



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113260552 B

(45) 授权公告日 2023. 03. 28

(21) 申请号 201980085793.2

(22) 申请日 2019.12.11

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113260552 A

(43) 申请公布日 2021.08.13

(30) 优先权数据
2018-244750 2018.12.27 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.06.23

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2019/048491 2019.12.11

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/137551 JA 2020.07.02

(73) 专利权人 日本精工株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 安田要 海野健太郎 黛隆典
寺门寿史

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

专利代理师 金成哲 郑毅

(51) Int.Cl.

B62D 3/12 (2006.01)

B21H 3/04 (2006.01)

B21K 1/76 (2006.01)

B23K 20/12 (2006.01)

F16H 19/04 (2006.01)

F16H 25/22 (2006.01)

审查员 李杨松

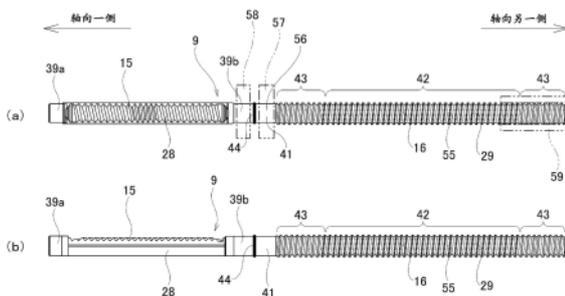
权利要求书3页 说明书14页 附图12页

(54) 发明名称

电动助力转向装置用的直线驱动轴、电动助力转向装置以及它们的制造方法

(57) 摘要

关于通过摩擦压接结合齿条轴部和滚珠丝杠轴部的直线驱动轴,提高具有齿条轴部的部分与具有滚珠丝杠轴部的部分的同轴度。在丝杠轴部(29)设置定心用的把持部(56),用定心用的第一把持件(57)把持丝杠轴部(29)的把持部(56),而且用定心用的第二把持件(58)把持齿条轴部(28),在该状态下,旋转驱动第一把持件(57),由此使丝杠轴部(29)和齿条轴部(28)相对旋转,并且使齿条轴部(28)和丝杠轴部(29)的轴向端部彼此对顶,从而通过摩擦压接结合齿条轴部(28)和丝杠轴部(29)。



1. 一种电动助力转向装置用的直线驱动轴的制造方法,该直线驱动轴具备:在外周部具有齿条齿部的齿条轴部;在外周部具有滚珠丝杠部的丝杠轴部;以及上述齿条轴部与上述丝杠轴部的结合部,

上述电动助力转向装置用的直线驱动轴的制造方法的特征在于,具备:

制造上述齿条轴部的工序;

制造上述丝杠轴部的工序;以及

通过摩擦压接结合上述齿条轴部和上述丝杠轴部的工序,

制造上述齿条轴部的工序包括通过塑性加工在齿条轴部用原料形成上述齿条齿部的工序,

制造上述丝杠轴部的工序包括:通过塑性加工在丝杠轴部用原料形成上述滚珠丝杠部的工序;以及以上述滚珠丝杠部为基准,在上述丝杠轴部中的与上述齿条轴部结合的一侧的轴向端部的外周部形成定心用的把持部的工序,

在通过塑性加工形成上述滚珠丝杠部的工序中,在上述丝杠轴部的外周部中的包括与上述齿条轴部结合的一侧的轴向端部的预定的轴向范围形成上述滚珠丝杠部,

形成上述滚珠丝杠部的上述塑性加工是轧制加工,

在形成上述把持部的工序中,以构成上述滚珠丝杠部的完全轧制部的外螺纹槽为基准,对与上述齿条轴部结合的一侧的轴向端部实施削切加工,由此形成小径轴部,该小径轴部在外周部具有作为与上述外螺纹槽同轴的圆筒面的上述把持部,以及

通过摩擦压接结合上述齿条轴部和上述丝杠轴部的工序包括以下工序,即一边在利用定心用的第一把持件把持上述丝杠轴部的上述把持部的状态下,通过旋转驱动第一把持件使上述丝杠轴部旋转,并且在利用定心用的第二把持件把持上述齿条轴部的状态下,将上述齿条轴部保持为非旋转,一边使上述齿条轴部的轴向端部和上述丝杠轴部的上述轴向端部对顶。

2. 根据权利要求1所述的电动助力转向装置用的直线驱动轴的制造方法,其特征在于,在通过摩擦压接结合上述齿条轴部和上述丝杠轴部的工序中,在上述丝杠轴部中的与结合于上述齿条轴部的一侧在轴向上相反的一侧的部分的周围无晃动地外嵌套筒。

3. 根据权利要求1所述的电动助力转向装置用的直线驱动轴的制造方法,其特征在于,上述轧制加工是贯穿进给轧制加工。

4. 根据权利要求1所述的电动助力转向装置用的直线驱动轴的制造方法,其特征在于,在通过塑性加工形成上述滚珠丝杠部的工序中,在具有上述丝杠轴部的轴向尺寸的两倍的轴向尺寸的丝杠轴部用原料的外周部,通过上述轧制加工形成上述滚珠丝杠部,得到第一丝杠轴部中间原料,然后将该第一丝杠轴部中间原料在轴向中央位置切断,得到两个第二丝杠轴部中间原料,

以及在形成上述把持部的工序中,将第二丝杠轴部中间原料各自中的从切断部远离的一侧的轴向端部作为结合于上述齿条轴部的一侧的轴向端部。

5. 根据权利要求1所述的电动助力转向装置用的直线驱动轴的制造方法,其特征在于,在通过塑性加工形成上述滚珠丝杠部的工序中,在具有超过上述丝杠轴部的轴向尺寸的预定的轴向尺寸的丝杠轴部用原料的外周部,通过上述轧制加工形成上述滚珠丝杠部,得到第一丝杠轴部中间原料,然后将该第一丝杠轴部中间原料切断成上述丝杠轴部的轴向

尺寸,得到第二丝杠轴部中间原料,

以及在形成上述把持部的工序中,将第二丝杠轴部中间原料的轴向一侧的端部作为结合于上述齿条轴部的一侧的轴向端部。

6. 一种电动助力转向装置的制造方法,该电动助力转向装置具备:

直线驱动轴,其具备在外周部具有齿条齿部的齿条轴部、在外周部具有滚珠丝杠部的丝杠轴部、以及上述齿条轴部与上述滚珠丝杠部的结合部;

小齿轮轴,其具有与上述齿条齿部啮合的小齿轮齿部;

电动马达;以及

滚珠螺母,其经由多个滚珠与上述滚珠丝杠部螺纹结合,且被上述电动马达旋转驱动,上述电动助力转向装置的制造方法的特征在于,

具备制造上述直线驱动轴的工序,

在该工序中,通过权利要求1~5中任一项所述的电动助力转向装置用的直线驱动轴的制造方法制造上述直线驱动轴。

7. 一种电动助力转向装置用的直线驱动轴,其特征在于,具备:

在外周部具有齿条齿部的齿条轴部;

在外周部具有滚珠丝杠部的丝杠轴部;

上述齿条轴部与上述丝杠轴部的结合部;以及

定心用的把持部,其设于上述丝杠轴部中的上述结合部侧的轴向端部的外周部,

上述把持部是与构成上述滚珠丝杠部的完全轧制部的外螺纹槽同轴的圆筒面,上述把持部以及在外周部具有该把持部的小径轴部以构成上述滚珠丝杠部的完全轧制部的外螺纹槽为基准,通过对与上述齿条轴部结合的一侧的轴向端部实施削切加工而形成。

8. 根据权利要求7所述的电动助力转向装置用的直线驱动轴,其特征在于,

上述丝杠轴部遍及在轴向上从上述把持部离开的部分的轴向全长具有上述滚珠丝杠部。

9. 根据权利要求8所述的电动助力转向装置用的直线驱动轴,其特征在于,

上述滚珠丝杠部在远离上述齿条轴部的一侧的轴向端部具有不完全轧制部,而且在轴向上从该不完全轧制部离开的剩余部具有上述完全轧制部。

10. 一种电动助力转向装置,其特征在于,具备:

直线驱动轴,其具备在外周部具有齿条齿部的齿条轴部、在外周部具有滚珠丝杠部的丝杠轴部、上述齿条轴部与上述丝杠轴部的结合部、以及设于上述丝杠轴部中的上述结合部侧的轴向端部的外周部的定心用的把持部,上述把持部是与构成上述滚珠丝杠部的完全轧制部的外螺纹槽同轴的圆筒面,上述把持部以及在外周部具有该把持部的小径轴部以构成上述滚珠丝杠部的完全轧制部的外螺纹槽为基准,通过对与上述齿条轴部结合的一侧的轴向端部实施削切加工而形成;

小齿轮轴,其具有与上述齿条齿部啮合的小齿轮齿部;

电动马达;以及

滚珠螺母,其经由多个滚珠与上述滚珠丝杠部螺纹结合,而且被上述电动马达旋转驱动。

11. 根据权利要求10所述的电动助力转向装置,其特征在于,

上述滚珠丝杠部在远离上述齿条轴部的一侧的轴向端部具有不完全轧制部,而且在轴向上从该不完全轧制部离开的剩余部具有上述完全轧制部,
仅上述滚珠丝杠部中的上述完全轧制部与上述多个滚珠卡合。

电动助力转向装置用的直线驱动轴、电动助力转向装置以及它们的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及构成汽车等车辆用的电动助力转向装置的直线驱动轴、包括该直线驱动轴的电动助力转向装置以及它们的制造方法。

背景技术

[0002] 在汽车等车辆用的转向装置中,方向盘的旋转传递给转向齿轮单元的输入轴,该输入轴的旋转被转换成沿车体的宽度方向配置的直线驱动轴(齿条轴)的轴向的直线运动。由此,支撑于直线驱动轴的轴向两侧的端部的拉杆被推拉,从而对转向轮赋予舵角。

[0003] 包括用于降低驾驶员为了操作方向盘而所需的力的电动辅助装置的、由电动助力转向装置构成的转向装置正在被广泛实施。电动助力转向装置将电动马达的辅助动力赋予给随着方向盘的旋转而旋转或直线运动的部件。作为电动助力转向装置,已知如下三种:对转向轴赋予辅助动力的柱辅助型;对转向齿轮单元的输入轴(小齿轮轴)赋予辅助动力的小齿轮辅助型;以及对转向齿轮单元的直线驱动轴赋予辅助动力的齿条辅助型。这些中的齿条辅助型的电动助力转向装置具有容易将辅助动力高输出化的优点。

[0004] 在齿条辅助型的电动助力转向装置中,将电动马达的旋转转矩通过滚珠丝杠机构转换成直线驱动轴的轴向的直线运动,并赋予给该直线驱动轴。该直线驱动轴在轴向一侧部分具备与随着方向盘的旋转而旋转的输入轴的小齿轮齿部啮合的齿条齿部,而且,在轴向另一侧部分具备滚珠丝杠部,该滚珠丝杠部以螺旋状形成有具有大致半圆弧形的截面形状的外螺纹槽。若想要由一个原料制造该直线驱动轴,则在齿条齿部和滚珠丝杠部的任意一方的部位的形状精度、尺寸精度不足的情况下,均必须作为不良品废弃,从降低成本方面考虑是不利的。

[0005] 日本特开2005—247163号公报中记载了通过摩擦压接来结合在外周部具有齿条齿的齿条轴和在外周部具有螺纹槽的丝杠轴的直线驱动轴的制造方法。日本特开2005—247163号公报记载的方法中,在制造齿条轴的工序中,通过对高精度地进行了精加工的轴原料的轴向一部分的外周部实施加工,从而形成齿条齿,并且将上述轴原料的残余部的外周部作为支撑部不进行加工而直接残留。另外,在制造丝杠轴的工序中,对高精度地进行了精加工的轴原料的轴向一部分的外周部实施加工,从而形成螺纹槽,并且将上述轴原料的残余部的外周部作为支撑部不进行加工而直接残留。然后,在通过卡住齿条轴的支撑部和丝杠轴的支撑部进行齿条轴与丝杠轴的定心的状态下,通过摩擦压接结合齿条轴和丝杠轴。由此,使直线驱动轴中的具有齿条齿的部分与具有螺纹槽的部分的同轴度落在容许范围内。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2005—247163号公报

