

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101656163 B

(45) 授权公告日 2011. 11. 16

(21) 申请号 200810210099. 2

CN 2916897 Y, 2007. 06. 27,

(22) 申请日 2008. 08. 22

CN 2348479 Y, 1999. 11. 10,

(73) 专利权人 东莞安联电器元件有限公司

审查员 周玄

地址 523910 广东省东莞市虎门镇南面管理区

(72) 发明人 汪洋

(74) 专利代理机构 上海脱颖律师事务所 31259

代理人 脱颖 杨宇宙

(51) Int. Cl.

H01H 19/28 (2006. 01)

H01H 3/34 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 4360720 A, 1982. 11. 23,

EP 0844152 A1, 1998. 05. 27,

US 2889419 A, 1959. 06. 02,

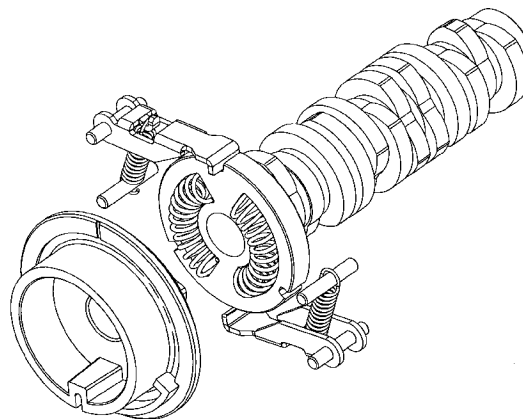
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 17 页

(54) 发明名称

棘轮机构和带有棘轮机构的旋转开关

(57) 摘要

本发明公开了一种棘轮机构和带有棘轮机构的旋转开关,包括:凸轮轴圆盘,其上有凹槽,圆周上有定位槽;驱动凸轮,其上有凹槽,其边上有角状齿;第一棘爪和第二棘爪;一弹性体置入以上两凹槽合上后形成的空腔中;当所述凸轮轴圆盘处在一控制位置时,第一棘爪落在凸轮轴圆盘的一个定位槽齿中;当所述驱动凸轮向下一控制位置转动时,两凹槽形成错位;当驱动凸轮被转动到下一控制位置时,一角状齿将第一棘爪推出一个定位槽齿中,弹性体将凸轮轴圆盘旋转到下一控制位置,第二棘爪落在凸轮轴圆盘的另一个定位槽齿中。使用本发明时用力均匀,操作平稳,手感舒服,并且避免了两个控制位置之间的“停滞点”现象。



1. 一种棘轮机构,其特征在于包括:

凸轮轴圆盘(220),所述凸轮轴圆盘的前端面上设置至少一凹槽(211),所述凸轮轴圆盘的圆周上有数个定位槽(212);

驱动凸轮(208),所述驱动凸轮前端面设有与凸轮轴圆盘上的凹槽(211)相对应的至少一凹槽(222),所述驱动凸轮边上有数个角状齿(235);

第一棘爪(255)和第二棘爪(265);

所述凸轮轴圆盘的前端面和驱动凸轮前端面合上后,凸轮轴圆盘上的凹槽(211)和驱动凸轮上的凹槽(222)形成至少一空腔(231),至少一弹性体(213)置入该空腔中;

当所述凸轮轴圆盘处在一控制位置时,第一棘爪落在所述凸轮轴圆盘的一个定位槽中,将凸轮轴圆盘锁在该控制位置上;

当所述驱动凸轮开始向下一控制位置转动时,所述凸轮轴圆盘保持不动,凸轮轴圆盘上的凹槽(211)和驱动凸轮上的凹槽(222)形成错位,压缩弹性体以存储弹性势能;

当所述驱动凸轮被转动到下一控制位置时,一角状齿将所述的第一棘爪推出所述的一个定位槽中,弹性体将凸轮轴圆盘旋转到该下一控制位置,第二棘爪落在所述凸轮轴圆盘的另一个定位槽中,将凸轮轴圆盘锁在该下一控制位置上。

2. 根据权利要求1所述棘轮机构,其特征在于:

所述凸轮轴圆盘的后端面和凸轮轴(215)相连。

3. 根据权利要求2所述棘轮机构,其特征在于:

在凸轮轴圆盘的前端面上所述至少一凹槽(211)为两个扇形凹槽;

在驱动凸轮前端面上所述至少一凹槽(222)为两个扇形凹槽;

凸轮轴圆盘的前端面上的两个扇形凹槽与凸轮前端面的两个扇形凹槽形成两个空腔,两个弹性体分别置入两个空腔中。

4. 根据权利要求2所述棘轮机构,其特征在于:

所述的两个棘爪分别设置在两个棘爪臂上,两个棘爪臂上分别与两个弹簧装置相连,对两个棘爪施加偏置力。

5. 根据权利要求4所述棘轮机构,其特征在于:

在凸轮轴圆盘的圆周上所述数个定位槽(212)为三个定位槽;

在驱动凸轮边上所述数个角状齿(235)为三个角状齿。

6. 根据权利要求4所述棘轮机构,其特征在于:

在凸轮轴圆盘的圆周上所述数个定位槽(212)为六个定位槽;

在驱动凸轮边上所述数个角状齿(235)为六个角状齿。

7. 根据权利要求4所述棘轮机构,其特征在于:

在凸轮轴圆盘的圆周上所述数个定位槽(212)为四个定位槽;

在驱动凸轮边上所述数个角状齿(235)为四个角状齿。

8. 根据权利要求4所述棘轮机构,其特征在于:

在凸轮轴圆盘的圆周上所述数个定位槽(212)为两个定位槽;

在驱动凸轮边上所述数个角状齿(235)为两个角状齿。

9. 一种安装有棘轮机构的旋转开关,所述棘轮机构包括凸轮轴机构(201),所述旋转开关有数个触片,其特征在于:

所述凸轮轴机构 (201) 有一凸轮轴圆盘 (220), 所述凸轮轴圆盘的前端面上有至少一凹槽 (211), 所述凸轮轴圆盘的圆周上有数个定位槽 (212), 所述凸轮轴圆盘的后端面和凸轮轴 (215) 相连, 凸轮轴上有数个凸轮用于控制所述数个触片, 在凸轮轴旋转到不同的控制位置时, 形成所述数个触片的不同电器通路连接;

驱动凸轮 (208), 所述驱动凸轮前端面设有与凸轮轴圆盘的凹槽 (211) 相对应的至少一凹槽 (222), 所述驱动凸轮边上有数个角状齿 (235);

第一棘爪 (255) 和第二棘爪 (265);

所述凸轮轴圆盘的前端面和驱动凸轮前端面合上后, 凸轮轴圆盘上的凹槽 (211) 和驱动凸轮上的凹槽 (222) 形成至少一空腔 (231), 至少一弹性体 (213) 置入该空腔中;

当所述凸轮轴圆盘处在一控制位置时, 第一棘爪落在所述凸轮轴圆盘的一个定位槽中, 将凸轮轴圆盘锁在该控制位置上, 当所述凸轮轴圆盘处在该控制位置时, 所述凸轮轴上凸轮将所述数个触片设置成一种电器通路连接;

当所述驱动凸轮开始向下一控制位置转动时, 所述凸轮轴圆盘保持不动, 凸轮轴圆盘上的凹槽 (211) 和驱动凸轮上的凹槽 (222) 形成错位, 压缩弹性体以存储势能;

当所述驱动凸轮被转动到下一控制位置时, 一角状齿将所述第一棘爪推出所述的一个定位槽中, 弹性体将凸轮轴圆盘旋转到该下一控制位置, 第二棘爪落在所述凸轮轴圆盘的另一个定位槽中, 将凸轮轴圆盘锁在该下一控制位置上, 当所述凸轮轴圆盘处在下一控制位置时, 所述凸轮轴上凸轮将所述数个触片设置成另一种电器通路连接。

10. 根据权利要求 9 所述旋转开关, 其特征在于:

所述的两个棘爪分别设置在两个棘爪臂上, 两个棘爪臂上分别与两个弹簧装置相连, 对两个棘爪施加偏置力。

11. 根据权利要求 10 所述旋转开关, 其特征在于:

在凸轮轴圆盘的前端面上所述至少一凹槽 (211) 为两个扇形凹槽;

在驱动凸轮前端面上所述至少一凹槽 (222) 为两个扇形凹槽;

凸轮轴圆盘的前端面上的两个扇形凹槽与凸轮前端面的两个扇形凹槽形成两个空腔, 两个弹性体分别置入两个空腔中

12. 根据权利要求 10 所述旋转开关, 其特征在于:

在凸轮轴圆盘的圆周上所述数个定位槽 (212) 为三个定位槽;

在驱动凸轮边上所述数个角状齿 (235) 为三个角状齿。

13. 根据权利要求 10 所述棘轮机构, 其特征在于:

在凸轮轴圆盘的圆周上所述数个定位槽 (212) 为六个定位槽;

在驱动凸轮边上所述数个角状齿 (235) 为六个角状齿。

14. 根据权利要求 10 所述棘轮机构, 其特征在于:

在凸轮轴圆盘的圆周上所述数个定位槽 (212) 为四个定位槽;

在驱动凸轮边上所述数个角状齿 (235) 为四个角状齿。

15. 根据权利要求 10 所述棘轮机构, 其特征在于:

在凸轮轴圆盘的圆周上所述数个定位槽 (212) 为两个定位槽;

在驱动凸轮边上所述数个角状齿 (235) 为两个角状齿。

## 棘轮机构和带有棘轮机构的旋转开关

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种棘轮机构和旋转开关,特别是涉及一种步进式棘轮机构和带有步进式棘轮定位机构的旋转开关。

### [0002] 技术背景

[0003] 旋转开关是常用的一种开关结构。当一个旋转开关有几个控制位置时,棘轮定位机构有助于旋转开关将开关的机械结构从一个控制位置转到另一个控制位置,并随即将旋转开关的机械结构固定在该控制位置上。

[0004] 一般来说,旋转开关的棘轮机构主要有两个作用:止回和定位作用,即阻止旋转开关返回上一个控制位置,并且使旋转开关在旋转中能固定在某个控制位置上;旋转到位指示作用(旋转到位时产生跳动或响声(Snap Action)),即在旋转开关在旋转到某个控制位置时,开关结构会发出一个响声或跳动,使操作者清楚地感觉到旋转开关已经转到预期控制位置,防止操作者在未到下一个控制位置就停止旋转,或到了预期控制位置时继续旋转。

[0005] 现通过图 1A 至图 1E 来说明一个现有技术的棘轮机构在旋转开关中的作用。

[0006] 图 1A 示出所述棘轮机构 100 处在静止(初始)位置,其中包括:与凸轮轴共轴的棘轮 110 和棘爪装置 120。棘轮 110 上有六个圆周等分的棘齿 111(111.<sub>A</sub>, 111.<sub>B</sub>, 111.<sub>C</sub>, 111.<sub>D</sub>, 111.<sub>E</sub>, 111.<sub>F</sub>)。棘爪装置 120 上有两个上下对称(相对于凸轮轴)的棘爪横臂 121(121.<sub>A</sub>, 121.<sub>B</sub>),两个横臂 121(121.<sub>A</sub>, 121.<sub>B</sub>)上分别有一个上下对称的棘爪 122(122.<sub>A</sub>, 122.<sub>B</sub>),横臂 121 和棘爪 122 用具有弹性的材料,例如塑料等制成。棘轮 110 和棘爪装置 120 可由尼龙制成。如图 1A 所示,棘轮 110 和棘爪装置 120 相互配合在某个控制位置上。具体地说,在该控制位置,上棘爪 122.<sub>A</sub> 位于两毗邻的棘齿 111.<sub>A</sub> 和 111.<sub>B</sub> 之间,下棘爪 122.<sub>B</sub> 位于两毗邻的棘齿 111.<sub>D</sub> 和 111.<sub>E</sub> 之间。这样,棘轮 110 就被锁定在该控制位置上。如图 1A 所示,棘齿 111(111.<sub>A</sub>, 111.<sub>B</sub>, 111.<sub>C</sub>, 111.<sub>D</sub>, 111.<sub>E</sub>, 111.<sub>F</sub>) 和棘爪 122(122.<sub>A</sub>, 122.<sub>B</sub>) 都是圆弧形的。

