(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116648400 A
(43)申请公布日 2023.08.25

(21)申请号 202180086248.2
(22)申请日 2021.11.26
(30)优先权数据
2020-212848 2020.12.22 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.06.20
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2021/043343 2021.11.26
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/137978 JA 2022.06.30
(71)申请人 克诺尔转向系统日本有限公司
地址 日本埼玉县
(72)发明人 斋藤广辉 中村慎二
(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
专利代理师 韩锋
(51)Int.Cl.
B62D 5/06(2006.01)

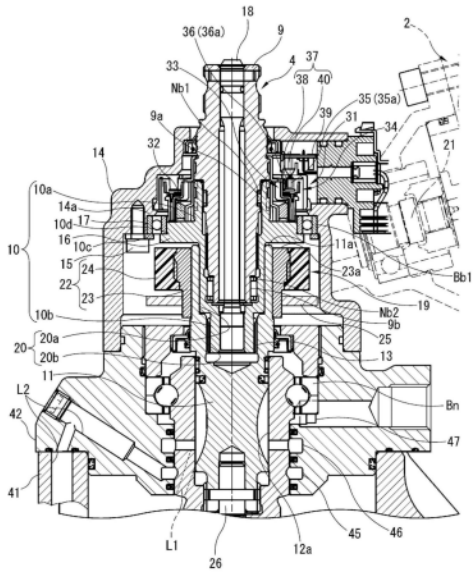
权利要求书2页 说明书12页 附图18页

(54)发明名称

转向装置

(57)摘要

转向装置具有连接于方向盘的输入轴(9)和连接于该输入轴(9)且将从输入轴(9)输入的旋转力向传递机构侧输出的中间轴(11)。中间轴(11)经由由使蜗杆轴(21)和蜗轮(22)啮合而成的蜗杆齿轮构成的减速器(19)而连接于电动马达(2)。电动马达(2)经由减速器(19)而向中间轴(11)施加旋转力。



CN 116648400 A

1.一种转向装置,具备:

操舵轴,其供来自方向盘的旋转力输入;

传递机构,其将所述操舵轴的旋转向转舵轮传递;

动力缸,其具有设置于所述传递机构的活塞及由该活塞划定的一对液室,能够施加使所述转舵轮操舵的操舵力;

旋转阀,其能够根据所述操舵轴的旋转而将工作液向所述一对液室选择性地供给;及

电动马达,其能够向所述操舵轴经由减速器而施加旋转力,

所述操舵轴具有连接于所述方向盘的第一轴和连接于该第一轴且具有将从所述第一轴输入的旋转力向所述传递机构侧输出的第二轴,

其中,所述电动马达经由所述减速器而连接于所述第二轴。

2.根据权利要求1所述的转向装置,

所述第一轴和所述第二轴经由扭力杆而互相连结。

3.根据权利要求2所述的转向装置,

所述第二轴由金属材料形成,

所述减速器具备具有由金属材料形成的筒状的金属芯部的蜗轮,

所述金属芯部通过压入而向所述第二轴的外周部紧固。

4.根据权利要求3所述的转向装置,

所述第二轴具有形成于位于所述第一轴侧的轴向端面的收容凹部,在所述收容凹部的内周面设置有与用于所述金属芯部的压入的压入装置的阳螺纹部啮合的阴螺纹部。

5.根据权利要求3所述的转向装置,

所述第二轴具有形成于其外周面的圆环状凹部,在该圆环状凹部嵌入用于所述金属芯部的压入的压入装置的突起部。

6.根据权利要求2所述的转向装置,

所述第二轴由金属材料形成,

所述减速器具备具有由金属材料形成的筒状的金属芯部的蜗轮,

所述金属芯部通过热嵌或冷嵌而向所述第二轴的外周部紧固。

7.根据权利要求1所述的转向装置,

所述第一轴和所述第二轴经由扭力杆和设置于该扭力杆的周围的筒状的连接轴而互相连结。

8.根据权利要求7所述的转向装置,

所述第二轴由金属材料形成,

所述减速器具备具有由金属材料形成的筒状的金属芯部的蜗轮,

所述金属芯部通过压入而向所述第二轴的外周部紧固。

9.根据权利要求8所述的转向装置,

所述第二轴具有形成于位于所述第一轴侧的轴向端面的收容凹部,在所述收容凹部的内周面设置有与用于所述金属芯部的压入的压入装置的阳螺纹部啮合的阴螺纹部。

10.根据权利要求8所述的转向装置,

所述第二轴具有形成于其外周面的圆环状凹部,在该圆环状凹部嵌入用于所述金属芯部的压入的压入装置的突起部。

11.根据权利要求7所述的转向装置，

所述第二轴由金属材料形成，

所述减速器具备具有由金属材料形成的筒状的金属芯部的蜗轮，

所述金属芯部通过热嵌或冷嵌而向所述第二轴的外周部紧固。

12.根据权利要求7所述的转向装置，

所述第二轴具有形成于位于所述第一轴侧的轴向端面的收容凹部，所述连接轴向所述收容凹部内插入。

13.根据权利要求7所述的转向装置，

还具备收容所述操舵轴的壳体、设置于所述壳体且将所述连接轴以能够旋转的方式支承的滚珠轴承、设置于所述壳体的内周面且支承所述滚珠轴承的外圈的卡环、及将所述滚珠轴承的外圈相对于所述卡环压靠的挡圈。

转向装置

技术领域

[0001] 本发明涉及转向装置。

背景技术

[0002] 作为转向装置,例如已知有以下的专利文献1所记载的转向装置。

[0003] 在专利文献1所记载的转向装置中,操舵轴具有连接于方向盘的第一轴、连接于该第一轴且将从该第一轴输入的旋转力向传递机构侧输出的第二轴、及将第一轴以能够旋转的方式收容且经由花键部而连接于第二轴的连接轴。另外,连接轴经由减速器而连接于电动马达。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特愿2019-026915

发明内容

[0007] 发明所要解决的技术问题

[0008] 在专利文献1所记载的转向装置中,由于连接轴和第二轴经由花键部而连接,所以与该连接相伴的松动会在连接轴与第二轴之间产生。并且,在电动马达经由减速器而向连接轴施加了旋转力时,第二轴可能会伴随着由上述松动引起的响应性的恶化而旋转。

[0009] 本发明鉴于以往的实情而完成,目的之一在于提供能够使旋转力相对于第二轴的响应性提高的转向装置。

[0010] 用于解决技术问题的技术方案

[0011] 在本发明中,作为其一个方案,电动马达经由减速器而向第二轴施加旋转力。

[0012] 发明的效果

[0013] 根据本发明,能够使相对于第二轴的旋转力的响应性提高。

附图说明

[0014] 图1是第一实施方式的转向装置的立体图。

[0015] 图2是沿着图1的线A-A切断的第一实施方式的转向装置的纵剖视图。

[0016] 图3是图2的转向装置的局部性的放大剖视图。

[0017] 图4是第一实施方式的第一压入装置的剖视图。

[0018] 图5是表示第一实施方式的被固定轴部的固定工序的工序图。

[0019] 图6是表示第一实施方式的蜗轮的压入工序的工序图。

[0020] 图7是表示压入于中间轴的状态的蜗轮的第一实施方式的说明图。

[0021] 图8是第二实施方式的第二压入装置的剖视图。

[0022] 图9是表示第二实施方式的被固定轴部的固定工序的工序图。

[0023] 图10是表示第二实施方式的压入工序的工序图。

[0024] 图11是表示压入于中间轴的状态的蜗轮的第二实施方式的说明图。

[0025] 图12是第三实施方式的第三压入装置的被固定轴部的剖视图。

[0026] 图13是表示第三实施方式的被固定轴部的固定工序的工序图。

[0027] 图14是表示第三实施方式的压入工序的工序图。

[0028] 图15是表示压入于中间轴的状态的蜗轮的第三实施方式的说明图。

[0029] 图16是表示第四实施方式的蜗轮的压入工序的工序图。

[0030] 图17是第五实施方式的转向装置的局部性的纵剖视图。

[0031] 图18是第六实施方式的转向装置的局部性的纵剖视图。

具体实施方式

[0032] [第一实施方式]

[0033] (转向装置的结构)

[0034] 图1是第一实施方式的转向装置的立体图,图2是沿着图1的线A-A切断的第一实施方式的转向装置的纵剖视图,图3是图2的转向装置的局部性的放大剖视图。在图1～图3中,为了便于说明,将操舵轴7的长度方向定义为“轴向”,将与操舵轴7正交的方向定义为“径向”,而且,将操舵轴7的周围的方向定义为“周向”。另外,将轴向中的与未图示的方向盘相连的一侧(各图中的上侧)设为“一端”、将与活塞28相连的一侧(各图中的下侧)设为“另一端”来说明。需要说明的是,在图2及图3中,将电动马达2、EPS控制器3及蜗杆轴21等以虚线表示。

[0035] 转向装置是在大型车辆等中使用的整体式的转向装置,主要由转向装置主体1、电动马达2及EPS控制器(ECU)3构成。

[0036] 转向装置主体1具备操舵机构4、扇形轴5及动力缸6。

[0037] 操舵机构4用于来自未图示的方向盘的旋转力的输入,具有操舵轴7。操舵轴7的一部分收容于壳体8内,操舵轴7具备输入轴9、连接轴10、中间轴11及输出轴12。

[0038] 输入轴9形成为圆筒状,一端侧与方向盘相连,用于驾驶员的操舵转矩的输入。另外,如图2及图3所示,输入轴9的另一端部插入于大概圆筒状的连接轴10内。在输入轴9的外周部,在轴向中央形成有收容第一滚针轴承Nb1的第一环状收容槽9a,在轴向另一端形成有收容第二滚针轴承Nb2的环状凹陷部9b。输入轴9经由第一及第二滚针轴承Nb1、Nb2而由连接轴10的内周面以能够旋转的方式支承。

[0039] 连接轴10通过在一端侧收容输入轴9的另一端部而且另一端侧经由花键部13连结于中间轴11而连接输入轴9和中间轴11。需要说明的是,连接轴10的另一端侧也可以不是经由花键部13而是经由螺纹部而连接于中间轴11。如图3所示,连接轴10呈从一端侧朝向另一端侧呈阶梯缩径状地连续的圆筒状,具有位于一端侧的大径圆筒部10a和与该大径圆筒部10a一体地形成且形成为比大径圆筒部10a小径的小径圆筒部10b。在大径圆筒部10a的外周部的比轴向中央稍靠上方的位置形成有呈向径向外侧突出的圆环状的圆环状突出部10c。

[0040] 如图3所示,在圆环状突出部10c的径向端面,在一端侧设置有设置成阶梯缩径状的台阶10d,在台阶10d与构成壳体8的一部分的输入侧壳体14的内周壁之间设置有将连接轴10以能够旋转的方式支承的第一滚珠轴承Bb1。第一滚珠轴承Bb1通过利用在经由螺栓15而向输入侧壳体14固定时产生的紧固力相对于设置于输入侧壳体14的阶梯部14a将第一滚

珠轴承Bb1的外圈17利用挡圈16向一端侧压靠而固定于输入侧壳体14。

[0041] 另外，小径圆筒部10b的外周部经由花键部13而固定于圆筒状的中间轴11的后述的小径凹部20b的内周部。

[0042] 中间轴11的一端侧经由第一扭力杆18而与输入轴9以能够相对旋转的方式连结，并且中间轴11用于经由了设置于外周部的减速器19的电动马达2的驱动转矩的输入。在中间轴11的轴向一端面11a朝向一端侧而开口形成有收容连接轴10的比圆环状突出部10c靠另一端侧的部位的收容凹部20。收容凹部20具备位于一端侧且具有与连接轴10的大径圆筒部10a的另一端侧的外径对应的内径的圆形的大径凹部20a和与该大径凹部20a在轴向上相邻且具有与小径圆筒部10b的外径对应的内径的圆形的小径凹部20b。在中间轴11的一端侧的外周部设置有连接于电动马达2且由使蜗杆轴21和蜗轮22啮合而成的蜗杆齿轮构成的减速器19。

[0043] 蜗轮22具有呈圆筒状的金属制的金属芯部23和设置于该金属芯部23的一端侧的外周部的合成树脂制的斜齿部24。需要说明的是，斜齿部24也可以由金属材料形成。沿着轴向的金属芯部23的长度比沿着轴向的斜齿部24的长度长。通过使用后述的第一压入装置48将金属芯部23的一端侧的轴向端面23a向另一端侧按压，金属芯部23向中间轴11的一端侧的外周部(更详细而言，大径凹部20a的外周部)和与该外周部在轴向上相邻的小径凹部20b的外周部的一部分的轴向区域压入。如图3所示，在金属芯部23压入于中间轴11的外周部的状态下，轴向端面23a位于比中间轴11的轴向一端面11a靠另一端侧处。另外，也可以取代通过压入来向中间轴11安装金属芯部23而通过热嵌或冷嵌来向中间轴11的外周部安装金属芯部23。而且，还可以取代压入、热嵌或冷嵌而使用楔形螺钉、粘接剂或花键等来向中间轴11的外周部安装金属芯部23。需要说明的是，在使用花键等来向中间轴11的外周部安装金属芯部23的情况下，也可以通过在花键涂布树脂或者向花键插入销来抑制中间轴11与金属芯部23之间的松动。斜齿部24与形成于蜗杆轴21的外周的未图示的蜗杆啮合。

[0044] 另外，在金属芯部23的另一端侧的外周部设置有抑制从斜齿部24与蜗杆的啮合部泄漏的润滑脂向输出轴12侧的侵入的环状的润滑脂扩散防止构件25。润滑脂扩散防止构件25具有比斜齿部24的外径大的外径，例如通过压入而固定于金属芯部23的下端侧的外周部。需要说明的是，润滑脂扩散防止构件25的固定不限定于基于压入的固定，也可以是基于螺钉等固定构件的固定。另外，也可以取代基于螺钉等的固定而利用粘接剂来向金属芯部23的下端侧的外周部粘接润滑脂扩散防止构件25。

[0045] 另外，中间轴11的另一端侧插入于在输出轴12的一端侧扩径部形成的开口凹部12a内。输出轴12的一端侧经由第二扭力杆26而与中间轴11以能够相对旋转的方式连结，输出轴12将由该中间轴11输入的操舵转矩经由作为变换机构的滚珠丝杠机构27而向活塞28输出。