发明内容

[0009] 发明所要解决的课题

[0010] 日本特开2005-247163号公报记载的方法在以下的方面具有改良的余地。

[0011] 即,在制造丝杠轴的工序中,若通过对轴原料的轴向一部分实施加工来形螺纹槽,则有可能随着该加工,丝杠轴产生弯曲变形等,作为加工部的具有螺纹槽的部分与作为未加工部的支撑部的同轴度降低。其结果,关于完成后的直线驱动轴,有可能具有齿条齿的部分与具有螺纹槽的部分的同轴度在容许范围内降低。

[0012] 本发明的目的在于实现能够实现具有齿条齿部的部分与具有滚珠丝杠部的部分同轴度的提高的直线驱动轴的构造及其制造方法。

[0013] 用于解决课题的方案

[0014] 成为本发明的制造对象的电动助力转向装置用的直线驱动轴具备:在外周部具有齿条齿部的齿条轴部;在外周部具有滚珠丝杠部的丝杠轴部;以及上述齿条轴部与上述丝杠轴部的结合部。具体而言,上述齿条轴部和上述丝杠轴部通过摩擦压接结合。

[0015] 本发明的电动助力转向装置用的直线驱动轴的制造方法具备:制造上述齿条轴部的工序;制造上述丝杠轴部的工序;以及通过摩擦压接结合上述齿条轴部和上述丝杠轴部的工序。

[0016] 制造上述齿条轴部的工序包括通过塑性加工在齿条轴部用原料形成上述齿条齿部的工序。制造上述丝杠轴部的工序包括通过塑性加工在丝杠轴部用原料形成上述滚珠丝杠部的工序。

[0017] 特别地,本发明的电动助力转向装置用的直线驱动轴的制造方法中,制造上述丝杠轴部的工序包括以上述滚珠丝杠部为基准,在上述丝杠轴部中的与上述齿条轴部结合的一侧的轴向端部的外周部形成定心用的把持部的工序。

[0018] 通过摩擦压接结合上述齿条轴部和上述丝杠轴部的工序包括以下工序,即一边在利用定心用的第一把持件把持上述丝杠轴部的上述把持部的状态下,通过旋转驱动第一把持件使上述丝杠轴部旋转,并且在利用定心用的第二把持件把持上述齿条轴部的状态下,将上述齿条轴部保持为非旋转,一边使上述齿条轴部的轴向端部和上述丝杠轴部的上述轴向端部对顶。

[0019] 优选的是,在形成上述把持部的工序中,以构成上述滚珠丝杠部的外螺纹槽为基准形成上述把持部。

[0020] 优选的是,在通过摩擦压接结合上述齿条轴部和上述丝杠轴部的工序中,在上述丝杠轴部中的与结合于上述齿条轴部的一侧在轴向上相反的一侧的部分的周围无晃动地外嵌套筒。

[0021] 形成上述滚珠丝杠部的上述塑性加工优选是轧制加工,更优选是贯穿进给轧制加工。

[0022] 能够是,在通过塑性加工形成上述滚珠丝杠部的工序中,在上述丝杠轴部的外周部中的包括结合于上述齿条轴部的一侧的轴向端部的预定的轴向范围形成上述滚珠丝杠部,以及在形成上述把持部的工序中,以上述滚珠丝杠部中的在轴向上从结合于上述齿条轴部的一侧的轴向端部离开的部分为基准,对结合于上述齿条轴部的一侧的轴向端部实施削切加工,由此形成上述把持部。

[0023] 或者,能够是,在通过塑性加工形成上述滚珠丝杠部的工序中,在具有上述丝杠轴部的轴向尺寸的两倍的轴向尺寸的丝杠轴部用原料的外周部,通过上述轧制加工形成上述滚珠丝杠部,得到第一丝杠轴部中间原料,然后将该第一丝杠轴部中间原料在轴向中央位置切断,得到两个第二丝杠轴部中间原料,以及在形成上述把持部的工序中,将第二丝杠轴部中间原料各自中的从切断部远离的一侧的轴向端部作为结合于上述齿条轴部的一侧的轴向端部。

[0024] 或者,能够是,在通过塑性加工形成上述滚珠丝杠部的工序中,在具有超过上述丝杠轴部的轴向尺寸的预定的轴向尺寸的丝杠轴部用原料的外周部,通过上述轧制加工形成上述滚珠丝杠部,得到第一丝杠轴部中间原料,然后将该第一丝杠轴部中间原料切断成上述丝杠轴部的轴向尺寸,得到第二丝杠轴部中间原料,以及在形成上述把持部的工序中,将第二丝杠轴部中间原料的轴向一侧的端部作为结合于上述齿条轴部的一侧的轴向端部。

[0025] 成为本发明的制造对象的电动助力转向装置具备:直线驱动轴,其具备在外周部具有齿条齿部的齿条轴部、在外周部具有滚珠丝杠部的丝杠轴部、以及上述齿条轴部与上述滚珠丝杠部的结合部;小齿轮轴,其具有与上述齿条齿部啮合的小齿轮齿部;电动马达;以及滚珠螺母,其经由多个滚珠与上述滚珠丝杠部螺纹结合,且被上述电动马达旋转驱动。

[0026] 本发明的电动助力转向装置的制造方法具备制造上述直线驱动轴的工序。特别地,在本发明的电动助力转向装置的制造方法中,通过本发明的电动助力转向装置用的直线驱动轴的制造方法制造上述直线驱动轴。此外,关于直线驱动轴以外的部件的制造方法及个部件的组装工序,能够采用公知的任意的制造工序。

[0027] 本发明的电动助力转向用的直线驱动轴具备:在外周部具有齿条齿部的齿条轴部;在外周部具有滚珠丝杠部的丝杠轴部;上述齿条轴部与上述丝杠轴部的结合部;以及定心用的把持部,其设于上述丝杠轴部中的上述结合部侧的轴向端部的外周部。

[0028] 也能够是,上述丝杠轴部遍及在轴向上从上述把持部离开的一部分的轴向全长具有上述滚珠丝杠部。

[0029] 也能够是,上述滚珠丝杠部在远离上述齿条轴部的一侧的轴向端部具有不完全轧制部,而且在轴向上从该不完全轧制部离开的剩余部具有完全轧制部。

[0030] 本发明的电动助力转向装置具备:直线驱动轴,其具备在外周部具有齿条齿部的齿条轴部、在外周部具有滚珠丝杠部的丝杠轴部、上述齿条轴部与上述丝杠轴部的结合部、以及设于上述丝杠轴部中的上述结合部侧的轴向端部的外周部的定心用的把持部;小齿轮轴,其具有与上述齿条齿部啮合的小齿轮齿部;电动马达;以及滚珠螺母,其经由多个滚珠与上述滚珠丝杠部螺纹结合,而且被上述电动马达旋转驱动。

[0031] 在本发明的电动助力转向装置中,上述滚珠丝杠部能够在远离上述齿条轴部的一侧的轴向端部具有不完全轧制部,而且在轴向上从该不完全轧制部离开的剩余部具有完全轧制部,该情况下,能够仅使上述滚珠丝杠部中的上述完全轧制部与上述多个滚珠卡合。

[0032] 发明效果

[0033] 根据本发明,在电动助力转向装置用的直线驱动轴中,能够提高具有齿条齿部的部分与具有滚珠丝杠部的部分的同轴度。

附图说明

[0034] 图1是本发明的实施方式的第一例的电动助力转向装置的示意图。

[0035] 图2是表示第一例的电动助力转向装置中的转向齿轮单元及电动辅助装置的局部切割立体图。

[0036] 图3(a)是第一例的直线驱动轴的俯视图,图3(b)是从下方观察图3(a)的直线驱动轴的图。

[0037] 图4(a)是表示用于形成构成第一例的直线驱动轴的齿条轴部的齿条轴部用原料的端视图,图4(b)是从图4(a)的右方观察到的齿条轴部用原料的侧视图。

[0038] 图5(a)~图5(d)是按工序顺序表示形成第一例的齿条轴部的齿条齿部的作业的剖视图。

[0039] 图6(a)是第一例的齿条轴部的俯视图,图6(b)是从下方观察图6(a)的齿条轴部的图。

[0040] 图7(a)是表示用于形成构成第一例的直线驱动轴的丝杠轴部的丝杠轴部用原料的端视图,图7(b)是从图7(a)的右方观察到的丝杠轴部用原料的侧视图。

[0041] 图8(a)是用于形成第一例的丝杠轴部的丝杠轴部中间原料的俯视图,图8(b)是第一例的丝杠轴部的俯视图,图8(c)是图8(b)的A部放大图。

[0042] 图9是第一例的齿条轴部与丝杠轴部的结合部(摩擦压接部)的剖视图。

[0043] 图10(a)是用于形成构成本发明的实施方式的第三例的直线驱动轴的丝杠轴部的第一丝杠轴部中间原料的俯视图,图10(b)是用于形成第三例的丝杠轴部的第二丝杠轴部中间原料的俯视图,图10(c)是第三例的丝杠轴部的局部切割俯视图。

[0044] 图11(a)是用于形成构成本发明的实施方式的第四例的直线驱动轴的丝杠轴部的第一丝杠轴部中间原料的俯视图,图11(b)是用于形成第四例的丝杠轴部的第二丝杠轴部中间原料的俯视图,图11(c)是第四例的丝杠轴部的俯视图。

[0045] 图12(a)~图12(c)是表示齿条轴部与丝杠轴部的结合部的三个不同例的剖视图。

具体实施方式

[0046] [第一例]

[0047] 使用图1~图9,对本发明的实施方式的第一例进行说明。此外,在以下的说明中,前后方向是指车辆的前后方向。

[0048] (电动助力转向装置及其制造方法)

[0049] 本例的电动助力转向装置具有通过推拉拉杆对左右的转向轮12赋予与驾驶员对方向盘1的操作量相应的舵角的功能和降低驾驶员为了操作方向盘1所需的力的功能。本例的电动助力转向装置至少具备直线驱动轴9、小齿轮轴8、电动马达19以及滚珠螺母23。直线驱动轴9具备:在外周部具有齿条齿部15的齿条轴部28;在外周部具有滚珠丝杠部16的丝杠轴部29;以及作为齿条轴部28与丝杠轴部29的摩擦压接的结合部的摩擦压接部44。小齿轮轴8具有与齿条齿部15啮合的小齿轮齿部14。小齿轮轴8随着方向盘1的旋转而旋转。滚珠螺母23经由多个滚珠24螺纹结合于滚珠丝杠部16,而且被电动马达19旋转驱动。

[0050] 在装入有本例的电动助力转向装置的转向装置中,当驾驶员旋转方向盘1时,方向盘1的旋转经由转向轴2、后侧的万向接头3a、中间轴4以及前侧的万向接头3b传递到转向齿

轮单元5的输入轴7。即,方向盘1支撑固定于相对于车体可旋转地被支撑的转向轴2的后侧的端部。转向轴2的前侧的端部经由后侧的万向接头3a、中间轴4以及前侧的万向接头3b连接于转向齿轮单元5的输入轴7。

[0051] 构成转向装置的齿条小齿轮式的转向齿轮单元5具备固定于车体的外壳13、输入轴7、未图示的扭力杆、小齿轮轴8、直线驱动轴9以及未图示的按压机构。

[0052] 在转向齿轮单元5中,输入轴7的旋转经由未图示的扭力杆传递到构成本例的电动助力转向装置的小齿轮轴8,小齿轮轴8的旋转运动通过小齿轮齿部14与齿条齿部15的啮合部转换成构成本例的电动助力转向装置的直线驱动轴9的轴向的直线运动。当直线驱动轴9沿轴向直线运动时,经由球接头10连接于直线驱动轴9的轴向两侧的端部的拉杆被推拉,从而对左右的转向轮12赋予与方向盘1的操作量相应的舵角。

