



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107856017 B

(45) 授权公告日 2022.06.07

(21) 申请号 201710738769.7

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2017.08.24

B25J 9/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

B25J 19/00 (2006.01)

申请公布号 CN 107856017 A

B23B 1/00 (2006.01)

(43) 申请公布日 2018.03.30

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

JP S6065451 U, 1985.05.09

2016-184663 2016.09.21 JP

JP 2015102181 A, 2015.06.04

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社

JP 2002372039 A, 2002.12.26

地址 日本东京

JP S62131116 U, 1987.08.19

(72) 发明人 楠本浩之

CN 102465998 A, 2012.05.23

审查员 黄柱景

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

权利要求书2页 说明书11页 附图9页

责任公司 11240

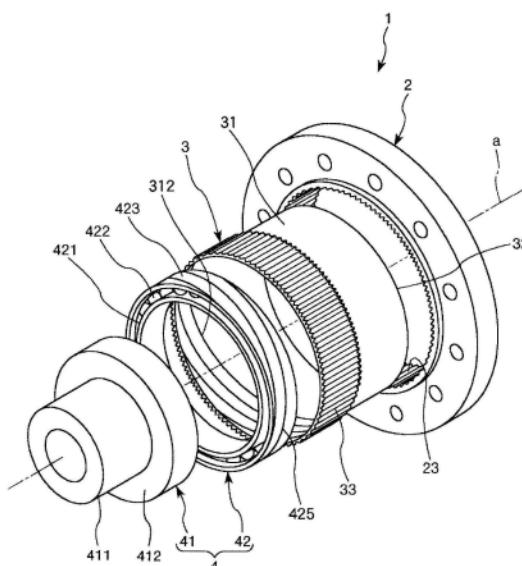
专利代理人 张永明 玉昌峰

(54) 发明名称

机器人、齿轮装置以及齿轮装置的制造方法

(57) 摘要

本发明提供能够延长齿轮装置的寿命的机器人、齿轮装置以及齿轮装置的制造方法。该机器人中，齿轮装置具有第一面以及第二面，所述第一面以及所述第二面呈围绕轴线的筒状，相互配置在内外，伴随所述齿轮装置的动作而反复进行相互接触和分离，所述第一面具有第一凹部以及第一凸部，所述第一凹部以及所述第一凸部通过在具有围绕所述轴线的周向成分的方向上延伸，且在沿着所述轴线的方向上交替排列而构成第一凹凸图案，所述第二面具有第二凹部以及第二凸部，所述第二凹部以及所述第二凸部通过在具有围绕所述轴线的周向成分的方向上延伸，且在沿着所述轴线的方向上交替排列而构成与所述第一凹凸图案不同的第二凹凸图案。



1. 一种机器人, 其特征在于, 具备:

第一部件;

第二部件, 被设置为能相对于所述第一部件转动; 以及

齿轮装置, 将驱动力从所述第一部件以及所述第二部件中的一方侧向另一方侧传递,

所述齿轮装置具有第一面以及第二面, 所述第一面以及所述第二面呈围绕轴线的筒状, 相互配置在内外, 伴随所述齿轮装置的动作而反复进行相互接触和分离,

所述第一面具有第一凹部以及第一凸部, 所述第一凹部以及所述第一凸部通过在具有围绕所述轴线的周向成分的方向上延伸, 且在沿着所述轴线的方向上交替排列而构成第一凹凸图案,

所述第二面具有第二凹部以及第二凸部, 所述第二凹部以及所述第二凸部通过在具有围绕所述轴线的周向成分的方向上延伸, 且在沿着所述轴线的方向上交替排列而构成与所述第一凹凸图案不同的第二凹凸图案,

所述第一凹部或者所述第一凸部具有沿着第一齿距的螺旋状延伸的部分,

所述第二凹部或者所述第二凸部具有沿着与所述第一齿距不同的第二齿距的螺旋状延伸的部分。

2. 根据权利要求1所述的机器人, 其特征在于,

所述第一凹部或者所述第一凸部所延伸的方向、以及所述第二凹部或者所述第二凸部所延伸的方向中的至少一方包括沿着所述轴线的方向成分。

3. 根据权利要求1至2中任一项所述的机器人, 其特征在于,

所述齿轮装置具有:

内齿轮;

可挠性的外齿轮, 与所述内齿轮部分啮合; 以及

波动产生器, 将所述外齿轮挠曲而使所述内齿轮和所述外齿轮的啮合位置在周向上移动,

所述外齿轮的内周面是所述第一面,

所述波动产生器的外周面是所述第二面。

4. 一种齿轮装置, 其特征在于, 所述齿轮装置具有第一面以及第二面, 所述第一面以及所述第二面呈围绕轴线的筒状, 相互配置在内外, 伴随所述齿轮装置的动作而反复进行相互接触和分离,

所述第一面具有第一凹部以及第一凸部, 所述第一凹部以及所述第一凸部通过在具有围绕所述轴线的周向成分的方向上延伸, 且在沿着所述轴线的方向上交替排列而构成第一凹凸图案,

所述第二面具有第二凹部以及第二凸部, 所述第二凹部以及所述第二凸部通过在具有围绕所述轴线的周向成分的方向上延伸, 且在沿着所述轴线的方向上交替排列而构成与所述第一凹凸图案不同的第二凹凸图案,

所述第一凹部或者所述第一凸部具有沿着第一齿距的螺旋状延伸的部分,

所述第二凹部或者所述第二凸部具有沿着与所述第一齿距不同的第二齿距的螺旋状延伸的部分。

5. 根据权利要求4所述的齿轮装置, 其特征在于,

所述第一凹部或者所述第一凸部具有沿着螺旋状延伸的部分，

所述第二凹部或者所述第二凸部具有沿着所述第一凹部或者所述第一凸部逆向的螺旋状延伸的部分。

6. 一种齿轮装置的制造方法，其特征在于，

所述齿轮装置具有筒状的第一面以及第二面，所述第一面以及所述第二面相互配置在内外，伴随所述齿轮装置的动作而反复进行相互接触和分离，

所述齿轮装置的制造方法包括：

加工工序，形成所述第一面和所述第二面，所述第一面具有第一凹部以及第一凸部，所述第二面具有第二凹部以及第二凸部，所述第一凹部以及所述第一凸部通过在具有围绕第一轴线的周向成分的方向上延伸，且在沿着所述第一轴线的方向上交替排列而构成第一凹凸图案，所述第二凹部以及所述第二凸部通过在具有围绕第二轴线的周向成分的方向上延伸，且在沿着所述第二轴线的方向上交替排列而构成与所述第一凹凸图案不同的第二凹凸图案；以及

组装工序，将所述第一面以及所述第二面相互配置在内外，

所述第一凹部或者所述第一凸部具有沿着第一齿距的螺旋状延伸的部分，

所述第二凹部或者所述第二凸部具有沿着与所述第一齿距不同的第二齿距的螺旋状延伸的部分。

机器人、齿轮装置以及齿轮装置的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及机器人、齿轮装置以及齿轮装置的制造方法。

背景技术

[0002] 在具备包括至少一个臂部而构成的机械臂的机器人中,例如,通过电机来驱动机械臂的关节部,但是,通常通过减速机将来自该电机的驱动力进行减速。作为这样的减速机,例如,已知有如专利文献1中记载的波动齿轮装置那样的齿轮装置。

[0003] 专利文献1中记载的波动齿轮装置具备:呈环形状的刚性的内齿轮;呈环形状的可挠性的外齿轮;波动产生器,在使该外齿轮在半径方向上与内齿轮部分啮合的同时,使该啮合位置在圆周方向上移动。并且为了将外齿轮和波动产生器的摩擦接触部分润滑,在与该接触部分邻接的外齿轮内周面的部分上固定有固体润滑剂。

[0004] **【现有技术文献】**

[0005] **【专利文献】**

[0006] 专利文献1:日本特开2002-349681号公报

[0007] 目前,在将如专利文献1中记载的波动齿轮装置那样的齿轮装置使用于机器人的的情况下,存在外齿轮和波动产生器的摩擦接触部分的润滑不足,烧灼(烧结)或磨耗等容易比较早地产生的问题。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供能够延长齿轮装置的寿命的机器人、齿轮装置以及齿轮装置的制造方法。

[0009] 上述目的通过下述的本发明而达成。

[0010] 本发明的机器人的特征在于,具备:第一部件;第二部件,被设置为能相对于所述第一部件转动;以及齿轮装置,将驱动力从所述第一部件以及所述第二部件中的一方侧向另一方侧传递,所述齿轮装置具有第一面以及第二面,所述第一面以及所述第二面呈围绕轴线的筒状,相互配置在内外,伴随所述齿轮装置的动作而反复进行相互接触和分离,所述第一面具有第一凹部以及第一凸部,所述第一凹部以及所述第一凸部通过在具有围绕所述轴线的周向成分的方向上延伸,且在沿着所述轴线的方向上交替排列而构成第一凹凸图案,所述第二面具有第二凹部以及第二凸部,所述第二凹部以及所述第二凸部通过在具有围绕所述轴线的周向成分的方向上延伸,且在沿着所述轴线的方向上交替排列而构成与所述第一凹凸图案不同的第二凹凸图案。

[0011] 根据这样的机器人,由于第一凹凸图案以及第二凹凸图案相互不同,因此,当第一面以及第二面反复进行相互接触和分离时,能够减少第一凸部进入第二凹部内,以及第二凸部进入第一凹部内。因此,能够减少润滑剂从第一凹部内以及第二凹部内流出,能够长期良好地维持第一面和第二面之间的润滑剂所产生的润滑性。结果,能够延长齿轮装置的寿命。