[0007] 图 1B 示出所述棘轮 110 由图 1A 所示的静止(初始)位置开始向下一个控制位置转动。如图 1B 所示,操作者逆时针转动安装在棘轮 110 一端的旋钮(图中未示出),棘轮 110 开始逆时针旋转,使得棘齿 111.<sub>B</sub> 转动时,其圆弧形表面于接触处对棘爪 122.<sub>A</sub> 的圆弧形表面产生向外的推力,由于横臂 121.<sub>A</sub> 具有弹性,上棘爪 122.<sub>A</sub> 向外移动,从而使得横臂 121.<sub>A</sub> 随之向外发生弹性弯曲变形。同样地,棘轮 110 的逆时针旋转,使得棘齿 111.<sub>E</sub> 转动时,其圆弧形表面于接触处对棘爪 122.<sub>B</sub> 的圆弧形表面产生向外的推力,由于横臂 121.<sub>B</sub> 具有弹性,下棘爪 122.<sub>B</sub> 向外移动,从而使得横臂 121.<sub>B</sub> 随之向外发生弹性弯曲变形。如图 1B 所示,因为上棘爪 122.<sub>A</sub> 和下棘爪 122.<sub>B</sub> 的圆弧形表面分别与棘齿 111.<sub>B</sub> 和棘齿 111.<sub>E</sub> 的圆弧形表面相互作用,当上棘爪 122.<sub>A</sub> 和下棘爪 122.<sub>B</sub> 的圆弧形表面顶点分别逐渐接近棘齿 111.<sub>B</sub> 和棘齿 111.<sub>E</sub> 的圆弧形表面顶点时,如果此时松开旋钮(或停止用力),由横臂 121.<sub>A</sub> 和 121.<sub>B</sub> 弹性变形所产生的弹性力迫使棘齿 111.<sub>B</sub> 和棘齿 111.<sub>E</sub> 仍旧回到图 1A 中原来的控制位置。也就是说,此时操作者必须继续用力转动棘轮 110,不可停顿。

[0008] 图 1C 是典型的棘轮机构在凸轮旋转到停滞点位置时的示意图,示出处在图 1B 所示的位置上的所述棘轮 110 继续向下一个控制位置转动。在图 1B 所示的位置上,操作者继

续逆时针转动棘轮 110, 横臂 121.<sub>A</sub> 继续向外发生弹性弯曲变形, 使得上棘爪 122.<sub>A</sub> 随之继续向外移动, 从而使得上棘爪 122.<sub>A</sub> 圆弧形表面顶点与棘齿 111.<sub>B</sub> 圆弧形表面顶点相重合。同样地, 随着棘轮 110 的逆时针旋转, 横臂 121.<sub>B</sub> 继续向外发生弹性弯曲变形, 使得下棘爪 122.<sub>B</sub> 随之继续向外移动, 从而使得下棘爪 122.<sub>B</sub> 圆弧形表面顶点与棘齿 111.<sub>E</sub> 圆弧形表面顶点相重合。此时, 两个横臂 121 (121.<sub>A</sub>, 121.<sub>B</sub>) 向外发生的弹性弯曲变形为最大。因为上棘爪 122.<sub>A</sub> 和下棘爪 122.<sub>B</sub> 的圆弧形表面顶点分别对棘齿 111.<sub>B</sub> 和棘齿 111.<sub>E</sub> 的圆弧形表面顶点所作用的弹性力正好通过棘轮 110 的中心, 不能产生使棘轮 110 转动的力矩, 当上棘爪 122.<sub>A</sub> 和下棘爪 122.<sub>B</sub> 的圆弧形表面顶点分别重合于棘齿 111.<sub>B</sub> 和棘齿 111.<sub>E</sub> 的圆弧形表面顶点时, 如果此时松开旋钮 (或停止用力), 棘轮 110 就会平衡地停止在该位置上。而该平衡停止位置并不是预期的下一个控制位置, 也就是说, 棘轮 110 平衡地停止在一个错误的位置上。这种现象叫做棘轮 110 在两个控制位置之间的“停滞点” (hung-up between two switch control positions), 从而导致控制失效。

[0009] 图 1D 是典型的棘轮机构在凸轮越过停滞点位置之后的示意图, 示出处在图 1C 所示的位置上的所述棘轮 110 继续向下一个控制位置转动。在图 1D 所示的位置上, 操作者继续逆时针转动棘轮 110, 横臂 121.<sub>A</sub> 开始向内移动, 使得上棘爪 122.<sub>A</sub> 随之向下一个控制位置移动。同样地, 随着棘轮 110 的逆时针旋转, 横臂 121.<sub>B</sub> 开始向内移动, 使得下棘爪 122.<sub>B</sub> 随之向下一个控制位置移动。因为上棘爪 122.<sub>A</sub> 和下棘爪 122.<sub>B</sub> 的圆弧形表面分别与棘齿 111.<sub>B</sub> 和棘齿 111.<sub>E</sub> 的圆弧形表面相互作用, 当上棘爪 122.<sub>A</sub> 和下棘爪 122.<sub>B</sub> 的圆弧形表面顶点分别少许偏离棘齿 111.<sub>B</sub> 和棘齿 111.<sub>E</sub> 的圆弧形表面顶点时, 如果此时减少作用在旋钮上的力 (或停止用力), 由横臂 121.<sub>A</sub> 和 121.<sub>B</sub> 弹性变形产生的力也可以帮助 (或由它自己) 将棘齿 111.<sub>B</sub> 和棘齿 111.<sub>E</sub> 推到下一个控制位。也就是说, 此时操作者可用较小的力 (或不用力) 来转动棘轮 110。

[0010] 图 1E 是典型的棘轮机构在凸轮逆时针旋转 60 度时的示意图, 示出处在图 1D 所示的位置上的所述棘轮 110 转动到达下一个控制位置。如图 1E 所示, 棘轮 110 和棘爪装置 120 相互配合在下一个控制位置上。具体地说, 在该控制位置, 上棘爪 122.<sub>A</sub> 位于棘齿 111.<sub>B</sub> 和 111.<sub>C</sub> 之间, 下棘爪 122.<sub>B</sub> 位于棘齿 111.<sub>E</sub> 和 111.<sub>F</sub> 之间。这样, 棘轮 110 就被固定在下一个控制位置上。

[0011] 以上介绍的棘轮机构有如下缺点: 第一, 棘轮会停留在两个控制位置之间的“停滞点”, 从而导致控制失效。特别是当两个相毗邻的棘齿之间的夹角较大 (例如大于等于 60 度) 时, “停滞点”现象更容易发生。第二, 由于棘轮上的棘齿与棘爪接触表面之间的摩擦力, 使得以上介绍的棘轮机构的工作效率不高。第三, 对于控制回路较多的开关, 需要作用在凸轮轴上的力矩较大, 操作手感不好, 而且由于开关内部导电弹性元件 (Contact Spring) 的干扰, 所需用力不均匀, 操作不平稳。

## 发明内容

[0012] 为了解决上述技术问题, 本发明提供了一种棘轮机构, 包括:

[0013] 凸轮轴圆盘, 所述凸轮轴圆盘的前端面上设置至少一凹槽, 所述凸轮轴圆盘的圆周上有数个定位槽;

[0014] 驱动凸轮, 所述驱动凸轮前端面至少有一与凸轮轴圆盘的凹槽相对应的凹槽, 所

述驱动凸轮边上有数个角状齿；

[0015] 第一棘爪和第二棘爪；

[0016] 所述凸轮轴圆盘的前端面和驱动凸轮前端面合上后，凸轮轴圆盘上的凹槽和驱动凸轮上的凹槽形成至少一空腔，至少一弹性体置入该空腔中；

[0017] 当所述凸轮轴圆盘处在一控制位置时，第一棘爪落在所述凸轮轴圆盘的一个定位槽齿中，将凸轮轴圆盘锁在该控制位置上；

[0018] 当所述驱动凸轮开始向下一控制位置转动时，所述凸轮轴圆盘保持不动，凸轮轴圆盘上的凹槽和驱动凸轮上的凹槽形成错位，压缩弹性体以存储弹性势能；

[0019] 当所述驱动凸轮被转动到下一控制位置时，一角状齿将所述的第一棘爪推出所述的一个定位槽齿中，弹性体将凸轮轴圆盘旋转到下一控制位置，第二棘爪落在所述凸轮轴圆盘的另一个定位槽齿中，将凸轮轴圆盘锁在下一控制位置上。

[0020] 本发明还提供了一种旋转开关包括以上所述棘轮机构。

[0021] 在本发明中，为了将旋转开关旋从当前控制位置转到下一控制位置，使用者可通过旋钮旋转驱动凸轮来达到。驱动凸轮在开始旋转时，因为凸轮轴圆盘上的一定位槽被一棘爪锁住，凸轮轴圆盘不转动，从而对内弹簧压缩，存储弹性势能。当驱动凸轮被旋转一预定角度时，驱动凸轮的角状齿将一棘爪推出一定位槽，从而内弹簧释放弹性势能，推动凸轮轴圆盘逆时针旋转一预定角度；同时，另一棘爪落入另一定位槽，发出清晰响声，并在旋钮上产生跳动感。另外，因为开始旋转驱动凸轮时，使用者是对内弹簧进行压缩，然后由弹簧来推动驱动凸轮旋转，所以使用者旋转驱动凸轮时用力均匀，操作平稳，手感舒服，并且避免了两个控制位置之间的“停滞点”现象。

#### 附图说明

[0022] 图 1A 示出所述棘轮机构 100 处在静止（初始）位置；

[0023] 图 1B 示出所述棘轮 110 由图 1A 所示的静止（初始）位置开始向下一个控制位置转动；

[0024] 图 1C 是典型的棘轮机构在凸轮旋转到停滞点位置时的示意图；

[0025] 图 1D 是典型的棘轮机构在凸轮越过停滞点位置之后的示意图；

[0026] 图 1E 是典型的棘轮机构在凸轮逆时针旋转 60 度时的示意图；

[0027] 图 2A 是本发明步进式棘轮机构 200 的部件凸轮轴机构 201 和执行机构 202 的透视图；

[0028] 图 2B 是本发明步进式棘轮机构 200 的部件凸轮轴机构 201 和执行机构 202 的组装透视图；

[0029] 图 2C 是步进式棘轮机构 200 中凸轮轴机构 201、执行机构 202 和棘爪装置（250、260）的组装透视图；

[0030] 图 2D 是本发明的棘爪臂的示意图；

[0031] 图 2E 是执行机构 202 从 E 方向看的主视图；

[0032] 图 2F 是凸轮轴圆盘 220 从 F 方向看的主视图；

[0033] 图 2G 是本发明的凸轮轴圆盘 220 和驱动凸轮 208 装配在一起时的部分剖视图；

[0034] 图 3A 是本发明旋转开关 300 的透视图；

- [0035] 图 3B 是本发明旋转开关沿图 3A 中 A-A 线的剖视图；
- [0036] 图 3C 是本发明旋转开关沿图 3A 中 D-D 和 F-F 线的剖视图；
- [0037] 图 4A 示出旋转开关在初始位置时凸轮轴圆盘 220 与驱动凸轮 208 的相对位置情况；
- [0038] 图 4B 示出驱动凸轮 208 被逆时针旋转一角度后，凸轮轴圆盘 220 与驱动凸轮 208 的相对位置情况；
- [0039] 图 4C 示出驱动凸轮 208 被继续逆时针旋转一角度后，凸轮轴圆盘 220 与驱动凸轮 208 的相对位置情况；
- [0040] 图 4D 示出驱动凸轮 208 被继续逆时针旋转到 60 度时，凸轮轴圆盘 220 与驱动凸轮 208 的相对位置情况；
- [0041] 图 5A-5C 表示在步进角分别为 30 度、45 度及 90 度时，凸轮轴圆盘 220 上的定位槽、驱动凸轮 208 上的角状齿及两个棘爪之间的位置关系。

