



# (12) 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 91111038.0

[51] Int.Cl<sup>5</sup>

F16H 37/02

[43] 公开日 1992年4月22日

[22]申请日 91.11.29  
 [71]申请人 李培基  
 地址 314500 浙江省桐乡县农业机械化研究所  
 [72]发明人 李培基

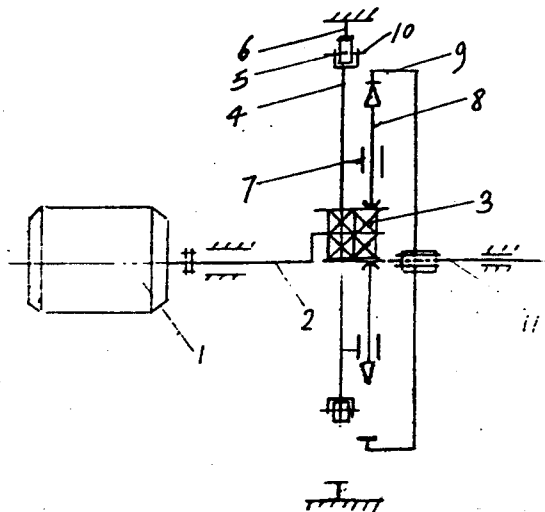
[74]专利代理机构 三友专利事务所  
 代理人 朱黎光

说明书页数: 5 附图页数: 3

## [54]发明名称 带自锁机构的差动式减速机

### [57]摘要

一种带自锁机构的差动减速机,其特点是:偏心轴与电机轴相连并同步旋转,偏心轴上套装有轴承,轴承外套装有行星轮盘,行星轮盘圆周上安装有行星轮齿,行星轮齿与外周套放的内齿圈的三角形内齿相啮合,与行星轮盘相固连的是圆盘形的槽轮,槽轮间隔均布的齿槽内活动插装有自锁活齿,自锁活齿上端与其外套装的自锁角轮的三角形内齿相啮合,其尾端与轴承外圈相顶触,当与槽轮套连的输出轴受到外力矩作用时,行星轮及自锁活齿则对偏心轴产生两个方向相反的等力矩,而使机构达到自锁,当电机输入转矩时,则又重新转动。



1411  
<30>

# 权 利 要 求 书

1、带自锁机构的差动式减速机，有与电机1相连的偏心轴2，偏心轴2上套装的轴承3、轴承3外套装有行星轮盘4，与机座固连的内齿圈6及输出轴11，其特征在于：行星轮盘4外周间隔均布安装有滚动轴承式的行星轮5，与各行星轮5依次相啮合的是带有均布间隔三角形内齿6a的内齿圈6，与行星轮盘4固连的是一圆筒形槽轮7，在圆筒形槽轮7周边间隔均布的齿槽7a内均活动插装有自锁活齿8，自锁活齿8上端依次与其外套装的自锁角轮9的三角形内齿9a相啮合，自锁活齿8尾端与轴承3外圈相顶触，自锁角轮9与输出轴11套连。

2、按照权利要求1所述的带自锁机构的差动式减速机，其特征在于：

a、自锁角轮9的三角形内齿9a及内齿圈6的三角形内齿6a的齿半角 $\alpha_2$ 为40~70度；

b、自锁活齿8上端呈对称三角形，其齿半角 $\alpha_2$ 与三角形内齿9a的齿半角 $\alpha_2$ 相同，其尾端呈圆弧状，自锁活齿8的个数与自锁角轮9的内齿9a个数相同；

c、滚动轴承式的行星轮5由销轴10穿固在行星轮盘4的圆周中间，各行星轮5外圆外凸于行星轮盘4的外圆，行星轮5的个数与内齿圈6的三角形内齿6a的个数相差1~3齿。

## 带自锁机构的差动式减速机

本发明涉及一种传动装置，特别是一种带自锁机构的差动式减速机。

目前的少齿差减速机一般由内齿圈、行星轮、与电机相连的偏心轴及输出机构组成，它的行星轮一方面围绕输入轴中心做公转，一方面又绕其自身轴心作反方向自转，然后借助输出机构将行星轮转矩传递给输出轴，其齿形为渐开线齿形和摆线针齿。为了获得最大的减速比，其最少齿数差为一，其齿轮齿数均整数。它的缺点主要是：

