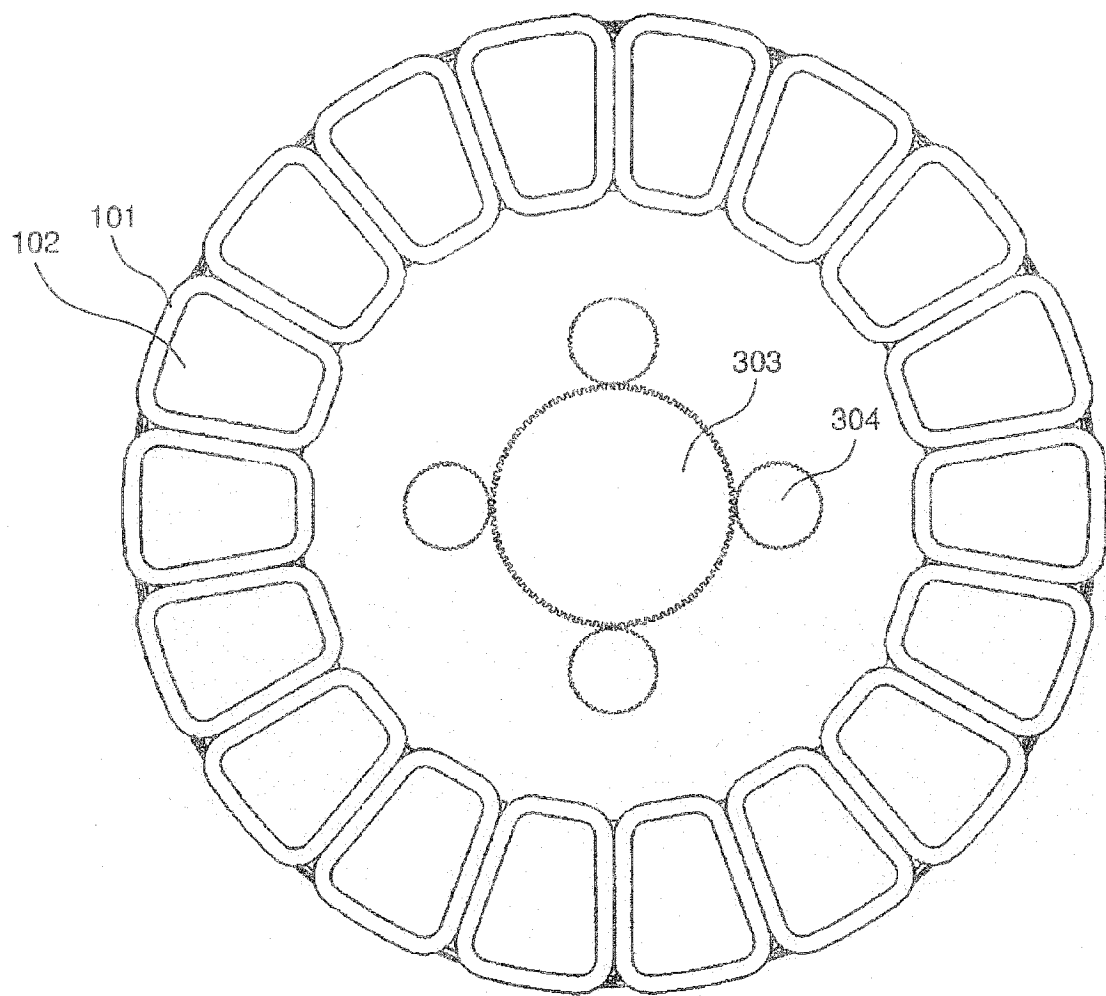


图 2