[0046] 滚珠丝杠机构27由在另一端侧的外周部形成有螺旋槽即滚珠槽27a的作为螺纹轴的上述输出轴12、设置于该输出轴12的外周侧且在内周部形成有与滚珠槽27a对应的螺旋槽即滚珠槽27b的作为螺母的上述活塞28、及设置于该活塞28与输出轴12之间的多个滚珠27c(在图2中用虚线表示一部分)构成。

[0047] 在中间轴11与输出轴12之间构成有作为控制阀的周知的旋转阀29。旋转阀29根据从中间轴11与输出轴12的相对旋转角导出的第二扭力杆26的扭转量及扭转的方向而将由

搭载于车辆的未图示的泵装置供给的工作液向后述的第一、第二液室(压力室)P1、P2选择性地供给。

[0048] 扇形轴5具有扇形齿轮5a,通过该扇形齿轮5a与设置于操舵轴7的另一端侧外周的活塞28的齿条齿28a啮合,扇形轴5伴随于活塞28的轴向移动而转动。扇形轴5经由未图示的转向臂而与转舵轮相连,用于转舵。

[0049] 这样,上述滚珠丝杠机构27、扇形轴5及转向臂构成使输入到操舵轴7的旋转力(操舵力)向转舵轮的转舵力变换的传递机构。需要说明的是,在不使用滚珠丝杠机构27等地构成转向装置的情况下,作为上述传递机构,例如能够使用构成齿条&小齿轮机构的齿条、小齿轮轴等。

[0050] 动力缸6通过在壳体8内以能够滑动的方式收容的筒状的活塞28划定一对液室即第一、第二液室P1、P2而构成,是生成对操舵转矩进行辅助的辅助转矩的液压致动器。

[0051] 电动马达2构成为根据第一扭力杆18的扭转量而向中间轴11施加旋转转矩的3相交流式的无刷马达。如图1所示,电动马达2与EPS控制器3一体地构成,收容于与收容输入轴9等的输入侧壳体14一体地形成的马达用壳体30内。电动马达2具有未图示的马达轴,该马达轴的轴向一端部连接于在图2及图3中以假想线表示的蜗杆轴21。在蜗杆轴21的外周一体地形成有蜗杆,该蜗杆与蜗轮22的斜齿部24啮合。

[0052] 转矩传感器31以第一扭力杆18贯通了环状的转矩传感器31的内部的状态设置于连接轴10的比圆环状突出部10c靠一端侧的外周部的周围。转矩传感器31主要由永久磁铁32、一对第一、第二磁轭33、34、一对第一、第二集磁环35、36及磁传感器37构成。永久磁铁32、磁轭33、34及集磁环35、36均以与操舵轴7的旋转中心线成为大致同心圆上的方式配置。

[0053] 永久磁铁32是由磁性材料形成为大致圆筒状且安装固定于连接轴10的一端部外周的磁性构件。永久磁铁32通过N极和S极沿着该永久磁铁32的周向交替地配置(着磁)而构成。

[0054] 一对磁轭33、34均由软磁性体形成为大致圆筒状。该磁轭33、34分别以成为中间轴11侧的一端侧沿着周向排成一列且与永久磁铁32在径向上对向的方式设置。另一方面,另一端侧通过第一磁轭33配置于内周侧且第二磁轭34配置于外周侧而在径向上对向。

[0055] 一对集磁环35、36是将向两磁轭33、34的另一端侧泄漏的永久磁铁32的磁通向规定的范围汇集的大致圆环状的环,配置于磁轭33、34的另一端侧的径向间。集磁环35配置于外周侧,集磁环36配置于内周侧,两者在径向上对向。在集磁环35、36的径向间配置有霍尔元件38。在集磁环35的周向的规定位置设置有向径向内侧按压而成的集磁部35a,另一方面,在集磁环36的周向上的与集磁部35a对向的位置设置有向径向外部突出而成的集磁部36a。

[0056] 磁传感器37由收容配置于集磁部35a与集磁部35b之间的径向隙间的霍尔元件38和用于将该霍尔元件38与配置于转矩传感器31的上方的控制基板39连接的连接端子40构成。磁传感器37通过利用霍尔元件38的霍尔效应来利用霍尔元件38检测通过集磁部35a、36a之间的磁通,将与该磁通相应的信号向控制基板39输出。由此,进行控制基板39中的输入轴9与中间轴11之间的相对旋转角的运算、基于该相对旋转角的操舵转矩的运算。

[0057] 壳体8由呈一端侧开口且另一端侧被封闭而成的筒状且划定第一、第二液室P1、P2的输出侧壳体41、以封闭该输出侧壳体41的一端开口部的方式设置且在内部收容旋转阀29

的中间壳体42、及连结于中间壳体42且收容输入轴9、连接轴10、中间轴11的一部分及转矩传感器31的上述的输入侧壳体14构成。如图1所示，输出侧壳体41及中间壳体42彼此经由多个固定单元、例如螺栓43而互相紧固，另一方面，中间壳体42及输入侧壳体14彼此通过多个固定单元、例如螺钉44而互相紧固。

[0058] 在输出侧壳体41的内部设置有沿着操舵轴7的轴向形成的动力缸主体部41a和以与该动力缸主体部41a正交的方式且以一部分面对动力缸主体部41a的方式形成的轴收容部41b。通过在动力缸主体部41a内收容与输出轴12相连的活塞28，由活塞28划定有一端侧的第一液室P1和另一端侧的第二液室P2。另外，在轴收容部41b内收容有轴向一端侧与活塞28相连并且另一端侧经由未图示的转向臂而与转舵轮相连的扇形轴5。

[0059] 在活塞28及扇形轴5的各外周部设置有相互能够啮合的齿条齿28a及扇形齿轮5a。通过齿条齿28a及扇形齿轮5a啮合，伴随于活塞28的轴向移动而扇形轴5转动，由此，转向臂被在车身宽度方向上拉拽，从而转舵轮的朝向被变更。需要说明的是，此时，对轴收容部41b引导第一液室P1内的工作液，由此，进行齿条齿28a与扇形齿轮5a之间的润滑。

[0060] 如图2所示，在中间壳体42的内周侧，供互相重叠的中间轴11及输出轴12插入的轴插入孔42a从一端侧向另一端侧沿着轴向而呈阶梯缩径状地贯通。并且，在一端侧的大径部设置有将输出轴12以能够旋转的方式支承的轴承Bn。另一方面，在另一端侧的小径部设置有与未图示的泵装置连通的导入孔口45、将从该导入孔口45导入的液压向各液室P1、P2给排的给排孔口46及将经由该给排孔口46而从各液室P1、P2排出的工作液向未图示的储液罐排出的排出孔口47。需要说明的是，给排孔口46经由设置于输出轴12的一端侧扩径部的第一给排通路L1而与第一液室P1连通，并且经由设置于输出侧壳体41内部的第二给排通路L2等而与第二液室P2连通。

[0061] 具有中间壳体42及输出侧壳体41的转向装置的另一端侧部分预先组装，经由连接轴10而与包括输入轴9的转向装置的预先组装的一端侧部分组合。

[0062] 根据该结构，在转向装置中，若驾驶员对方向盘进行操舵，则由泵装置压送的工作液经由旋转阀29而向与操舵方向相应的一侧的液室P1、P2供给，并且从另一侧的液室P1、P2向储液罐排出与供给量对应的工作液(剩余量)。并且，由该液压驱动活塞28的结果，基于作用于活塞28的液压的辅助转矩向扇形轴5施加。

[0063] 图4是在第一实施方式中的蜗轮22的压入方法中使用的第一压入装置48的剖视图。

[0064] 第一压入装置48具备向中间轴11固定的被固定轴部49、以能够相对于该被固定轴部49在轴向上移动的方式设置且用于蜗轮22的金属芯部23的按压的按压部50、经由后述的阳螺纹部49h及阴螺纹部51a而设置于被固定轴部49且能够通过阴螺纹部51a向阳螺纹部49h的紧固的反作用力而向按压部50施加按压力的按压力施加部即螺母51、及设置于该螺母51与按压部50之间且降低按压时的被固定轴部49的后述的中央轴部49b与按压部50的内周面之间的摩擦的摩擦降低部即推力轴承52。

[0065] 被固定轴部49由金属材料形成为圆柱状。被固定轴部49具有位于轴向一端侧的圆柱状的一端侧轴部49a、与该一端侧轴部49a一体地形成且形成为比一端侧轴部49a大径的圆柱状的中央轴部49b及与该中央轴部49b一体地形成且形成为比中央轴部49b小径的圆柱状的另一端侧轴部49c。

[0066] 一端侧轴部49a的外周部具备从中央轴部49b形成到轴向一端附近且具有与设置于螺母51的内周部的阴螺纹部51a啮合的阳螺纹部49h的带螺纹部49d和以比该带螺纹部49d小径的方式与带螺纹部49d一体地形成且不具有阳螺纹部的非螺纹部49e。

[0067] 另一端侧轴部49c从中央轴部49b朝向轴向另一端侧形成为阶梯缩径状，具有与中央轴部49b在轴向上相邻的大径圆柱部49f和与该大径圆柱部49f一体地形成且比大径圆柱部49f小径的小径圆柱部49g。在小径圆柱部49g的外周部形成有向设置于中间轴11的后述的阴螺纹部11b拧入的阳螺纹部49i。

[0068] 按压部50由金属材料形成为圆筒状。按压部50具有从轴向一端侧的内周面向径向内侧突出的圆环状的圆环突出部50a。圆环突出部50a的内径以比一端侧轴部49a的阳螺纹部49h的最大外径(螺纹牙的外径)稍大的方式设定。另外，按压部50中的不包括圆环突出部50a的部分的内径以具有与中央轴部49b的外径对应的大小的方式设定。

[0069] 另外，按压部50的轴向另一端面具有在金属芯部23向中间轴11的压入时按压金属芯部23的轴向端面23a的按压面50b和在金属芯部23的压入完成时与中间轴11的轴向一端面11a抵接的抵接面50c。按压面50b是位于按压部50的径向外侧的环状的面。抵接面50c是位于按压部50的径向内侧且以经由阶梯50d而从按压面50b向轴向一端侧偏置的方式配置的环状的面。

[0070] 图5是表示第一实施方式中的蜗轮22的压入方法的多个工序中的被固定轴部49的固定工序的工序图。图6是表示第一实施方式中的蜗轮22的压入方法的多个工序中的蜗轮22的压入工序的工序图。图7是表示压入于中间轴11的状态的蜗轮22的说明图。

[0071] 首先，如图5所示，将包括中间轴11及输出轴12的转向装置的另一端侧的部位以使中间轴11的收容凹部20朝上的方式配置。

[0072] 然后，使用未图示的螺纹形成用工具、例如丝攻，如图5所示，在中间轴11的小径凹部20b的底部的中央预先形成与被固定轴部49的小径圆柱部49g的阳螺纹部49i啮合的阴螺纹部11b。

[0073] 接着，在图5所示的被固定轴部49的固定工序中，通过将小径圆柱部49g的阳螺纹部49i相对于中间轴11的阴螺纹部11b拧入而将被固定轴部49固定于中间轴11。如图5所示，在被固定轴部49固定于中间轴11的状态下，被固定轴部49的中央轴部49b的轴向另一端侧的部位配置于中间轴11的收容凹部20内。

[0074] 然后，在图6所示的蜗轮22的压入工序中，在被固定轴部49的中央轴部49b的轴向一端部的周围配置蜗轮22后，以使按压部50的按压面50b与蜗轮22的金属芯部23的轴向端面23a相接的方式，从被固定轴部49的轴向一端侧配置按压部50。在按压部50的配置后，如图6所示，以与按压部50的轴向一端部在轴向上相邻的方式配置推力轴承52。在推力轴承52的配置后，如图6所示，以与推力轴承52的轴向一端部在轴向上相邻的方式配置螺母51。

[0075] 然后，如图6所示，使螺母51向箭头B方向旋转，相对于固定后的一端侧轴部49a的阳螺纹部49h将螺母51的阴螺纹部51a向另一端侧沿着箭头C方向拧入，由此，由该拧入引起的反作用力经由推力轴承52而向按压部50传递。然后，在按压部50的内周面在中央轴部49b的外周面上滑动的同时，利用按压部50将金属芯部23向箭头C方向按压，从而将金属芯部23的内周部向中间轴11的外周部压入。如图7所示，在金属芯部23压入于中间轴11的外周部的状态下，按压部50的抵接面50c抵接于中间轴11的轴向一端面11a，而且，金属芯部23的轴向

端面23a位于比中间轴11的轴向一端面11a稍靠另一端侧处。

[0076] [第一实施方式的效果]

[0077] 在第一实施方式中，构成减速器19的蜗轮22的金属芯部23连接于中间轴11的外周部，电动马达2经由减速器19而向中间轴11施加旋转力。若假设金属芯部23连接于连接轴10的外周部，则来自电动马达2的旋转力会经由连接轴10与中间轴11之间的花键部13而向中间轴11传递，从而来自电动马达2的旋转力会伴随着由花键部13的松动引起的响应性的恶化而向中间轴11传递。因此，在第一实施方式中，由于来自电动马达2的旋转力不经由连接轴10地向中间轴11直接传递，所以能够不伴随由上述松动引起的响应性的恶化地使来自电动马达2的旋转力相对于中间轴11的响应性提高。

[0078] 需要说明的是，作为周知的技术，存在在中间轴11的外周部设置中空马达而向中间轴11直接施加旋转力的技术，但这样的中空马达比较大型，存在会使收容中间轴11的周围的中空马达的壳体的径向尺寸增大这一问题。

[0079] 但是，通过如本实施方式这样利用减速器19使设置于中间轴11的外侧的电动马达2的旋转力放大，能够使收容中间轴11等的输入侧壳体14的径向尺寸减小。

[0080] 另外，在第一实施方式中，蜗轮22的金属芯部23使用第一压入装置48而向中间轴11的外周部压入，在该压入时，通过使被固定轴部49的小径圆柱部49g的阳螺纹部49i向形成于中间轴11的小径凹部20b的底部的中央附近的阴螺纹部11b拧入而将被固定轴部49固定于中间轴11。然后，从被固定轴部49的轴向一端侧起依次配置蜗轮22、按压部50、推力轴承52及螺母51后，使螺母51向箭头B方向旋转，一边使按压部50在被固定轴部49的中央轴部49b的外周部滑动一边将金属芯部23向中间轴11的外周部压入。通过这样一边使按压部50在中央轴部49b的外周部滑动一边将金属芯部23压入，与不使用被固定轴部49地使按压力直接作用于金属芯部23的情况相比，能够减小向中间轴11施加的推力，抑制连接于中间轴11的第二扭力杆26的损伤。

