(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110234906 A
(43)申请公布日 2019.09.13

(21)申请号 201880009520.5

(22)申请日 2018.03.12

(30)优先权数据
2017-050242 2017.03.15 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2019.07.31

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2018/009493 2018.03.12

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2018/168764 JA 2018.09.20

(71)申请人 株式会社日精
地址 日本国爱知县安城市和泉町井之上1番地1

(72)发明人 原口国弘

(74)专利代理机构 北京汇思诚业知识产权代理有限公司 11444
代理人 龚敏 王刚

(51)Int.Cl.
F16H 1/32(2006.01)
F16C 35/067(2006.01)
F16H 57/021(2006.01)
F16H 57/04(2006.01)
F16J 15/3204(2006.01)

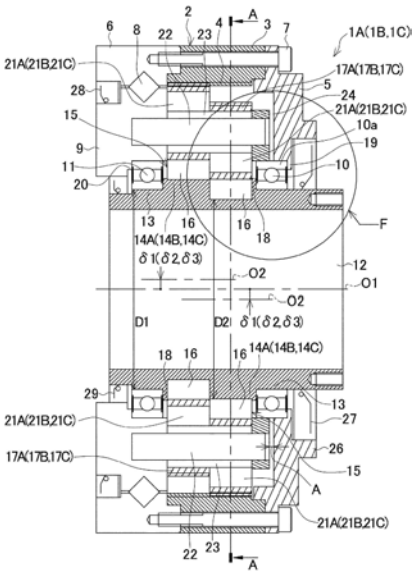
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

差动减速器

(57)摘要

本发明的课题在于提高输入轴与外壳的同轴度以高精度地组装输入轴。为此，差动减速器(1A～1C)包括：在外壳(2)内经由交叉滚子轴承(8)支承的输出轴(9)；设置于外壳(2)内的内齿轮(4)；同轴地贯通输出轴(9)以及内齿轮(4)，并经由滚珠轴承(10、11)支承的输入轴(12)；经由滚针轴承(15)而外装于设置于输入轴(12)的偏心部(14A～14C)，与内齿轮(4)内接啮合的外齿轮(17A～17C)；以及经由宽松地插入外齿轮(17A～17C)的销(22、2……)而与输出轴(9)连结的承载件(24)，通过输入轴(12)的旋转而使外齿轮(17A～17C)相对于内齿轮(4)偏心运动，由此以给定的减速比通过销(22)使输出轴(9)进行旋转，使滚珠轴承(10)的外圈(10a)通过外壳(2)以及承载件(24)来支承。



CN 110234906 A

1.一种差动减速器,其特征在于,包括:

输出部,其在外壳内通过外侧轴承进行支承;

内齿轮,其设置在所述外壳内;

输入轴,其将所述输出部以及所述内齿轮同轴地贯通,并通过内侧轴承进行支承;

外齿轮,其经由偏心部用轴承而外装于设置于所述输入轴的偏心部,并与所述内齿轮内接啮合;以及

承载件,其经由销而与所述输出部连结,所述销宽松地插入所述外齿轮,

通过所述输入轴的旋转而使所述外齿轮相对于所述内齿轮进行偏心运动,由此以基于所述内齿轮的齿数与所述外齿轮的齿数之差和所述外齿轮的齿数所确定的减速比来通过所述销使所述输出部进行旋转,

所述差动减速器使所述内侧轴承的外圈通过所述外壳以及所述承载件进行支承。

2.根据权利要求1所述的差动减速器,其特征在于,

所述内侧轴承的外圈相对于所述外壳以及/或者所述承载件进行间隙嵌合。

3.根据权利要求2所述的差动减速器,其特征在于,

在经间隙嵌合的所述外圈与所述外壳以及/或者所述承载件的滑动面,形成有润滑脂槽。

4.根据权利要求3所述的差动减速器,其特征在于,

所述润滑脂槽形成于所述外壳以及/或者所述承载件。

5.根据权利要求3或4所述的差动减速器,其特征在于,

所述润滑脂槽遍及所述滑动面的整周而形成。

6.根据权利要求1至5中的任一项所述的差动减速器,其特征在于,

在所述输入轴的轴向上在所述内侧轴承的外侧,配置有对所述外壳与所述输入轴之间进行密封的密封构件。

差动减速器

技术领域

[0001] 本发明涉及包括内齿轮以及与内齿轮内接啮合的外齿轮的内接摆动式的差动减速器。

背景技术

[0002] 差动减速器包括内齿轮以及与内齿轮内接啮合的外齿轮，通过来自输入轴的旋转输入而使外齿轮在内齿轮内进行偏心运动，由此在两齿轮间产生相对旋转，以基于偏心运动与相对旋转的转速差的减速比向输出轴输出旋转。例如在专利文献1中公开了一种减速装置的发明，在该减速装置中，在支承内齿轮的外壳内，经由角接触球轴承对承载件进行支承，在该承载件内，经由滚珠轴承对连结电动机的电动机轴的输入轴进行支承，在设置于输入轴的外周的多个偏心体，经由滚子分别嵌入外齿轮，使设置于承载件的销构件宽松地插入到设置于各外齿轮的贯通孔中，通过输入轴的旋转使外齿轮摆动(偏心运动)，经由销构件使承载件进行旋转。

