



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102556035 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 10

(21) 申请号 201110404353. 4

US 2004069582 A1, 2004. 04. 15,

(22) 申请日 2011. 12. 07

US 4482192 A, 1984. 11. 13,

(30) 优先权数据

审查员 宋霄

JP2010-274664 2010. 12. 09 JP

(73) 专利权人 日立汽车系统株式会社

地址 日本茨城县

(72) 发明人 臼井拓也

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 岳雪兰

(51) Int. Cl.

B60T 13/74(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2008254586 A, 2008. 10. 23,

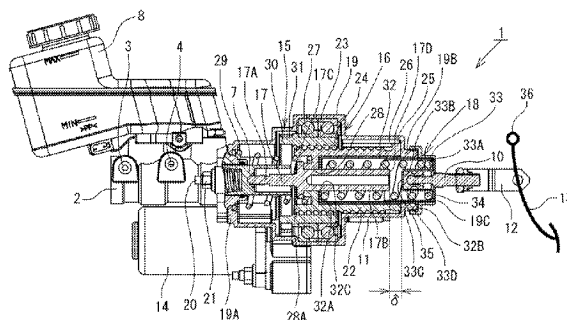
权利要求书1页 说明书7页 附图9页

(54) 发明名称

电动助力装置

(57) 摘要

一种电动助力装置,能够解除在执行再生协调控制中操作制动踏板时的不适感,并且缩小了轴向的尺寸。在正常制动时,根据制动踏板(13)的操作量,控制电动马达(14)的工作,经由带传动机构(15)及滚珠丝杠机构(16)驱动推压部件(17),将活塞(7)推压以在主缸(2)产生液压而得到制动力。利用行程模拟装置(18)的反作用力弹簧(34)对制动踏板(13)施加恒定的反作用力,通过维持推压部件和可动部件(33)的间隙 $\delta$ ,解除因主缸(2)的液压变动而产生的制动操作的不适感。当电动马达失效时,可动部件(33)抵接于推压部件( $\delta = 0$ ),直接推压活塞而维持制动功能。将推压部件的后端部插入导向部件(32)及反作用力弹簧而缩小轴向的尺寸。



1. 一种电动助力装置,其在壳体上设置有根据与制动踏板连接的输入杆的操作而工作的电动马达和被该电动马达驱动而用于直动推进主缸的活塞的推进机构,其特征在于,

在所述活塞和所述推进机构之间,具有:

推压部件,其设置成相对于所述推进机构的直动部件能够移动,利用所述输入杆或者所述推进机构进行移动而推压所述活塞;

反作用力发生机构,其支承在所述壳体上,连接有所述输入杆,对所述输入杆的操作施加反作用力,

所述推压部件通过所述推进机构的驱动以与所述输入杆分离的状态与所述直动部件一起移动,或通过借助所述输入杆的移动与该输入杆抵接而从所述直动部件分离,从而进行移动,

所述推压部件和所述反作用力发生机构配置成在轴向上重叠。

2. 如权利要求 1 所述的电动助力装置,其特征在于,

所述推压部件配置在所述反作用力发生机构的内部。

3. 如权利要求 1 所述的电动助力装置,其特征在于,

所述推压部件被相比所述反作用力发生机构设置靠近所述主缸侧的导向部支承为能够滑动。

4. 如权利要求 3 所述的电动助力装置,其特征在于,

所述导向部设置在所述壳体上。

5. 如权利要求 3 所述的电动助力装置,其特征在于,

所述推进机构是具有所述直动部件、在所述壳体内与所述推压部件同轴地设置的中空的转动-直动变换机构,

所述导向部设置在所述转动-直动变换机构的所述直动部件上。

6. 如权利要求 1 所述的电动助力装置,其特征在于,

所述推进机构是具有所述直动部件、在所述壳体内与所述推压部件同轴地设置的中空的转动-直动变换机构,所述反作用力发生机构和所述转动-直动变换机构的所述直动部件配置成在轴向上重叠。

7. 如权利要求 6 所述的电动助力装置,其特征在于,

所述反作用力发生机构配置在所述直动部件的内部。

8. 如权利要求 1 所述的电动助力装置,其特征在于,

所述推进机构具有:

与所述推压部件抵接的推进部件、

使所述直动部件与所述推压部件的轴线并列配置的沿轴线进行直线运动的转动-直动变换机构、

通过所述直动部件的直线运动使所述推进部件移动的连接部件。

9. 如权利要求 1 所述的电动助力装置,其特征在于,

所述反作用力发生机构具有螺旋弹簧,该螺旋弹簧配置成与所述推压部件重叠。

10. 如权利要求 1~9 中任一项所述的电动助力装置,其特征在于,

所述推压部件配置成至少在所述制动踏板的非操作时,在轴向上该推压部件与所述输入杆之间具有间隙。

## 电动助力装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种在安装于汽车等车辆制动装置的助力装置中作为助力源使用电动马达的电动助力装置。

### 背景技术

[0002] 作为电动助力装置,公知有例如专利文献1所记载的装置。该电动助力装置具有:与制动踏板连接的输入杆、推压主缸的活塞的推压部件、经由转动-直动变换机构驱动增压活塞的电动马达、对输入杆施加恒定的反作用力的行程模拟装置、根据输入杆的移动控制电动马达的工作的控制器。由此,根据制动踏板的操作量,由控制器来控制电动马达的工作,并由推压部件推进主缸的活塞而产生制动液压,得到所期望的制动力。

[0003] 对于制动踏板的操作量,通过由控制器适当调整电动马达的输出,能够使所谓的助力比发生变化,能够执行助力控制、制动辅助控制、再生协调控制等多种制动控制。此时,即使在通过再生协调控制等使电动马达的输出发生了变动的情况下,由于由行程模拟装置对制动踏板的操作量施加恒定的反作用力,因此不会对驾驶者带来不适感。

[0004] 如果万一因电气系统等失效而电动马达不能工作,则利用与制动踏板连接的输入杆对推压部件进行直接推压,由此能够使主缸的活塞前进,能够保持制动功能。

[0005] 专利文献1:(日本)特开2008-30599号公报

[0006] 但是,在上述专利文献1所记载的电动助力装置中,存在如下问题。为了在电气系统等失效时维持制动功能,将输入杆和推压部件配置成同轴,并且另行设置行程模拟装置,因此在设置空间上还有改善的余地。另外,在简单地将行程模拟装置一体地装入电动助力装置主体的情况下,存在使轴向的尺寸变长的问题。

### 发明内容

[0007] 本发明是鉴于上述问题点而提出的,其目的在于提供一种能够提高空间效率的电动助力装置。

[0008] 为了解决上述课题,本发明提供一种电动助力装置,在壳体上设置有根据与制动踏板连接的输入杆的操作而工作的电动马达、被该电动马达驱动而用于推进主缸的活塞的推进机构,其特征在于,在所述活塞和所述推进机构之间,具有:推压部件,其设置成相对于所述推进机构能够移动,利用所述输入杆或者所述推进机构进行移动而推压所述活塞;反作用力发生机构,其支承在所述壳体上,连接有所述输入杆,对所述输入杆的操作施加反作用力,所述推压部件和所述反作用力发生机构配置成在轴向重叠。

[0009] 根据本发明的电动助力装置,能够提高空间效率。

### 附图说明

[0010] 图1是是第一实施方式的电动助力装置的侧面图;

[0011] 图2是图1所示的电动助力装置的侧面纵剖面图;