- 第一 不能实现  $1:10$  以下的小减速比，而且其速比一定是整数。
- 第二 其输入与输出反向，不能实现输入与输出同向。
- 第三 其机构本身不能自锁。如用以装配建筑用卷扬机时，要依靠外加制动装置。
- 第四 加工困难，成本高。

本发明的目的就在于克服现有技术所存在的上述缺点和不足，而提供一种带自锁机构的，旋转方向可变的，可实现一级减速比达到  $1:3 \sim 1:100$  以上的加工容易的差动式减速机。

本发明的目的是这样实现的：偏心轴与电机轴相连并同步旋转，偏心轴上套装有轴承，轴承外套装有行星轮盘，行星轮盘圆周上安装有行星轮齿，行星轮齿与外周套放的内齿圈的三角形内齿相啮合，与行星轮盘相固连的是圆盘形的槽轮，槽轮间隔均布的齿槽内活动插装有自锁活齿，自锁活齿上端与其外套装的自锁角轮的三角形内齿相啮合，其尾端与轴承外圈相顶触，当与槽轮套连的输出轴受到外力矩作用时，行星轮及自锁活齿则对偏心轴产生两个方向相反的等力矩，而使机构达到自锁，当电机输入转矩时，则又重新转动。

由上可见，本发明的显著效果是：

由于采用了活齿零齿差的输出机构，可以实现完全的机械自锁。

由于行星轮齿采用的是滚动轴承，它在内齿圈的三角形齿面上做纯滚动，具有较高的效率，当行星轮个数大于内齿圈齿数时，输入与输出同向，反之反向，并可实现  $1:10$  以下的低速比，而且，传动比可以是小数，具有较大的适应性。

由于三角形的内齿较渐开线齿形加工容易，再加上行星轮采用的是现成的标准件，因而成本低，制造、维修方便，寿命长。

本发明的具体结构是由下面实施例及其附图实现的：

图 1 是本发明的轴向传动原理图。

图 2 是本发明的结构剖面图。

图 3 是图 2 的作用力及自锁条件受力分析简图。

下面将结合附图 1 ~ 3 对本发明的具体结构进行详细地描述：

本发明有与电机 1 相连的偏心轴 2，偏心轴 2 上套装的轴承 3、轴承 3 外套装有行星轮盘 4，与机座固连的内齿圈 6 及输出轴 11，其特征在于：行星轮盘 4 外周间隔均布安装有滚动轴承式的行星轮 5，与各行星轮 5 依次相啮合的是带有均布间隔三角形内齿 6 a 的内齿圈 6，与行星轮盘 4 固连的是一圈筒形槽轮 7，在圆筒形槽轮周边间隔均布的齿槽 7 a 内均活动插装有自锁活齿 8，自锁活齿 8 上端依次与其外套装的自锁角轮 9 的三角形内齿 9 a 相啮合，自锁活齿 8 尾端与轴承 3 外圈相顶触，自锁角轮 9 与输出轴 11 套连。参见图 1 和图 2

本发明的结构特征还在于：

a、自锁角轮 9 的三角形内齿 9 a 及内齿圈 6 的三角形内齿 6 a 的齿半角  $\alpha_2$  为 40 ~ 70 度；参见图 2

b、自锁活齿 8 上端呈对称三角形，其齿半角  $\alpha_2$  与三角形内齿 9 a 的齿半角  $\alpha_2$  相同，其尾端呈圆弧状，自锁活齿 8 的个数与自锁角轮 9 的内齿 9 a 个数相同；参见图 2

c、滚动轴承式的行星轮 5 由销轴 10 穿固在行星轮盘 4 的圆筒中间，各行星轮 5 外圆外凸于行星轮盘 4 的外圆，行星轮 5 的个数与内齿圈 6 的三角形内齿 6 a 的个数相差 1 ~ 3 齿。参见图 2

