



## [12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 94120439.1

[51]Int.Cl<sup>6</sup>

[43]公开日 1995年11月15日

B21D 7/00

[22]申请日 94.12.28

[30]优先权

[32]93.12.28 [33]JP[31]336473 / 93

[32]94.3.25 [33]JP[31]56245 / 94

[71]申请人 丰田自动车株式会社

地址 日本名古屋

[72]发明人 三林雅彦 大西昌澄 宫本典孝

角田佳介 岛田敏 板东胜次

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

代理人 王彦斌

说明书页数: 附图页数:

[54]发明名称 弯曲管件的方法和设备

[57]摘要

本发明可以提供弯曲管件的方法和设备，使得被弯曲管件的截面压缩比减小，面积的减小率减小，管壁厚度的减小程度减小，而且，在弯曲过程中可以按照需要的曲率进行弯曲。在本发明中，管件弯曲部分的两端被夹紧固定，弯曲部分一边的管件中心被设定为轴，公转轴位于这一边的管件中心，自转轴位于弯曲部分另一边的管件中心，将齿轮安装在自转轴和公转轴上，使齿轮相互啮合，因而驱动自转轴上的齿轮转动。弯曲管件外侧的拉伸力和管件内侧的压缩力均匀平衡。因此，管件弯曲部分减小，被压缩问题良好改善。

1. 一种弯曲管件的方法,其包括步骤如下:

夹紧和固定管件弯曲部分的两边;和

设定弯曲管件部分的一个弯曲边的中心作为轴线,围绕另一弯曲边公转,在此同时,随着所述公转角度变化,设定弯曲管件部分的另一弯曲边的中心作为轴线,围绕其自身轴自转。

2. 按照权利要求1所述的弯曲管件的方法,其特征在于:在转动操作过程中,公转的角速度与自转角速度之比的范围以1:1.5到1:2.5。

3. 按照权利要求1所述的弯曲管件的方法,其特征在于:所述管件是波纹管。

4. 一种弯曲管件的设备,其包括:

一对夹紧部件,其夹紧和固定将被弯曲管件部分的两边;

公转驱动装置,以将被弯曲的所述夹紧部分之一的管件侧端面的中心作为公转中心,使所述夹紧部分的另一边公转;以及

自转驱动装置,以将被弯曲的所述夹紧部分的另一管件侧端面的中心作为自转中心,使所述夹紧部分的另一边围绕其自身的轴自转。

5. 按照权利要求4所述弯曲管件设备,其特征在于:所述公转驱动装置和自转驱动装置包括:

具有公转轴的第一外齿轮,公转轴穿过被弯曲的所述夹紧部分之一的管件侧端面中心,此中心为公转的中心轴;

具有自转轴的第二外齿轮,所述自转轴平行于所述公转轴,自

转轴穿过所述夹紧部分另一边的管件侧端面的中心，所述第二外齿轮与第一外齿轮啮合，以自转轴为中心轴进行弯曲；以及

在所述第二外齿轮与所述第一外齿轮啮合的自转和驱动状态下的自转驱动装置。

6. 按照权利要求5所述的弯曲管件设备，其特征在于：所述第一外齿轮和所述第二外齿轮是相同的齿轮。

7. 按照权利要求5所述的弯曲管件设备，其特征在于：所述第一外齿轮的直径与所述第二外齿轮的直径相互不同。

8. 按照权利要求5所述的弯曲管件设备，其特征在于：

所述公转驱动装置包括：一个臂，其具有所述公转中心作为中心轴，所述夹紧部分作为另一边，第一电动机使臂围绕所述中心轴转动；和

所述自动驱动装置包括：固定在臂的一边的第二电机，其使所述夹紧部分的另一边转动；控制装置控制所述第一电机和第二电机转速比相互协调。

9. 按照权利要求8所述弯曲管件设备，其特征在于：所述臂包括改变长度的装置，其可以改变所述中心轴和所述夹紧部分另一边之间的距离。

10. 按照权利要求4所述弯曲管件设备，其特征在于：所述公转驱动装置包括：X和Y两维驱动装置，其可以使管件向X轴和垂直于X轴的Y轴两个方向移动，控制部件控制所述X和Y两维驱动装置。

11. 一种弯曲管件的设备，其包括：

固定轴；

固定轴夹紧部件，其夹紧和固定远离所述管件弯曲部分一边的

侧部,这一边的弯曲方向垂直于所述固定轴,以及在所述固定轴处固定管件的夹紧部件,因此在夹紧固定部分和弯曲部分之间的边界的管件中心被设定在所述固定轴上;

由所述固定轴可转动支承的臂;

自转轴与所述固定轴平行间隔开,由所述臂可转动地支承自转轴。

固定的外齿轮,其与所述固定轴同轴固定;

可转动的外齿轮,它与所述固定的外齿轮啮合,并且固定在所述自转轴上;

可转动和夹紧的部件,其夹紧和固定远离所述弯曲部分另一边的侧部至所述弯曲部分,而且该夹紧部件固定在所述自转轴上,因此在夹紧固定部分和弯曲部分之间的边界的管件中心被设定在所述自转轴上;和

驱动装置,其转动和驱动所述自转轴。

## 12. 一种弯曲管件的设备,其包括:

固定轴;

固定夹紧部件,其夹紧和固定远离所述管件弯曲部分一边的侧部,这一边的弯曲方向垂直于所述固定轴,以及在所述固定轴处固定管件的夹紧部件,因此,在夹紧固定部分和弯曲部分之间的边界的管件中心被设定在所述固定轴上;

可转动和夹紧的部件,其夹紧固定远离所述弯曲部分另一边的侧部,而且该夹紧部件固定在所述自转轴上,因此在夹紧固定部分和弯曲部分之间的边界的管件中心被设定在所述自转轴上;

由所述固定轴可旋转支承的臂;

自转轴的移动装置，其由所述臂夹持，所述臂可转动地夹持所述自转轴，而且自转轴与所述固定轴保持平行状态，所述移动装置驱动所述自转轴朝远离或靠近固定轴方向移动；

转动和驱动所述自转轴的驱动装置；

至少有两对啮合的齿轮组，采用两个外齿轮构成所述齿轮组的一对齿轮，两外齿轮相互啮合，而且其尺寸不相同；和

齿轮固定位置，其中任意一对啮合的齿轮组固定在所述固定轴和自转轴上，并且可以从固定轴和自转轴上取下。

13. 一种弯曲管件的设备，其包括：

底座；

固定夹紧部分，其夹紧和固定远离弯曲管件部分一边的管件侧部，而且此固定夹紧部分固定在所述底座上；

X方向的驱动装置，由底座支承，并且沿一尺寸方向往复移动；

Y方向的驱动装置，被X方向支承的该驱动装置垂直于X方向；

自转轴，由所述Y方向的驱动装置可转动地支承；

自转驱动装置，它转动和驱动所述自动轴；

转动夹紧部件，其夹紧固定远离所述弯曲部分另一边的管件侧部，其固定在所述自转轴上，因此，在夹紧和固定部分和所述弯曲部分之间边界的中心被设定在所述自转轴上。

## 弯曲管件的方法和设备

本发明涉及弯曲管件成为半圆形的方法和设备，而不采用弯管的圆形工具。本发明特别涉及弯曲加工波纹管的方法和设备。

用来弯曲管件的常规方法如日本国未审查专利公开文件NO. 65419/ 1990 (Kokai) 所述。在此公开文件中，如侧视图7和A-A截面图8所示，采用圆形靠模2，其外圆周表面设有加工槽，管件5 插入槽中，槽的断面为半圆形。外侧夹持模具4的底部设有加工槽，管件5 插入模具4的槽中，此槽的断面也是半圆形。管件5的一端1被固定，同时将管件5插入并固定在靠模2的槽和夹持模具4外侧的槽中。当夹持的管件沿靠模2的外圆周表面转动时，使管件弯曲。 在这些图中，代号1表示管件固定端，代号3表示外侧夹持模具4的转动中心，代号5表示管件移动侧，代号6表示管件被弯曲90° 角状态下外侧夹持模具4的位置，代号7表示管件被弯曲90° 角状态下管件的位置，代号8表示管件被弯曲180° 角状态下外侧夹持模具4的位置，代号9 表示管件被弯曲180° 角状态下管件的位置，代号10 表示外侧夹持模具4的转动轨迹。

在弯曲管件的常规方法中，在管件断面形状的材料不均匀(如，波纹管的断面形状随区域变化)情况下，很难制约管件连续弯曲形状。因此，很难采用上述常规弯曲管件的方法。

在这种常规方法中，由于管件外侧材料主要受拉伸变形而弯曲

引起塑性变形。因此，弯曲的管件材料外侧随着加工延伸，此局部厚度减小，当内部压力作用在弯曲的产品上时，特别容易产生问题。而且，同样道理，在弯曲半径小的情况下进行弯曲时，管件外周部分不沿全长延伸，而延伸到达内周表面，结果导致弯曲截面的压缩比和面积减小比增加。

为了控制在弯曲管件时产生管壁局部厚度减小，提出了许多不同的方案。例如，日本国未审查专利公开文件NO.290622 / 1990 (Kokai) 描述的弯曲管件的发明，下面描述此技术方案。在此发明中，用可转动的弯曲模夹紧管件，当夹紧模夹紧并弯曲管件时，由弯曲的反作用力对压力模产生作用，夹紧模能够围绕弯曲模转动，而且夹紧模与压力模相对置，并且由压力模和夹紧模夹紧的管件进行移动，压缩力作用在管件的轴线方向。

