[19]中华人民共和国专利局

[11] 公开号 CN 1119886A

[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 94191541.7

[51]Int.Cl[6]

[43]公开日 1996 年 4 月 3 日

F16H 1/34

[22]申请日 94.1.24

[30]优先权

[32]93.2.11 [33]US[31]08/016,506

[86]国际申请 PCT/US94/00841 94.1.24

[87]国际公布 WO94/18472 英 94.8.18

[85]进入国家阶段日期 95.9.21

[71]申请人 赛恩基涅蒂斯公司

地址 美国马萨诸塞州

[72]发明人 F·A·福里诺

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 崔幼平 蔡民军

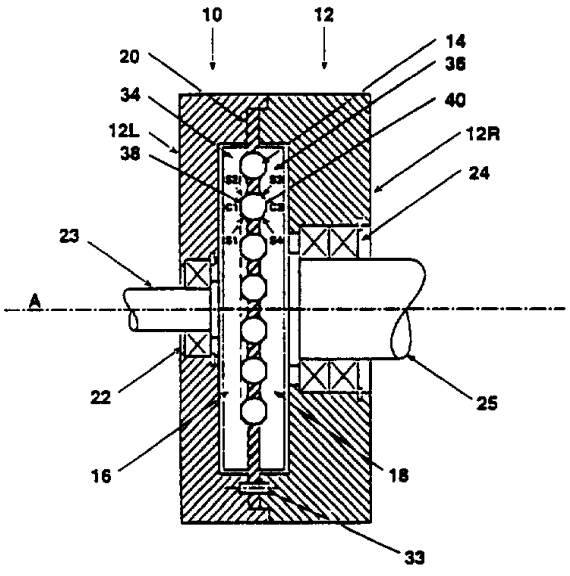
F16H 25/06

权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图页数 10 页

[54]发明名称 啮合间隙为零的速度转换器

[57]摘要

在速度转换器中采用驱动端面凸轮（16）、具有可在槽内往复运动的相互作用的球（38）的保持器槽机构和从动端面凸轮（40），以便减少啮合间隙的装置。啮合间隙是利用一形式为弹簧（27）的轴向预载荷施加在驱动端面凸轮（16）的背面或利用一外部调节机构（407）作用在弹簧（406）上、弹簧再作用在驱动端面凸轮（401）的背面来减小的。



权 利 要 求 书

1. 用于把转动输入转换成转动输出的装置，它包含

用来驱动转动输出的从动轨道机构，

保持机构，和

至少通过由该保持机构导向的一个相互作用部件来驱动从动轨道机构的驱动轨道机构，

与一个相互作用部件作单点接触的第一个上述轨道机构，和

用于向该轨道机构和所接触的相互作用部件施加轴向预负载的预负载机构。

2. 按照权利要求 1 的装置，其特征是，另一个上述轨道机构与被接触的相互作用部件作单点接触。

3. 按照权利要求 2 的装置，其特征是，该轨道机构提供了与被接触的相互作用部件作两点接触。

4. 按照权利要求 1 的装置，其特征是，该相互作用部件是球，而该保持机构是有槽的反作用盘。

5. 按照权利要求 1 的装置，其特征是，一种上述轨道机构形成了用于单点接触的斜侧面。

6. 按照权利要求 1 的装置，其特征是，该从动轨道机构是不可逆转的。

7. 按照权利要求 1 的装置，其特征是，上述轨道机构包括一个只能与其他上述轨道机构进行单向作用的侧面。

8. 按照权利要求 1 的装置，其特征是，它还具有一个外壳，在此外壳中，第一轨道机构是可滑动地安装在轴上，其他所述轨道

机构相对于该外壳在轴上相对地不能滑动。

9. 按照权利要求 8 的装置，其特征是，该保持机构固定在外壳上。

10. 按照权利要求 8 的装置，还带有压缩弹簧机构和一个轴向预负载的外部调节机构，该调节机构压缩处在外壳内壁和一个轨道机构的背面之间的弹簧机构。

11. 按照权利要求 10 的装置，其特征是，该背面是该驱动机构的背面。

12. 按照权利要求 10 的装置，其特征是，该背面是该从动机构的背面。

13. 按照权利要求 1 的装置，其特征是，该轨道机构分别由驱动凸轮轨道和从动凸轮轨道组成，它们当中的每一个都有斜侧面，用来与被接触的相互作用部件进行单点作用。

14. 按照权利要求 13 的装置是包含许多相互作用部件，这些部件是球，上述保持机构是带槽的反作用盘，进一步还包含压缩弹簧和调节螺钉。该调节螺钉压缩处在外壳内壁和一个轨道机构的背面之间的弹簧，其特征是，该驱动凸轮轨道通过一组处在反作用盘槽中的球把压缩力传递给从动凸轮轨道。

15. 按照权利要求 14 的装置，其特征是，这一组球是双排的，所述槽中分配了两个球，其特征是，至少一个斜侧面是由多个侧面的区段组成的。

16. 按照权利要求 1 的装置进一步是由许多相互作用部件组成，其特征是该轨道机构带有一对可绕共同轴旋转的组件，第一组件是输入组件，用来供给角速度和转动力，第二组件是输出组

件。

当相互作用部件被输入组件投入运行时，保持机构和相互作用部件构成把输入组件的角速度和转动力传递给输出组件的角速度和转动力的机构；以及

该输入组件与运动中的相互作用部件和输出组件协同作用，通过所有运动中相互作用的部件，把输入组件的角速度和转动力传递给输出组件的角速度和转动力。

17. 按照权利要求 16 的装置，其特征是，由所有运动中的相互作用部件所进行的传递，基本上是相等而且同时地通过该所有运动中的相互作用部件来完成的。

18. 按照权利要求 1 的装置，其特征是，驱动轨道机构带有可用线性函数表达的驱动凸轮。

19. 把转动输入转换成转动输出的方法包含以下步骤：

利用从动轨道机构来驱动转动输出，

利用可逆的驱动轨道机构，通过至少一个被保持器导向的相互作用部件，来驱动从动轨道机构。

造成与相互作用部件的单点接触，以及

对轨道机构和相互作用部件施加轴向预负载。

20. 按照权利要求 19 的方法，其特征是，该轨道机构总共与相互作用部件进行少于四点的接触。

说　明　书

啮合间隙为零的速度转换器

发明背景

本申请的一部分是申请序号为670，263的美国专利申请及申请序号PCT/US92/02023的PCT专利申请的延续；670,263号美国专利申请在1991年3月14日提交，其代理人案卷代号为FFY－001，其题目为“速度转换器”，本文将引用此申请；PCT/US92/02023号的PCT专利申请在1992年3月13日提交，其代理人案卷代号为FFY－00IPC，其题目为“速度转换器”，本文将引用此申请。

本发明涉及的是机械动力的传递，尤其是涉及到用在驱动轴和从动轴之间的减速器等。

速度转换对有效地利用转动原动力来说是一个重要的功能。经常需要把主动件的速度增加或减小到更高的或更低的从动件的速度。例如在汽车中，液压传动与各种齿轮装置组合在一起实现把汽油发动机的高速转动转变为从动轴的低速转动的任务。一般说来，这种传动装置相当复杂，要求许多零件在复杂的节拍中运行，而且在安装和维护时要投入很多劳力。

速度转换的其它应用领域包括电梯，电梯一般用电动机来提高或降低电梯仓；还包括机器人技术，其中用电动机来作为执行元件以实现运动。这些应用通常要求啮合间隙为零的装置（理想情况下转动的输入和输出之间的耦合自由度为零），以便能在运

行中对从动件按所希望水平进行位置控制。

因此本发明的一个目的是提供一种速度转换器，它在本质上是简单的，而在传动功能上是强大的。

本发明的另一个目的是提供一种速度转换器，它的啮合间隙为零。

本发明的再一个目的是提供一种速度转换器，它具有自动制动功能。

本发明的进一步的目的是提供一种速度转换器，它比较容易安装和维护。

本发明还有一个附加目的是在速度转换器中使负载在传递转动力的多个零件之间实现最佳的分摊。

本发明再有一个附加目的是提供一种机构，用来适应长寿命的高速的凸轮和球的磨损。

利用现在公开的本发明的高效速度转换动力传送装置能够很好地达到这些及其他的目的。在一个实施例中，提供了一种把转动输入传动机构的转动和角速度转变成转动输出传动机构的转动和角速度的装置。这个转变装置是由可绕一共同轴转动的成对组件和转变机构组成，后者用来把第一个组件的转动和角速度转变成第二个组件的转动和角速度。第一组件用来与输入传动机构相耦合，还用来与转变机构的输入部发生作用，第二个组件是用来与输出传动机构相耦合，并与转变机构的输出部发生作用。转换机构有一个至少有一个槽的保持器，此槽用来让相互作用部件(例如小球)在其中来回移动。这个保持器处在环绕共同轴的这对共轭组件之间，其特征是，相互作用部件把第一个组件和第二

