



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101067462 B

(45) 授权公告日 2011.09.14

(21) 申请号 200710102636.7

F16K 1/00(2006.01)

(22) 申请日 2007.04.24

F25B 41/06(2006.01)

(30) 优先权数据

审查员 黄振山

2006-128395 2006.05.02 JP

2007-068249 2007.03.16 JP

(73) 专利权人 株式会社不二工机

地址 日本东京都世田谷区等等力7丁目17番24号

(72) 发明人 荒井裕介 屈田英一 梅泽仁志

(74) 专利代理机构 上海市华诚律师事务所

31210

代理人 黄依文

(51) Int. Cl.

F16K 31/04(2006.01)

F16H 1/28(2006.01)

F16H 55/08(2006.01)

F16H 55/17(2006.01)

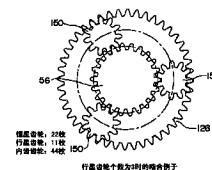
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 9 页

(54) 发明名称

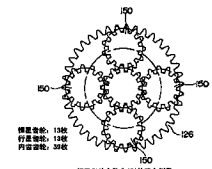
电动阀

(57) 摘要

一种电动阀,减速比K及输出内齿轮(160)的齿根圆直径D由模数m、以及 $\alpha$ 、 $\beta$ 决定,而 $\alpha$ 、 $\beta$ 具有下述的范围: $D = \alpha \cdot m$ ,  $\alpha = 24 \sim 77$ ,  $K = m/\beta$ ,  $\beta = 8 \sim 20$ 。当构成行星齿轮式减速机构时,成为要素的各齿轮的尺寸范围的平衡良好,在由设计者设计的决定电动阀外径的电动机的转子的范围内,可容纳具有高减速比的行星齿轮式减速机构,实现电动阀的小型化。采用本发明,可提供适于在转子内的较小空间中紧凑地收容减速装置,具有高分辨能力的阀开度、且小型价廉的电动阀。



(a)



(b)

1. 一种电动阀,通过行星齿轮式减速机构将电动机的旋转变换为阀的开闭动作,其特征在于,

当用于所述行星齿轮式减速机构的齿轮的模数设为  $m$ 、减速比设为  $1/K$ 、从所述行星齿轮式减速机构将输出旋转予以输出的输出内齿轮的齿根圆直径设为  $D$  时,  $D$  和  $K$  满足如下关系:

$$D = \alpha \cdot m \quad \alpha = 24 \sim 77$$

$$K = m/\beta \quad \beta = 8 \sim 20。$$

2. 如权利要求 1 所述的电动阀,其特征在于,所述行星齿轮式减速机构包括:固定的环形齿轮;与该环形齿轮同心配置且被输入所述电动机的输出旋转的恒星齿轮;以及与所述恒星齿轮及所述环形齿轮相啮合的行星齿轮,所述输出内齿轮和所述环形齿轮中的一方相对另一方变位且所述行星齿轮与所述输出内齿轮也啮合。

3. 如权利要求 2 所述的电动阀,其特征在于,所述齿轮的模数  $m$  是  $0.2 \sim 0.4$ ,所述环形齿轮的齿根圆直径是  $15\text{mm}$  以下,所述行星齿轮式减速机构所产生的减速比是  $30 \sim 100$ 。

4. 如权利要求 1~3 中任一项所述的电动阀,其特征在于,包括:内部形成有阀室的阀本体;形成在所述阀室的一部分壁面上的阀座;配置成可对形成在所述阀座上的开口进行开闭的阀芯;使所述阀芯与所述开口接触、分离的阀棒;安装在所述阀本体上、在与所述阀本体之间划分形成空间的圆筒状壳体;安装在该壳体外周部上的所述电动机的励磁装置;旋转自如地支承在所述壳体内部、通过所述励磁装置被旋转驱动的永磁型转子装配体;以及螺旋机构部,该螺旋机构部将来自所述行星齿轮式减速机构的输出旋转传递给所述阀棒并变换为所述阀芯相对于所述阀座的接触、分离动作,所述转子装配体和所述行星齿轮式减速机构配置在由所述阀本体和所述壳体所划分形成的空间内。

5. 如权利要求 4 所述的电动阀,其特征在于,用于所述螺旋机构部的螺纹,其螺纹间距是  $0.5 \sim 1.5\text{mm}$ ,螺纹尺寸是  $M3 \sim M7$  的范围。

## 电动阀

### 技术领域

[0001] 本发明涉及对空调的制冷剂流量进行控制的电动阀,尤其涉及通过行星齿轮式减速机构将电动机的旋转变换为阀的开闭动作的电动阀。

### 背景技术

[0002] 作为通过电动机对阀进行开闭的所谓电动阀,按大类划分,已知有下面二类。第 1 类是,将转子的旋转直接传递给螺旋机构对阀进行开闭,例如专利文献 1 所揭示的;第 2 类是,用减速器将转子的旋转予以减速并传递给螺旋机构,例如专利文献 2 和专利文献 3 等所揭示的。

[0003] 专利文献 1:日本特开 2000-356278 号公报

[0004] 专利文献 2:日本特开 2002-84732 号公报

[0005] 专利文献 3:日本特开 2003-232465 号公报

[0006] 所述第 1 类的电动阀尽管能构成得较紧凑,但有如下不良情况:用途限于低负荷的场合,且难以提高每一驱动脉冲的阀开度的分辨力。

[0007] 所述第 2 类的电动阀虽然也能用于负荷较大的场合,能提高每一驱动脉冲的阀开度的分辨力,但有将减速装置用的齿轮箱与电动机部分分开构成从而使电动阀整体大型化的问题。

### 发明内容

[0008] 本发明的目的在于,提供一种适于在转子内的较小空间中紧凑地收容减速装置、具有高分辨力的阀开度且小型价廉的电动阀。

[0009] 本发明的电动阀,是通过行星齿轮式减速机构将电动机的旋转变换为阀的开闭动作的电动阀,其特征是,当用于所述行星齿轮式减速机构的齿轮的模数设为  $m$ 、减速比设为  $1/K$ 、从所述行星齿轮式减速机构将输出旋转予以输出的输出内齿轮的齿根圆直径设为  $D$  时, $D$  和  $K$  满足如下关系:

[0010]  $D = \alpha \cdot m$       $\alpha = 24 \sim 77$

[0011]  $K = m/\beta$       $\beta = 8 \sim 20$

[0012] 采用该电动阀,由于减速比的倒数  $K$  及输出内齿轮的齿根圆直径  $D$  被设定在上述的范围内,故当构成行星齿轮式减速机构时,成为要素的各齿轮尺寸范围的平衡是良好的,在电动阀的外径受到设计限制的情况下,能将具有高减速比的行星齿轮式减速机构收容在决定该电动阀外径的要素即电动机的转子内,实现电动阀的小型化。

[0013] 在上述电动阀中,所述行星齿轮式减速机构包括:固定的环形齿轮;与该环形齿轮同心配置且被输入所述电动机的输出旋转的恒星齿轮;以及与所述恒星齿轮及所述环形齿轮相啮合的行星齿轮,所述输出内齿轮和所述环形齿轮中的一方相对另一方变位且所述行星齿轮与所述输出内齿轮也啮合。采用这种结构,当被输入电动机的输出旋转的恒星齿轮进行自转旋转时,与恒星齿轮和环形齿轮啮合的行星齿轮就一边自转一边绕恒星齿轮进

行公转旋转。行星齿轮与输出内齿轮相啮合,而输出内齿轮处于与行星齿轮之间的关系进行变位后的关系,因此,通过行星齿轮的这种旋转,输出内齿轮根据变位程度而相对于行星齿轮以相对非常高的减速比进行自转。