### 具体实施方式

- [0042] 本发明附图标记说明如下：
- [0043] 棘轮机构 100、棘轮 110、棘齿 111、棘爪装置 120、横臂 121、棘爪 122；
- [0044] 棘轮机构 200、凸轮轴机构 201、执行机构 202、旋钮安装圆环 205、执行圆盘 206、突起圆台 207，驱动凸轮 208、扇形凹槽 211、定位槽 212、内弹簧 213、凸轮轴 215、凸轮轴圆盘 220（其功能相当于前述的与凸轮轴共轴的棘轮 110）、扇形凹槽 222、空腔 231、角状齿 235、上棘爪装置 250、外弹簧 251、棘爪臂 252，销子 253、254、上棘爪 255、下棘爪装置 260、外弹簧 261、棘爪臂 262、销子 263、264、下棘爪 265；
- [0045] 旋转开关 300、外壳 301、开关触片 302、上外壳 311、下外壳 312、凹槽 321、322、导电板 341、342、导电触点 343、344、导电桥 345、弹簧 346、347、导电板 351、352、导电触点 353、354、导电桥 355、弹簧 356、357。
- [0046] 下面结合附图来进一步说明本发明的实施方式。
- [0047] 图 2A 是本发明步进式棘轮机构 200 的部件凸轮轴机构 201 和执行机构 202 的透视图。如图 2A 所示，本发明的棘轮机构 200 包括：凸轮轴机构 201 和执行机构 202。图 2A 中棘轮机构 200 的部件是从凸轮轴机构 201 的后端（或从执行机构 202 的前端）的方向（箭头 E 所指方向）进行观察的。凸轮轴机构 201 包括凸轮轴 215，它沿轴向设置了多个凸轮（图示为 12 个），用来控制多个（12 组）开关触片 302（见图 3A）的接通和断开机构。凸轮轴机构 201 有一个具有一定厚度  $W_1$  的凸轮轴圆盘 220（从动盘）。凸轮轴圆盘 220 圆周上均匀分布（即以 120 度为间隔）有三个定位槽 212（定位槽 212<sub>A</sub>，212<sub>B</sub>，212<sub>C</sub>）。凸轮轴 215（从动轴）与凸轮轴圆盘 220 的后表面相连。
- [0048] 如图 2A 所示，执行机构 202 有一个执行圆盘 206（驱动盘），执行圆盘 206 的后表面连有一个旋钮安装圆环 205，用于安装开关旋钮（图中未示出）。执行圆盘 206 的前表面有一突起圆台 207，突起圆台 207 上有一突起的驱动凸轮 208（具有厚度  $W_2$ ），驱动凸轮 208 上有一半径为  $R_1$  的内底圆，和半径为  $R_2$  的外顶圆，驱动凸轮 208 的内底圆圆周上均匀分布（即以 120 度为间隔）有三个角状齿 235（角状齿 235<sub>A</sub>，235<sub>B</sub>，235<sub>C</sub>）。驱动凸轮 208 上有两个对称布置的扇形凹槽 222，凹槽的剖面是半圆形的。两个对称的扇形凹槽 222 分别用来

容纳弹性元件,弹性元件优选为弹簧,称它为内弹簧 213。扇形凹槽 222 中的内弹簧 213(在直径方向)的一半正好置入扇形凹槽 222 中,而(在直径方向)另一半正好置入凸轮轴圆盘 220 上的扇形凹槽 211 中(参见图 2B)。扇形凹槽 222 和扇形凹槽 211 合拢后就构成容纳全部内弹簧 213 的空腔 231(参见图 2G)。

[0049] 图 2B 是本发明的步进式棘轮机构 200 的部件凸轮轴机构 201、执行机构 202 和棘爪装置(250、260)的组装透视图。图 2B 中棘轮机构 200 的部件是从凸轮轴机构 201 的前端(或从执行机构 202 的后端)的方向(箭头 F 所指方向)进行观察的。如图 2B 所示,凸轮轴圆盘 220 的前端面有两个对称布置的扇形凹槽 211,凹槽的剖面是半圆形的,两个对称的扇形凹槽 211 分别用来容纳内弹簧 213。内弹簧 213(在直径方向)的一半正好置入扇形凹槽 211 中,而(在直径方向)内弹簧 213 的另一半置入驱动凸轮 208 上的扇形凹槽 222 中(参见图 2A)。扇形凹槽 222 和扇形凹槽 211 合拢后就构成容纳全部内弹簧 213 的空腔 231(参见图 2G)。

[0050] 图 2B 中,棘轮机构 200 还包括 2 个棘爪装置,即上棘爪装置 250 和下棘爪装置 260。上棘爪装置 250 包括外弹簧 251,棘爪臂 252,销子 253、254;下棘爪装置 260 包括外弹簧 261,棘爪臂 262,销子 263、264。棘爪臂 252、262 的前端弯曲部分(另参见图 2D)分别为棘爪 255、265;棘爪 255、265 的厚度适合插入凸轮轴圆盘 220 的定位槽 212 中。棘爪 255、265 的宽度  $W$  大于凸轮轴圆盘 220 的厚度  $W_1$ ,因此棘爪 255 落入定位槽 212 后,棘爪 255、265 在其宽度方向还有剩余部分,该剩余部分就搁置在驱动凸轮 208 的轮缘上。也就是说,当凸轮轴圆盘 220 和驱动凸轮 208 相对合在一起时,棘爪 255(或棘爪 265)同时搁置在凸轮轴圆盘 220 的轮缘上(或落入凸轮轴圆盘 220 的定位槽中)和驱动凸轮 208 的轮缘上。图 2B 中,旋钮安装圆环 205 上有一安装孔 270 和一固定键 271,用于安装开关旋钮(图中未示出)。

[0051] 图 2C 是步进式棘轮机构 200 中的凸轮轴机构 201、执行机构 202 和棘爪装置(250、260)的组装透视图。如图 2C 所示,凸轮轴机构 201、执行机构 202 和棘爪装置(250、260)已装配到一起。此时,凸轮轴机构 201 的凸轮轴圆盘 220 和执行机构 202 的驱动凸轮 208 面对面地相对装配,使得凸轮轴圆盘 220 端面上的两个扇形凹槽 211 和驱动凸轮 208 端面上的两个扇形凹槽 222 互相合拢形成两个空腔 231,分别用来容纳内弹簧 213(如图 2G 状态一所示)。并且,因为棘爪 255、265 的宽度  $W$  约等于凸轮轴圆盘 220 的厚度  $W_1$  与驱动凸轮 208 的厚度  $W_2$  之和,所以棘爪可以同时搁置在组装后的凸轮轴圆盘 220 的轮缘上(或落入凸轮轴圆盘 220 的定位槽 212 中)和驱动凸轮 208 的轮缘上。

[0052] 图 2D 是本发明的棘爪臂的示意图。棘爪臂 252、262 的前端向下弯曲的部分形成棘爪 255、265,棘爪 255、265 的宽度为  $W$ 。

[0053] 图 2E 是执行机构 202 从 E 方向看的主视图。图 2F 是凸轮轴圆盘 220 从 F 方向看的主视图。如图 2E 所示,驱动凸轮 208 的内底圆半径记为  $R_1$ ,外顶圆半径记为  $R_2$ ,三个角状齿 235(角状齿 235<sub>A</sub>, 235<sub>B</sub>, 235<sub>C</sub>)的顶点内接于外顶圆。如图 2F 所示,凸轮轴圆盘 220 的定位槽 212 的底部到凸轮轴中心的距离记为  $R_3$ ,凸轮轴圆盘 220 的半径记为  $R_4$ 。 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$  有如下关系:驱动凸轮 208 的内底圆半径  $R_1$  等于(或约等于)凸轮轴圆盘 220 的定位槽 212 的底部到凸轮轴圆盘中心的距离  $R_3$ ;驱动凸轮 208 的外顶圆半径  $R_2$  等于或略大于凸轮轴圆盘 220 的半径  $R_4$ 。显然,驱动凸轮 208 的外顶圆半径  $R_2$  大于其内底圆半径  $R_1$ ;凸轮轴圆盘 220 的半径  $R_4$  大于定位槽 212 的底部到凸轮轴圆盘中心的距离  $R_3$ ;凸轮轴圆盘 220 的



半径  $R_4$  大于驱动凸轮 208 的内底圆半径  $R_1$ 。如图 2E 所示,驱动凸轮 208 上的两个扇形凹槽 222 的对称轴线标记为 L1,角状齿 235.<sub>B</sub> 齿顶和凸轮轴中心的连线与 L1 的夹角为  $60^\circ$ 。如图 2F 所示,凸轮轴圆盘 220 上的两个扇形凹槽 211 的对称轴线标记为 L2,而且 L2 也是通过定位槽 212.<sub>A</sub> 的对称轴线。这样,当扇形凹槽 222 与扇形凹槽 211 重合时,即 L1 与 L2 重合时,角状齿 235.<sub>A</sub> 与定位槽 212.<sub>A</sub> 的夹角约为 60 度(步进角为 60 度)。

[0054] 图 2G 是本发明的凸轮轴圆盘 220 和驱动凸轮 208 装配在一起时的部分剖视图。当执行机构 202 与凸轮轴机构 201 装配在一起时(见图 2C),凸轮轴圆盘 220 上的扇形凹槽 211 和驱动凸轮 208 上的扇形凹槽 222 相互合拢即形成如图所示的、放置内弹簧 213 的空腔 231(如状态一所示)。在状态一中,内弹簧 213 处于自由状态,未被压缩;或为了工作可靠,对内弹簧 213 可稍有预压缩。

[0055] 在状态二中,驱动凸轮 208 被逆时针转动,而凸轮轴圆盘 220 保持静止状态(因为棘爪 255 或 265 卡在凸轮轴圆盘 220 上的定位槽 212 中),所以扇形凹槽 211 与扇形凹槽 222 互相错开,内弹簧 213 被压缩,储存弹性势能。这时内弹簧 213 的作用力(图示方向向左)对凸轮轴圆盘 220 形成逆时针方向的力矩。

[0056] 在状态三中,当驱动凸轮 208 被逆时针转动到 60 度时,棘爪 255(或 265)被推出凸轮轴圆盘 220 上的定位槽 212,内弹簧 213 释放储存弹性势能,将凸轮轴圆盘 220 逆时针转动 60 度,凸轮轴圆盘 220 上的扇形凹槽 211 和驱动凸轮 208 上的扇形凹槽 222 相互合拢,重新形成如状态一所示的空腔 231(详细的操作过程见图 4A-图 4D 的描述)。

[0057] 图 3A 是本发明旋转开关 300 的透视图。旋转开关 300 有一个外壳 301,它由上外壳 311 和下外壳 312 组成,如图 2C 所示的棘轮机构 200(包括凸轮轴机构 201,执行机构 202,和棘爪装置 250、260)装配在上外壳 311 和下外壳 312 之间。上外壳 311 和下外壳 312 上各有 6 组(12 个)开关触片 302。(即共有 12 组 24 个开关触片)。每组开关触片在一凸轮控制下能够接通或断开,举例说,开关触片 302.<sub>a</sub> 和 302.<sub>B</sub> 是一组,开关触片 302.<sub>g</sub> 和 302.<sub>G</sub> 是一组。

[0058] 图 3B 是本发明旋转开关沿图 3A 中 A-A 线的剖视图。如图 3B 所示,棘轮机构 200(包括凸轮轴机构 201,执行机构 202,和棘爪装置 250、260)被装入旋转开关的上下外壳 311、312 之间。在安装时,可先将凸轮轴机构 201、执行机构 202 和棘爪装置 250、260 组装好后(见图 2C),再将上外壳 311 和下外壳 312 合上,这样就可将凸轮轴机构 201、执行机构 202 和棘爪装置固定在旋转开关外壳 301 内。执行机构 202 安装在旋转开关外壳 301 的前部,凸轮轴机构 201 横穿过旋转开关外壳 301 的中部和后部。

[0059] 上、下外壳 311、312 各有一个半圆形凹槽 321、322,凹槽 321、322 合拢正好可容纳执行机构 202 上的执行圆盘 206,而凹槽壁 313 和突起圆台 207 相对。上、下外壳 311、312 与凸轮轴机构 201 和执行机构 202 的配合间隙应能满足使凸轮轴机构 201 和执行机构 202 在开关外壳 301 中能顺利旋转的要求。当凸轮轴 215 旋转时,其上的凸轮可以控制 12 对开关触片 302 的接通和断开机构。当执行机构 202 旋转时,可以通过内弹簧 213 的弹性力带动凸轮轴机构 201 旋转。因为上棘爪 255 和下棘爪 265 的宽度  $W$  等于或约等于凸轮轴圆盘 220 的厚度  $W_1$  与驱动凸轮 208 的厚度  $W_2$  之和,所以上棘爪 255 和下棘爪 265 能够同时搁置在驱动凸轮 208 的轮缘上和凸轮轴圆盘 220 的轮缘上(或落入凸轮轴圆盘 220 的定位槽 212 中)。