[0053] 小齿轮轴8在前端部具有小齿轮齿部14。小齿轮轴8与输入轴7同轴地配置于输入轴7的前端部,而且经由扭力杆可进行转矩传递地连接于输入轴7。小齿轮轴8通过未图示的滚动轴承仅可旋转地支撑于外壳13的内侧。

[0054] 直线驱动轴9具备:配置于轴向一侧部分(图1~图3(b)的左侧部分),且在外周部具有齿条齿部15的齿条轴部28;配置于轴向另一侧部分(图1~图3(b)的右侧部分),且在外周部具有滚珠丝杠部16的丝杠轴部29;以及作为齿条轴部28与丝杠轴部29的结合部的摩擦压接部44。即,直线驱动轴9通过利用摩擦压接结合分别独立制造的齿条轴部28的轴向另一侧的端部和丝杠轴部29的轴向一侧的端部而形成。

[0055] 滚珠丝杠部16在直线驱动轴9的从轴向中间部到轴向另一侧的端部的范围具备以螺旋状形成且具有大致半圆形的截面形状的外螺纹槽55。

[0056] 齿条齿部15及滚珠丝杠部16均通过塑性加工形成。具体而言,齿条齿部15通过锻造加工形成。滚珠丝杠部16通过轧制加工形成。

[0057] 本例中,齿条轴部28及丝杠轴部29均由实心的轴部构成。但是,在实施本发明的情况下,齿条轴部28和丝杠轴部29中的一方或双方也能够由中空的轴部构成。

[0058] 通过构成滚珠丝杠机构20的滚珠丝杠部16与构成滚珠丝杠机构20的多个滚珠24螺纹结合,直线驱动轴9相对于外壳13可进行轴向的直线运动地被支撑。直线驱动轴9的齿条齿部15啮合于小齿轮轴8的小齿轮齿部14。由此,小齿轮轴8的旋转运动转换成直线驱动轴9的直线运动。直线驱动轴9相对于外壳13的旋转被齿条齿部15与小齿轮齿部14的啮合阻止。

[0059] 本例的转向齿轮单元5具有VGR(可变传动比)构造,即,相当于小齿轮轴8的单位旋转角度的直线驱动轴9的轴向移动量的比率行程(直线驱动轴9的轴向移动量/小齿轮轴8的旋转角度)根据小齿轮轴8的旋转角度变化。具体而言,转向齿轮单元5中,在行程的中央部附近、即作为汽车直线前进的状态下的方向盘1的旋转位置的中立旋转位置附近,将比率行程设定为恒定的较低的值,在行程的两侧的端部附近、即将方向盘1转向到转向极限的状态(所谓的抵碰状态)下的方向盘1的旋转位置附近,将比率行程设定为恒定的较高的值。比率行程在行程的中央部附近与行程的两侧的端部附件之间部分连续地或阶段性地变化。因此,使与齿条齿部15有关的齿的齿节、齿的形状、齿线的倾斜角等各因素根据轴向位置变化。

[0060] 本例的电动助力转向装置中,转向齿轮单元5具有VGR构造,因此在行程的中央部

附近,相对于方向盘1的操作量的转向轮12的转角变小,直线前进行驶时的行驶安定性提高。

[0061] 按压机构在外壳13的内侧隔着直线驱动轴9容纳于小齿轮轴8的径向相反侧,基于弹簧的弹力等对直线驱动轴9向小齿轮轴8施力。由此,保证小齿轮齿部14与齿条齿部15的啮合状态适当,抑制小齿轮齿部14与齿条齿部15的啮合部处的杂音的产生,而且提高方向盘1的操作感。

[0062] 本例的转向装置具备电动辅助装置6。电动辅助装置6配置于外壳13的内侧,且具备转矩传感器18、电动马达19、滚珠丝杠机构20、以及未图示的控制部。电动辅助装置6中,对直线驱动轴9赋予构成本例的助力转向装置的电动马达19的辅助动力,可以减轻驾驶员为了操作方向盘1所需的力。当方向盘1旋转时,从方向盘1传递到输入轴7的转矩的方向及大小被转矩传感器18检测,并发送至未图示的控制部。控制部根据由转矩传感器18检测出的转矩的方向及大小、车速等控制对电动马达19的通电量,旋转驱动电动马达19的输出轴21。输出轴21的旋转经由驱动带轮25、环形带26以及从动带轮27传递到构成本例的电动助力转向装置的滚珠螺母23。滚珠螺母23的旋转运动通过滚珠丝杠机构20转换成直线驱动轴9的轴向的直线运动。

[0063] 滚珠丝杠机构20包括配备于滚珠螺母23的内周面的螺旋状的内螺纹槽22、滚珠丝杠部16的外螺纹槽55、以及滚动自如地配置于内螺纹槽22与外螺纹槽55之间的多个滚珠24。滚珠螺母23经由多个滚珠24与滚珠丝杠部16螺纹结合。滚珠螺母23相对于外壳13由滚动轴承54(参照图2)等支撑为仅自如旋转。

[0064] 在本例的直线驱动轴9中,如图3(a)及图3(b)所示,滚珠丝杠部16在轴向中间部具有完全轧制部42,且在轴向两侧的端部具有不完全轧制部43。完全轧制部42是导程槽形状精度等稳定且具有预定的螺纹牙高度的部分。不完全轧制部43是与完全轧制部42相比,导程槽形状精度等不安定且螺纹牙高度不足的部分。在本例中,滚珠丝杠部16中的仅完全轧制部42用作与多个滚珠24的卡合部。即,在本例中,以多个滚珠24仅与完全轧制部42卡合,多个滚珠24与不完全轧制部43不卡合的方式,限制滚珠丝杠机构20的轴向的动作范围。

[0065] 电动辅助装置6一边由上述控制部根据转矩传感器18检测出的转矩的方向及大小和车速信号控制对电动马达19的通电量,一边旋转驱动电动马达19的输出轴21。输出轴21的旋转运动经由驱动带轮25、环形带26以及从动带轮27传递到滚珠螺母23,滚珠螺母23的旋转运动经由多个滚珠24转换成直线驱动轴9的轴向的直线运动。由此,以比驾驶员对方向盘1的操作力大的力使直线驱动轴9直线运动。该结果,驾驶员为了操作方向盘1而所需的力降低。

[0066] 本例的电动助力转向装置的制造方法包括如下工序:分别制造作为本例的电动助力转向装置的结构部件的直线驱动轴9、小齿轮轴8、电动马达19以及滚珠螺母23;以及组装各部件,构成电动助力转向装置。特别是,本例的电动助力转向装置的制造方法具备直线驱动轴9的制造方法,且该直线驱动轴9的制造方法具有特征。

[0067] (直线驱动轴及其制造方法)

[0068] 参照图3(a)~图8(c),并对构成本例的电动助力转向装置的电动助力转向装置用的直线驱动轴9及其制造方法进行说明。

[0069] 本例的直线驱动轴9的制造方法具备:制造图6(a)及图6(b)所示的齿条轴部28的

工序;制造图8 (b) 及图8 (c) 所示的丝杠轴部29的工序;以及通过摩擦压接结合齿条轴部28和丝杠轴部29的工序。

[0070] 在制造齿条轴部28的工序中,准备图4 (a) 及图4 (b) 所示的齿条轴部用原料30。本例中,齿条轴部用原料30为金属制,是具有圆柱形状的实心的圆棒。作为齿条轴部用原料30的材质的金属,例如,能够采用S48C、S53C等机械构造用碳钢、合金钢这样的各种钢。齿条轴部28通过在齿条轴部用原料30的轴向中间部的外周部的周向一部分利用作为塑性加工的冷锻加工形成齿条齿部15来制造。

[0071] 具体而言,如图5 (a) 所示,将齿条轴部用原料30放在形成于承模31的上表面的截面圆弧形的凹槽部32内。然后,如图5 (b) 所示,利用沿凹槽部32的形成方向(图5 (b) 的表背方向)伸长的按压冲头33的前端面将齿条轴部用原料30沿向凹槽部32的底面挤压的方向强力地按压,即进行锻锻加工。该锻锻加工中,在齿条轴部用原料30的轴向中间部将应形成齿条齿部15的部分压瘪,而且扩大宽度尺寸,得到齿条轴部中间原料34。

[0072] 然后,如图5 (c) 所示,将齿条轴部中间原料34放在设于冲模35的截面U字形的保持孔36的底部37。然后,如图5 (c) 至图5 (d) 所示,利用插入到保持孔36内的齿成形用冲头38将齿条轴部中间原料34向底部37强力地按入。作为齿成形用冲头38的前端面的加工面具有与应得到的齿条齿部15相称的形状、即相对于应得到的齿条齿部15的形状凹凸反转的形状。因此,通过利用齿成形用冲头38将齿条轴部中间原料34向底部37强力按入,齿条轴部中间原料34的轴向中间部中的被加工面按压的被加工面效仿齿成形用冲头38的加工面塑性变形,被加工成具有图5 (d) 所示那样的齿条齿部15的齿条轴部28。根据需要,为了使齿条轴部28的形状精度及尺寸精度更良好,在图5 (d) 的工序之后进行实施精压加工的操作。

[0073] 通过对齿条轴部28中的至少齿条齿部15实施基于高频加热等进行的适当的热处理,提高齿条齿部15的硬度等机械性质。

[0074] 得到的齿条轴部28的外周面中的齿条齿部15的背面部分的曲率半径 R_{rh} 由于随着齿条齿部15的形成产生的塑性变形而比齿条轴部用原料30的外周面的曲率半径 R_{rs} (=齿条轴部用原料30的外径尺寸 D_{rs} 的1/2)大($R_{rh} > R_{rs}$)。与之相对,在齿条轴部28的轴向两侧的端部,齿条轴部用原料30的轴向两侧的端部未被加工而直接残留。即,齿条轴部28在轴向两侧的端部具备具有圆筒状的外周面的小径轴部39a、39b,该小径轴部39a、39b的圆筒状的外周面具有与齿条轴部用原料30相同的外径尺寸 D_{rs} 。

[0075] 在制造丝杠轴部29的工序中,准备图7 (a) 及图7 (b) 所示那样的丝杠轴部用原料40。在本例中,丝杠轴部用原料40为金属制,且为具有圆柱形状的实心的圆棒。作为丝杠轴部用原料40的材质的金属,例如,能够采用S48C、S53C等机械构造用碳钢、合金钢这样的各种的钢。丝杠轴部用原料40的材质也能够与齿条轴部28的齿条轴部用原料30的材质相同,或者也能够不同。本例中,丝杠轴部用原料40的外径尺寸 D_{bs} 与齿条轴部用原料30的外径尺寸 D_{rs} 相同($D_{bs} = D_{rs}$)。但是,在实施本发明的情况下,也能够使丝杠轴部用原料40的外径尺寸 D_{bs} 和齿条轴部用原料30的外径尺寸 D_{rs} 不同($D_{bs} \neq D_{rs}$)。

[0076] 本例中,在丝杠轴部用原料40的外周部通过作为塑性加工的冷轧加工形成滚珠丝杠部16。特别是,在本例中,作为该冷轧加工,采用贯穿进给轧制加工。

[0077] 在贯穿进给轧制加工中,使用使互相的中心轴彼此倾斜的一对轧制模(圆模)。然后,一边保持一对轧制模的间隔恒定,并且使一对轧制模互相沿同方向以同速度旋转,一边

向一对轧制模彼此之间沿轴向供给丝杠轴部用原料40。然后,一边在一对轧制模彼此之间产生丝杠轴部用原料40沿轴向移动的行进现象,一边对丝杠轴部用原料40的外周部实施轧制加工,由此在丝杠轴部用原料40的外周部形成滚珠丝杠部16。由此,得到图8(a)所示那样的遍及外周部的轴向全长形成有滚珠丝杠部16的丝杠轴部中间原料17。本例中,进行贯穿进给轧制加工时,将丝杠轴部用原料40的轴向另一侧作为先头侧,向一对轧制模彼此之间供给丝杠轴部用原料40,在一对轧制模彼此之间使丝杠轴部用原料40产生因行进而引起的轴向移动。因此,在进行贯穿进给轧制加工时,在丝杠轴部用原料40的外周部,从轴向另一侧朝向轴向一侧逐渐形成滚珠丝杠部16。实施本发明的情况下,也能够将丝杠轴部用原料40的轴向一侧作为先头侧向一对轧制模彼此之间供给。