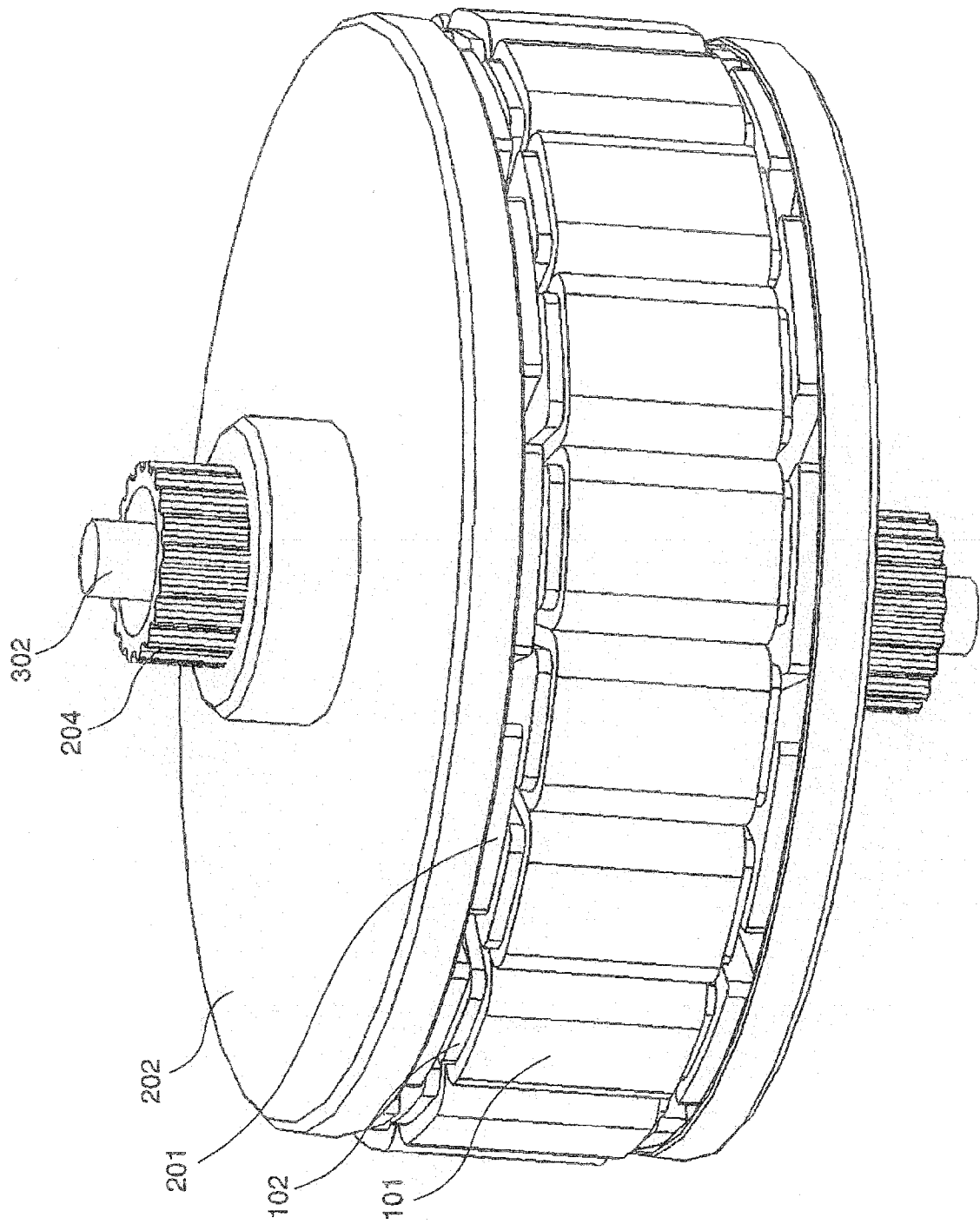


图 3

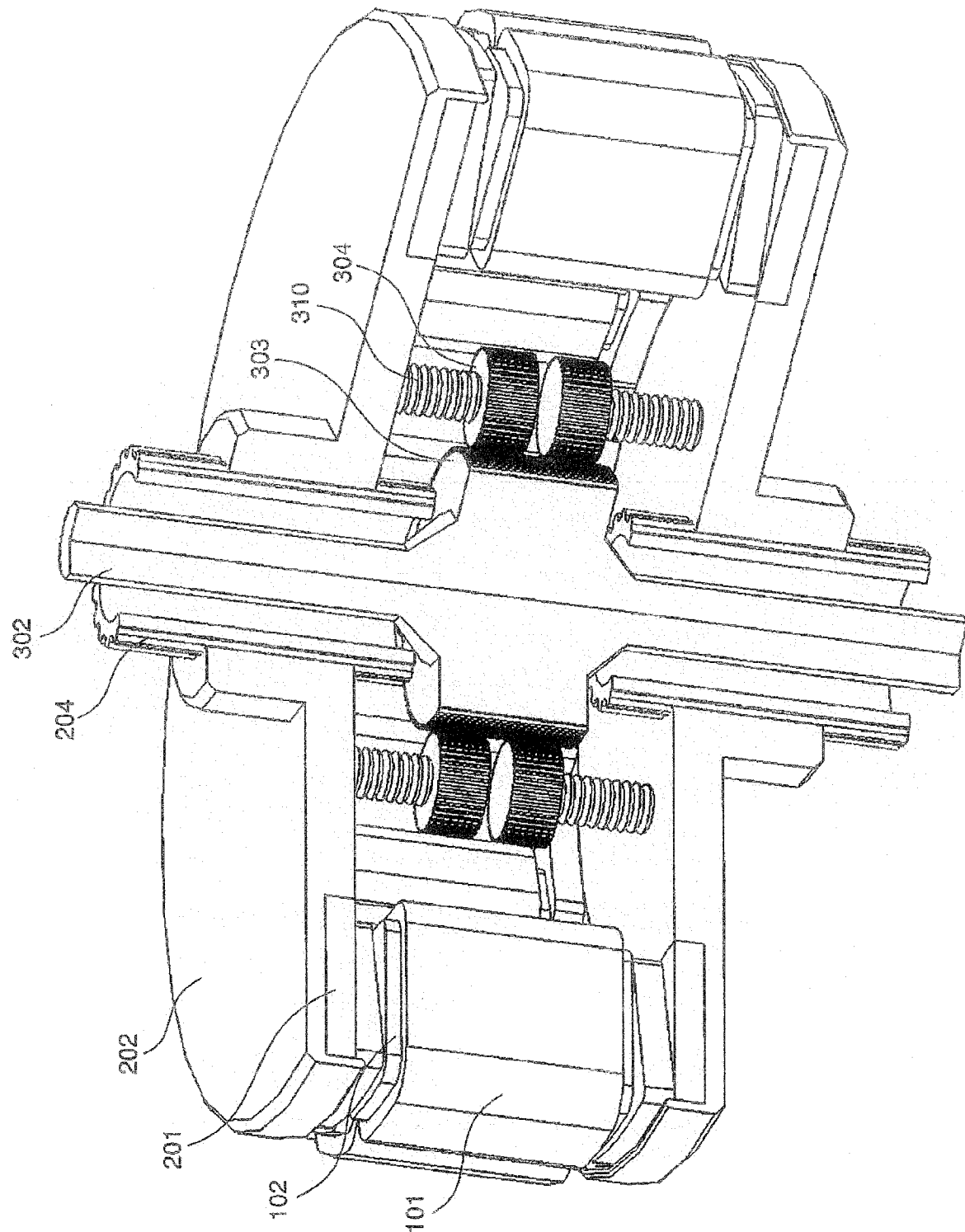