- [0012] 图 3 是表示图 1 的电动助力装置的正常制动状态的侧面纵剖面图；
- [0013] 图 4 是表示图 1 的电动助力装置的电动马达不能工作的失效时的制动状态的侧面纵剖面图；
- [0014] 图 5 是第二实施方式的电动助力装置的侧面图；
- [0015] 图 6 是图 5 所示的电动助力装置的前部立体图；
- [0016] 图 7 是图 5 所示的电动助力装置的侧面纵剖面图；
- [0017] 图 8 是表示图 5 的电动助力装置的正常制动状态的侧面纵剖面图；
- [0018] 图 9 是表示图 5 的电动助力装置的电动马达不能工作的失效时的制动状态的侧面纵剖面图。
- [0019] 附图标记说明
- [0020] 1... 电动助力装置
- [0021] 2... 主缸
- [0022] 7... 活塞
- [0023] 10... 输入杆
- [0024] 13... 制动踏板
- [0025] 14... 电动马达
- [0026] 16... 滚珠丝杠机构（推进机构）
- [0027] 17... 推压部件
- [0028] 17B... 圆筒部（支承于导向部的部位）
- [0029] 18... 行程模拟装置（反作用力发生机构）
- [0030] 22... 直动部件
- [0031] 28... 导向部（导向部）
- [0032] 34... 反作用力弹簧（螺旋弹簧）

## 具体实施方式

[0033] 下面,基于附图详细说明本发明的实施方式。

[0034] 参照图 1 ~ 图 4 说明本发明的第一实施方式。如图 1 及图 2 所示,本实施方式的电动助力装置 1 与主缸 2 连接。主缸 2 为串联型,具有两个主液压喷口 3、4,在液压喷口 3、4 上,经由具有双系统的液压回路的液压控制单元 5,连接有分别设置于四个车轮的液压式制动装置 6。制动装置 6 可以通过液压产生制动力的例如公知的盘式制动器或者鼓式制动器。需要说明的是,在以下的说明中,称为“前方”、“前端部侧”的情况是指车辆的前进方向,称为“后方”、“后端部侧”的情况是指车辆的后退方向。

[0035] 在串联型的主缸 2 中插入有串联配置的主活塞及次活塞这一对活塞 7 (只图示了主侧),通过这些活塞 7 的前进,从两个液压喷口 3、4 供给相同的液压,在活塞 7 后退时,根据制动盘的磨损等,从储液罐 8 适当补充制动液。即使在万一双系统液压回路中的一方失效的情况下,也会向另一液压回路供给液压,因而能够保持制动功能。

[0036] 液压控制单元 5 具有液压源即电动泵、增压阀、减压阀等电磁控制阀,通过适当执行对向各车轮的制动装置 6 供给的液压进行减压的减压模式、将该液压保持的保持模式及对该液压进行增压的增压模式,进行以下控制。(1) 通过控制各车轮的制动力,在制动时根

据接地负荷等向各车轮适宜分配制动力的制动力分配控制。(2) 在制动时自动调整各车轮的制动力以防止车轮抱死的防抱死制动控制。(3) 通过检测行驶中的车轮侧滑并适宜自动地赋予各车轮制动力,由此抑制转向不足及转向过度,使车辆行驶稳定的车辆稳定性控制。(4) 在坡道(特别是上坡)保持制动状态并辅助起步的坡道起步辅助控制。(5) 在起步时等防止车轮空转的牵引力控制。(6) 相对于前行车辆保持恒定的车距的车辆跟踪控制,且保持行驶车道的防脱离车道控制。(7) 避免与障碍物碰撞的回避障碍物控制。

[0037] 电动助力装置 1 贯通将发动机室和车室分开的隔壁即分隔板 9(参照图 1),将主缸 2 侧配置于发动机室内且将其相反侧的输入杆 10 侧配置于车室内,并用双头螺栓 11 被固定于分隔板 9。在输入杆 10 上经由连接叉 12 连接制动踏板 13。

[0038] 电动助力装置 1 具有:用于驱动主缸 2 的活塞 7 的电动马达 14、电动马达 14 经由带传动机构 15 驱动的作为推进机构的转动-直动变换机构即滚珠丝杠机构 16、被滚珠丝杠机构 16 推进而推压活塞 7 的推压部件 17、与输入杆 10 连接的反作用力发生机构即行程模拟装置 18。滚珠丝杠机构 16、推压部件 17 及行程模拟装置 18 被配置成同轴并被收容在大致圆筒状的壳体 19。在该壳体 19 的一端部 19A 上,通过双头螺栓 20 及螺母 21 结合主缸 2,且输入杆 10 从壳体 19 的另一端部 19B 突出。电动马达 14 配置于滚珠丝杠机构 16 的侧部并与壳体 19 结合。

[0039] 推压部件 17 在活塞 7 的后方与活塞 7 同轴地配置,将插入到活塞 7 的圆筒状的后端部侧并形成成为推压活塞 7 的棒状的前端侧的杆部 17A、基端侧的圆筒部 17B、配置于两者之间的大径的凸缘部 17C 形成一体。

[0040] 滚珠丝杠机构 16 为中空结构,具有:圆筒状的直动部件 22、插入直动部件 22 的圆筒状的转动部件 23、装填在形成于直动部件 22 和转动部件 23 之间的螺旋状的螺纹槽的多个滚动体即滚珠 24(钢球)。直动部件 22 在壳体 19 内沿轴向可移动地支承,且被支承为通过使向径向外侧突出的止转部 25 与形成于壳体 19 的导向槽 26 卡合而不能绕轴转动。转动部件 23 在壳体 19 内由轴承 27 以可绕轴转动且在轴向不能移动的方式支承。而且,通过使转动部件 23 转动,滚珠 24 在螺纹槽内转动,从而直动部件 22 在轴向移动。

[0041] 在直动部件 22 插入有推压部件 17 的圆筒部 17B 及凸缘部 17C,在形成于直动部件 22 内的导向部即导向部 28,沿轴向可滑动地支承圆筒部 17B,凸缘部 17C 抵接导向部 28 的轴向端面 28A。通过该抵接,直动部件 22 向主缸 2 侧前进并推压凸缘部 17C,推压部件 17 与直动部件 22 一起前进,杆部 17A 推压主缸 2 的活塞 7。另外,推压部件 17 通过凸缘部 17C 从直动部件 22 分离,能够不伴随直动部件 22 的移动而单独前进。在此,推压部件 17 的被导向部 28 支承的部位即圆筒部 17B 形成为具有比主缸 2 的活塞 7 的最大推进长度大的长度。在壳体 19 的一端部 19A 和直动部件 22 之间夹装有圆锥状的压缩螺旋弹簧即复位弹簧 29。复位弹簧 29 总是将直动部件 22 向壳体 19 的另一端部 19B 侧、制动踏板 13 侧或者后方施力。

[0042] 在转动部件 23 的前端部侧一体形成带轮 30,在该带轮 30 及安装于电动马达 14 的输出轴的带轮(未图示)上卷绕有带 31。由此构成带传动机构 15,利用电动马达 14 对转动部件 23 进行转动驱动。需要说明的是,也可以在带传动机构 15 上组合齿轮减速机构等减速机构。还可以替代带传动机构 15 使用齿轮传动机构、链传动机构等其它公知的传动机构。另外,也可以不经由传动机构,利用电动马达 14 直接驱动转动部件 23。

[0043] 电动马达 14 可采用例如公知的 DC 电动马达、DC 无刷电动马达、AC 电动马达等,但是,出于控制性、静音性、耐久性等观点,在本实施方式中采用了 DC 无刷电动马达。

[0044] 行程模拟装置 18 通过从直动部件 22 的后端部侧插入到内部并安装于壳体 19 的后端部即另一端部 19B 的盖 19A 固定于壳体 19 内。行程模拟装置 18 具备:有底圆筒状的导向部件 32、沿轴向可滑动地插入在导向部件 32 内的有底圆筒状的可动部件 33、安装于导向部件 32 的底部 32A 和可动部件 33 的底部 33A 之间的压缩螺旋弹簧即反作用力弹簧 34。