[0081] 需要说明的是，本实施方式的电动马达2以与上述的周知技术的中空马达相比施加非常大的旋转力为前提，经由减速器19而向中间轴11传递的旋转力也同样变大。因此，为了经受这样的大的旋转力，在金属芯部23向中间轴11的外周部的压入时，与将中空马达向中间轴的外周部压入的情况相比，需要非常大的压输入。因而，在本实施方式中使向中间轴11施加的推力降低而抑制第二扭力杆26的损伤尤其重要。

[0082] 另外，在第一实施方式中，由于阴螺纹部11b形成于从中间轴11的轴向一端面11a向另一端侧比较长地离开的小径凹部20b的底部附近，所以与阴螺纹部11b形成于轴向一端面11a附近的情况相比，能够使能够充分确保中间轴11的收容凹部20内的被固定轴部49的凹坑等的设计的自由度提高。

[0083] 而且，在第一实施方式中，输入轴9和中间轴11经由第一扭力杆18和设置于第一扭力杆18的周围的筒状的连接轴10而互相连结。连接轴10将包括输入轴9、转矩传感器31及电动马达2的转向装置的输入侧转向装置部分和包括中间轴11、输出轴12及动力缸6等的转向装置的输出侧部分隔开。因此，仅在预先组装的转向装置的输出侧部分经由连接轴10而适当配置且固定同样预先组装的输入侧转向装置部分，就能够容易地制造转向装置。反过来说，在连接轴10未设置于转向装置的情况下，需要将从输入侧部分到输出侧部分为止的组装通过一系列的作业来进行，转向装置的制造需要比较长的时间。另外，在转向装置的维护

时，与不具有连接轴10的转向装置相比，仅从转向装置的输出侧部分拆卸输入侧部分就能够容易地访问输入侧部分及输出侧部分的内部，能够进行维护。

[0084] 另外，在以往技术中，通过在中间轴的一端侧外周部及另一端侧外周部这2处设置滚珠轴承，中间轴相对于壳体以能够旋转的方式被支承。

[0085] 但是，在第一实施方式中，连接轴10的一端侧的外周部由滚珠轴承Bb1以能够旋转的方式支承，另一方面，连接轴10的另一端侧的部分插入于中间轴11的收容凹部20内。因此，在本实施方式中，连接轴10的另一端侧的部分比以往技术的连接轴的另一端侧的部分多地向收容凹部20内插入，因此能够抑制连接轴10相对于中间轴11的倒下。

[0086] 而且，在本实施方式中，与以往技术不同，不需要在连接轴10的另一端侧的外周部设置的滚珠轴承，因此能够削减转向装置的制造成本。

[0087] [第二实施方式]

[0088] 图8是在第二实施方式中的蜗轮22的压入方法中使用的第二压入装置53的剖视图。

[0089] 在第二实施方式中，与第一实施方式的第一压入装置48的被固定轴部49不同，第二压入装置53的被固定轴部49通过将一端侧轴部49a及中央轴部49b利用螺钉结合而构成。而且，第二实施方式的第二压入装置53的按压部50的轴向另一端部的形状与第一实施方式的第一压入装置48的按压部50的轴向另一端部的形状不同。

[0090] 一端侧轴部49a的外周部具有从轴向一端形成到轴向另一端的阳螺纹部49h。阳螺纹部49h的轴向另一端侧的部分通过向形成于中央轴部49b的轴向一端部的阴螺纹部49j拧入而固定于中央轴部49b。

[0091] 中央轴部49b以轴向长度比第一实施方式的中央轴部49b短、而且外径与中间轴11的外径大概相等的方式形成。如图8所示，中央轴部49b在轴向另一端侧具有小径圆柱轴部49k，在该小径圆柱轴部49k的外周部形成有向设置于中间轴11的后述的阴螺纹部11c拧入的阳螺纹部49n。位于中央轴部49b的小径圆柱轴部49k的根部的圆环状的面49m在后述的被固定轴部49的固定工序中被固定轴部49固定于中间轴11的状态下与中间轴11的轴向一端面11a抵接。

[0092] 按压部50的轴向另一端面具备在金属芯部23向中间轴11的压入时按压金属芯部23的轴向端面23a的按压面50b和在金属芯部23向中间轴11的压入时不按压金属芯部23的轴向端面23a的非按压面50e。按压面50b是位于按压部50的径向内侧的环状的面。非按压面50e是位于按压部50的径向外侧且以经由阶梯50f而从按压面50b向轴向一端侧偏置的方式配置的环状的面。

[0093] 图9是表示第二实施方式中的蜗轮22的压入方法的多个工序中的被固定轴部49的固定工序的工序图。图10是表示第二实施方式中的蜗轮22的压入方法的多个工序中的蜗轮22的压入工序的工序图。图11是表示压入于中间轴11的状态的蜗轮22的说明图。

[0094] 首先，如图9所示，将包括中间轴11及输出轴12的转向装置的另一端侧的部位以使中间轴11的收容凹部20朝上的方式配置。

[0095] 然后，使用未图示的螺纹形成用工具、例如丝攻，如图9所示，在中间轴11的一端部的内周面预先形成与被固定轴部49的小径圆柱轴部49k的阳螺纹部49n啮合的阴螺纹部11c。

[0096] 接着，在图9所示的被固定轴部49的固定工序中，通过将小径圆柱轴部49k的阳螺纹部49n相对于中间轴11的阴螺纹部11c拧入而将被固定轴部49固定于中间轴11。如图9所示，在被固定轴部49固定于中间轴11的状态下，被固定轴部49的小径圆柱轴部49k配置于中间轴11的收容凹部20的大径凹部20a内，中央轴部49b的圆环状的面49m抵接于中间轴11的轴向一端面11a。

[0097] 然后，在图10所示的蜗轮22的压入工序中，与第一实施方式的压入工序同样，从被固定轴部49的轴向一端侧起依次配置蜗轮22、按压部50、推力轴承52及螺母51。

[0098] 然后，如图10所示，与第一实施方式同样，通过将螺母51向箭头B方向拧入，经由推力轴承52而使按压部50向箭头C方向移动，将金属芯部23的内周部向中间轴11的外周部压入。如图11所示，在金属芯部23压入于中间轴11的外周部的状态下，金属芯部23的轴向端面23a位于比中间轴11的轴向一端面11a稍靠另一端侧处，按压部50的圆环突出部50a的轴向另一端侧的圆环面50g与设置于中央轴部49b的轴向一端的圆环状对向面49o抵接。

[0099] [第二实施方式的效果]

[0100] 在第二实施方式中，向形成于中间轴11的轴向一端面11a附近的阴螺纹部11c拧入被固定轴部49的小径圆柱轴部49k的阳螺纹部49n。因此，与如第一实施方式那样在中间轴11的小径凹部20b的底部的中央附近形成阴螺纹部11b的情况相比，被固定轴部49的轴向长度变短，因此能够削减被固定轴部49花费的制造成本。

[0101] 另外，形成于轴向一端面11a附近的阴螺纹部11c、即形成于收容凹部20的大径凹部20a的内周面的阴螺纹部11c的外径比第一实施方式的小径凹部20b的中央的阴螺纹部11b的外径大，因此与第一实施方式相比，与阳螺纹部49n的卡合的面积被确保得大。因此，第二实施方式的阴螺纹部11c能够与第一实施方式的阴螺纹部11b相比使相对于被固定轴部49的固定力增加。

[0102] [第三实施方式]

[0103] 图12是在第三实施方式中的蜗轮22的压入方法中使用的第三压入装置54的被固定轴部49的剖视图。

[0104] 在第三实施方式中，不是如第二实施方式那样通过一端侧轴部49a及中央轴部49b由螺钉结合而构成被固定轴部49，而是通过利用构成为半割状的中央轴部49b夹住一端侧轴部49a的轴向另一端部来构成被固定轴部49。

[0105] 一端侧轴部49a具有从轴向另一端的外周部向径向外侧突出的圆环状的圆环突起部49p。

[0106] 中央轴部49b具有通过将比较壁厚的圆形的板状构件在径向上分割为两个而形成的第一半部55和第二半部56。

[0107] 第一半部55具有与第二半部56的半圆形状的第二板状部56a协同配合而构成圆形的板状部的半圆形状的第一板状部55a、从该第一板状部55a的外周部向轴向一端侧突出且与第二半部56的半圆弧状的第二一端侧突出部56b协同配合而构成圆环状部的第一一端侧突出部55b、及从第一板状部55a的外周部向轴向另一端侧突出且与第二半部56的半圆弧状的第二另一端侧突出部56c协同配合而形成圆环状部的第一另一端侧突出部55c。

[0108] 在第一一端侧突出部55b的内周面形成有沿着周向呈半圆弧状地连续的第一半圆环槽55d，该第一半圆环槽55d与设置于第二半部56的第二一端侧突出部56b的第二半圆环

槽56d协同配合而形成供一端侧轴部49a的圆环突起部49p嵌入的圆环状槽。

[0109] 第一另一端侧突出部55c具有从轴向另一端部向径向内侧突出的半圆弧状的第一突起部55e，该第一突起部55e与第二半部56的半圆弧状的第二突起部56e协同配合而形成向形成于中间轴11的外周面的后述的圆环状凹部11d嵌入的圆环状突起部。

[0110] 第二半部56具备具有与第一板状部55a、第一一端侧突出部55b、第一另一端侧突出部55c、第一半圆环槽55d及第一突起部55e同样的形状的第二板状部56a、第二一端侧突出部56b、第二另一端侧突出部56c、第二半圆环槽56d及第二突起部56e。

[0111] 图13是表示第三实施方式中的蜗轮22的压入方法的多个工序中的被固定轴部49的固定工序的工序图。图14是表示第三实施方式中的蜗轮22的压入方法的多个工序中的蜗轮22的压入工序的工序图。图15是表示压入于中间轴11的状态的蜗轮22的说明图。

[0112] 首先，如图13所示，将包括中间轴11及输出轴12的转向装置的另一端侧的部位以使中间轴11的收容凹部20朝上的方式配置。

[0113] 然后，如图13所示，通过机械加工，在中间轴11的一端部的外周预先形成在周向上连续的圆环状凹部11d。

[0114] 接着，在图13所示的被固定轴部49的固定工序中，在从中间轴11的轴向一端面11a向一端侧离开了规定的距离的位置配置一端侧轴部49a。在一端侧轴部49a的配置后，如图13所示那样使第一半部55及第二半部56从径向外侧向径向内侧移动，互相对接。如图14所示，在将第一及第二半部55、56互相对接了的状态下，构成环状的突起部的第一突起部55e及第二突起部56e嵌入于中间轴11的圆环状凹部11d，同时，一端侧轴部49a的圆环突起部49p嵌入于由第一半圆环槽55d及第二半圆环槽56d构成的圆环状槽。

[0115] 然后，在图14所示的蜗轮22的压入工序中，与第一及第二实施方式的压入工序同样，通过将螺母51向箭头B方向拧入，经由推力轴承52而使按压部50向箭头C方向移动，将金属芯部23的内周部向中间轴11的外周部压入。如图15所示，在金属芯部23压入于中间轴11的状态下，金属芯部23的轴向端面23a位于比中间轴11的圆环状凹部11d稍靠另一端侧处，按压部50的圆环突出部50a的轴向另一端侧的圆环面50g与第一半部55的轴向一端55f及第二半部56的轴向一端56f抵接。

[0116] [第三实施方式的效果]

[0117] 在第三实施方式中，蜗轮22的金属芯部23使用第三压入装置54而向中间轴11的外周部压入，在该压入时，通过将第一半部55的第一突起部55e及第二半部56的第二突起部56e向设置于中间轴11的圆环状凹部11d嵌入而将被固定轴部49固定于中间轴11。因此，能够通过比较简洁的凹凸的嵌合结合，不需要螺纹的形成、与该形成相伴的切屑的除去等地将被固定轴部49容易地固定于中间轴11。

[0118] 而且，从如上述那样固定于中间轴11的被固定轴部49的轴向一端侧起依次配置蜗轮22、按压部50、推力轴承52及螺母51后，使螺母51向箭头B方向旋转，一边使按压部50在第一半部55及第二半部56的外周部滑动一边将金属芯部23向中间轴11的外周部压入。由此，与不使用被固定轴部49地直接使按压力作用于金属芯部23的情况相比，能够减小向中间轴11施加的推力，抑制固定于中间轴11的第二扭力杆26的损伤。

[0119] [第四实施方式]

[0120] 图16是表示第四实施方式的蜗轮22的压入工序的工序图。

[0121] 在第四实施方式中，第四压入装置57具有从第一实施方式的被固定轴部49去除了一端侧轴部49a的被固定轴部49和轴向一端侧的形状与第一实施方式的按压部50不同的按压部50。

[0122] 如图16所示，被固定轴部49的中央轴部49b的轴向一端部从设置于作业场的固定壁58悬吊，另一方面，另一端侧轴部49c经由中间轴11的阴螺纹部11b与另一端侧轴部49c的阳螺纹部49i的螺纹结合而固定于中间轴11。

[0123] 按压部50具有轴向一端部向一端侧呈阶梯扩径状地扩张的扩张一端部50h，该扩张一端部50h的呈环状地连续的轴向端面50i成为由未图示的压制机施加按压力D的按压面。

[0124] 另外，在本实施方式中，转向装置的输出侧壳体41的底部设置于托盘59上，而且，托盘59经由弹簧60而安装于作业场的地板部61。弹簧60吸收在蜗轮22的压入时向中间轴11作用的载荷。

[0125] 在该第四压入装置57中，利用未图示的压制机来向蜗轮22的金属芯部23施加按压力D，将按压部50的轴向端面23a向另一端侧按压，从而将蜗轮22的金属芯部23向中间轴11的外周部压入。

[0126] [第四实施方式的效果]

[0127] 在第四实施方式中，中央轴部49b的轴向一端部从固定壁58悬吊，转向装置的输出侧壳体41的底部经由托盘59及弹簧60而安装于地板部61。在这样设置的转向装置中，能够利用压制机将蜗轮22的金属芯部23向中间轴11的外周部压入。在该压入时，作用于中间轴11的载荷由弹簧60吸收，因此能够抑制固定于中间轴11的第二扭力杆26的损伤。

[0128] [第五实施方式]