[0060] 图 3C 是本发明旋转开关沿图 3A 中 D-D 和 F-F 线的剖视图,用于显示开关触片控制机构。通过这两个剖视图来举例说明凸轮轴上的某两个凸轮接通或切断与其相对应的两组开关触片的工作原理。其他凸轮接通或切断与其相对应的其他组开关触片的工作原理与此相同。

[0061] 如图 3C 所示,开关触片控制机构中有一导电桥 345(355),其上有一弓形突出部,这样在凸轮转动 360 度的周期内,在某个角度范围,凸轮的一部分会推动导电桥 345(355)的弓形突出部;而在其他角度范围,凸轮的其他部分脱离导电桥 345(355)的弓形突出部。导电桥 345(355)的两端装有一对导电触点 343、344(353、354),导电触点的后面有一对安装在外壳体上的弹簧 346、347(356、357)。导电触点 343、344(353、354)的下方有一对导电板 341、342(351、352),导电板 341、342(351、352)分别与两个(一组)开关触片相连。所以当凸轮和导电桥 345(355)弓形部不接触时,弹簧 346、347(356、357)的弹力将导电触点 343、344(353、354)紧密地压在导电触板 341、342(351、352)上,形成两个导电触点之间的电器通路。当凸轮和导电桥 345(355)弓形突出部接触时,克服弹簧 346、347(356、357)的弹力,使导电触点 343、344(353、354)离开导电板 341、342(351、352),以断开两个导电触点之间的电器通路。

[0062] 在此,外壳和凸轮都是绝缘体,而导电板、导电触点、导电桥都是导体。

[0063] 如 F-F 剖视图所示,下外壳中的开关触片 302. k 和 302. K 处于导通状态。电流依次流经开关触片 302. k、导电板 351、导电触点 353、导电桥 355、导电触点 354、导电板 352,最后到达开关触片 302. K。这时从图上可看出凸轮轴 215 上的一个凸轮与导电桥 355 是不接触的,他们之间有间隙。而弹簧 356 和 357 通过导电触点 353、354 将导电桥 355 两端压在导电板 351 和 352 上,因此开关触片 302. k 和 302. K 之间是导通的。

[0064] 如 D-D 剖视图所示,上外壳中的开关触片 302. b 和 302. B 处于断开状态。由于凸轮轴 215 上的一个凸轮将导电桥 345 向上顶,导电桥 345 向上抬升的过程中,弹簧 346、347 被压缩。这时导电触点 343、344 分别与导电板 341、342 分开,因此开关触片 302. b 和 302. B 断开。

[0065] 图 4A、4B、4C、4D 是一些剖视图,用来具体介绍旋转开关从一个控制位置旋转到下一个控制位置的工作原理。在不同的控制位置上,开关触片形成不同的电器连接通路。

[0066] 凸轮轴机构 201 和执行机构 202 实际上是合在一起形成互动来进行工作的。但为了更清楚的介绍工作原理,本发明提供了沿图 3B 中 B-B 和 C-C 线的两个剖视图,以显示实际工作中凸轮轴圆盘 220 与驱动凸轮 208 相对位置的变化情况。B-B 剖视图可以看清驱动凸轮 208 的位置变化情况;C-C 剖视图可以看清凸轮轴圆盘 220 的位置变化情况。

[0067] 图 4A 示出旋转开关在初始位置时凸轮轴圆盘 220 与驱动凸轮 208 的相对位置情况。如图 4A 沿图 3B 中 C-C 线的剖视图所示,上棘爪装置 250 包括上棘爪臂 252,上棘爪臂 252 前端有上棘爪 255,上棘爪臂 252 通过销子 253 可旋转地安装在上外壳 311 上。外弹簧 251 一端钩在上棘爪臂 252 上,另一端钩在销子 254 上,销子 254 固定在上外壳 311 上。同样的,下棘爪臂 262 通过销子 263 可旋转地安装在下外壳 312 上,外弹簧 261 一端钩在下棘爪臂 262 上,另一端钩在销子 264 上,销子 264 固定在下外壳 312 上。外弹簧 251、261 对棘爪臂 252、262 施加有预拉力(或偏置力),使棘爪 255、265 有向凸轮轴中心运动的倾向。这样,当定位槽 212 运动到棘爪 255、265 所在的位置时,棘爪 255、265 就会迅速落入定位槽

212 中。

[0068] 如图 4A 沿图 3B 中 C-C 线的剖视图所示,旋转开关在初始位置时,上棘爪装置 250 上的棘爪 255 落入定位槽 212<sub>A</sub> 中,锁住凸轮轴机构 201,使之不能转动;下棘爪装置 260 上的棘爪 265 处于定位槽 212<sub>B</sub> 与 212<sub>C</sub> 之间的中间位置。需要说明的是,棘爪 255 在宽度方向只有一部分落入定位槽 212 中,而棘爪 255 在宽度方向的剩余部分则搁置在驱动凸轮 208 的轮缘上(参见 B-B 剖视图中的棘爪 255)。

[0069] 如图 4A 沿图 3B 中 B-B 线的剖视图所示,旋转开关在初始位置时,上棘爪 255 在宽度方向有一部分搁置在驱动凸轮 208 的轮缘上,并处于角状齿 235<sub>A</sub> 与 235<sub>B</sub> 之间的中间位置;下棘爪 265 在宽度方向有一部分搁置在驱动凸轮 208 上的角状齿 235<sub>C</sub> 齿顶上。

[0070] 在如图 4A 所示的初始位置时,凸轮轴圆盘 220 上的扇形凹槽 211 和驱动凸轮 208 上的扇形凹槽 222 相互完全合拢形成空腔,位于空腔内的弹簧 213 不受压缩,处于自由状态,如图 2G 中的状态一所示。

[0071] 棘爪臂也可以是一个由记忆合金做成的弹性金属片,该弹性金属片直接固定在外壳上,从而可以省略外弹簧,在安装时,棘爪臂前端的棘爪预置在定位槽 212 中。

[0072] 图 4B 示出驱动凸轮 208 被逆时针旋转一角度后,凸轮轴圆盘 220 与驱动凸轮 208 的相对位置情况。如图 4B 沿图 3B 中 C-C 线的剖视图所示,因为棘爪 255 落入定位槽 212<sub>A</sub> 中,锁住凸轮轴机构 201,从而使凸轮轴圆盘 220 的位置保持不变。如图 4B 沿图 3B 中 B-B 线的剖视图所示,驱动凸轮 208 逆时针旋转约 30 度,由于凸轮轴圆盘 220 的位置保持不变,扇形凹槽 211 与扇形凹槽 222 互相错开,内弹簧 213 开始被压缩,储存了一部分势能,如图 2G 中的状态二所示。当驱动凸轮 208 沿逆时针方向旋转时,角状齿 235<sub>A</sub> 逐渐向棘爪 255 靠近,从而定位槽 212<sub>A</sub> 中的棘爪 255 逐渐接近驱动凸轮 208 上的上升斜面(因为驱动凸轮 208 的外顶圆半径  $R_2$  大于内底圆半径  $R_1$ ),这个上升斜面会逐渐将原来落在定位槽 212<sub>A</sub> 中的棘爪 255 向外推出。

[0073] 在图 4B 中 B-B 剖视图中,棘爪 265 搁置在凸轮轴圆盘 220 的轮缘上,由于凸轮轴圆盘 220 的半径  $R_4$  大于驱动凸轮 208 的内底圆半径  $R_1$ ,故棘爪 265 与驱动凸轮 208 之间留有间隙,不会阻碍驱动凸轮 208 的转动。

[0074] 图 4C 示出驱动凸轮 208 被继续逆时针旋转一角度后,凸轮轴圆盘 220 与驱动凸轮 208 的相对位置情况。如图 4C 沿图 3B 中 B-B 线的剖视图所示,驱动凸轮 208 逆时针旋转约 55 度后,定位槽 212<sub>A</sub> 中的棘爪 255 逐渐接近驱动凸轮 208 上的上升斜面的顶点(即角状齿 212<sub>A</sub> 的齿顶),此时这个上升斜面几乎要将定位槽 212 中的棘爪 255 向外推出,但仍尚未推出。因此,凸轮轴圆盘 220 仍然保持在原来的位置不变,扇形凹槽 211 与扇形凹槽 222 进一步互相错开,内弹簧 213 进一步被压缩。

[0075] 图 4D 示出驱动凸轮 208 被继续逆时针旋转到 60 度时,凸轮轴圆盘 220 与驱动凸轮 208 的相对位置情况。

[0076] 如图 4D 沿图 3B 中 B-B 线的剖视图所示,在驱动凸轮 208 逆时针旋转 60 度(步进角)时,这时上棘爪 255 处在角状齿 235<sub>A</sub> 的齿顶上,从而将落在定位槽 212<sub>A</sub> 中的上棘爪 255 完全推出定位槽 212<sub>A</sub>。

[0077] 如图 4D 沿图 3B 中 C-C 线的剖视图所示(当上棘爪 255 处在角状齿 235<sub>A</sub> 的齿顶上时,参见图 4D 的 B-B 剖视图),在被压缩的内弹簧 213 的弹性力的推动下,凸轮轴圆盘 220

逆时针旋转。当凸轮轴圆盘 220 逆时针旋转 60 度,下棘爪 265 在外弹簧 261 拉力的作用下,落入定位槽 212.<sub>B</sub> 中,并且同时发出清脆的响声,凸轮轴圆盘 220 停止转动。内弹簧 213 恢复自由状态(或对内弹簧 213 可稍有预压缩的状态),如图 2G 中状态三所示。

[0078] 此时,在图 4D 沿图 3B 中 B-B 线的剖视图中,上棘爪 255 处在角状齿 235.<sub>A</sub> 的齿顶上,下棘爪 265 处在驱动凸轮 208 的角状齿 235.<sub>B</sub> 与 235.<sub>C</sub> 之间的中间位置;在图 4D 沿图 3B 中 C-C 线的剖视图中,上棘爪 255 处在定位槽 212.<sub>A</sub> 和 212.<sub>C</sub> 之间的中间位置,下棘爪 265 落在定位槽 212.<sub>B</sub> 中。

[0079] 如果驱动凸轮 208 再向下一开关位置逆时针旋转 60 度,驱动凸轮 208 的角状齿 235.<sub>B</sub> 就会将下棘爪 265 推出定位槽 212.<sub>B</sub>。当下棘爪 265 被推出定位槽 212.<sub>B</sub>,凸轮轴圆盘 220 就被内弹簧 213 的弹性力带动,而随之逆时针旋转 60 度,上棘爪 255 落入定位槽 212.<sub>C</sub> 中,下棘爪 265 处于角状齿 235.<sub>B</sub> 与 235.<sub>A</sub> 之间的中间位置。也就是说,每当驱动凸轮 208 逆时针旋转 120 度,上棘爪 255 和下棘爪 265 轮流落入定位槽 212(212.<sub>A</sub>,212.<sub>B</sub>,或 212.<sub>C</sub>) 中一次。

[0080] 本发明以步进角为 60 度(即,步进 6 次为 360 度)作为实施例来详尽描述其发明的原则。当步进角改变时,本发明工作原理不变,对凸轮轴圆盘 220 上的定位槽数量、驱动凸轮 208 上的角状齿数量以及下棘爪 265 与垂直线的夹角作相应的改变,仍能达到本发明的效果。

[0081] 图 5A-5C 表示在步进角分别为 30 度、45 度及 90 度时,凸轮轴圆盘 220 上的定位槽、驱动凸轮 208 上的角状齿及两个棘爪之间的位置关系。

[0082] 如图 5A 所示,当步进角为 30 度(即,步进 12 次为 360 度)时,则驱动凸轮 208 上角状齿数为 6 个,凸轮轴圆盘 220 上的定位槽为 6 个;驱动凸轮 208 上的角状齿和凸轮轴圆盘 220 上的定位槽相互错开 30 度安装;并且下棘爪 265 与垂直线成 30 度角。这样,驱动凸轮 208 每旋转 30 度,就有一个棘爪落入定位槽中。

[0083] 如图 5B 所示,当步进角为 45 度(即,步进 8 次为 360 度)时,则驱动凸轮 208 上角状齿数为 4 个,凸轮轴圆盘 220 上的定位槽为 4 个;驱动凸轮 208 上的角状齿和凸轮轴圆盘 220 上的定位槽相互错开 45 度安装;并且下棘爪 265 与垂直线成 45 度角。这样,驱动凸轮 208 每旋转 45 度,就有一个棘爪落入定位槽中。