本发明的工作原理是：

当有外力作用时，则对输出轴产生一个重力矩  $M_G$ ，该重力矩  $M_G$  同时作用于与输出轴 11 相套连的自锁角轮 9 上，参见图 3，并使自锁角轮 9 产生逆时针转动，使与角轮三角形内齿 9 a 相啮合的自锁活齿 8 受到一个反作用力  $N$ ，该力可沿作用点分解成圆周力  $N_P$  和径向力  $N_R$ ，径向力  $N_R$  通过自锁活齿作用于偏心轴轴心，而圆周力  $N_P$  则对槽轮 7 和行星轮盘 4 产生一个逆时针转矩

MNP, 由于MNP的作用, 使滚动轴承式的行星轮5受到三角形内齿6a的一个反作用力F, 该力可分解成通过偏心轴轴心的径向力FR和圆周力FP, FP对行星轮盘4和槽轮7产生一个顺时针转矩MFP, MFP与MNP形成一对方向相反, 大小相等的平衡转矩, 并使行星轮盘4处于平衡静止状态。

而径向力NR又可沿偏心轴轴心再次分解成水平分力NRX和通过两个圆心的垂直分力NRY, 其中NRY不起作用, 而NRX与偏心量a的乘积则产生一个顺时针的偏转阻力矩M1, 另一径向力FR与偏心量a的乘积则产生一个逆时针的偏转动力矩M2, 这两个偏转力矩大小相等、方向相反并使机构达到自锁, 该对自锁转矩与另一对平衡转矩紧密相关, 并形成一个自身的力的平衡系统, 以达到最佳的自锁状态。

直到有电机的外输转矩输入时, 机构则重新运转。

由于行星轮5的个数与内齿圈6的内齿个数不同, 因而就产生了差动, 即当行星轮个数多于内齿个数时, 则输入与输出同向, 当行星轮个数少于内齿个数时, 则输入与输出反向。其传动比的计算公式是用行星轮个数比行星轮个数与内齿个数之差, 即  $i = Z_1 / (Z_1 - Z_2)$  因此, 其传动比可以是小数。

行星轮与内齿的啮合实际上是滚动轴承圈在平面上的滚动接触, 因此, 其使用寿命长而便于更换, 并具有较高的效率和运动平稳性。

本发明可作为恒功率无级变速机构的配套机构, 以使整个机构具有较高的传动效率。同时, 它还可单独作为减速器使用, 用于提升, 起重、电梯和一切不允许输出轴有自由转动的场合。

当高速比时, 行星轮齿数量过多不便安装, 可采取1:2或1:3的缩减法, 即用30齿代表60齿或90齿的作用。

当把自锁齿圈6的三角形内齿6a的齿半角 $\alpha/2$ 减小到一定程度时, 则可实现不自锁的高效减速功能, 这个角度一般比自锁条件下的齿半角小10度左右。

现就图3中所标的符号及计算公式中的各参数说明如下:

i - 传动比

Z1 - 行星轮齿数, 即行星轮个数

Z2 - 齿圈6的三角形内齿6a的齿数

MG - 输出轴外加重量物所产生的重力矩,  $K_g \cdot M$

R - 行星轮齿端啮合点到中心半径, 单位为M

r - 自锁活齿齿顶啮合点到中心半径, 单位为M

$\alpha$  - 行星轮齿端啮合点的压力角

$\alpha_1$  - 行星轮齿端引线与水平轴线的夹角

$\alpha_2$  - 自锁齿圈内齿及自锁活齿的齿半角

$\alpha_3$  - 自锁齿圈内齿啮合位置与水平轴线夹角

a - 偏心距, 单位为M

M<sub>1</sub> - 阻力矩, 即作用在偏心轴上的顺时针转矩。Kg·M

M<sub>2</sub> - 动力矩, 即作用在偏心轴上的逆时针转矩。Kg·M

$$i = Z_1 / (Z_1 - Z_2) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$M_1 = (MG / R \cos \alpha) \cdot \sin \alpha_1 \cdot a \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$M_2 = (MG / r \cdot \cos \alpha_2) \cdot \sin \alpha_2 \cdot \cos \alpha_3 \cdot a \quad \dots\dots\dots (3)$$

下面就不同实施例举例说明:

当  $Z_1 = 8$ ,  $Z_2 = 7$  时,

应用 (1) 式, 其传动比  $i = Z_1 / (Z_1 - Z_2) = 8 / (8 - 7) = 8$

说明了当行星轮齿数大于内齿圈齿数时, 其输入与输出同向, 其传动比可为整数。

当  $Z_1 = 5$ ,  $Z_2 = 7$  时,

应用 (1) 式, 其传动比  $i = 5 / (5 - 7) = -2.5$

说明了当行星轮齿数小于内齿圈齿数时, 其输入与输出反向, 并且其传动比可以是小数值。

$$\text{当 } MG = 20\text{Kg}\cdot\text{M} \quad R = 0.125M \quad \alpha = 72.8572^\circ$$

$$\alpha_1 = 27.1428^\circ \quad \alpha_2 = 60^\circ \quad \alpha_3 = 45^\circ$$

$$r = 0.08M \quad a = 0.005M$$

应用 (2) 式和 (3) 式得出:

$$M_1 = (MG/R \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha_1 \cdot a$$

$$= (20/0.125 \cdot \cos 72.8572^\circ) \cdot \sin 27.1428^\circ \cdot 0.005 = 1.56\text{Kg}\cdot\text{M}$$

$$M_2 = (MG/r \cdot \cos \alpha_2) \cdot \sin \alpha_2 \cdot \cos \alpha_3 \cdot a$$

$$= (20/0.08 \cdot \cos 60^\circ) \cdot \sin 60^\circ \cdot \cos 45^\circ \cdot 0.005 = 1.53\text{Kg}\cdot\text{M}$$

即  $M_1 > M_2$

阻力矩大于动力矩，加上机构所受外加重力矩MG后所产生的摩擦力矩后，该偏心轴不会向任何方向偏转，机构完全处于力平衡自锁状态，如此时电机输入一转矩，机构即可解锁旋转，其旋转的方向和速度以电机输入转矩为准。

$$\begin{aligned} \text{当选用 } MG = 20\text{Kg} \cdot \text{M} \quad R = 0.125\text{M} \quad \alpha = 55.8572^\circ \\ \alpha_1 = 37.1428^\circ \quad \alpha_2 = 43^\circ \quad \alpha_3 = 45^\circ \\ r = 0.08\text{M} \quad a = 0.007\text{M} \quad \text{另一组数据时} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_1 &= (MG/R \cdot \cos\alpha) \cdot \sin\alpha_1 \cdot a \\ &= (20/0.125 \cdot \cos 55.8572^\circ) \cdot \sin 37.1428^\circ \cdot 0.007 \\ &= 1.12\text{Kg} \cdot \text{M} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_2 &= (MG/r \cdot \cos\alpha_2) \cdot \sin\alpha_2 \cdot \cos\alpha_3 \cdot a \\ &= (20/0.08 \cdot \cos 43^\circ) \cdot \sin 43^\circ \cdot \cos 45^\circ \cdot 0.007 \\ &= 1.15\text{Kg} \cdot \text{M} \end{aligned}$$