[0129] 图17是第五实施方式的转向装置的局部性的纵剖视图。

[0130] 在第五实施方式中，第一实施方式的连接轴10被废止，输入轴9直接收容于轴向长度比第一实施方式大的中间轴11的收容凹部20内。

[0131] 而且，在本实施方式中，蜗轮22的金属芯部23不是通过压入而向中间轴11的外周部紧固，金属芯部23经由设置于一端侧的锥形螺钉62和设置于另一端侧的键63(在图17中以虚线表示)而安装固定于中间轴11的外周部。而且，金属芯部23的轴向另一端面23b由设置于中间轴11的外周部的挡圈64限制了向另一端侧的移动。而且，金属芯部23的轴向一端侧的外周部由设置于输入侧壳体14的内周部的第二滚珠轴承Bb2以能够旋转的方式支承。

[0132] [第五实施方式的效果]

[0133] 在第五实施方式中，输入轴9和中间轴11不经由连接轴地经由第一扭力杆18而互相连结，电动马达2经由减速器19而向中间轴11施加旋转力。在这样构成的第五实施方式的转向装置中，来自电动马达2的旋转力也直接作用于中间轴11，能够使从电动马达2向中间轴11的响应性提高。

[0134] [第六实施方式]

[0135] 图18是第六实施方式的转向装置的局部性的纵剖视图。

[0136] 在第六实施方式中，使用了比第一实施方式的第一滚珠轴承Bb1小型的第三滚珠轴承Bb3。而且，在第六实施方式中，第一实施方式的阶梯部14a被废止，输入侧壳体14具有形成为比斜齿部24的外径稍微小径的内周面14b。

[0137] 内周面14b从螺栓15的根部附近到与永久磁铁32的下侧半部在径向上重叠的位置为止在轴向上连续。在内周面14b中的比转矩传感器31稍靠下端侧的位置形成有圆环状的卡环槽14c，在该卡环槽14c例如嵌入有呈螺旋形状的卡环65。卡环65通过由螺栓15紧固的C字形状的挡圈16在轴向上按压第三滚珠轴承Bb3的外圈17而与挡圈16之间保持外圈17。关于卡环65，也可以使用C字形状的卡环。

[0138] 在圆环状突出部10c的外周部具有供第三滚珠轴承Bb3的内圈66嵌入的内圈嵌合槽部67和与该内圈嵌合槽部67在轴向上相邻且收容呈C字形状的挡圈68的收容凹槽部69。挡圈68通过相对于内圈嵌合槽部67的侧壁将内圈66向一端侧按压而保持内圈66。如图18所示，在内圈66被保持的状态下，内圈66与转矩传感器31的集磁环35在轴向上重叠。

[0139] ［第六实施方式的效果］

[0140] 在第六实施方式中，卡环65设置于输入侧壳体14的卡环槽14c，通过利用挡圈16将外圈17相对于卡环65压靠而保持外圈17。

[0141] 在此，若关于第一实施方式的第一滚珠轴承Bb1的固定方法进行说明，则在在第一实施方式中，本来，即使滚珠轴承的额定载荷变小也满足连接轴10的支承的要件，但为了避免与蜗杆轴21的干涉，特意使用额定载荷大的第一滚珠轴承Bb1，利用挡圈16将第一滚珠轴承Bb1抵靠并保持于输入侧壳体14的阶梯部14a。

[0142] 但是，若如第六实施方式这样使用额定载荷小的第三滚珠轴承Bb3，则无需设置第一实施方式的阶梯部14a，输入侧壳体14的内周面14b的内径变窄，需要将用于第三滚珠轴承Bb3的固定的新的固定部设置于内周面14b。因此，在第六实施方式中，将卡环65嵌入的卡环槽14c形成于内周面14b。

[0143] 这样，通过将第一实施方式的阶梯部14a废止且进行使用了卡环65的第三滚珠轴承Bb3的固定，能够与阶梯部14a被废止相应地减小转向装置的径向尺寸，削减转向装置的制造成本。

[0144] 另外，若使用小型的第三滚珠轴承Bb3，则能够避免该第三滚珠轴承Bb3与转矩传感器31的下端部的干涉而将第三滚珠轴承Bb3的内圈66配置于径向的进一步内侧，因此能够进一步减小转向装置的径向尺寸，进一步削减转向装置的制造成本。

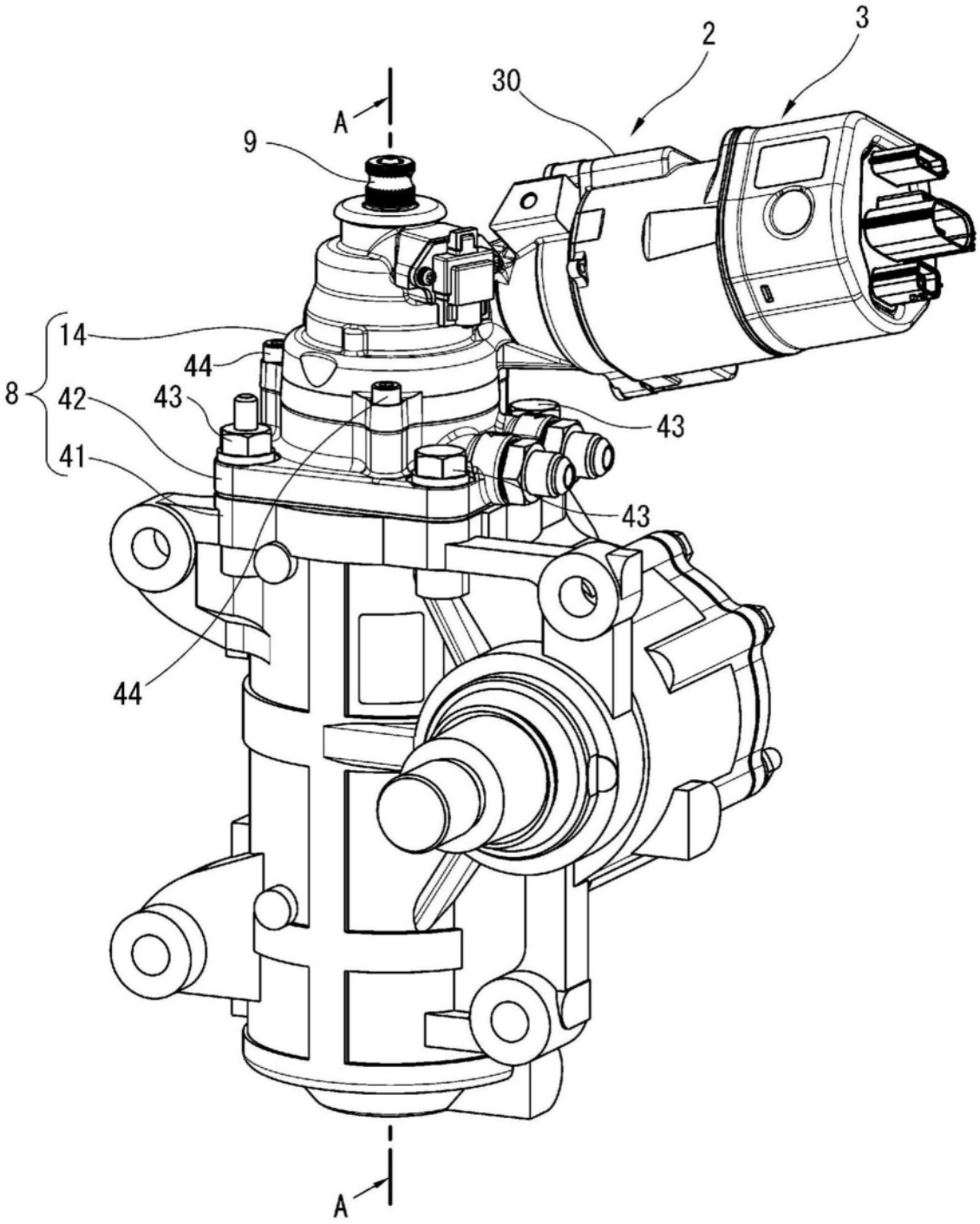


图1

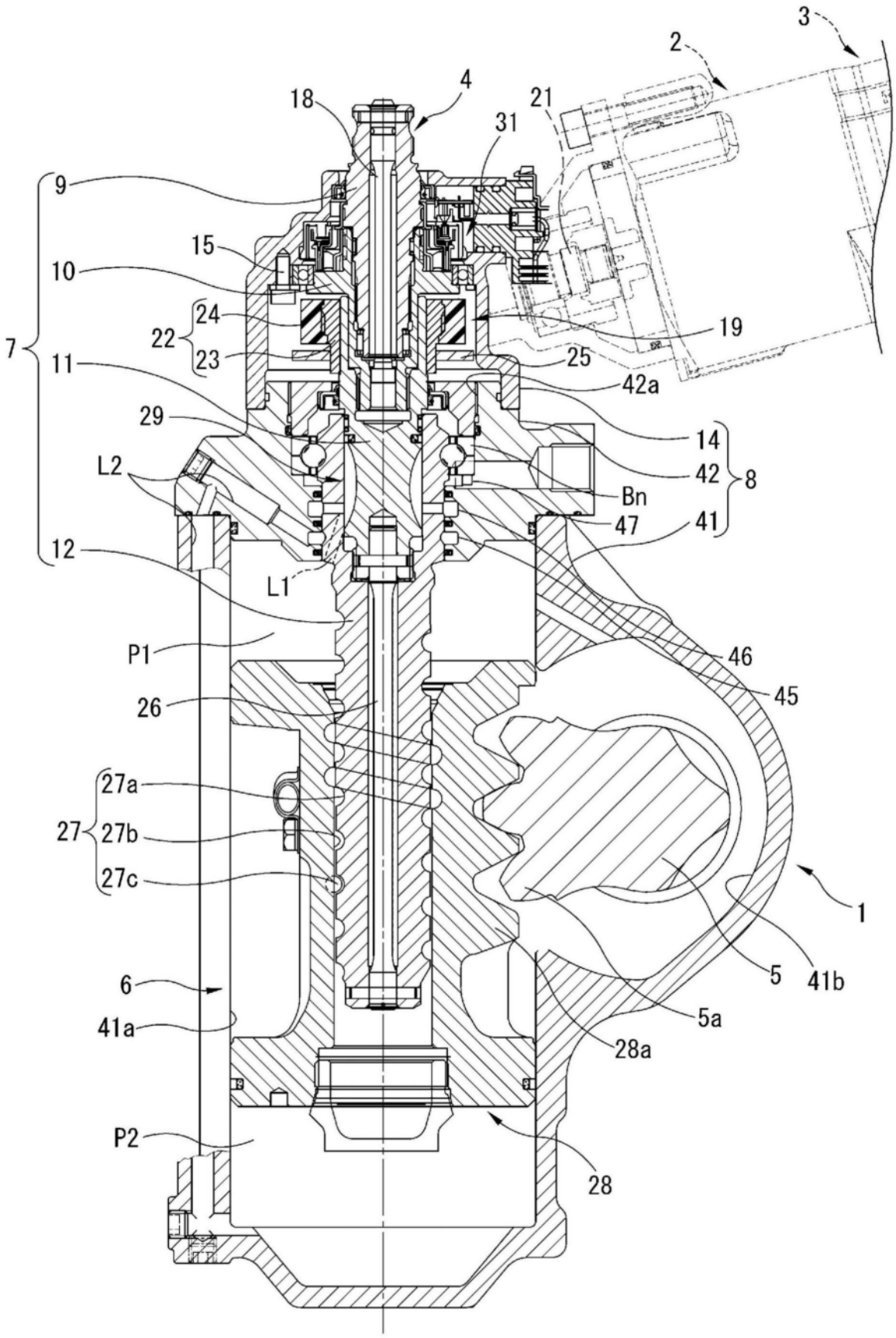

3
2
4
18
21
31
9
15
10
24
22
23
19
7
11
25
42a
29
14
42
8
L2
Bn
47
41
12
L1
P1
46
45
26
27a
27
27b
27c
1
6
5
41b
41a
5a
28a
P2
28

图2

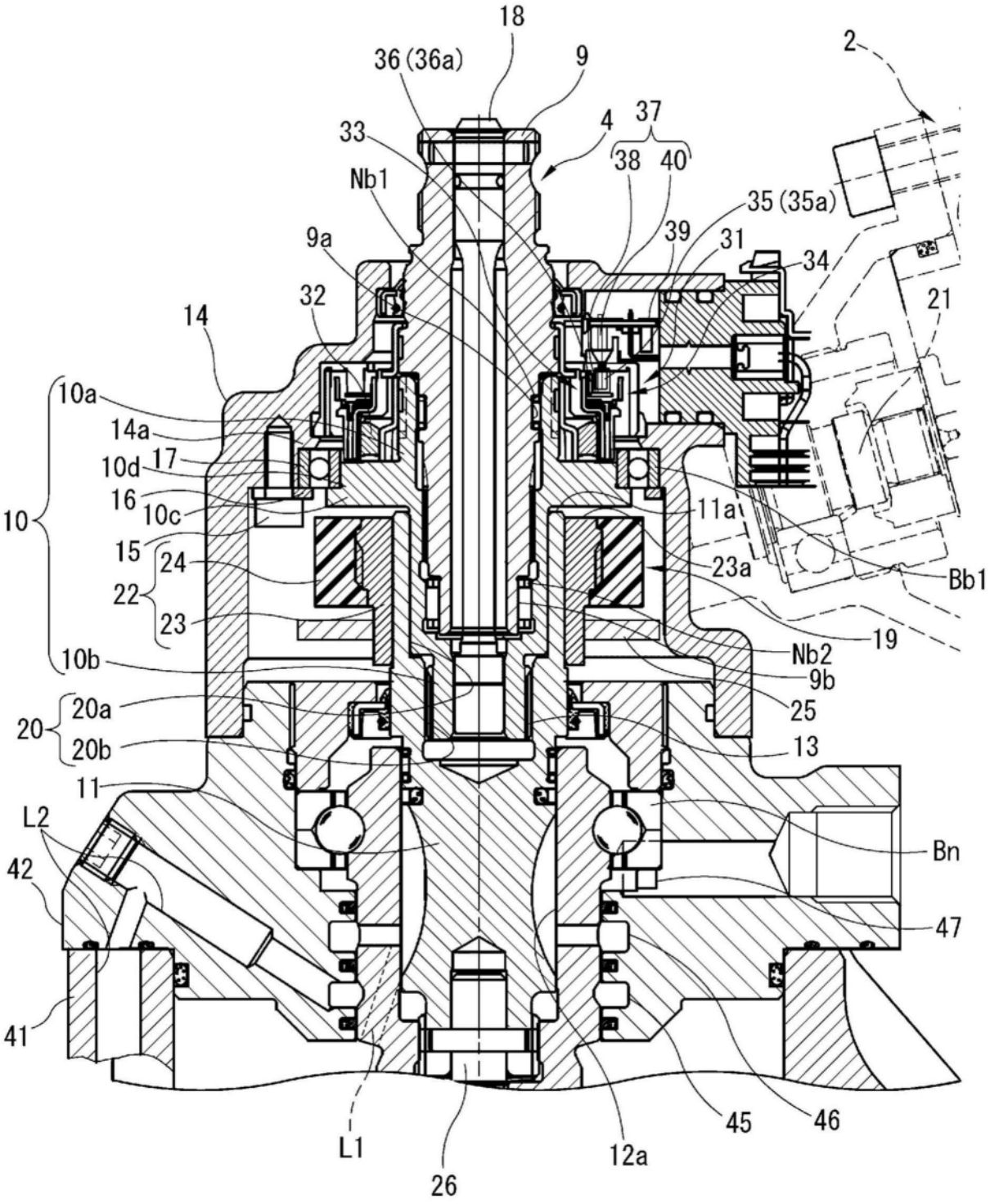

18
36(36a)
9
2
33
4
37
38
40
Nb1
35(35a)
9a
39
31
34
32
21
14
10a
14a
10d
17
16
10c
10
15
24
22
23
11a
23a
Bb1
19
Nb2
10b
9b
20a
20
20b
25
13
11
L2
Bn
42
47
41
L1
26
12a
45
46