另一方面，对于波纹管的弯曲来说，对着管件的轴线方向展开的所有产生的形状变形几乎都发生在弯曲变形的管件的凸出部分。因此，弯曲集中在波纹管的凸出部分，首先从波纹管的凸出部分变形，而且这一部分主要受压缩。因此，不可能给出所需要的弯曲波纹管。

为了克服上述问题，日本国未审查专利公开文件NO.177261 / 1993 (Koakai) 提供了一种波纹管的弯曲方法。在此公开的发明中，采用了管件夹紧装置，其设有夹紧波纹管的多个凸出部分的对置表面，夹紧的方向垂直于管件弯曲表面和管件中心轴，在此情况下弯曲波纹管。在此发明中，避免产生弯曲和压缩集中在波纹管的特别凸出部分，而且使得不变形的波纹管凸出部分的弯曲变得非常容易。而且避免产生波纹管的弯曲集中在有限部分。

但是，在上述日本国未审查专利公开文件NO. 290622 / 1990 (Kokai) 描述的弯曲管件装置中，在弯曲管件时，将压缩力施加以管件的轴线方向。因此，当用常规的方案来弯曲波纹管时，由于在管件上施加了压缩力，波纹管可能被压缩。因此，不可能采用这种方案所述的弯管设备弯曲波纹管。

还有，在日本国未审查专利公开文件NO. 177261 / 1993 (Kokai) 描述的管件弯曲方法中，通过波纹管的夹紧部分夹紧和固定弯曲部分。因此，在此方案中存在着下列问题：不仅变形阻力大，而且为了获得具有要求的曲率半径的精确弯曲部分，需要更高的技术和更多的实践经验。

本发明的主要目的是提供弯曲管件(尤其是波纹管)的方法和设备，其可以解决在常规的弯曲方法中出现的上述问题。

本发明的另一目的是提供弯曲管件的方法和设备，其中波纹管的收缩量减小。

本发明的另一目的是提供弯曲管件的方法和设备，其中弯曲部分的局部压缩被减小。

为了解决上述问题，本发明人试图分析在常规的弯曲管件方法中弯曲应力在管件上的相互作用。其结果是，在常规方法中使用靠模，因此管件材料被局部夹紧，并加工出弯曲形状。而且，被夹紧和支承部分外侧的转动中心偏离管件轴线，因此，在弯曲部分必然要减小厚度，并且会产生对管件的压缩。因此，本发明人继续着重研究弯管方法，在这种方法中，以管件轴作为中心弯曲管件。其结果是，本发明人注意到，弯曲管件可以这样解决，即执行公转运动，公转运动围绕着另一弯曲边中心转动，设定弯曲边之一的中心作为公

转轴，并且执行自转运动，自转运动围绕其自身的轴线转动，设定另一弯曲边的中心为自转轴。因此，当管件被弯曲时，本发明人提供这种设想，即自转运动和公转运动同时进行，因而完成了本发明。

当弯曲管件成为半圆形时，本发明的弯曲管件方法的关键在于包括以下步骤：夹紧和固定管件要被弯曲部分的两边，设定一个弯曲边为中心，围绕另一弯曲边的中心公转；同时，随着公转角度变化，围绕自身轴线自转，设定另一弯曲边的中心为自转轴。

换句话说，在本发明的弯管方法中，包括的步骤是：夹紧固定管件要被弯曲部分的两边；围绕另一弯曲边公转，设定弯曲边之一的中心为公转轴，同时，随着公转角度变化，围绕自转轴自转，设定另一弯曲边的中心为自转轴。在上述转动过程中，公转角速度对自转角速度之比范围从1:1.5到1:2.5。在许多情况下，公转角速度对自角速度之比最好应该为1:2。

公转半径可以设定为常数。当进行公转时，公转半径可以减小。由于此，在本发明弯曲过程中，在弯曲部分产生的管件伸展范围可以减小。

还有，本发明可以用于弯曲金属管，其直径为常数。本发明的方法特别适于弯曲波纹管，其管径沿轴向方向周期性变化，并适于弯曲螺纹管，在螺纹管中，具有相同半径的部分沿螺纹形状延伸。

本发明弯曲管件的设备包括：一对夹紧部件；其夹紧固定管件弯曲部分的两边；公转驱动装置；设定所述被弯曲管件夹紧部分之一的管件侧端面中心作为公转中心，使被夹紧部分的另一边转动；自转驱动装置；设定所述被弯曲管件夹紧部分的另一管件侧端面中心作为自转中心，被夹紧部分另一边围绕其自身轴线自转。

上述公转驱动装置和自转驱动装置包括：具有公转轴的第一外齿轮，公转轴穿过被弯曲的管件夹紧部分之一的管件侧端面中心，以此中心轴弯曲；具有自转轴的第二外齿轮，自转轴平行于公转轴，自转轴穿过被夹紧的另一边的管件侧端面中心，以此中心轴弯曲，第二外齿轮与第一外齿轮啮合；以及自转驱动装置，在第二外齿轮与第一外齿轮啮合状态下自转驱动装置驱动回转。

然而，相同的齿轮可以用来作为第一和第二外齿轮。如果使用相同的齿轮，公转角速度与自转角速度之比可以是2。而且，第一外齿轮直径和第二外齿轮直径可以相互不同。由此公转角速度对自转角速度之比可以变化。

此外，上述公转驱动装置可以包括：一个臂，其公转中心作为中心轴，其另一端具有夹紧部分，第一电机使臂围绕中心轴转动。上述自转驱动装置包括第二电机，其位于臂的一端，该装置使夹紧部分的另一端转动。在这种情况下，控制装置根据需要控制第一电机和第二电机有均匀的转速比。另外，这个臂可以包括长度变化装置，其可以改变中心轴与夹紧部分的另一端之间的距离。

而且，上述公转驱动装置包括：X-Y两维驱动装置，其可以朝X轴方向和垂直于X轴的Y轴方向两个尺寸方向移动；由控制部件控制X-Y两维驱动装置。包括如上所述方式，通过使用控制部件可以获得任意公转半径，并可保持公转半径为常数，公转半径的距离可以改变，而且该半径可以连续减小，它可以和弯曲过程同时进行。

下面根据图1解释本发明，图1是表示弯曲管件的轮廓图，图2是沿A-A线的截面图。在管件固定侧面11固定着固定侧面的支承部件13，此时该支承部件靠近弯曲边的固定侧中心15，在移动管件一侧

面12固定着移动侧管件支承部件14，该支承部件14靠近移动侧弯曲边的中心17。

在这种状态，设定固定侧面的弯曲边的中心15为中心，移动侧管件支承部件14以移动侧管件支承部件16的轨迹公转，同时，移动侧管件支承部件14自身以移动侧弯曲边的中心17为中心自转。另外，自转角度和公转角度最好设定相等。在这种情况下，公转角速度对自转角速度之比在理论上为1比2。采用机械方法或电控方法控制转动角度。

在图1中，代号18表示移动侧管件支承部件14的自转轨迹，代号19表示移动侧管件支承部件处于管件被弯曲 $90^{\circ}$ 角状态的位置，代号20表示管件被弯曲到 $90^{\circ}$ 角状态时管件的位置，代号21表示管件被弯曲到 $180^{\circ}$ 角状态下，移动侧管件支承部件所处的位置，代号22表示管件被弯曲到 $180^{\circ}$ 角状态下，管件所处的位置。

根据本发明弯曲管件的方法，夹紧和固定管件弯曲部分的两边设定弯曲边之一的中心为轴，一边围绕另一弯曲边的中心公转，同时，随着公转角度的变化，设定另一弯曲边的中心为轴，一个弯曲边沿其自身轴线自转。因此自转和公转的转动中心都位于管件轴上，而且，弯曲应力作用在整个弯曲部分。因此，在弯曲部分外侧拉伸力的值和在弯曲部分内侧的压力值保持常数处于平衡状态。所以，弯曲部分管壁厚度减小和管件弯曲部分被压缩的问题得到良好改善。本发明的方法最适于弯曲波纹管，而使用原先的方法很难进行波纹管加工。但是，本发明方法不限于用来弯曲波纹管。

正如本发明方法，在这种情况下，当要求的自转和公转运动组合实施时，通常需要两个转动系统，此外，转动角度应该同步控制，

并应有高精度。但是，在管件弯曲设备中，啮合的齿轮相互和分别固定在公转轴和自转轴上，将动力传送到自转轴的齿轮上。由公转轴上的齿轮和自转轴上的齿轮啮合同时产生公转时，仅通过公转轴上的固定齿轮，将驱动力传递到自转轴上的齿轮上，在本发明的设备中，自转和公转能够同步控制并具有高精度。因此，本发明的设备非常简单并有高的可靠性。

当公转半径固定时，弯曲部分伸长。在波纹管的弯曲过程中，在弯曲时这种伸长可以解决在管件弯曲部分厚度减小和压缩问题。另一方面，在弯曲时，需要这种管件伸长意味着大拉伸力在弯曲时产生作用。在波纹管情况下，对于管件伸长需要的拉伸力很小，因此不会引起任何具体问题。但是，在管件直径为常数时，这种伸长将引起大问题。在这种情况下，通过在弯曲时缩短公转半径就可以解决上述问题，减短半径可以与弯曲加工同时进行。

如上所述，本发明涉及的弯曲管件方法包括以下步骤：夹紧和固定弯曲管件部分的两端部，围绕另一弯曲端公转，设定弯曲端之一的中心为轴；同时随着公转角度变化自转，并设定另一弯曲端的中心为轴。在本发明方法中，自转和公转两个转动中心都在管件轴上，而且弯曲应力作用在整个弯曲部分。因此，在弯曲部分外侧的拉伸力值和在弯曲部分内侧的压缩力值保持常数，处于平衡状态。其结果是，管件弯曲部分厚度减小和弯曲部分管件压缩问题得到大大改善。