[0012] 在本发明的机器人中,优选所述第一凹部或者所述第一凸部所延伸的方向、以及所述第二凹部或者所述第二凸部所延伸的方向中的至少一方包括沿着所述轴线的方向成分。

[0013] 在这样的情况下,如果第一凸部进入第二凹部内,以及第二凸部进入第一凹部内,则第一凹部或者第二凹部内的润滑剂容易在第一面或者第二面的轴线方向上流出,第一面和第二面之间的润滑剂所产生的润滑性过早受损。因此,在这样的情况下,如果应用本发明,其效果显著。

[0014] 在本发明的机器人中,优选所述第一凹部以及所述第二凹部中的至少一方沿着螺旋状延伸。

[0015] 在这样的情况下,通过适用本发明,通过减少第一凸部进入第二凹部内,以及第二凸部进入第一凹部内,不仅减少润滑剂从第一凹部以及第二凹部内流出,还具有容易通过第一凹部或第二凹部将润滑剂导入第一面和第二面之间这样的优点。

[0016] 在本发明的机器人中,优选所述齿轮装置具有:内齿轮;可挠性的外齿轮,与所述内齿轮部分啮合;以及波动产生器,将所述外齿轮挠曲而使所述内齿轮和所述外齿轮的啮合位置在周向上移动,所述外齿轮的内周面是所述第一面,所述波动产生器的外周面是所述第二面。

[0017] 在这样的齿轮装置(波动齿轮装置)中,外齿轮的内周面(第一面)伴随波动产生器的旋转而变形,相对于波动产生器的外周面(第二面)反复进行接触和分离。由于这样的外齿轮必须薄,因此,如果润滑剂所产生的润滑性降低,则容易损坏。因此,如果在这样的齿轮装置中应用本发明,则本发明的效果显著。

[0018] 本发明的齿轮装置的特征在于,所述齿轮装置具有第一面以及第二面,所述第一面以及所述第二面呈围绕轴线的筒状,相互配置在内外,伴随动作而反复进行相互接触和分离,所述第一面具有第一凹部以及第一凸部,所述第一凹部以及所述第一凸部通过在具有围绕所述轴线的周向成分的方向上延伸,且在沿着所述轴线的方向上交替排列而构成第一凹凸图案,所述第二面具有第二凹部以及第二凸部,所述第二凹部以及所述第二凸部通过在具有围绕所述轴线的周向成分的方向上延伸,且在沿着所述轴线的方向上交替排列而构成与所述第一凹凸图案不同的第二凹凸图案。

[0019] 根据这样的齿轮装置,由于第一凹凸图案以及第二凹凸图案相互不同,因此,当第一面以及第二面反复进行相互接触和分离时,能够减少第一凸部进入第二凹部内,以及第二凸部进入第一凹部内。因此,能够减少润滑剂从第一凹部内以及第二凹部内流出,能够长期良好地维持第一面和第二面之间的润滑剂所产生的润滑性。结果,能够延长齿轮装置的寿命。

[0020] 在本发明的齿轮装置中,优选所述第一凹部或者所述第一凸部具有沿着第一齿距的螺旋状延伸的部分,所述第二凹部或者所述第二凸部具有沿着与所述第一齿距不同的第二齿距的螺旋状延伸的部分。

[0021] 由此,能够容易实现相互不同的第一凹凸图案以及第二凹凸图案。

[0022] 在本发明的齿轮装置中,优选所述第一凹部或者所述第一凸部具有沿着螺旋状延伸的部分,所述第二凹部或者所述第二凸部具有沿着所述第一凹部或者所述第一凸部逆向的螺旋状延伸的部分。

[0023] 由此,能够容易实现相互不同的第一凹凸图案以及第二凹凸图案。

[0024] 本发明的齿轮装置的制造方法中,所述齿轮装置具有筒状的第一面以及第二面,所述第一面以及所述第二面相互配置在内外,伴随动作而反复进行相互接触和分离,所述齿轮装置的制造方法包括:加工工序,形成所述第一面和所述第二面,所述第一面具有第一凹部以及第一凸部,所述第二面具有第二凹部以及第二凸部,所述第一凹部以及所述第一凸部通过在具有围绕第一轴线的周向成分的方向上延伸,且在沿着所述第一轴线的方向上交替排列而构成第一凹凸图案,所述第二凹部以及所述第二凸部通过在具有围绕第二轴线的周向成分的方向上延伸,且在沿着所述第二轴线的方向上交替排列而构成与所述第一凹凸图案不同的第二凹凸图案;以及组装工序,将所述第一面以及所述第二面相互配置在内外。

[0025] 根据这样的齿轮装置的制造方法,能够制造长寿命的齿轮装置。

附图说明

[0026] 图1是示出本发明的机器人的实施方式的概略构成的图。

[0027] 图2是示出本发明的第一实施方式涉及的齿轮装置的分解立体图。

[0028] 图3是图2中示出的齿轮装置的纵截面图。

[0029] 图4是图2中示出的齿轮装置的主视图。

[0030] 图5是示意性地示出在图2中示出的齿轮装置所具备的外齿轮(可挠性齿轮)的内周面形成的第一凹部的图。

[0031] 图6是示意性地示出在图2中示出的齿轮装置所具备的波动产生器的外周面形成的第二凹部的图。

[0032] 图7是用于说明图5中示出的第一凹部所产生的第一凹凸图案和图6中示出的第二凹部所产生的第二凹凸图案的重叠状态的示意图。

[0033] 图8是图7中的A-A线截面图。

[0034] 图9是用于说明第一凹凸图案和第二凹凸图案为相同图案的情况下这些图案的重叠状态的示意图。

[0035] 图10是图9中的A-A线截面图。

[0036] 图11是说明图2中示出的齿轮装置的制造方法的流程图。

[0037] 图12是用于说明本发明的第二实施方式涉及的齿轮装置中的第一凹凸图案和第二凹凸图案的重叠状态的示意图。

[0038] 图13是用于说明本发明的第三实施方式涉及的齿轮装置中的第一凹凸图案和第二凹凸图案的重叠状态的示意图。

[0039] 图14是用于说明本发明的第四实施方式涉及的齿轮装置中的第一凹凸图案和第二凹凸图案的重叠状态的示意图。

[0040] 符号说明

[0041] 1齿轮装置;2刚性齿轮(内齿轮);3可挠性齿轮(外齿轮);4波动产生器;23内齿;31主干部;32底部;33外齿;41主体部;42轴承;100机器人;110控制装置;111基台;120机械臂;121第一臂部;122第二臂部;123第三臂部;124第四臂部;125第五臂部;126第六臂部;130手部;131指部;132指部;140力检测器;150电机;311内周面(第一面);311A内周面(第一面);

311B内周面(第一面);311C内周面(第一面);312第一凹部;312A第一凹部;312B第一凹部;312Ca第一凹部;312Cb第一凹部;312X第一凹部;313第一凸部;313A第一凸部;313B第一凸部;313Ca第一凸部;313Cb第一凸部;313X第一凸部;321孔;322孔;411轴部;412凸轮部;421内轮;422滚珠;423外轮;424外周面(第二面);425第二凹部;426第二凸部;G间隙;La长轴;Lb短轴;P1齿距;P11齿距;P12齿距;P1a齿距;P1b齿距;P2齿距;S10加工工序;S20组装工序;a轴线。

具体实施方式

[0042] 以下,基于附图中示出的适合的实施方式,对本发明的机器人、齿轮装置以及齿轮装置的制造方法进行详细说明。

[0043] 1. 机器人

[0044] 首先,对本发明的机器人的实施方式进行说明。

[0045] 图1是示出本发明的机器人的实施方式的概略构成的图。

[0046] 图1中示出的机器人100能够进行精密机器或构成该精密机器的部件(对象物)的给料、除料、搬送以及组装等作业。

[0047] 机器人100是六轴的垂直多关节机器人,具有基台111、连接于基台111的机械臂120、设置于机械臂120的前端部的力检测器140以及手部130。并且,机器人100具有控制装置110,该控制装置110控制多个驱动源(包括电机150以及齿轮装置1),该多个驱动源产生驱动机械臂120的动力。

[0048] 基台111是将机器人100安装于任意的设置地点的部分。并且,基台111的设置地点没有特别限定,列举有例如地板、墙壁、顶棚、能够移动的平板车上等。

[0049] 机械臂120具有第一臂部121(臂部)、第二臂部122(臂部)、第三臂部123(臂部)、第四臂部124(臂部)、第五臂部125(臂部)、第六臂部126(臂部),这些臂部从基端侧朝向前端侧被依次连结。第一臂部121连接于基台111。在第六臂部126的前端,例如能够装卸地安装有把持各种部件等的手部130(末端执行器)。该手部130具有两个指部131、132,利用指部131、132例如能够把持各种部件等。

[0050] 在基台111上设置有驱动源,该驱动源具有驱动第一臂部121的伺服电机等电机150以及齿轮装置1(减速机)。并且,虽未图示,但在各臂部121-126上也分别设置有具有电机以及减速机的多个驱动源。并且,各驱动源被控制装置110控制。

[0051] 在这样的机器人100中,齿轮装置1将驱动力从基台111(第一部件)以及第一臂部121(第二部件)的一侧向另一侧传递。更具体来说,齿轮装置1将使第一臂部121相对于基台111转动的驱动力从基台111侧向第一臂部121侧传递。这里,齿轮装置1作为减速机发挥功能,从而能够将驱动力减速,使第一臂部121相对于基台111转动。并且,“转动”包括相对于某个中心点向一方向或者包括其相反方向的双方向运动、以及相对于某个中心点进行旋转。