图3

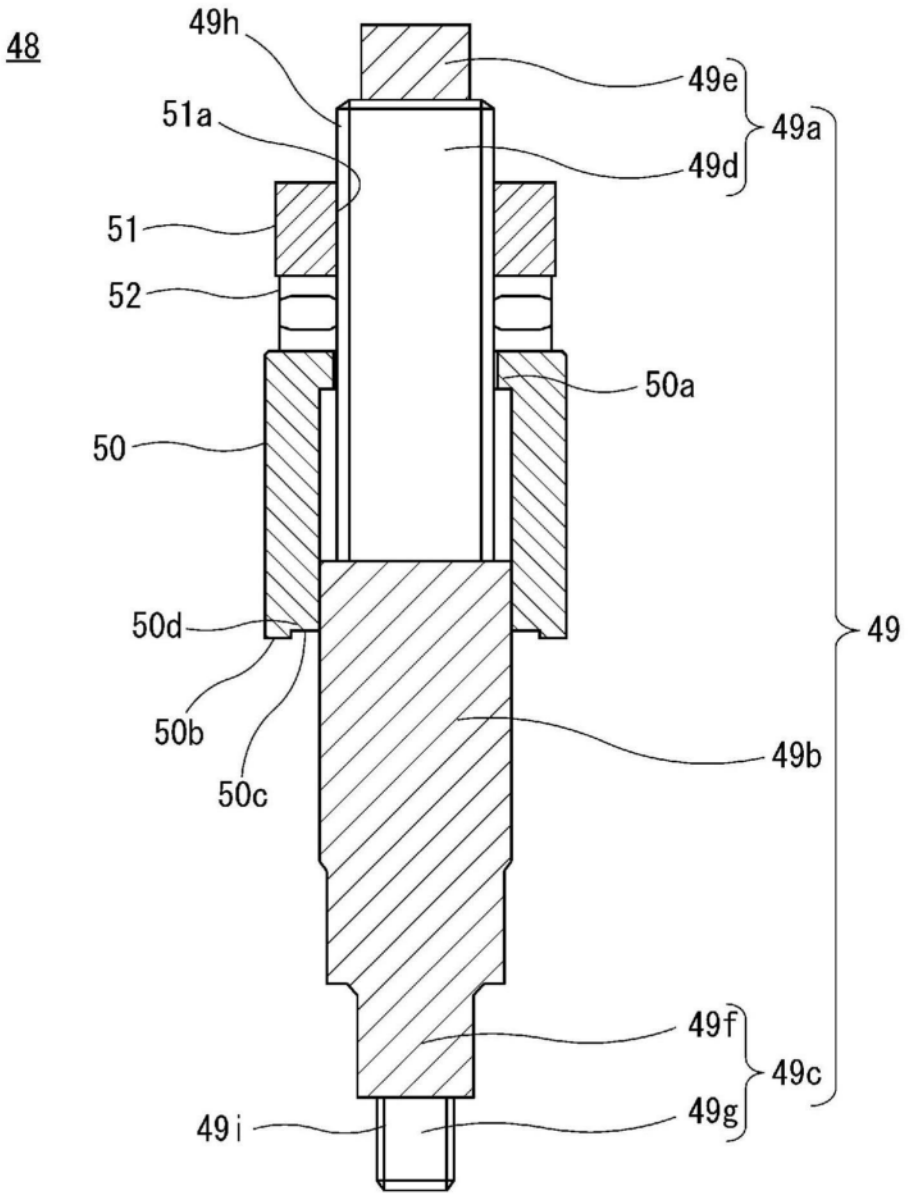

48
49h
51a
51
52
50
50d
50b
50c
49i
49e
49d
49a
50a
49
49b
49f
49c
49g

图4

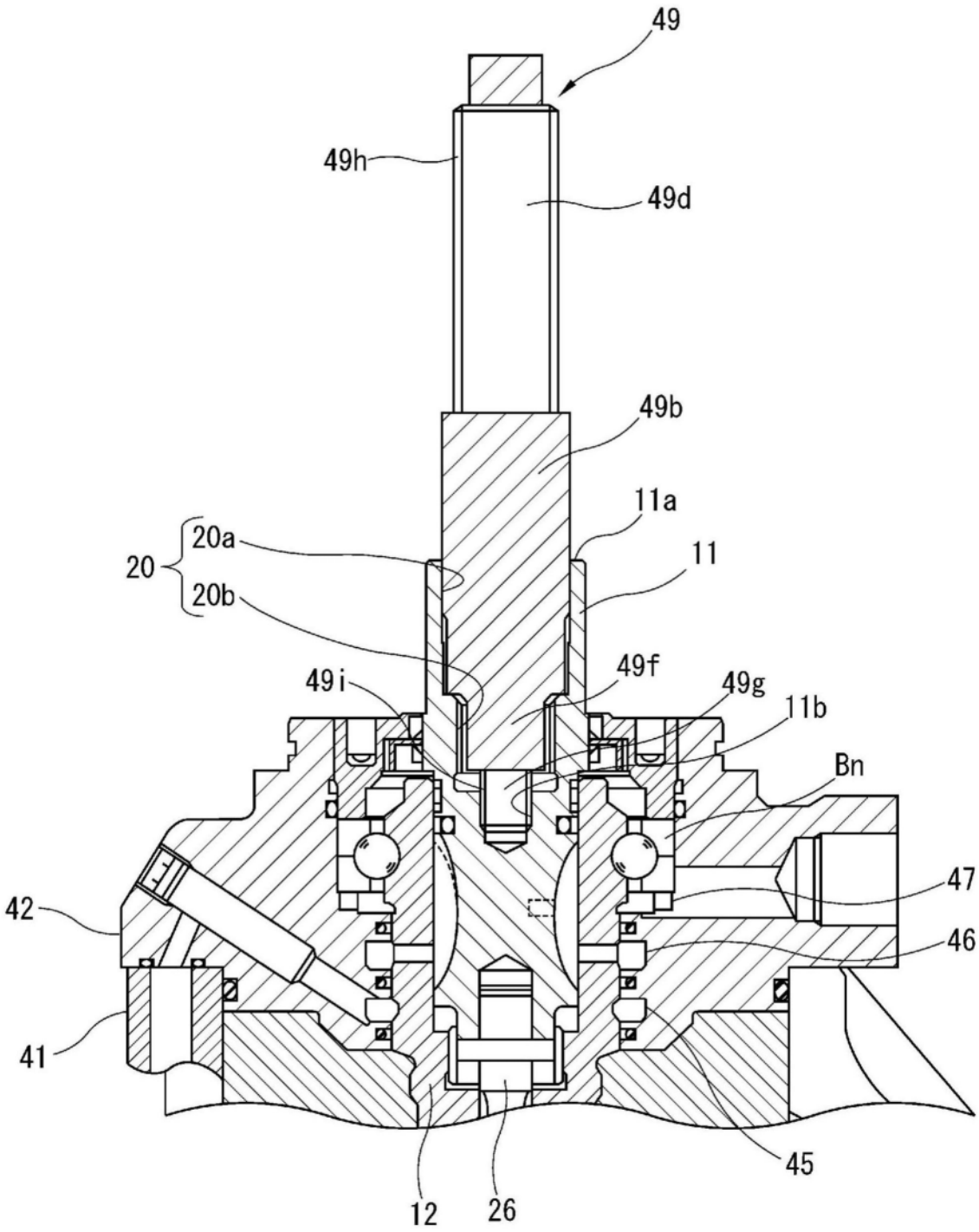

49
49h
49d
49b
11a
20
20a
20b
11
49i
49f
49g
11b
Bn
47
42
46
41
45
12
26

图5

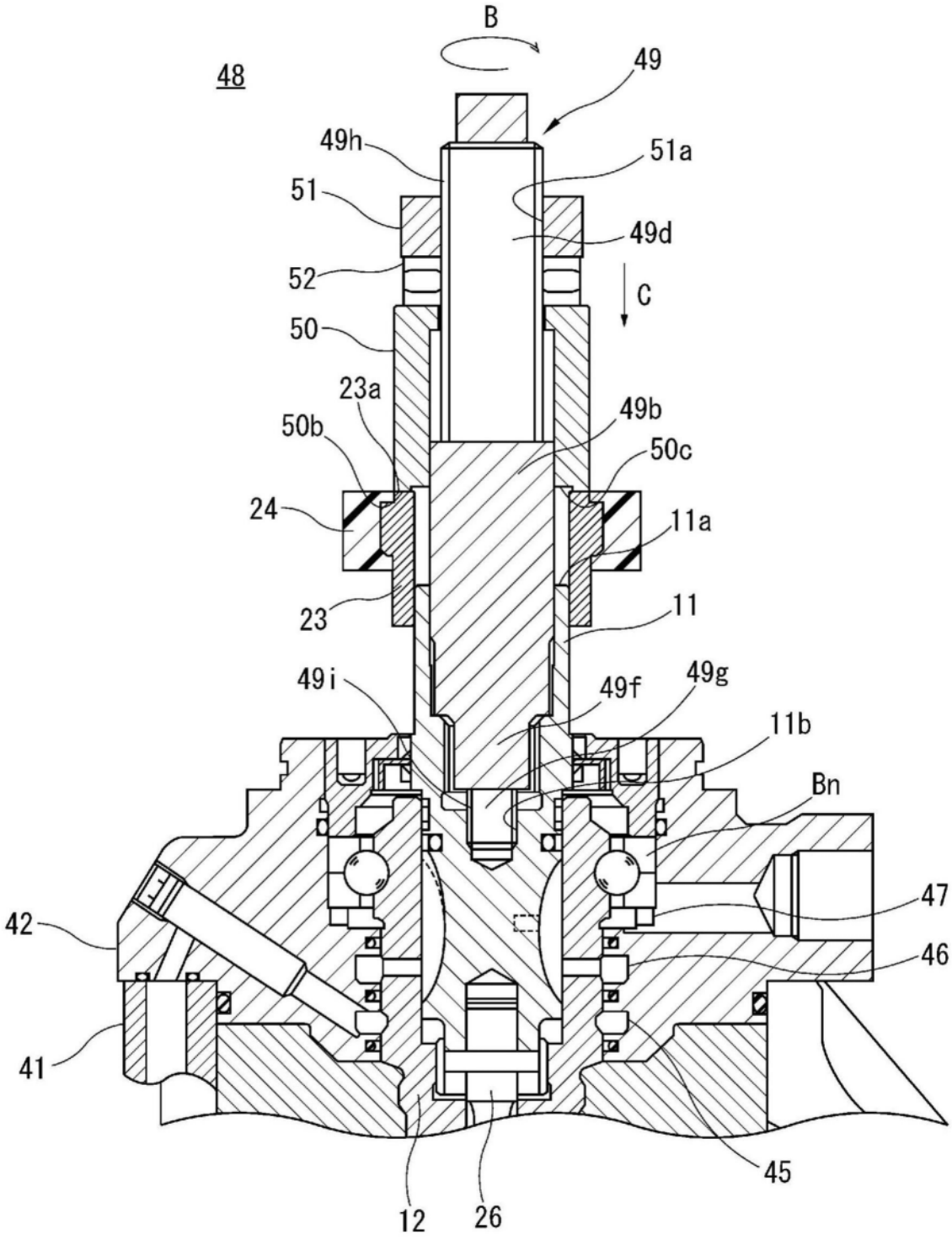

B
48
49
49h
51a
51
49d
52
C
50
23a
49b
50b
50c
24
11a
23
11
49i
49f
49g
11b
Bn
47
42
46
41
45
12
26