[0045] 导向部件 32 以将底部 32A 侧从圆筒状的直动部件 22 的后部插入到其内部,使形成于开口端部的外侧凸缘部 32B 抵接于壳体 19 的另一端部 19B 的状态通过盖 19A 固定在壳体 19 上。在导向部件 32 中,从其底部 32A 的开口 32C 插入推压部件 17 的圆筒部 17B 的后端部侧,使圆筒部 17B 向导向部件 32 内部延伸。即,推压部件 17 和行程模拟装置 18 配置成在轴向上重叠。详细而言,推压部件 17 的圆筒部 17B 的外周面的轴向的一部分和行程模拟装置 18 的导向部件 32 的内周面的轴向的一部分配置成对置,或者,推压部件 17 的圆筒部 17B 及行程模拟装置 18 沿导向部件 32 的径向配置成,圆筒部 17B 的壁厚和导向部件 32 的壁厚保持间隔而重叠。而且,在推压部件 17 的圆筒部 17B 和反作用力弹簧 34 的配置关系中,反作用力弹簧 34 通过导向部件 32 将其一端支承于壳体 19,在比该反作用力弹簧 34 的一端靠近输入杆 10 的一侧配置有推压部件 17 的基端。另外,反作用力弹簧 34 配置于圆筒部 17B 及导向部件 32 的径向的圆筒部 17B 和导向部件 32 之间。因此,圆筒部 17B 的外周面的轴向的一部分和反作用力弹簧 34 的内径侧的轴向的一部分配置成对置,或者,沿着圆筒部 17B 及反作用力弹簧 34 的径向,圆筒部 17B 的壁厚和反作用力弹簧 34 的线径配置成保持间隔而重叠。

[0046] 在可动部件 33 上形成有杆支座部 33B,该杆支座部 33B 从底部 33A 的内周侧向前方即向导向部件 32 的底部 32A 方向突出而形成。另外,在可动部件 33 上形成有滑动筒部 33C,该滑动筒部 33C 从底部 33A 的外周侧向前方即向导向部件 32 的底部 32A 方向突出而形成,其外周面在导向部件 32 的内周面滑动。在杆支座部 33B 的内部嵌合固定有杆支座部件 35,在该杆支座部件 35 上连接输入杆 10 的前端部。可动部件 33 的杆支承部 33B 与推压部件 17 的圆筒部 17B 同轴地配置,圆筒部 17B 的后端面 17D 和杆支座部 33A 的前端面 33D 在圆筒状直动部件 22 的内部彼此对置。可动部件 33 通过使底部 32A 抵接于盖 19A,其后退位置由盖 19A 限制。而且,可动部件 33 处于图 2 所示的非制动位置(抵接于轴承盖 19A 的后退到最后的位置)时,在杆支座部 33A 的前端面 33D 和推压部件 17 的圆筒部 17B 的后端面 17D 之间形成有规定的间隙  $\delta$ 。

[0047] 电动助力装置 1 上设置有:用于检测制动踏板 13 的操作量的输入传感器 36、检测滚珠丝杠机构 16 的位移(转动部件 23 的转动角或者直动部件 22 的位移)或者电动马达 14 的转动角的输出传感器(未图示)、检测主缸 2 的液压的液压传感器(未图示)等各种传感器。而且,设置有基于这些传感器的检测,对电动马达 14 的工作进行控制的控制器(未图示)。

[0048] 下面,对如上构成的本实施方式的作用进行说明。

[0049] (正常制动时)

[0050] 在正常制动时,如图 3 所示,在由驾驶者对制动踏板 13 进行操作时,由输入传感器 36 对其操作量进行检测,控制器根据制动踏板 13 的操作量一边监视输出传感器的检测,一

边控制电动马达 14 的工作。而且,电动马达 14 经由带传动机构 15 驱动滚珠丝杠机构 16,抵抗复位弹簧 29 的弹簧力使直动部件 22 前进,推压部件 17 推压活塞 7 而使主缸 2 产生液压,且经由液压控制单元 5 向各车轮的制动装置 6 供给液压使其产生制动力。此时,维持可动部件 33 的杆支座部 33A 的前端面 33D 和推压部件 17 的圆筒部 17B 的后端面 17D 之间的间隙  $\delta$ 。此时,由于对制动踏板 13 根据其操作量施加了由行程模拟装置 18 的反作用力弹簧 34 的弹簧力产生的恒定的反作用力,因而驾驶者能够通过调整制动踏板 13 的操作量而产生所期望的制动力。

[0051] 另外,控制器能够执行通过改变对应于制动踏板 13 的操作量的电动马达 14 的控制量,混合动力汽车或电动汽车在减速时利用车轮的转动驱动发电机,在将动能作为电能回收的再生制动时,按再生制动量降低主缸 2 的液压而得到所期望的制动力的再生协调控制。该情况下,杆支座部 33A 的前端面 33D 和推压部件 17 的圆筒部 17B 的后端面 17D 也不相抵接,虽然不是恒定量,但是也可维持间隙  $\delta$ 。该情况下,即使主缸 2 的液压变动再生制动量,车辆的减速度也会适合于制动踏板 13 的操作量,因而由行程模拟装置 18 的反作用力弹簧 34 施加于制动踏板 13 的反作用力不会对驾驶者带来不适感。

[0052] (失效时)

[0053] 万一因电动马达 14、控制器、滚珠丝杠机构 16 等失效而不能由电动马达 14 进行控制的情况下,如图 4 所示,即使驾驶者对制动踏板 13 进行操作,电动马达 14 也不工作,滚珠丝杠机构 16 的直动部件 22 也不前进,因此,可动部件 33 的杆支座部 33A 的前端面 33D 抵接于推压部件 17 的圆筒部 17B 的后端面 17D ( $\delta = 0$ )。此外,若踏下制动踏板 13,则可动部件 33 的杆支座部 33A 直接推压圆筒部 17B,凸缘部 17C 从直动部件 22 的端部分离而使推压部件 17 前进,从而杆部 17A 推压主缸 2 的活塞 7。这样,能够只通过制动踏板 13 的操作使活塞 7 前进,能够使主缸 2 产生液压,维持制动功能。此时,由于能够使推压部件 17 相对于直动部件 22 前进,因而不会对制动踏板 13 作用弹簧 29 的弹簧力,从而能够不施加额外的踏力对制动踏板 13 进行操作。

[0054] 在电动助力装置 1 中,由于推压部件 17 的圆筒部 17B 的后端部插入到行程模拟装置 18 的导向部件 32,并且两者在轴向重叠配置,所以能够缩小电动助力装置 1 轴向的尺寸,能够提高空间效率。

[0055] 下面,参照图 5~图 9 说明本发明的第二实施方式。需要说明的是,对于与上述第一实施方式相同的部分使用相同的附图标记,只对不同的部分进行详细说明。

[0056] 如图 5~图 7 所示,在本实施方式的电动助力装置 40 中,滚珠丝杠机构 41 配置于推压部件 17 的侧部,经由连接机构 42 使推压部件 17 移动。滚珠丝杠机构 41 具备:转动轴部件 44,其与电动马达 14 的输出轴平行地配置于主缸 2 的活塞 7 及推压部件 17 的下方,通过轴承 43 可转动且在轴向不能移动地支承在壳体 19 上;直动部件 45,其插有转动轴部件 44 且被支承为沿其轴向可移动且不能绕轴转动;多个滚动体即滚珠 46(钢球),其装填在形成于转动轴部件 44 和直动部件 45 之间的螺旋状的螺纹槽。通过使转动轴部件 44 转动,滚珠 46 在螺纹槽内转动,使直动部件 45 沿轴向移动。

[0057] 在转动轴部件 44 的一端部安装有带轮 47,在该带轮 47 及安装于电动马达 14 的输出轴的带轮 48(参照图 6)上卷绕有带 49,由它们构成带传动机构,电动马达 14 驱动旋转转动轴部件 44。

[0058] 连接机构 42 具有配置于推压部件 17 及直动部件 45 之间的大致不倒翁（だるま）形状的连接部件 50。连接部件 50 具有：不能相对转动地连接于直动部件 45 的外周的连接部 51 和杯状的推进部 52。在推进部 52 形成有位于主缸 2 的活塞 7 的后部上方且相对于活塞 7 的轴垂直配置的止转部 53。止转部 53 被支承为，通过壳体 19 的未图示的支承部在活塞 7 的轴向上可移动但在活塞 7 的周方向上不能移动。由此，连接部件 50 被支承为使直动部件 45 不能绕其轴转动。