个组件耦合起来。其结果是，第一组件的转动和角速度被转换机构有效地转变成第二组件的转动和角速度。为了提高精度和延长寿命，还在轴向上预加负载。

在本发明的一个实施例中，速度转换器的共轭端面凸轮上，首先有一个安装在输入轴上的输入盘。其特征是，此盘具有一个与轴垂直而且沿径向延伸的面。这个面上有槽形的凸轮轨道，它形成端面凸轮轨道。这个被设计成驱动凸轮的端面凸轮轨道，轮廓形状极其简单，只具有一个凸角，从基圆半径处开始，然后绕这个盘和轴的中心以半径不断增加和恒角转动的方式，直转到180度处的最大半径，也就是说，处在升高模式，然后转到降低模式，如升高模式中那样，以同样的速率减少半径和恒定角转动，再转回原来的基圆半径处，完成了360度的转动。

其次，从动凸轮是由输出轴和输出盘组成的，输出盘与具有端面凸轮轨道的驱动凸轮盘一样，该从动凸轮被沿着轴安装在与驱动凸轮的端面凸轮轨道相对着的位置。从动的端面凸轮含有许多升高和降低模式，这些模式以便实现所希望的速度转换。在这种情况下，这些模式与驱动凸轮的单凸角形成比率，从动凸轮中许多循环的每一个升高和降低模式，都被设计成具有同样的径向位移，以实现均匀转换。或者也可改变这种径向位移，以便用于非均匀转换。

在这个实施例中，提供了一种调节机构，该机构用来通过轴向力的作用对驱动凸轮施加轴向预负载。在一个优选的实施例中，在驱动凸轮和从动凸轮上设有平行的轨道。

在优选的实施例中，提供了一种把转动输入转变成转动输出

并具有最小的啮合间隙的装置。驱动轨道借助由保持器导向的相互作用部件来驱动从动轨道，并能够使每一个轨道与相互作用部件成为单点接触，而这就实现了轴向预负载配置，这种配置给轨道和相互作用部件一起施加轴向预负载，以减少和消除啮合间隙。更可取的是作两点接触。

本发明的变型包括有下列特征：相互作用部件是球，而保持机构是具有槽的反作用盘；一个轨道带有一个斜侧面用于单点接触；从动轨道是不可逆的；一个轨道含有一个只能与另一个轨道进行单向作用的侧面；这种装置具有一个外壳，在此外壳中，第一个轨道可滑动地安装在轴上，而另一个轨道在轴上相对于外壳来说不能滑动；保持器固定在外壳上；一个弹簧机构提供了轴向预负载；弹簧机构提供的轴向预负载是通过外部调节螺丝完成的，这个螺丝通过角接触轴承在外壳的内壁和两个轨道当中的一个轨道的背面之间压缩弹簧机构；一个轨道背面是驱动机构的背面；另一个轨道背面是从动轨道的背面；这些轨道是由驱动凸轮轨道和从动凸轮轨道组成的，各自具有斜侧面，用来与相互作用部件进行单点作用；相互作用部件是球，而保持器是一个有槽的反作用盘，驱动凸轮轨道把压缩弹簧的作用力通过一组球传给从动凸轮轨道，而这组球位于反作用盘的槽内；这组球是双排的，每个槽配置两个球；其中至少一个斜侧面是由许多侧面区段组成。

另外的变型还包括有下列特征：这些轨道是可绕共同轴转动的一对共轭组件，第一个组件是一个供给角速度和转动力的输入组件，而第二组件是输出组件。当相互作用部件被输入组件投入运行时，保持器和相互作用部件是把输入组件的角速度和转动力

转变成输出组件的角速度和转动力的机构。输入组件与运动中的相互作用部件和输出组件协同作用，通过所有运动中的相互作用部件，把输入组件的角速度和转动力转变成输出组件的角速度和转动力；通过所有运动中相互作用部件而实现的传递，大体上相等而且同时地通过所有运动中相互作用部件来完成的；驱动轨道是由可以表示成线性函数的驱动凸轮轨道组成。

图的简述

本专利的这些和其他一些特性和优点，参照下面的详细描述，联系附图，可以更全面地理解。图中同样的参照号数是指同样的部件，其中：

图 1A 是单级减速器中心线上的剖面图。

图 1B 是按本发明所给出的被施加轴向预负载的速度转换器中心线上的剖面图。

图 1C 表示了图 1B 中的垫片和多指弹簧的细节。

图 2 是根据图 1A 的减速器给出的单循环驱动件的端面凸轮的平面图。

图 3 是根据图 1A 中的减速器给出的 12 个循环的从动件的端面凸轮的平面图。

图 4 是图 2 中单循环驱动件和图 3 中带 12 个循环的从动件互相迭合的示意图。

图 5 是根据图 1 的减速器给出的安装了球的有槽的反作用盘的平面图。

图 6 是根据本发明给出的优选的被施加了轴向预负载速度转换器中心线上的剖面图。

图 7 是图 6 中驱动凸轮组件 401 的驱动槽 415 和 417 的正面图。

图 8 是图 6 中从动凸轮组件 403 的从动槽 416 和 418 的正面图。

图 9 是图 6 中本发明的驱动凸轮组件 401、反作用盘 402 和从动凸轮组件 403 在反作用盘 402 的槽 420 中装有球 408－409 时的组合图。

优选实施例的详述

图 1A 中给出了一个直观的单级速度转换装置，它具有外壳 12 的外壳零件12L 和 12R，数个相互作用部件，即球 14，一个与输入轴 23 相耦合的驱动件 16，一个与输出轴 25 相耦合的从动件 18，和一个与外壳 12 相耦合的反作用盘 20。驱动件 16 是通过输入轴承或轴套装置 22 安装在外壳 12 中。而从动件 18 是通过输出轴承或轴套装置 24 安装在外壳 12 中。最好是驱动件和从动件对驱动轴 A 都是对称的。

这种装置的减速能力和动力传送能力，是利用设计合理的、处在每个驱动件和从动件上的端面凸轮来实现的，其中这些凸轮受到球的作用。图 2 和3 是图 1A 中装置的两个这样的凸轮的例子，它们是作为说明而被表示出来，并不限制本发明的范围。

如在图 2 中看到的那样，驱动件 16 包含了一个单循环 (单凸角) 凸轮 30，它从 0 度的 R1 处升高，到 180 度处的 R2 (限定了凸轮的升高的一侧 32)，然后回到 360 度处的 R1 (限定了凸轮的降低的一侧 34)。这个凸轮绕垂直中心线是非对称的，它由上述与中心 50 相关的曲线从 R1 到 R2所形成。这个凸轮具有单循环球轨

道 38 的形式。

如图 3 表示的那样，从动件 18 最好与轴同心。在这个实施例中，从动件18 包含有一个 12 个循环(C1－C12)的凸轮 36，它具有同心的 12 循环的球轨道 40 的形式。这 12 个循环当中的每一个都配合单循环驱动凸轮的升高和降低，而且在这个实施例中，每个这种配合都使得从动件能转过整个一周的1/12。

本实施例中的这两个凸轮的协同作用在图 4 的示意迭合图中给出。凸轮30 和 36，特别是球的轨道 38、40 设计成来承托它们之间的处于 B1和 B11 位置上的球。这些球被反作用盘 20 保持在指定的位置，图 5 给出了详细情况。在本实施例中，反作用盘具有多个径向球运动槽 S1－S11，每个槽与其最近邻槽及与保持器的中心 50 的距离都相等。

这些槽如图示的那样相间地安置以便能接纳最多数目的球。在互相成角度的槽中可以使用更少的球，其中这些角并不一定相等，但是不能比每个从动凸轮循环所对的角小(在从动凸轮 12 个循环的实施例中，所对的角是 30 度)。

图 5 的反作用盘具有几种功能。首先是提供了对转动力的反作用，而这转动力是通过这些球传递的。在减速器的安装过程中，这一反作用盘也被利用来使这些球在正确方向上定位和保持，同时又用来对准凸轮。最后已在槽 S1－S11 中的这些球的极端行程处，协助这些球从升高模式向降低模式转换，反之也然。

本实施例的运行中，这些球 14 把输入轴 23 和驱动件 16 在一定方向（也即从输入轴来看的顺时针方向）上的转动转换成从输出轴来看是相反方向的从动件 18 和输出轴 25 的低转速。这些

球在凸轮转动时，向内或向外地做径向移动。本实施例中，由于盘20在结构上是与不动的外壳12连接在一起(见销钉33)，因而就不存在球或保持器(反作用盘20)的角转动。唯一的转动部件是驱动和从动凸轮，尽管在另外的实施例中，保持器可以不与外壳相连。