也可满足  $M_1 > M_2$  的自锁条件。

$$\begin{aligned} \text{当选用 } MG = 20\text{Kg} \cdot \text{M} \quad R = 0.2\text{M} \quad \alpha = 82.8572^\circ \\ \alpha_1 = 37.1428^\circ \quad \alpha_2 = 70^\circ \quad \alpha_3 = 45^\circ \\ r = 0.08\text{M} \quad a = 0.004\text{M} \quad \text{第三组数据时} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_1 &= (MG/R \cdot \cos\alpha) \cdot \sin\alpha_1 \cdot a \\ &= (20/0.2 \cdot \cos 82.8572^\circ) \cdot \sin 37.1428^\circ \cdot 0.004 \\ &= 1.94\text{Kg} \cdot \text{M} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_2 &= (MG/r \cdot \cos\alpha_2) \cdot \sin\alpha_2 \cdot \cos\alpha_3 \cdot a \\ &= (20/0.08 \cdot \cos 70^\circ) \cdot \sin 70^\circ \cdot \cos 45^\circ \cdot 0.004 \\ &= 1.94\text{Kg} \cdot \text{M} \end{aligned}$$

即阻力矩与动力矩相等，也能实现力平衡自锁，从以上不同的实施计算说明了当选用齿半角值  $\alpha_2$  在  $40^\circ \sim 70^\circ$  范围内选用时，都可达到自锁平衡，此时，只要将其它有关参数作相匹配的变化，均能满足发明目的所提出的要求。

上两计算例中的  $\alpha =$  齿形半角  $\alpha_2 +$  齿角差

$$\begin{aligned} \text{而齿角差} &= (Z_1/360^\circ) \times 2 - (Z_2/360^\circ) \times 1.5 \\ &= (8/360) \times 2 - (7/360) \times 1.5 \\ &= 12.8572^\circ \end{aligned}$$