[0084] 如图 5C 所示,当步进角为 90 度(即,步进 4 次为 360 度)时,则驱动凸轮 208 上角状齿数变成 2 个,凸轮轴圆盘 220 上的定位槽变成 2 个;驱动凸轮 208 上角状齿和凸轮轴圆盘 220 上的定位槽相互错开 90 度安装;并且下棘爪 265 与垂直线成 90 度角。这样,驱动凸轮 208 每旋转 90 度,就有一个棘爪落入定位槽中。

[0085] 另外,在本发明实施例中,本发明的棘轮机构使用在旋转开关中。对于本领域的人员来说,本发明的棘轮机构还能广泛地用于其他需要止回和定位作用的场合(如编码器“Encoder”)。

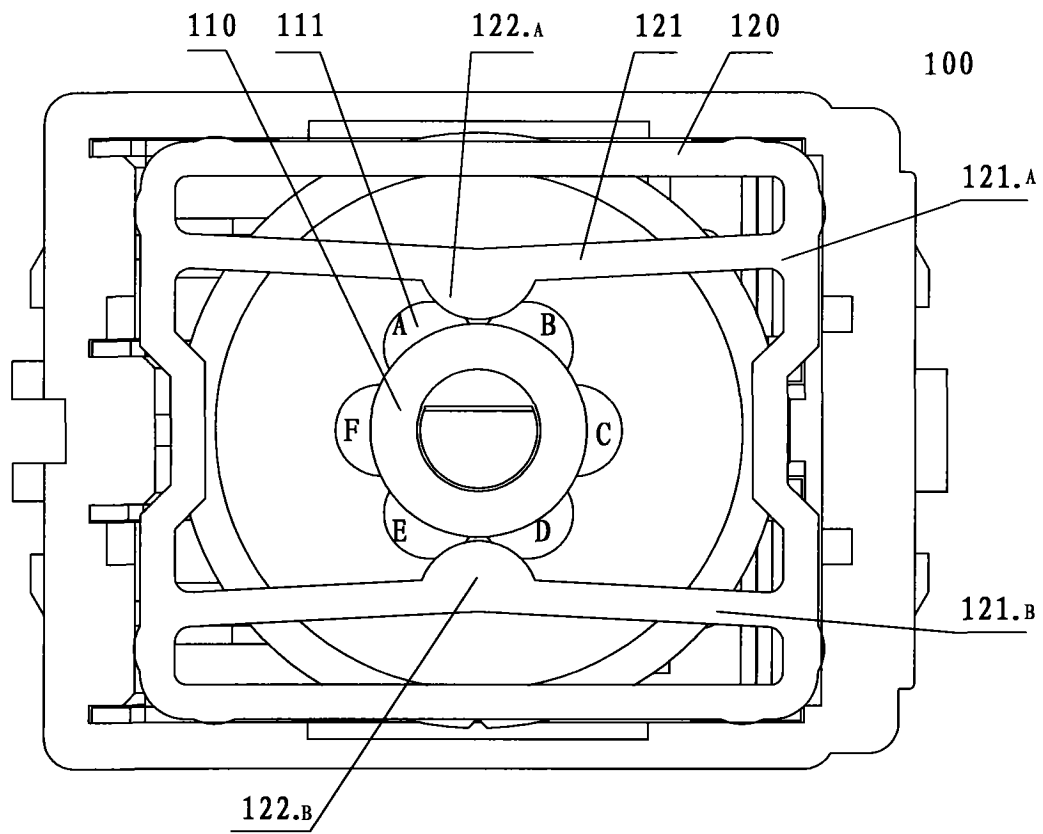


图 1A