[0014] 在上述电动阀中,可设计成:所述齿轮的模数  $m$  是  $0.2 \sim 0.4$ ,所述行星齿轮式减速机构的行星齿轮的齿根圆直径是  $15\text{mm}$  以下,所述行星齿轮式减速机构所产生的减速比是  $30 \sim 100$ 。对于模数  $m$  及行星齿轮的直径,通过选择这些数值范围,可获得便于制造,轴向上的长度及直径都充分小,并具有较大减速比的电动阀。

[0015] 所述电动阀具有:内部形成有阀室的阀本体;形成在所述阀室的一部分壁面上的阀座;配置成可对形成在所述阀座上的开口进行开闭的阀芯;使所述阀芯与所述开口接触、分离的阀棒;安装在所述阀本体上、在与所述阀本体之间划分形成空间的圆筒状壳体;安装在该壳体外周部上的所述电动机的励磁装置;旋转自如地支承在所述壳体内部、通过所述励磁装置被旋转驱动的永磁型转子装配体;以及螺旋机构部,该螺旋机构部将来自所述行星齿轮式减速机构的输出旋转传递给所述阀棒并变换为所述阀芯相对于所述阀座的接触、分离动作,所述转子装配体和所述行星齿轮式减速机构配置在由所述阀本体与所述壳体所划分形成的空间内。

[0016] 用于所述螺旋机构部的螺纹,可设计成其螺纹间距是  $0.5 \sim 1.5\text{mm}$ 、螺纹尺寸是  $M3 \sim M7$  的范围。电动机的旋转被行星齿轮减速机构极大地减速,与此对应,成为较大转矩的旋转输出作用在该螺纹上,故对于螺旋机构的螺纹,虽采用上述数值范围那样的小型螺纹,也能可靠地使阀芯动作。

[0017] 在本发明的电动阀中,通过如上那样构成,电动机的旋转通过行星齿轮减速机构的减速作用而以较大减速比被传递,可在减速后的输出中获得较大的转矩。因此,即使在将行星齿轮减速机构的输出旋转变换为阀的开闭动作的螺旋机构中使用小型的螺纹,也可发挥较强的阀驱动力。另外,由于大大减速后的旋转赋予螺旋机构,故能以较高的精度控制阀芯相对于阀座的移动距离即形成于阀座的开口的开度,获得阀开度的高分辨力,可高精度地控制通过电动阀的流量。此外,对于行星齿轮减速机构的各齿轮要素,不会发生部分要素受到设计制造上苛刻制约的情况,可平衡良好地设定各要素的规格。因此,还可将行星齿轮减速机构尺寸小型化,可将行星齿轮减速机构合理地配置在转子内的有限空间内。另外,本发明的电动阀结构简单,批量生产性优异,可价廉地制造。

#### 附图说明

[0018] 图 1 是表示本发明电动阀的整体结构的剖视图。

[0019] 图 2 是详细表示阀本体和支承构件及阀棒等的剖视图。

[0020] 图 3 是固定在支承构件上的壳体的剖视图。

[0021] 图 4 是详细表示轴承、转轴和转子装配体的剖视图。

[0022] 图 5 是详细表示保持架、螺纹轴承、螺纹轴和球体的剖视图。

[0023] 图 6 是详细表示构成减速装置的齿轮箱的俯视图和侧视图。

[0024] 图 7 是详细表示固定齿轮 120 的俯视图、剖视图和侧视图。

[0025] 图 8 是防止固定齿轮上浮的碟形弹簧的俯视图和侧视图。

[0026] 图 9 是详细表示构成减速装置的支座和行星齿轮的俯视图和剖视图。

[0027] 图 10 是详细表示构成减速装置的输出齿轮和输出轴的剖视图。

[0028] 图 11 是主要部分的分解立体图。

[0029] 图 12 是表示行星齿轮减速机构例子的俯视图。

[0030] 图 13 是将恒星齿轮的齿数相对于规定的行星齿轮数作为参数并将相对于输出内齿轮齿数的减速比的变化作成曲线的曲线图。

## 具体实施方式

[0031] 图 1 是表示具有本发明的行星齿轮减速机构的电动阀（下面简称为“电动阀”）整体结构的剖视图。用符号 1 表示整体的电动阀，基本结构具有：通过励磁功能产生作用、具有由定子和转子构成的电动机的驱动部；输入该驱动部所产生的旋转驱动力并进行齿轮减速、将减速后的旋转输出的齿轮减速机部；通过螺旋作用将来自该齿轮减速机部的减速旋转变换为螺纹轴向的变位进行输出的螺旋机构部；以及阀本体部，该阀本体部通过利用该螺旋机构部的螺纹轴向的变位输出而使阀芯相对于阀座进行接触分离动作来变更阀开度。

[0032] 电动阀 1 的驱动部具有：固定在阀本体 10 上的气密容器即有顶圆筒状的壳体 30；配设在壳体 30 外周部上、将构成电动机定子的线圈 3 与树脂模压成一体的电动机励磁装置 2；以及旋转自如地支承在壳体 30 内且通过电动机励磁装置 2 被旋转驱动的永磁型的转子装配体 50。电动机励磁装置 2 是作为电动机一例子的一步进电动机用的励磁装置。

[0033] 电动机励磁装置 2 利用由板簧形成的安装件 5 而装拆自如地嵌装在壳体 30 上。电动机励磁装置 2 具有：树脂模压件；卷绕在装备在树脂模压件内部的线架上的线圈 3；以及通过向线圈 3 通电而被励磁的定子，线圈 3 通过电气回路 4 及导线而与外部电源连接并受电。壳体 30 通过支承构件 20 固定在阀本体 10 上。阀本体 10 具有在下部形成的阀室 12 和从阀室 12 底部向下方延伸的小孔 14，并固定有与阀室 12 侧面连通的制冷剂配管 18a、以及与小孔 14 下端连通的制冷剂配管 18b。在阀本体 10 上形成有与该阀室 12 上部连通并将制冷剂导入的室 16。安装在壳体 30 内部的转子装配体 50 通过将驱动信号供给于嵌装在壳体 30 外侧的电动机励磁装置 2 的线圈 3 而旋转。

[0034] 电动阀 1 的齿轮减速机部具有将转子装配体 50 的旋转减速的行星齿轮式减速机构（下面略称为“减速机构”）100。由减速机构 100 减速后的转子装配体 50 的旋转通过输出内齿轮（参照图 10，下面略称为“输出齿轮”）160 而传递给输出轴 200。

[0035] 电动阀 1 的螺旋机构部将通过减速机构 100 而传递给输出轴 200 的转子装配体 50 的旋转变换为使阀芯 260 与阀座 17 接触分离的直线运动。在该螺旋机构中，与形成在筒状轴承 230 内面的螺纹螺合的螺纹轴 210 受到驱动。轴承 230 支承在保持架 220 上，而保持架 220 固定在轴承构件 20 上。轴承 230 有时也与保持架 220 形成一体，此时，输出齿轮 160（输出轴 200）直接支承在保持架 220 上。

[0036] 在电动阀 1 的阀本体部中，螺纹轴 210 的移动量经球体 240、球体支承构件 242 传递给阀棒 250，安装在阀棒 250 顶端上的阀芯 260 沿上下方向直线移动。由此，阀芯 260 和小孔 14 间的流路面积得到控制，制冷剂的流量被调节。从阀棒 250 至阀本体 10 跨设安装有波纹管 270，防止导入到与阀室 12 连通的室 16 内的制冷剂进入壳体 30 内。