[0052] 这样,机器人100具备作为“第一部件”的基台111、相对于基台111能够转动地设置的作为“第二部件”的第一臂部121、将驱动力从基台111(第一部件)以及第一臂部121(第二部件)的一侧向另一侧传递的齿轮装置1。并且,也可以将第二~第六臂部122~126中从第一臂部121侧依次选择任意数量的臂部视为“第二部件”。即,由第一臂部121、以及第二~第

六臂部122～126中从第一臂部121侧依次选择任意数量的臂部构成的构造体可以称为“第二部件”。例如，第一、第二臂部121、122构成的构造体可以称为“第二部件”，机器人120全体可以称为“第二部件”。并且，“第二部件”也可以包括手部130。即，机械臂120以及手部130构成的构造体可以称为“第二部件”。

[0053] 以上说明的机器人100通过具备以下说明的齿轮装置1，能够有效地提高在齿轮装置1中使用的润滑剂的润滑寿命。

[0054] 2. 齿轮装置

[0055] 以下，对本发明的齿轮装置的实施方式进行说明。

[0056] <第一实施方式>

[0057] 图2是示出本发明的第一实施方式涉及的齿轮装置的分解立体图。图3是图2中示出的齿轮装置的纵截面图。图4是图2中示出的齿轮装置的主视图。并且，在各图中，为了便于说明，根据需要适当地夸大示出各部的尺寸，各部之间的尺寸比不一定与实际的尺寸比一致。

[0058] 图2至图4中示出的齿轮装置1是波动齿轮装置，例如作为减速机使用。该齿轮装置1具有作为内齿轮的刚性齿轮2、配置于刚性齿轮2的内侧并且作为杯状的外齿轮的可挠性齿轮3、配置于可挠性齿轮3的内侧的波动产生器4。

[0059] 在该齿轮装置1中，具有可挠性齿轮3的横截面由于波动产生器4而变形为椭圆形或者长圆形的部分，在该部分的长轴侧的两端部，可挠性齿轮3与刚性齿轮2啮合。并且，刚性齿轮2以及可挠性齿轮3的齿数相互不同。

[0060] 在这样的齿轮装置1中，例如，如果驱动力(例如，来自上述电机150的驱动力)被输入至波动产生器4，则刚性齿轮2以及可挠性齿轮3相互的啮合位置在周向上移动，同时，由于齿数差而引起围绕轴线a相对旋转。由此，能够将从驱动源输入至波动产生器4的驱动力减速并从可挠性齿轮3输出。即，能够实现波动产生器4为输入轴侧、可挠性齿轮3为输出轴侧的减速机。

[0061] 以下，对齿轮装置1的构成进行简单地说明。

[0062] 如图2至图4所示，刚性齿轮2是由在径向上实质不挠曲的刚体构成的齿轮，是具有内齿23的环状的内齿轮。在本实施方式中，刚性齿轮2是直齿轮。即，内齿23具有相对于轴线a平行的齿线。并且，内齿轮23的齿线也可以相对于轴线a倾斜。即，刚性齿轮2也可以是斜齿轮或者人字齿轮。

[0063] 可挠性齿轮3插通于刚性齿轮2的内侧。该可挠性齿轮3是具有在径向上能够挠曲变形的可挠性的齿轮，是具有与刚性齿轮2的内齿23啮合的外齿33(齿)的外齿轮。并且，可挠性齿轮3的齿数比刚性齿轮2的齿数少。这样，通过使可挠性齿轮3以及刚性齿轮2的齿数相互不同，能够实现减速机。

[0064] 在本实施方式中，可挠性齿轮3呈一端开口的杯状，在其开口侧的端部形成外齿33。这里，可挠性齿轮3具有围绕轴线a的筒状(更具体来说，圆筒状)的主干部31(筒部)、连接于主干部31的轴线a方向的一端部侧的底部32。由此，能够容易将主干部31的底部32的相反侧的端部在径向上挠曲。因此，能够实现可挠性齿轮3相对于刚性齿轮2的良好的挠曲啮合。并且，能够提高主干部31的底部32侧的端部的刚性。因此，能够将输入轴或输出轴稳定地连接于底部32。

[0065] 并且,如图3所示,在底部32形成有沿着轴线a贯通的孔321、在孔321的周围贯通的多个孔322。在孔321中能够插通输出侧的轴体。并且,孔322能够用作将输出侧的轴体固定于底部32的螺钉所插通的螺钉孔。并且,这些孔只要适当设置即可,也可以省略。

[0066] 如图4所示,波动产生器4配置在可挠性齿轮3的内侧,能够围绕轴线a旋转。并且,波动产生器4使可挠性齿轮3的底部32的相反侧的部分的横截面变形为长轴La以及短轴Lb的椭圆形或者长圆形,使外齿33与刚性齿轮2的内齿23啮合。这里,可挠性齿轮3以及刚性齿轮2能够围绕同一轴线a旋转地相互内外啮合。

[0067] 在本实施方式中,波动产生器4具有主体部41、安装于主体部41的外周的轴承42。主体部41具有围绕轴线a旋转的轴部411、从轴部411的一端部向外侧突出的凸轮部412。这里,当从沿着轴线a的方向观察时,凸轮部412的外周面呈椭圆形或长圆形。轴承42具有可挠性的内轮421以及外轮423、配置在内轮421和外轮423之间的多个滚珠422。这里,内轮421嵌入主体部41的凸轮部412的外周面,沿着凸轮部412的外周面弹性变形为椭圆形或长圆形。与此相伴,外轮423弹性变形为椭圆形或长圆形。并且,内轮421的外周面以及外轮423的内周面成为在沿着周向引导多个滚珠的同时使其转动的轨道面。并且,虽未图示,但多个滚珠422以相互在周向上保持一定的间隔的方式被保持器保持。

[0068] 就这样的波动产生器4而言,伴随主体部41围绕轴线a的旋转,凸轮部412的方向改变,外轮423的外周面也随之变形,使刚性齿轮2以及可挠性齿轮3相互的啮合位置在周向上移动。

[0069] 以上,对齿轮装置1的构成进行了简单地说明。在这样的齿轮装置1中,如上所述,例如,如果驱动力(例如,来自上述电机150的驱动力)被输入至波动产生器4,则刚性齿轮2以及可挠性齿轮3相互的啮合位置在周向上移动,同时,由于齿数差而引起围绕轴线a相对旋转。此时,可挠性齿轮3反复变形,同时反复进行相对于波动产生器4的接触和分离。因此,在可挠性齿轮3和波动产生器4之间,为了降低摩擦而使用润滑剂。为了将该润滑剂以良好的状态长期保持,齿轮装置1具有如下所述的构成。

[0070] 图5是示意性地示出在图2中示出的齿轮装置所具备的外齿轮(可挠性齿轮)的内周面形成的第一凹部的图。图6是示意性地示出在图2中示出的齿轮装置所具备的波动产生器的外周面形成的第二凹部的图。图7是用于说明图5中示出的第一凹部所产生的第一凹凸图案和图6中示出的第二凹部所产生的第二凹凸图案的重叠状态的示意图。图8是图7中的A-A线截面图。图9是用于说明第一凹凸图案和第二凹凸图案为相同图案的情况下这些图案的重叠状态的示意图。并且,为了便于说明,在图5中以实线示意性地示出第一凹部,同样,在图6中,以实线示意性地示出第二凹部。并且,在图7中以实线示出第一凹部,在图9中,以双点划线示意性地示出第二凹部。这里,这些实线或者双点划线的粗细(宽度)并不表示第一凹部或者第二凹部的宽度,并且,凹部以及凸部的实际齿距与图示不同(图2也同样)。

[0071] 如上所述,齿轮装置1具有作为“内齿轮”的刚性齿轮2、与刚性齿轮2部分啮合的作为可挠性的“外齿轮”的可挠性齿轮3、将可挠性齿轮3挠曲而使刚性齿轮2和可挠性齿轮3的啮合位置在周向上移动的波动产生器4。这里,可挠性齿轮3的内周面311以及波动产生器4的外周面424是呈围绕轴线a的筒状(圆弧状)、相互配置在内外、伴随齿轮装置1的动作而反复进行相互接触和分离的“第一面”以及“第二面”。

[0072] 并且,如图5所示,可挠性齿轮3的内周面311(第一面)具有第一凹部312以及第一

凸部313,该第一凹部312以及第一凸部313通过在具有围绕轴线a的周向成分的方向上延伸,同时,在沿着轴线a的方向上交替排列而构成第一凹凸图案。即,在内周面311,第一凹部312以及第一凸部313沿着螺旋状并且在轴线a的方向上交替形成。

[0073] 并且,如图6所示,波动产生器4的外周面424(第二面)具有第二凹部425以及第二凸部426,该第二凹部425以及第二凸部426通过在具有围绕轴线a的周向成分的方向上延伸,同时,在沿着轴线a的方向上交替排列而构成与上述第一凹凸图案不同的第二凹凸图案。即,在外周面424,第二凹部425以及第二凸部426沿着螺旋状并且在轴线a的方向上交替形成。

[0074] 这样,如图7所示,由第一凹部312以及第一凸部313构成的第一凹凸图案、以及由第二凹部425以及第二凸部426构成的第二凹凸图案相互不同。由此,如图8所示,当可挠性齿轮3的内周面311(第一面)以及波动产生器4的外周面424(第二面)接触时,第一凸部313以及第二凸部416相互接触,能够在内周面311和外周面424之间形成由第一凹部312以及第二凹部425产生的间隙G。