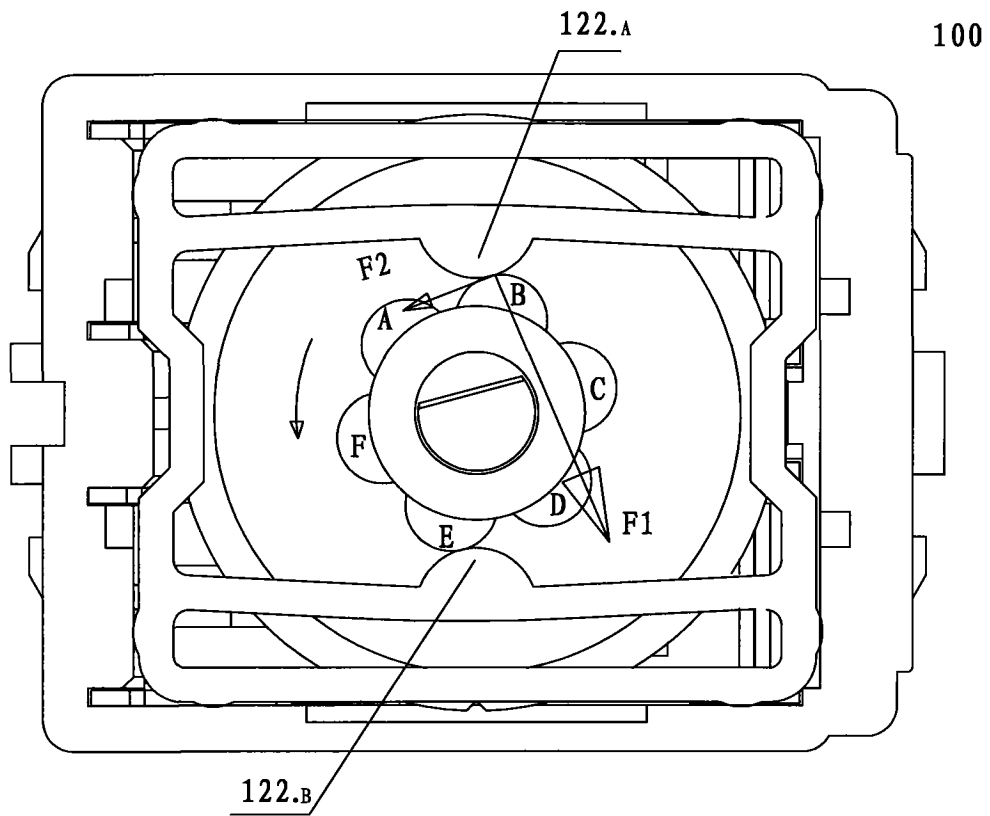


图 1B

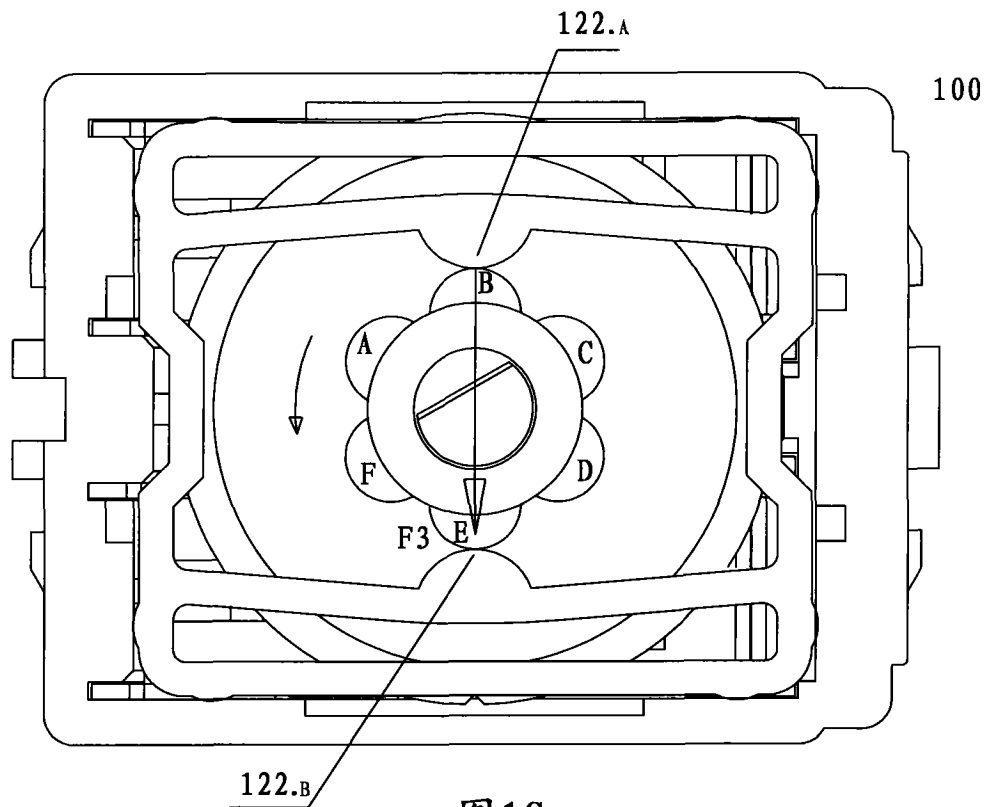


图1C

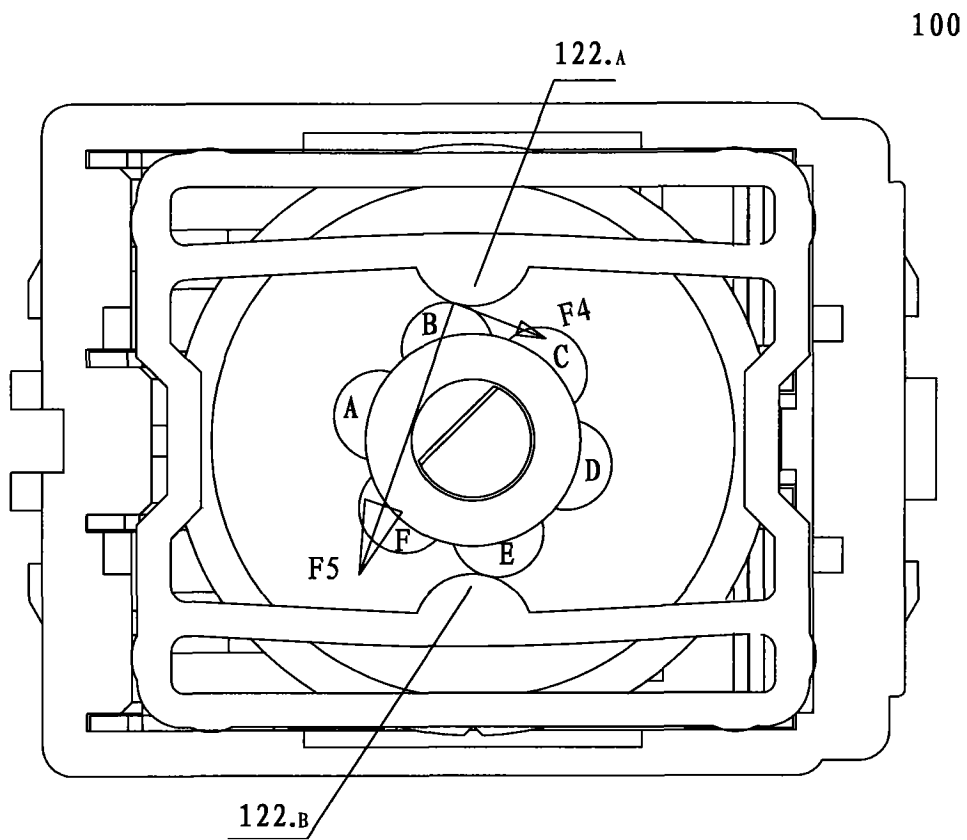


图 1D



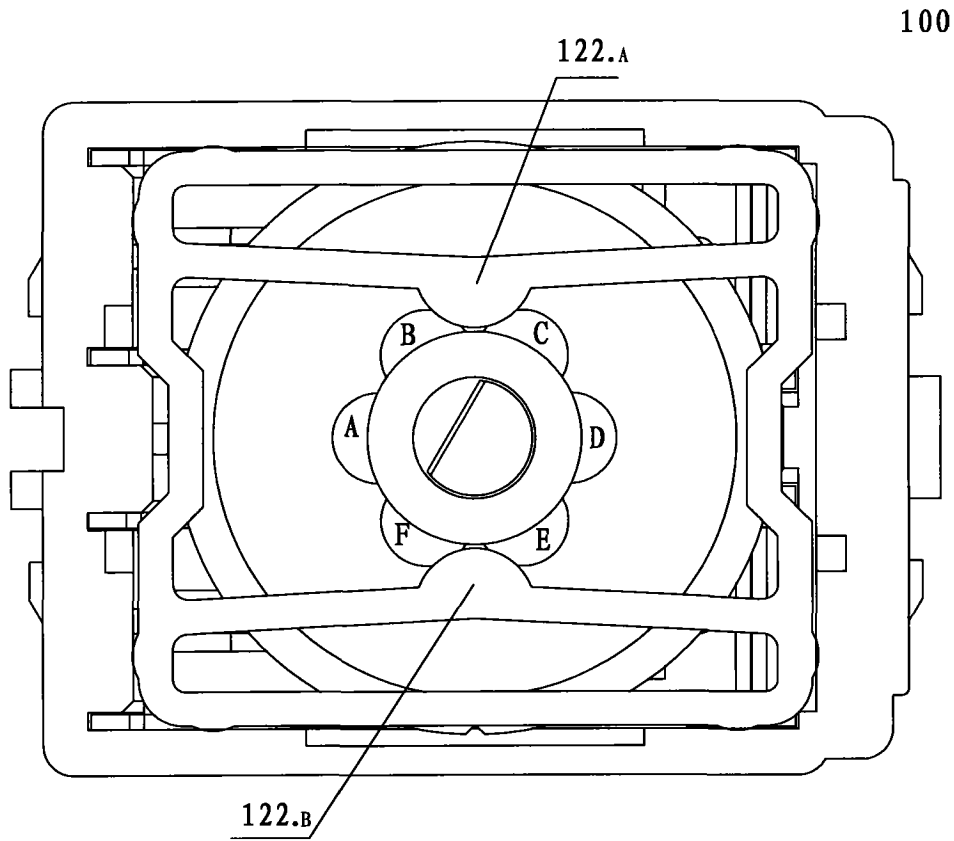


图 1E



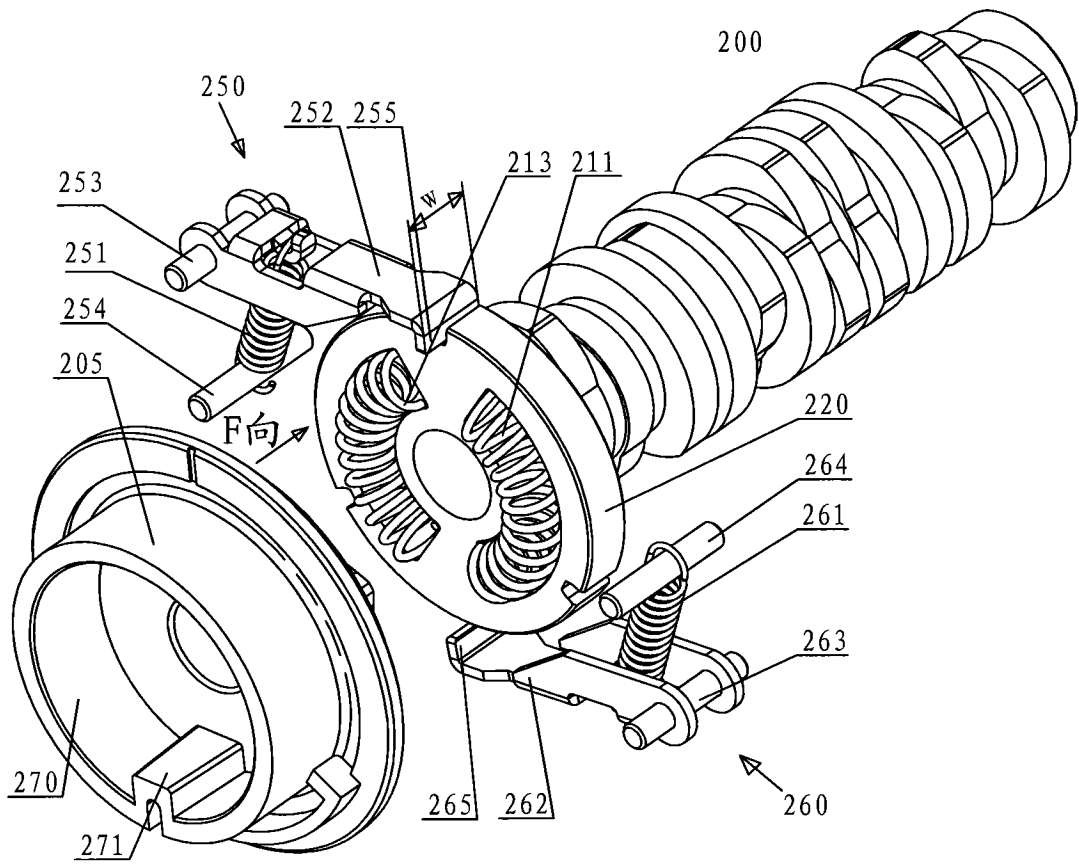


图 2B

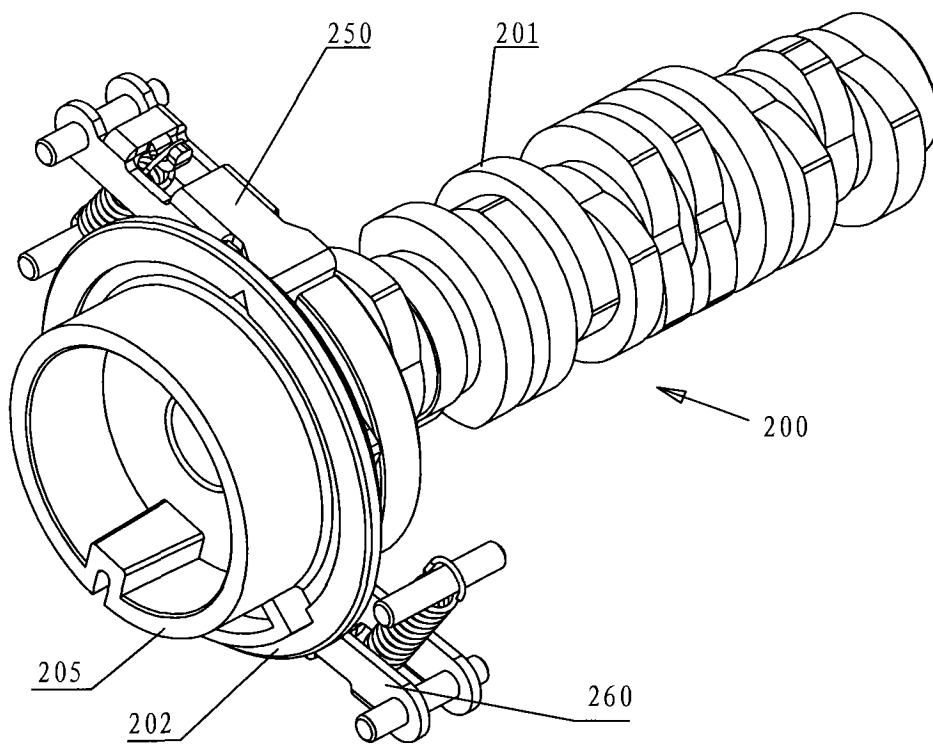


图 2C

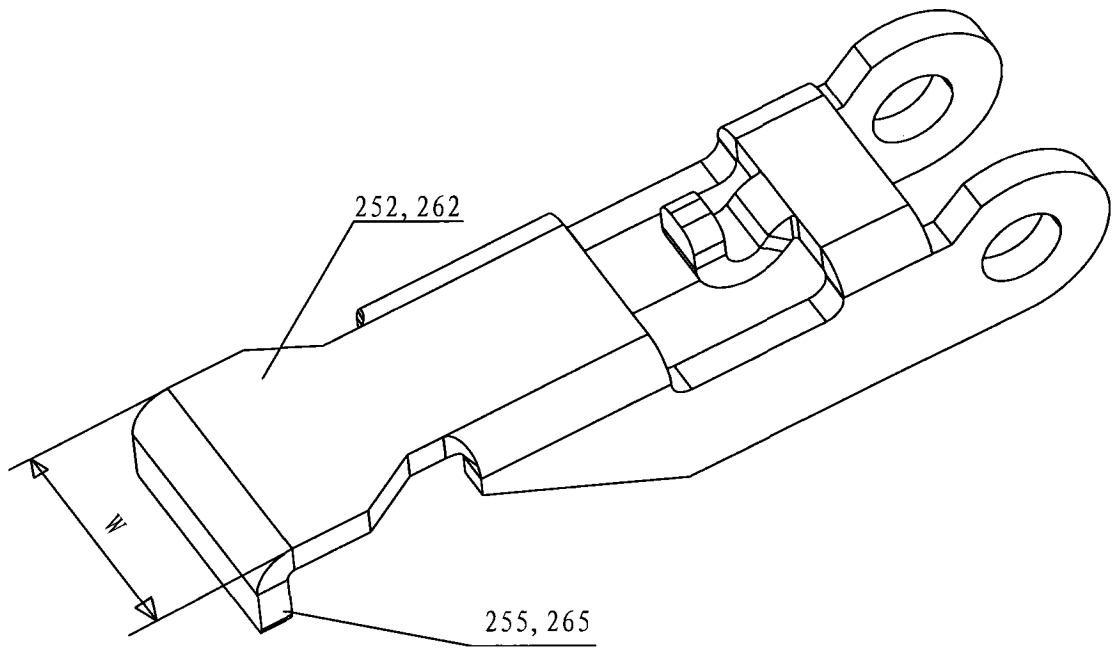