图6

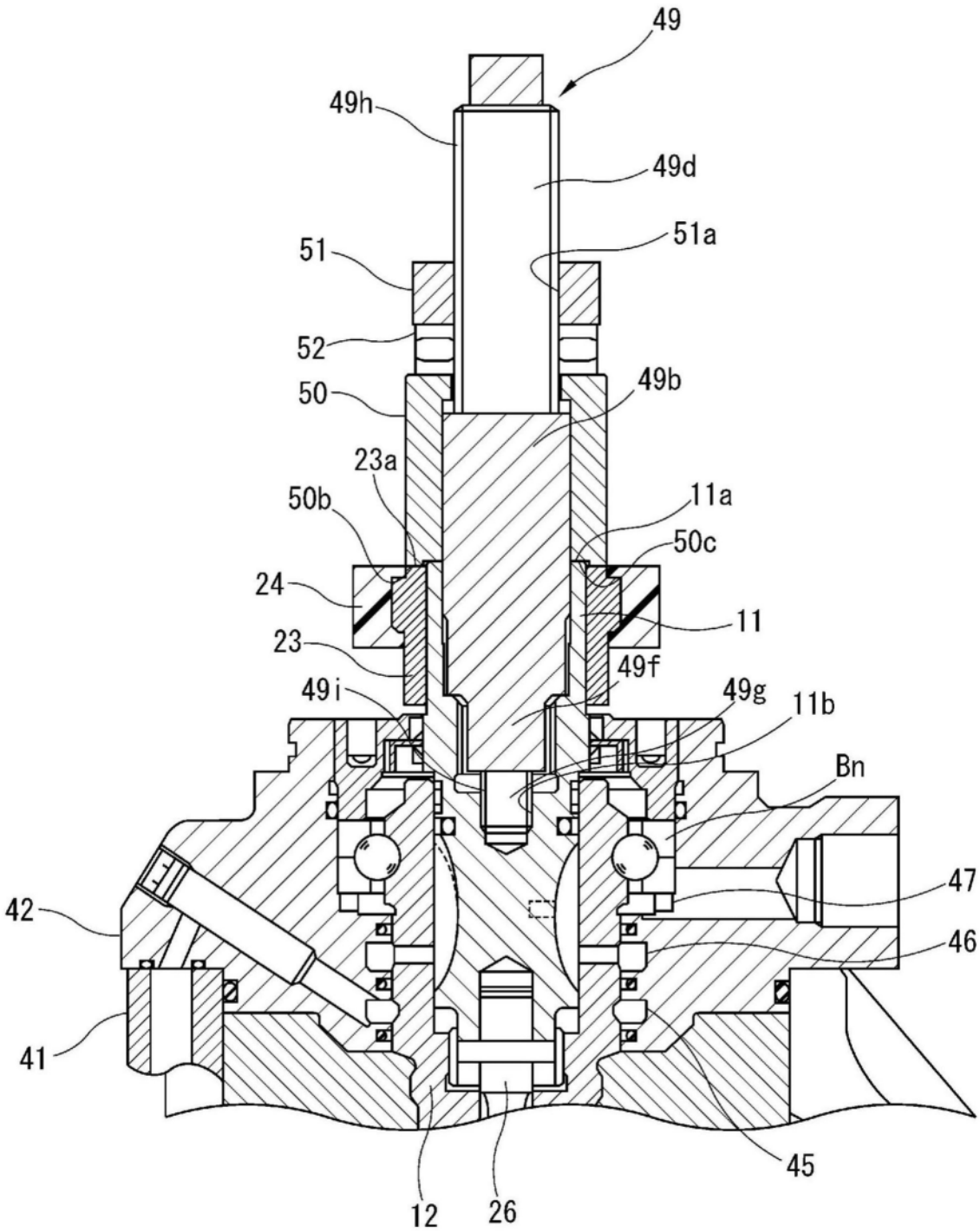

49
49h
49d
51a
51
52
50
49b
23a
50b
11a
50c
24
11
23
49f
49i
49g
11b
Bn
47
42
46
41
45
12
26

图7

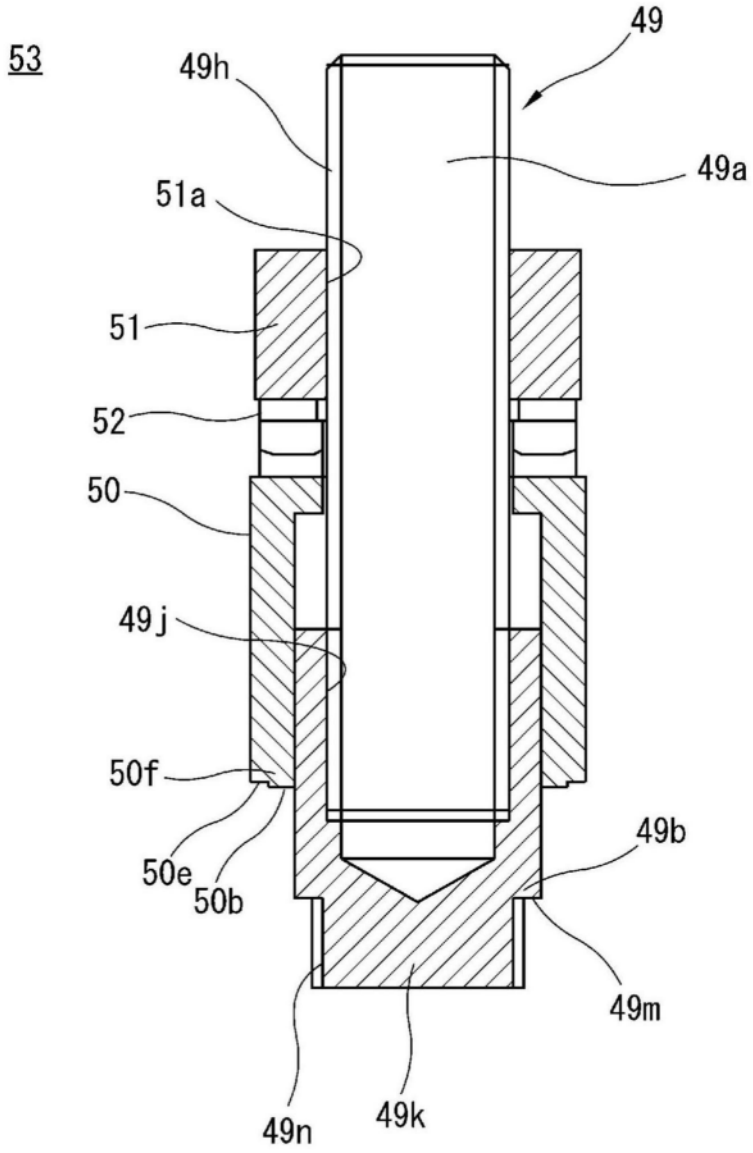


图8

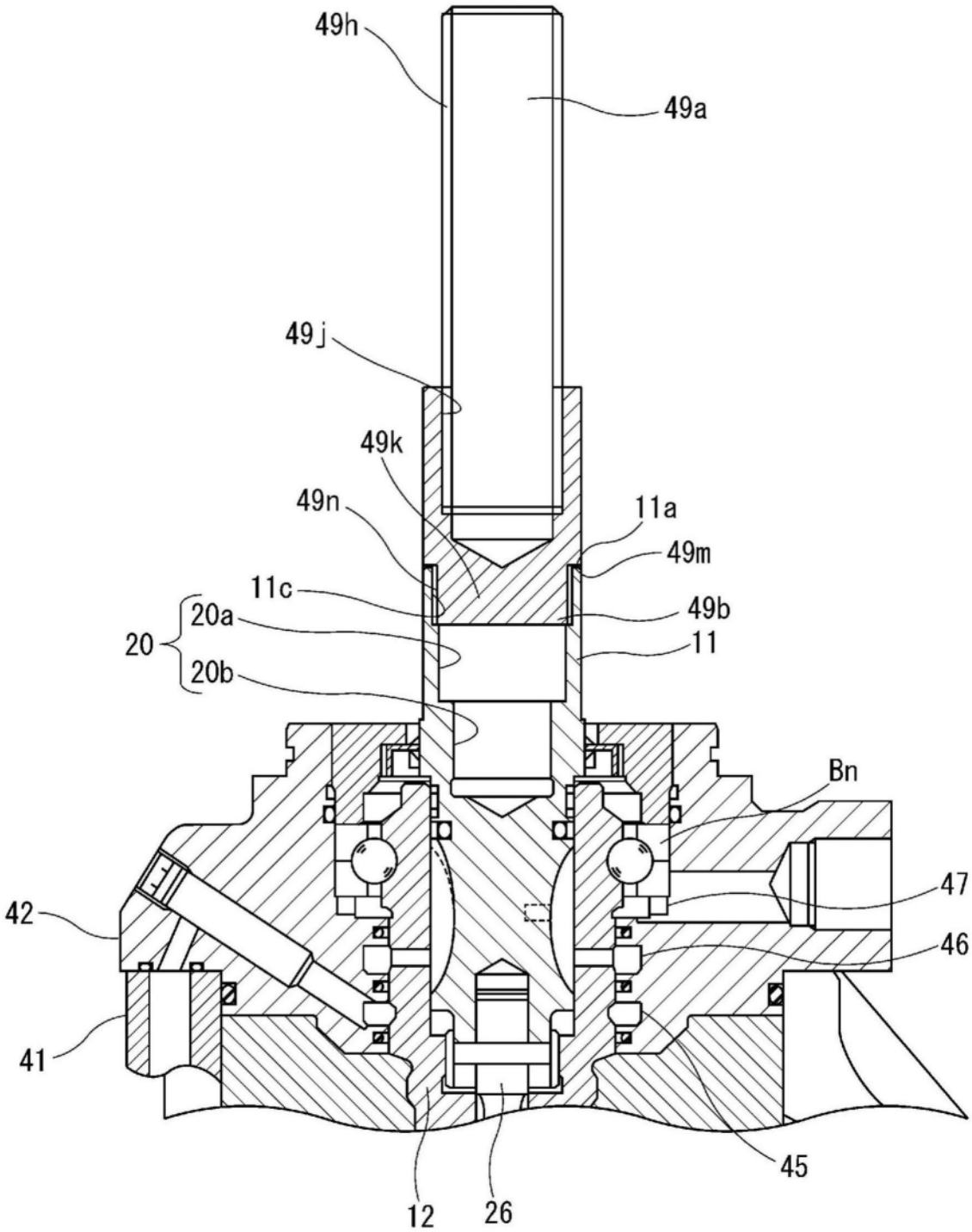

49h
49a
49j
49k
49n
11a
49m
11c
49b
20
20a
20b
11
Bn
47
42
46
41
45
12
26

图9

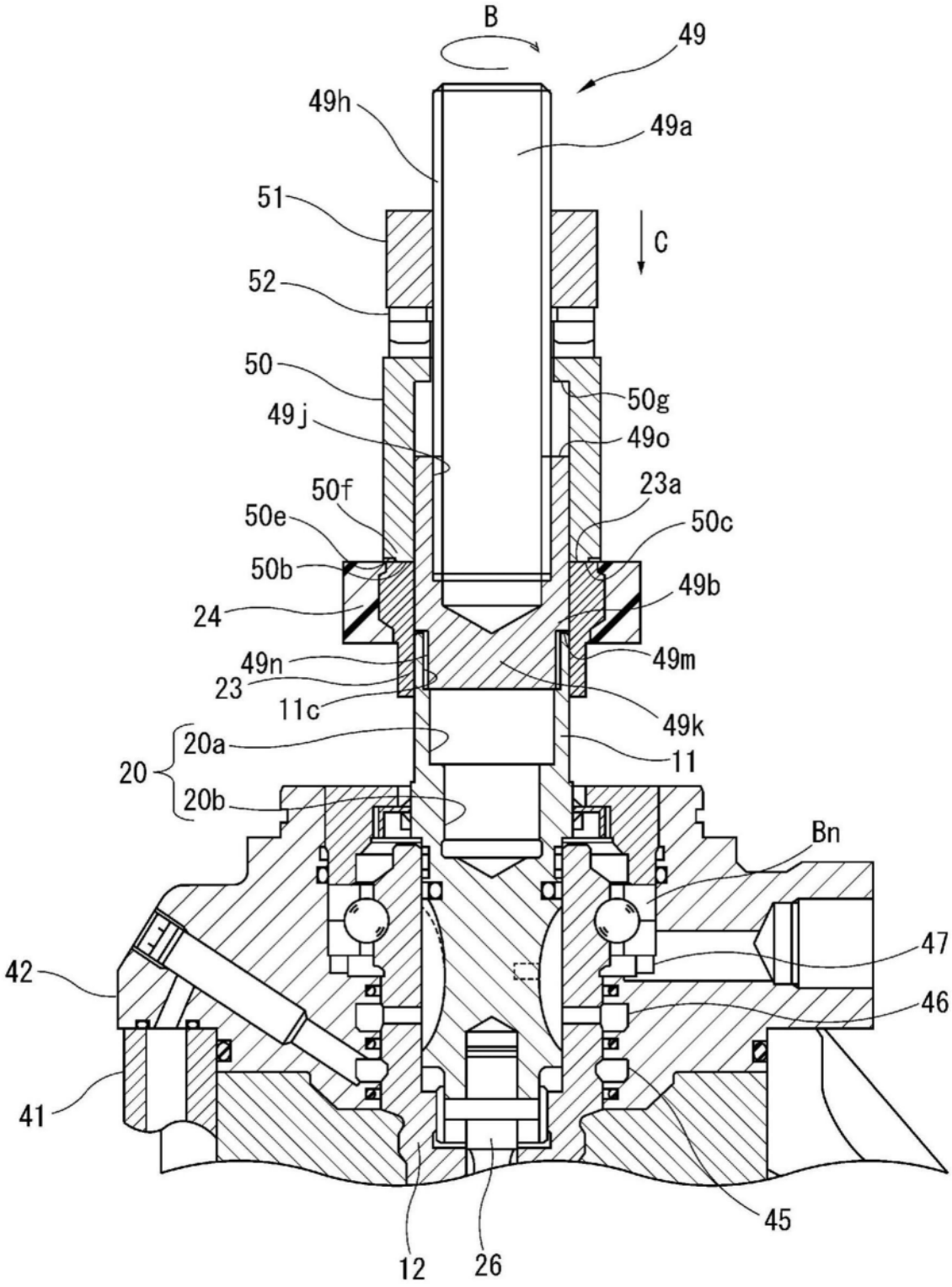

B
49
49h
49a
51
C
52
50
50g
49j
49o
50f
23a
50e
50c
50b
49b
24
49n
49m
23
11c
49k
20a
11
20
20b
Bn
47
42
46
41
45
12
26