在先技术文献

专利文献

[0003] 专利文献1:JP特开2014-152894号公报

发明内容

(发明要解决的课题)

[0004] 在上述现有的减速装置中，由于是输入轴经由滚珠轴承由承载件支承，该承载件经由角接触球轴承由外壳支承的构造，因此输入轴与外壳的同轴度有可能变差。

[0005] 因此，本发明的目的在于，提供一种能够提高输入轴与外壳的同轴度以高精度地组装输入轴的差动减速器。

(用于解决课题的技术方案)

[0006] 为了达成上述目的，技术方案1记载的发明是一种差动减速器，其包括:输出部，其在外壳内通过外侧轴承进行支承;内齿轮，其设置在外壳内;输入轴，其将输出部以及内齿轮同轴地贯通，并通过内侧轴承进行支承;外齿轮，其经由偏心部用轴承而外装于设置于输入轴的偏心部，并与内齿轮内接啮合;以及承载件，其经由销而与输出部连结，该销宽松地插入外齿轮，通过输入轴的旋转而使外齿轮相对于内齿轮进行偏心运动，由此以基于内齿轮的齿数与外齿轮的齿数之差和外齿轮的齿数所确定的减速比来通过销使输出部进行旋转，

所述差动减速器使内侧轴承的外圈通过外壳以及承载件进行支承。

技术方案2记载的发明的特征在于，在技术方案1的结构中，内侧轴承的外圈相对于外壳以及/或者承载件进行间隙嵌合。

技术方案3记载的发明的特征在于，在技术方案2的结构中，在经间隙嵌合的外圈与外壳以及/或者承载件的滑动面，形成有润滑脂槽。

技术方案4记载的发明的特征在于，在技术方案3的结构中，润滑脂槽形成于外壳以及/或者承载件。

技术方案5记载的发明的特征在于，在技术方案3或4的结构中，润滑脂槽遍及滑动面的整周而形成。

技术方案6记载的发明的特征在于，在技术方案1至5的任一项的结构中，在输入轴的轴向上在内侧轴承的外侧，配置有对外壳与输入轴之间进行密封的密封构件。

(发明效果)

[0007] 根据技术方案1记载的发明，通过使内侧轴承的外圈由外壳以及承载件来支承，能够提高输入轴与外壳的同轴度而高精度地组装输入轴。

根据技术方案2记载的发明，除了技术方案1的效果之外，由于将内侧轴承的外圈相对于外壳以及/或者承载件进行间隙嵌合，因此能够通过滑动面进行滑动，旋转阻力减小。

根据技术方案3记载的发明，除了技术方案2的效果之外，由于在经间隙嵌合的外圈与外壳以及/或者承载件的滑动面，形成有润滑脂槽，因此能够将润滑脂保持于滑动面而以低摩擦滑动。

根据技术方案4记载的发明，除了技术方案3的效果之外，由于润滑脂槽形成于外壳以及/或者承载件，因此能够采用标准的轴承，能够抑制成本上升。

根据技术方案5记载的发明，除了技术方案3或4的效果之外，由于润滑脂槽遍及滑动面的整周而形成，因此能够通过车床等来容易地加工润滑脂槽。

根据技术方案6记载的发明，除了技术方案1至5的任一项的效果之外，由于在输入轴的轴向上在内侧轴承的外侧，配置有对外壳与输入轴之间进行密封的密封构件，因此能够在同轴度高的外壳与输入轴之间使密封构件与输入轴高精度地接触，能够降低润滑脂泄漏的风险。

附图说明

[0008] 图1是差动减速器的系列的中央纵剖视图。

图2的(A)～(C)分别示出图1的A－A线处的差动减速器1A～1C的剖视图。

图3是图1的F部放大图。

图4是将内齿轮4的变位系数不同的情况下的效率进行比较的曲线图。

具体实施方式

[0009] 以下，基于附图对本发明的实施方式进行说明。

图1、2示出由三种差动减速器1A、1B、1C构成的系列S。其中，差动减速器1A～1C的构造大致相同，因此在图1中作为代表而示出差动减速器1A的中央纵剖视图，在图2的(A)～(C)中，分别示出了图1的A－A线处的差动减速器1A～1C的剖视图。此外，当按差动减速器1A～1C分别区别构成部时，如14A～14C这样标记英文字母。

在差动减速器1A(1B、1C)中，2为外壳，该外壳2由在内侧一体地设置有内齿轮4的圆筒状的中壳体3、配置于中壳体3中的轴向的一个端面(输入侧，图1的右侧)的圆盘状的壳体盖5、和配置于另一个端面(输出侧，图1的左侧)的圆筒状的外壳体6构成。该中壳体3和壳体盖5以及外壳体6通过从壳体盖5侧贯通中壳体3并与外壳体6螺合的多个螺栓7、7……而结合