图 4

间隙小

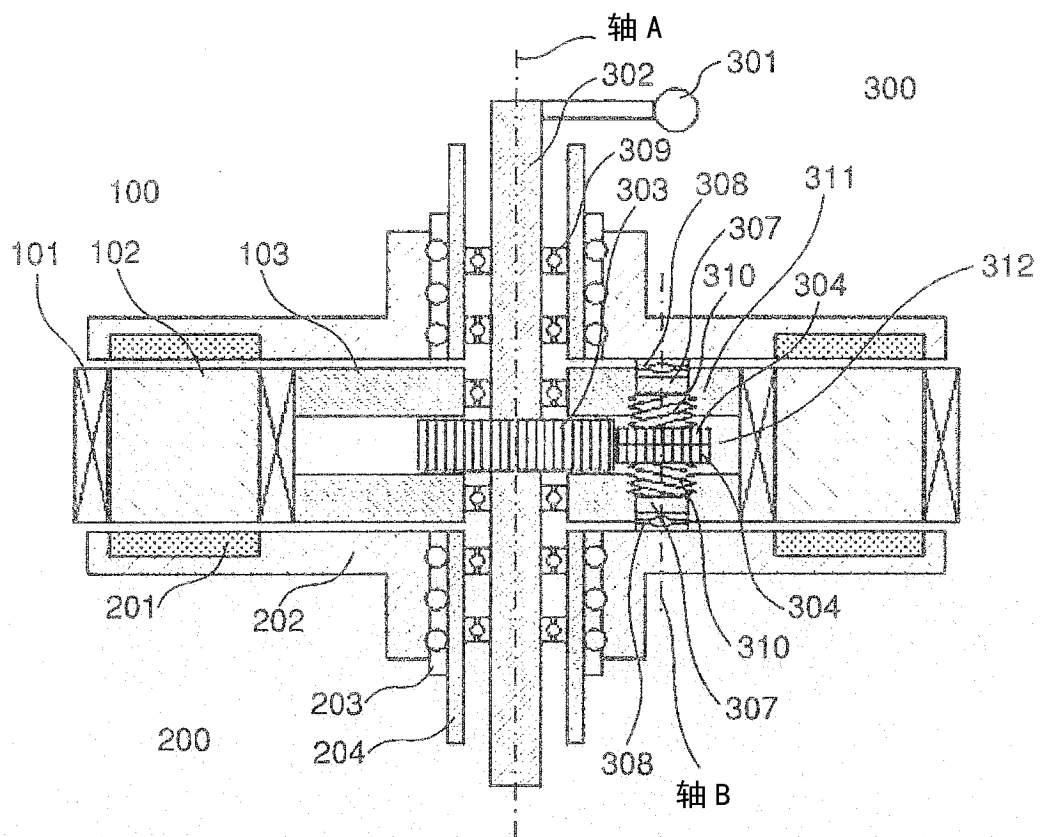