图1－5表示一个具有单凸角的驱动凸轮的减速器，但是在本发明的范围内，驱动凸轮也可以有更大数目的凸角。例如，四凸角凸轮与具有12个凸角的从动凸轮36相结合，最好有8个球(12个循环减去4个循环)，因而速率比为3: 1 (四个循环的驱动/12个循环的从动)。因此可以看出，通过两个凸轮上循环数目的变化，可以有许多可能的速度比率组合。同样，增速器也可以按照这样作成。而且在本发明的实践中，非整数的比率是可能的。

在图1A中，球14在驱动和从动凸轮34和36的球轨道38'和40'之间保持四点接触。这些球的轨道是由以两个斜的并错开的侧面或边部为界的中心部分组成。(从侧面看这些中心和边部，它们好象形成了八边形的三个相邻边)。球14与驱动凸轮轨道38的两个斜侧面S1、S2，以及与从动凸轮轨道40的两个斜侧面S3、S4相接触，而在这些球和驱动轨道与从动轨道的中心部分C1、C2之间留有间隙。但是，必须小心地施加轴向预负载，以使球不致因四点接触的作用而卡得太紧。

图1B中给出的装置10'具有与图1A的实施例共同的一些零件，它们有同样的编号。此外，弹性的多指叶簧单元27对驱动凸轮38施加了轴向预负载 (驱动凸轮38可以沿键槽31滑动)，接着把轴向力施加到靠着从动凸轮40的球上。由于从动凸轮是

由锁紧的轴承固定在外壳 12 上，所以它不能沿轴向移动。

多指的轴向可压缩弹簧 27 所给出的轴向压缩力可随宽度 W1 成比例地变化。正如从图 1B 和 1C 可以理解的那样，宽度 W1 增加，压缩力也增高。这也可以通过改变宽度 W2 处的垫片 21 的宽度来实现。垫片可以给出预先确定的厚度，以实现所要求的预负载条件。垫片可以在任何时间换成不同的宽度，以改变预负载量。也可以改变多指弹性件的弹簧常数而不改变 W1 或 W2。由于轨道上和球上会发生磨损，为适应这种现象而设计的预负载，将保持球和轨道的接触具有最小的或基本是零的啮合间隙。

这种预负载在凸轮和球之间实现了紧密而连续的接触，基本上没有轴向的游隙和啮合间隙。对于精密设备而言，预负载主要是放松了对公差的要求，从而消除这种减速器装配件中公差的积累效应。预负载另一个好处是，这种装置的部件对任何磨损都能适应、而不影响运转。

图 6 给出了轴向预负载速度转换器的一个优选的实施例。这种转换器可以施加轴向预负载，并利用外部调节螺丝甚至在运行中来进行调试。调节螺丝 407 在扭转时会压迫弹簧 406，而弹簧又向预负载板 404 施加力。全用一个预设定扭矩的力矩扳手来调整的对称排列的螺钉组合件可使负载在预负载板 404 上均匀地分布。预负载板 404 上的力，会通过角接触轴承 4 05，向驱动/从动凸轮组件上施加轴向预负载。角接触轴承的固定座圈是预负载板 404，转动座圈是驱动凸轮组件 401 的与负载板相邻的背面。

驱动凸轮组件然后就通过处在反作用盘 402 的相应槽中的两列球 40 8 和 409 把轴向力传递给从动凸轮组件 403。从动凸轮

组件 403 在轴向受到固定在速度转换器外壳 414 中的输出轴轴承 412 的限制。驱动凸轮组件 4 01 的驱动槽侧面 415 和 417 的升高 415R/417R) 和降低 (415F/417F) 部分由图 7 给出。从动凸轮组件 403 的从动槽侧面 416 和 418 的升高 (416R/418R) 和降低 (416F/418F) 部分由图 8 给出。

在图 6 中示出了凸轮槽 415/416 和 417/418 之间的两点接触，并示出一套同心的凸轮轨道 415 和 418 与球 408 和 409 的两接触点。它们与两个角接触轴承相同。在任何情况下，这种两点接触都包括有一个由每套轨道当中的每一条驱动和从动凸轮轨道之间的一个接触点，尽管本发明的一个比较差的实例中曾使用三点接触。

如在图 7 和图 8 中看到的那样，相对于中心线 415'、416'、417'、418' 分别形成了内侧面组 415、416 和外侧面组 417、418。如同将被理解的那样，当每个凸轮轨道的一半被磨掉时，每个球就被卡在半轨道的驱动部分 (侧面 415 和 417) 以及半轨道的从动部分 (侧面 416 或 418) 之间，这样就把球的接触减少到两点。否则，球就不会与槽接触。

由于两点接触是单向的，也就是说它只能在一个转动方向上起作用，因而这两套凸轮轨道必须能适应顺时针和反时针的转动，而保持器 402 被动地使球处于正确位置。例如，如果内组 415/416 是适应驱动凸轮组件 401 的输入轴做顺时针转动的共轭凸轮区段，则外组 417/418 就是适应驱动凸轮组件 401 的输入轴做反时针转动的共轭凸轮区段。因此，为用于双向输入/输出，顺时针转动是由一个凸轮轨道组提供的，而反时针转动是由另一个凸轮

轨道提供的。但是，对单向的输出而言，只需要单一的一组协同作用的两点接触凸轮即可。

图 7 所表示的分段的驱动凸轮轨道是单凸角的，这在功能上与此说明中先前叙述的单凸角构形是相同的。对于顺时针转动，内凸轮轨道区段 415R 和 415 F 在速度传递中是起作用的，而区段 417R 和 417F 却是无作用的。对于驱动凸轮的反时针转动，在速度传递中区段 417R 和 417F 是起作用的，而区段 415R 和 415F 是无作用的。

图 8 中给出了一分段的 12 循环的从动凸轮组件 403 的构形，它在功能上是与本说明中先前描述的 12 循环的驱动凸轮相同。外部的升高和降低区段 418R 和 418F，具有相反的、对每个循环都重复的凸轮轨道壁。内部的区段416R 和 416F 有一套相反的、对每个循环也重复的凸轮轨道壁。这两个分成段的凸轮轨道是与驱动凸轮的两套分成段的凸轮轨道成对相结合的。象驱动凸轮轨道那样，对于顺时针转动，内部分段的循环 416R 和 416F 在速度传递中是起作用的，而外部分段的循环 418F 和 418R 在驱动凸轮反时针转动时是起作用的。

如在图 9 中看到的那样，反作用盘 402 对于所需的两套球，提供了细长的径向槽 420，以便与两个同心共轭凸轮槽发生作用。在几何上，凸轮设计得不只是成对结合，而且互相传递同步运动。图 9 给出了驱动凸轮组件 401、反作用盘 402 以及其槽 420 中有球 408－409 时的从动凸轮传动组件 403 的概况。

对于驱动凸轮 401 的顺时针转动来说，在驱动和从动凸轮轨道的分段的凸轮轨道之间会发生下面的联合作用。球 409 提供了

转换手段时在驱动凸轮的内部分段凸轮轨道 415 和从动凸轮的内部分段循环 416 之间速度传递是在进行的。

驱动凸轮的区段 415F 使各位置上的球 B13－B17 作向外的径向移动，从而使它们与从动凸轮的每个分段循环的凸轮轨道壁 416F 发生作用，并使它作出由从动凸轮的输出轴来看是反时针方向的转动。驱动凸轮的区段 415R 使得球 B18－B22 在每个球的位置上作向内的径向移动，从而使它们与从动凸轮每个分段循环的凸轮轨道壁 416R 发生作用，并使它作由从动凸轮输出轴方向看来是反时针的转动。

驱动凸轮的区段 417F 不能使球 B2－B6 做径向移动，从而不能与从动凸轮每个分段循环的凸轮轨道 418F 发生作用，于是也不能参与速度传递，因而是无作用的。这些球在这种速度传递时是自由转动的（并且同步的）。驱动凸轮的区段 417R 不能使球 B7－B11 做向外的径向移动，从而不能与从动凸轮每个分段循环的凸轮轨道壁发生作用，也不参与速度传递，因此是无作用的。这些球在这种速度传递中也是自由转动的(并且同步的)。

对于驱动凸轮的反时针方向转动来说，在驱动和从动凸轮轨道的分段凸轮轨道之间发生下面的联合作用。驱动凸轮的区段 417 和从动凸轮的区段418 之间会发生速度传递，而驱动凸轮的区段 415 和从动凸轮的分段循环 416都是无作用和同步的，不参与速度传递。驱动凸轮的区段 417F 在每个球的位置使球 B2－B6 作向内的径向移动，从而使它们与从动凸轮的分段循环的凸轮轨道壁 418F 发生作用，并使它作出由从动凸轮输出轴来看的顺时针转动。驱动凸轮的区段 417R 使得球 B7－B11 在每个球的位置