[0037] 下面用图 2 详细说明本发明的电动阀 1 的构成构件。图 2 是详细表示阀本体 10 与支承构件 20 及阀棒 250 等的剖视图。阀本体 10 的内部形成有阀室 12，作为形成阀室 12

的一部分壁面形成有阀座 17。阀本体 10 上如上所述形成有与阀室 12 连通的小孔 14。并在阀本体 10 上液密封地安装有与阀室 12 连通的配管 18a、与小孔 14 连通的配管 18b。在阀本体 10 上端部的外周部,利用焊接等手段固定有支承构件 20,由此将外部气体隔断,防止气体和水分等进入。支承构件 20 具有圆筒部 22 和从圆筒部 22 下端沿水平方向伸出的凸缘部 24。凸缘部 24 的上表面支承壳体 30 的开口端部。圆筒部 22 的上端,沿周向交替形成有 4 个凸部 26 和凹部 28(参照图 11),将螺旋机构部的保持架 220(参照图 1)与这些凸部 26 和凹部 28 卡合。

[0038] 由于用支承构件 20 的凸部 26 支承受保持架 220,在支承构件 20 和保持架 220 之间具有由凹部 28 形成的间隙 G(参照图 1),故空气可流通。因此,即使后述的波纹管 270 进行伸缩,支承构件 20 的内外也可获得均压化,对动作不会产生影响。在阀室 12 内配置有阀芯 260,该阀芯 260 与阀座 17 接触、分离,对形成在阀座 17 上的开口进行开闭。为使阀芯 260 移动,与螺旋机构的螺纹轴 210 连接的阀棒 250 连接在阀芯 260 上。安装在阀棒 250 外侧的波纹管 270 上端通过环构件 272 利用铆接加工部 K1 而固定在阀本体 10 上。环构件 272 的在阀本体 10 上的固定也可是钎焊。

[0039] 波纹管 270 的下端 274 固定在阀棒 250 上。波纹管 270 防止导入到阀本体 10 的室 16 内的制冷剂进入壳体 30 侧。在阀棒 250 的上端部插入固定有球体 240(参照图 1)的支承构件 242。如图 1 所示,螺纹轴 210 与球体 240 的上部抵接,利用螺旋机构将轴向推力传递到阀棒 250 侧。

[0040] 图 3 是固定在支承构件 20 上的壳体 30 的剖视图。壳体 30 是由非磁性金属材料制作的有顶圆筒状的压力容器,在下端部具有与设在阀本体 10 上的支承构件 20 的凸缘部 24 重合的凸缘部 32,顶部形成有将轴承 40(参照图 1)收容的圆筒状的突部 34。

[0041] 图 4 是详细表示轴承 40 及转轴 42 和转子装配体 50 的剖视图。轴承 40 是在中心具有孔 41 的截面为有檐帽形状的结构,被压入固定在壳体 30 顶部的突部 34 内。转轴 42 插入该轴承 40 的孔 41 内。步进电动机的永磁型转子即转子装配体 50 通过转轴 42 而旋转自如地配设在壳体 30 的内部。转子装配体 50 由含有磁性材料的塑料材料形成为有顶筒状,并与配设在中央的恒星齿轮构件 54 一体成型。在恒星齿轮构件 54 上,中央设有垂直向下方延伸并具有转轴 42 用的贯通孔 58 的凸起 55。在凸起 55 的外侧形成有减速机构 100 的一要素的恒星齿轮 56。

[0042] 图 5 是详细表示螺旋机构部即保持架 220、轴承 230、螺纹轴 210 和球体 240 的剖视图。保持架 220 是筒状的,具有可插入轴承 230 外径部 231 的内径部 221 和阶梯部 222,轴承 230 外径的阶梯部 232 抵接在该阶梯部 222 上。在两者嵌合后,通过冲压加工等而被一体化。在保持架 220 上侧的外径部 223 上嵌装有后述的齿轮箱 110,其下端部由阶梯部 224 支承。保持架 220 下侧的外径部 225 插入于固定在阀本体 10 上的支承构件 20 的上端部,保持架 220 由阶梯部 226 定位。支承构件 20 的凸部 26 用焊接等将保持架 220 保持固定。轴承 230 形成筒状,具有设在其内周的阴螺纹部 234,与螺纹轴 210 外周的阳螺纹部 214 螺合。螺纹轴 210 的上部具有狭槽 212,该狭槽 212 插入有后述的减速机构 100 的输出轴的平传动部 206,在下部的凹部 216 中固定有球体 240。螺纹轴 210 的旋转变换成轴向的移动,并通过球体 240 而传递到阀棒 250 侧。

[0043] 图 6 是详细表示构成减速机构 100 的齿轮箱 110 的图,(a)是俯视图,(b)是剖视

图。齿轮箱 110 是圆筒状的构件,下部嵌合在保持架 220(参照图 1)的上部。形成于齿轮箱 110 上端的 4 个舌片 112,其顶端 112a 的宽度比根部 112b 宽,形成为倒锥状,在其两侧缘部形成有根切部。通过将该舌片 112a 插入图 11 所示的固定齿轮 120 的凹部 124 中并加热,固定齿轮 120 原材料的塑料熔融,固定齿轮 120 被可靠地固定在齿轮箱 110 上。

[0044] 图 7 是详细表示固定齿轮 120 的图,(a) 是俯视图,(b) 是 (a) 的 X-X' 剖视图,(c) 是 (a) 的 Y 向侧视图。固定齿轮 120 例如是对塑料进行成型加工而制成的环状的结构,在外周部形成有凸缘 123,并沿周向交替形成有用于固定在齿轮箱 110 上部的凹部 124 及凸部 122。在固定齿轮 120 的内周侧形成有构成减速机构 100 的一要素的环形齿轮 126。

[0045] 图 8 是详细表示对固定齿轮 120 的上浮及转子旋转时振动所引起的噪音进行抑制的碟形弹簧 130 的图,(a) 是俯视图,(b) 是侧视图。也如图 1 所示,嵌装在齿轮箱 110 上部的固定齿轮 120 利用配设在与转子装配体 50 之间的碟形弹簧 130 可防止上浮。另外,可利用碟形弹簧 130 的弹性来降低转子旋转时发生的振动,可抑制因振动所引起的噪音。碟形弹簧 130 是环状的结构,该环状具有被转子装配体 50 的设有恒星齿轮 56 的凸起 55 贯通的孔 132,碟形弹簧 130 具有从其外周向三个方向延伸的弹簧部 134。

[0046] 图 9 是详细表示构成减速机构 100 的支座 140 和行星齿轮 150 的图,(a) 是支座 140 的俯视图,(b) 是行星齿轮 150 的剖视图,(c) 是支座 140 的剖视图,(d) 是盖板上 147 后的支座 140 的俯视图。支座 140 例如是对塑料进行成型加工形成,在中心部具有圆盘,该圆盘具有被转轴 42 贯通的孔 142,在支座 140 上表面的周缘部,沿周向交替设有向上方延伸的 3 根柱子 144 和 3 个隔壁 146。行星齿轮 150 形成筒状,在中心部具有旋转自如地嵌合在支座 140 的柱子 144 上的孔 152,外周部具有齿轮部 154。在行星齿轮 150 与各柱子 144 嵌合的支座 140 上表面盖上一块垫片状的板 147,柱子 144 和隔壁 146 顶部的凸部压入固定在板 147 的孔 148 中。