按照本发明的管件弯曲设备，其包括：安装在公转中心的公转轴；安装在自转中心的自转轴；分别位于公转轴和自转轴上相互啮合的齿轮；其中将驱动力传递到自转轴上的齿轮上。另外，按照本

发明的管件弯曲设备，其包括：多个电机，其可以控制公转和自转位置，结合这些电机组合可以产生公转和自转。所以，当围绕公转轴公转时，自转轴围绕其自身轴线自转，则可以实现本发明的弯曲管件方法。而且，除有弯曲管件的机械部件以外，还设有管件支承部件，使弯曲管件穿过支承部件，并且使管件围绕垂直于管件轴线的表面转动。因此，涉及管件长度的设备尺寸可以减小，而且可以按照要求的弯曲表面将管件弯曲到要求的位置。

下面通过结合附图详细说明所有这些属于公开的本发明的部分形式，可以更好地理解本发明，更容易全面鉴别本发明，以及认识本发明的许多优点。

图1是说明本发明弯管方法的轮廓图；

图2是沿图1中A-A截面的剖视图；

图3是表示本发明优选实施例的轮廓图；

图4是用本发明优选实施例弯曲波纹管的截面图。

图5是表示弯曲结果的侧视图，此时本发明中自转和公转的比例产生变化。

图6是表示弯曲结果的侧视图，此时本发明中自转和公转的比例产生变化；

图7是表示常规弯管方法的侧视图；

图8是沿图7中B-B截面的剖视图；

图9是轴测图，其表示本发明设备中弯管机构的主要部件；

图10是轴测图，其表示本发明设备中弯管机构的主要部件，其中管件弯曲了180° 角所处的状态；

图11是表示本发明设备中弯管机构主要部件的轴测图，其中管

件弯曲了90° 角所处的状态；

图12是轴测图，其表示用于弯曲管件的本发明一个优选实施例的总体部分；

图13是轴测图，其表示用于弯曲管件的本发明弯管机构的细部构造；

图14是放大的分解轴测图，其表示用于弯曲管件的本发明设备中弯管机构的可更换齿轮对；

图15是轴测图，其表示用于弯曲管件的本发明设备中管件支承部分的细部构造；

图16是用于弯曲管件的本发明设备的轴测图，在此优选实施例的设备中，使用多个伺服电动机传递公转和自转运动；和

图17是优选实施例中设备的轴测图，其中将管件支承部分加在图16所示优选实施例的设备上。

前面对于本发明已经进行了一般性描述，通过下面所述的特别优选的实施例可以进一步理解本发明。 在本文中提供实施例的目的仅在于说明本发明，而不是要对本发明的权利要求范围进行限定。

下面对照附图描述本发明的优选实施例。 如图3所述，由固定在圆形固定头座24中的固定头26夹持波纹管28的一端，圆形移动夹座30的直径与固定头座24的直径相等，圆形移动夹座30接触固定头座24旋转，而波纹管28的另一端固定在移动夹头32上，所述移动夹头32被固定在移动夹座30中。 用铝合金(JIS A3003)制造波纹管28，其波峰直径为18.3mm，波谷直径为12.7mm，波纹间距9.5mm，壁厚 1.2mm。

接着，移动夹座30接触固定头座24围绕其转动，从而引导波纹

管28弯曲。弯曲条件如下:  $R=18\text{mm}$ , 弯曲速率= $36\text{deg/ s}$ 。弯曲部分的截面图如图4所示。在常规的波纹管弯曲过程中, 凸出部分弯曲, 在工作过程中将产生故障。另一方面, 在此优选实施例弯曲部分的弯曲内侧34和弯曲外侧36两处几乎不产生多曲折的缺陷, 并且可以获得均匀的弯曲半径R。在管内侧38的压缩比为8%, 壁厚减小的比例为2%。与弯曲直管的普通方法相比较, 上述结果达到足够的水准, 而且使结果大大改善。在此, 压缩比的计算如下: 在压缩部分长直径和短直径之间的差被平均直径除, 然后将结果乘以100, 由此获得压缩比。还有, 壁厚减少比例的数值在远离中心一侧的波谷部分(小直径部分)测量, 此处的壁厚最大程度减小。

在本发明中, 如上所述, 公转和自转的角速度之比在理论上最好设定为1:2。但是, 在实际应用中, 设定的值可能从1:1.5到1:2.5。在这种情况下, 曲率变化范围将随着速度比的变化不同于理论值。如果公转速度加快, 如图5所示, 在固定一侧的曲率增大, 而如果自转速度加快, 如图6所示, 在移动一侧的曲率增大。

下面, 参照图9说明用于弯曲管件的本发明最佳实施例。用固定头26夹持和固定管件的固定侧11, 用移动夹头32 夹持和固定管件的移动侧12。设置的公转轴42垂直向下处于移动夹头32 的公转中心。所述公转轴42位于固定臂40上。所述固定臂40支承固定头26。在另一方面, 自转轴46向下固定在移动臂44的自转中心, 移动臂44 支承着移动夹头32。齿轮48和50分别安装在其各自的公转轴42 和自转轴46上, 这些齿轮48和50相互啮合。

但是, 公转轴42是固定的, 由驱动源驱动自转轴46, 所述驱动源未图示。因此, 移动夹头32围绕其自身的轴转动, 其转动半径等于

齿轮50的半径。同时，移动夹头32公转，公转的转动半径是齿轮48和齿轮50的半径之和。图10是移动夹头32转动 $180^{\circ}$ 角所处状态的轴测图。图11是移动夹头32转动 $90^{\circ}$ 角所处状态的轴测图。

在图12到15中表示了用于弯曲管件的本发明设备的另一个优选实施例。图12是表示用于弯曲管件的优选实施例中设备总体部分的轴测图。在此实施例中，用设备弯曲管件时，可以同时弯曲具有任意长度的波纹管的两边，而且，在弯曲过程中，还可以改变曲率半径。在图12中，用呈平行六面体形的方材组装机架52，并且在前后表面复盖侧板54。在机架52上，用导向支座56支承两条导向轨道58。

在这两条导向轨道58上，在其两端安装有管件弯曲机构部件60，管件支承部件62安装在轨道中部。管件弯曲机构部件60与两条滚珠丝杆64相连接，由前后表面的侧板54沿轴支承所述两条滚珠丝杆64。由电动机驱使弯曲机构66朝前后往复移动，弯曲机构驱动滚珠丝杆64。

图13是表示管件弯曲机构60的细部构造的轴侧图。位于最顶部的第一基板68藉助四个导向件70可前后往复移动地安装在轨道58上。所述导向件70安装在第一基板68的下部。在第一基板68的下方悬挂着第二基板72，用四支杆件将其固定。而且，在第二基板72的下方悬挂着第四基板74，并由四支杆件固。

还有，在第二基板72和第四基板74之间安装有第三基板78，第三基板78通过安装的四个直线型套筒76可以上下往复移动。四个直线型套筒76悬挂安装在杆件上可以上下往复移动。由于压力缸80力臂的上下移动使第三基板78上下往复移动。所述压力缸80安

装在第四基板74和第三基板78之间。

在图13和14中表示了固定臂40和移动臂44和构造。在其内部包括夹头闭合压力缸82，由压力缸82打开或关闭固定头26和移动夹头32。通过将公转轴42固定到第一基板68上安装固定臂40。公转轴42的底端穿过第二基板并到达第三基板。

在第一基板68上的公转轴42穿过自转轴46，并且设有长孔84可以使自转轴46靠近或远离公转轴42。在公转轴42上，设有第一连接件80。所述第一连接件86的一端铰接并可转动地固定在公转轴42上。第二连接件88铰接固定在第二基板72处的公转轴42上，其结构与第一连接件相似。而第三连接件90安装在第三基板78上，其结构也相似于第一连接件。移动臂44的自转轴46穿过长孔84 分别连接三个连接件86、88、90，从而将移动臂44连接到固定轴40上。

第二连接件88呈箱形。在第二连接件88中包括小直径齿轮91，该小直径齿轮91各自固定在公转轴42和自转轴46上。同时，在第二连接件上，从自转轴46侧面对着公转轴42安装有齿轮连接压力缸92。因此，根据安装在公转轴42和自转轴46上齿轮对的尺寸，自转轴 46 可向前或向后移动。

在图14中表示了公转轴42和自转轴46的构造。如图14所示，紧靠第二连接件88的下方，公转轴42和自转轴46可以分离。靠近下方的第三基板，通过操纵压力缸80的臂上下移动可以使公转轴42和自转轴46分离。在分开的公转轴42a和自转轴46a的顶端设有花键。同时，在相应于齿轮高度的较低处设有齿轮挡块47。

另一方面，在第二基板72的两侧设有用于托盘94的导向轨道。用齿轮闭锁件98和齿轮锁定缸100在一侧闭锁和固定中经齿轮对96

至中经齿轮托盘102上,用托盘102表面的中经齿轮移动压力缸 104使托盘102前后 往复移动。在另一侧,用齿轮闭锁件108和大经齿轮闭锁压力缸110 闭锁一对大经齿轮106至大经齿轮托盘112,用大经齿轮移动压力缸114使大经齿轮托盘112向前或向后移动。 在中经齿轮和大经齿轮的中心孔分别设有花键槽。