上作向外的径向移动，从而使它们与从动凸轮分段循环的凸轮轨道壁 418R 发生作用，并使它作出由从动凸轮输出轴方向来看的顺时针转动。现在，驱动凸轮的区段415F 就不能使球 B13－B17 作向外的径向运动以便与从动凸轮每段循环的凸轮轨道壁 416F 发生作用，从而不参与速度传递，所以是无作用的。在速度传递中这些球是作同步的自由转动。现在，驱动凸轮的区段 415R 不能使球 B7－B11、B18－B22 作向内的径向运动去与从动凸轮的每个分段循环的凸轮轨道壁 416R 作用，从而不参考速度传递，因而是无作为的。这些球在速度传递中同步地自由转动。

球 B1 和 B11 处在它们各自的凸轮相互作用的过渡点上，因而这时不参考速度传递。但是，和本说明先前描述的一样，这些球，以及所有球，由于它们轮流地达到过渡点，对于逐渐增大的驱动凸轮的角转动来说，就变成起作用的，然后与驱动凸轮的转动方向相一致地参与速度传递。

上面讲到的联合作用，只是反映了一瞬间，而当凸轮在升高和降低模式中与径向向内和向外移动的球发生作用时，则这种联合作用就在这些凸轮之间连续地进行。每一个球在适当的时间，都会达到在驱动凸轮的每一个循环中的外部和内部过渡点。在单凸角的实施例中，这个时间是一圈。这样的协同作用允许从动凸轮的每一个循环转动一个张角（本实施例中为 30 度）。优选的轨道是这样设计的：对于同步互相作用时，使得在每一个轨道中在相应转动方向上都发生上述的联合作用。

利用由共轭的啮合间隙为零的凸轮组件 401 和 403 所传递的最大扭矩，可以预先确定弹簧 406 所施加的轴向力的幅度。球

408 和 409 之间存在着与凸轮轨道槽斜壁的接触，即 415 与 416、417 和 418。通过确定传动扭矩最大时此接触所引起的单独的力，并利用弹簧施加比此力稍大的力就可得到最大传递扭矩。一旦这个单独的力大小确定了，就可用带有校准了的力矩扳手把它在调节螺丝 407 当中均匀地分布，这也就保证了对预负载板 404施加平衡的轴向力。这种均匀分布的轴向力，保证了驱动和从动凸轮轨道 4 15－418 之间在所有球的位置处的紧密接触，基本上消除了所有间隙，并提供运行期间所有驱动件的最紧密最连续的接触。这种条件主要导致了零啮合间隙和对槽扩大或球磨损的完全不敏感性。由此提供了在最高性能下的长的工作寿命。

于是，为了承受本实施例中轴的预负载条件，提供了两套同心的并共轭的分段凸轮轨道。每一套这种凸轮轨道都有两点接触，一点处在驱动凸轮槽的侧面 415 或 417 上，一点处在从动凸轮槽的侧面 416 或 418 上，这与四点接触正相反。

预负载的控制和调节可以在机构外部进行而不用打开其外壳。对于任何在接触应力承受能力范围内的预负载而言，最佳精度和零啮合间隙导致了寿命显著延长和调节的简化。这使本发明成为动力传递领域中的一个重要进步，并且大大改善了现在已经公开的和以前工艺水平下的速度转换器的运行功能，这种速度转换器使用了凸轮和反作用盘。

任何需要零啮合间隙和低无啮合间隙的地方，本发明都可采用。当输入可以容易地沿任何方向被驱动时，输出是不可逆转的，这也是所公布的本发明具有多套轨道的特点。这种不可逆转的输出提供了自动制动特性，这个特性在从机器人到医学和其他精细

设备，到液压传递，到各种组合的齿轮装置，到升降机和电梯等应用领域中都是有用的，这种不可逆输出还在转动驱动的输入被用来驱动一个转变了速度的输出的场合中提供了各种应用。

本发明提供了速度转换器，其特性是简单化的，但是其传递能力是却是强大的，而且容易在适当的工厂设备上加工。本发明也提供了一种比较容易安装和维护的速度转换器，而此速度转换器中，在对转动力进行传递的多个部件之间有最优化的负载均摊。

按照本发明的技术所制成的速度转换器，其驱动凸轮与从动凸轮之比在减速时小于 1，而在增速时大于 1。

现在可以理解到，此方法和装置的发现是为了利用球在输入和输出凸轮之间的作用来降低速度转换器中的啮合间隙。优选的实施例的特点是，在轴向预负载的情况下，驱动输入和从动输出凸轮轨道之间的球作两点接触。上面给出的特定的实施例的各种变型，也都在本发明的主导思想和范围之内。