为一体。

[0010] 在外壳体6的内侧，经由作为外侧轴承的交叉滚子轴承8，可旋转地轴支撑有圆盘状的输出轴9。此外，在外壳2的内侧，经由成为输入轴用轴承的滚珠轴承10、11，同轴且可旋转地轴支撑有中空筒状的输入轴12。其中，关于作为输入侧的内侧轴承的滚珠轴承10，外圈10a的轴向输入侧一半被支承于壳体盖5，外圈10a的轴向输出侧一半被支承于后述的承载件24。

在该输入轴12中，在配置滚珠轴承10、11的轴支撑部13、13之间，在轴向上相邻地形成有外径彼此相等、且最大偏心侧成为彼此相差180度的相位的一对偏心部14A、14A(14B、14B以及14C、14C)。在各偏心部14A、14A(14B、14B以及14C、14C)，作为偏心部用轴承而设置有由遍及整周配设的横剖面圆形状的多个滚针16、16……构成的满滚子的滚针轴承15，经由滚针轴承15，能够分别可旋转地外装有相同外形的外齿轮17A、17A(17B、17B以及17C、17C)。因此，各滚针16与内侧的偏心部14A～14C以及外侧的外齿轮17A～17C直接抵接。

[0011] 在此，在输入轴12中，配置滚珠轴承10、11的轴支撑部13的外径D1和设置滚针轴承15的偏心部14A(14B、14C)的外径D2形成为，处于D1＞D2的关系。通过这样减小偏心部14A(14B、14C)的外径D2，能够增大设置于其外周的各滚针16的尺寸(外径)。此外，在轴支撑部13与偏心部14A(14B、14C)之间，周向设置有遍及整周比偏心部14A(14B、14C)向外周侧较高地突出的圆板状的防脱部18。通过该防脱部18，能够遍及整周限制滚针16向轴向外侧的移动以及滚珠轴承10、11向轴向内侧的移动。结果，输入轴12的轴向上的移动也被限制。滚珠轴承10向外侧的移动由设置于壳体盖5的内周缘且从外侧与外圈10a重叠的覆盖部19限制，滚珠轴承11向外侧的移动由设置于输出轴9的阶梯部20限制。

[0012] 如图2所示，外齿轮17A～17C具有比内齿轮4的齿数少的齿数，并且在偏心位置处与内齿轮4内接。在此，在差动减速器1A～1C中，各内齿轮4使用了设齿数为120的同形状的内齿轮。与此相对，对于各外齿轮17A～17C来说，外齿轮17A设齿数为114从而与内齿轮4的齿数差为6，减速比成为1/19，外齿轮17B设齿数为116从而与内齿轮4的齿数差为4，减速比成为1/29，外齿轮17C设齿数为118从而与内齿轮4的齿数差为2，减速比成为1/59。因此，外齿轮17A～17C各自的中心O2(偏心部14A～14C的中心)从内齿轮4的中心O1(输入轴12的轴心)的偏心量δ1、δ2、δ3成为δ1＞δ2＞δ3的关系。

在此，内齿轮4的内齿和外齿轮17的外齿分别为渐开线齿型，内齿轮4的变位系数设定在超过1且1.9以下之间。

[0013] 此外，在各外齿轮17A～17C，在以中心O2为中心的同心圆上沿周向空开等间隔地形成有八个圆形的销孔21A～21C，在该销孔21A～21C中，分别宽松地插入有销22、22……。该销22为在输出轴9与配置于壳体盖5的内侧的圆盘状的承载件24之间，在以内齿轮4的轴线为中心的同心圆上与该轴线平行地架设的轴体，在销22的外周的外齿轮17A～17C的宽松插入部分，一体地外装有筒状的金属件23。承载件24在壳体盖5的内侧支承滚珠轴承10的外圈10a的内侧一半，通过销22能够与输出轴9一体地旋转。在此，销22以及经由销22连结的输出轴9成为输出部。

[0014] 各销22使金属件23的外周与前后的外齿轮17A、17A(17B、17B以及17C、17C)的销孔21A～21C的内周以彼此相差180度的相位内接，外齿轮17A～17C的销孔21A～21C的孔径按每个差动减速器1A～1C进行设定。即，外齿轮17A～17C中的销孔21A～21C的直径成为在包

含金属件23的销22的直径上相加外齿轮17A～17C的偏心量δ1～δ3的2倍而得到的尺寸，销孔21A～21C的孔径按照每个差动减速器1A～1C而不同。但是，即使孔径不同，各外齿轮17A～17C的销孔21A～21C的中心位置也全都一致。

[0015] 另一方面，滚珠轴承10间隙嵌合于壳体盖5和承载件24的内周面，在支承外圈10a的壳体盖5与承载件24之间，如图3中也示出的那样，在输入轴12的轴向上形成间隙A而与外壳2内连通。此外，在壳体盖5和承载件24的内周面，遍及整周分别形成有环状的润滑脂槽25、25。