[0047] 图 10 是详细表示构成减速机构 100 的输出齿轮 160 及与其一体的输出轴 200 的剖视图。输出齿轮 160 是有底圆筒状,底壁中心形成有孔 162,该孔 162 压入有输出轴 200 的圆柱部 202。在输出齿轮 160 的内周形成有内齿轮 164,成为环形齿轮。输出轴 200 形成有可收入转轴 42 的有底的孔 204、和在形成有孔 204 侧的相反侧的一字槽螺钉旋具状的平传动部 206。平传动部 206 如图 1 所示,被插入在螺纹轴 210 的狭槽 212 中成为卡合状态。

[0048] 在减速机构 100 中,转子装配体 50 的恒星齿轮 56 成为输入齿轮,支承在支座 140 上的行星齿轮 150 同时与恒星齿轮 56、固定齿轮 120 内周的环形齿轮 126 及输出齿轮 160 内周的内齿轮 164 相啮合。支座 140 被支承为可在输出齿轮 160 上自由地旋转。环形齿轮 126 和内齿轮 164 处于互相变位的关系,齿数互相稍不同。当行星齿轮 150 与固定齿轮 120 的环形齿轮 126 啮合并一边自转一边公转时,输出齿轮 160 因齿数的不同而相对于固定齿轮 120 进行旋转。因此,在减速机构 100 中,恒星齿轮 56 的输入被减速并由输出齿轮 160 输出,例如以 50 比 1 程度大小的减速比进行减速。转子装配体 50 的转速例如被减速到 50 分之 1 并被传递到螺纹轴 210。螺纹轴 210 能以微小转速进行旋转,实现分辨能力高的阀开度控制。

[0049] 图 11 是电动阀 1 的主要部分的分解立体图。在阀本体 10 上液密封地安装有 2 根配管 18a、18b。在阀本体 10 的上部熔敷有支承构件 20,将支承构件 20 的 4 根凸部 26 焊接在保持架 220 的下部,保持架 220 得到支承。在保持架 220 的上部嵌装齿轮箱 110。齿轮箱

110 的上部形成有 4 根舌片 112 和凹部 114。舌片 112 的顶端部 112a 的宽度尺寸形成得比根部 112b 大。用树脂等制成的固定齿轮 120, 在内周面形成有环形齿轮 126, 在外周部形成有 4 个凹部 124。将齿轮箱 110 的舌片 112 插入固定齿轮 120 的凹部 124, 通过将该部分加热并使塑料制的固定齿轮熔融而牢固地被固定。该电动阀可靠地将齿轮箱固定, 并具有确保对应于波纹管伸缩的壳体内部的均压的结构。

[0050] 图 1 所示的转子装配体 50 具有一体形成的恒星齿轮 56。恒星齿轮 56 与行星齿轮 150 啮合, 行星齿轮 150 由支座 140 (参照图 9) 支承。对于本装置, 支座 140 由一对圆盘和将 2 个圆盘连接起来的轴构成, 3 个行星齿轮 150 通过该轴而旋转自如地安装在支座 140 上。

[0051] 作为本发明电动阀的实施例, 可例举如下。在本电动阀中, 作为决定用于减速机构 100 的齿轮的齿大小的齿轮模数  $m$ , 最好设计成  $0.2 \sim 0.4$ 。若将齿轮模数  $m$  做得比该范围还过于小, 则因齿轮的齿大小过于小而难以制造, 且要经得住传递转矩的大小, 必须加长轴向的长度, 减速机构 100 的长度变长。相反, 若将齿轮模数  $m$  做得比上述范围还大, 则虽然容易制造, 但齿轮直径变大, 减速机构 100 的直径即电动阀的尺寸也变大。作为减速机构 100 的结构, 通过采用使环形齿轮 126 与输出齿轮 160 的齿数稍不同的所谓不可思议齿轮机构, 从而齿轮外形例如环形齿轮 126 的齿根圆直径是 15mm 以下那样的极小型, 并可获得齿轮减速比是  $30 \sim 100$  那样大小的减速比。作为螺旋机构的螺纹轴 210, 可设计成螺纹间距为  $0.5 \sim 1.5\text{mm}$  的 M3  $\sim$  M7 的小型三角螺纹 (或也可是梯形螺纹、方螺纹)。

[0052] 对于减速机构 100, 在输出齿轮 160 的齿数比环形齿轮 126 的齿数多的场合, 若恒星齿轮 56 通过电动机励磁装置 2 的动作而与转子装配体 50 一起绕顺时针 (CW) 一体旋转时, 与恒星齿轮 56 和环形齿轮 126 相啮合的行星齿轮 150 一边绕逆时针 (CCW) 旋转 (自转) 一边绕恒星齿轮 56 进行公转。其结果, 支座 140 被减速并绕顺时针 (CW) 旋转。与行星齿轮 150 啮合的输出齿轮 160 根据与环形齿轮 126 齿数的差别而进一步绕顺时针 (CW) 减速旋转。对于减速机构 100, 当将恒星齿轮 56、行星齿轮 150、环形齿轮 126 和输出齿轮 160 (内齿轮 164) 的齿数分别设为  $Z_1$ 、 $Z_2$ 、 $Z_3$ 、 $Z_4$  时, 输出齿轮 160 的输出齿轮比, 即减速比用下式表示。

[0053] 减速比 =  $[Z_4 \cdot (Z_1 + Z_3)] / [Z_1 (Z_4 - Z_3)]$

[0054] 但  $Z_3 \neq Z_4$ , 有时分母和分子被  $Z_1 \cdot Z_4$  除而表示成如下:

[0055] 减速比 =  $(1 + Z_3/Z_1) / (1 - Z_3/Z_4)$

[0056] 由于固定齿轮 120 的环形齿轮 126 的齿数与输出齿轮 160 的内齿轮 164 的齿数之差较小的可增大减速比, 故想增大减速比时, 在行星齿轮数为 3 的场合, 设计成  $[Z_4 - Z_3] = 3$ 。另外, 由于  $Z_3/Z_1$  较大可较大地获得减速比, 故减少恒星齿轮 56 的齿数  $Z_1$ , 且为了获得必要的减速比, 还分别决定环形齿轮 126 的齿数  $Z_3$  及内齿轮 164 的齿数  $Z_4$ 、还有行星齿轮 150 的齿数  $Z_2$ 。

[0057] 顺便说明一下, 当设计成  $Z_1 = 12$ 、 $Z_2 = 18$ 、 $Z_3 = 48$ 、 $Z_4 = 54$  时, 输出齿轮 260 的输出齿轮比是  $1/45$  的较大的减速比。由于转子装配体 50 的旋转以较大的减速比传递给螺纹轴 210, 故可微小地即具有高分辨能力地控制阀开度。

[0058] 图 12 是表示行星齿轮减速机构例子的俯视图。图 12(a) 是行星齿轮数为 3 时的图, 图 12(b) 是行星齿轮数为 4 时的图。在图 12(a) 的场合, 恒星齿轮 56 的齿数为 22, 行星

齿轮 150 的齿数为 11、环形齿轮 126 的内齿数为 44。在图 12 (b) 的场合, 恒星齿轮 56 的齿数为 13、行星齿轮 150 的齿数为 13、环形齿轮 126 的内齿数为 39。

[0059] 图 13 是当行星齿轮数为 3 时将恒星齿轮 56 的齿数 (9、12、15……42) 作为参数并将相对于输出齿轮 160 齿数的减速比的变化作成曲线后的曲线图。从减速比的定义出发, 当输出齿轮 160 的齿数增加时, 当然减速比就变大。即使在使恒星齿轮 56 的齿数不同时及在使行星齿轮 150 的齿数不同的情况下进一步使恒星齿轮 56 的齿数不同时, 也可作成曲线图, 但由于曲线图表示相同的倾向, 故省略图和基于图的说明。