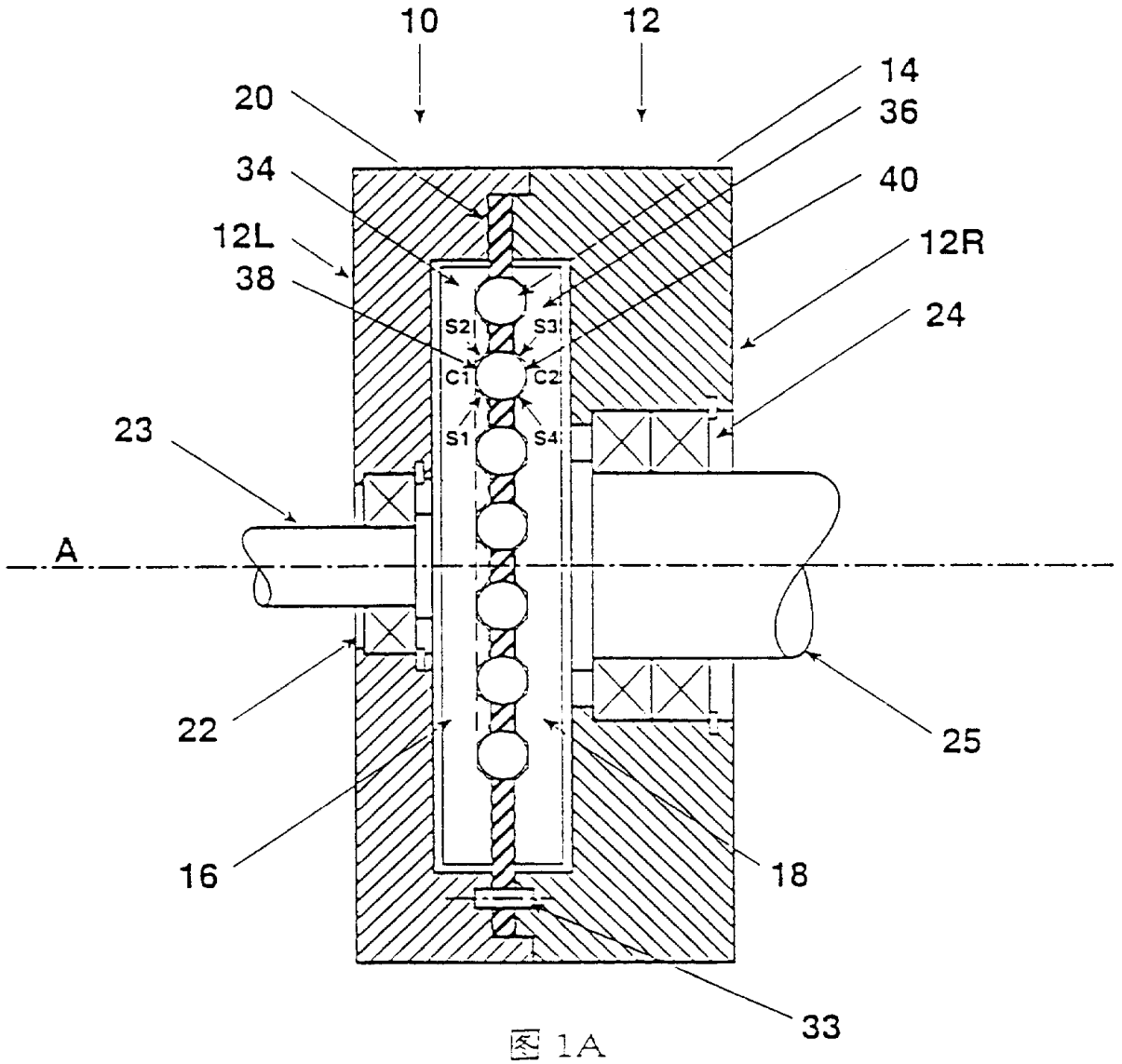


图 1A

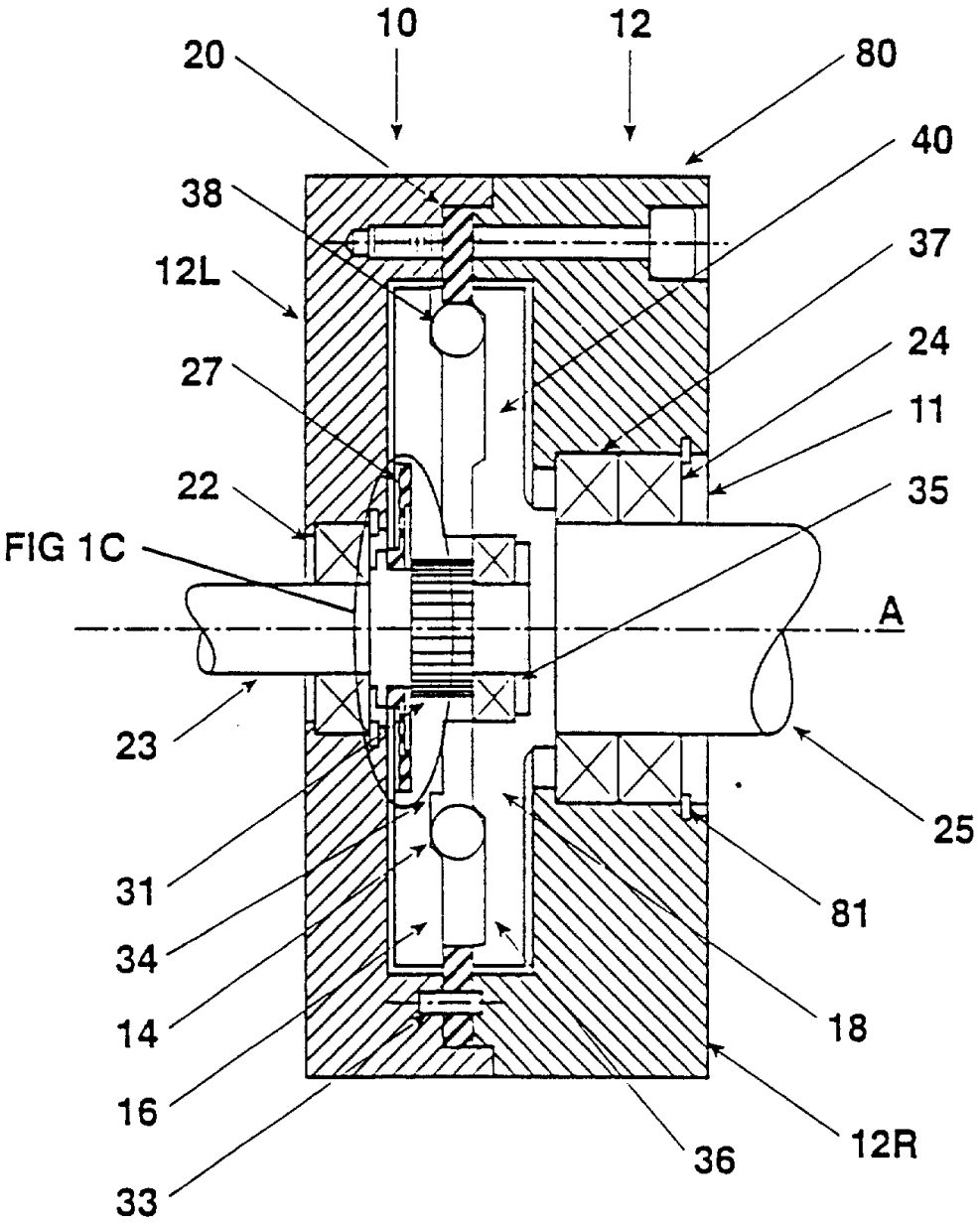

10
12
20
80
40
38
37
12L
24
27
11
22
35
FIG 1C
A
23
25
31
81
34
18
14
16
12R
33
36

图 1B

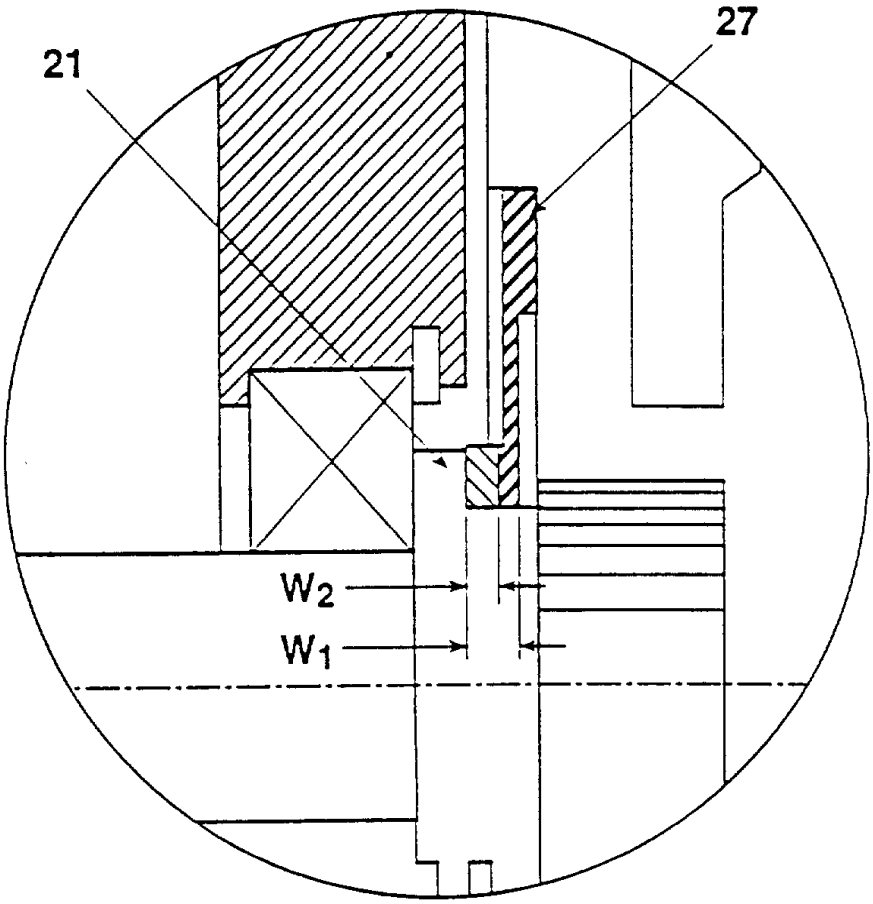


图 1C

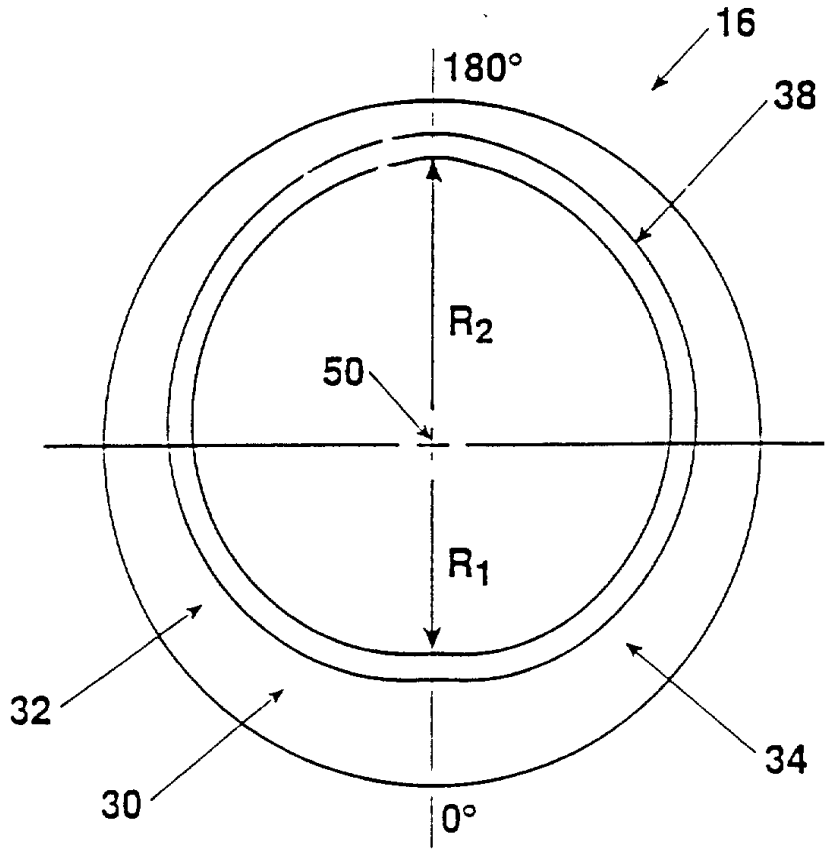


图 2