[0078] 本例中,贯穿进给轧制加工时,在丝杠轴部用原料40在一对轧制模彼此之间沿轴向通过的途中,将该一对轧制模在径向上向互相分离的方向退避。即,在将一对轧制模在径向上向互相分离的方向退避的时刻,贯穿进给轧制加工结束。相当于滚珠丝杠部16中的向一对轧制模彼此之间最初供给的轴向另一侧的端部的轴向范围和相当于大致在最终阶段与一对轧制模接触的轴向一侧的端部的轴向范围为不完全轧制部43,相当于滚珠丝杠部16中的轴向中间部的剩余的轴向范围为完全轧制部42。本例中,在形成了具有预定的长度尺寸的滚珠丝杠部16的时刻,将一对轧制模在径向上向互相分离的方向退避。具体而言,该预定的长度尺寸是丝杠轴部中间原料17整体的长度尺寸。即,在本例中,形成滚珠丝杠部16的丝杠轴部29的外周部中的包括与齿条轴部28结合的一侧的轴向端部的预定的轴向范围是丝杠轴部29的轴向整体。

[0079] 在本例中,在丝杠轴部用原料40结束完全通过一对轧制模彼此之间前便结束贯穿进给轧制加工,因此能够实现循环时间的降低以及一对轧制模的寿命的提高。

[0080] 在通过轧制加工形成滚珠丝杠部16的情况下,也能够取代贯穿进给轧制加工而采用横切进给轧制加工、板轧制加工等其它种类的轧制加工。

[0081] 通过对丝杠轴部中间原料17的滚珠丝杠部16中的至少完全轧制部42实施基于高频加热等进行的适当的热处理,提高完全轧制部42的硬度等机械性质。

[0082] 在本例中,接下来以丝杠轴部中间原料17的完全轧制部42的外螺纹槽55为基准,对位于丝杠轴部中间原料17的轴向一侧的不完全轧制部43的轴向一侧的端部的外周部实施作为切削加工的车削加工、磨削加工、研磨加工等削切加工。由此,在丝杠轴部中间原料17的轴向一侧的端部的外周部形成作为与完全轧制部42的外螺纹槽55同轴的圆筒面的定心用的把持部56。换言之,在丝杠轴部中间原料17的轴向一侧的端部形成将外周部作为把持部56的小径轴部41。由此,得到图8(b)所示那样的丝杠轴部29。在本例的丝杠轴部29中,以外螺纹槽55为基准形成把持部56,因此把持部56的轴不会从滚珠丝杠部16的轴偏离,把持部56与滚珠丝杠部16同轴。

[0083] 把持部56能够由未图示的完全的圆筒面构成,或者,也能够由滚珠丝杠部16的剩余槽底部的圆筒面构成。在本例中,仅削除丝杠轴部中间原料17的轴向一侧的不完全轧制部43的轴向一侧的端部来作为把持部56,但是也能够在该不完全轧制部43的轴向全范围进行削除来作为把持部56。

[0084] 可代替地,也能够是,在丝杠轴部用原料40结束完全通过一对轧制模彼此之间前结束贯穿进给轧制加工时,提前结束轧制加工,由此在丝杠轴部用原料40的轴向一侧的端

部设置未实施轧制加工的非轧制部,然后以完全轧制部42的外螺纹槽55为基准,削除非轧制部的外周部,由此将该进行了削除的部分用作与完全轧制部42的外螺纹槽55同轴的把持部56。

[0085] 此外,在形成把持部56的工序中,也能够以完全轧制部42中的从外螺纹槽55分离的螺纹牙为基准,对位于丝杠轴部中间原料17的轴向一侧的不完全轧制部43的轴向一侧的端部的外周部实施削加工,由此形成把持部56。但是,从确保成为削切加工的基准的部分的形状精度良好的方面出发,优选以外螺纹槽55为基准,对不完全轧制部43的轴向一侧的端部的外周部实施削切加工。

[0086] 进一步地,虽然脱离本发明的技术性范围,但只要通过贯穿进给轧制加工形成丝杠轴部29的滚珠丝杠部16,也能够以完全轧制部42为基准,在丝杠轴部用原料40结束完全通过一对轧制模彼此之间前结束贯穿进给轧制加工时,提前结束轧制加工,由此将丝杠轴部用原料40的轴向一侧的端部作为非轧制部,将该非轧制部的外周部直接用作把持部。

[0087] 这样制造出的丝杠轴部29中的形成滚珠丝杠部16的轴向范围的外径尺寸(完全轧制部42的外径尺寸 Dbg)由于随着轧制加工产生的塑性变形而比丝杠轴部用原料40的外径尺寸 Db_s 大($Dbg > Db_s$)。与之相对,小径轴部41的外径尺寸与丝杠轴部用原料40的外径尺寸 Db_s 同程度(即,与 Db_s 相同,或者比 Db_s 稍小或稍大的值),换言之,与 Db_s 同等。

[0088] 接下来,对通过摩擦压接结合齿条轴部28和丝杠轴部29的工序进行说明。摩擦压接是通过使两个金属部件一边互相对顶并加压,一边相对旋转,利用在对顶部产生的摩擦热接合两个金属部件的方法。

[0089] 通过摩擦压接结合齿条轴部28和丝杠轴部29时,首先,进行齿条轴部28与丝杠轴部29的定心,由此将齿条轴部28和丝杠轴部29同轴配置,且使齿条轴部28的轴向另一侧端部的端面和作为丝杠轴部29的轴向一侧端部的小径轴部41的端面对顶,并进行加压。在该状态下,使齿条轴部28和丝杠轴部29相对旋转,由此在对顶部产生摩擦热。在由此使对顶部成为高温且高加压状态后,停止相对旋转。该结果,得到对顶部随着冷却成为摩擦压接部44的直线驱动轴9。

[0090] 特别是在本例中,在进行摩擦压接时,利用定心用的第一把持件57(参照图3(a)及图8(b))把持丝杠轴部29的把持部56,且利用定心用的第二把持件58(参照图3(a)及图6(a))把持齿条轴部28的小径轴部39b的外周面,由此进行齿条轴部28与丝杠轴部29的定心。在该状态下,旋转驱动第一把持件57,由此一边使丝杠轴部29旋转,且保持齿条轴部28非旋转,一边使齿条轴部28和丝杠轴部29的互相接近的一侧的轴向端部彼此、即齿条轴部28的轴向另一侧的端部和丝杠轴部29的轴向一侧的端部对顶,从而进行摩擦压接。

[0091] 作为第一把持件57及第二把持件58,能够采用弹簧夹头、液压式的三爪夹头等各种把持件。关于齿条轴部28,也能够将齿条齿部15所处的轴向部分用作用于由第二把持件58把持的定心用的把持部。另外,虽然脱离了本发明的技术范围,但是,关于丝杠轴部29,也能够将完全轧制部42所处的轴向部分用作用于由第一把持件57把持的定心用的把持部。

[0092] 在通过摩擦压接结合齿条轴部28和丝杠轴部29时,如图3(a)中双点划线所示地,能够在丝杠轴部29的轴向另一侧部分的周围配置套筒59。具体而言,在丝杠轴部29的轴向另一侧部分无径向上的晃动地外嵌有套筒59的状态下,使丝杠轴部29旋转,并且使齿条轴部28的轴向另一侧的端部和丝杠轴部29的轴向一侧的端部对顶,从而能够进行摩擦压接。

[0093] 摩擦压接时,在旋转的丝杠轴部29的轴向另一侧部分无晃动地外嵌套筒59,由此能够防止丝杠轴部29的振摆回转。

[0094] 套筒59优选配置于丝杠轴部29中的与结合于齿条轴部28的一侧在轴向上相反的一侧的部分的周围,更优选配置于含有完全轧制部42的一部分的轴向范围的周围。套筒59的轴向长度优选为丝杠轴部29的轴向长度的1/3以下。即使套筒59的轴向长度比丝杠轴部29的轴向长度的1/3长,也不能期待更好的效果,且阻碍将套筒59外嵌于丝杠轴部29的作业。对于套筒59的轴向长度的下限,没有特别限定,但从防止丝杠轴部29的振摆回转的方面出发,优选尽可能长。主要是,套筒59的轴向长度最优选为丝杠轴部29的轴向长度的1/3。

[0095] 在本例的直线驱动轴9的制造方法中,在将具有齿条齿部15的齿条轴部28和具有滚珠丝杠部16的丝杠轴部29作为互相分体的轴部制造后,通过摩擦压接结合齿条轴部28和丝杠轴部29的轴向端部彼此,由此得到直线驱动轴9。因此,在齿条轴部28的制造工序中齿条齿部15的加工发生问题的情况下,只要仅废弃齿条轴部28即可,在丝杠轴部29的制造工序中滚珠丝杠部16的加工发生问题的情况下,只要仅废弃丝杠轴部29即可。即,能够避免产生在仅齿条齿部15和滚珠丝杠部16中的任意一方的加工发生问题的情况下,必须废弃整个直线驱动轴9的问题。

[0096] 在本例的直线驱动轴9的制造方法中,通过冷镦加工形成齿条齿部15。因此,与通过切削加工等削切加工形成齿条齿部15的情况相比,能够使材料的成品率良好,而且能够缩短加工时间。特别是在本例中,齿条齿部15具有齿的齿节、齿的形状、齿线的倾斜角等各因素根据轴向位置变化的构造(VGR构造),因此难以通过削切加工短时间高精度地形成具有VGR构造的齿条齿部15。与之相对,本例中,通过冷镦加工形成齿条齿部15,因此通过将齿成形用冲头38(图5)的加工面设为与应得到的齿条齿部15相称的形状,短时间且高精度地形成齿条齿部15是容易的。

[0097] 本例的直线驱动轴9的制造方法中,通过作为塑性加工的冷轧加工形成滚珠丝杠部16。因此,与通过切削加工等削切加工形成滚珠丝杠部16的情况相比,能够使材料的成品率良好,而且能够缩短加工时间。特别是,在本例中,作为冷轧加工,采用贯穿进给轧制加工,因此能够短时间在丝杠轴部29的轴向中间部的大的轴向范围形成滚珠丝杠部16的完全轧制部42。而且,能够在完成后的直线驱动轴9的轴向另一侧的端部的大的轴向范围设置滚珠丝杠部16的完全轧制部42。因此,能够在轴向上扩大滚珠丝杠机构20的滚珠24相对于直线驱动轴9的可卡合范围。该结果,能够提高产品设置布局的灵活性,更具体而言,能够提高滚珠螺母23等相对于外壳13的在轴向上的设置位置的自由度。

[0098] 当通过贯穿进给轧制加工形成滚珠丝杠部16时,在滚珠丝杠部16的轴向两侧的端部形成不完全轧制部43。与完全轧制部42相比,不完全轧制部43的导程槽形状精度等不稳定,螺纹牙高不足,因此不能用作构成滚珠丝杠机构20的滚珠24的滚行部。但是,在本例中,削除构成丝杠轴部中间原料17的轴向一侧的不完全轧制部43的至少轴向一侧的端部的外周部,形成小径轴部41,将该小径轴部41的外周部有效地用作进行摩擦压接时的定心用的把持部56。从而,根据本例,能够充分抑制材料的浪费,并且短时间制造丝杠轴部29。

[0099] 本例中,作为结合齿条轴部28和丝杠轴部29的轴向端部彼此的方法,采用了摩擦压接。摩擦压接能够缩短结合所需的时间,因此能够提高直线驱动轴9的制造效率,而且能够提高异种材料彼此的结合性,因此即使在齿条轴部28和丝杠轴部29为不同的材质的情况