进而，作为密封构件的油封27介于在壳体盖5的前表面突出设置的环状的突条26与输入轴12的外周面之间。此外，在外壳体6与输出轴9之间在交叉滚子轴承8的输出侧也夹设有油封28。此外，在输出轴9与输入轴12之间在滚珠轴承11的输出侧也夹设有油封29。

[0016] 在如上构成的差动减速器1A～1C中，若对输入轴12旋转输入而使输入轴12旋转，则前后的偏心部14A～14C分别对称地进行偏心运动，使各外齿轮17A～17C在与内齿轮4内接的状态下进行偏心以及自转运动。因此，虽然各销孔21A～21C也进行偏心以及自转运动，但是由于各销孔21A～21C形成为与包含金属件23的销22相比直径更大，因而各销22在与销孔21A～21C内接的状态下相对地偏心运动而吸收偏心分量，从各销22仅取出自转分量。因此，输出轴9以及承载件24经由销22而同步旋转，输出轴9在以上述的减速比减速的状态下进行旋转。在此，在系列S中，差动减速器1A成为低减速，差动减速器1B成为中减速，差动减速器1C成为高减速。

[0017] 此时，向外壳2内填充的润滑脂从间隙A通过外圈10a和壳体盖5的内周面与承载件24的内周面之间而供给到润滑脂槽25、25，保证润滑并降低摩擦。此外，即使这样供给润滑脂，因为油封27介于壳体盖5与输入轴12之间，所以也不会发生润滑脂泄漏。

[0018] (差动减速器的系列所涉及的发明效果)

这样，根据上述方式的差动减速器1A～1C的系列S，只要通过将各外齿轮17A～17C的销孔21A～21C根据外齿的齿数分别以按每个外齿轮17A～17C不同的直径来形成，使内齿轮4、销22以及金属件23共同化，从而在外齿轮17A～17C，仅形成与一个减速比对应的孔径的销孔21A～21C便足矣。因此，能够在不会使外齿轮17A～17C的强度下降的前提下将部件共用化从而抑制制造成本。

特别是在这里，由于销孔21A～21C的中心位置在各外齿轮17A～17C之间彼此一致，因此也能够实现输出轴9以及承载件24的共同化。

[0019] 此外，内齿轮4和外齿轮17A～17C的齿型为渐开线齿型。

根据作为日本齿轮工业会的齿轮标准的JGMA(日本齿轮工业会标准)(JGMA 611-01)“遵循ISO标准圆筒齿轮的变位方式”，考虑到齿轮的啮合效率，渐开线内齿轮的变位系数和渐开线外齿轮的变位系数的合计值推荐设计在1以下。

但是，在本方式中，通过将内齿轮4的变位系数设定在超过1且1.9以下之间，从而能够增大与其啮合的外齿轮17A～17C的齿根圆直径，能够确保外齿轮17A～17C的齿根和销孔21A～21C的壁厚。

另外，图4是比较将内齿轮4的变位系数设为1.9和0.2并在输入2000rpm时使输入转矩变化到1N·m时的效率(传动效率)的变化的曲线图，No.1的实线示出变位系数1.9(齿数76、齿数差1、减速比1/75)的情况，No.2的虚线示出变位系数0.2(齿数60、齿数差1、减速比1/

59)的情况。

在此,最大效率在变位系数1.9时为大致68%,在变位系数0.2时为大致70%,可知即使变位系数变为1.9,对效率的影响度也并不那么大。

[0020] 进而,由于将输出部的销22的数量设为八根,因此能够提高差动减速器1A～1C的刚性。特别是由于在外齿轮17A～17C仅形成与一个减速比对应的销孔21A～21C就足够,因此将销22的数量设为八根以上也能够容易地进行。

此外,为了提高差动减速器1A～1C的刚性,将销22增粗是有效的。若如之前列举的背景技术那样在外齿轮按每个减速比形成多个内滚子孔,则内滚子孔彼此间靠近,将销增粗是很困难的,但是在上述方式中,由于对于外齿轮17A～17C来说仅形成与一个减速比对应的销孔21A～21C,因此能够确保销孔21A～21C彼此间的距离。因此,将销22增粗以使刚性变得更高也能够容易地进行。

[0021] 此外,由于对于外齿轮17A～17C来说仅形成与一个减速比对应的销孔21A～21C即可,因此即使设为减速比不同的三种的系列,在各差动减速器1A～1C中外齿轮17A～17C的强度也不会降低。因此,能够维持将内齿轮4、销22、金属件23、输出轴9以及承载件24共同化的状态而构成三种以上的系列。

并且,通过将输入轴12设为中空,能够实现轻量化。此外,即使将输入轴12设为中空,外齿轮17A～17C的强度也能够维持。

[0022] 另外,虽然在上述方式中例示了三种差动减速器的系列,但是减速比、差动减速器的数量并不限于此,即使为减速比不同的两种或四种以上的差动减速器的系列,也能够同样地进行内齿轮、输出部的共同化。各减速比也不限定于上述方式。各差动减速器中设置的外齿轮的数量也能够增减。