图 5(a)

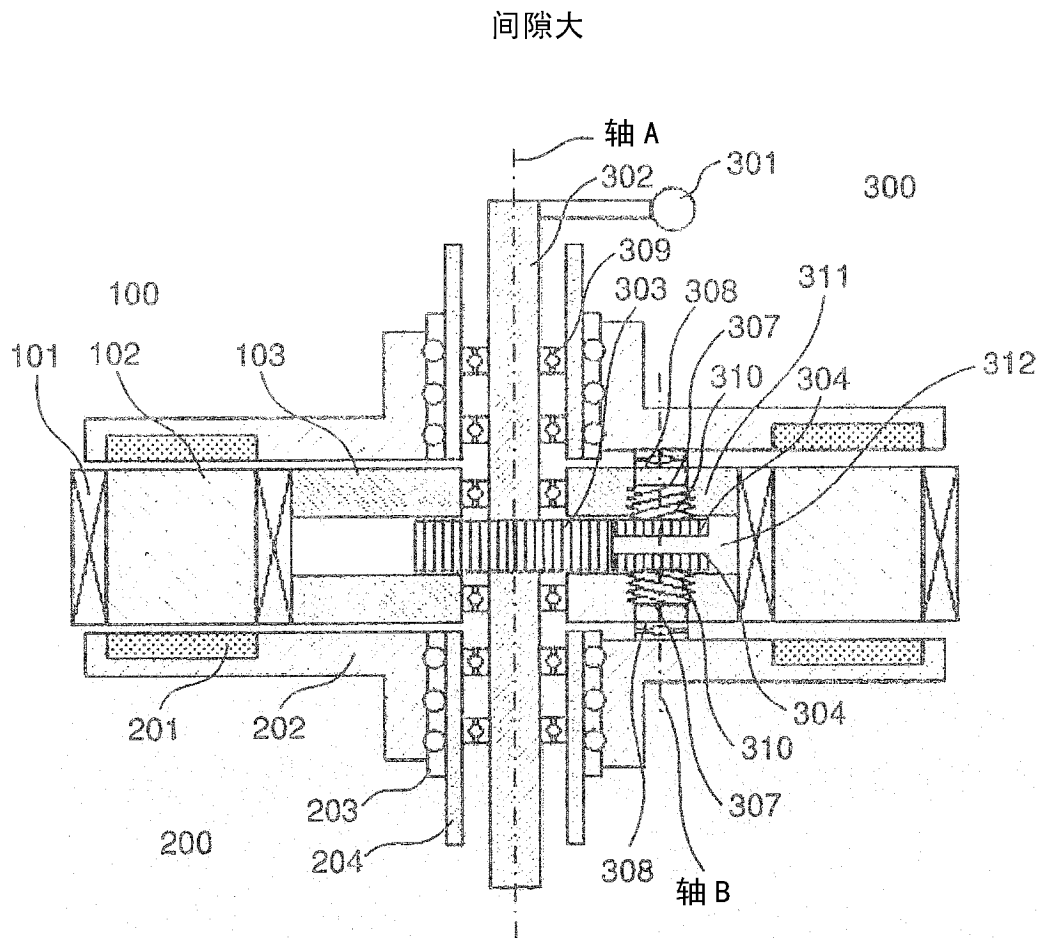


图 5(b)