[0059] 行程模拟装置 18 的导向部件 32' 与壳体 19 形成一体，通过形成于导向部件 32' 的底部的圆筒部 54，推压部件 17 的圆筒部 17B 沿轴向被导向移动。在上述推进部件 52 的中央的开口插入推压部件 17 的圆筒部 17B，推压部件 17 的凸缘部 17C 的后部抵接有推进部 52。复位弹簧 29 安装于主缸 2 的后端部和推进部 52 之间。

[0060] 由此，通过直动部件 45 的直线运动，推进部 52 对推压部件 17 的凸缘部 17C 进行推压，使推压部件 17 前进，从而推压部件 17 的杆部 17A 推压活塞 7。而且，推压部件 17 通过使凸缘部 17C 从推进部 52 分离，能够不随推进部 52 移动而单独前进。

[0061] 下面，对具有上述结构的本实施方式的作用进行说明。

[0062] （正常制动时）

[0063] 如图 8 所示，在正常制动时，若驾驶者对制动踏板 13 进行操作，则由输入传感器 36 检测制动踏板 13 的操作量，由控制器根据制动踏板 13 的操作量，一边监视输出传感器的检测，一边控制电动马达 14 的工作。然后，电动马达 14 经由带传动机构驱动滚珠丝杠机构 41，使直动部件 22 移动，并经由连接机构 42 使推进部件 54 抵抗复位弹簧 29 的弹簧力进行移动，由推压部件 17 推压活塞 7。由此，与上述第一实施方式同样，能够在主缸 2 产生液压，向各车轮的制动装置 6 供给液压使其产生所期望的制动力，在执行助力控制、制动辅助控制、再生协调控制等控制时，由行程模拟装置 18 向制动踏板 13 施加恒定的反作用力，由此即使主缸 2 的液压发生变动，也不会对驾驶者带来不适感。

[0064] （失效时）

[0065] 在万一因电动马达 14、控制器、滚珠丝杠机构 41、连接机构 42 等的失效而不能进行电动马达 14 的控制的情况下，如图 9 所示，即使驾驶者对制动踏板 13 进行操作，电动马达 14 也不工作，推进部 52 也不前进，可动部件 33 的杆支座部 33A 的前端部抵接于推压部件 17 的圆筒部 17B 的后端部（ $\delta = 0$ ）。若进一步踏动制动踏板 13，则可动部件 33 的杆支座部 33A 推压圆筒部 17B，凸缘部 17C 从推进部件 54 分离而使推压部件 17 前进，从而杆部 17A 推压主缸 2 的活塞 7。这样，与上述第一实施方式同样，能够只通过制动踏板 13 的操作使活塞 7 前进，能够使主缸 2 产生液压而保持制动功能。

[0066] 另外，与上述第一实施方式同样，由于推压部件 17 的圆筒部 17B 的后端部插入行程模拟装置 18 的导向部件 32' 并在轴向重叠配置，因此能够缩小电动助力装置 1 的轴向的尺寸，能够提高空间效率。

[0067] 需要说明的是，在上述第一及第二实施方式中，也可以在推压部件 17 的圆筒部 17B 内插入行程模拟装置 18 的导向部件 32、32'，可动部件 33 被导向部件 32、32' 的外周侧导向而与圆筒部 17B 对置。

[0068] 在上述实施方式的电动助力装置中，根据与制动踏板连接的输入杆的操作进行工作的电动马达和被该电动马达驱动而推进主缸活塞的辅助机构设置于壳体上，在所述活塞

和所述辅助机构之间,具有:推压部件,其设置成相对于所述辅助机构能够移动,利用所述输入杆或者所述辅助机构进行移动而推压所述活塞;反作用力发生机构,其支承在所述壳体上,连接有所述输入杆,对所述输入杆的操作施加反作用力,所述推压部件和所述反作用力发生机构配置成在轴向上重叠。根据这样的电动助力装置,能够缩小电动助力装置轴向的尺寸,能够提高空间效率。

[0069] 在上述实施方式的电动助力装置中,所述推压部件插入到所述反作用力发生机构的内部。需要说明的是,推压部件不一定必须插入到所述反作用力发生机构的内部,也可以在所述反作用力发生机构的外周侧在轴向上重叠配置。

[0070] 在上述实施方式的电动助力装置中,由相比所述反作用力发生机构设置有所述主缸侧的导向部能够滑动地支承所述推压部件。所述导向部也可以设置于所述壳体。根据这样的电动助力装置,当所述电动马达失效时,可以不施加额外的踏力就能够操作制动踏板。而且,所述辅助机构是在所述壳体内与所述推压部件同轴地设置的中空的转动-直动变换机构,所述导向部也可以设置于所述转动-直动变换机构的直动部件。根据这样的电动助力装置,相对于直动部件可使推压部件前进,由复位弹簧对直动部件施力,在该情况下,当所述电动马达失效时,复位弹簧的弹簧力不施加在制动踏板上,不施加额外的踏力就能够操作制动踏板。需要说明的是,推压部件不一定必须由设置于比反作用力发生机构靠近所述主缸侧的导向部可滑动地支承,也可以在反作用力发生机构设置导向部。

[0071] 在上述实施方式的电动助力装置中,所述辅助机构是在所述壳体内与所述推压部件同轴地设置的中空的转动-直动变换机构,所述反作用力发生机构和所述转动-直动变换机构的直动部件配置成在轴向上重叠。根据这样的电动助力装置,既能够缩小电动助力装置轴向的尺寸,又能够进一步提高空间效率。另外,所述反作用力发生机构既可以插入到所述转动-直动变换机构的直动部件,也可以配置于所述转动-直动变换机构的直动部件的外周。

[0072] 在上述实施方式的电动助力装置中,所述辅助机构具有:抵接于所述推压部件的推进部件、使直动部件与所述推压部件的轴线并列配置的沿轴线进行直线运动的转动-直动变换机构、通过所述直动部件的直线运动使所述推进部件移动的连接部件。