下,也能够提高齿条轴部28与丝杠轴部29的结合性。

[0100] 本例中,进行摩擦压接时,由第一把持件57把持的丝杠轴部29的把持部56位于丝杠轴部29中的与齿条轴部28结合的一侧的轴向一侧的端部,而且由第二把持件58把持的齿条轴部28的小径轴部39b的外周面位于齿条轴部28中的与丝杠轴部29结合的一侧的轴向另一侧的端部。因此,进行摩擦压接时,能够充分抑制齿条轴部28和丝杠轴部29的互相接近的侧的端部彼此的在径向上的振摆回转。

[0101] 由第一把持件57把持的丝杠轴部29的把持部56在进行滚珠丝杠部16的形成及热处理后,通过以滚珠丝杠部16的外螺纹槽55为基准的削加工与滚珠丝杠部16同轴地形成。因此,能够确保丝杠轴部29中的滚珠丝杠部16与由第一把持件57把持的把持部56的同轴度良好。因此,与如日本特开2005-247163号公报记载的方法那样夹住轴原料中的未形成螺纹槽的未加工的支撑部进行摩擦压接的情况相比,能够提高滚珠丝杠部16的定心精度。该结果,根据本例,关于直线驱动轴9,能够确保具有齿条齿部15的部分与具有滚珠丝杠部16的部分的同轴度良好。换言之,能够提高直线驱动轴9的平直度。

[0102] 关于齿条轴部28,通过对齿条轴部用原料30的轴向中间部实施冷镦加工,与形成齿条齿部15同时地将齿条轴部用原料30中的未加工的轴向两侧的端部形成小径轴部39a、39b。在此,对齿条轴部用原料30实施冷镦加工来制造齿条轴部28时,如图5(a)~图5(d)所示,在将齿条轴部用原料30或齿条轴部中间原料34的外周面中的周向上的一部分利用承模31或冲模35约束的状态下,对齿条轴部用原料30或齿条轴部中间原料34实施加工。

[0103] 在随着形成齿条齿部15,齿条轴部28的加工部与未加工部的同轴度降低的情况下,在通过摩擦压接结合齿条轴部28和丝杠轴部29前,对加工部和/或未加工部实施弯曲加工、削切加工。由此,提高齿条轴部28中的具有齿条齿部15的部分与从齿条齿部15沿轴向脱离的部分的同轴度。即,提高齿条轴部28的平直度。这样充分确保齿条轴部28的平直度,然后通过摩擦压接将齿条轴部28与丝杠轴部29结合,从而关于完成后的直线驱动轴9,确保具有齿条齿部15的部分与具有滚珠丝杠部16的部分的同轴度良好。

[0104] 此外,在伴随着齿条齿部15的形成而产生的齿条轴部28的加工部与未加工部的同轴度的降低基本不存在的情况下,也能够将形成齿条齿部15后的齿条轴部28直接与丝杠轴部29通过摩擦压接结合。

[0105] 本例的直线驱动轴9通过摩擦压接结合具有与齿条轴部用原料30的外径尺寸相同的外径尺寸的小径轴部39b的轴向另一侧的端部和具有与丝杠轴部用原料40的外径尺寸同程度的外径尺寸的小径轴部41的轴向一侧的端部而构成。因此,例如,与摩擦压接凹凸嵌合的部分彼此的情况相比,能够缩小摩擦压接的部分的面积,能够实现进行摩擦压接时的压力的降低带来的设备的小型化、循环时间的缩短带来的成本降低。此外,在实施本发明的情况下,为了进一步缩小摩擦压接的部分的面积,也能够齿条轴部28和丝杠轴部29的互相接近的一侧的轴向端部预先形成有图9所示那样的在互相接近的一侧的轴向端面开口的有底的凹孔45a、45b。

[0106] 实施本发明的直线驱动轴的制造方法的情况下,用于形成齿条齿部、滚珠丝杠部的塑性加工(锻造加工、轧制加工等)不限于冷加工,也能够以温加工、热加工进行。即使在将上述塑性加工以温加工、热加工进行的情况下,与通过削切加工形成齿条齿部、滚珠丝杠部的情况相比,可以得到使材料的成品率良好、缩短加工时间等有利的效果。

[0107] [第二例]

[0108] 关于本发明的实施方式的第二例,参照图8(a)~图8(c)进行说明。本例中,在制造丝杠轴部29的工序中,用于形成滚珠丝杠部16的贯穿进给轧制加工的具体的方法与第一例不同。本例中,在丝杠轴部用原料40整体沿轴向完全通过一对轧制模彼此之间的时刻,贯穿进给轧制加工结束。因此,在本例中,滚珠丝杠部16中的相当于最初供给至一对轧制模彼此之间的轴向另一侧的端部的轴向范围和相当于最后通过一对轧制模彼此之间的轴向一侧的端部的轴向范围为滚珠丝杠部16中的不完全轧制部43,相当于滚珠丝杠部16的轴向中间部的剩余的轴向范围为完全轧制部42。

[0109] 根据本例,能够使通过贯穿进给轧制加工形成的滚珠丝杠部16中的轴向一侧的不完全轧制部43的轴向长度比第一例的情况充分缩短。换言之,能够是丝杠轴部29具备的滚珠丝杠部16的完全轧制部42的轴向长度比第一例的情况长。从而,能够使滚珠丝杠机构20的滚珠24相对于直线驱动轴9的可卡合范围在轴向上更大。

[0110] 本例中,在轴向一侧的不完全轧制部43的轴向长度小于作为由第一把持件57把持的把持部56所需的轴向长度的情况下,不仅轴向一侧的不完全轧制部43,对与该不完全轧制部43相邻的完全轧制部42的一部分也实施削切加工,只要确保作为把持部56所需的轴向长度即可。但是,从确保完全轧制部42的轴向长度充分的观点出发,优选削除完全轧制部42的轴向长度为所需最小限度。其它结构及作用与第一例相同。

[0111] [第三例]

[0112] 关于本发明的实施方式的第三例,参照图10(a)~图10(c)进行说明。本例中,在制造丝杠轴部29a的工序中,首先对具有应得到的丝杠轴部29a的轴向尺寸的两倍的轴向尺寸且具有圆柱形状 of 的丝杠轴部用原料的外周部实施贯穿进给轧制加工,形成滚珠丝杠部16z。由此,得到图10(a)所示那样的遍及外周部的轴向全长具有滚珠丝杠部16z的第一丝杠轴部中间原料60。滚珠丝杠部16z在轴向中间部具有完全轧制部42z,而且在轴向两侧的端部具有不完全轧制部43。

[0113] 然后,将第一丝杠轴部中间原料60在轴向中央位置切断,得到两个图10(b)那样的在外周部具有滚珠丝杠部16a的第二丝杠轴部中间原料61。第二丝杠轴部中间原料61的各自的滚珠丝杠部16a在各自的轴向一侧(图10(b)的左侧的第二丝杠轴部中间原料61为左侧,图10(b)的右侧的第二丝杠轴部中间原料61为右侧)的端部具有不完全轧制部43,且遍及剩余的轴向范围的轴向全长具有完全轧制部42。

[0114] 然后,以第二丝杠轴部中间原料61的完全轧制部42的外螺纹槽55为基准,对不完全轧制部43的外周部实施削切加工,形成作为与构成完全轧制部42的外螺纹槽55同轴的圆筒面的定心用的把持部56。换言之,在第二丝杠轴部中间原料61的轴向一侧的端部形成将外周部作为与滚珠丝杠部16a同轴的把持部56的小径轴部41。而且,在第二丝杠轴部中间原料61中的与具备不完全轧制部43(小径轴部41)的轴向一侧的端部相反的一侧的轴向另一侧(图10(b)的左侧的第二丝杠轴部中间原料61的右侧、图10(b)的右侧的第二丝杠轴部中间原料61的左侧)的端部形成有底的螺纹孔62。由此,得到图10(c)所示那样的丝杠轴部29a。在螺纹孔62螺纹结合配备于拉杆11的基端部的外螺纹部。

[0115] 将丝杠轴部29a与齿条轴部28(参照图6(a)及图6(b))通过摩擦压接结合,得到直线驱动轴9(图1~图3(b))。进行摩擦压接时,将丝杠轴部29a的把持部56用定心用的第一把

持件57把持。

[0116] 本例的丝杠轴部29a在外周部中除了具备把持部56的轴向一侧的端部,从轴向中间部到轴向另一侧的端部,具有完全轧制部42。因此,根据本例的丝杠轴部29a,相比第一例的丝杠轴部29,更容易确保完全轧制部42的轴向长度长。即,根据本例,相比第一例,更容易确保滚珠丝杠机构20的滚珠24相对于直线驱动轴9的可卡合范围在轴向上更长。其它结构及作用与第一例相同。

[0117] [第四例]

[0118] 关于本发明的实施方式的第四例,参照图11(a)~图11(c)进行说明。本例中,在制造丝杠轴部29b的工序中,对具有超过应得到的丝杠轴部29b的轴向尺寸的预定的轴向尺寸、具体而言具有应得到的丝杠轴部29b的轴向尺寸的数倍以上、优选三倍以上的轴向尺寸,且具有圆柱形状的长条的丝杠轴部用原料的外周部实施贯穿进给轧制加工,形成滚珠丝杠部16z。由此,得到图11(a)所示那样的在外周部具有滚珠丝杠部16z的长条的第一丝杠轴部中间原料60a。关于丝杠轴部用原料的上述预定的轴向尺寸的上限是任意的,根据可得到的长条的丝杠轴部用原料的长度决定。

[0119] 然后,将长条的第一丝杠轴部中间原料60a的一部分切割成应得到的丝杠轴部29的轴向尺寸,得到图11(b)所示那样的在外周部遍及轴向全长具有滚珠丝杠部16b的第二丝杠轴部中间原料61a。最后,由一根第一丝杠轴部中间原料60a得到多根、优选三根以上的第二丝杠轴部中间原料61a。第二丝杠轴部中间原料61a的滚珠丝杠部16b仅由完全轧制部42构成。即,根据本例,能够将滚珠丝杠部16b遍及全长设为完全轧制部42。

[0120] 进一步地,对第二丝杠轴部中间原料61a的各自的轴向一侧的端部通过削切加工形成定心用的把持部56。本例中,第二丝杠轴部中间原料61a在外周部遍及全长具有完全轧制部42。因此,将第二丝杠轴部中间原料61a的轴向一侧的端部削除为了用第一把持件57把持所需最低限的长度,形成把持部56。由此,得到图11(c)所示那样的丝杠轴部29b。

[0121] 如本例这样地对长轴的丝杠轴部用原料实施贯穿进给轧制加工,并在得到长条的第一丝杠轴部中间原料60a后,通过切断该第一丝杠轴部中间原料60a而得到的第二丝杠轴部中间原料61a中,完全轧制部42中的外螺纹槽55的形状精度良好,但不一定螺纹牙的外周面的形状精度良好。因此,在本例中,以滚珠丝杠部中的存在于从应形成定心用的把持部56的轴向一侧的端部离开的轴向范围的部分的外螺纹槽55为基准,对滚珠丝杠部16b中的应形成把持部56的轴向一侧的端部实施削切加工,由此形成把持部56。

[0122] 将丝杠轴部29b与齿条轴部28(参照图6(a)及图6(b))通过摩擦压接结合,得到直线驱动轴9(图1~图3(b))。进行摩擦压接时,利用定心用的第一把持件57把持丝杠轴部29的把持部56。

[0123] 在本例中,在外周部将遍及全长具有完全轧制部42的第二丝杠轴部中间原料61a的轴向一侧的端部削除为了用第一把持件57把持而所需的最低限的长度,形成把持部56,由此得到丝杠轴部29b。因此,根据本例的丝杠轴部29b,相比第三例的丝杠轴部29a,更容易确保完全轧制部42的轴向长度较长。即,根据本例,相比第二例,更容易确保滚珠丝杠机构20的滚珠24相对于直线驱动轴9的可卡合范围在轴向上较长。

[0124] 本例的丝杠轴部29b直至轴向另一侧的端部为止具有完全轧制部42,因此摩擦压接时,容易将套筒59(参照图3(a))配置于丝杠轴部29b的包括完全轧制部42的一部分的轴

向范围的周围。其它结构及作用与第一例及第二例相同。

[0125] [第五例]