[0075] 这样,当可挠性齿轮3的内周面311(第一面)以及波动产生器4的外周面424(第二面)伴随齿轮装置1的动作而反复进行相互接触和分离时,能够减少第一凸部313进入第二凹部425内,以及第二凸部426进入第一凹部312内。因此,能够减少润滑剂从第一凹部312以及第二凹部425内流出,能够长期良好地维持可挠性齿轮3的内周面311(第一面)和波动产生器4的外周面424(第二面)之间的润滑剂所产生的润滑性。结果,能够延长齿轮装置1的寿命。

[0076] 特别地,在作为波动齿轮装置的齿轮装置1中,如上所述,可挠性齿轮3的内周面(第一面)伴随波动产生器4的旋转而变形,相对于波动产生器4的外周面(第二面)反复进行接触和分离。由于这样的可挠性齿轮3必须薄,因此,如果润滑剂所产生的润滑性降低,则容易损坏。因此,如果在这样的齿轮装置1中应用上述构成,则上述效果更加显著。

[0077] 对此,如图9所示,在由第一凹部312X以及第一凸部313X构成的第一凹凸图案、以及由第二凹部425以及第二凸部426构成的第二凹凸图案相互相同的情况下,如图10所示,第一凸部313X进入第二凹部425内,同时,第二凸部426进入第一凹部312X内。因此,在内周面311和外周面424之间形成的间隙G变小,润滑剂从第一凹部312X以及第二凹部425内流出。

[0078] 并且,“第一凹凸图案”是由第一凹部312以及第一凸部313形成的平面的模样(例如,由沿着凹部或者凸部的线段表示的方块图),同样,“第二凹凸图案”是由第二凹部425以及第二凸部426形成的平面的模样。并且,“第一凹凸图案以及第二凹凸图案相互不同”可以称为“第一凹凸图案以及第二凹凸图案的平面的模样不同(模样不完全一致)”,具体来说,可以称为凹部或者凸部的排列的齿距不同以及排列的方向不同,特别地,可以称为第一凹凸图案以及第二凹凸图案的形状在相互对向时不成为相辅相成的关系。

[0079] 这里,第一凹部312以及第一凸部313例如在使用车削等机械加工来制造可挠性齿轮3时作为该机械加工的加工痕迹(例如切削痕迹)形成。同样,第二凹部425以及第二凸部426例如在使用车削等机械加工来制造波动产生器4时作为该机械加工的加工痕迹(例如切削痕迹)形成。

[0080] 因此,第一凹部312以及第一凸部313分别沿着以轴线a为中心的螺旋状(螺旋线

状)延伸。同样,第二凹部425以及第二凸部426分别沿着以轴线a为中心的螺旋状延伸。在本实施方式中,第一凹部312以及第一凸部313所延伸的螺旋状的方向、和第二凹部425以及第二凸部426所延伸的螺旋状的方向相互逆向。并且,在图示中,第一凹部312以及第一凸部313所延伸的螺旋状的齿距P1、和第二凹部425以及第二凸部426所延伸的螺旋状的齿距P2相互相等,但也可以不同。并且,第一凹部312或者第一凸部313相对于周向的倾斜角度、和第二凹部425或者第二凸部426相对于周向的倾斜角度相互相等,但也可以不同。并且,这些凹部或者凸部也可以由在具有围绕轴线a的周向成分的方向上延伸的多个凹部或者多个凸部构成。即,这些凹部或者凸部也可以断断续续地形成。

[0081] 这样,第一凹部312或者第一凸部313具有沿着螺旋状延伸的部分,第二凹部425或者第二凸部426具有沿着与第一凹部312或者第一凸部313逆向的螺旋状延伸的部分。由此,能够容易实现相互不同的第一凹凸图案以及第二凹凸图案。

[0082] 并且,第一凹部312或者第一凸部313所延伸的方向、以及第二凹部425或者第二凸部426所延伸的方向分别包括沿着轴线a的方向成分。在这样的情况下,如果第一凸部313进入第二凹部425内,以及第二凸部426进入第一凹部312内,则第一凹部312或者第二凹部425内的润滑剂容易在沿着轴线a的方向上流出,可挠性齿轮3的内周面311和波动产生器4的外周面424之间的润滑剂所产生的润滑性过早受损。因此,在这样的情况下,如果应用本发明,减少第一凸部313进入第二凹部425内,以及第二凸部426进入第一凹部312内,其效果显著。并且,在第一凹部312或者第一凸部313所延伸的方向、以及第二凹部425或者第二凸部426所延伸的方向中的至少一方包括沿着轴线a的方向成分的情况下,如上所述,本发明的效果显著。

[0083] 特别地,第一凹部312以及第二凹部425分别沿着螺旋状延伸。在这样的情况下,通过减少第一凸部313进入第二凹部425内,以及第二凸部426进入第一凹部312内,不仅具有减少润滑剂从第一凹部312以及第二凹部425内流出这样的上述效果,还具有容易通过第一凹部312或第二凹部425将润滑剂导入可挠性齿轮3的内周面311和波动产生器4的外周面424之间这样的优点。并且,只要第一凹部312以及第二凹部425中的任一方沿着螺旋状延伸,就能够获得上述优点。

[0084] 并且,第一凹部312以及第一凸部313所延伸的螺旋状的齿距P1、和第二凹部425以及第二凸部426所延伸的螺旋状的齿距P2分别没有特别限定,例如,优先在0.1μm以上100μm以下,更优选在10μm以上50μm以下。由此,能够在使可挠性齿轮3以及波动产生器4的尺寸精度优异的同时,将润滑剂适当地保持在第一凹部312内或者第二凹部425内。并且,齿距P1、P2能够分别表示沿着轴线a的方向上的凹凸的平均间隔(Sm)。

[0085] 并且,第一凹部312以及第二凹部425各自的宽度没有特别限定,例如,优先在0.05μm以上50μm以下,更优选在5μm以上25μm以下。由此,能够在使可挠性齿轮3以及波动产生器4的尺寸精度优异的同时,将润滑剂适当地保持在第一凹部312内或者第二凹部425内。并且,这种宽度能够分别表示沿着轴线a的方向上的算术平均粗糙度(Ra)。

[0086] 并且,优选的是,刚性齿轮2、可挠性齿轮3以及波动产生器4分别由金属材料构成,特别是由于机械特性以及加工性优异并且比较廉价,因此,优选使用铁类材料。作为这种铁类材料没有特别限定,优选的是例如铸铁、镍铬钼钢、铬钼钢(SCM)、马氏体时效钢以及析出硬化型不锈钢中的任一种。并且,刚性齿轮2以及波动产生器4分别是实质的刚体,因此也能

够由陶瓷材料等构成,但是,考虑到与可挠性齿轮3的强度平衡,优选使用金属材料。如果这些部件的强度差过大的话,则强度低的部件容易过度磨耗,结果,齿轮装置1的寿命变短。

[0087] 并且,配置在可挠性齿轮3和波动产生器4之间的润滑剂可以是润滑油、润滑脂、固体润滑剂中的任一种。润滑脂包含基础油以及增稠剂。作为增稠剂,例如列举出钙皂、钙复合皂、钠皂、铝皂、锂皂、锂复合皂等皂类、聚脲、对苯二甲酸钠、聚四氟乙烯(PTFE)、有机膨润土、硅胶等非皂类等,虽然能够单独使用这些中的一种或者组合两种以上使用,但优选使用锂皂。通过使用锂皂作为增稠剂,能够使润滑脂的剪切稳定性优异。并且,能够使作为润滑脂的润滑剂的特性的平衡优异。并且,作为基础油,例如列举出石蜡类、环烷类等矿物油(精制矿物油)、聚烯烃、酯、硅酮等合成油,能够单独使用这些中的一种或者组合两种以上使用。

[0088] 并且,优选的是,润滑脂包含抗氧化剂、极压剂、防锈剂等添加剂、石墨、硫化钼、聚四氟乙烯(PTFE)等固体润滑剂等,特别优选的是包含极压剂。由此,即使润滑对象部成为极压润滑状态,也能够有效地防止烧灼(烧结)或划伤。特别地,作为极压剂,优选使用有机钼化合物、二烷基二硫代磷酸锌。通过润滑脂包含有机钼化合物,能够有效地减少润滑对象部中的摩擦。特别地,有机钼发挥与二硫化钼同等的极压性以及耐磨耗性,而且,与二硫化钼相比,氧化稳定性优异。因此,能够实现润滑脂的长寿命化。

[0089] (齿轮装置的制造方法)

[0090] 以下,对齿轮装置1的制造方法进行简单地说明。

[0091] 图11是说明图2中示出的齿轮装置的制造方法的流程图。

[0092] 如上所述,齿轮装置1具有相互配置在内外、反复进行相互接触和分离的筒状的作为“第一面”的内周面311以及作为“第二面”的外周面424。如图11所示,该齿轮装置1的制造方法具有加工工序S10、组装工序S20。在加工工序S10中,形成如上所述的内周面311以及外周面424。即,在加工工序S10中,形成具有第一凹部312以及第一凸部313的内周面311(第一面)、以及具有第二凹部425以及第二凸部426的外周面424(第二面),其中,第一凹部312以及第一凸部313通过在具有围绕作为“第一轴线”的轴线a的周向成分的方向上延伸,同时,在沿着轴线a的方向上交替排列而构成第一凹凸图案,第二凹部425以及第二凸部426通过在具有围绕作为“第二轴线”的轴线a的周向成分的方向上延伸,同时,在沿着轴线a的方向上交替排列,而构成与第一凹凸图案不同的第二凹凸图案。之后,在组装工序S20中,将外周面424插入到内周面311内,将内周面311以及外周面424相互配置在内外。根据这样的齿轮装置1的制造方法,能够制造如上所述的长寿命的齿轮装置1。