图 2D

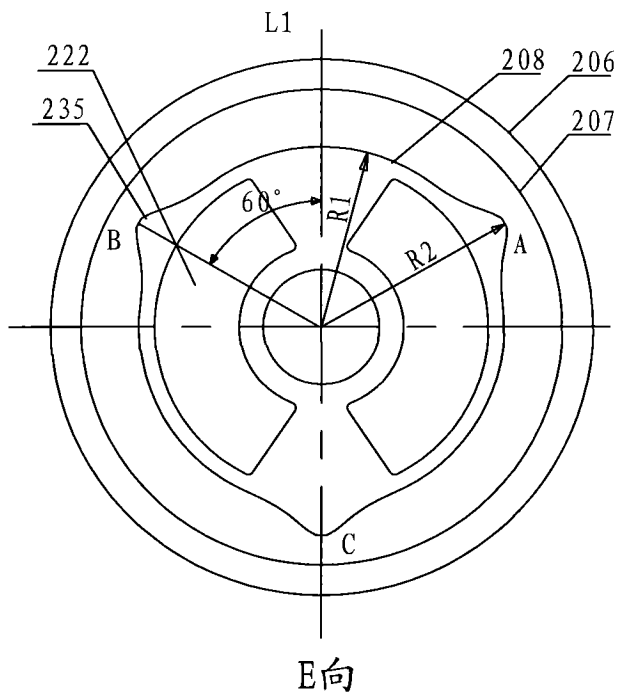


图 2E

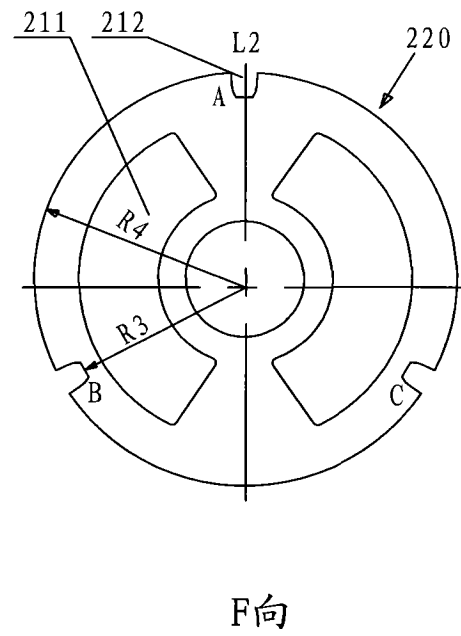


图 2F

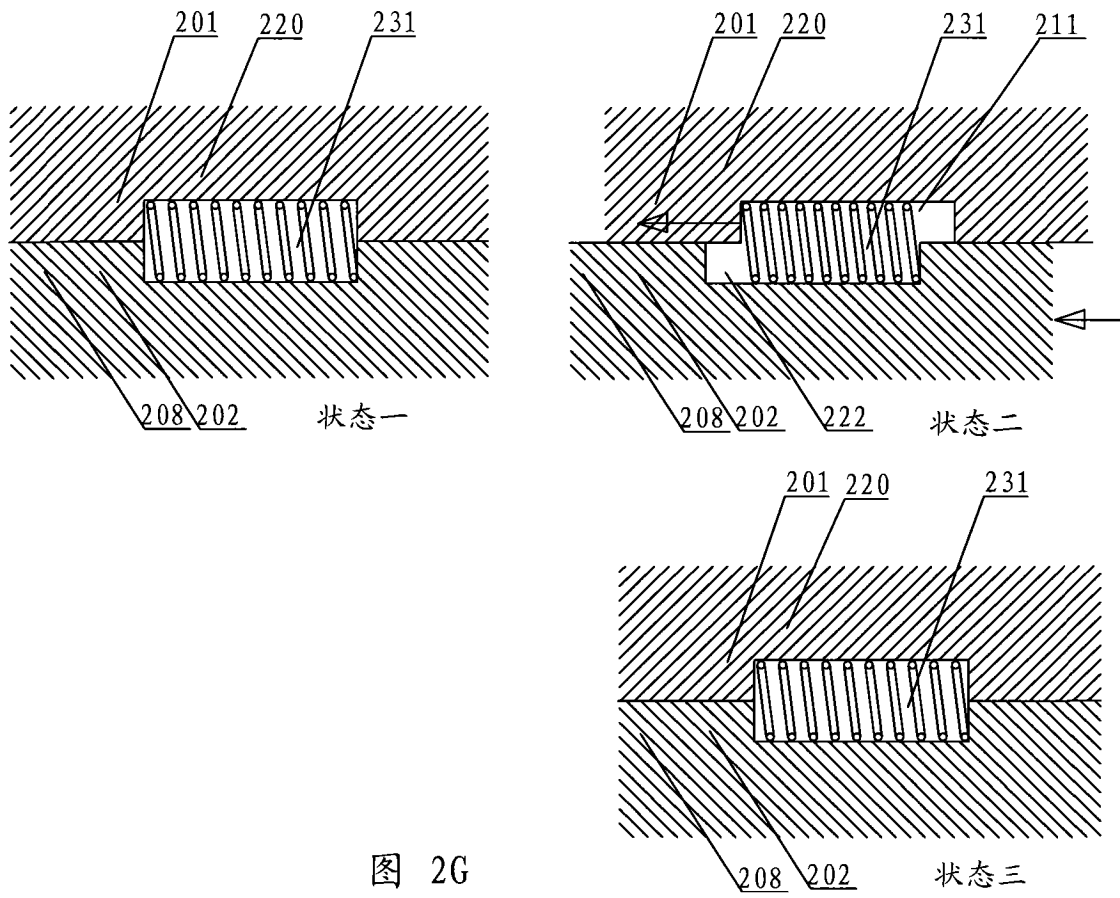


图 2G



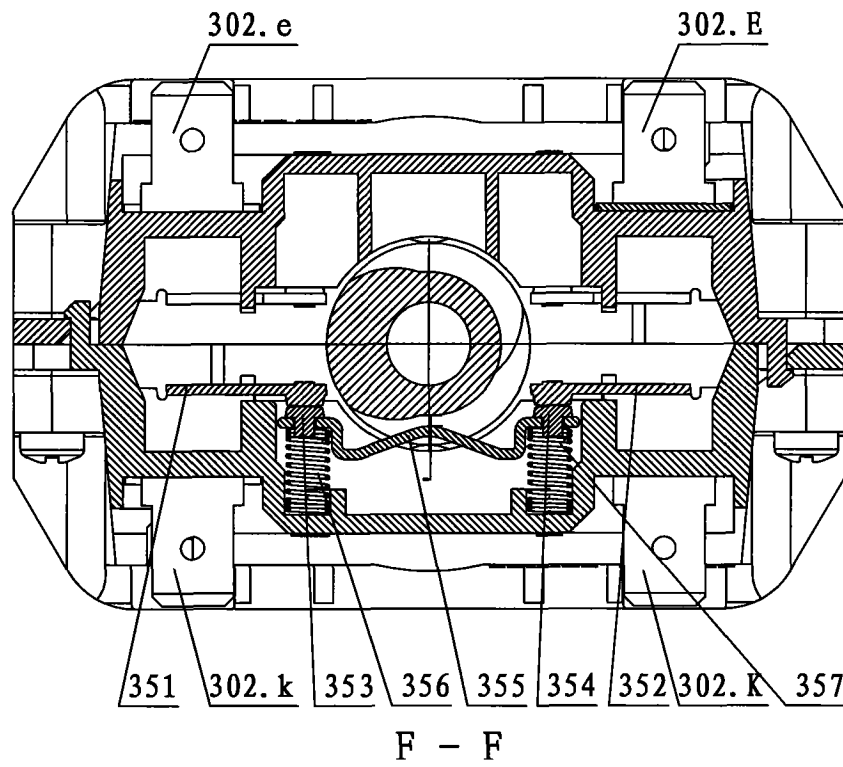
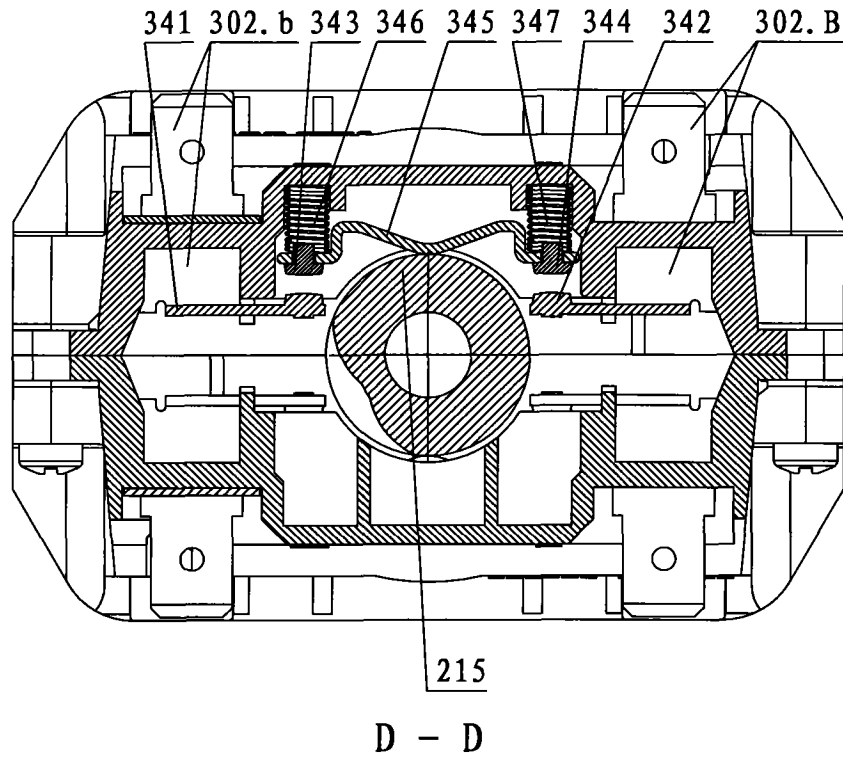


图 3C

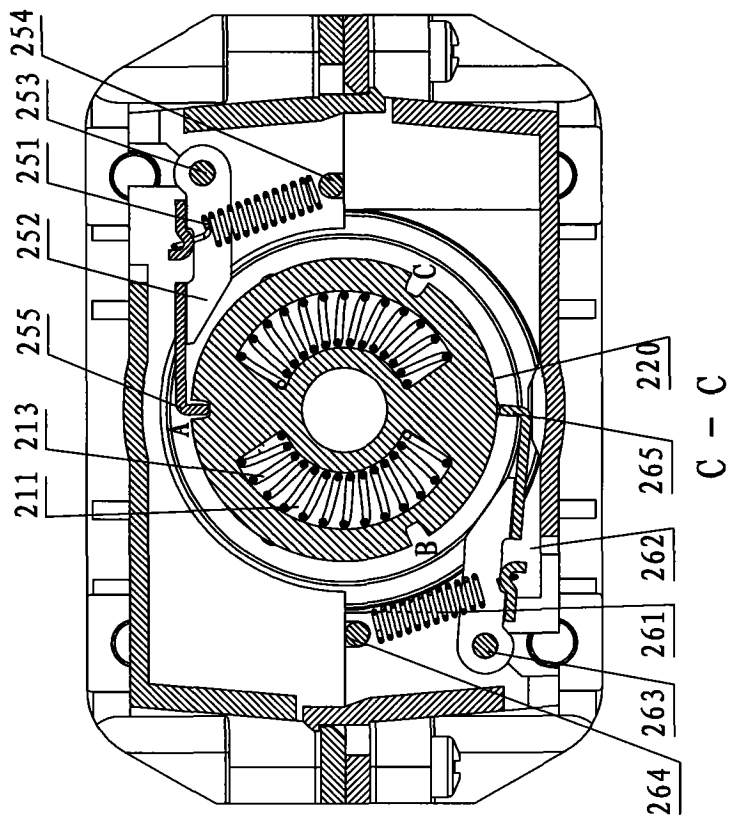
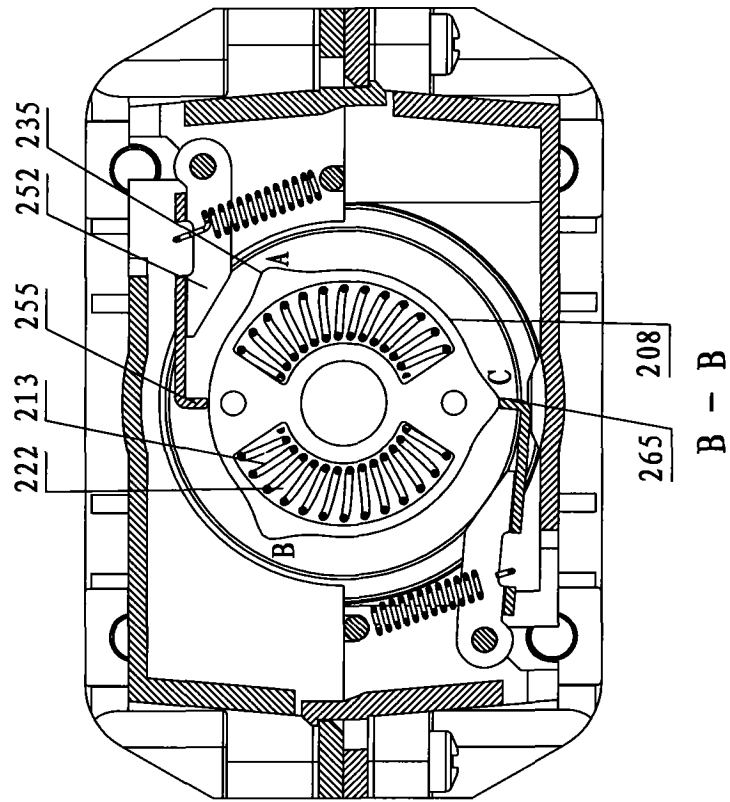