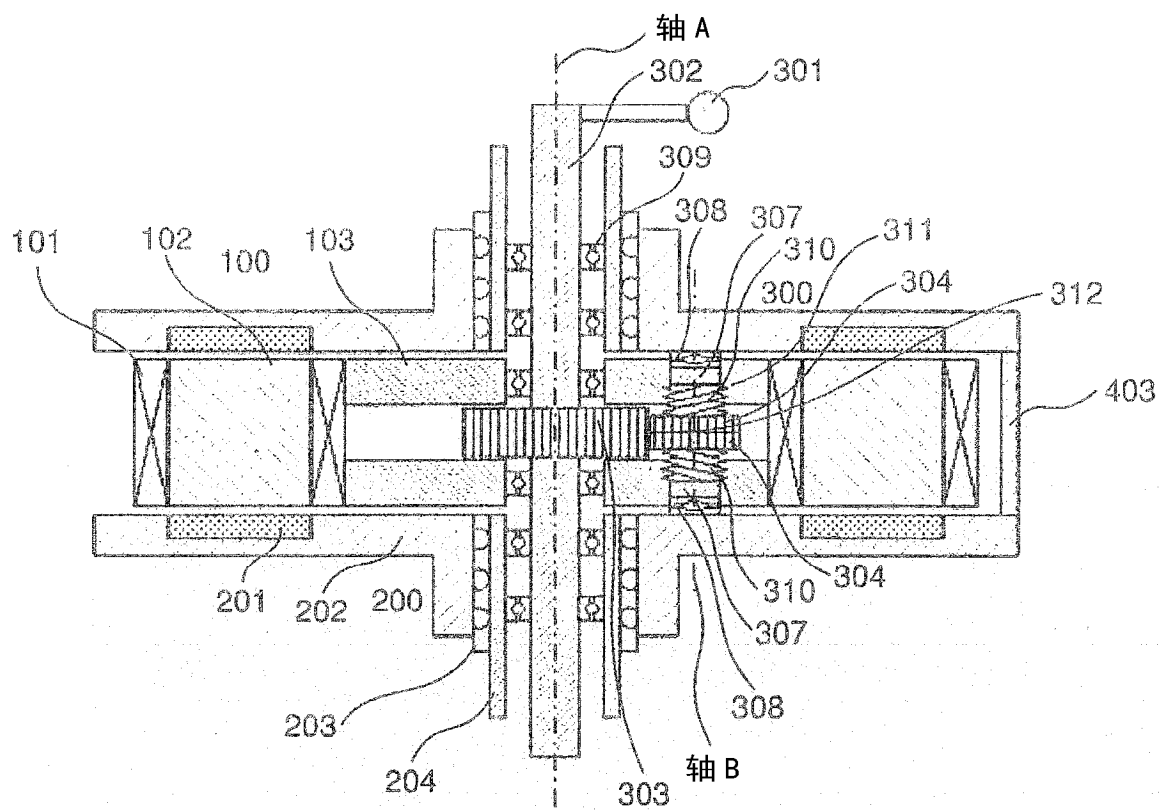


图 7

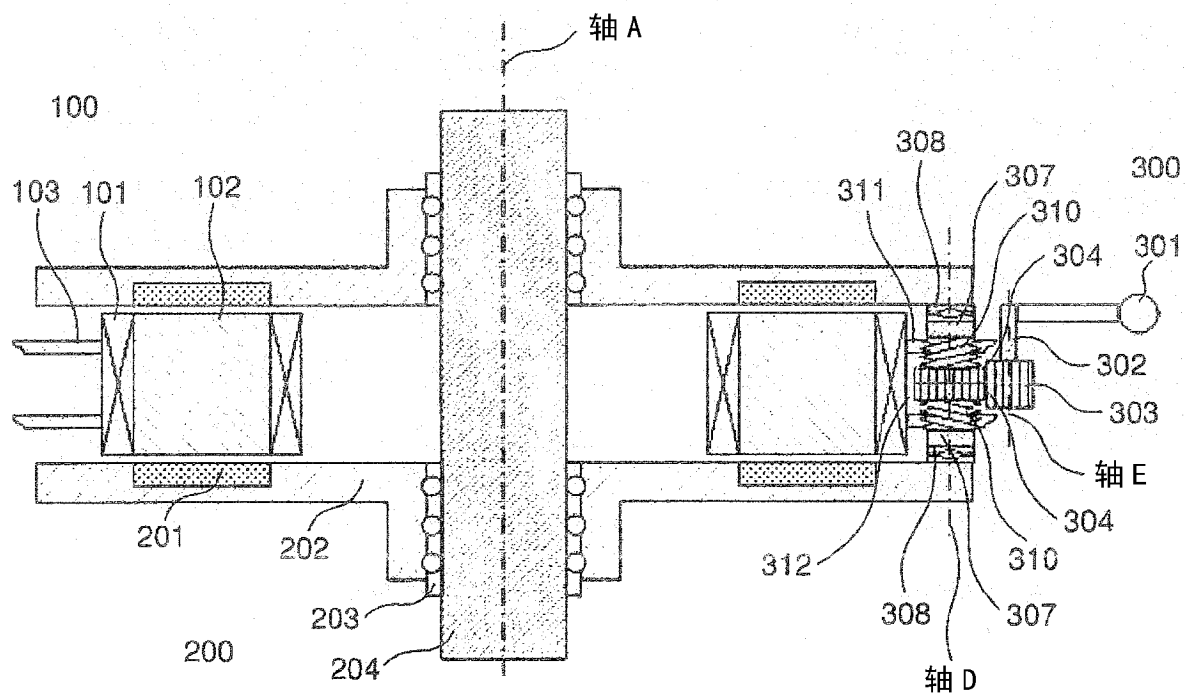