[0073] 在上述实施方式的电动助力装置中,所述推压部件被配置成至少在所述制动踏板的非操作时,在轴向上与所述输入杆之间具有间隙。

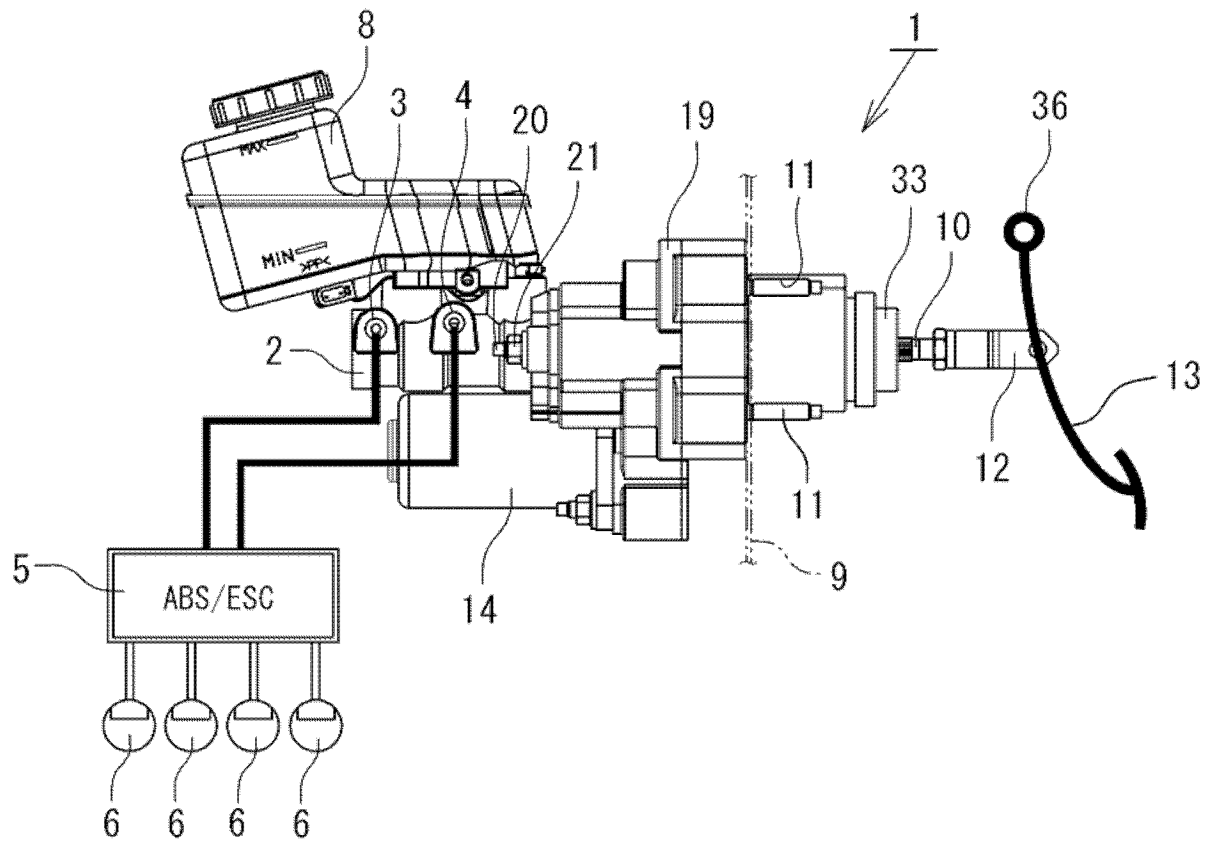


图 1