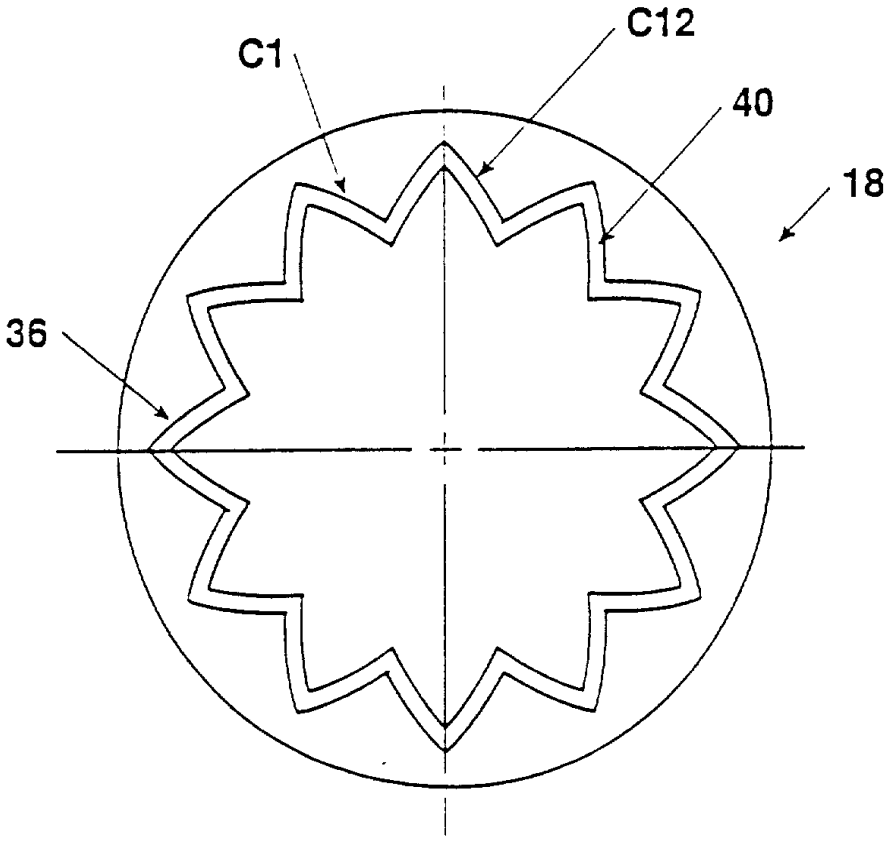


图 3

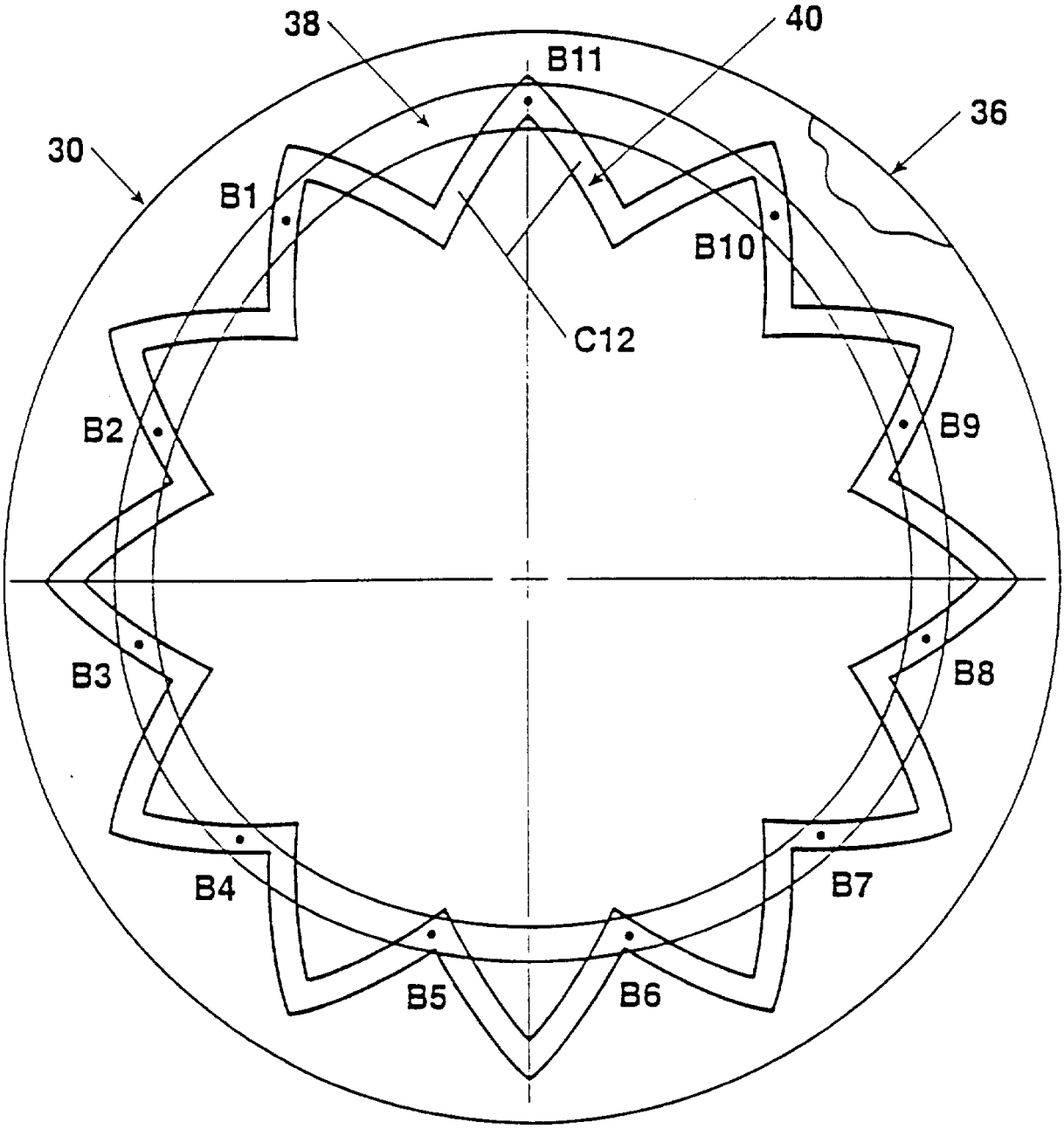


图 4

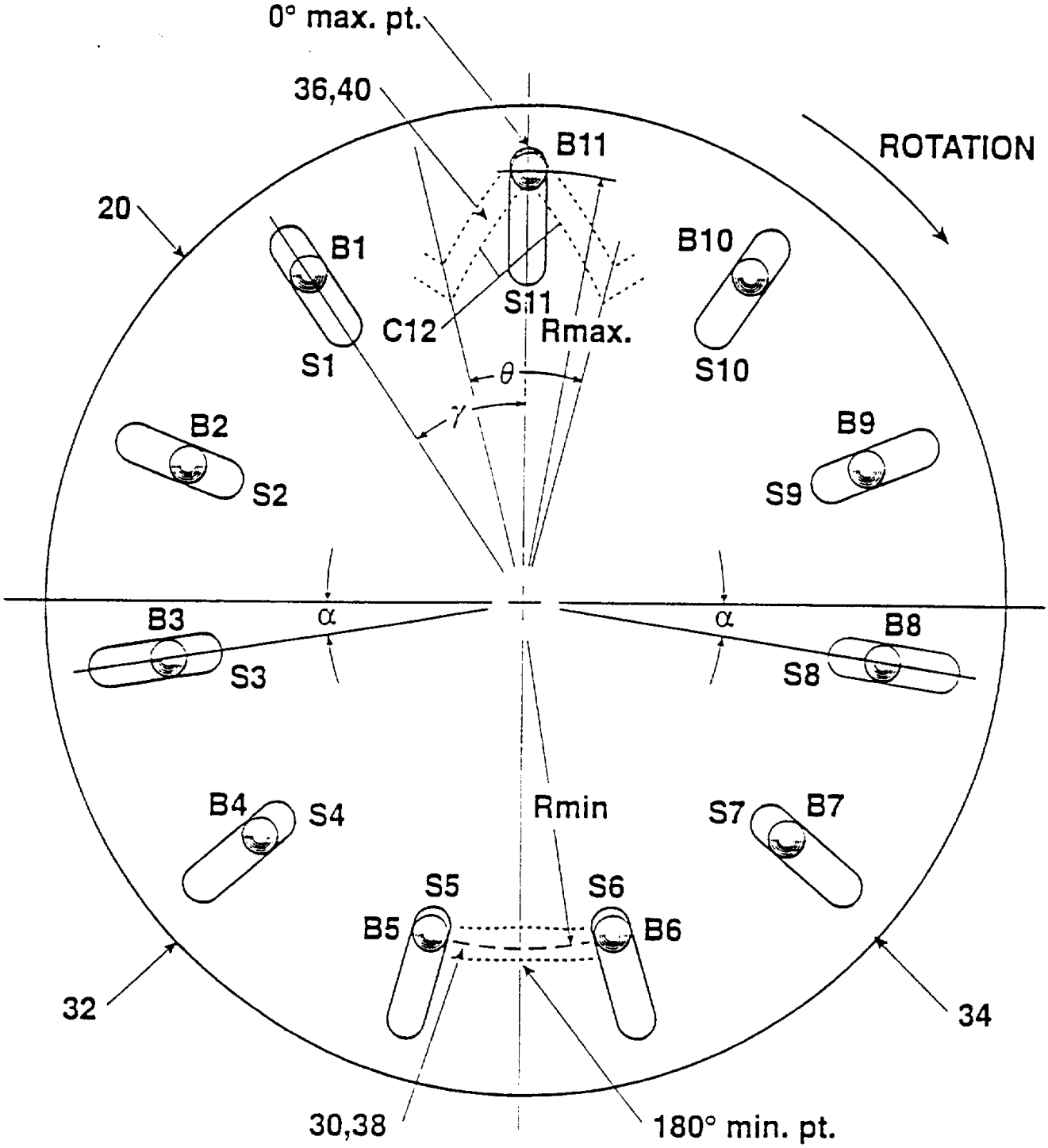

0° max. pt.
36,40
B11
ROTATION
20
B1
B10
S11
C12
Rmax.
S1
S10
θ
γ
B2
B9
S2
S9
B3
α
α
B8
S3
S8
B4
S4
Rmin
S7
B7
S5
S6
B5
B6
32
34
30,38
180° min. pt.