此外,虽然在上述方式中使销外装有金属件,但是也可以外装滚子等转动体,或者设为不外装这样的其他构件的独立销。

[0023] (偏心部用轴承以及偏心部的外径所涉及的差动减速器的发明效果)

像这样,根据上述方式的差动减速器1A～1C,通过将偏心部用轴承设为满滚子的滚针轴承15,并且将输入轴12中的偏心部14A～14C的外径D2设为比设置滚珠轴承10、11的轴支撑部13的外径D1小,从而能够增大滚针16的外径,有助于强度提升。

特别是在这里,由于在滚珠轴承10、11与滚针轴承15之间在输入轴12的外周,设置与滚珠轴承10、11的侧面抵接以限制输入轴12的轴向上的移动的防脱部18、18,并且偏心部14A～14C遍及整周形成得比防脱部18低,因此即使设为满滚子,也能够遍及偏心部14A～14C的整周限制滚针16的轴向上的移动。此外,能够将防脱部18共用于滚珠轴承10、11和滚针16这两方的防脱。而且,防脱部18还用作输入轴12自身的防脱。

[0024] 此外,由于将防脱部18设为与输入轴12同轴且一体形成的圆板形状,因此能够通过车床等容易地加工防脱部18。

进而,由于设置多组偏心部14A～14C以及滚针轴承15、外齿轮17A～17C,并且将各偏心部14A～14C的外径设为全部相等,因此能够在各偏心部14A～14C配置相同的滚针轴承15,能够增大各滚针轴承15的滚针16的外径。

此外,由于将各外齿轮17A～17C以及各滚针轴承15的形状设为分别相同,因此能够期待进一步降低成本。

并且，由于将滚针轴承15的滚针16配置在靠近内齿轮4的中心O1(输入轴12的轴心)的位置，因而能够增大用于从外齿轮17A～17C取出自转运动的销22的直径。因此，能够使差动减速器1A～1C的强度提升。

[0025] 另外，防脱部的形状不一定为圆板形状，只要能够限制滚针的移动，也可以为在外周形成有多个突起的齿轮形状，还可以是与输入轴分体的构件。

[0026] (滚珠轴承的支承所涉及的差动减速器的发明效果)

像这样，根据上述方式的差动减速器1A～1C，通过使滚珠轴承10的外圈10a由外壳2的壳体盖5以及承载件24支承，从而能够提高输入轴12与外壳2的同轴度，能够高精度地组装输入轴12。

特别是在这里，由于将滚珠轴承10的外圈10a相对于壳体盖5以及承载件24进行间隙嵌合，因此能够通过滑动面进行滑动，旋转阻力减小。

[0027] 此外，由于在间隙嵌合的外圈10a与壳体盖5以及承载件24的滑动面上，形成有润滑脂槽25、25，因此能够将润滑脂保持于滑动面而以低摩擦滑动。

进而，由于润滑脂槽25形成于壳体盖5以及承载件24，因此能够采用标准的滚珠轴承10，能够抑制成本上升。

此外，润滑脂槽25由于遍及滑动面的整周形成，因此能够通过车床等来容易地加工润滑脂槽25。

并且，由于在输入轴12的轴向上在滚珠轴承10的外侧，配置有将外壳2与输入轴12之间进行密封的油封27，因此能够在同轴度高的外壳2与输入轴12之间使油封27与输入轴12高精度地接触，能够降低润滑脂泄漏的风险。

[0028] 另外，虽然在上述方式中使滚珠轴承的外圈相对于壳体盖以及承载件这两者进行间隙嵌合，但是也可以仅与任意一者进行间隙嵌合。因此，润滑脂槽也仅设置于间隙嵌合的一方侧的滑动面即可。

此外，在设置润滑脂槽的情况下，除了遍及滑动面的整周设置以外，也可以在周向上断续地设置。

[0029] 另外，在各方式中同样，外壳的构造并不限于上述方式那样的中壳体和壳体盖和外壳体的组合，也可以增减部件的数量，或者由一个构件来形成外壳。

此外，外侧轴承并不限于交叉滚子轴承，也能够采用滚珠轴承等其他轴承，还可以增加轴承的数量。

进而，输入轴、输出轴的构造也不限于上述方式，能够适当进行设计变更，例如将输入轴设为实心而并非中空等。

符号说明

[0030] 1A～1C 差动减速器，2 外壳，3 中壳体，4 内齿轮，5 壳体盖，6 外壳体，7 螺栓，8 交叉滚子轴承，9 输出轴，10 滚珠轴承，10a 外圈，11 滚珠轴承，12 输入轴，13 轴支撑部，14 偏心部，15 滚针轴承，16 滚针，17A～17C 外齿轮，18 防脱部，21A～21C 销孔，22 销，23 金属件，24 承载件，25 润滑脂槽，27、28、29 油封，S 系列，A 间隙，D1 轴支撑部的外径，D2 偏心部的外径，O1 内齿轮的中心，O2 外齿轮的中心，δ1～δ3 偏心量。

