



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107367084 A

(43)申请公布日 2017. 11. 21

(21)申请号 201710766787.6

(22)申请日 2017.08.31

(71)申请人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市高新园区凌工
路2号

(72)发明人 刘培启 胡大鹏 高础涵 朱彻
于洋 阎琨 范海贵

(74)专利代理机构 大连星海专利事务所有限公
司 21208

代理人 花向阳 杨翠翠

(51) Int. Cl.

F25B 7/00(2006.01)

F25B 41/00(2006.01)

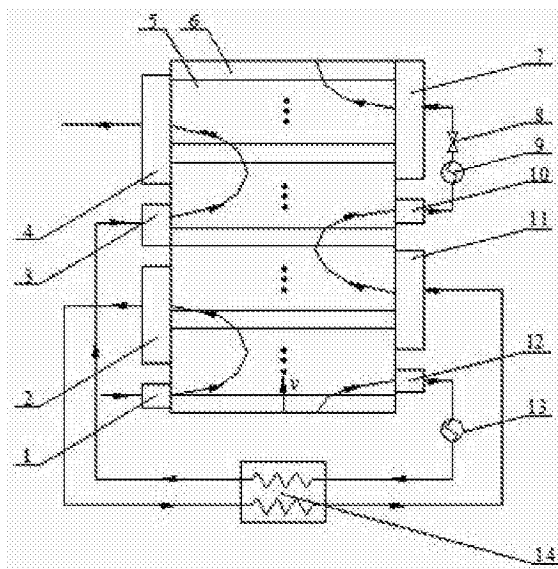
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54)发明名称

一种波转子式多级制冷机

(57)摘要

一种波转子式多级制冷机,属于气体膨胀制冷技术领域。这种制冷机主要由机壳、左端盖、右端盖、波转子、中心轴、高压进气喷嘴、中压排气喷嘴和驱动机构等组成。该制冷机在结构上可使压力气体在机内形成2-8次非定常膨胀,有效提高了高压比下的制冷效率。通过对整机结构的扩展并改变端盖结构使制冷机实现气体在机内的多次膨胀,以此实现对气体的多级膨胀制冷;本机所采用的两端开口振荡管结构可使制冷机在工质含湿量较大的情况下正常运行;该制冷机是利用振荡管内非定常压力波的运动实现冷热分离的气体膨胀制冷装置;并通过对高压气体膨胀产生的膨胀功以压力能的形式进行回收来提高制冷效率。



1. 一种波转子式多级制冷机,它包括机壳(20)、左端盖(19)和右端盖(25),其特征在于:它还包括波转子(5)、中心轴(28)、高压进气喷嘴、中压排气喷嘴和驱动机构,所述波转子(5)通过螺栓(27)固定在中心轴(28)的环形圆盘(28a)上,波转子(5)置于左端设有左端盖(19)、右端设有右端盖(25)的机壳(20)中,左端盖(19)与中心轴(28)的左端轴之间和右端盖(25)与中心轴(28)的右端轴之间各设有两个轴承(17)作为支撑;所述波转子(5)上环周向设置一圈多个等截面的振荡管(6),在左端盖(19)上依次设置有2-8级一级高压进气腔、2-8级二级低温排气腔、2-8级二级高压进气腔和2-8级一级低温排气腔,在右端盖(25)上依次设置有2-8级二级中压排气腔、2-8级一级低压进气腔、2-8级一级中压排气腔和2-8级二级低压进气腔;所述高压进气喷嘴的2-8个高压进气喷嘴通过螺钉分别固定于左端盖(19)上,所述中压排气喷嘴的2-8个中压排气喷嘴通过螺钉分别固定于右端盖(25)上,所述高压进气喷嘴与中压排气喷嘴的环向中心线与振荡管(6)的端面环向中心线端保持一致;所述静止的高压进气喷嘴和中压排气喷嘴的表平面与转动的波转子(5)的振荡管(6)的端面之间须控制配合间隙;所述驱动机构采用电机(22)通过联轴器(23)驱动中心轴(28)上的波转子(5)在机壳(20)中转动。