图 5

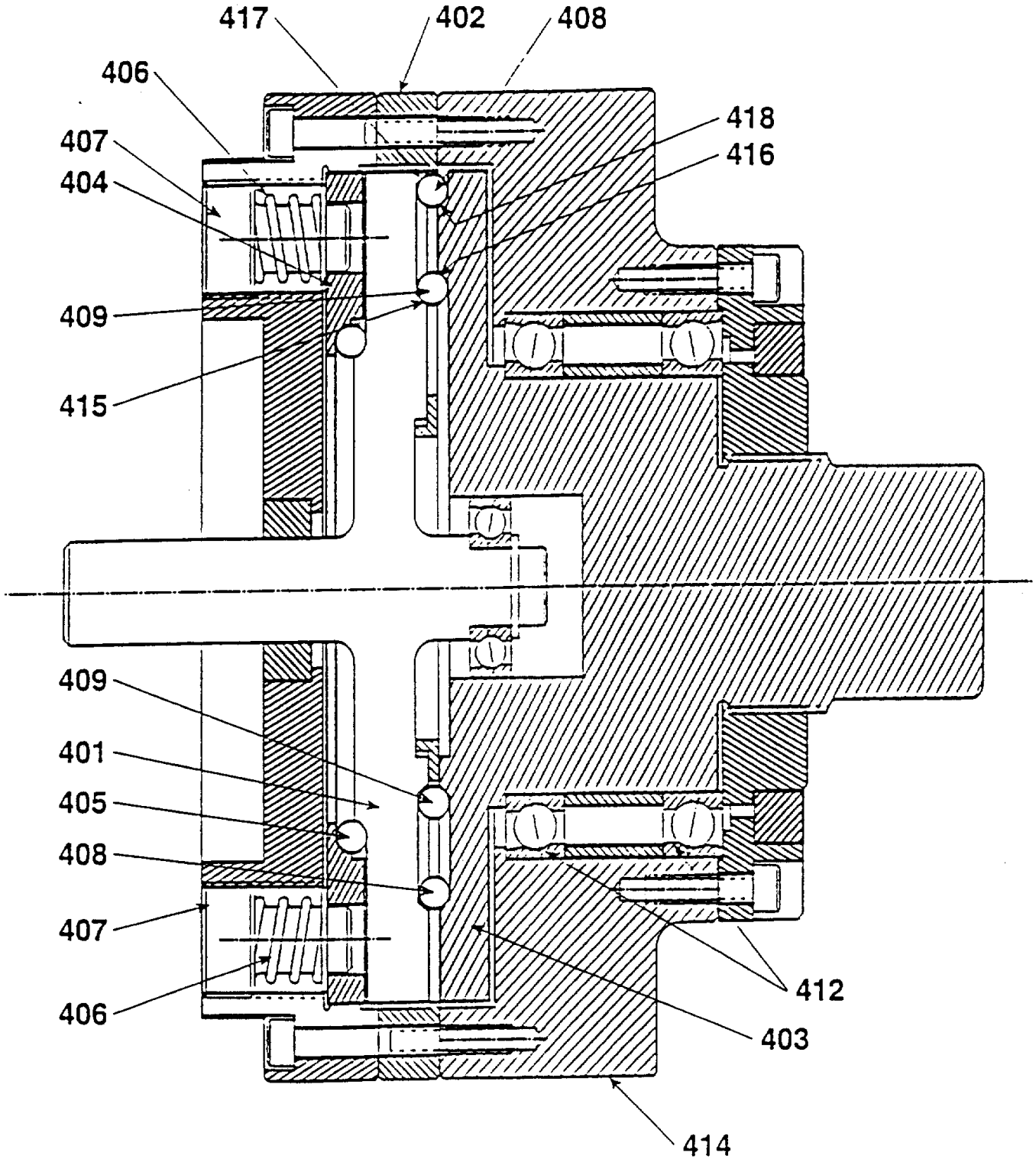

417
402
408
406
418
407
416
404
409
415
409
401
405
408
407
406
412
403
414

图 6

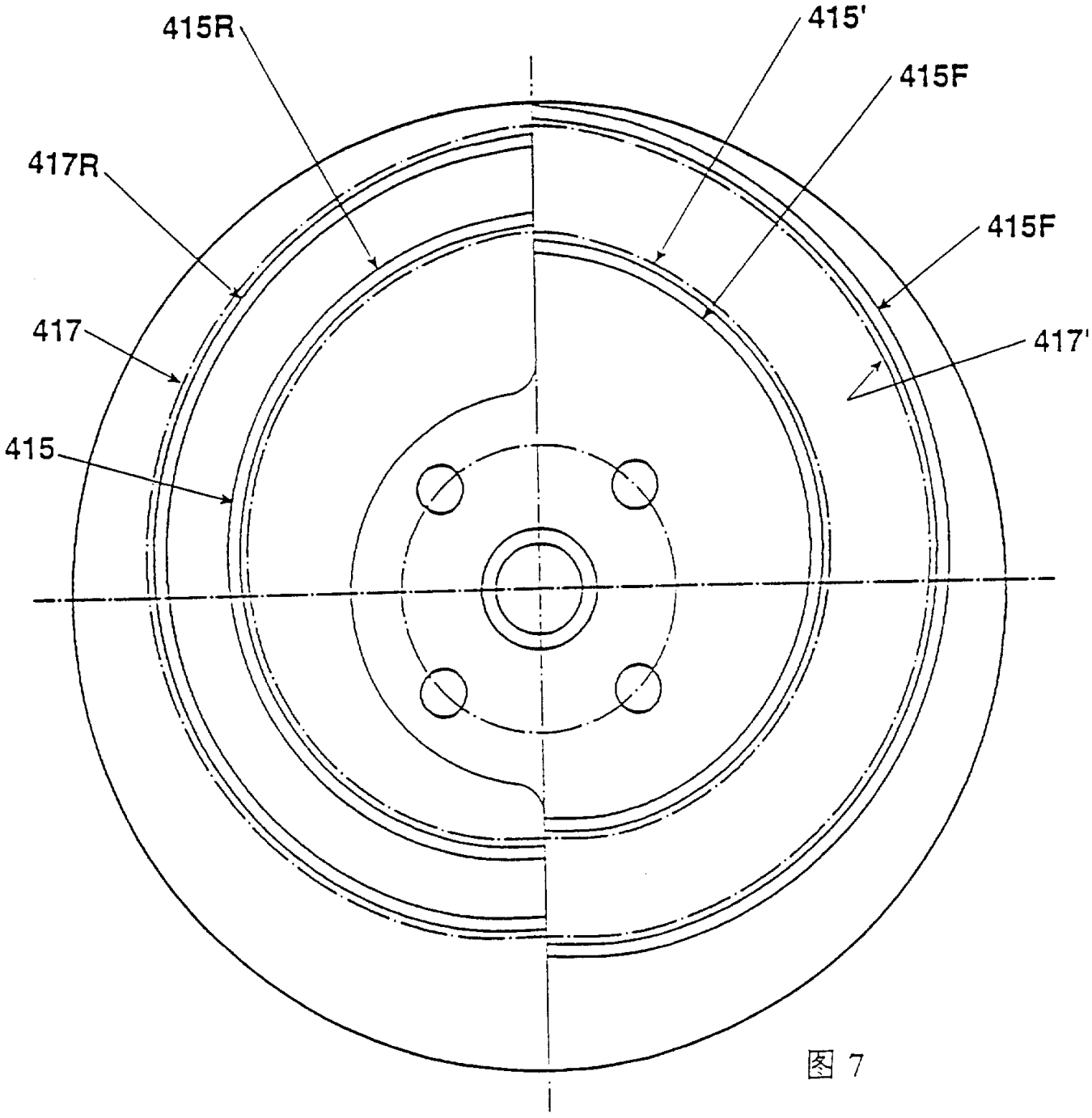


图 7

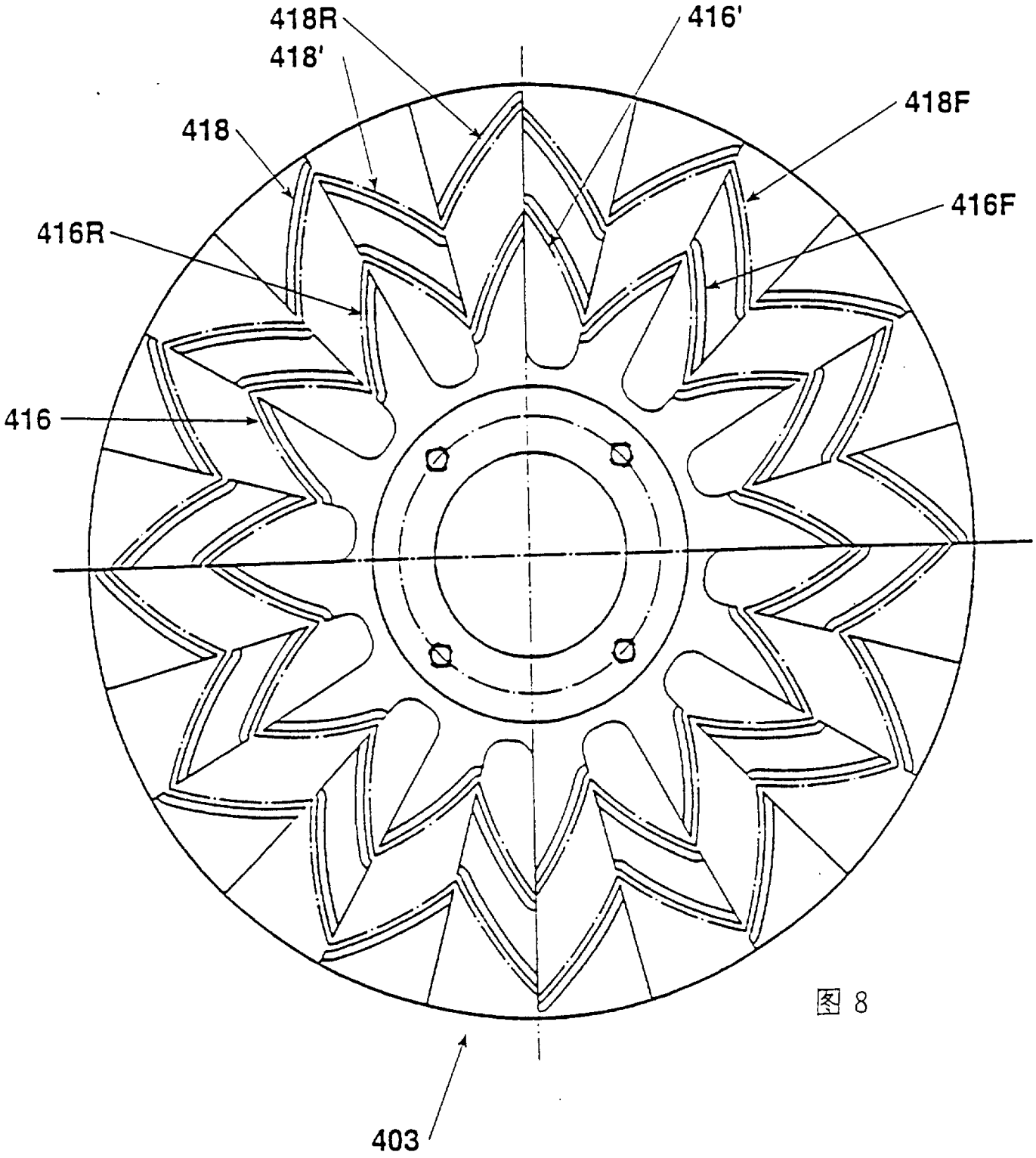