[0093] 这里,在加工工序S10中,内周面311以及外周面424的形成能够使用车削等机械加工来进行,例如,通过适当设定车削的进给速度、旋转速度、旋转方向等,能够形成期望齿距以及方向等的第一凹部312、第一凸部313、第二凹部425以及第二凸部426。

[0094] <第二实施方式>

[0095] 接着,对本发明的第二实施方式进行说明。

[0096] 图12是用于说明本发明的第二实施方式涉及的齿轮装置中的第一凹凸图案和第二凹凸图案的重叠状态的示意图。

[0097] 并且,在以下的说明中,关于本实施方式,以与上述实施方式的不同点为中心进行说明,关于同样的事项,省略其说明。

[0098] 在本实施方式的齿轮装置中,作为“第一面”的内周面311A具有第一凹部312A以及第一凸部313A。该第一凹部312A以及第一凸部313A所延伸的螺旋状的方向与第二凹部425以及第二凸部426所延伸的螺旋状的方向相同,但是,第一凹部312A以及第一凸部313A所延伸的螺旋状的齿距P1与第二凹部425以及第二凸部426所延伸的螺旋状的齿距P2不同。这里,优选的是,齿距P1、P2相互不成为整数倍的关系。在图示中,齿距P1比齿距P2大。由此,由第一凹部312A以及第一凸部313A构成的第一凹凸图案、和由第二凹部425以及第二凸部426构成的第二凹凸图案相互不同。

[0099] 这样,第一凹部312A或者第一凸部313A具有沿着作为“第一齿距”的齿距P1的螺旋状延伸的部分,第二凹部425或者第二凸部426具有沿着与齿距P1不同的作为“第二齿距”的齿距P2的螺旋状延伸的部分。由此,能够容易实现相互不同的第一凹凸图案以及第二凹凸图案。

[0100] 通过如以上说明的第二实施方式,能够延长齿轮装置的寿命。

[0101] <第三实施方式>

[0102] 接着,对本发明的第三实施方式进行说明。

[0103] 图13是用于说明本发明的第三实施方式涉及的齿轮装置中的第一凹凸图案和第二凹凸图案的重叠状态的示意图。

[0104] 并且,在以下的说明中,关于本实施方式,以与上述实施方式的不同点为中心进行说明,关于同样的事项,省略其说明。

[0105] 在本实施方式的齿轮装置中,作为“第一面”的内周面311B具有第一凹部312B以及第一凸部313B。该第一凹部312B以及第一凸部313B所延伸的螺旋状的方向与第二凹部425以及第二凸部426所延伸的螺旋状的方向相同,但是,第一凹部312B以及第一凸部313B所延伸的螺旋状的齿距P1与第二凹部425以及第二凸部426所延伸的螺旋状的齿距P2不同。特别地,在本实施方式中,齿距P1具有齿距在中途变化的部分。在图示中,齿距P1具有相互不同的齿距P11、P12。并且,齿距P1可以连续地变化,也可以阶段地变化,还可以以重复不同的齿距的方式变化。

[0106] 通过如以上说明的第三实施方式,能够延长齿轮装置的寿命。

[0107] <第四实施方式>

[0108] 接着,对本发明的第四实施方式进行说明。

[0109] 图14是用于说明本发明的第四实施方式涉及的齿轮装置中的第一凹凸图案和第二凹凸图案的重叠状态的示意图。

[0110] 并且,在以下的说明中,关于本实施方式,以与上述实施方式的不同点为中心进行说明,关于同样的事项,省略其说明。

[0111] 在本实施方式的齿轮装置中,作为“第一面”的内周面311C具有呈网眼状的第一凹部312Ca、Cb以及第一凸部313Ca、Cb。该第一凹部312Cb以及第一凸部313Cb所延伸的螺旋状的方向与第二凹部425以及第二凸部426所延伸的螺旋状的方向相同,但是,第一凹部312Ca以及第一凸部313Ca所延伸的螺旋状的方向与第二凹部425以及第二凸部426所延伸的螺旋状的方向不同。即,在内周面311C上,形成沿着螺旋状延伸的第一凹部312Ca以及第一凸部313Ca、沿着与第一凹部312Ca以及第一凸部313Ca逆向的螺旋状延伸并且与第一凹部312Ca以及第一凸部313Ca交叉的第一凹部312Cb以及第一凸部313Cb。这样的第一凹部312Ca、Cb

以及第一凸部313Ca、Cb能够通过对内周面311C进行研磨加工而获得。

[0112] 这里,优选的是,第一凹部312Ca以及第一凸部313Ca所延伸的螺旋状的齿距P1a与上述第一实施方式相同,并且,优选的是,第一凹部312Cb以及第一凸部313Cb所延伸的螺旋状的齿距P1b与上述第二、第三实施方式相同,与第二凹部425以及第二凸部426所延伸的螺旋状的齿距P2不同。

[0113] 通过如以上说明的第四实施方式,能够延长齿轮装置的寿命。并且,也可以与内周面311同样,在外周面424上设置网眼状的凹部或者凸部。

[0114] 以上,基于图示的实施方式对齿轮装置以及齿轮装置的制造方法进行了说明,但是,本发明并不限定于此,各部的构成能够置换为具有同样功能的任意的构成。并且,也可以在本发明中附加其他任意的构成。并且,也可以将各实施方式适当组合。

[0115] 在上述实施方式中,对机器人所具备的基台是“第一部件”,第一臂部是“第二部件”,将驱动力从第一部件向第二部件传递的齿轮装置进行了说明,但是,本发明并不限定于此,对于第n(n是1以上的整数)臂部是“第一部件”,第(n+1)臂部是“第二部件”,将驱动力从第n臂部以及第(n+1)臂部的一方向另一方传递的齿轮装置也能够应用。并且,对于将驱动力从第二部件向第一部件传递的齿轮装置也能够应用。

[0116] 并且,在上述实施方式中,对六轴的垂直多关节机器人进行了说明,但是,本发明只要使用具有可挠性齿轮的齿轮装置,并不限定于此,例如,机器人的关节数是任意的,并且,也能够应用于水平多关节机器人。

[0117] 并且,本发明并不限定于上述实施方式的波动齿轮装置,也能够应用于具有相互配置在内外并且伴随动作反复进行相互接触和分离的第一面以及第二面的各种齿轮装置。