由转动台116支撑公转轴42和自转轴46的底端,转动台116可以围绕公转轴42转动,公转轴42固定连接第三基板78。自转轴46通过万向节118和齿轮箱120与驱动电机122相连。

下面,在图15中表示了管件支承部件62的细部构造。设置的臂126竖立在基板124上。在此臂26中安装有夹头压力缸130,它可以打开或闭合夹头壳128。在这些夹头壳128中,通过轴承132 安装着夹块134。这些夹块134可以转动在夹块表面上夹紧的管件,夹块表面垂直于转动轴,在夹块的一端安装有驱动齿轮136。

齿轮箱140安装在竖立在基板124的臂126的相反的一侧。通过联轴节142转动电机143与齿轮箱140的前面相连。在齿轮箱140 侧面的输出轴上安装着较低侧的传动轮144。在臂126 侧面上部安装的上侧传动146和下侧传动轮144上绕着同步传动带,因而下侧传动轮144的转动可以被传递上侧传动轮146。安装在转轴上的驱动齿轮150与上侧传动轮146同轴。此驱动齿轮150与夹块134 上的被动齿轮136相啮合。因此,随着驱动轮150的转动,夹紧块134转动。

下面描述具有上述结构的优选实施例的操作过程。在图12 所示的设备中,首先用管件支承部件62夹支持将被加工的管件。在图15中表示出管件支承部件62的细部构造。首先,在夹头壳128 开启状态下,在夹块134之间穿过管件。接着,安装在臂126 中的夹紧压

力缸130工作,从而使夹头壳128闭合,夹块134夹紧管件。

当需要改变被夹持的管件使其进入要求的弯曲表面时,按上述方式进行操作。使转动电机143运转,从而通过联轴节142和齿轮箱140转动下侧传动轮144。然后,由同步传动带148 转动上侧传动轮146,因而与上侧传动轮146同轴安装的驱动齿轮150转动。随着在夹块134上与驱动齿轮150相啮合的从动齿轮136旋转,在夹块134中被夹紧的管件转动,从而根据改变要求得到需要的弯曲表面。

在此时,管件弯曲机构的固定头26和移动夹头32处于开启状态。当弯管机构60不在要求的管件弯曲位置时,如图12所示,用来移动弯管机构的电机66转动滚珠丝杆64,由滚珠丝杆64使弯管机构60到达预定位置。

下面如图13所示,安装在第二连接件88上的齿轮连接压力缸92工作,使得自转轴46朝着公转轴42移动。然后,因为自转轴46 朝着三个连接件中长孔84和内侧移动,固定在公转轴42和自转轴46上的一对小直径齿轮对91在第二连接件88的内侧啮合。

当小直径齿轮对91相互啮合时,安装在固定臂40 和移动臂44 上的用来开闭夹头82的压力缸工作,从而由固定头26和移动夹头32 夹持和固定管件。接着驱动电机122,因为驱动电机122通过齿轮箱120和万向节118与自转轴46相连,当夹持并固定管件的移动夹头32 围绕自转轴46转动,并且设定的转动半径为小直径齿轮91的半径时,此移动夹头32的转动半径设定为小直径齿轮对91的半径之和。由此,执行本发明的弯曲方法。

下面将详细描述如何将小直径齿轮对91变换为中径齿轮对 96 或大径齿轮对106。如图12和13所示,在固定头26和移动夹头32 处

于开启状态时，齿轮连接压力缸92工作，使公转轴42和自转轴46之间的间隔与齿轮托盘102包含在托盘112中的中径齿轮对96，或者大径齿轮对106的中心孔的间距相适应。

接着，当可上下往复移动的压力缸80的臂移动工作时，使得第三基板78向下移动，可上下移动的公转轴42和自转轴46在第二连接件88下方分离，并且产生间隙。接着，使中径齿轮托盘102移动的压力缸104或使大径齿轮托盘112移动的压力缸114工作，中径齿轮托盘102或大径齿轮托盘112移动，以致齿轮中心孔与公转轴和自转轴46的中心相适应。

然后，当中径齿轮闭锁压力缸100或大径齿轮闭锁压力缸110工作时，齿轮闭锁件98或108脱离配合，同时可上下往复移动的压力缸80工作，从而向上推动第三基板78，将执行下述动作：分离开的公转轴42a和自转轴46a上升，在轴顶端的花键部分穿过中径齿轮96或大径齿轮106的中心孔，如前所述，花键部分将与公转轴42和自转轴46配合。

如果中径齿轮托盘102或大径齿轮托盘112工作，并且使其回到它所在的位置，齿轮对的更换工作完成。因此，如果用于连接齿轮的压力缸92工作，更换的齿轮相互啮合，那么用与上述相同的方式使管件弯曲，所得到的弯曲管件具有不同的转动半径。

为了采用前述方式更换齿轮时，将执行下述操作步骤：驱动用于连接齿轮的压力缸92；将自转轴46和公转轴42相互分开，其分开的间距对应于包括在齿轮托盘102或112 中的齿轮对；在齿轮托盘102或112内包括齿轮对，用齿轮闭锁压力缸100或110闭锁齿轮，同时由可上下往复移动的压力缸80使第三基板下降。接着使公转轴

42和自转轴46分开并从齿轮中抽出；用压力缸104或114使包括齿轮对96或106的齿轮托盘102或112返回其原位。

图16是轴测图，其表示另一优选实施例的设备。在机座152中，设有固定臂40，由支架154支承所述固定臂40，在所述固定臂40的顶端安装着固定头26。在机座152的两侧，平行设置着两根X轴线的轨道156a和156b，而Y轴轨道158设置在横跨X轴线的轨道156a 和156b上方的位置。此Y轴轨道158可以由设置在X轴的伺服电机160沿X轴移动到需要的位置。

在Y轴轨道158中，由Y轴的伺服电机164驱动的滑动部件162 与轨道158滑动配合，滑动件162可以在Y轴轨道158上移动到需要位置。在此滑动件162中，自转轴46可转动地垂直安装在滑动件162的顶部，移动臂44和移动夹头32固定。而且在滑动件162 的下部直接连接Z轴伺服电机166。由此Z轴伺服电机166使自转轴46沿其轴线转动需要的角度。

图17表示一种设备，其中将管件支承部件62附加到图16所示最佳实施的设备上。换句话说，在机座152 的后半部分的中部设有管件供给轨道168，因而可以使管件沿纵向穿越机架152。在此管件供给轨道168上安装着可以前后往复移动的管件支承部件62。由管件供给电机170使管件支承部件62前后往复移动。

管件支承部件62有与图15 所示的机构相同的构造，其包括臂126和夹块134，夹块安装在臂126的顶部。由转动管件的电机143 驱动，夹块134使被夹持的管件转动。

下面详细描述图17所示优选实施例中设备的操作过程。首先，由管件支承部分62的夹块134夹紧管件。此时，固定头26 和移动夹

头32双双处于开启状态。其次，管件支承部件62中的管件转动电机143运行，使得夹块134转动，安排要弯曲的管件符合所需要的管件弯曲表面。一旦管件弯曲表面配合一致，接着管件供给电机170使管件支承部件62沿管件供给轨道168向前或向后移动，从而调整所需部分进入弯管机构的固定头26的弯曲位置，以便进行弯管操作。

接着，驱动X轴的伺服电机160，使Y轴的轨道158沿 X 轴的轨道156a和156b移动，并且移动安装在Y轴轨道上的移动臂44，从而调整在固定臂40中的公转中心离开在移动臂44中的自转轴46，直到到达所需要的公转半径。如果自转轴46离开到达所需要的公转半径，固定头26和移动夹头32闭合，并且在夹紧和固定要被弯曲的管件之后，X轴的伺服电机160和Y轴的伺服电机164同时运转，使X轴轨道 156a 和156b上的Y轴轨道158和滑动件162上的Y轴轨道158移动。然后由控制装置(未图示)控制X轴伺服电机160和Y轴伺服电机164，因而固定在滑动件162上的自转轴46按照预定的公转轴半径运动。

在另一方面，在未图示的控制装置控制下，随着公转角度变化，与自转轴46直接相连的Z轴伺服电机166使自转轴46 围绕其自身轴线转动。因此，由移动夹头32固定的管件按预定的自转半径绕自转轴转动。其结果是，利用本发明方法可以在需要的弯曲表面，以需要的曲率半径弯曲管件。