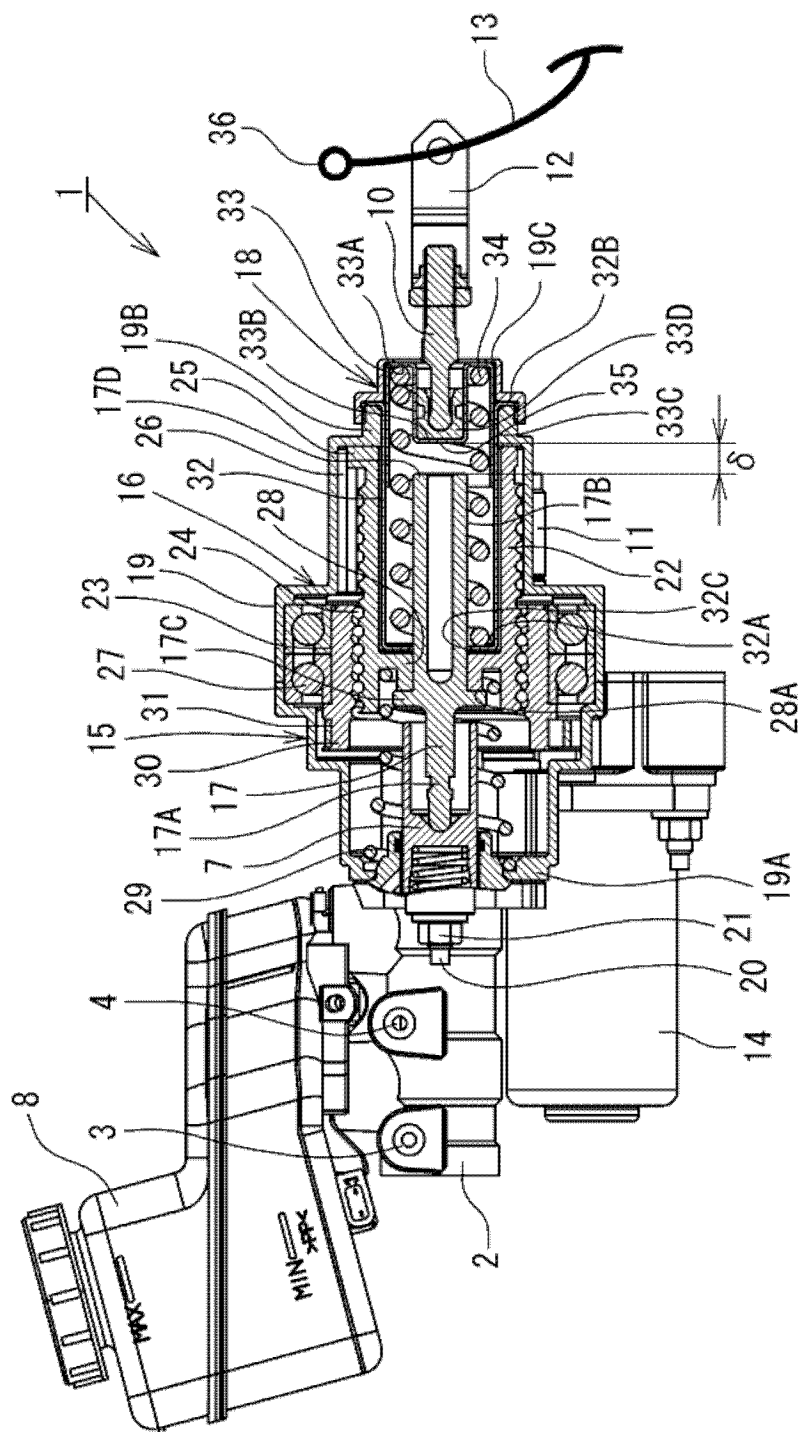


图 2

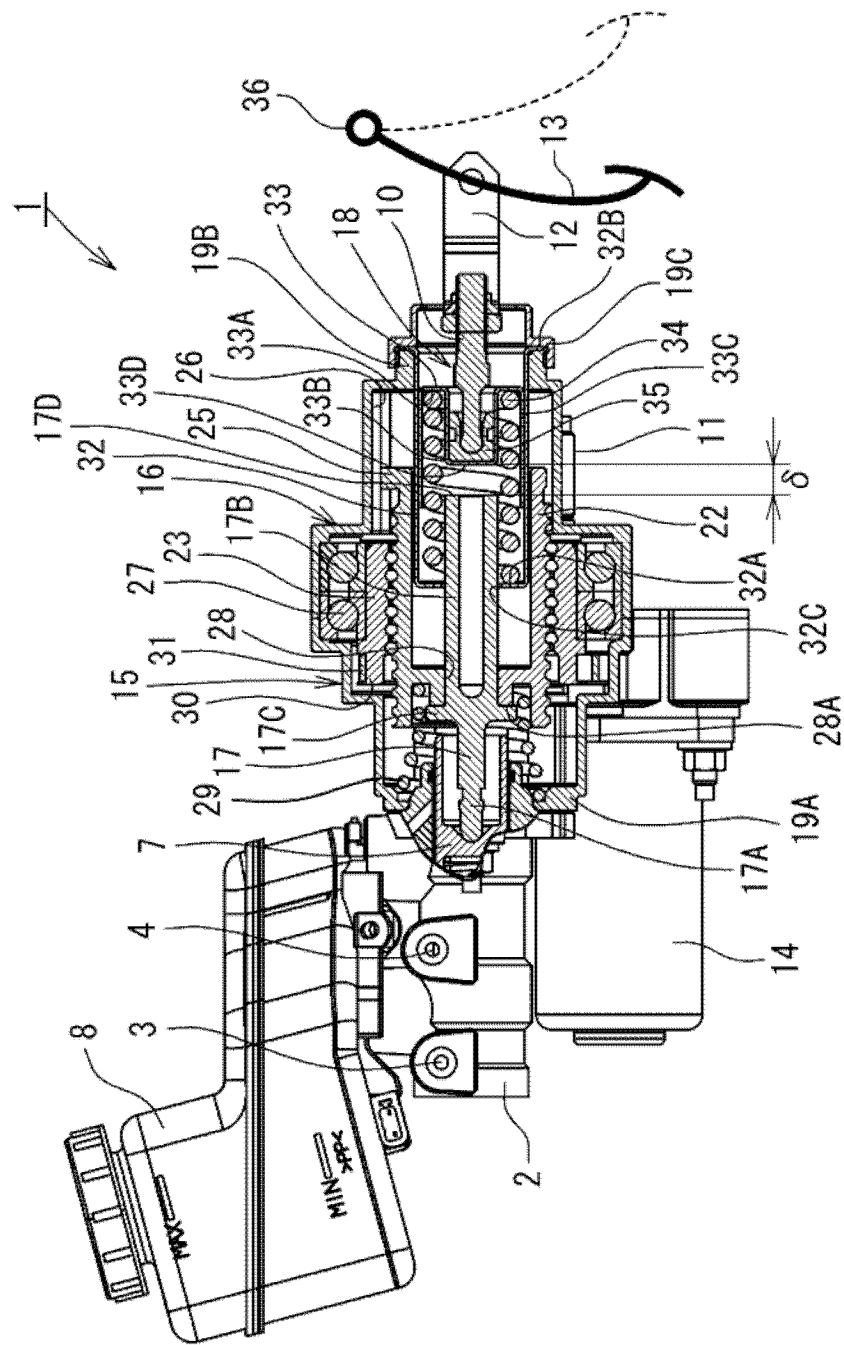


图 3

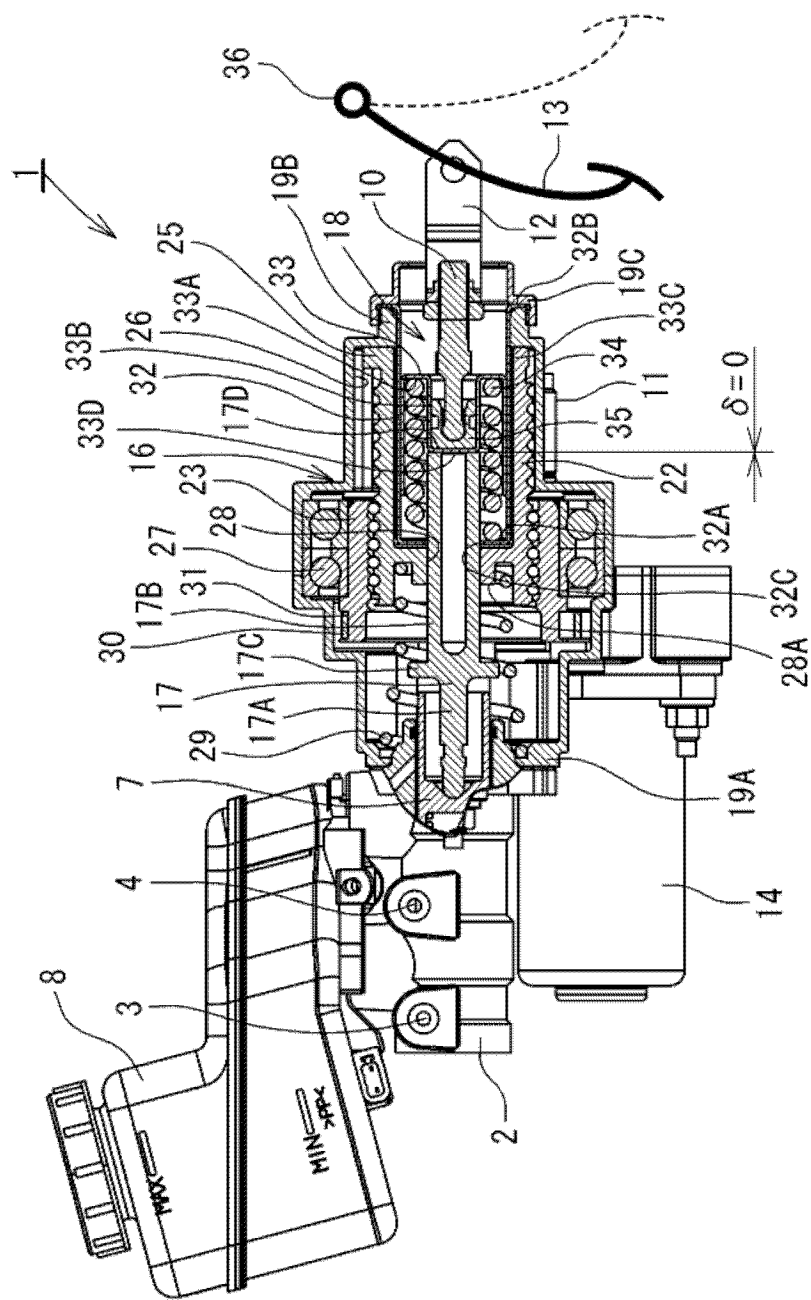