图 8

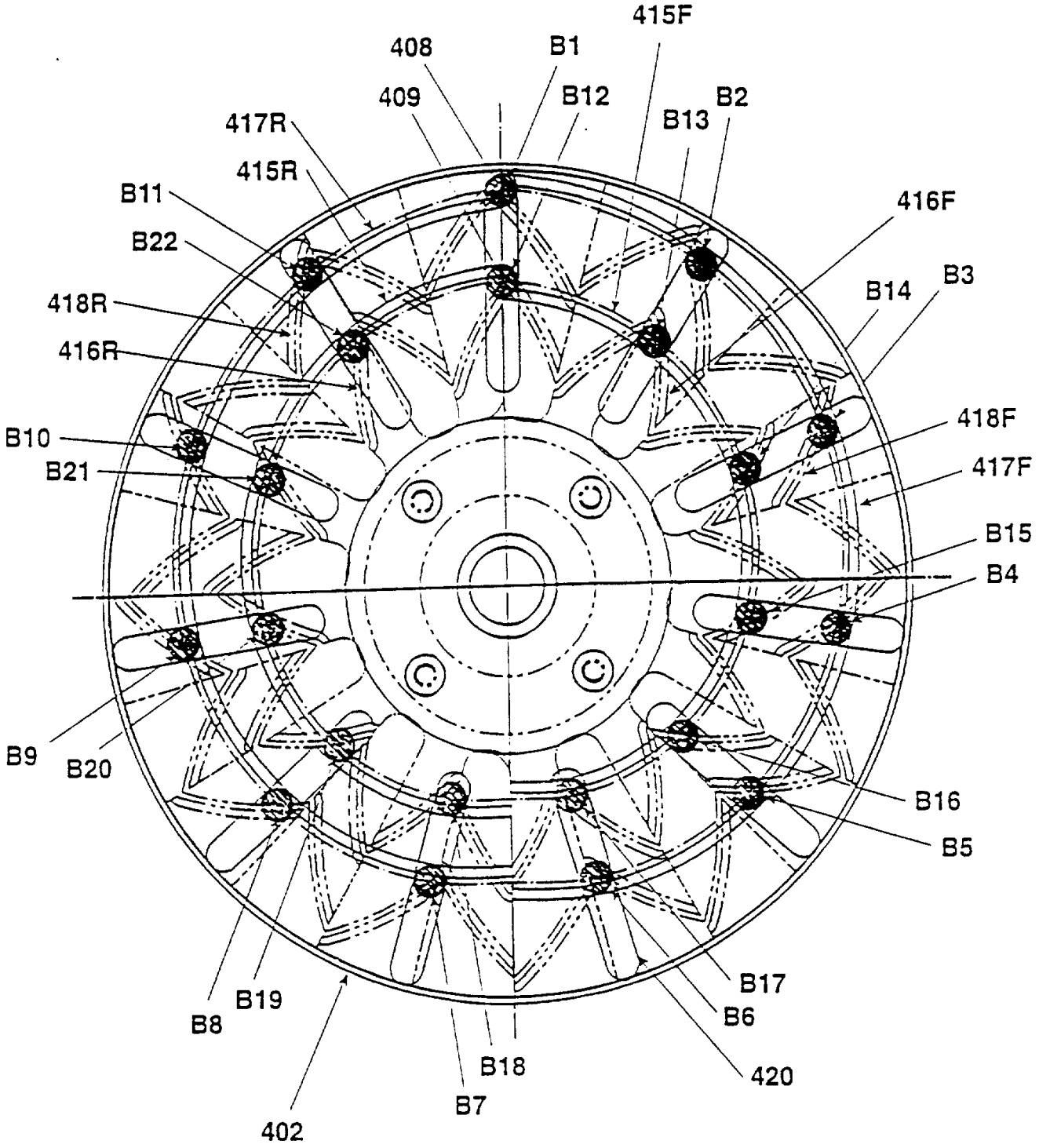

415F
408
B1
409
B12
B13
B2
417R
415R
B11
416F
B22
B14
B3
418R
416R
418F
B10
417F
B21
B15
B4
B9
B20
B16
B5
B17
B19
B8
B6
B18
420
B7
402

图 9