2. 根据权利要求1所述的一种波转子式多级制冷机,其特征是:对于两级制冷机,所述左端盖(19)上依次设置有2级第一高压进气腔(18)、2级第二低温排气腔(4)、2级第二高压进气腔(15)、2级第一低温排气腔(2),在右端盖(25)上依次设置有2级第二中压排气腔(21)、2级第一低压进气腔(11)、2级第一中压排气腔(26)、2级第二低压进气腔(7);所述高压进气喷嘴的2级第一高压进气喷嘴(1)和2级第二高压进气喷嘴(3)通过螺钉分别固定于左端盖(19)上,所述中压排气喷嘴的2级第一中压排气喷嘴(10)和2级第二中压排气喷嘴(12)通过螺钉分别固定于右端盖(25)上。

3. 根据权利要求1所述的一种波转子式多级制冷机,其特征是:所述制冷机具有2-8个高压进气喷嘴,使得气体在制冷机中进行2-8次非定常膨胀。

4. 根据权利要求1所述的一种波转子式多级制冷机,其特征是:所述波转子(5)上设置有30-280个振荡管(6)。

一种波转子式多级制冷机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种波转子式多级制冷机械,属于气体膨胀制冷技术领域。

背景技术

[0002] 气波制冷技术是二十世纪八十年代兴起的制冷应用技术,气波机是利用振荡管内气体波的非定常流动实现冷热分离的气体膨胀制冷机械。

[0003] 目前的气波制冷技术主要使用在混合气体的液化分离、石油气中回收轻烃、天然气液化以及产生低温冷气流源等领域。与普通透平膨胀机相比,气波制冷机具有操作维护简便、可靠性高等优点。在天然气的处理工艺中常需要降压、冷却及脱水净化处理。当所需降压较大时,普通的单级气波制冷机较难满足工况需求,因此需要发明一种多级气波制冷机以满足大压比下工艺条件下的制冷需求。

[0004] 目前的气波制冷机多数属于一次非定常膨胀制冷(如中国专利87101903.5, 89213744.4, 90222999.0等),其所适用的膨胀比一般介于2~4之间。如果需要更大的制冷温度,它们的等熵制冷效率会有较大幅度的下降。因此需要发明一种多级制冷机以满足大压比工况下的制冷需求。关于多级气波制冷机目前只有一种类型(中国专利96115022.X),其采用的是一端开口形式的振荡管,虽然可以实现大压比下的多级制冷,但是在工作过程中会出现积液现象,严重时还会引起振荡管断裂。整机体积较大且在工作过程中散热较慢。

[0005] 如果采用多台机器串联的形式进行制冷,虽然每一台的膨胀比可以大为减小,但是对气体的压力能并未进行有效的回收,投资较大且机器的占地增加。如果各级之间匹配不好的话,其总体的效率也会降低。因此开发一种制冷机可以在大压比下实现高效制冷、有效地回收压力能并且避免机器在运行过程中产生积液成为目前气波制冷技术所研究的关键问题。

发明内容

[0006] 为了克服现有技术中存在的问题,本发明提供一种波转子式多级制冷机。在机器的结构上,在波转子的环周向设有30-280个与其轴线平行的振荡管,使气体在波转子内进行2-8次非定常膨胀,以此来实现大压比下的气体制冷。通过对高压气体膨胀产生的膨胀功以压力能的形式进行回收,提高了气波机的制冷效率。振荡管采用两端开口的形式,可有效控制液体走向,避免了单端口振荡管的积液问题。