图 4A



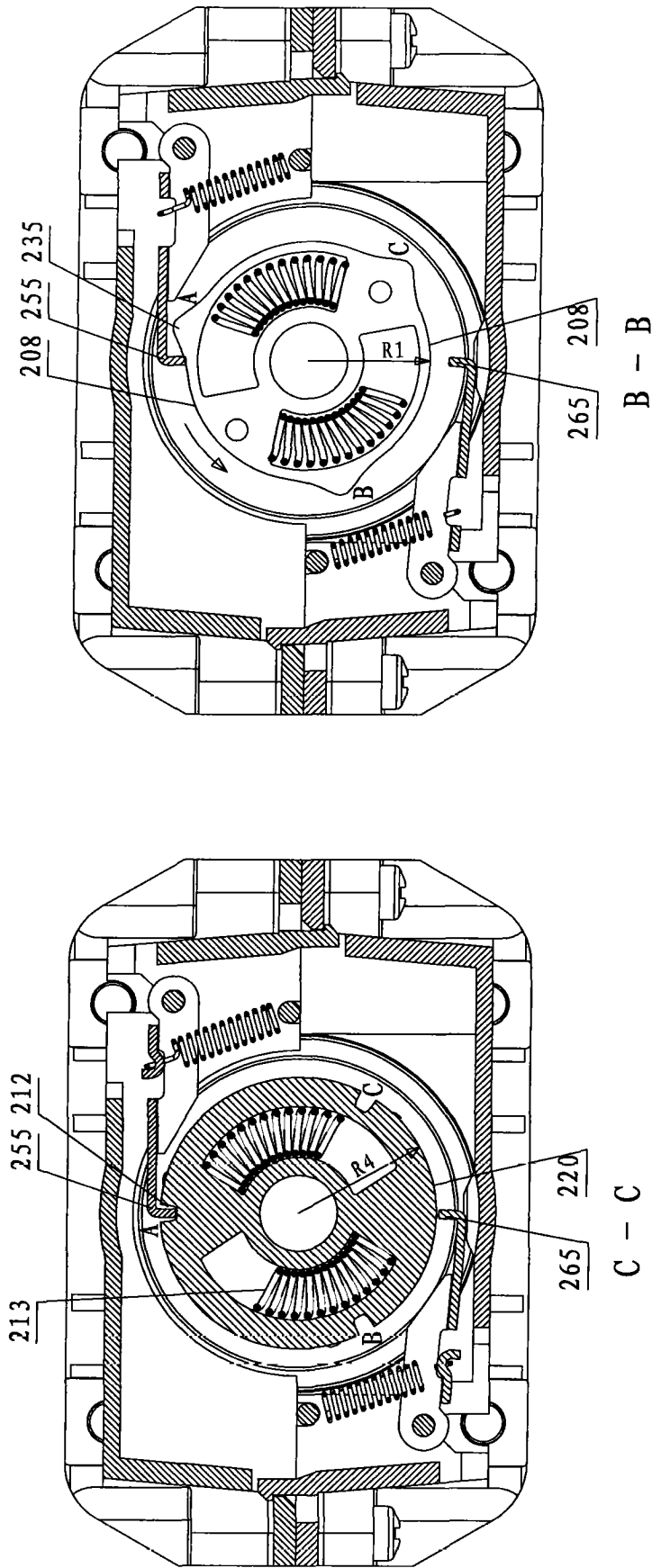
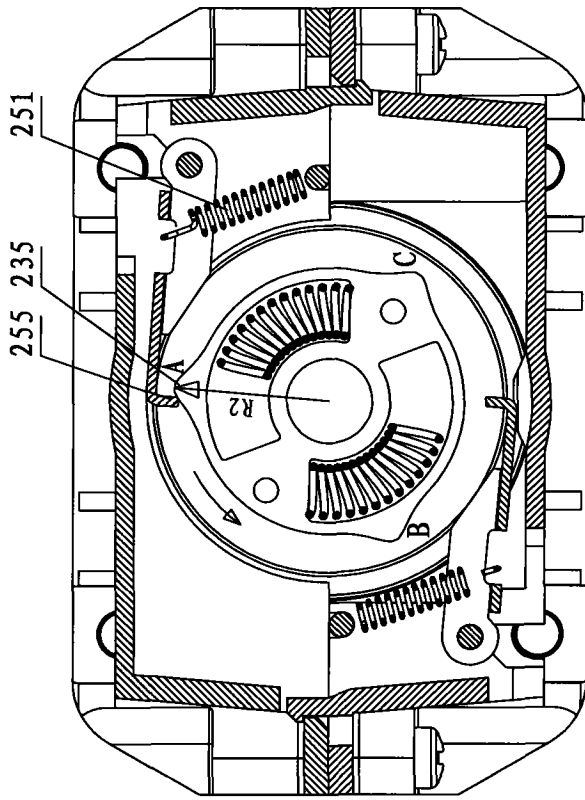
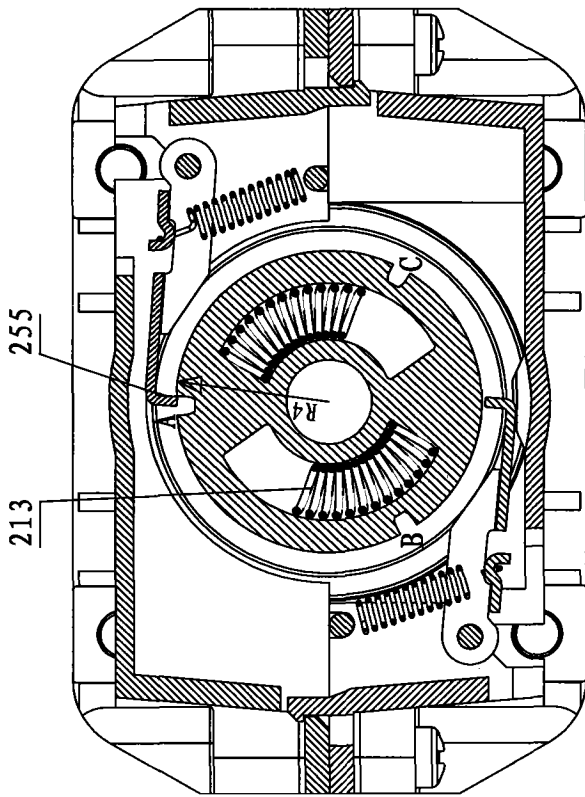


图 4B



B - B



C - C

图 4C

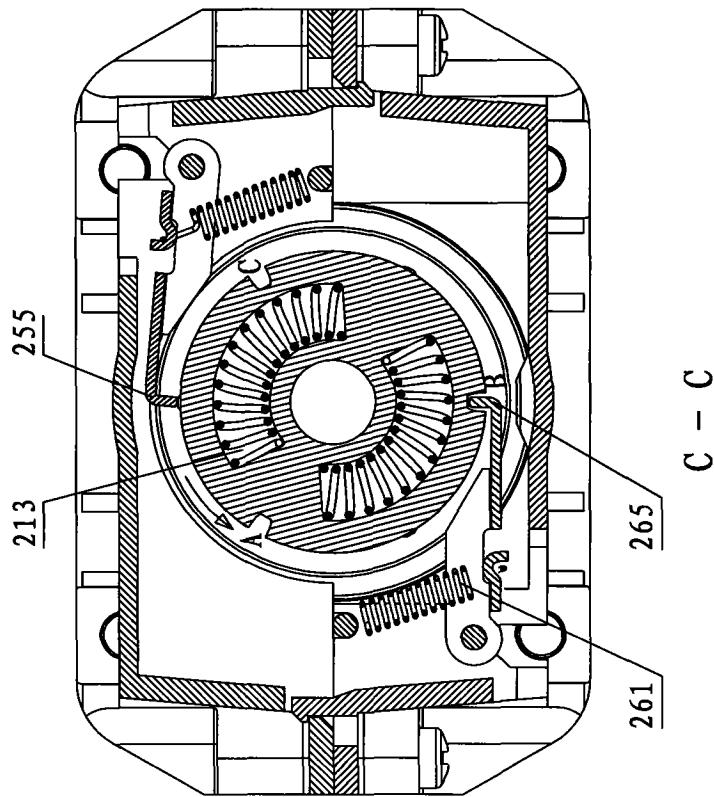
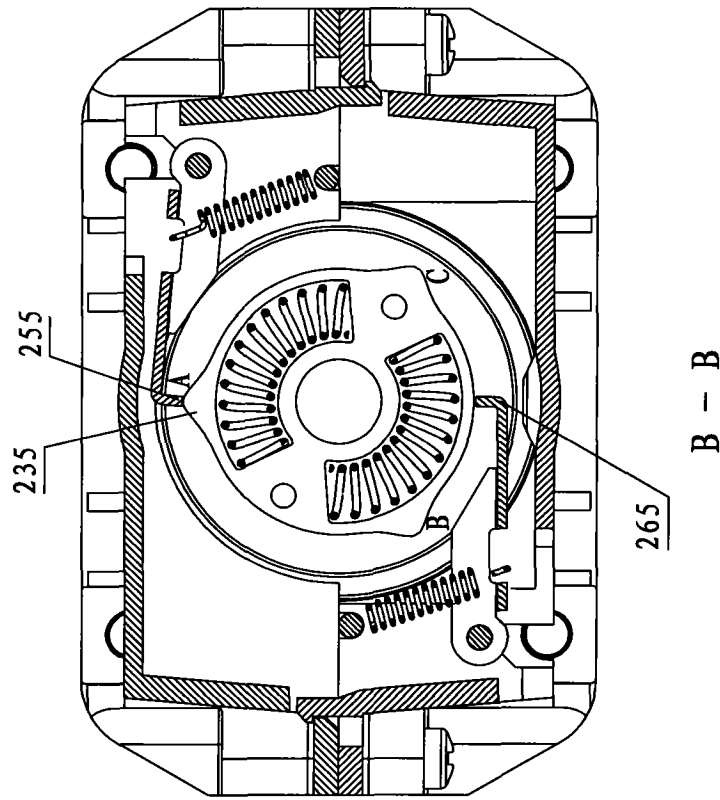


图 4D

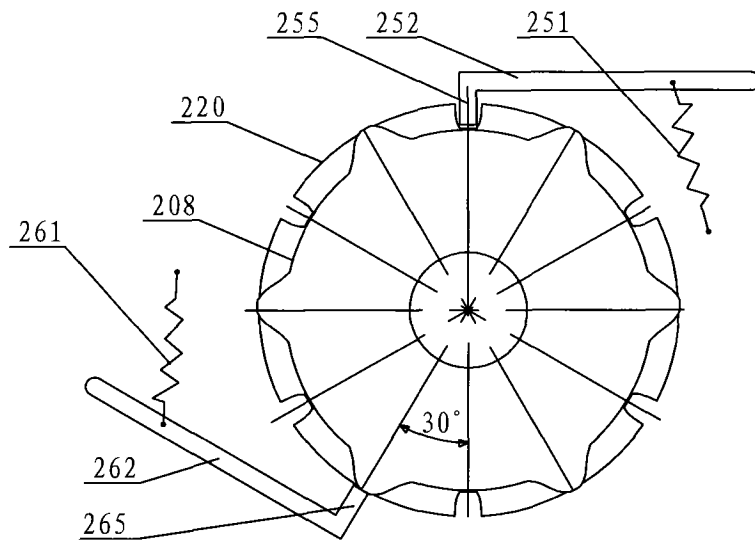


图 5A

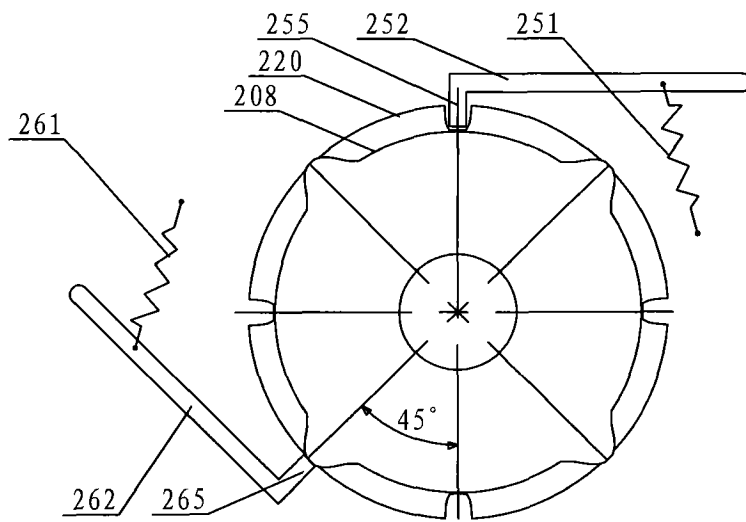


图 5B

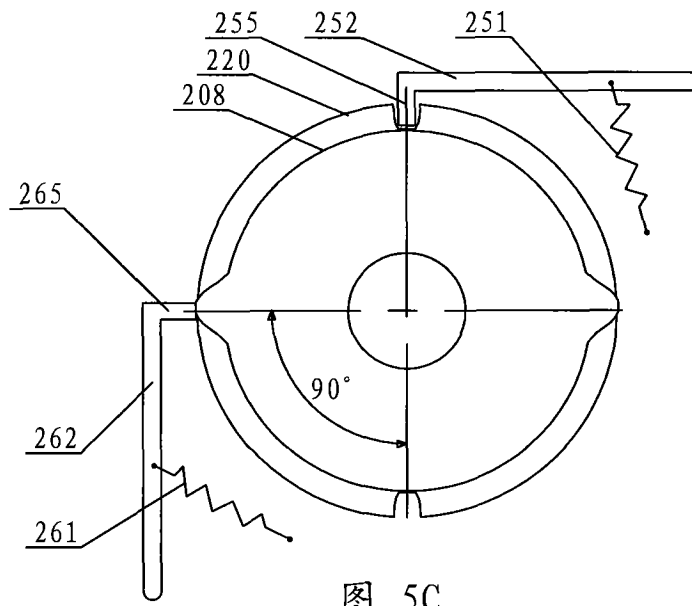


图 5C