上面充分描述了本发明，对于本专业普通技术人员来说，显而易见，在不脱离包含在权利要求书中的本发明的构思或范围条件下，可以提供出许多变化和修改的方案。

# 说 明 书 附 图

图 1

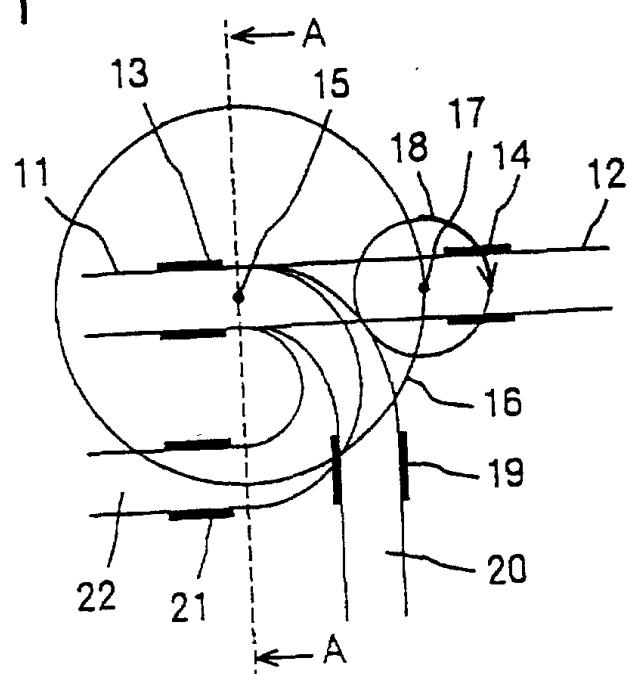


图 2

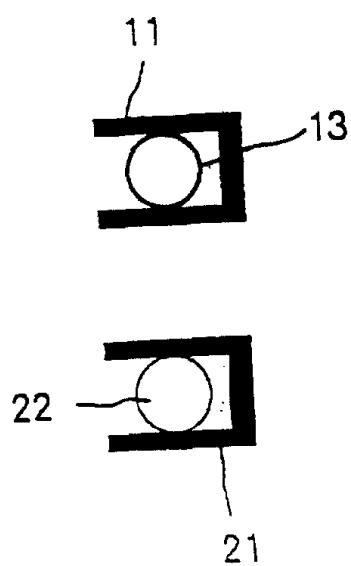
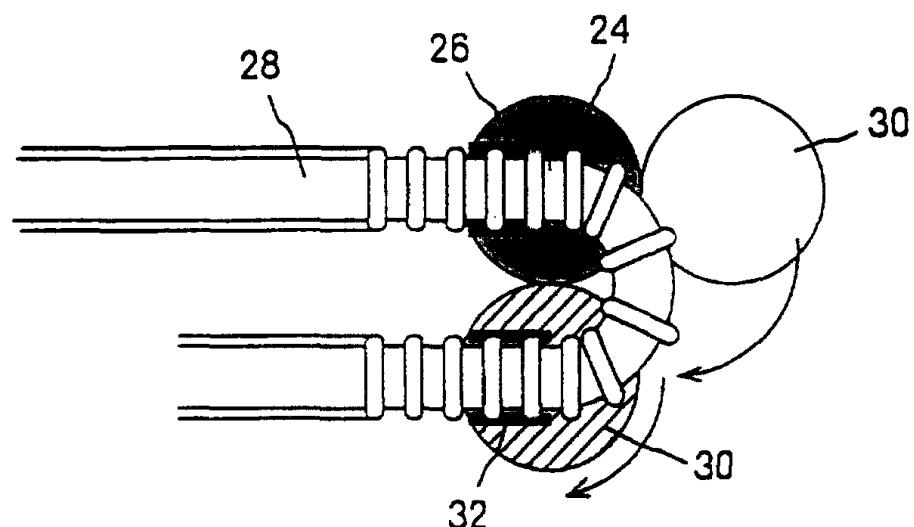


图 3



IN THE CASE OF ROTATION : REVOLUTION=1:2

自转：公转 = 1:2

图 4

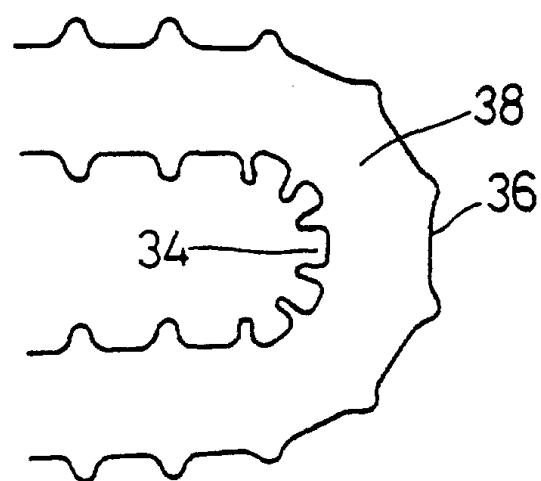
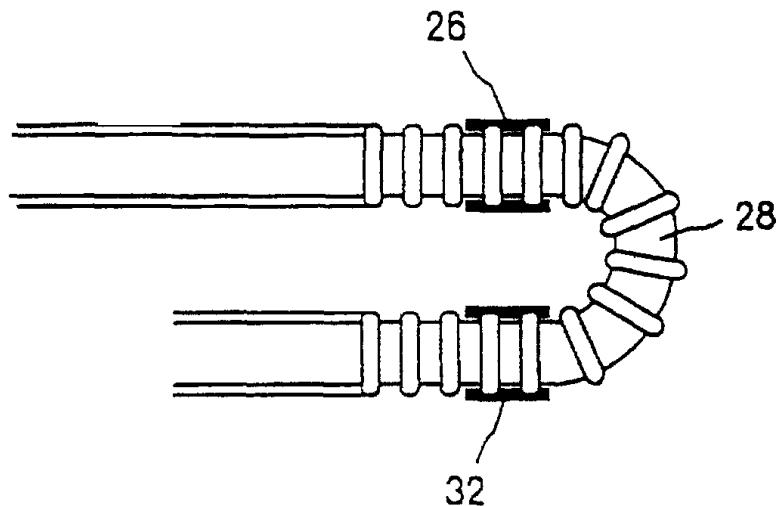