[0007] 本发明采用的技术方案是:一种波转子式多级制冷机,它包括机壳、左端盖和右端盖,它还包括波转子、中心轴、高压进气喷嘴、中压排气喷嘴和驱动机构,所述波转子通过螺栓固定在中心轴的环形圆盘上,波转子置于左端设有左端盖、右端设有右端盖的机壳中,左端盖与中心轴的左端轴之间和右端盖与中心轴的右端轴之间各设有两个轴承作为支撑;所述波转子上环周向设置一圈多个等截面的振荡管,在左端盖上依次设置有2-8级一级高压进气腔、2-8级二级低温排气腔、2-8级二级高压进气腔和2-8级一级低温排气腔,在右端盖上依次设置有2-8级二级中压排气腔、2-8级一级低压进气腔、2-8级一级中压排气腔和2-8

级二级低压进气腔;所述高压进气喷嘴的2-8个高压进气喷嘴通过螺钉分别固定于左端盖上,所述中压排气喷嘴的2-8个中压排气喷嘴通过螺钉分别固定于右端盖上,所述高压进气喷嘴与中压排气喷嘴的环向中心线与振荡管的端面环向中心线端保持一致;所述静止的高压进气喷嘴和中压排气喷嘴的表平面与转动的波转子的振荡管的端平面之间须控制配合间隙;所述驱动机构采用电机通过联轴器驱动中心轴上的波转子在机壳中转动。

[0008] 所述制冷机具有2-8个高压进气喷嘴,使得气体在制冷机中进行2-8次非定常膨胀。

[0009] 所述波转子上设置有30-280个振荡管。

本发明有益效果是:简化了机器的结构,有利于安装调试。这种两端开口压力振荡管制冷机的零部件主要包括机壳、左端盖、右端盖、波转子、中心轴、高压进气喷嘴、中压排气喷嘴和驱动机构,波转子与中心轴二件始终合为一体,同步运转。

[0010] 本发明所述气波机通过对压力气体的2-8次膨胀作用,使得气体的温度降低压力下降,实现了气体的2-8级制冷。同时整机可实现4~20的膨胀比,使得整机适合于大压比下的气体制冷。

[0011] 本发明所述制冷机可将高压气体膨胀时产生的膨胀功通过激波传递给管内自身膨胀后的低压气体,使原有气体压力升高提高了气体的压力品位,使得压力升高后的气体可以在机内实现下一次膨胀。膨胀功以压力能的形式得到了回收,大幅度降低了系统整体的制冷压力能损失,从而提高了系统的制冷效率。

[0012] 本发明所述的气波机可以通过设在外部的冷却器对经过中压排气腔排出的高温气体进行冷却,有效的提高机器的散热效率。

[0013] 本发明所述的气波机采用两端开口形式的振荡管,当所需制冷的气体含湿量大时,气体在振荡管内膨胀制冷过程中会出现凝结现象,凝结出的液体可通过振动管的两端排出管外,即可实现整机的带液运行。

附图说明

[0014] 图1是一种波转子式两级制冷机的工作流程图。

[0015] 图2是一种波转子式两级制冷机的结构图。

[0016] 图3是一种波转子式两级制冷机的左侧端盖结构图。

[0017] 图4是一种波转子式两级制冷机的右侧端盖结构图。

[0018] 图5是图2中的A-A剖视图。

[0019] 图6是图2中的B-B剖视图。

[0020] 图7是一种波转子式两级制冷机的左侧端盖结构示意图。

[0021] 图8是一种波转子式六级制冷机的左侧端盖结构示意图。

[0022] 图9是一种波转子式八级制冷机的左侧端盖结构示意图。

[0023] 图中:1、2级第一高压进气喷嘴,2、2级第一低温排气腔,3、2级第二高压进气喷嘴,4、2级第二低温排气腔,5、波转子,6、振荡管,7、2级第二低压进气腔,8、节流阀,9、一级冷却器,10、2级第一中压排气喷嘴,11、2级第一低压进气腔,12、2级第二中压排气喷嘴,13、二级冷却器,14、一级换热器,15、2级第二高压进气腔,16、左侧轴承端盖,17、轴承,18、2级第一高压进气腔,19、左端盖,20、机壳,21、2级第二中压排气腔,22、电机,23、联轴器,24、右侧轴