[0060] 当用于行星齿轮式减速机构的齿轮的模数设为  $m$ 、减速比设为  $1/K$ 、从行星齿轮式减速机构将输出旋转予以输出的输出内齿轮的齿根圆直径设为  $D$  时,  $D$  和  $K$  满足如下关系:

$$[0061] \quad D = \alpha \cdot m \quad \alpha = 24 \sim 77$$

$$[0062] \quad K = m/\beta \quad \beta = 8 \sim 20。$$

[0063] 作为例子, 表 1 举出了将模数  $m$  设计成 0.3、将减速比设计成 45 时关于各齿轮齿数和输出内齿轮的齿根圆直径的三个具体例子。

[0064] 表 1

[0065] 模数为 0.3、减速比为 45 时各齿轮齿数和输出齿轮的齿根圆直径的例子

[0066]

齿轮	恒星齿轮	行星齿轮	固定齿轮	输出齿轮	输出齿轮 齿根圆直径
齿数	Z1	Z2	Z3	Z4	
例 1	12	21	48	54	16.90mm
例 2	21	12	42	45	14.25mm
例 3	12	12	33	36	11.55mm



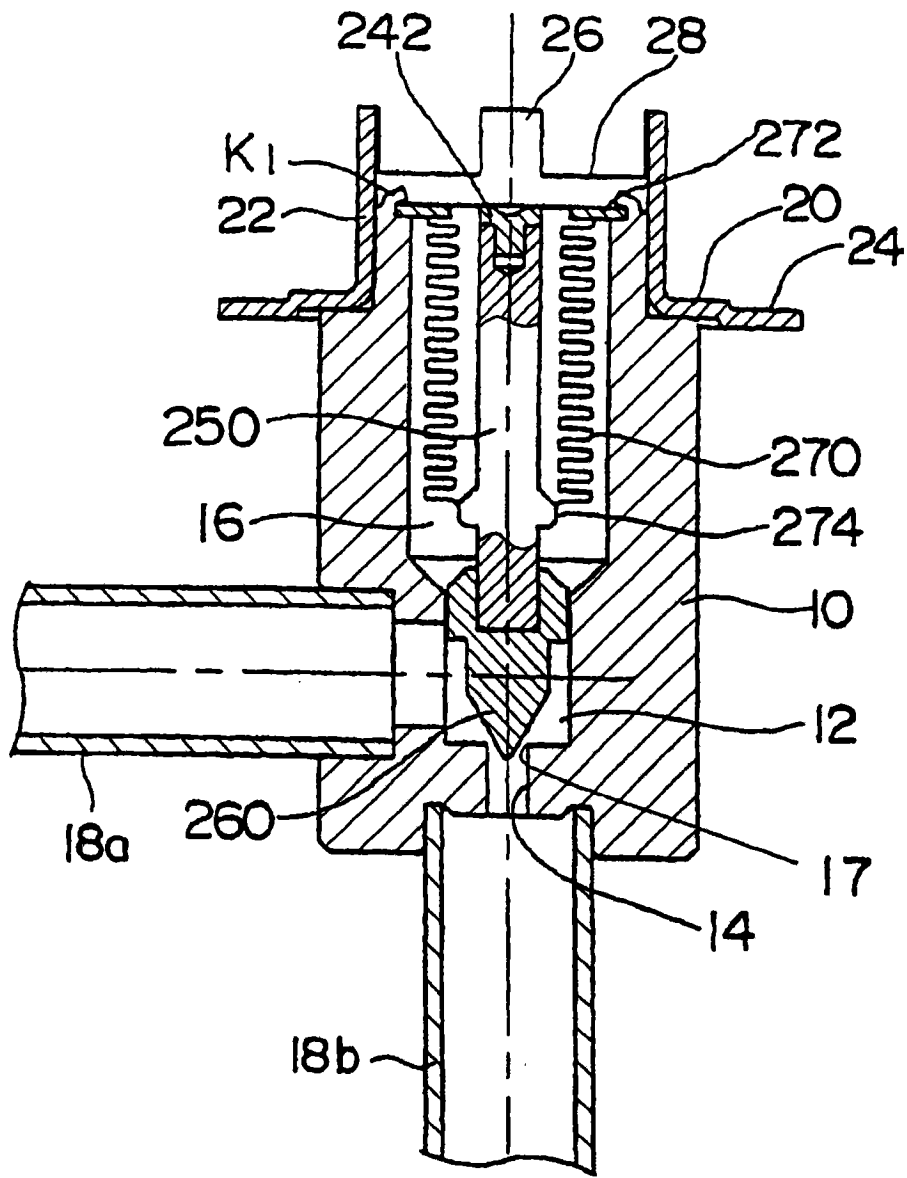


图 2