图10

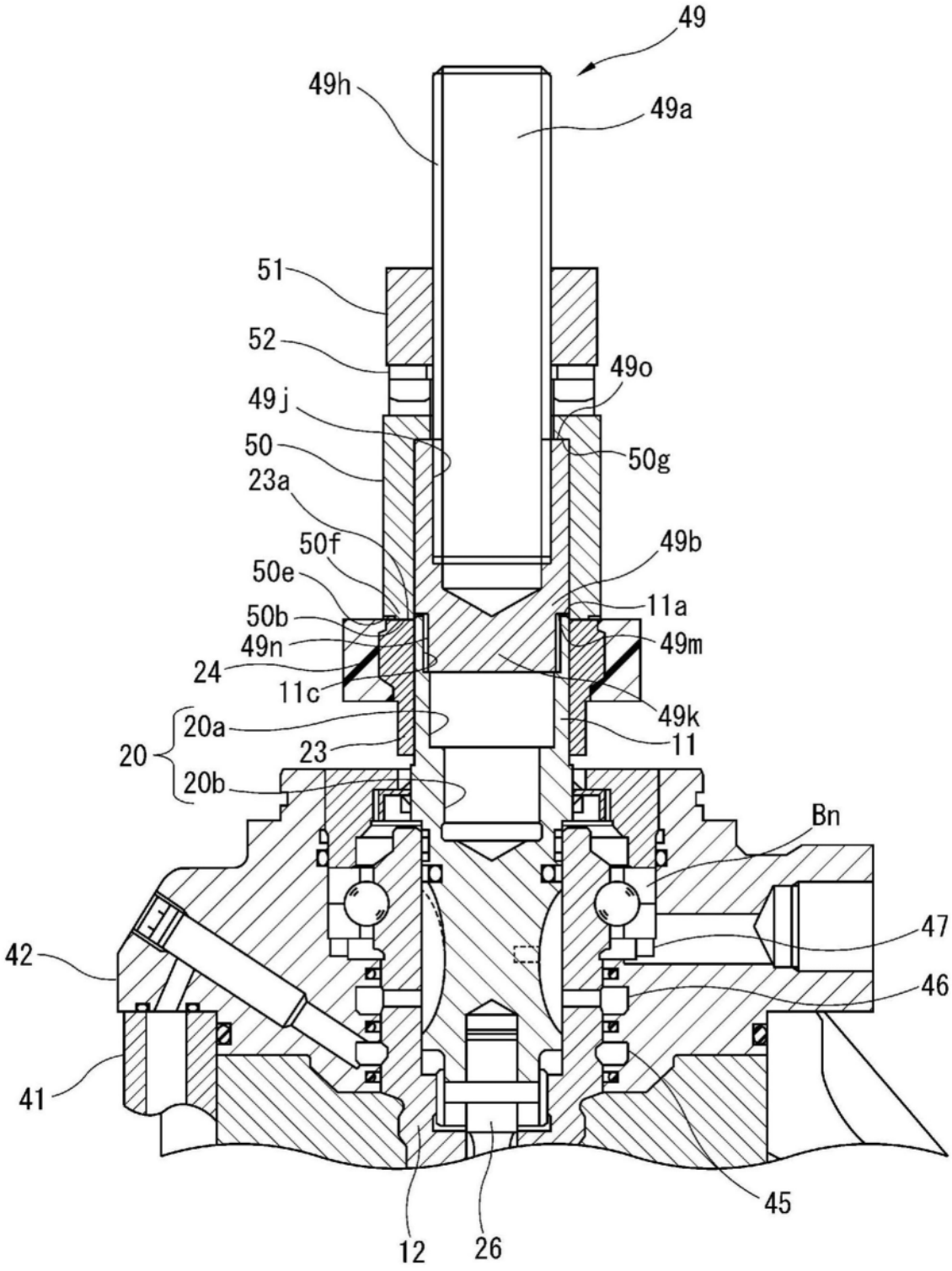

49
49h
49a
51
52
49o
49j
50
50g
23a
50f
49b
50e
11a
50b
49n
49m
24
11c
49k
20
20a
23
11
20b
Bn
47
42
46
41
45
12
26

图11

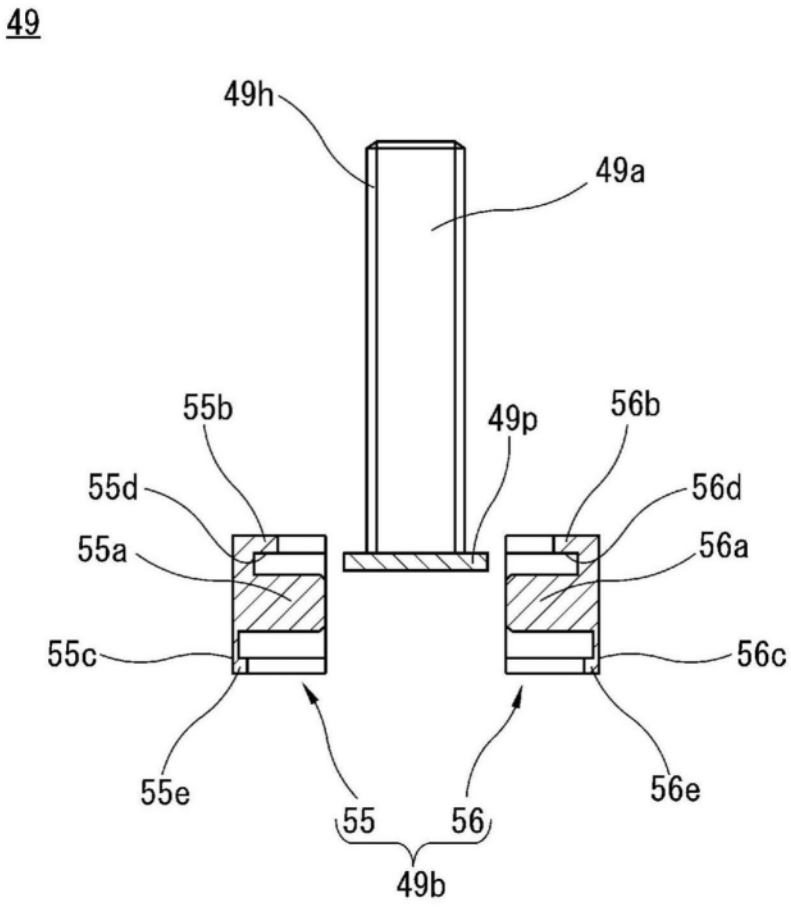


图12

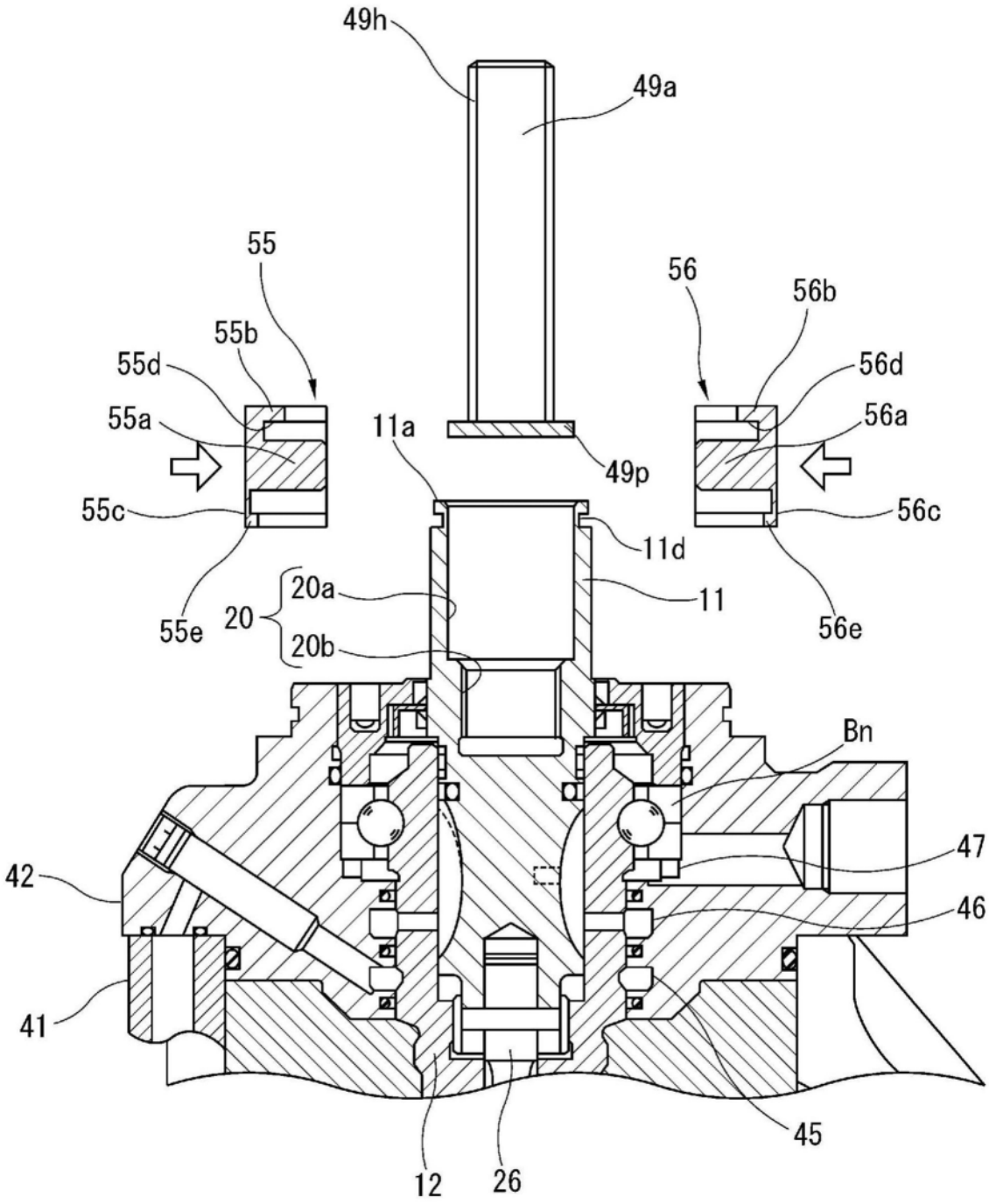

49h
49a
55
55b
55d
55a
55c
55e
56
56b
56d
56a
56c
56e
11a
49p
11d
11
20
20a
20b
Bn
47
46
42
41
45
12
26

图13

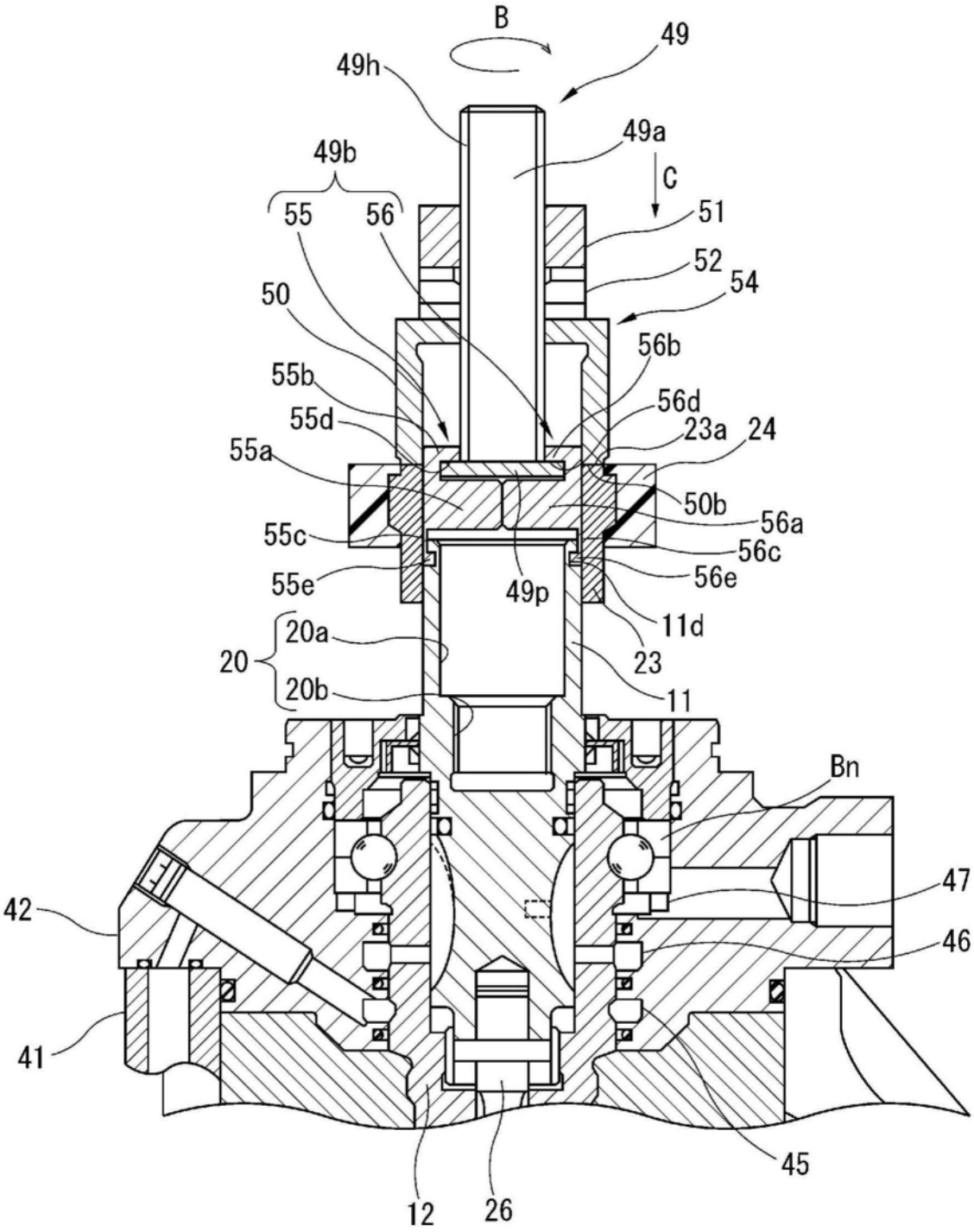

B
49
49h
49a
49b
C
55
56
51
52
54
50
56b
55b
56d
55d
23a
24
55a
50b
56a
55c
56c
55e
56e
49p
11d
20a
20
23
20b
11
Bn
47
42
46
41
45
12
26