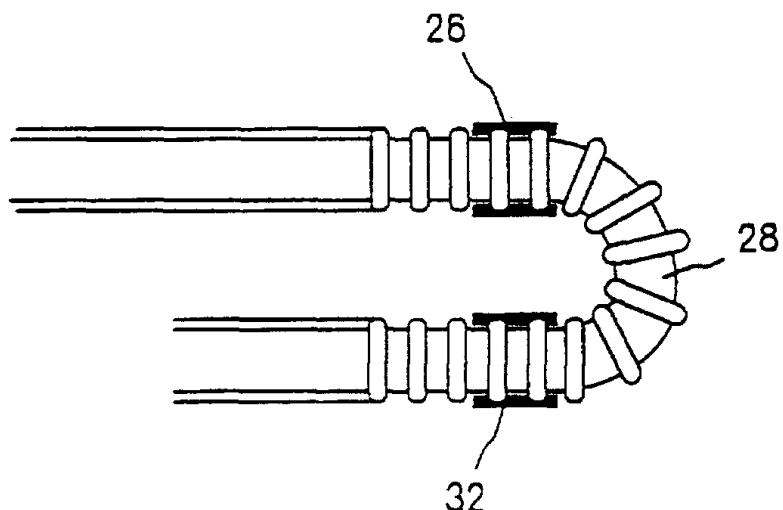
图 5



IN THE CASE OF ROTATION : REVOLUTION=1 : 1.7

自转：公转=1:1.7

图 6



IN THE CASE OF ROTATION : REVOLUTION=1 : 2.5

自转：公转=1:2.5

图 7

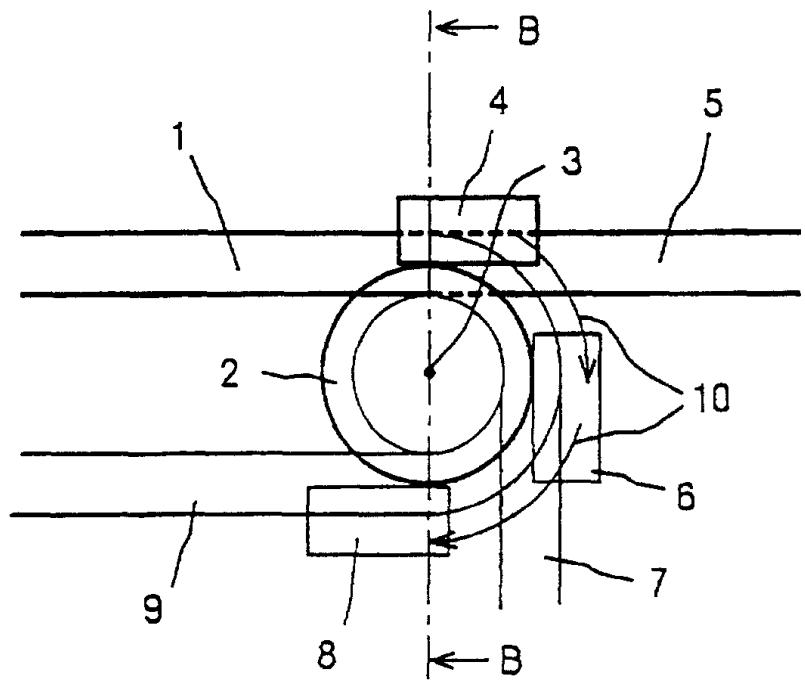


图 8

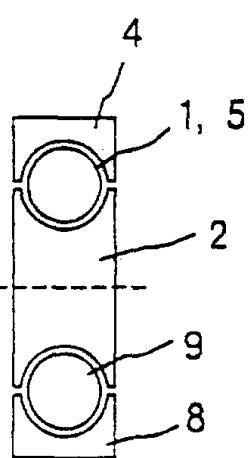


FIG 9

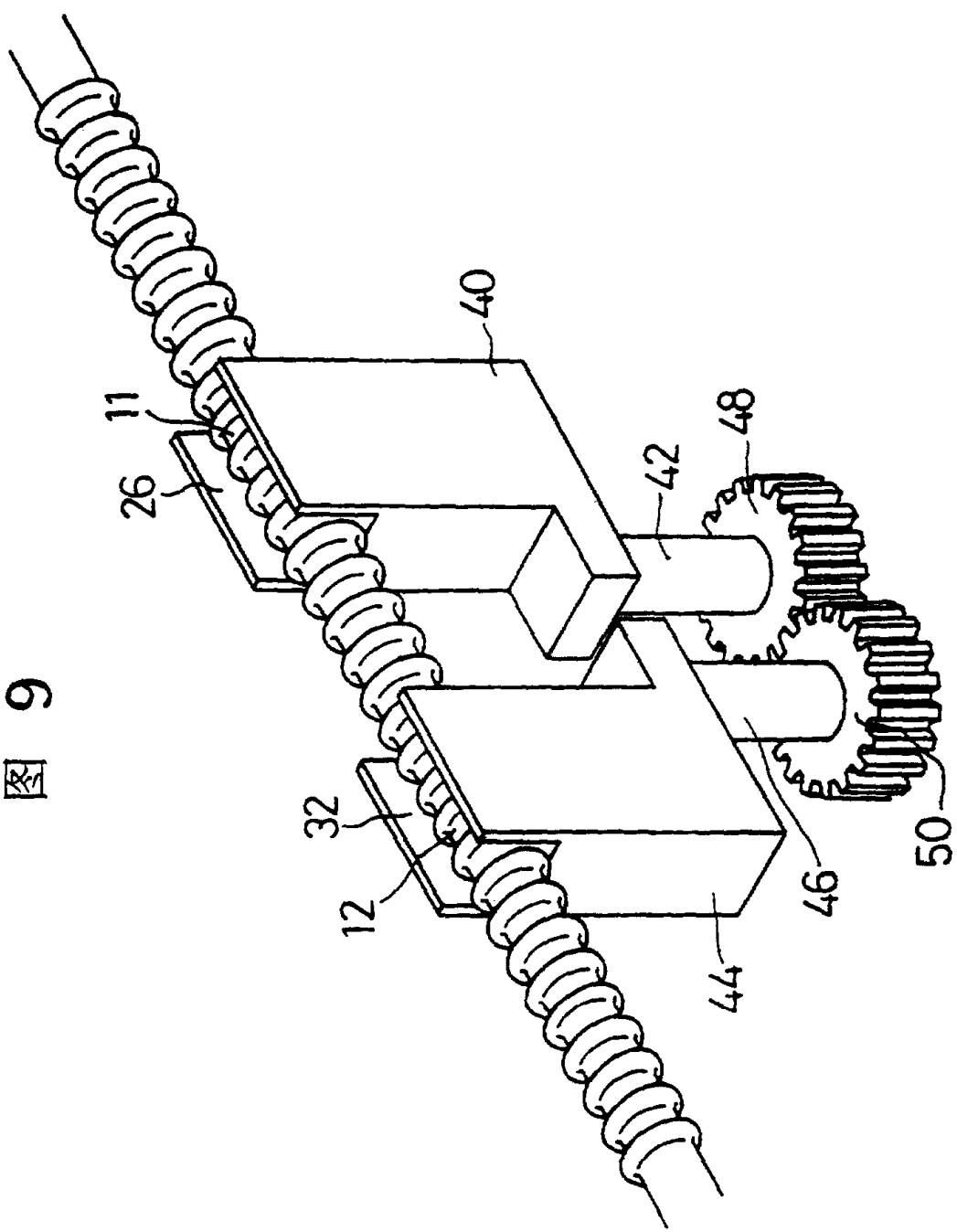
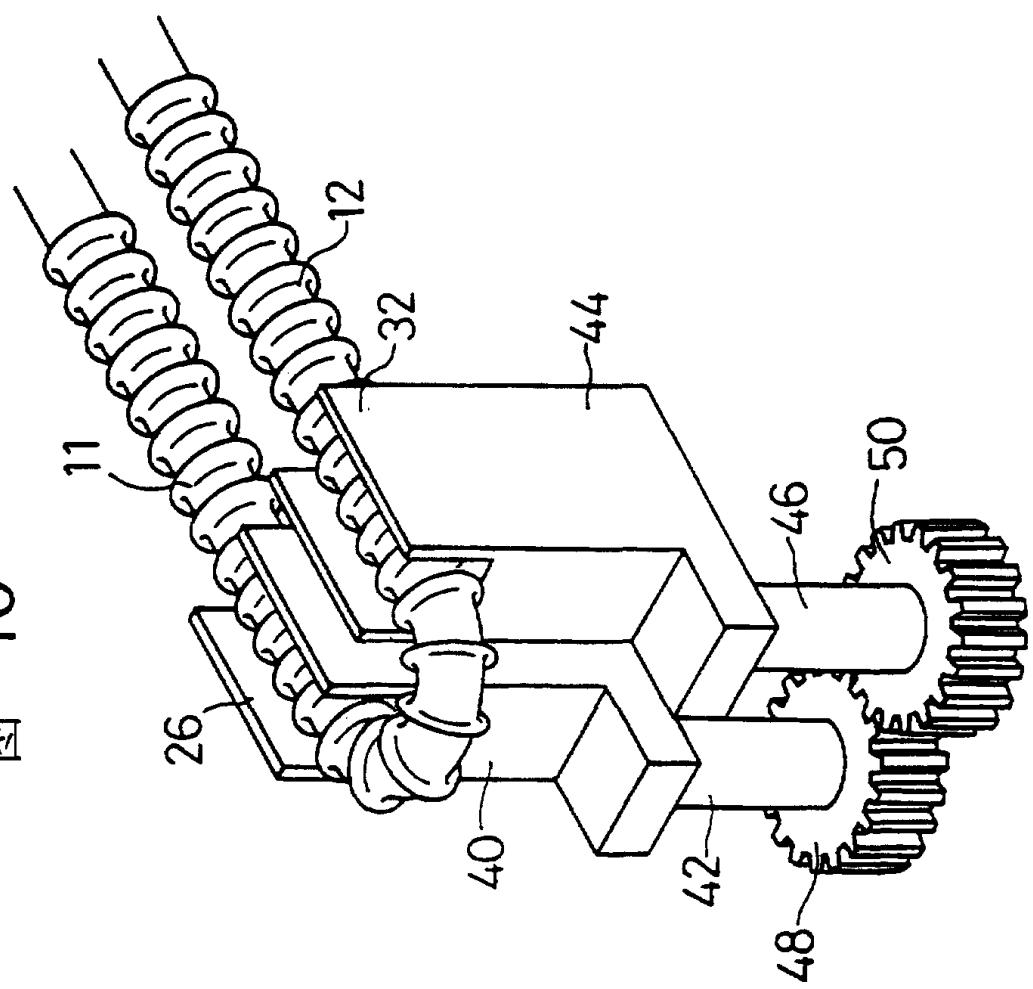