承端盖,25、右端盖,26、2级第一中压排气腔,27、螺栓,28、中心轴,28a、环形圆盘,a₁₀、6级第一高压进气腔,a₁₁、6级第一低温排气腔,a₂₀、6级第二高压进气腔,a₂₁、6级第二低温排气腔,a₃₀、6级第三高压进气腔,a₃₁、6级第三低温排气腔,a₄₀、6级第四高压进气腔,a₄₁、6级第四低温排气腔,a₅₀、6级第五高压进气腔,a₅₁、6级第五低温排气腔,a₆₀、6级第六高压进气腔,a₆₁、6级第六低温排气腔,b₁₀、8级第一高压进气腔,b₁₁、8级第一低温排气腔,b₂₀、8级第二高压进气腔,b₂₁、8级第二低温排气腔,b₃₀、8级第三高压进气腔,b₃₁、8级第三低温排气腔,b₄₀、8级第四高压进气腔,b₄₁、8级第四低温排气腔,b₅₀、8级第五高压进气腔,b₅₁、8级第五低温排气腔,b₆₀、8级第六高压进气腔,b₆₁、8级第六低温排气腔,b₇₀、8级第七高压进气腔,b₇₁、8级第七低温排气腔,b₈₀、8级第八高压进气腔,b₈₁、8级第八低温排气腔。

具体实施方式

[0024] 本发明结合附图和具体实施方式,对本发明中的两级制冷做进一步介绍:

图2、3、4、5、6示出了一种波转子式两级制冷机的结构图。图中,这种波转子式两级制冷机包括机壳20、左端盖19、右端盖25、波转子5、中心轴28、高压进气喷嘴、中压排气喷嘴和驱动机构。波转子5通过螺栓27固定在中心轴28的环形圆盘28a上,波转子5置于左端设有左端盖19、右端设有右端盖25的机壳20中,左端盖19与中心轴28的左端轴之间以及右端盖25与中心轴28的右端轴之间各设有两个轴承17作为支撑。波转子5上环形设置有30-280个等截面的振荡管6,在左端盖19上依次设置有2级第一高压进气腔18、2级第二低温排气腔4、2级第二高压进气腔15、2级第一低温排气腔2,在右端盖25上依次设置有2级第二中压排气腔21、2级第一低压进气腔11、2级第一中压排气腔26、2级第二低压进气腔7。高压进气喷嘴的2级第一高压进气喷嘴1和2级第二高压进气喷嘴3通过螺钉分别固定于左端盖19上。中压排气喷嘴的2级第一中压排气喷嘴10和2级第二中压排气喷嘴12通过螺钉分别固定于右端盖25上,高压进气喷嘴和中压排气喷嘴的中心线与振荡管6的端面中心线对位保持一致。驱动机构采用电机22通过联轴器23驱动中心轴28上的波转子5在机壳20中转动,静止的高压进气喷嘴和中压排气喷嘴的一侧端面与转动的波转子5上的振荡管6端平面之间须严格确保配合间隙。

[0025] 图1是一种波转子式两级制冷机的工作流程图。工作时,电机22通过中心轴28带动波转子5转动,高压气体进入2级第一高压进气腔18,经2级第一高压进气喷嘴1依次进入各个振荡管6的左侧端口中,射入的高压气体通过膨胀作用产生膨胀功并通过激波将膨胀功传递给振荡管6内的低压气体,使振荡管6内气体的温度和压力升高,从而提高气体的压力品位,而后由2级第二中压排气喷嘴12排出,经过二级冷却器13的作用后进入一级换热器14与经膨胀后温度降低的低温气体进行冷量交换。