图 8(a)

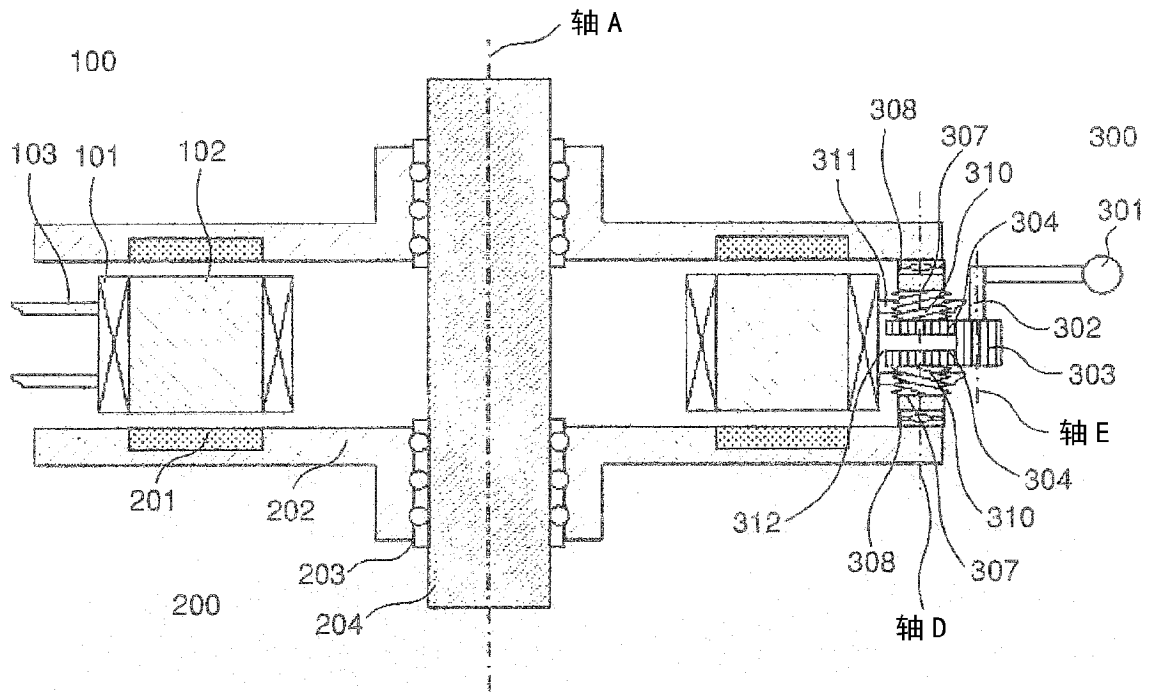


图 8(b)