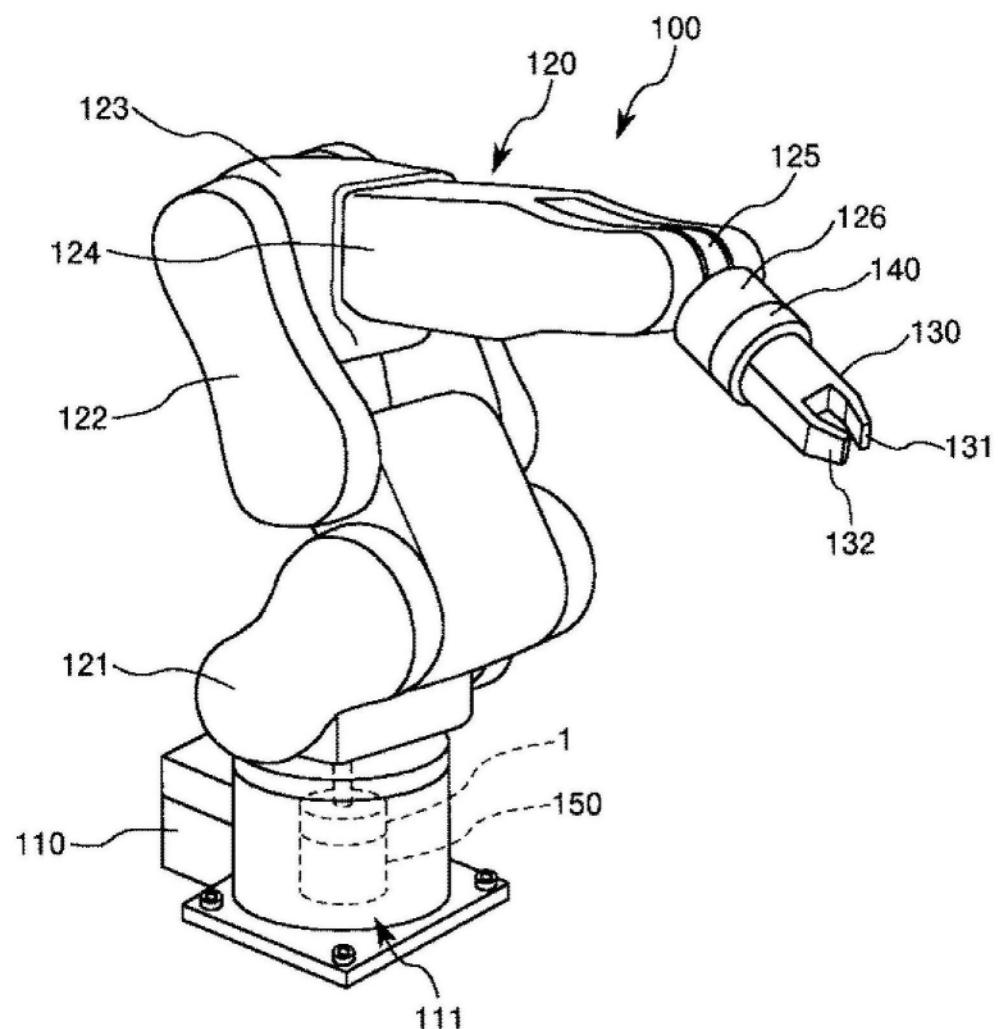


图1

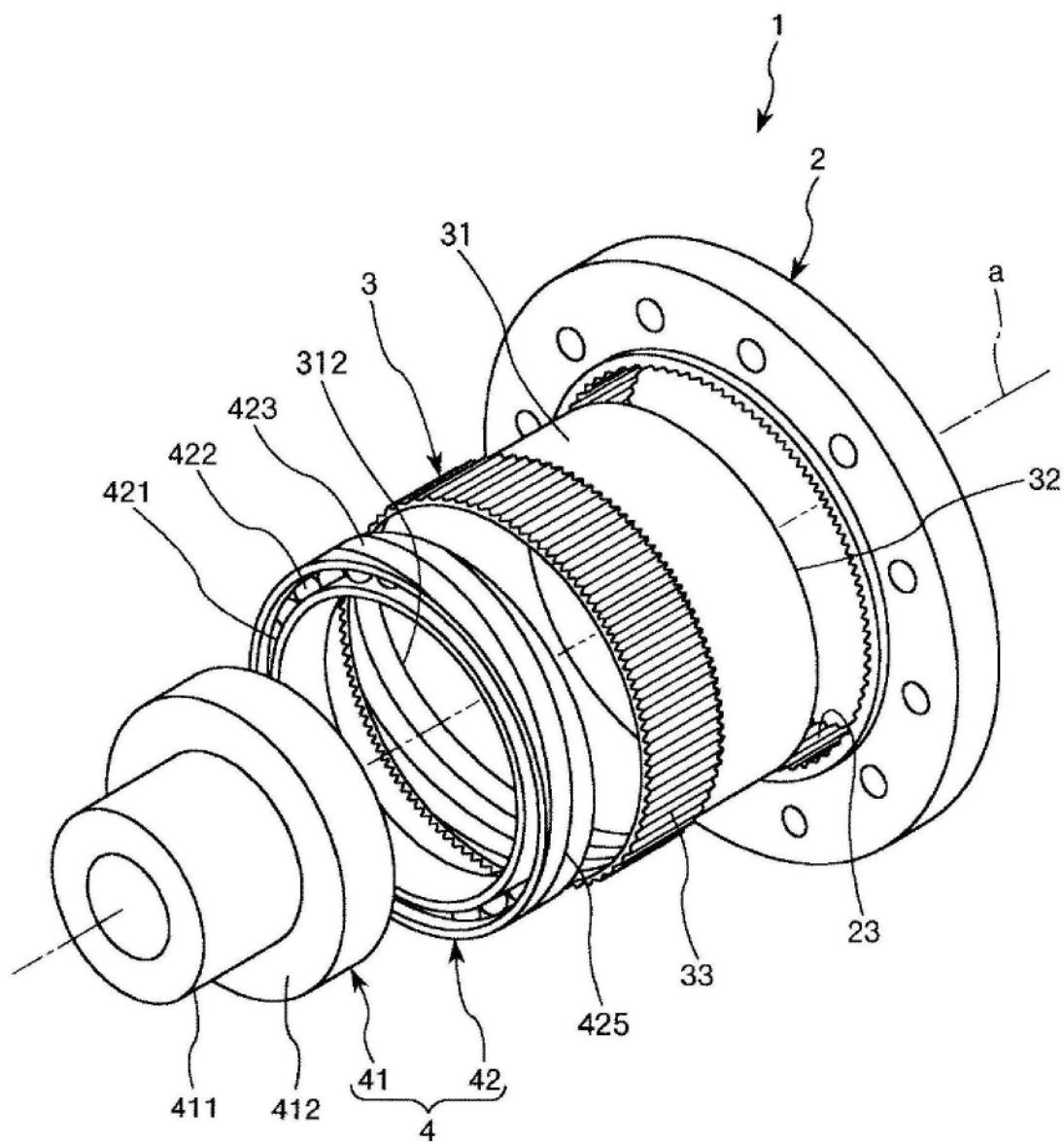


图2

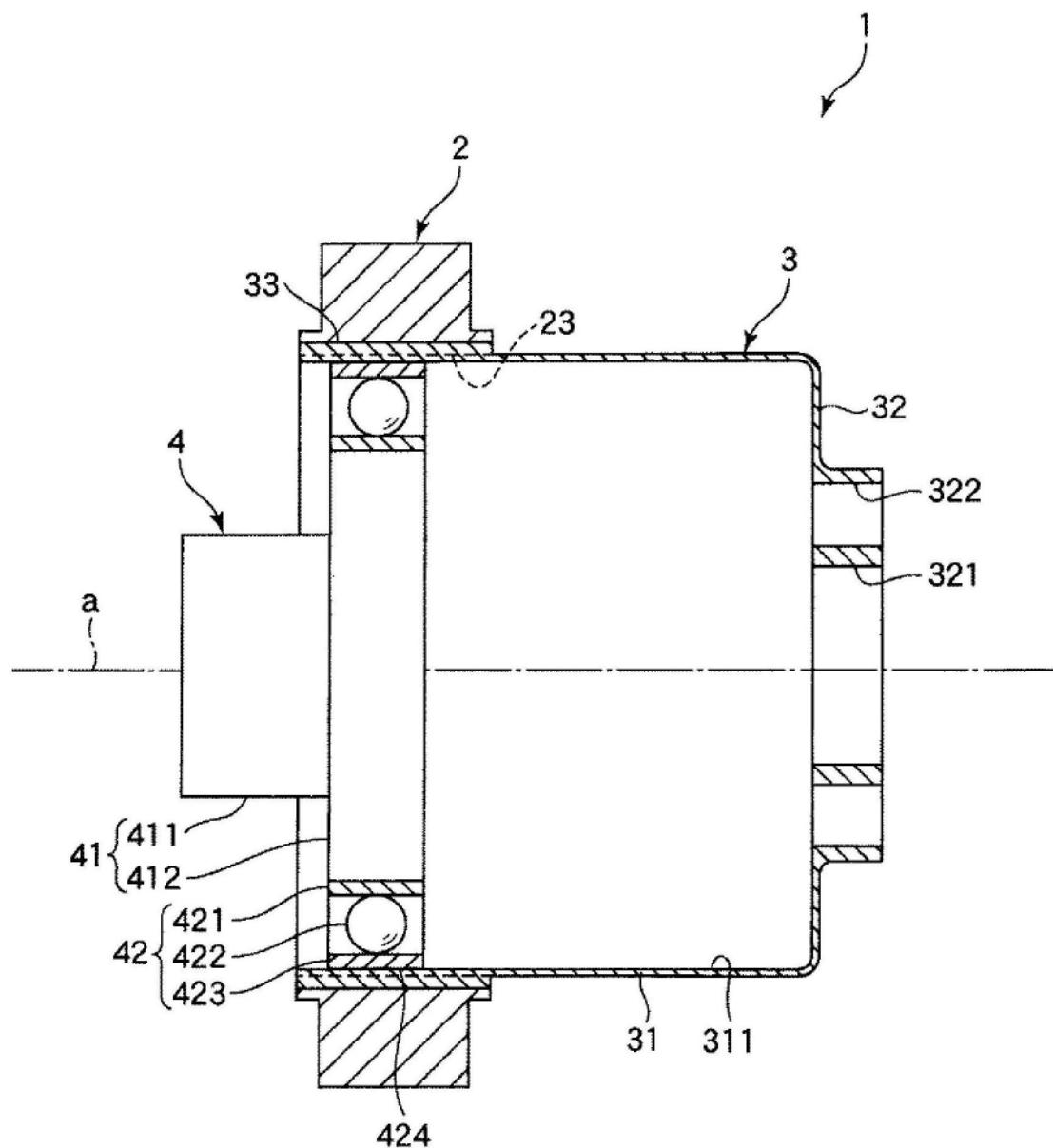


图3

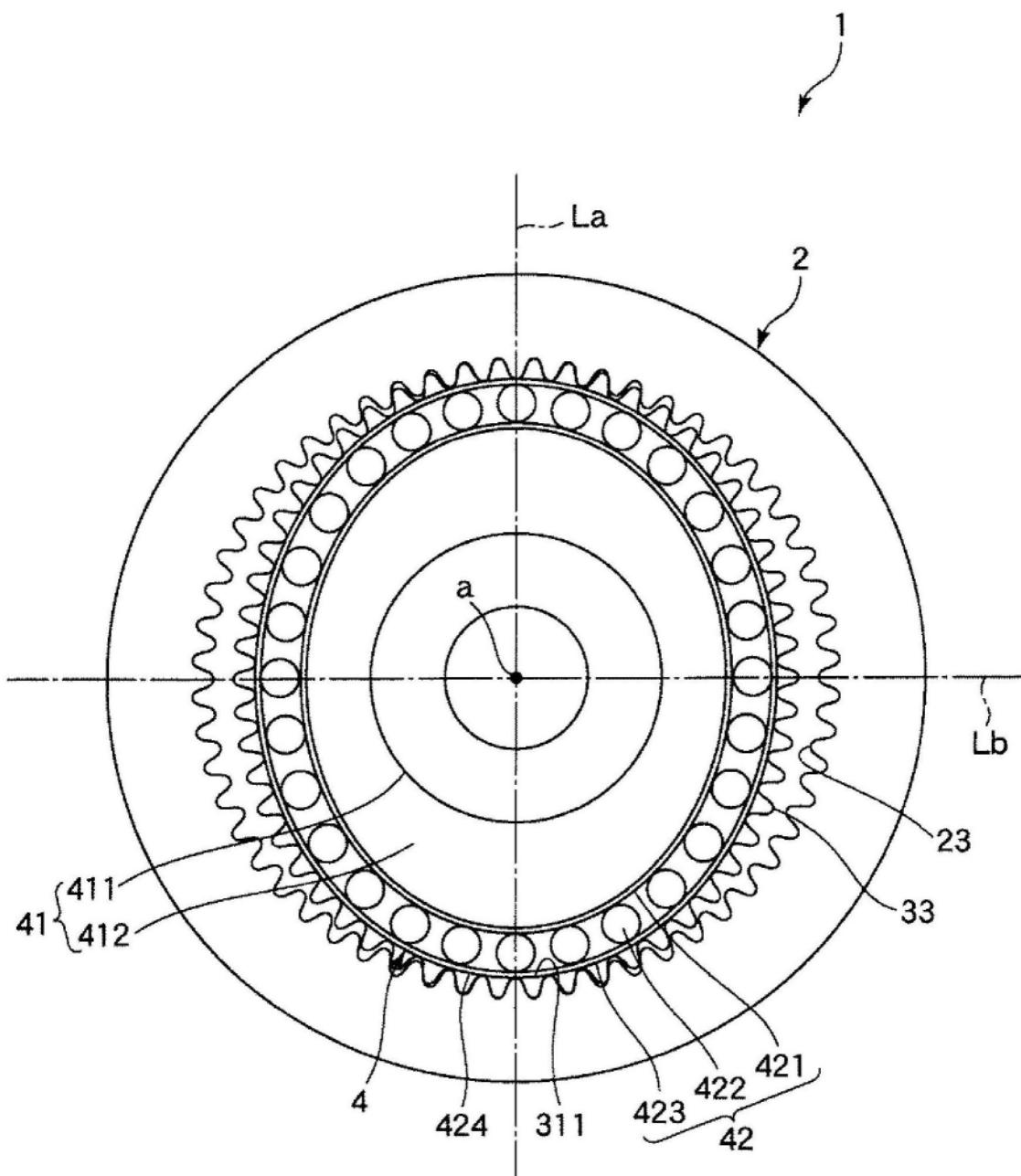


图4

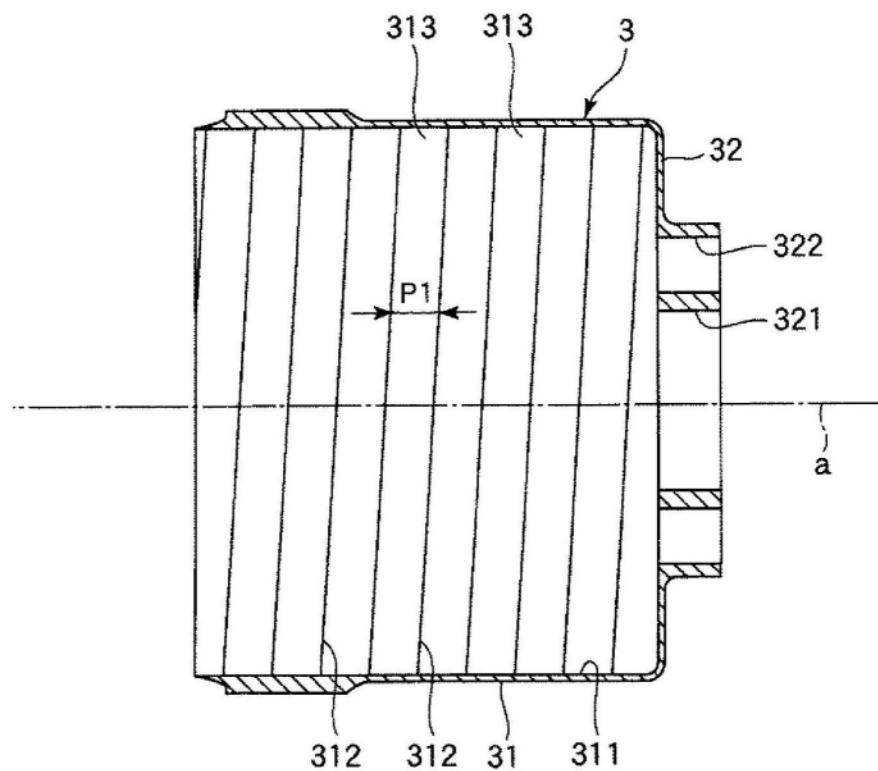