[0026] 换热后的中压气体温度降低,经2级第二高压进气喷嘴3依次进入振荡管6中并经过二次膨胀作用后使气体温度进一步降低,通过端口匹配,确定2级第二低温排气腔4的位置,并在压差作用下使低温气体通过2级第二低温排气腔4排出系统。而换热后的另一路气体经过管道由2级第一低压进气腔11重新进入振荡管6中。此时由2级第二高压进气喷嘴3进入的高压气体经过膨胀作用产生膨胀功并通过激波将膨胀功传递给振荡管6内的气体使其温度和压力上升,变为中压气体,由2级第一中压排气喷嘴10进入2级第一中压排气腔26从而排出振荡管6。而后中压气体经过一级冷却器9和节流阀8的作用使气体的温度和压力降

低,经2级第二低压进气腔7重新进入振荡管6,波转子5旋转一周后振荡管6重新与2级第一高压进气喷嘴1接通,而后低压气体准备下一次受功过程。

[0027] 图7是一种波转子式两级制冷机的左侧端盖结构示意图。图中,2级第一高压进气腔18和2级第二高压进气腔15对称分布于左侧端盖内,2级第二低温排气腔4和2级第一低温排气腔2对称分布于左侧端盖内,其中高压进气腔与低温排气腔呈交叉分布。

[0028] 图8是一种波转子式六级制冷机的左侧端盖结构示意图。图中,6级第一高压进气腔a₁₀、6级第二高压进气腔a₂₀、6级第三高压进气腔a₃₀、6级第四高压进气腔a₄₀、6级第五高压进气腔a₅₀和6级第六高压进气腔a₆₀分别对称分布于左侧端盖内,6级第一低温排气腔a₁₁、6级第二低温排气腔a₂₁、6级第三低温排气腔a₃₁、6级第四低温排气腔a₄₁、6级第五低温排气腔a₅₁和6级第六低温排气腔a₆₁分别对称分布于左侧端盖内,其中高压进气腔与低温排气腔呈交叉分布。六级制冷机的右侧端盖结构与左侧端盖结构相似。六级制冷机的工作过程与两级制冷机的工作过程相似。

[0029] 图9是一种波转子式八级制冷机的左侧端盖结构示意图。图中,8级第一高压进气腔b₁₀、8级第二高压进气腔b₂₀、8级第三高压进气腔b₃₀、8级第四高压进气腔b₄₀、8级第五高压进气腔b₅₀、8级第六高压进气腔b₆₀、8级第七高压进气腔b₇₀和8级第八高压进气腔b₈₀分别对称分布于左侧端盖内,8级第一低温排气腔b₁₁、8级第二低温排气腔b₂₁、8级第三低温排气腔b₃₁、8级第四低温排气腔b₄₁、8级第五低温排气腔b₅₁、8级第六低温排气腔b₆₁、8级第七低温排气腔b₇₁和8级第八低温排气腔b₈₁分别对称分布于左侧端盖内,其中高压进气腔与低温排气腔呈交叉分布。八级制冷机的右侧端盖结构与左侧端盖结构相似。八级制冷机的工作过程与两级制冷机的工作过程相似。