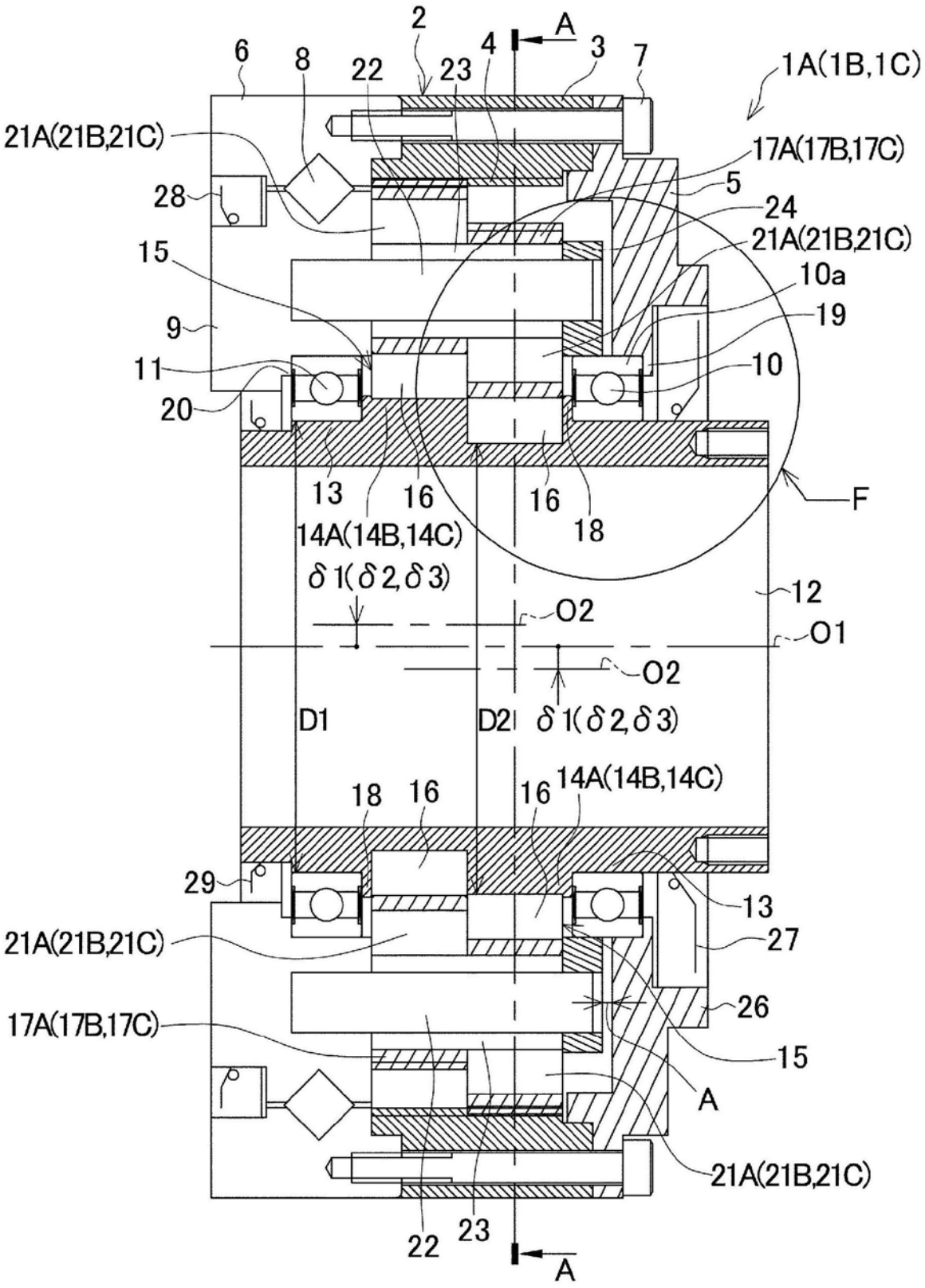

2
A
6
8
22
23
4
3
7
1A(1B,1C)
21A(21B,21C)
17A(17B,17C)
28
5
24
21A(21B,21C)
15
10a
9
19
11
10
20
13
16
16
18
F
14A(14B,14C)
δ1(δ2,δ3)
12
O2
O1
O2
D1
D2
δ1(δ2,δ3)
18
16
16
14A(14B,14C)
29
13
21A(21B,21C)
27
17A(17B,17C)
26
15
A
21A(21B,21C)
22
23
A