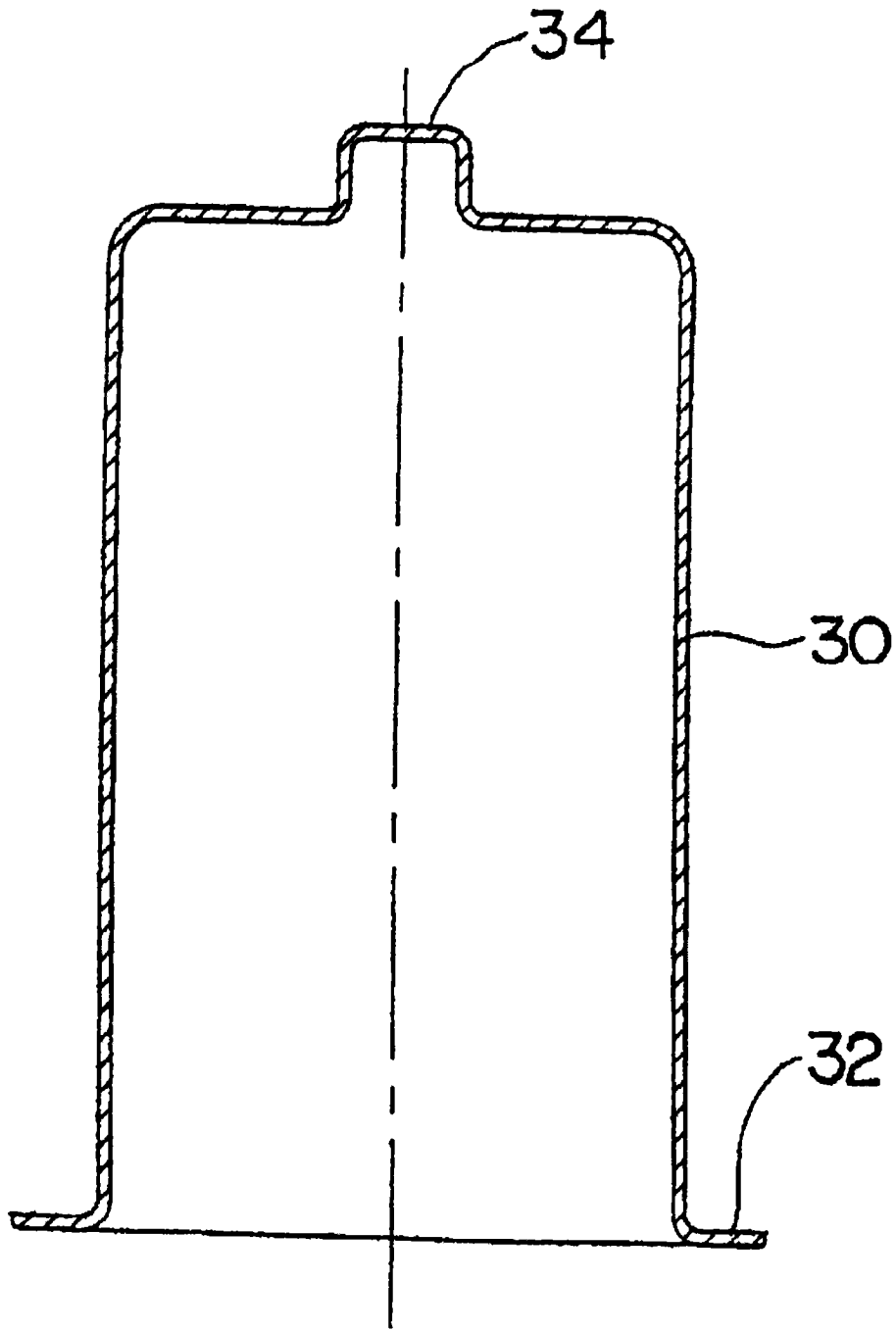


图 3

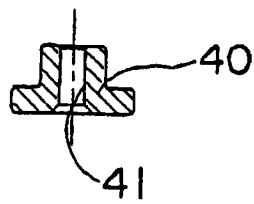


图 4(a)

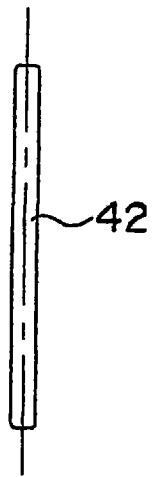


图 4(b)

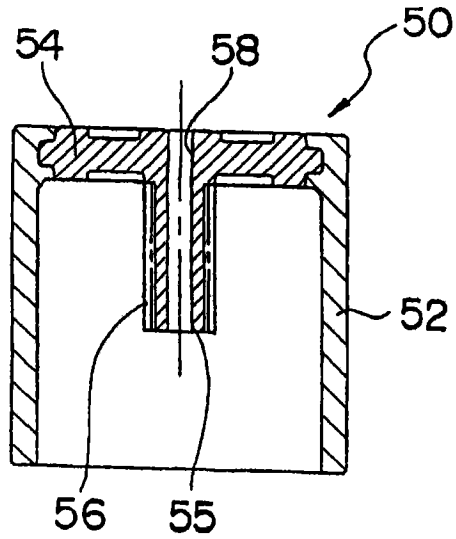


图 4(c)

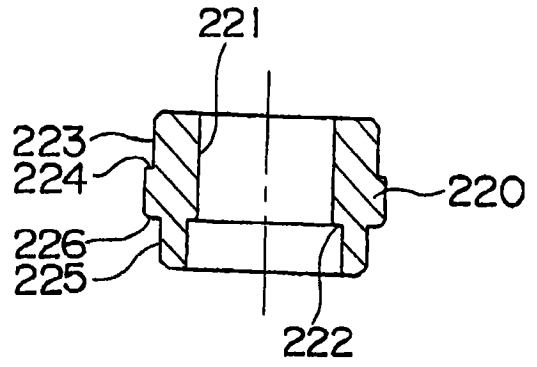


图 5(a)

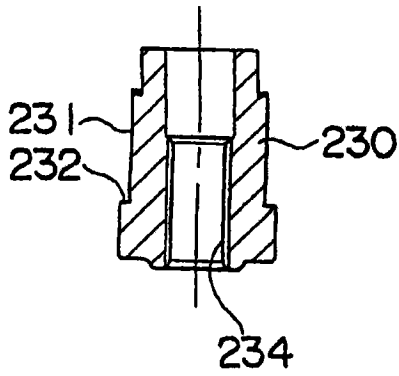


图 5(b)

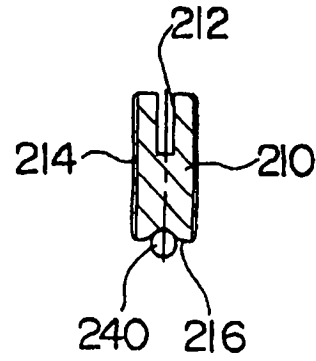


图 5(c)

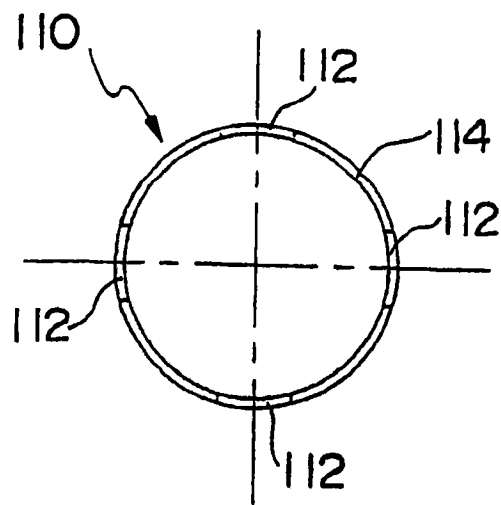


图 6(a)

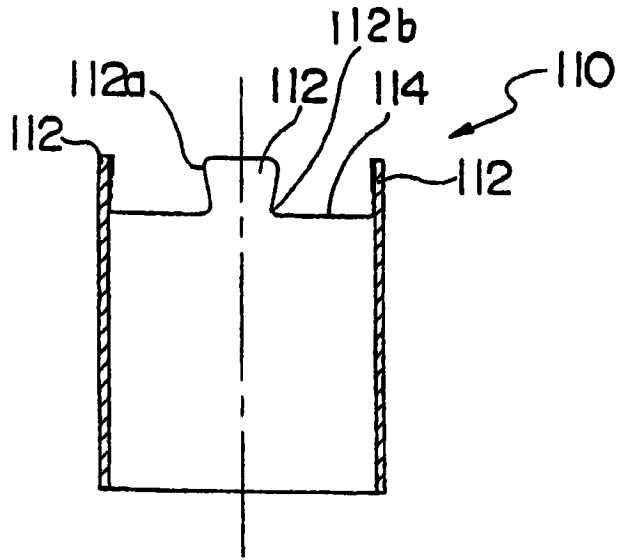


图 6(b)

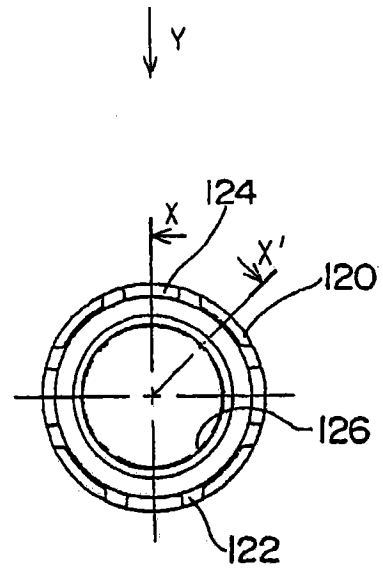


图 7(a)

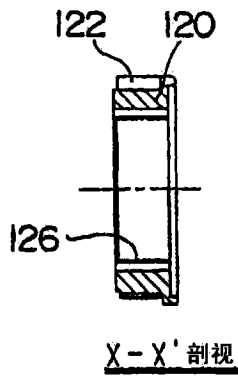


图 7(b)