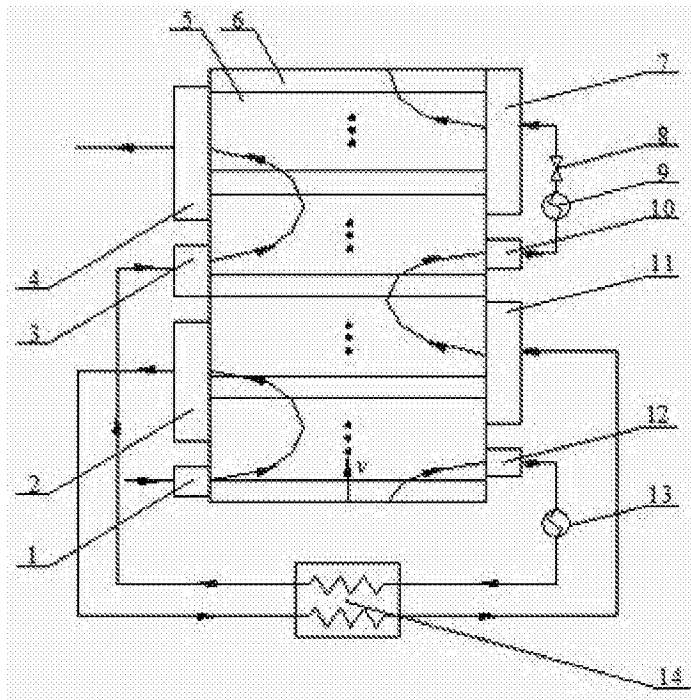


图1

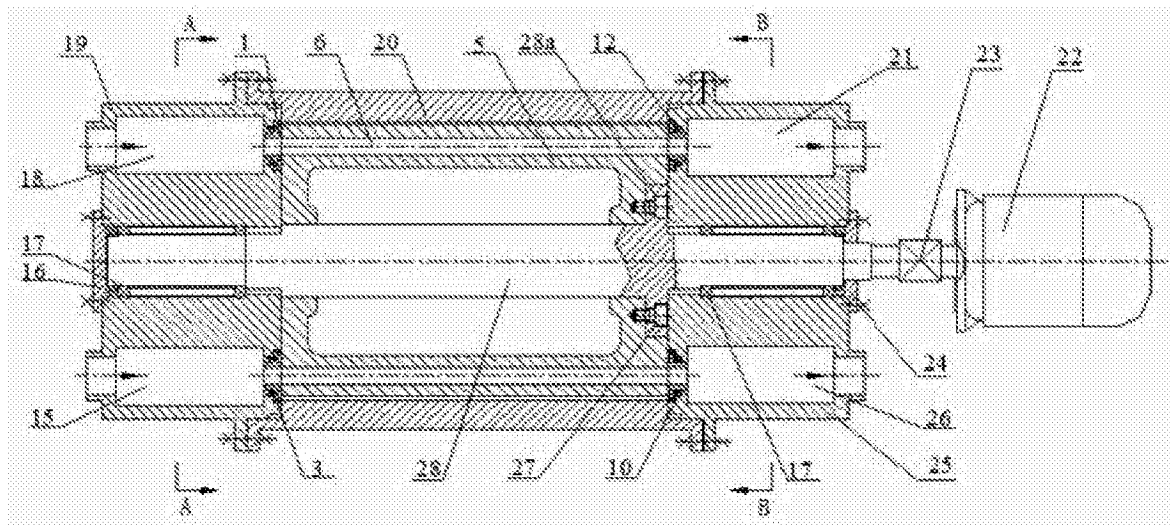


图2

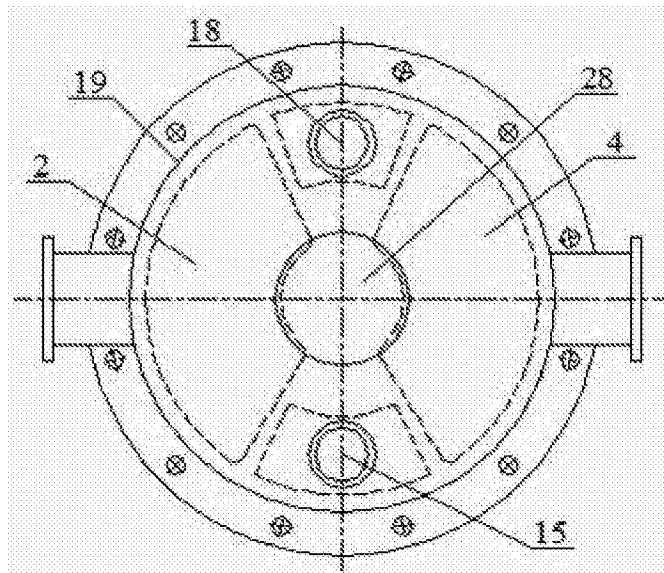


图3