图 10



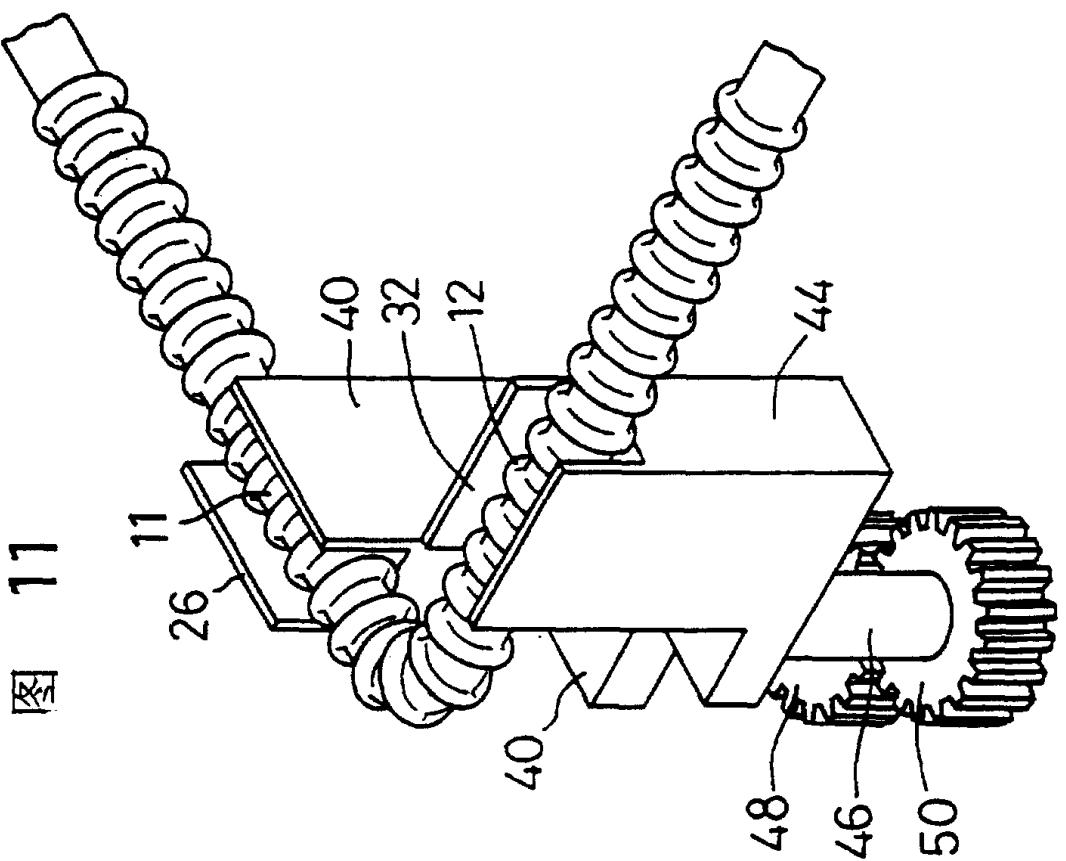


图 11

図 12

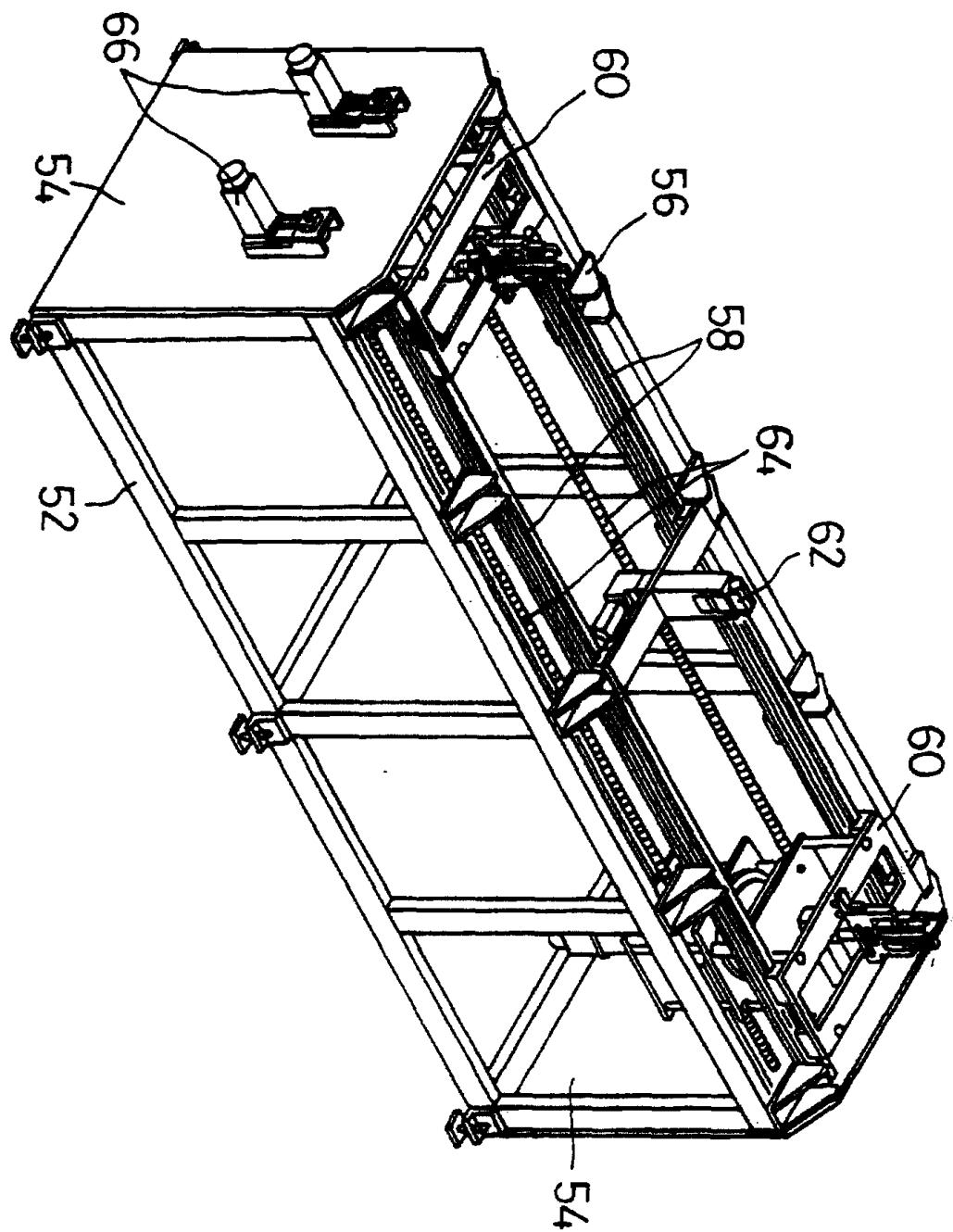


图 . 13

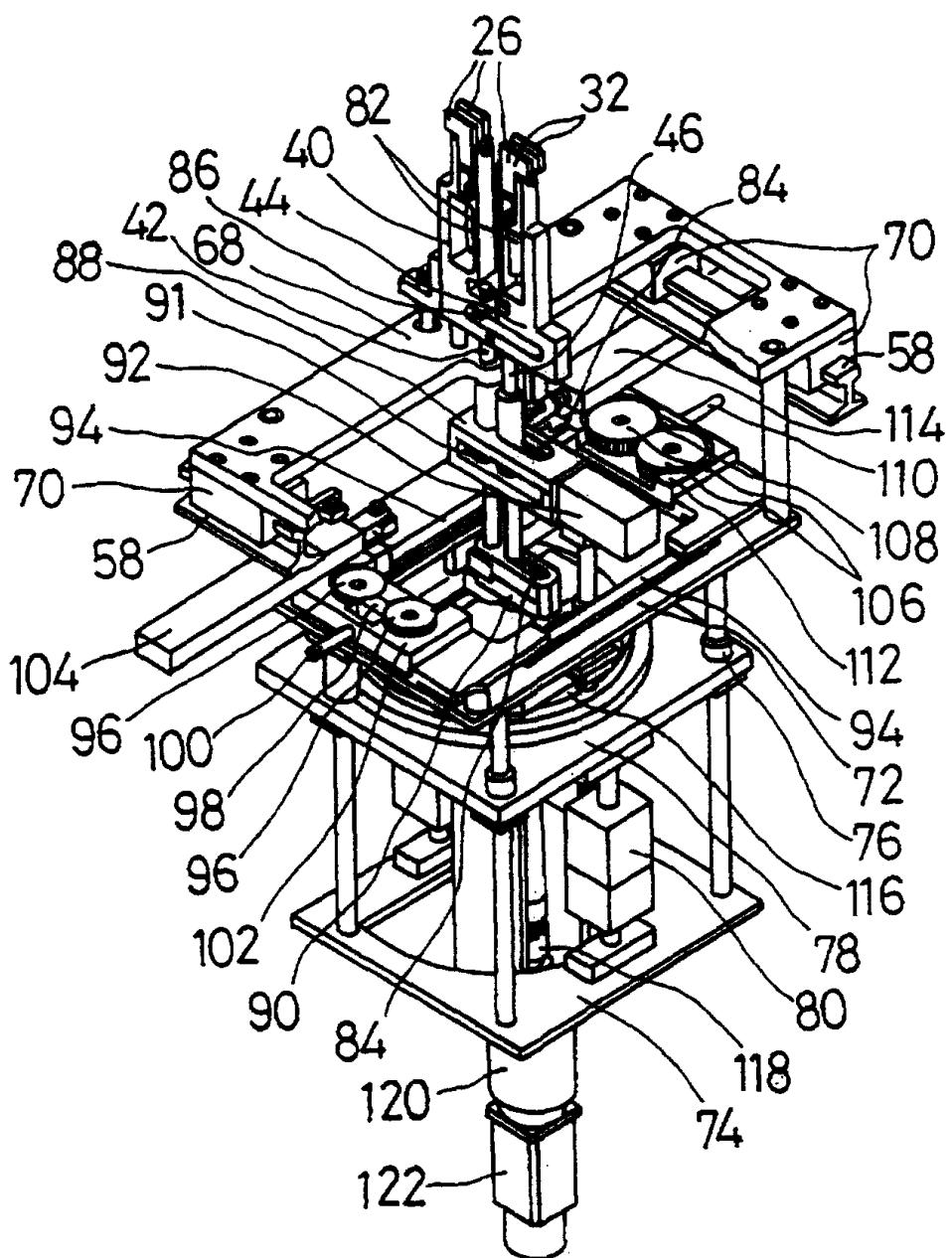