图 4

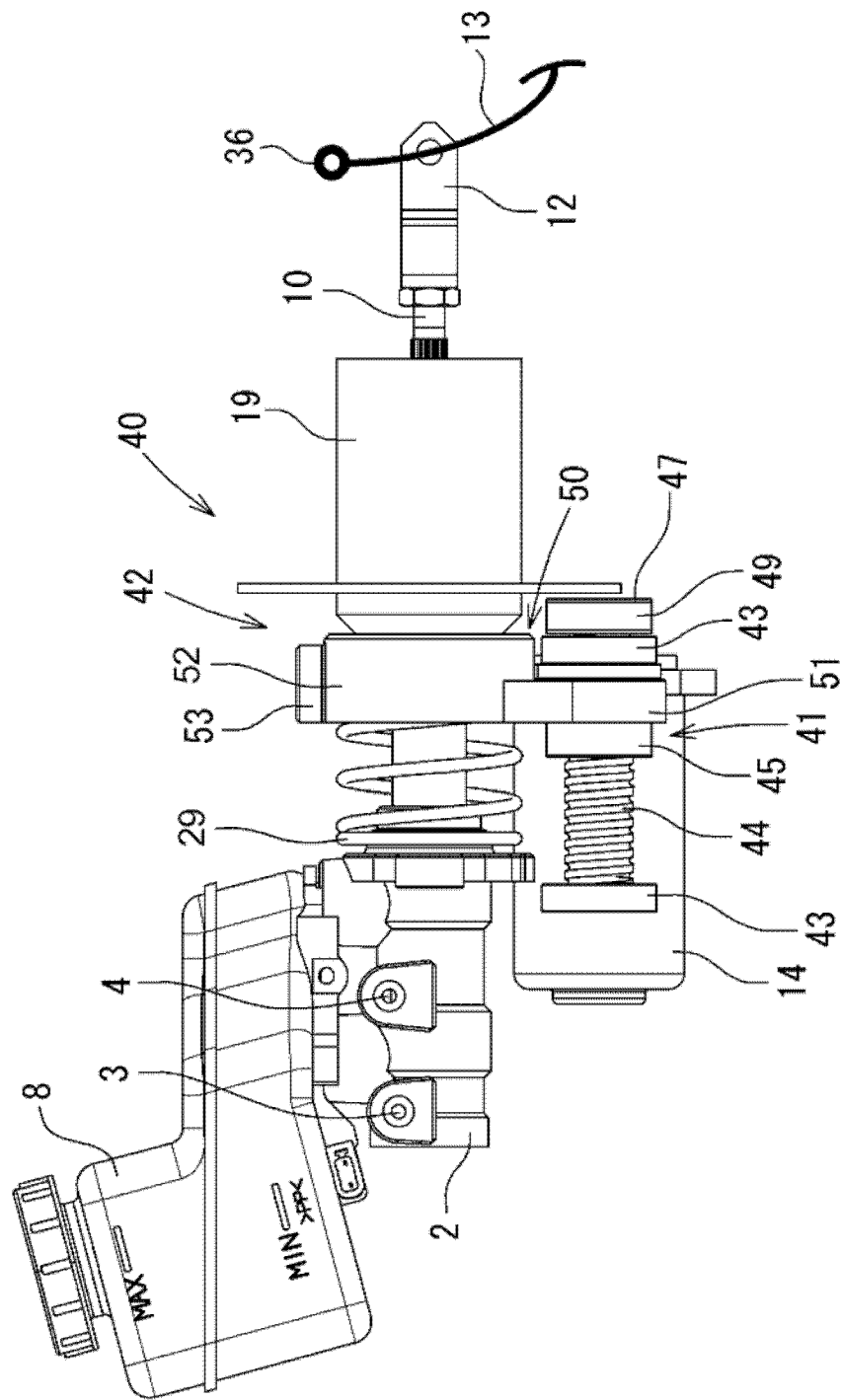


图 5

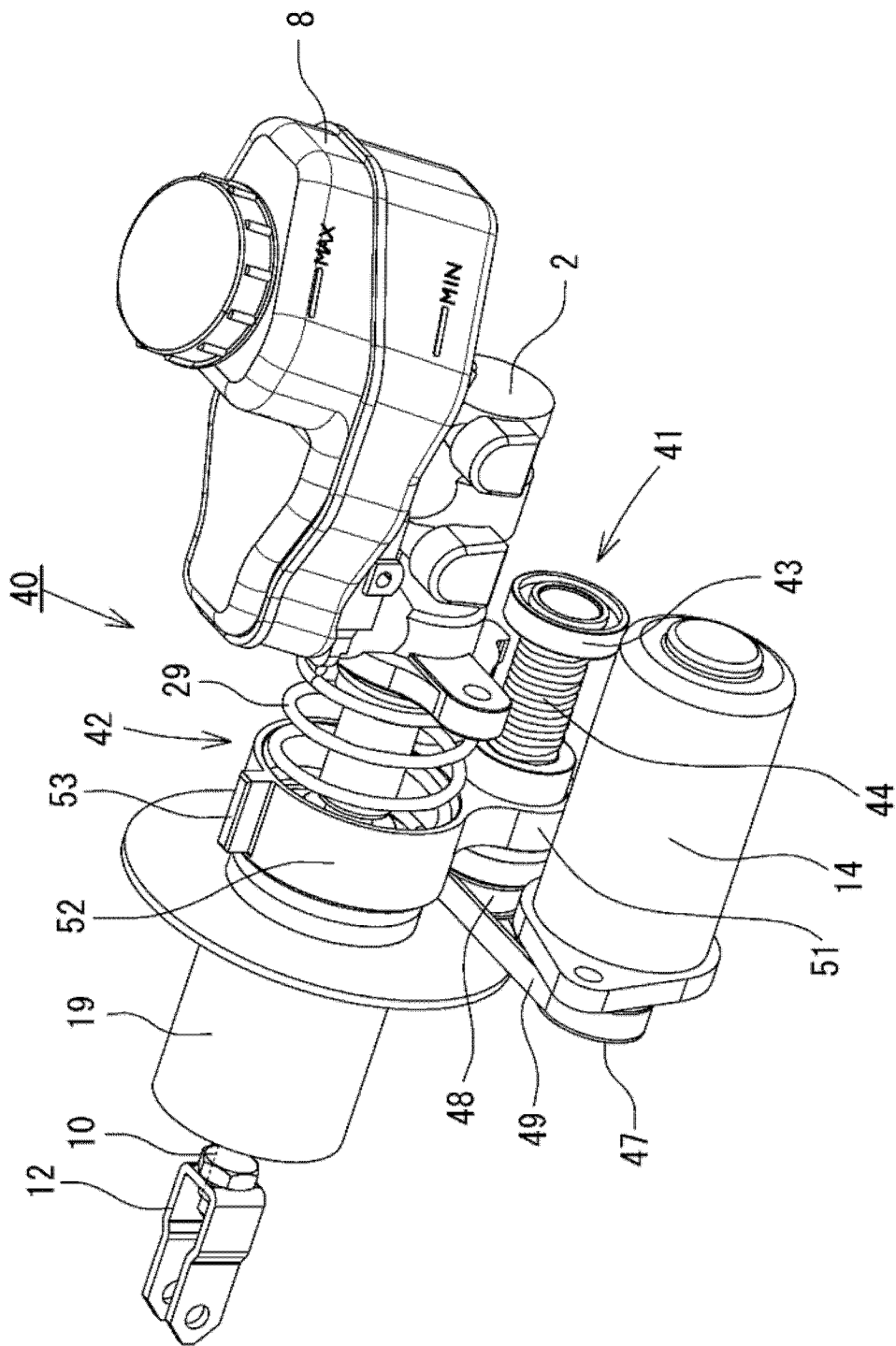


图 6