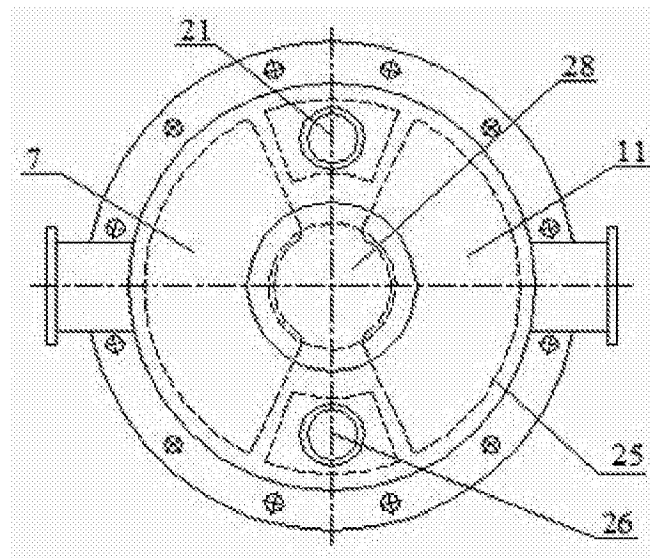


图4

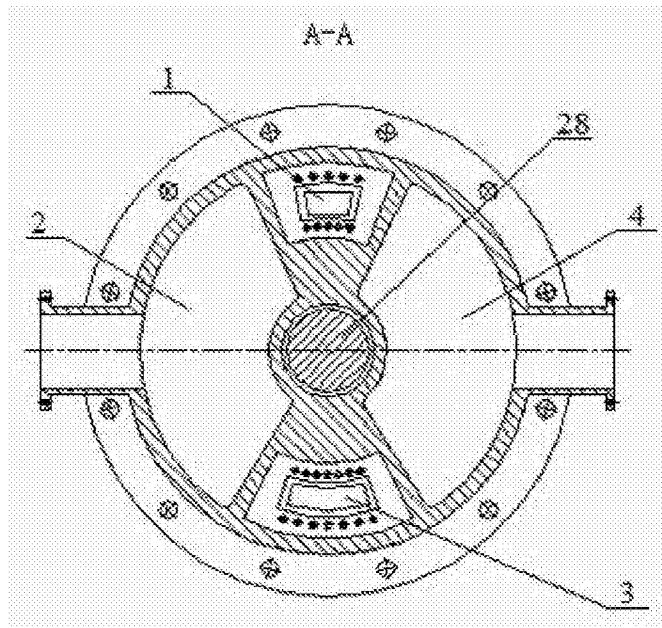


图5

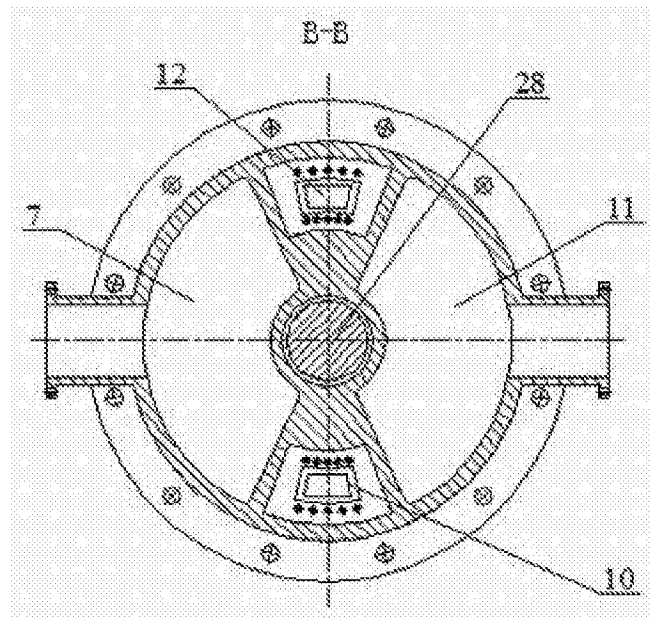


图6