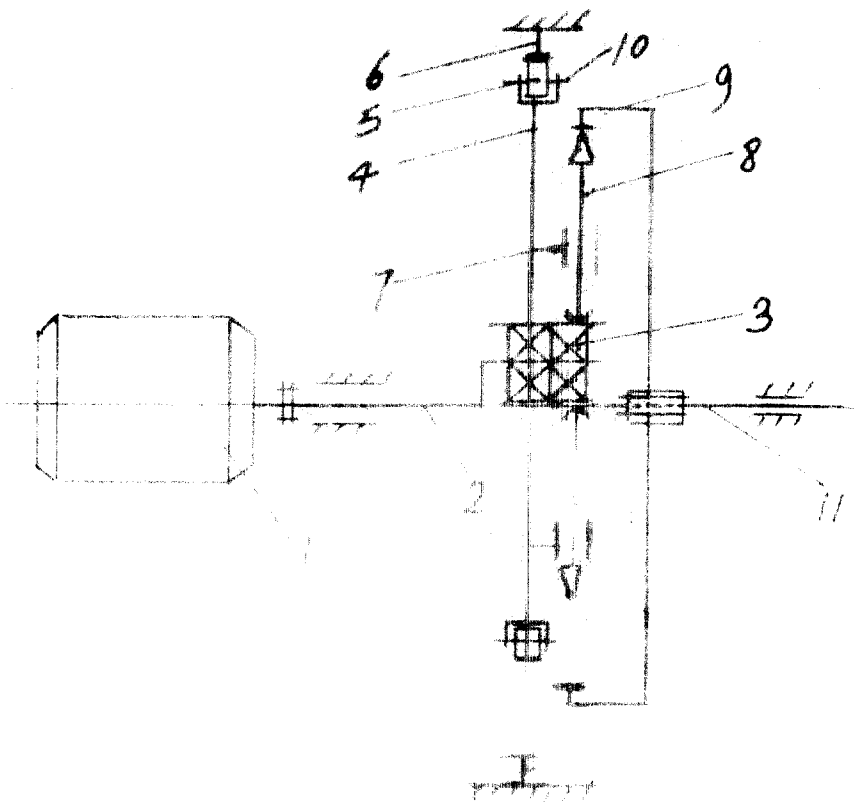


图 1



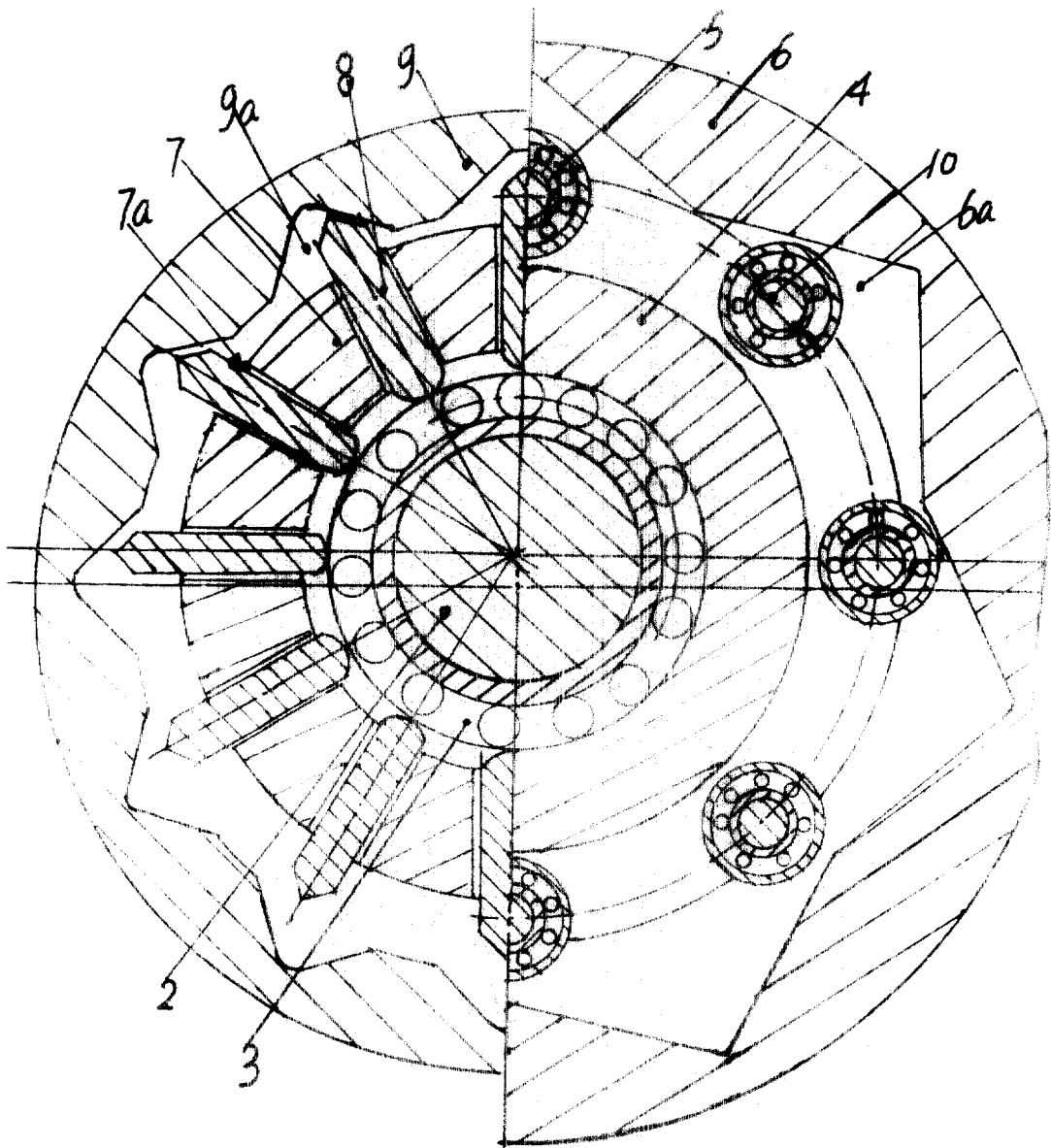