图14

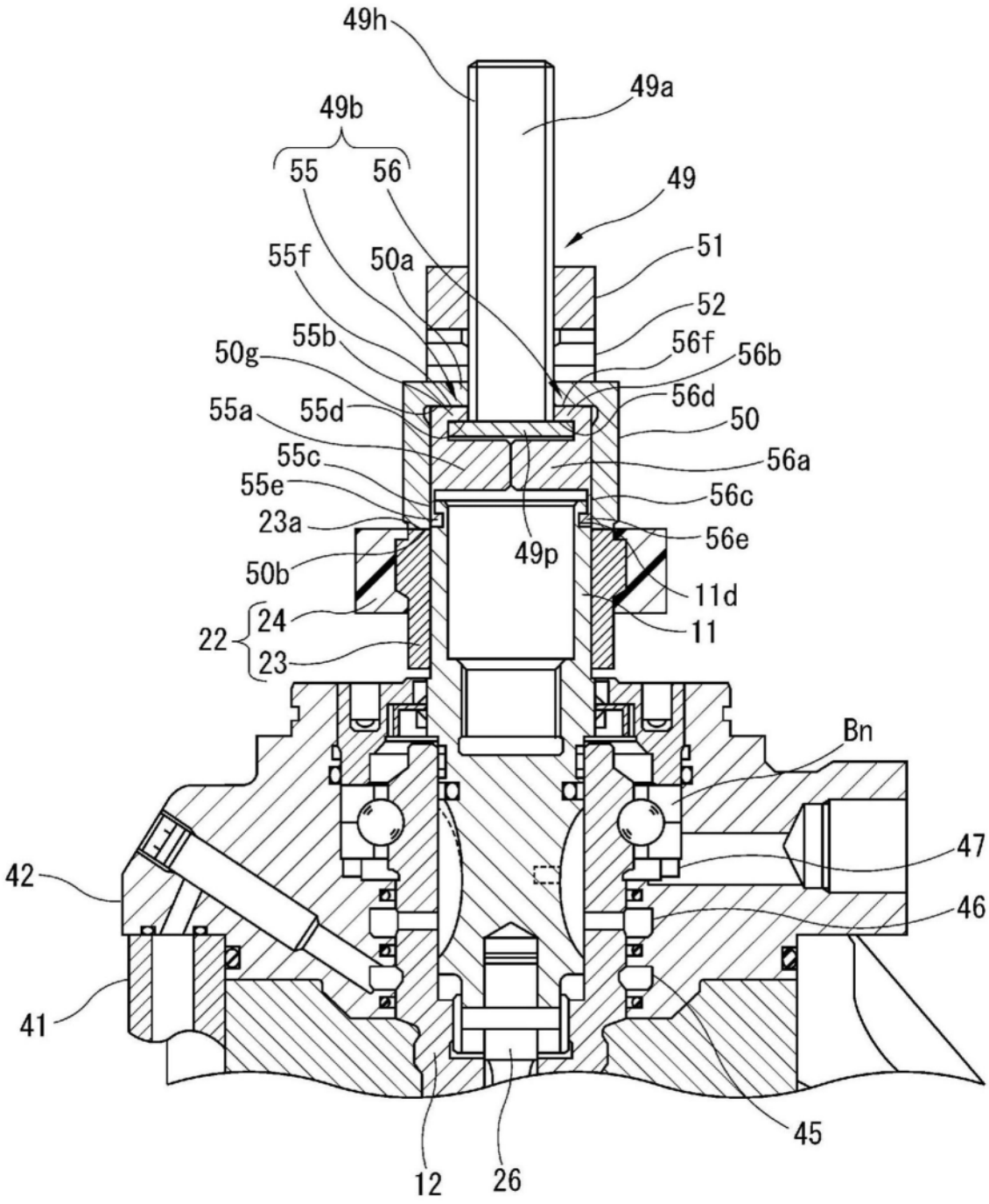

49h
49a
49b
55
56
49
55f
50a
51
52
55b
56f
56b
50g
56d
55a
55d
50
55c
56a
55e
56c
23a
49p
56e
50b
11d
22
24
11
23
Bn
47
42
46
41
45
12
26

图15

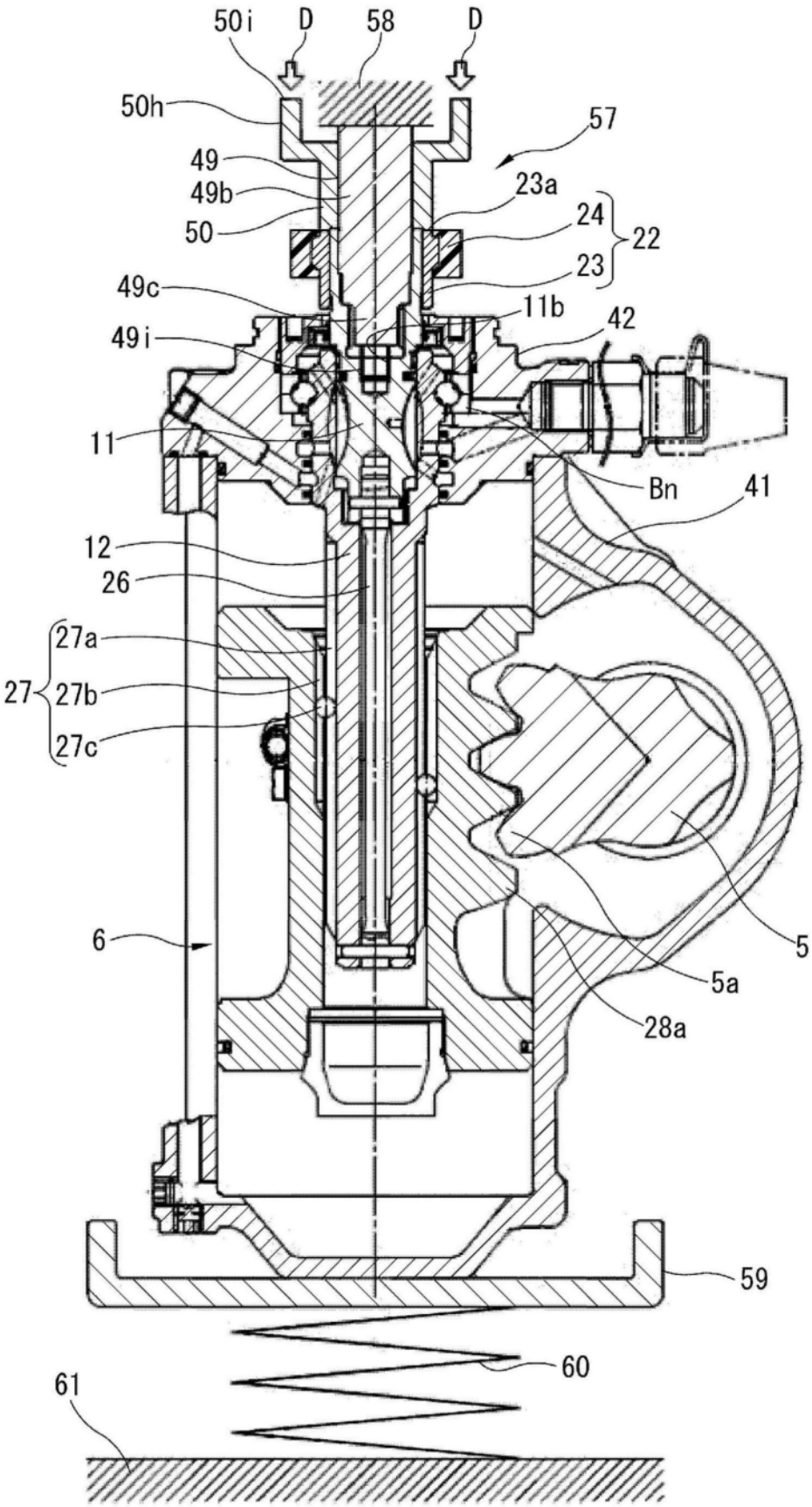

50i
D
58
D
50h
57
49
49b
23a
50
24
22
23
49c
11b
42
49i
11
Bn
41
12
26
27a
27
27b
27c
6
5
5a
28a
59
60
61

图16

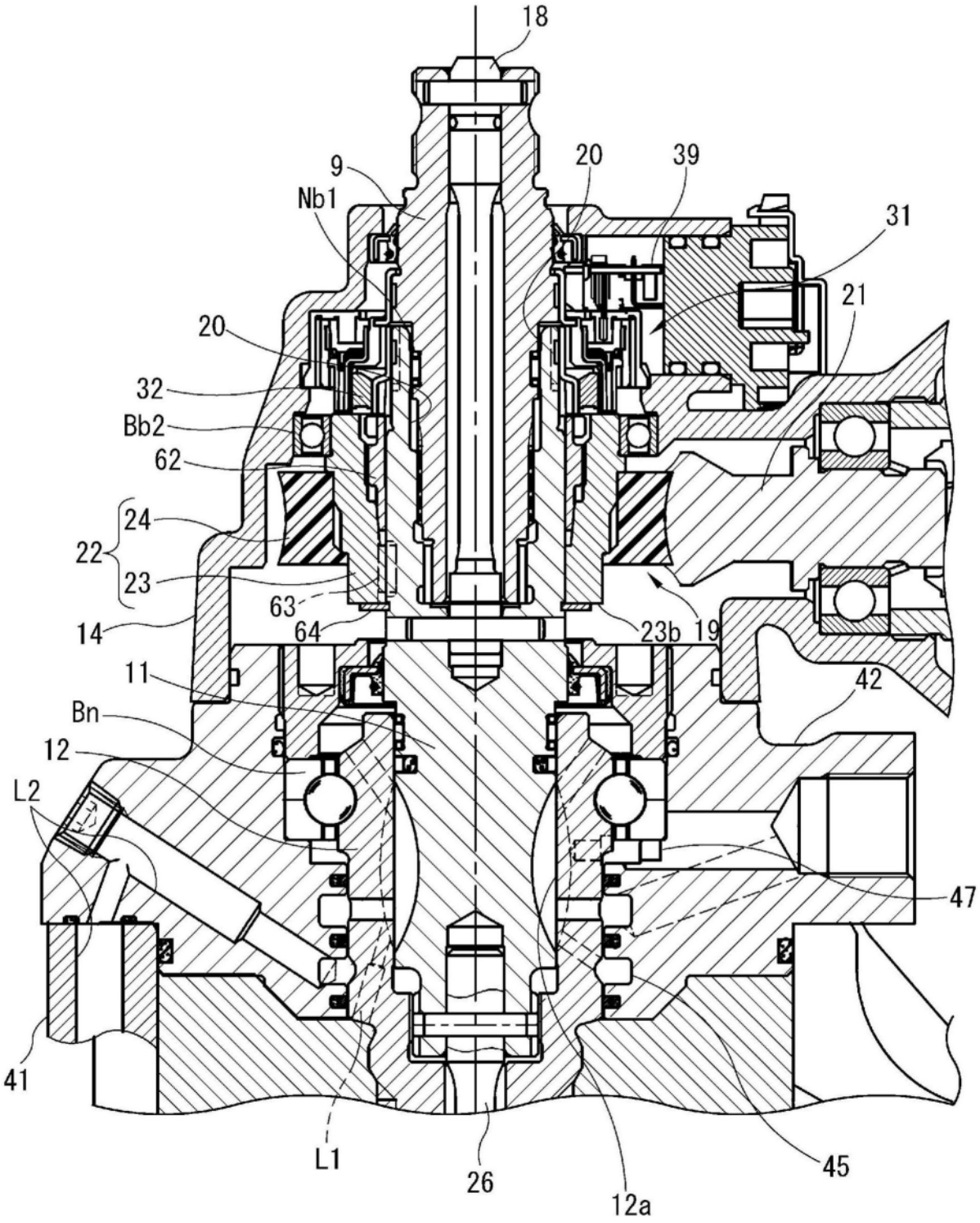

18
9
Nb1
20
39
31
21
20
32
Bb2
62
24
22
23
63
64
14
11
Bn
12
L2
41
L1
26
12a
45
47
42
23b
19

图17

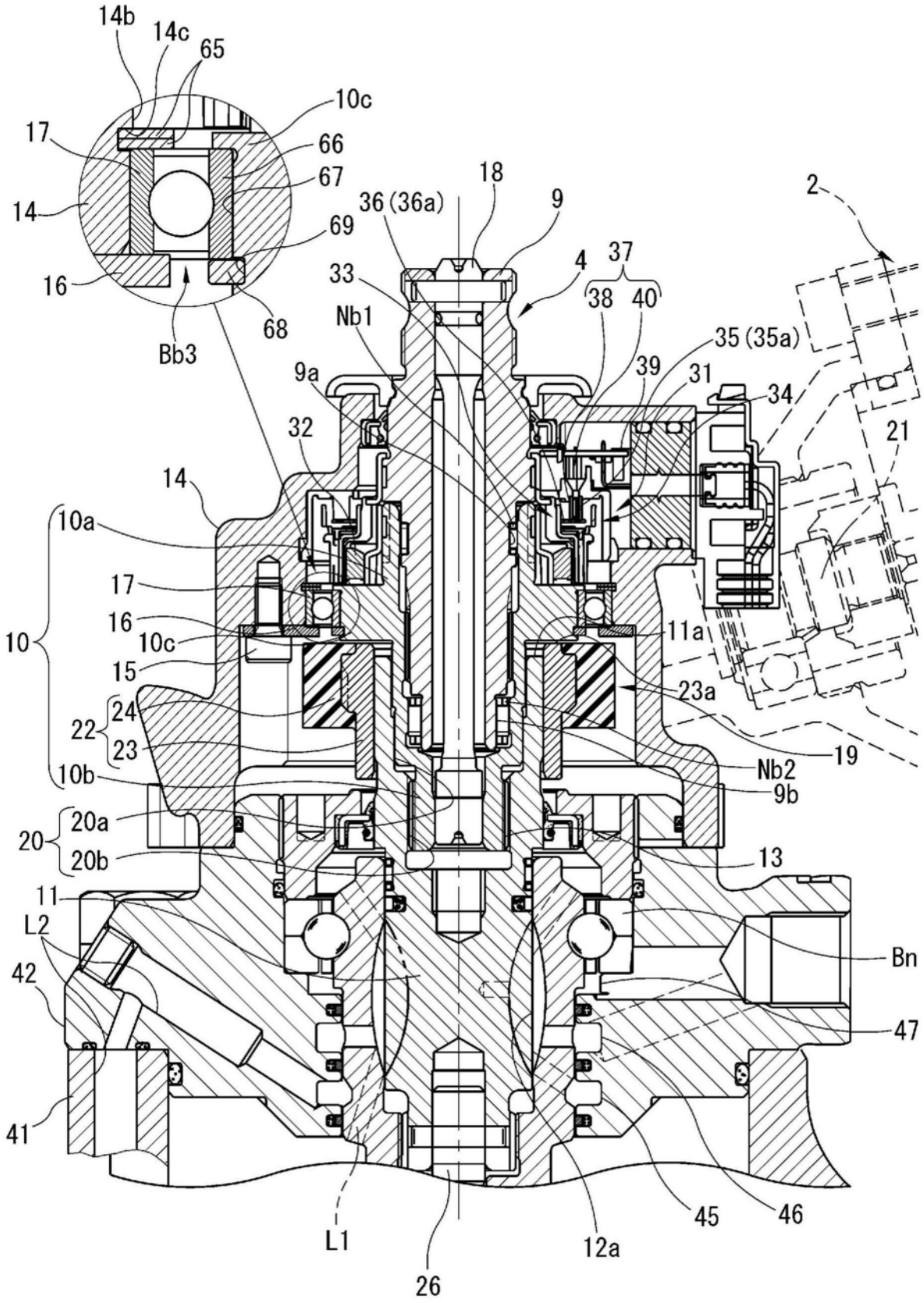

14b
14c
65
10c
17
66
67
18
36(36a)
9
2
14
69
4
37
16
33
38
40
68
Nb1
35(35a)
Bb3
9a
39
31
34
32
21
14
10a
17
16
10c
11a
10
15
23a
24
22
23
19
Nb2
10b
9b
20a
20
20b
13
11
L2
Bn
42
47
41
45
46
L1
12a
26

图18