图5

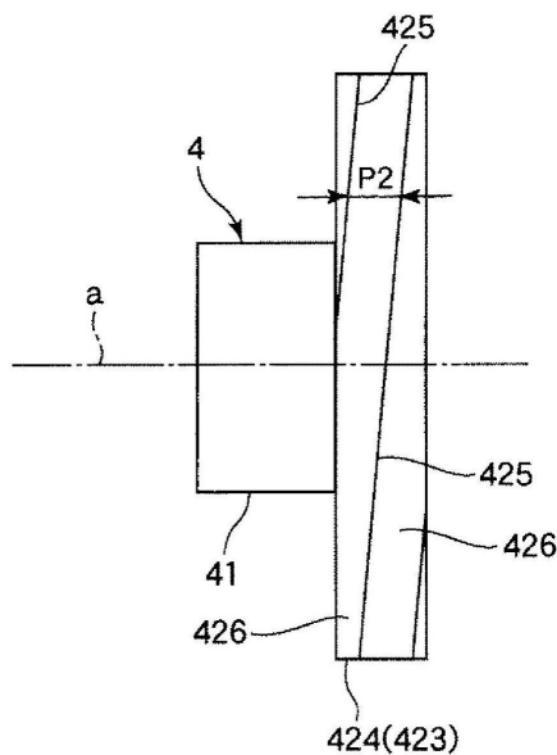


图6

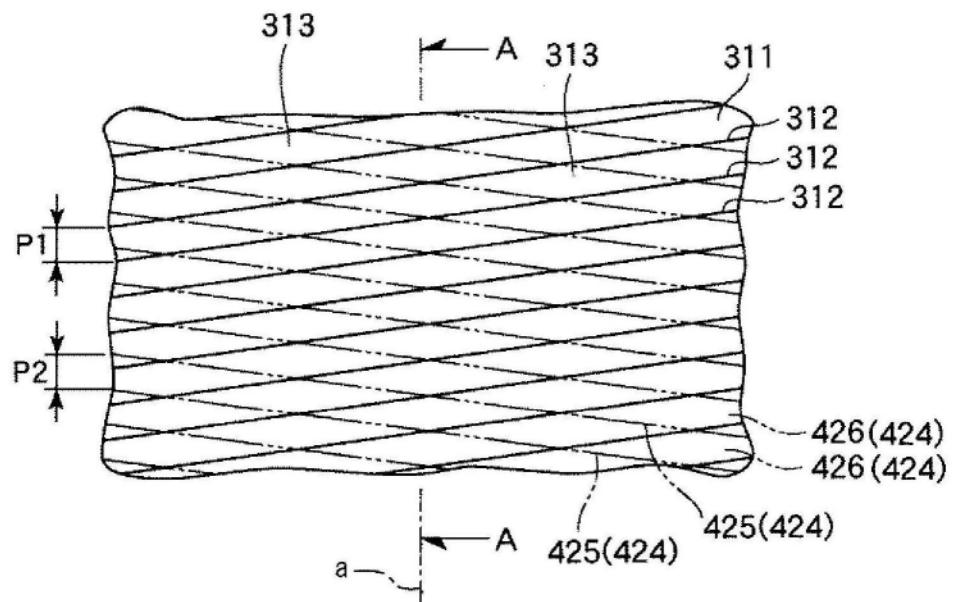


图7

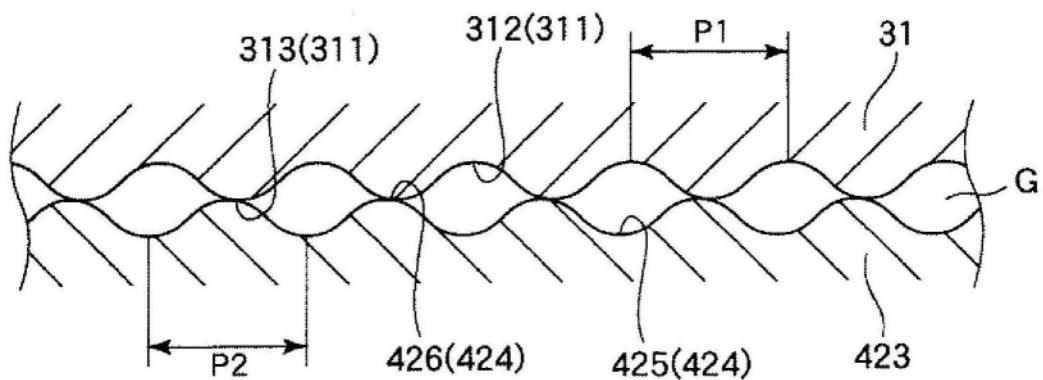


图8

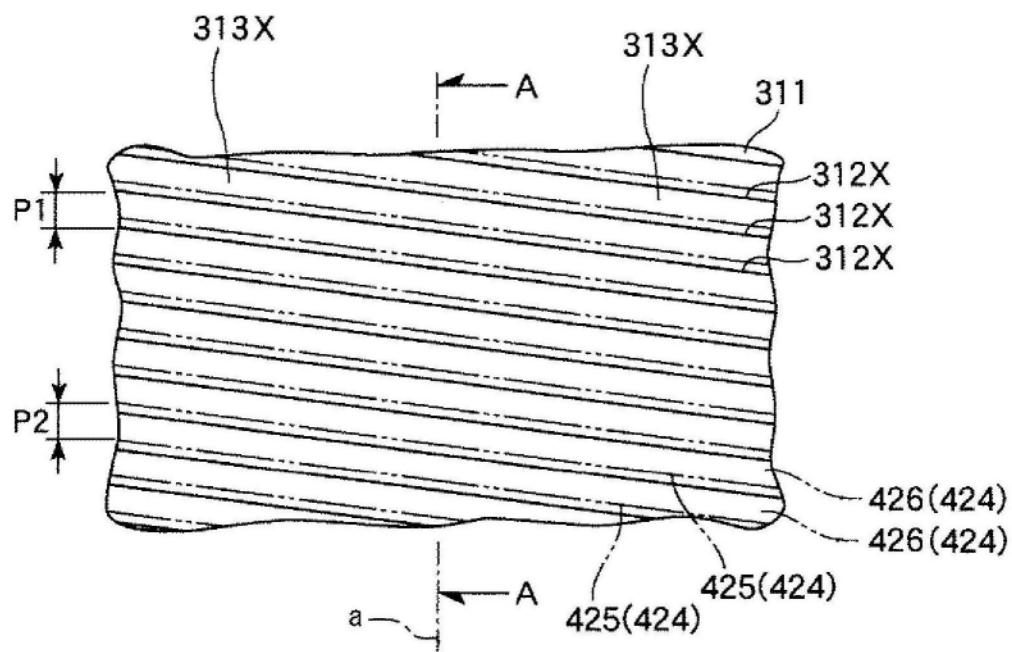


图9