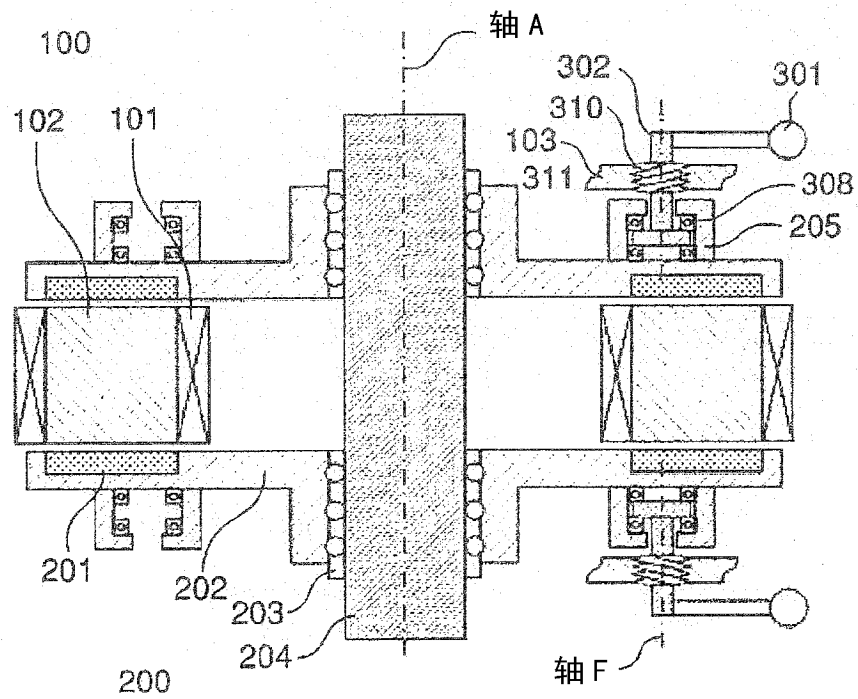


图 9(a)

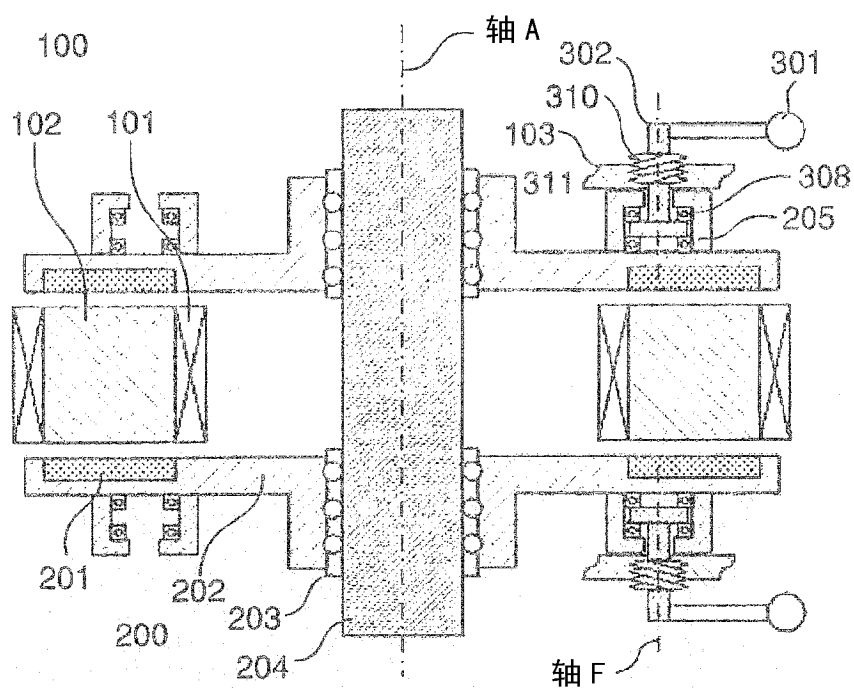


图 9(b)