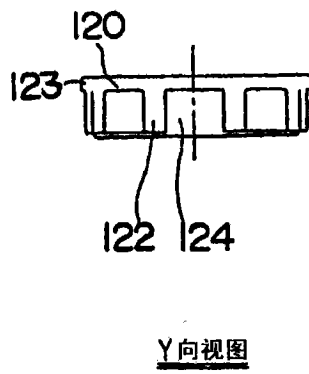


图 7(c)

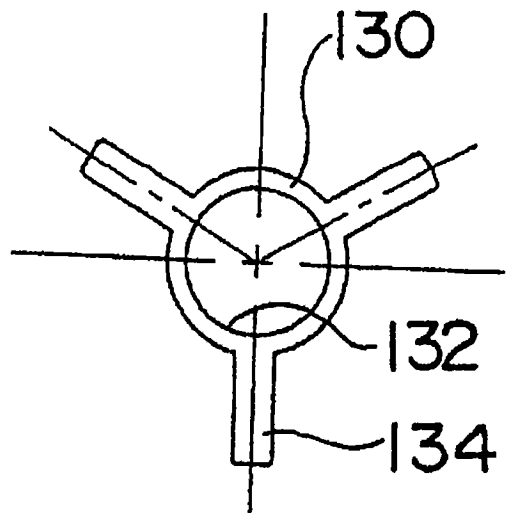


图 8(a)

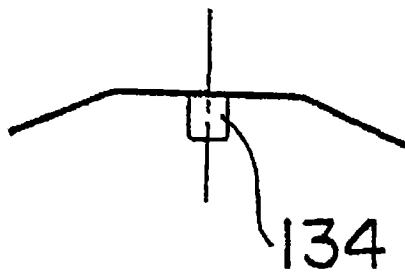


图 8(b)

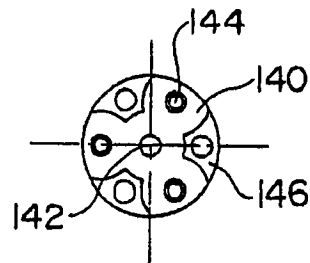


图 9(a)

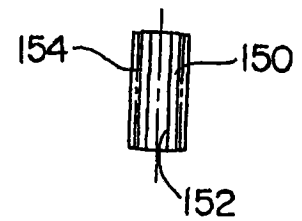


图 9(b)

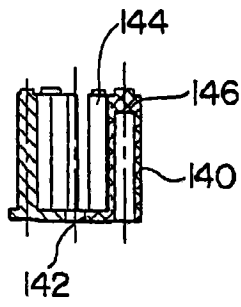


图 9(c)

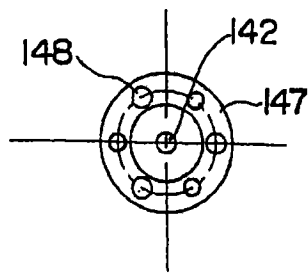


图 9(d)

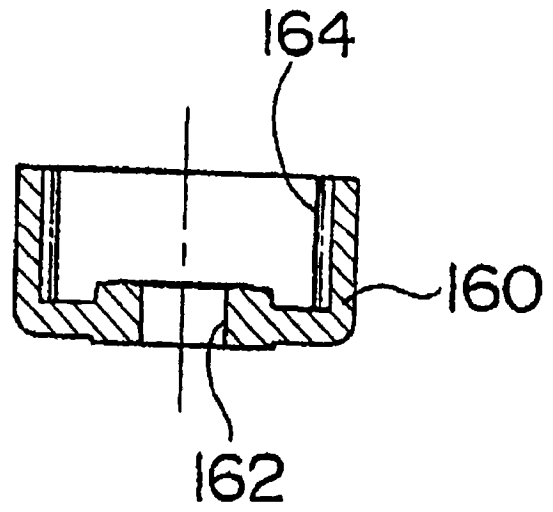


图 10(a)

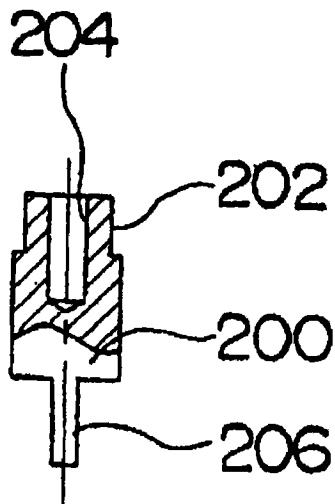


图 10(b)