图1

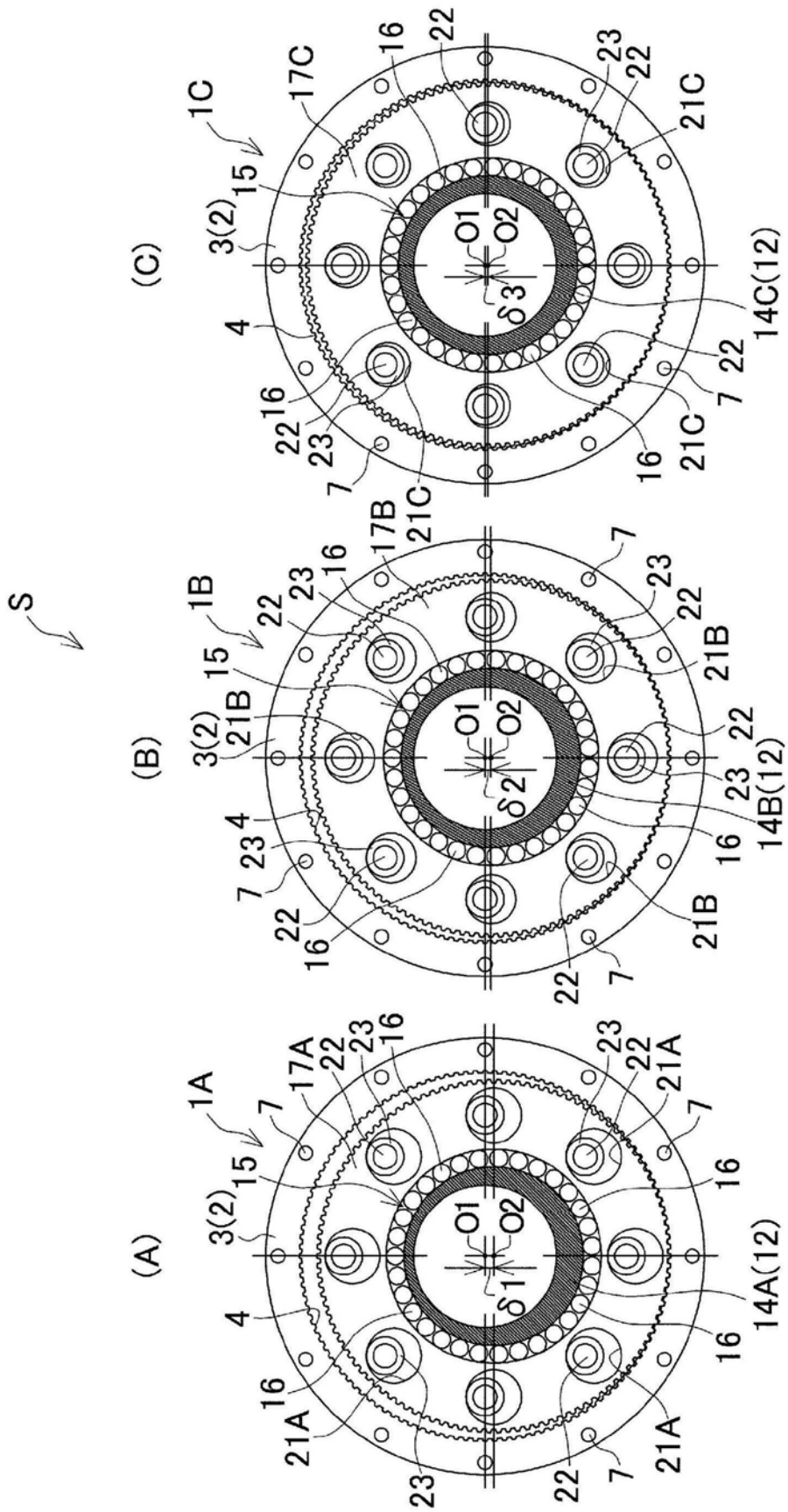

S
(A)
(B)
(C)
1A
1B
1C
3(2)
4
7
15
16
17A
17B
17C
21A
21B
21C
22
23
O1
O2
δ1
δ2
δ3
14A(12)
14B(12)
14C(12)