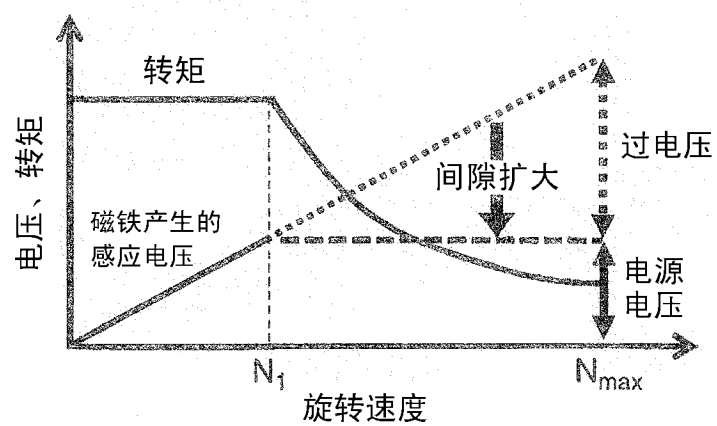


图 10

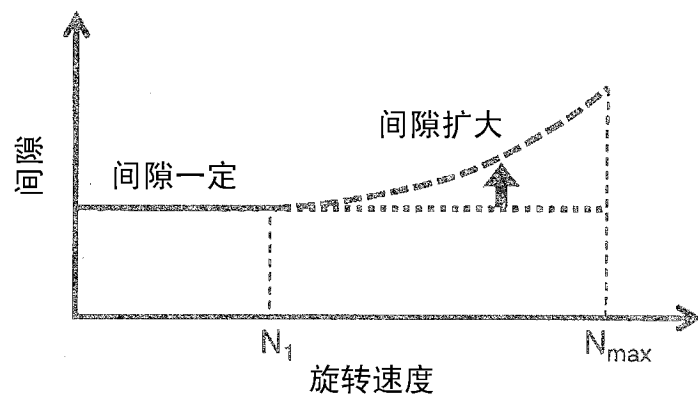


图 11

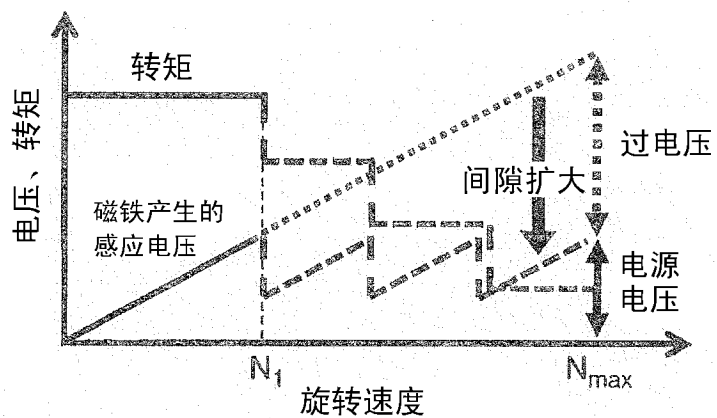


图 12

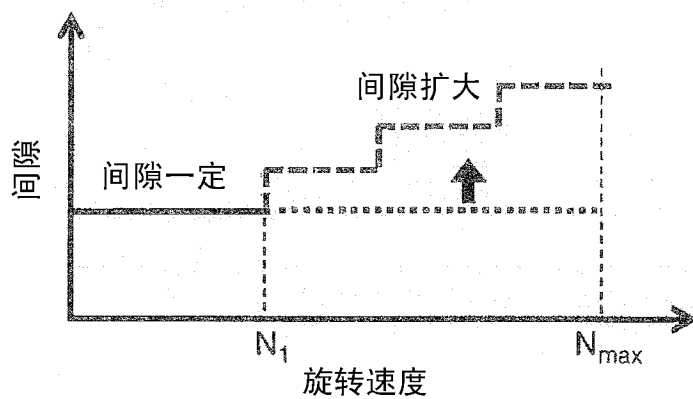


图 13