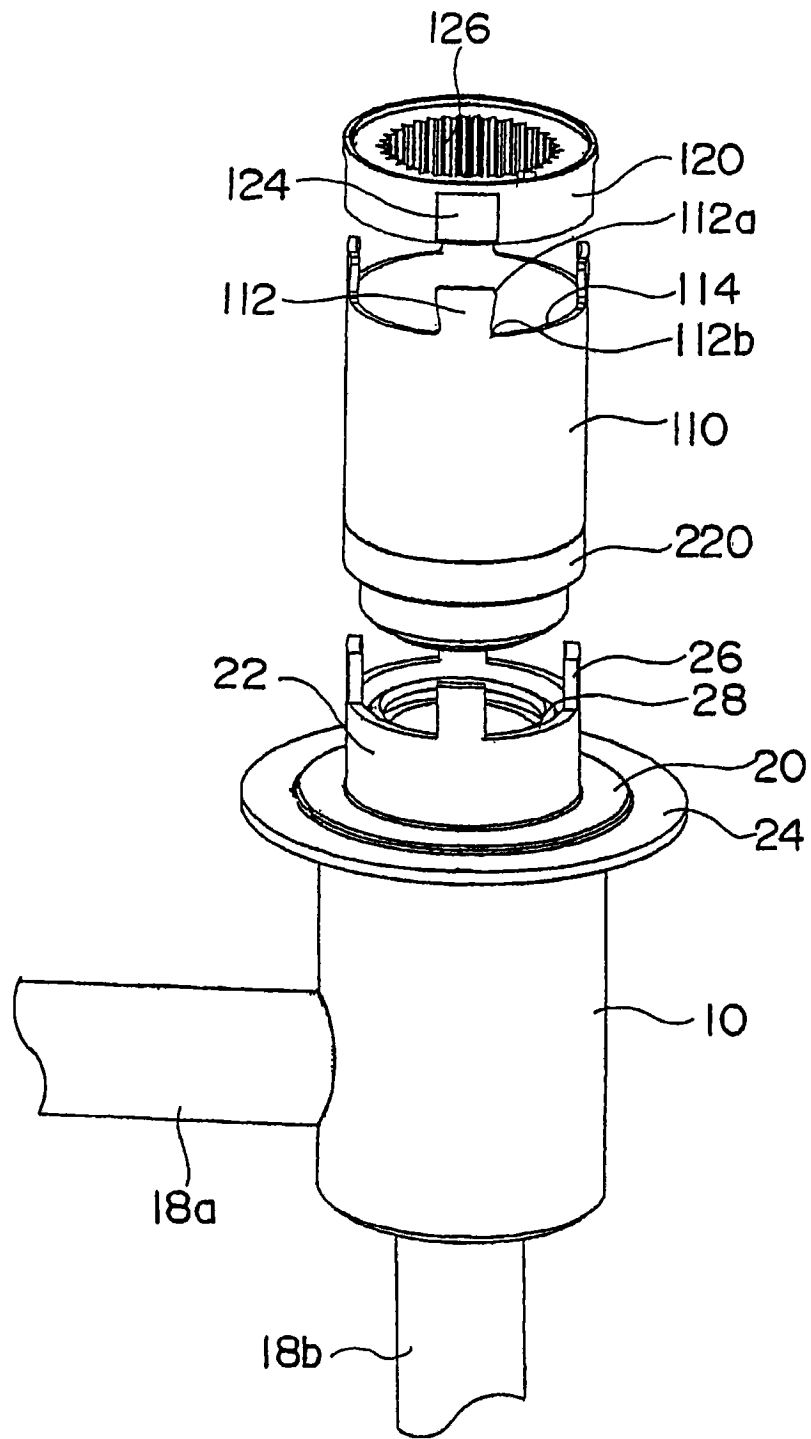
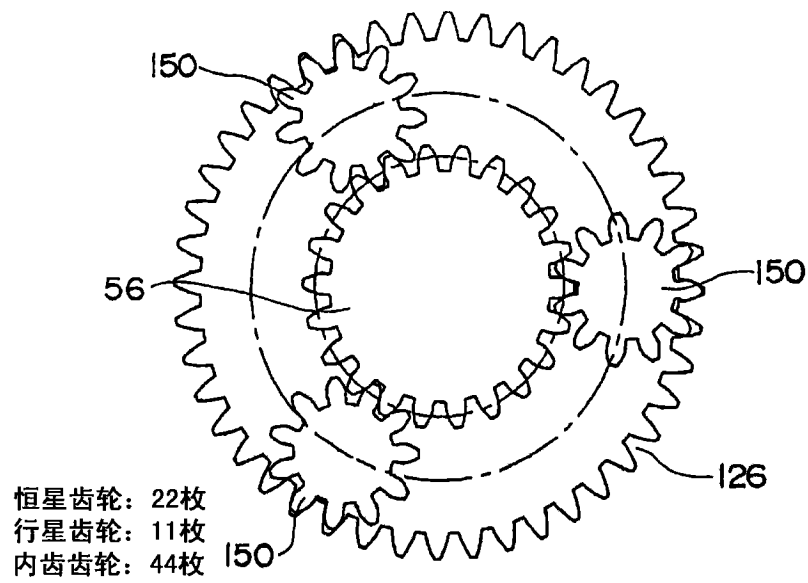
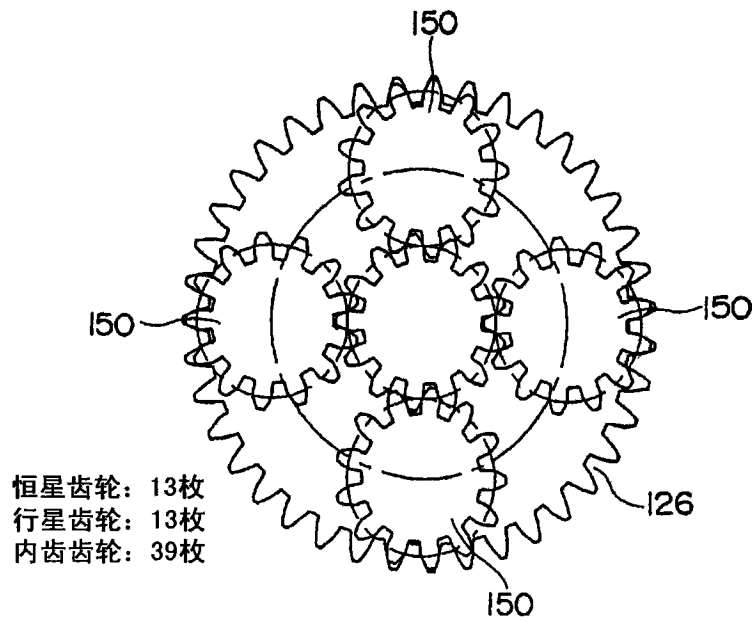


图 11



行星齿轮个数为3时的啮合例子

图 12(a)



行星齿轮个数为4时的啮合例子

图 12(b)

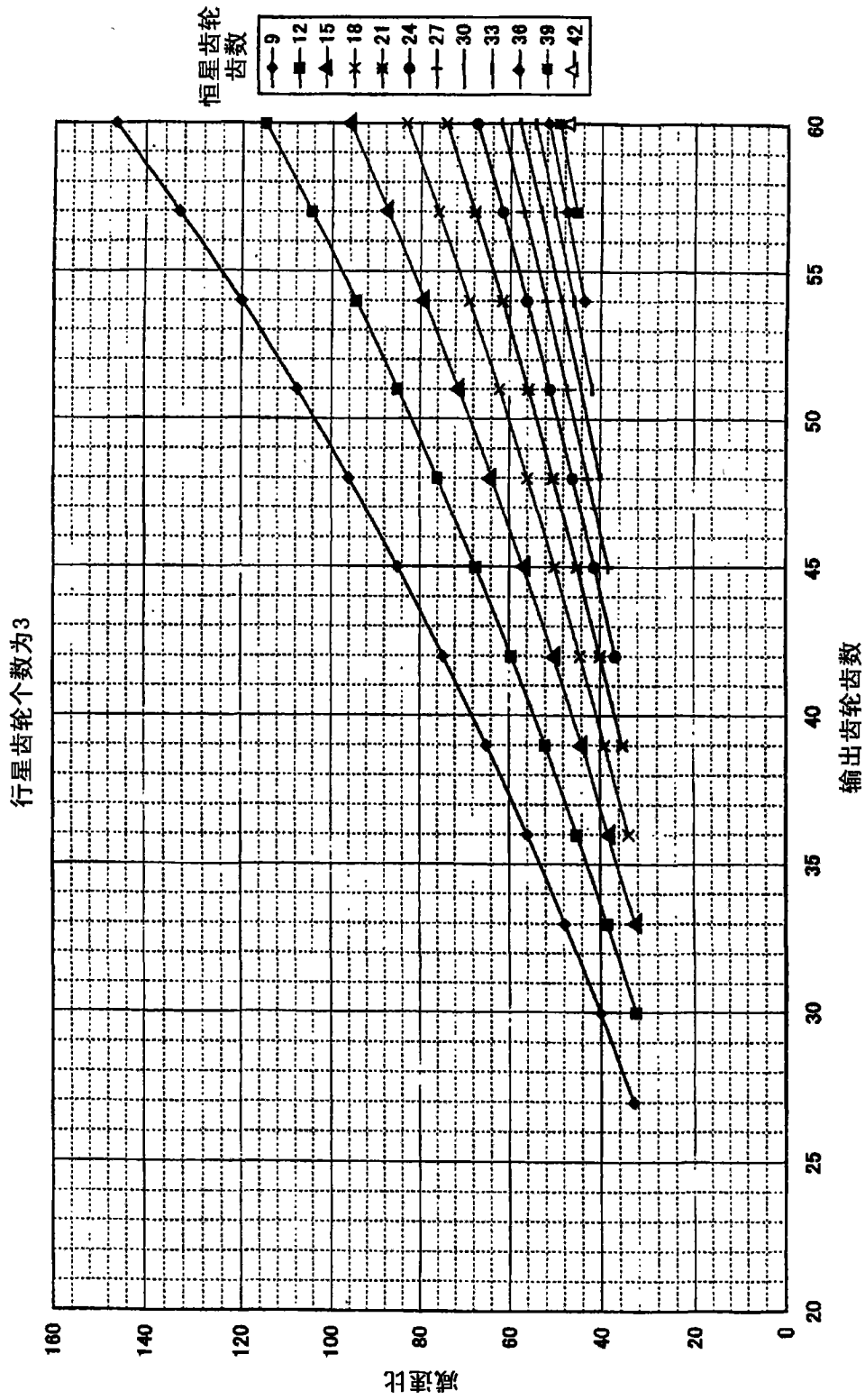


图 13