图2

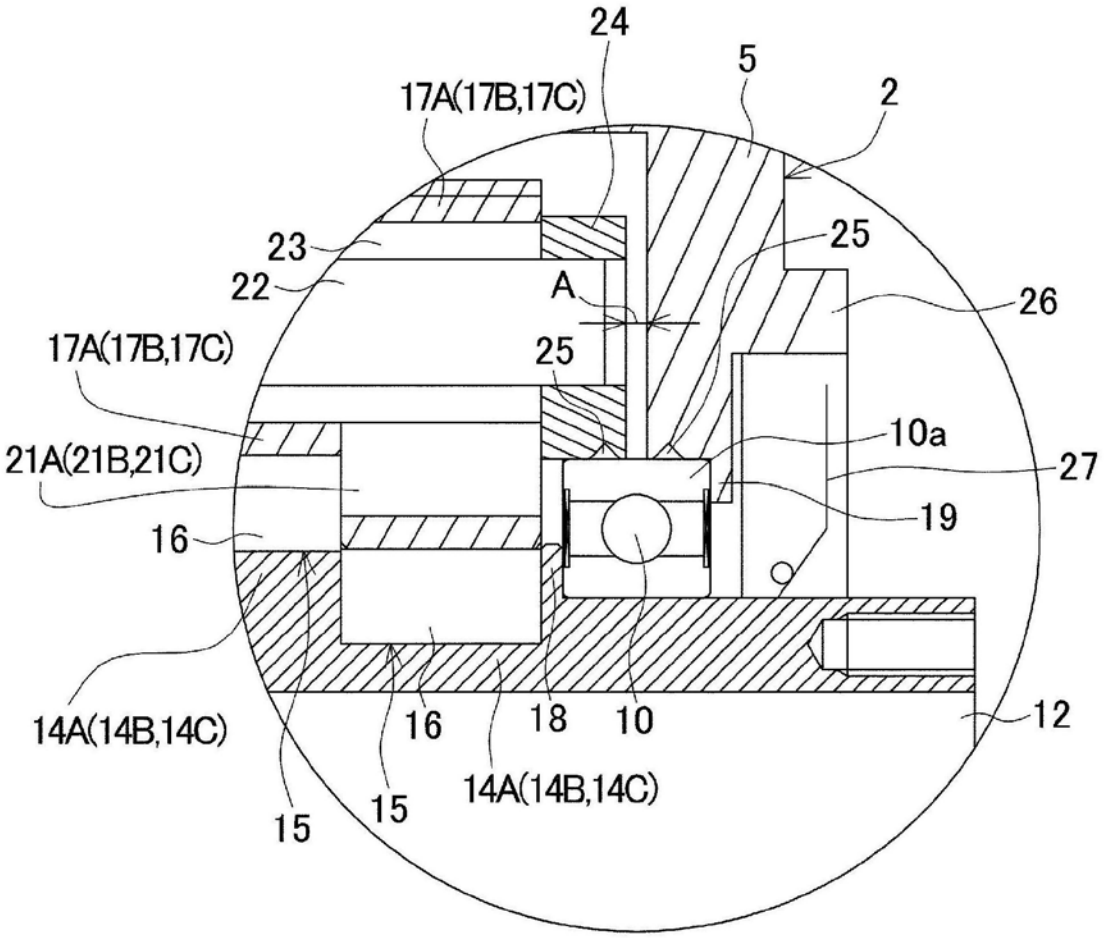

24
5
2
17A(17B,17C)
23
25
22
A
26
17A(17B,17C)
25
10a
21A(21B,21C)
27
19
16
14A(14B,14C)
16
18
10
12
15
15
14A(14B,14C)

图3

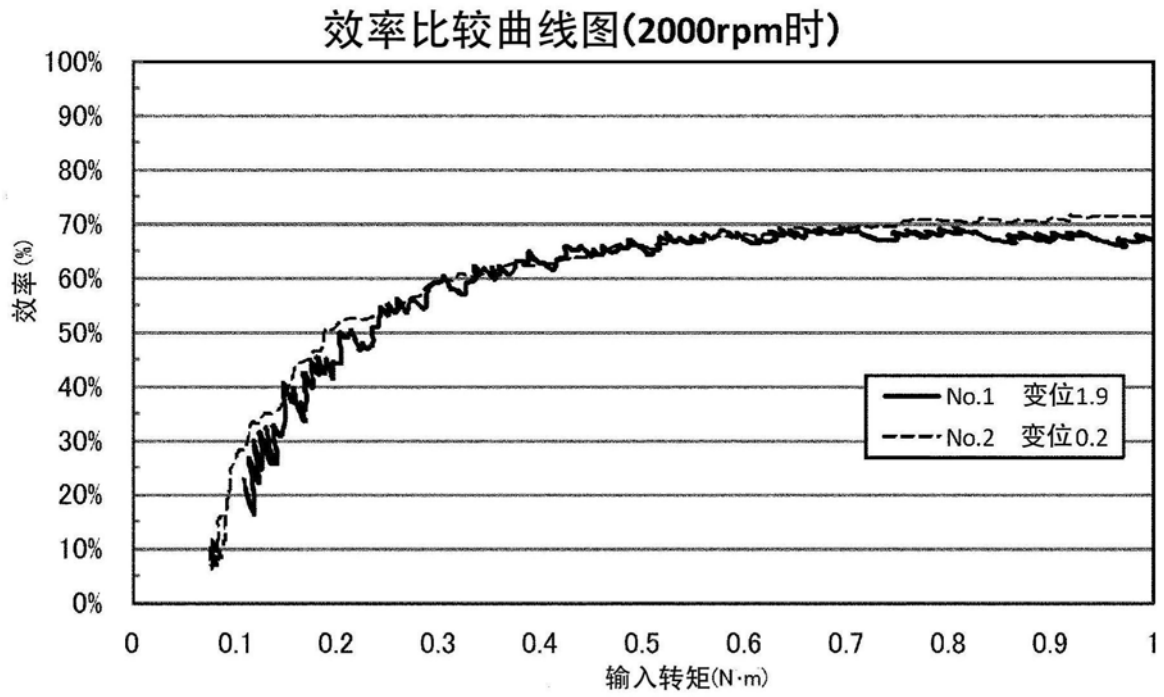

效率比较曲线图(2000rpm时)
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
效率(%)
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
输入转矩(N·m)
No.1 变位1.9
No.2 变位0.2

图4