图 2

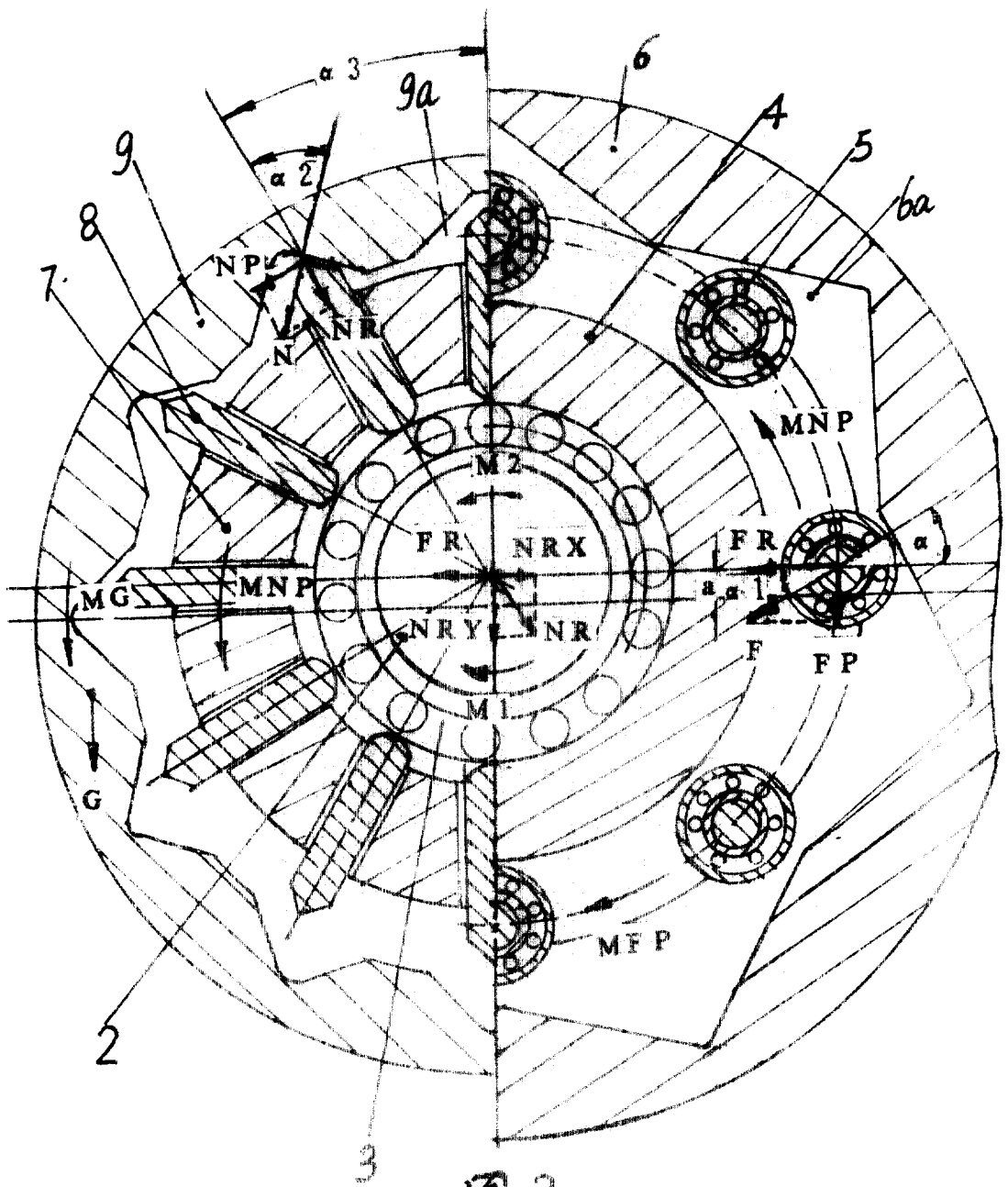


图 3