[0126] 关于本发明的实施方式的第五例,参照图6(a)及图6(b)进行说明。本例中,在制造齿条轴部28的工序中,在进行齿条齿部15的形成及热处理后,在齿条轴部28中的作为与丝杠轴部29(参照图1~图3(b))结合的一侧的端部的轴向另一侧的端部的外周部,以齿条齿部15为基准通过削切加工形成作为定心用的把持部的小径轴部39b。由此,将小径轴部39b精加工成与齿条齿部15所处的部分同轴。然后,在摩擦压接的工序中,用第二把持件58把持小径轴部39b。

[0127] 根据本例,与第一例相比,能够确保齿条轴部28中的齿条齿部15与作为由第二把持件58把持的把持部的小径轴部39b的同轴度更良好。该结果,根据本例,关于直线驱动轴9(参照图1~图3(b)),与第一例相比,能够确保直线驱动轴9中的具有齿条齿部15的部分与具有滚珠丝杠部16的部分的同轴度更良好。其它结构及作用与第一例相同。

[0128] 虽然脱离本发明的技术范围,但作为结合齿条轴部和丝杠轴部的方法,例如,能够采用图12(a)~图12(c)所示那样的结合方法。

[0129] 在图12(a)所示的结合方法中,向形成于齿条轴部和丝杠轴部中的一方的轴部S1的端部的筒部46的内径侧,通过例如压入内嵌等无晃动地内嵌形成于齿条轴部和丝杠轴部中的另一方的轴部S2的端部的小径轴部47。然后,向以沿径向贯通筒部46及小径轴部47的方式形成的压入孔48a、48b压入销49,由此结合齿条轴部和丝杠轴部。

[0130] 在图12(b)所示的结合方法中,在形成于齿条轴部和丝杠轴部中的一方的轴部S1的端部的螺纹孔50螺纹结合形成于齿条轴部和丝杠轴部中的另一方的轴部S2的端部的丝杠轴部51,由此结合齿条轴部和丝杠轴部。

[0131] 在图12(c)所示的结合方法中,向形成于齿条轴部和丝杠轴部中的一方的轴部S1的端部的筒部46a的内径侧,通过例如压入内嵌等无晃动地内嵌形成于齿条轴部和丝杠轴部中的另一方的轴部S2的端部的小径轴部47a。然后对在小径轴部47a的外周部沿周向形成的周向槽52卡合形成于筒部46a的铆接部53,由此结合齿条轴部和丝杠轴部。

[0132] 符号说明

[0133] 1—方向盘,2—转向轴,3a、3b—万向接头,4—中间轴,5—转向齿轮单元,6—电动辅助装置,7—输入轴,8—小齿轮轴,9—直线驱动轴,10—球接头,11—拉杆,12—转向轮,13—外壳,14—小齿轮齿部,15—齿条齿部,16、16a、16b、16z—滚珠丝杠部,17—丝杠轴部中间原料,18—转矩传感器,19—电动马达,20—滚珠丝杠机构,21—输出轴,22—内螺纹槽,23—滚珠螺母,24—滚珠,25—驱动带轮,26—环形带,27—从动带轮,28—齿条轴部,29、29a、29b—丝杠轴部,30—齿条轴部用原料,31—承模,32—凹槽部,33—按压冲头,34—齿条轴部中间原料,35—冲模,36—保持孔,37—底部,38—齿成形用冲头,39a、39b—小径轴部,40—丝杠轴部用原料,41—小径轴部,42、42z—完全轧制部,43—不完全轧制部,44—摩擦压接部,45a、45b—凹孔,46、46a—筒部,47、47a—小径轴部,48a、48b—压入孔,49—销,50—螺纹孔,51—丝杠轴部,52—周向槽,53—铆接部,54—滚动轴承,55—外螺纹槽,56—把持部,57—第一把持件,58—第二把持件,59—套筒,60、60a—第一丝杠轴部中间原料,61、61a—第二丝杠轴部中间原料,62—螺纹孔。