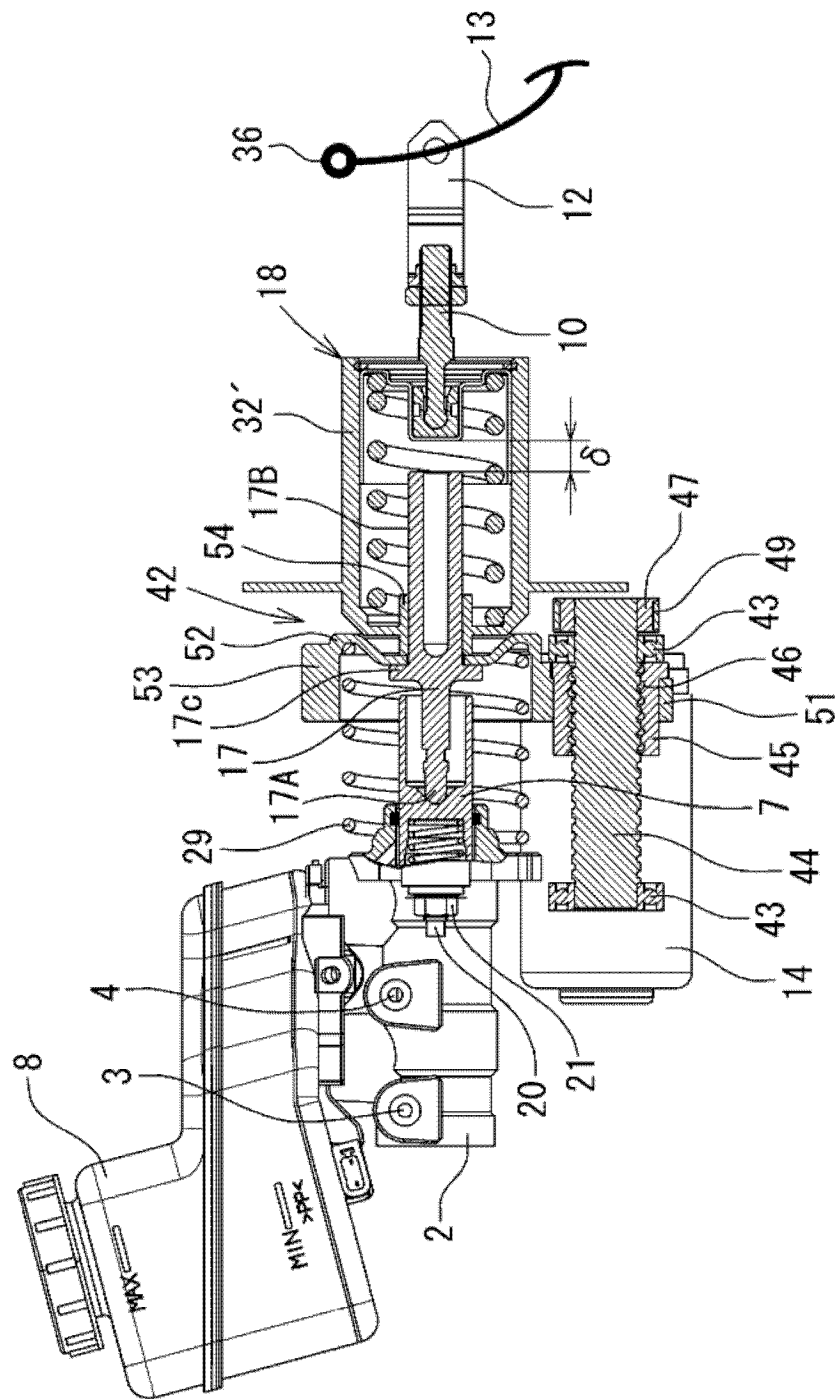


图 7

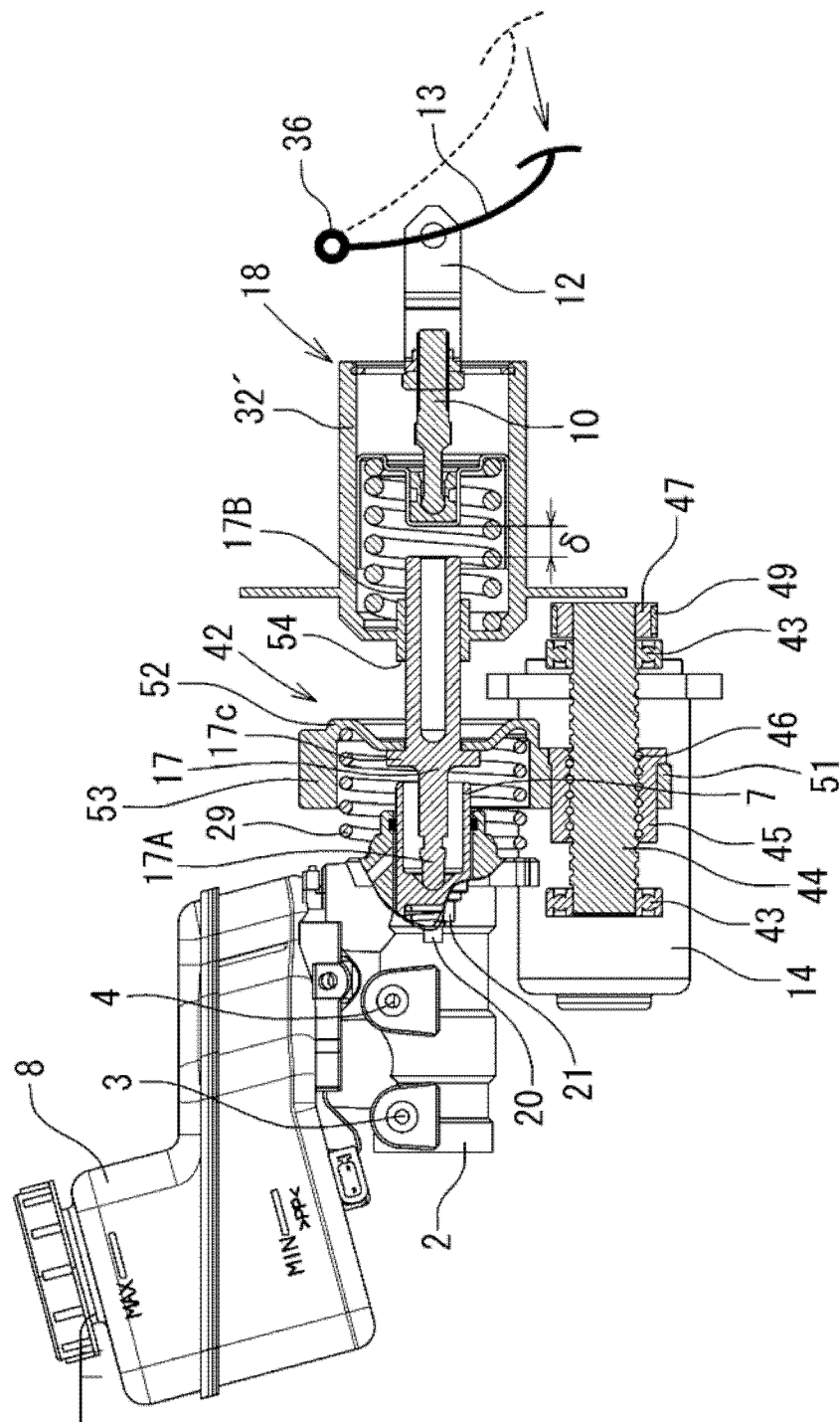


图 8

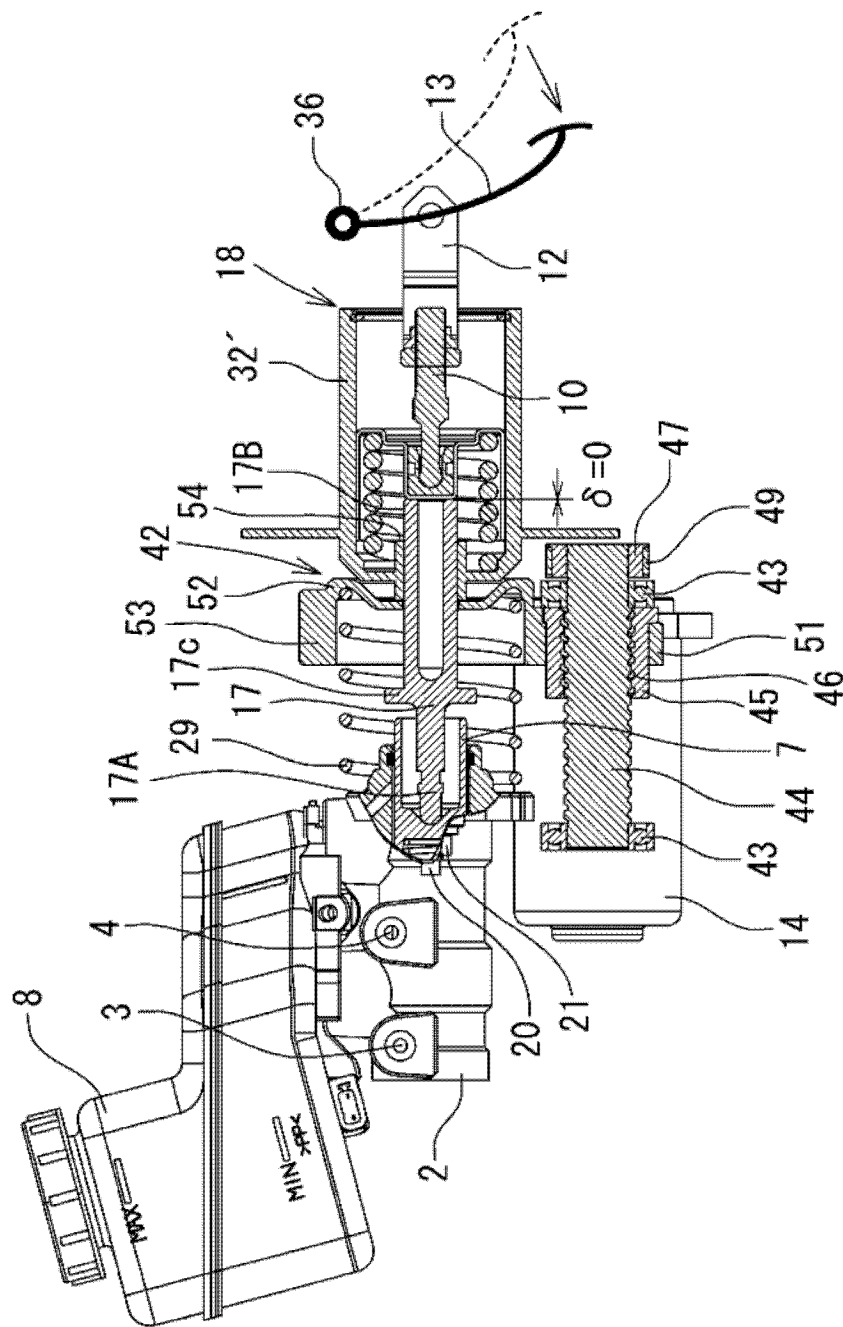


图 9