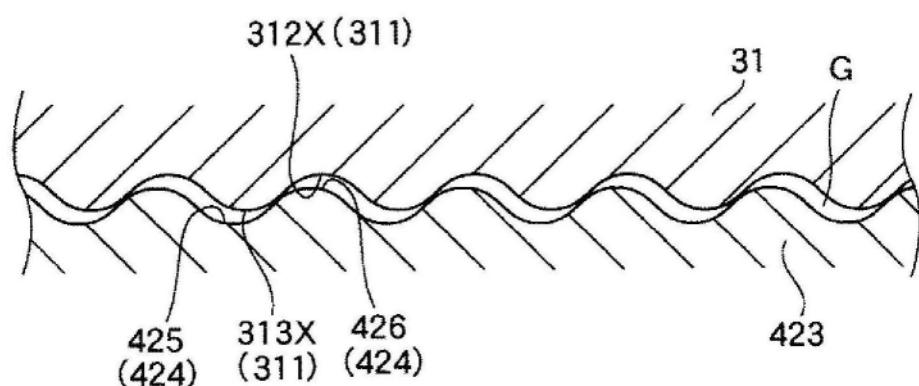


图10

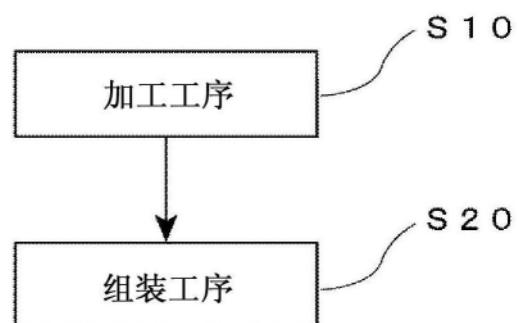


图11

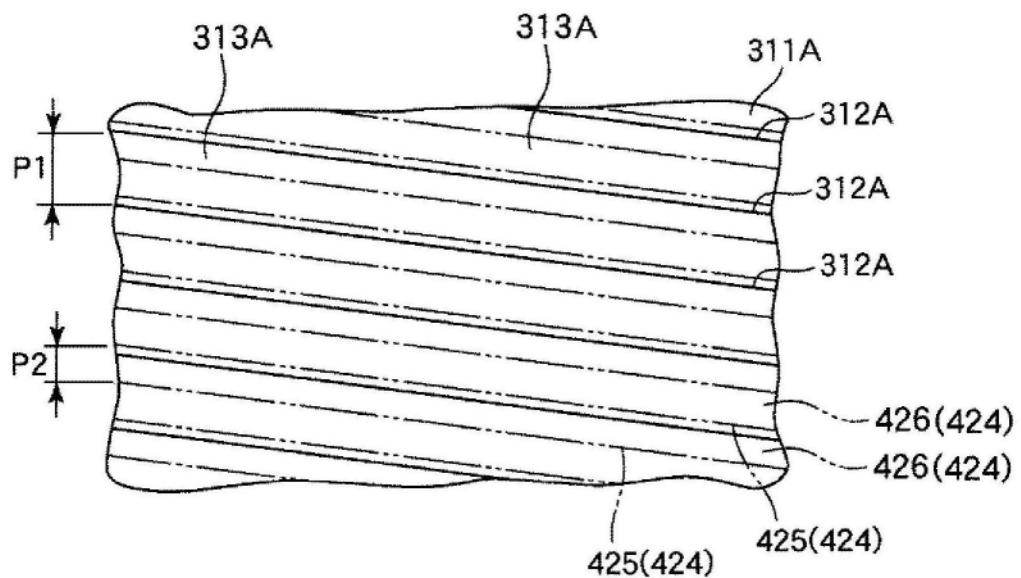


图12

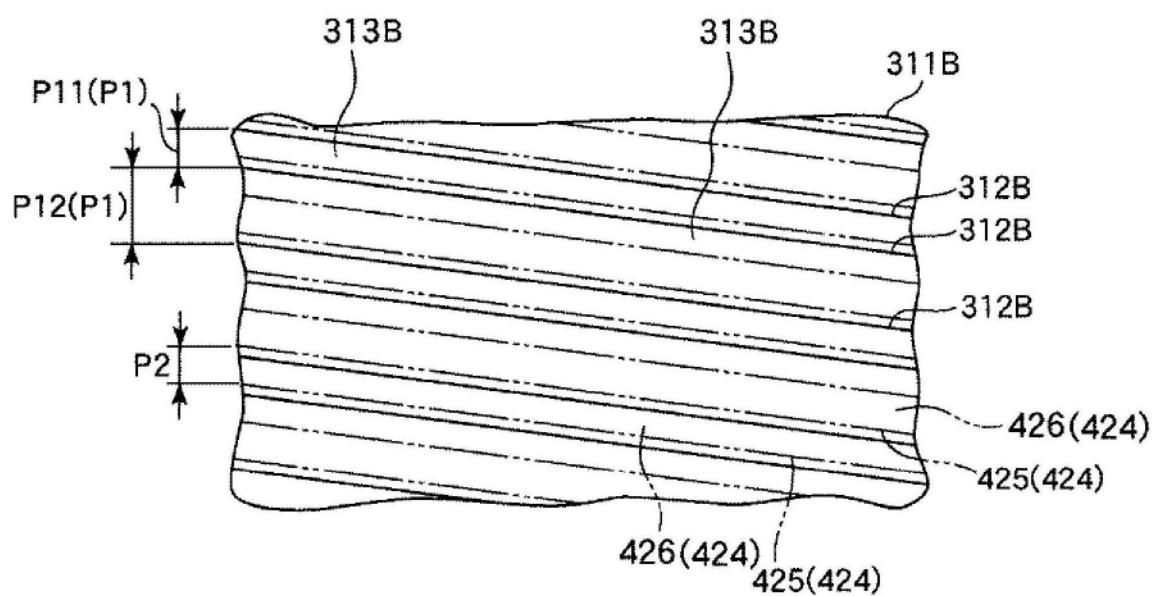


图13

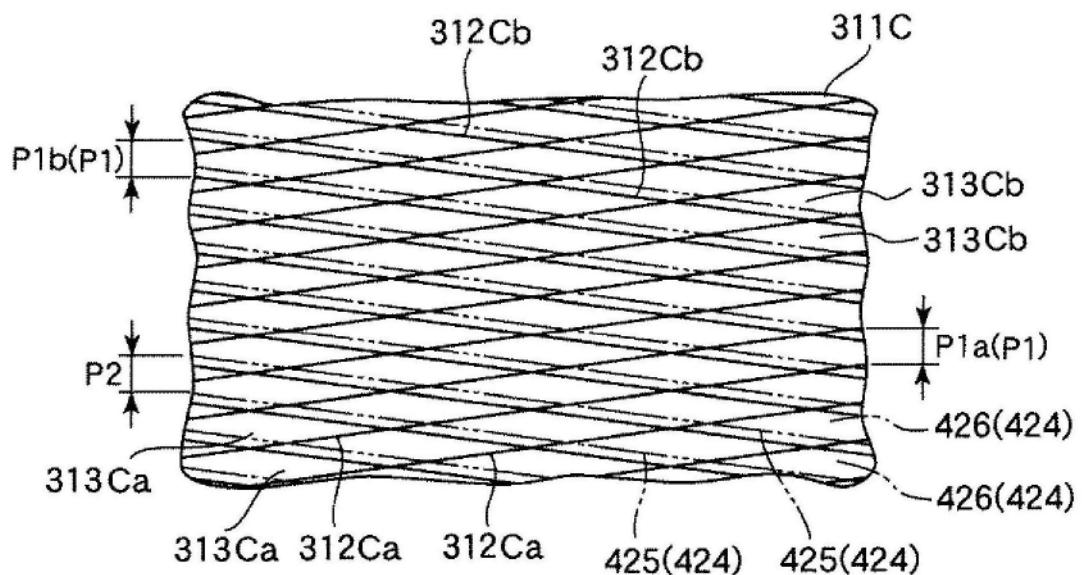


图14