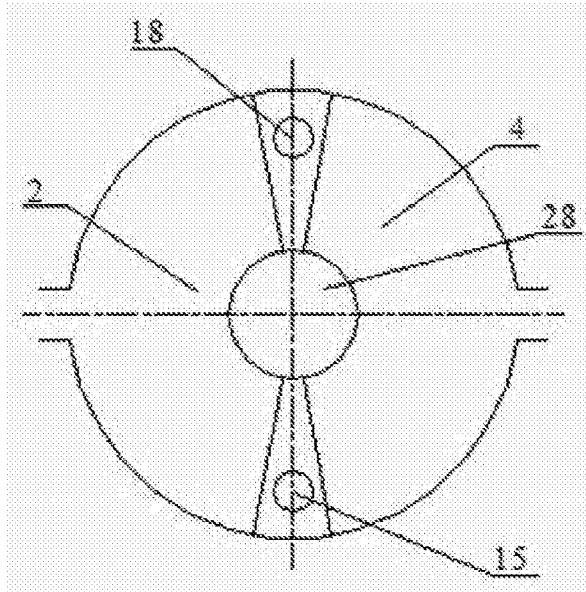


图7

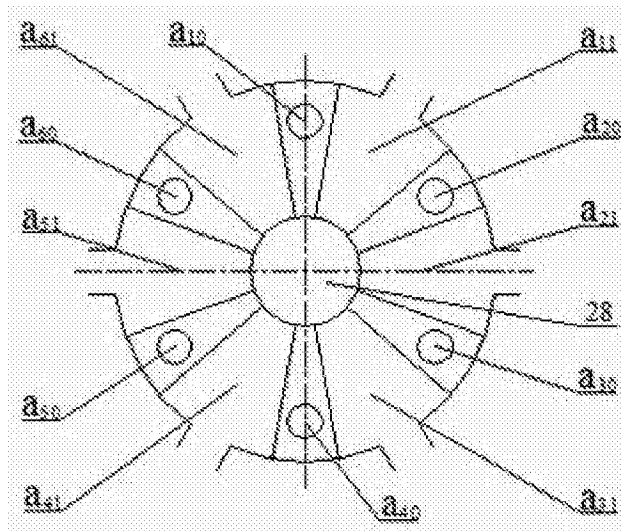


图8

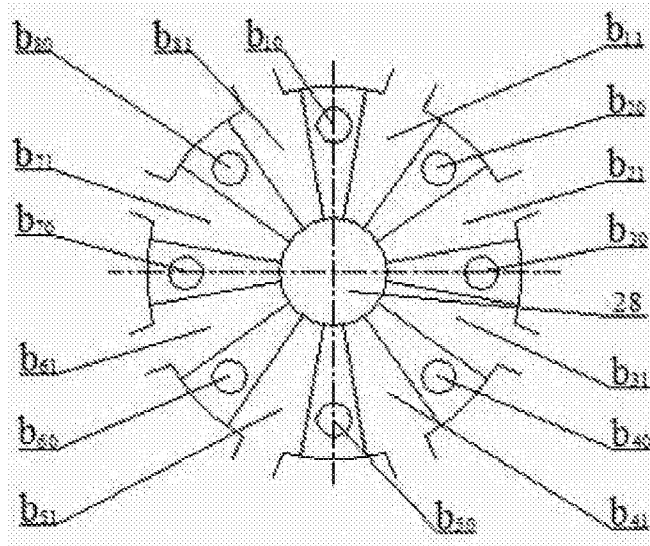


图9