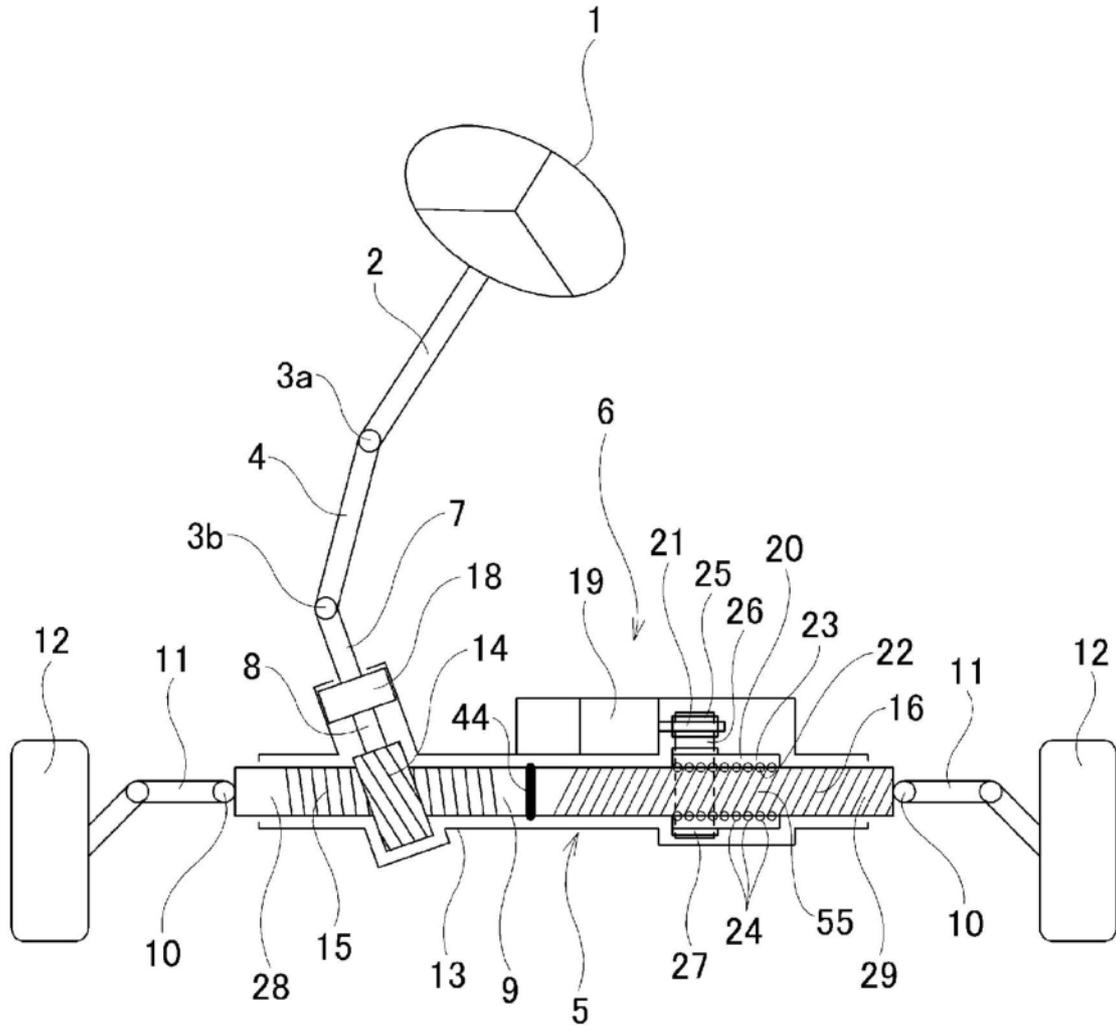


图1

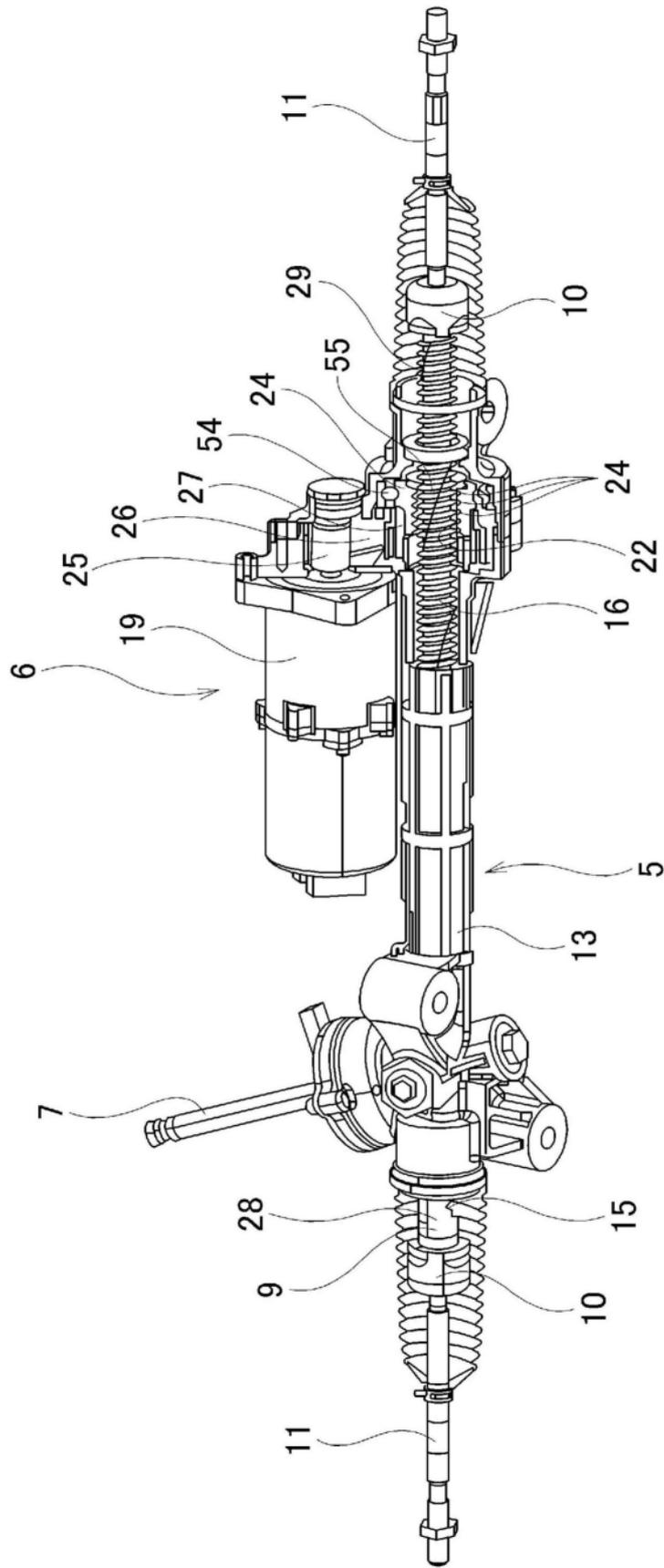


图2

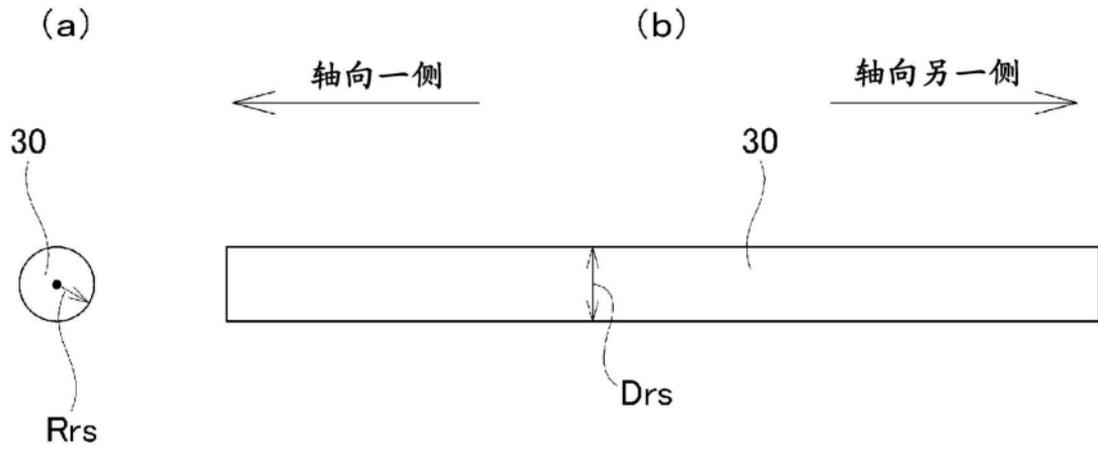


图4

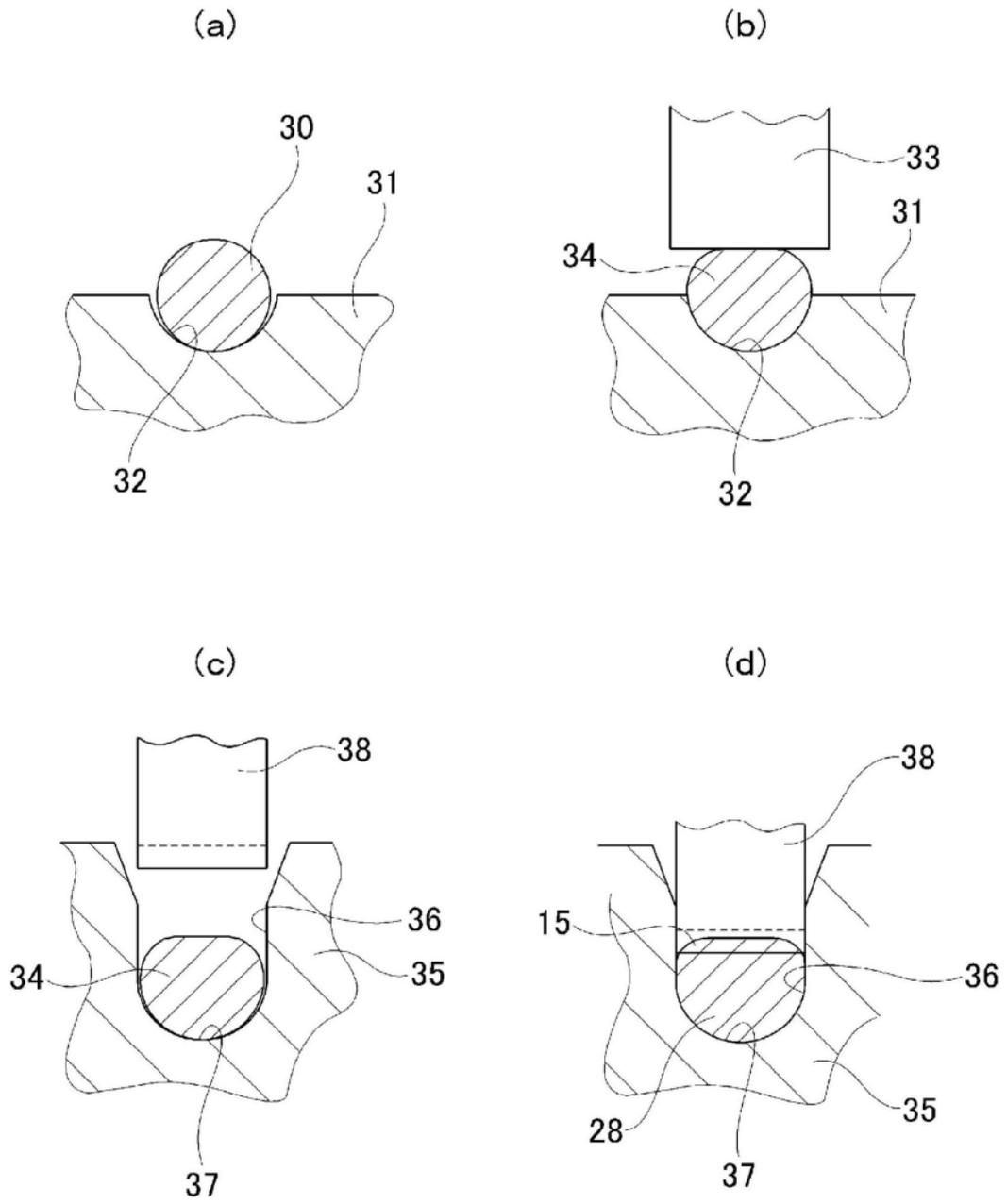


图5

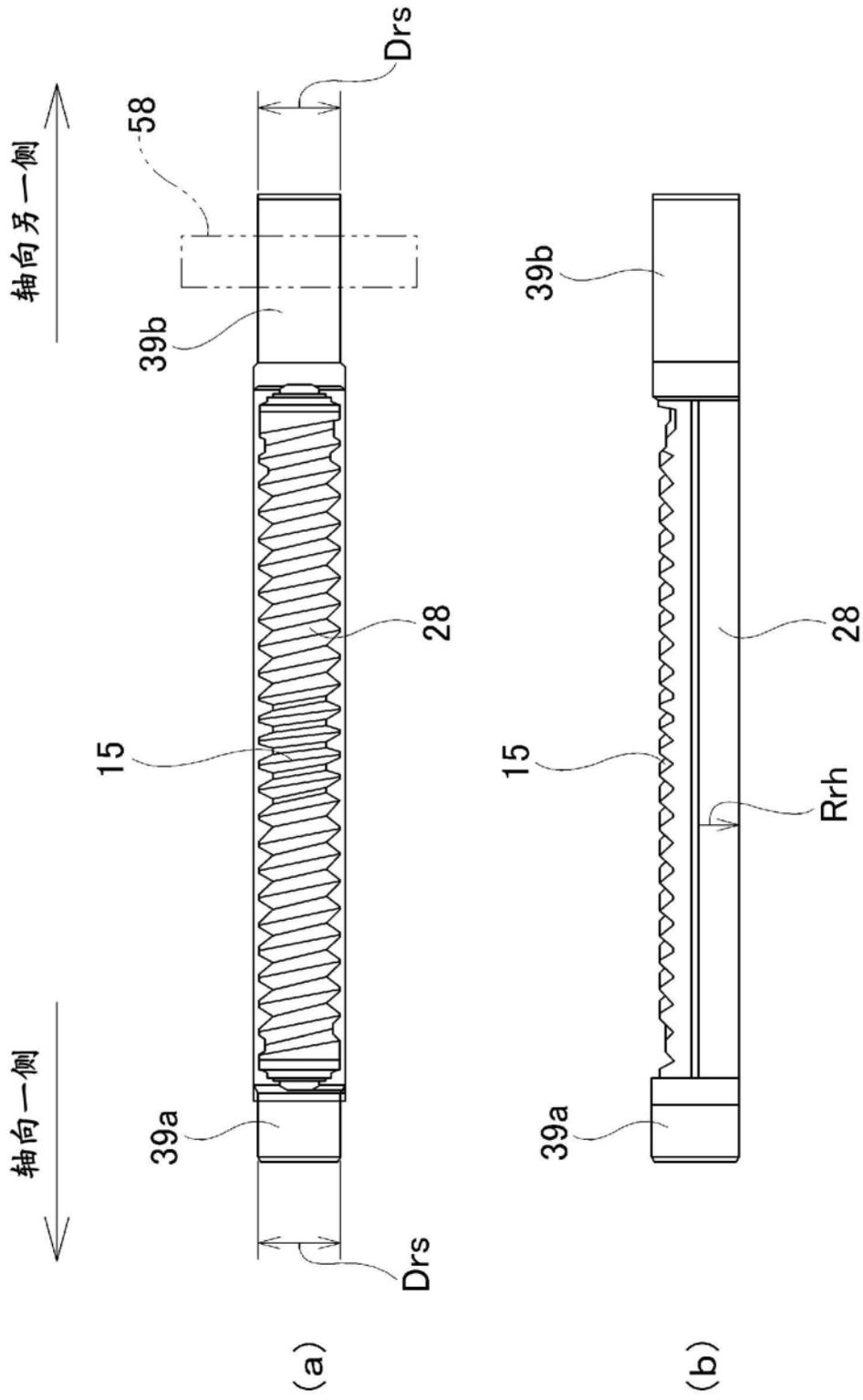


图6

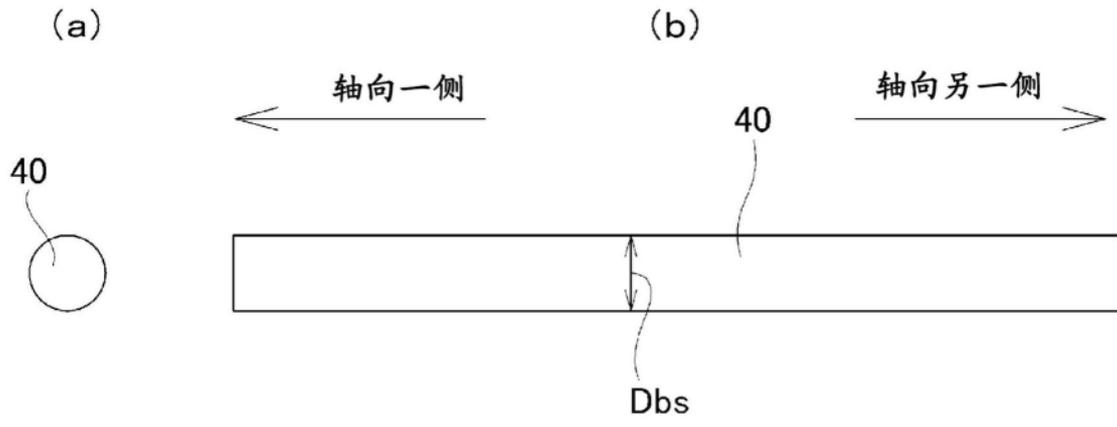