图 . 14

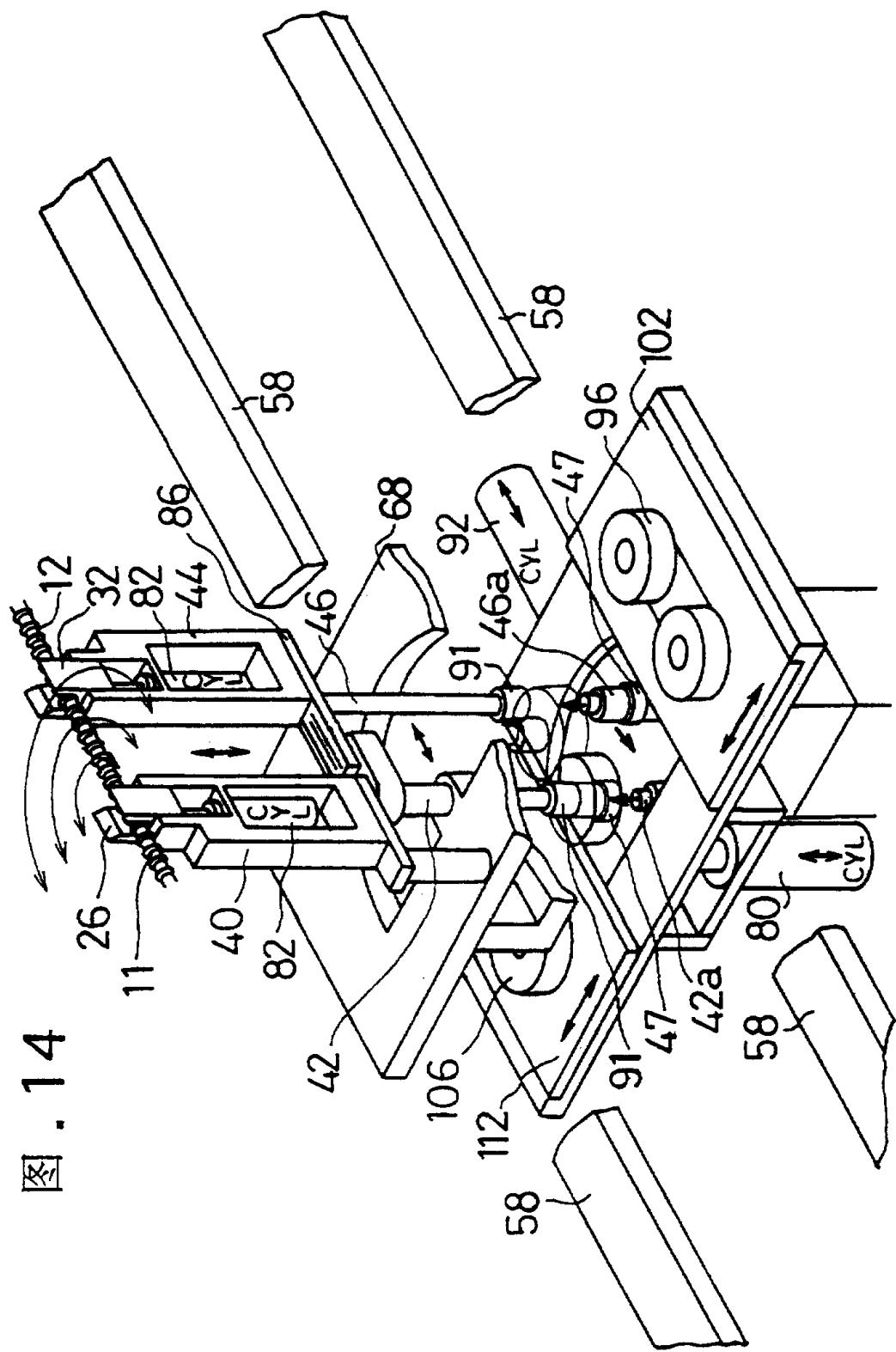


图 15

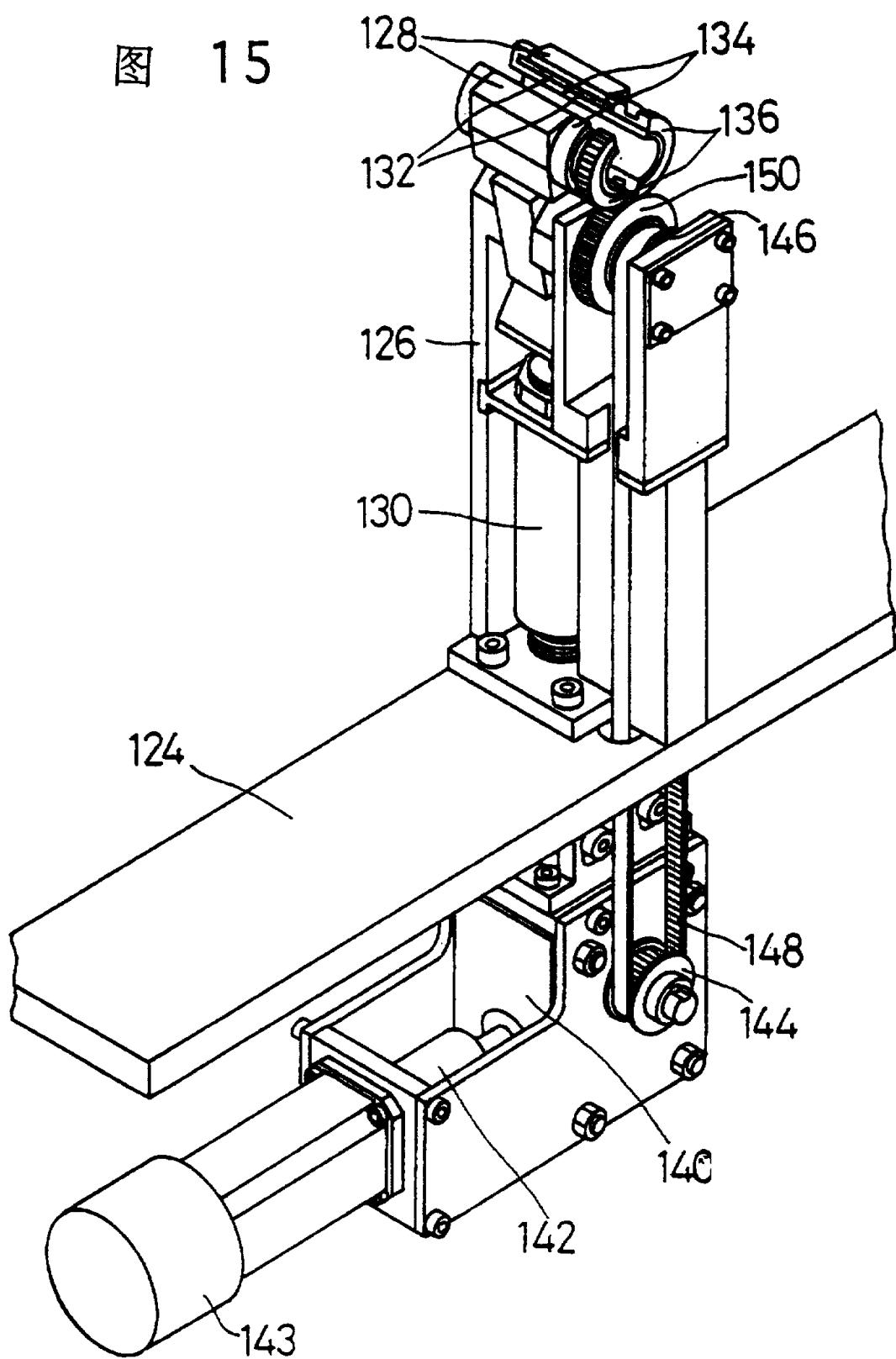


图. 16

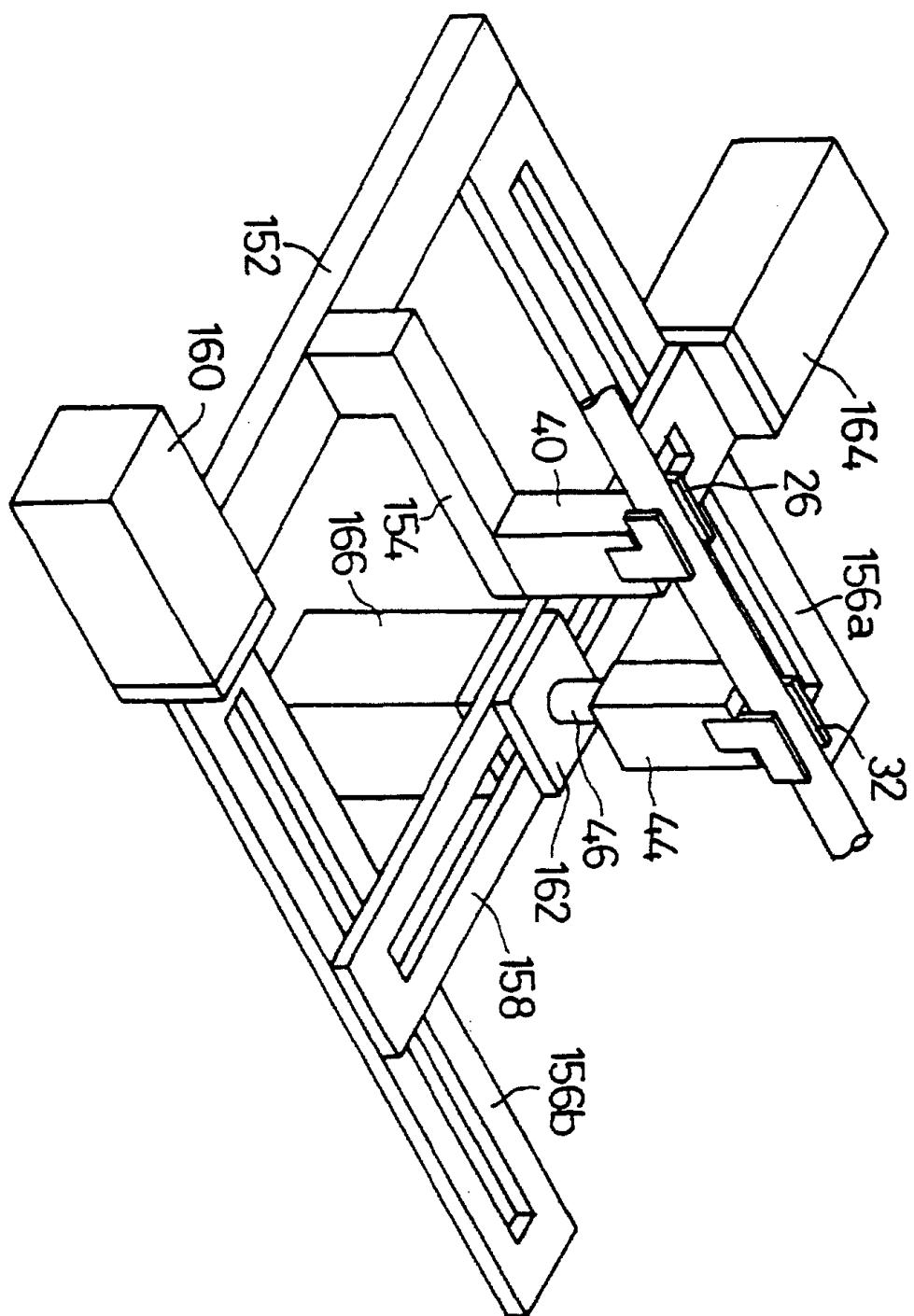


图 17