图7

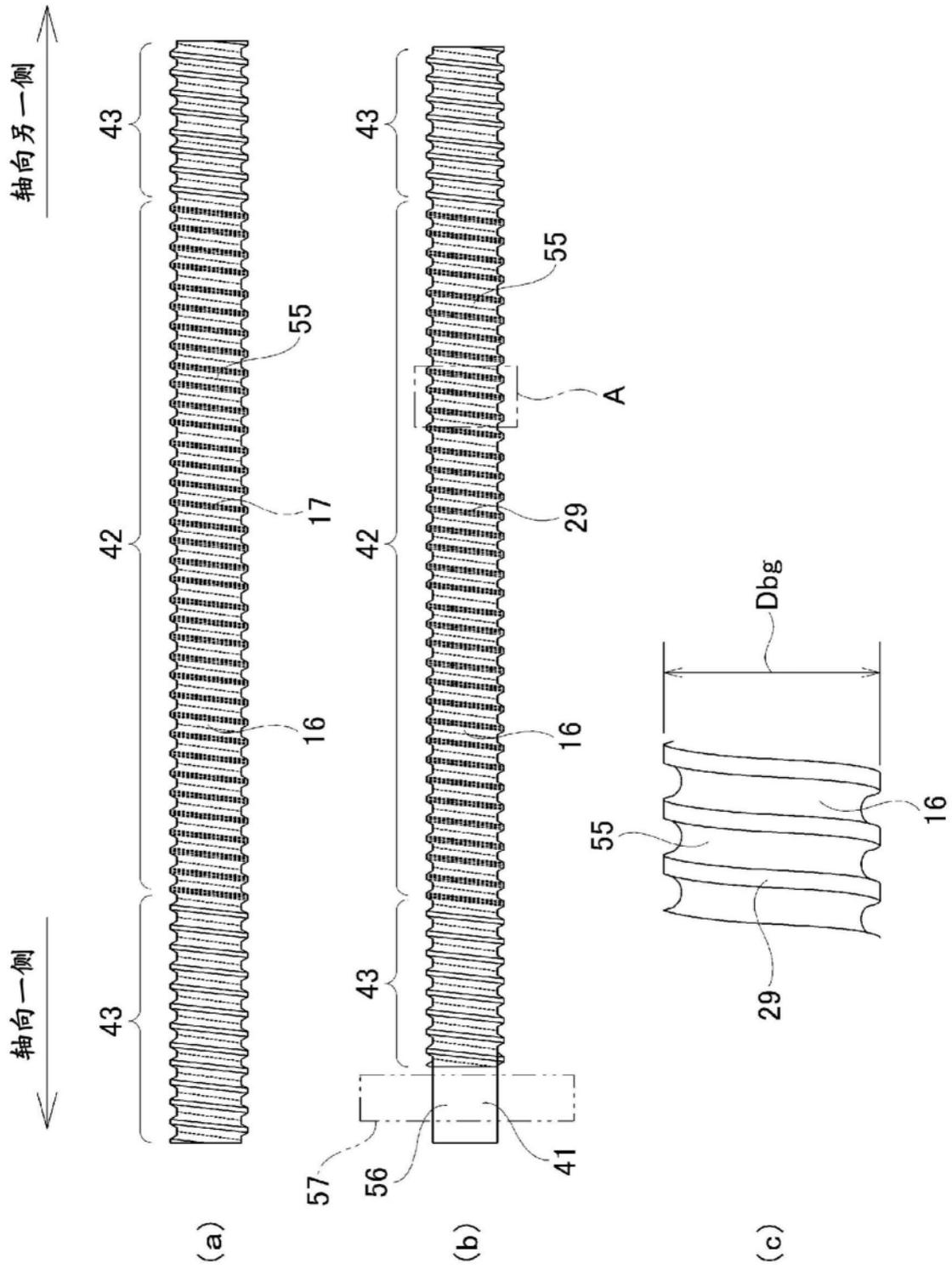


图8

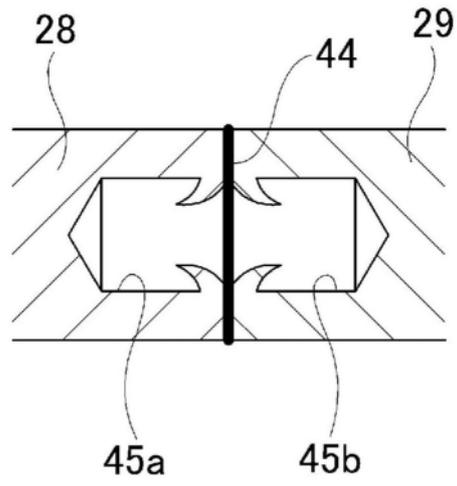


图9

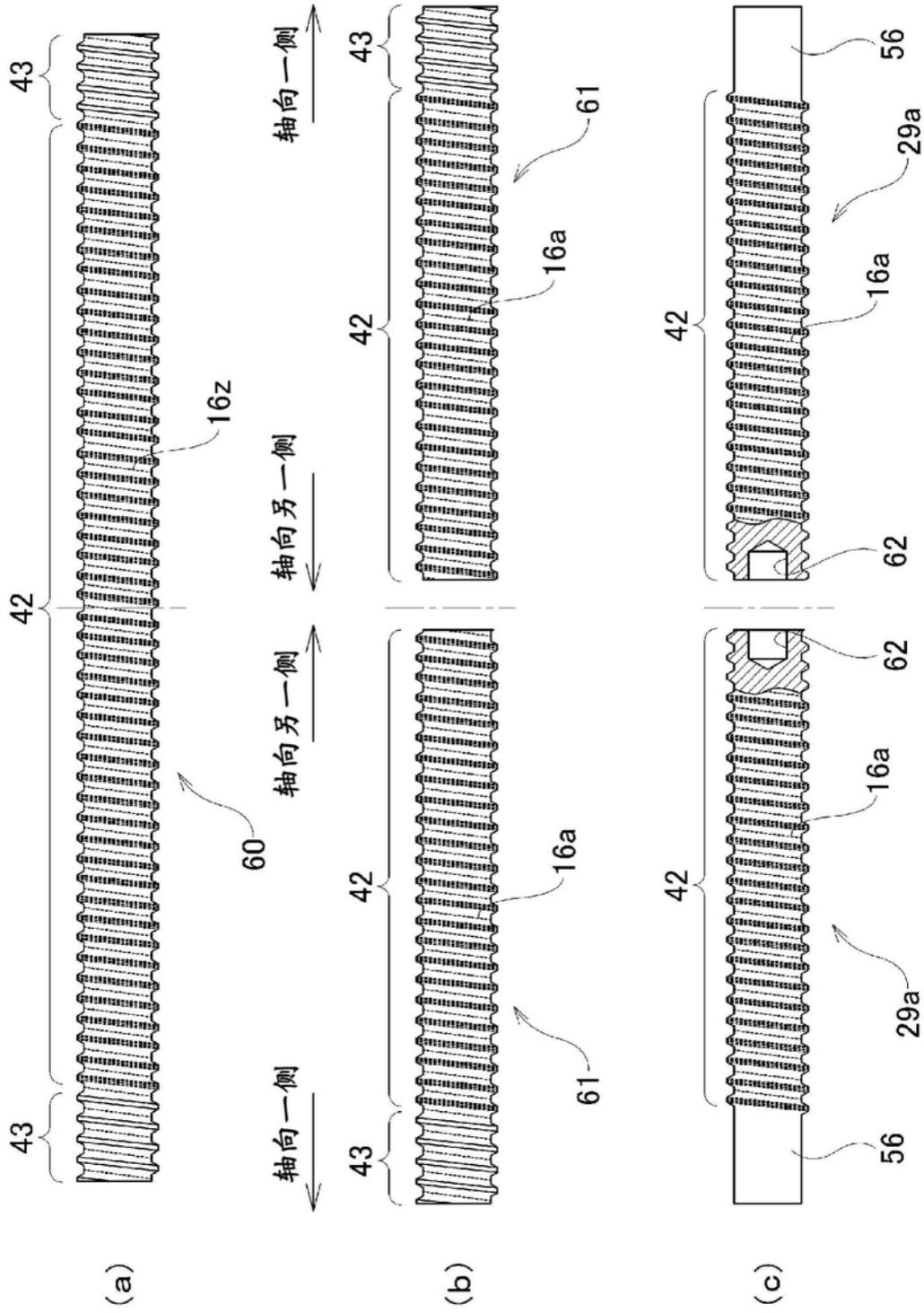


图10

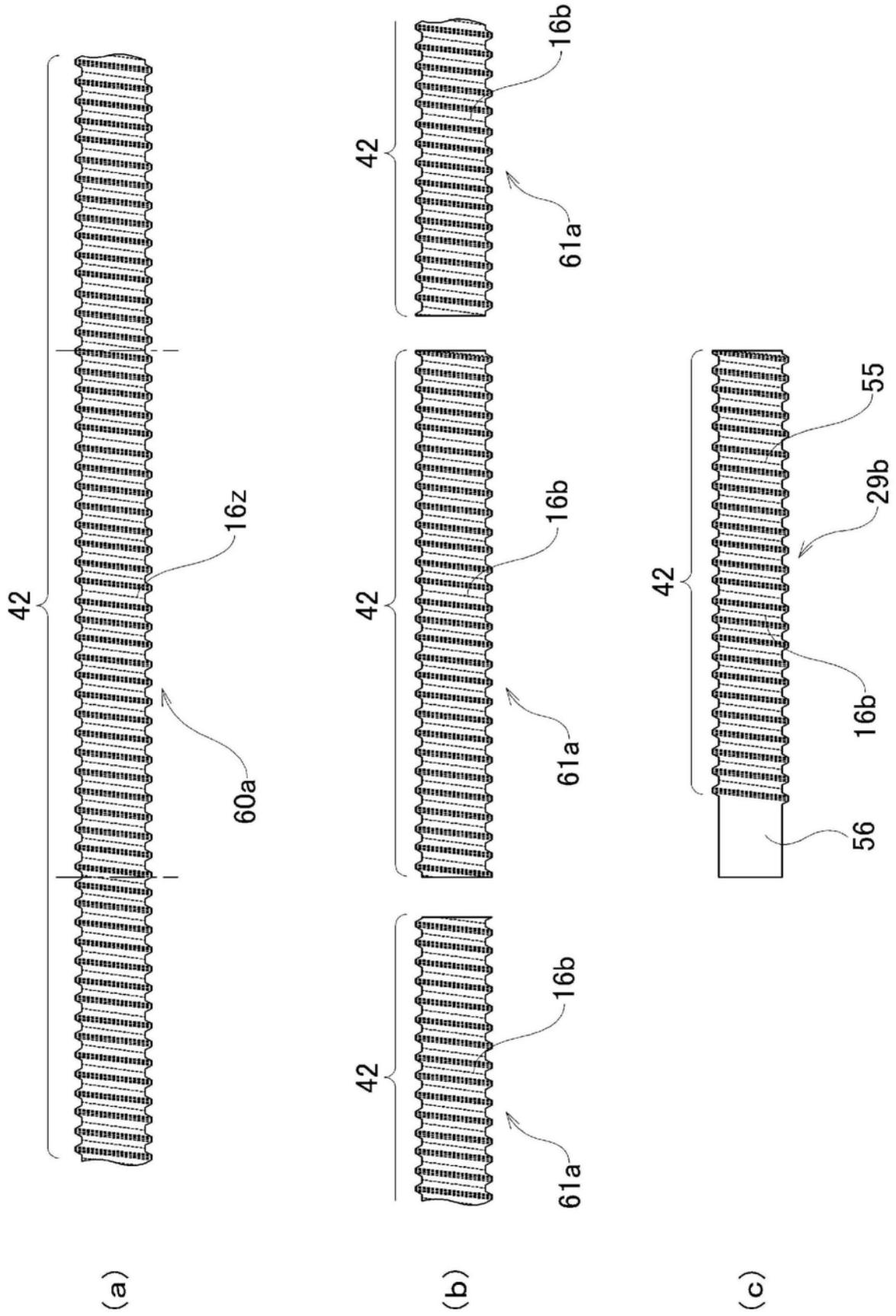


图11

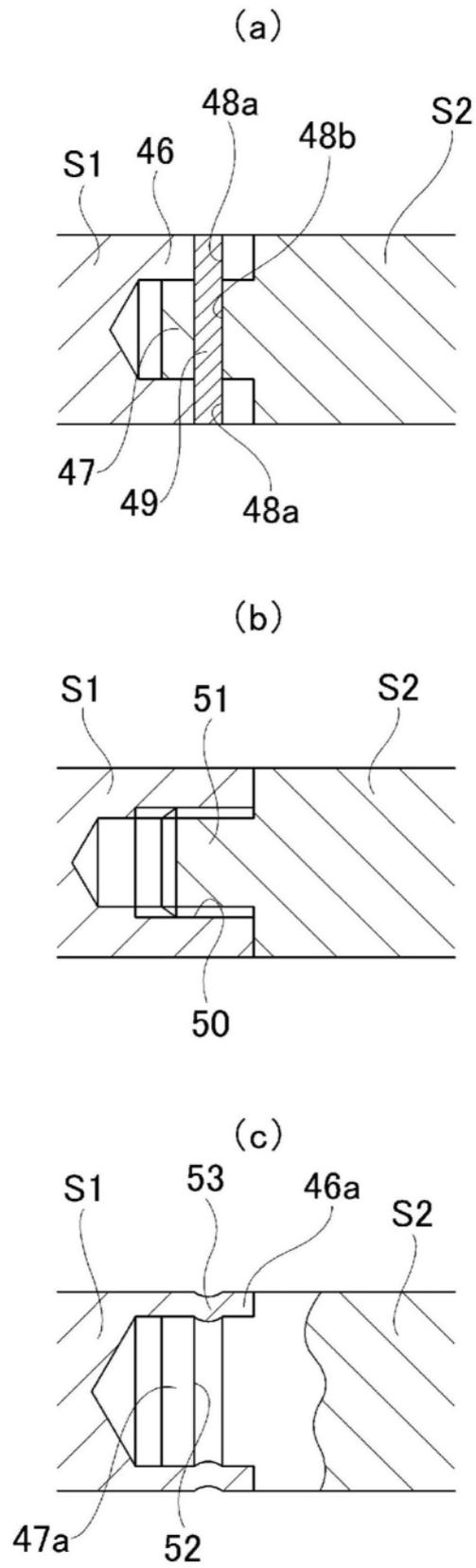


图12