

说明书

膜分离装置

技术领域

本发明涉及一种膜分离装置，主要应用于气体（液体）介质分离的技术领域之中。

背景技术

膜分离是在 20 世纪初出现，20 世纪 60 年代后迅速崛起的一门分离新技术，是指在分子水平上不同粒径分子的混合物在通过半透膜时，实现选择性分离的技术。半透膜又称分离膜或滤膜，膜壁布满小孔，根据孔径大小可以分为：微滤膜（MF）、超滤膜（UF）、纳滤膜（NF）、反渗透膜（RO）等，膜分离都采用错流过滤方式。膜分离技术由于兼有分离、浓缩、纯化和精制的功能，又有高效、节能、环保、分子级过滤及过滤过程简单、易于控制等特征，因此，已广泛应用于食品、医药、生物、环保、化工、冶金、能源、石油、水处理、电子、仿生等领域，产生了巨大的经济效益和社会效益，已成为当今分离科学中最重要的手段之一。不断研究和发展膜分离技术(包括膜材料、膜组件及优化、膜技术等等)已成为世界各国在高新技术领域中竞争的热点。

发明内容

本发明提供了一种结构简单紧凑，将气体压缩（或液体泵）与分离室结合成一体，不再需要复杂的气体（液体）管路。其最大特点是高度整合，装置单位体积渗透率高，成本低，尤其是多级同轴串联使用时体积同成本增加不多，非常有利于解决目前膜分离设备分离浓度

说明书

偏低的问题。

本发明是通过以下技术方案来实现的：一种膜分离装置，包括：
外壳，所述外壳的内表面为弧面，所述外壳上设置有至少一个进介质口、至少一个用于排出被分离介质的出介质口；

转子，所述转子设置在所述外壳内，所述转子外表面设置有至少两个与所述外壳内表面始终保持滑动接触的接触端，所述转子外表面与所述外壳内表面在相邻接触端之间形成密封的单独腔体，各单独腔体由所述接触端进行分隔，所述转子内空，内空的部分作为储介质室；

分离室，所述分离室设置在所述转子内部，为转子的一部分，相邻接触端之间为一个分离室，所述分离室内部装填膜，膜将分离室隔成内外两部分，所述分离室外壁对应各单独腔体设置单向阀同单独腔体连通，所述各分离室内壁对应储介质室设置出介质口，所述储介质室与外壳的出介质口连通；

转子转动过程中，通过外壳上的进介质口进入单独腔体的介质在压力的作用下，通过单向阀进入分离室，通过膜后被分离的介质由分离室内壁的出介质口进入储介质室，再经过外壳的出介质口出来。

所述膜可以选用平板膜，当选取平板膜时，被分离的介质通过平板膜由出介质口进入储气室。

当选取平板膜时，优化的，所述外壳上还设有至少一个排出剩余介质的排介质口；

所述转子的储介质室被隔板分成两部分：储存被分离介质的第一储介质室以及储存剩余介质的第二储介质室；

说明书

所述各分离室内壁对应第一储介质室设置所述出介质口，所述各分离室的膜与外壁之间的空间与第二储介质室通过导管相连，第一储介质室与外壳的出介质口连通，第二储介质室与外壳的排介质口连通；

转子转动过程中，通过外壳的进介质口进入单独腔体的介质在压力的作用下，通过单向阀进入分离室，通过膜后被分离的介质由分离室内壁的出介质口进入第一储气室，剩余的介质通过导管进入第二储气室，再经过外壳的排介质口排出。

所述膜还可以选用中空纤维管膜，当选取中空纤维管膜时，中空纤维管膜的出口连通分离室内壁的出介质口，被分离的介质通过中空纤维管膜的管子后由分离室内壁的出介质口进入储介质室。

当选取中空纤维管膜时，优化的，所述外壳上还设有至少一个排出剩余介质的排介质口；

所述转子的储介质室被隔板分成两部分：储存被分离介质的第一储介质室以及储存剩余介质的第二储介质室；

所述各分离室内壁对应第一储介质室设置所述出介质口，每个分离室的内壁分别设置与第二储介质室连通的排介质口，第一储介质室与外壳的出介质口连通，第二储介质室与外壳的排介质口连通；

转子转动过程中，通过外壳的进介质口进入单独腔体的介质在压力的作用下，通过单向阀进入分离室，通过膜后被分离的介质由分离室内壁的出介质口进入第一储介质室，剩余的介质通过分离室内壁的排介质口进入第二储气室，再经过外壳的排介质口排出。

说 明 书

具体的，上述转子的中心与上述外壳中心不重合，上述转子在旋转过程中其中心绕外壳的中心转动，所述膜分离装置还包括位于外壳中心处的固定在一传动轴上的外齿轮，上述转子中心处设置有内齿轮，上述外齿轮与上述内齿轮相互啮合，上述外齿轮的齿数小于上述内齿轮的齿数。

作为其中一个实施案例，所述外壳的内表面为对称的弧面，其弧形轨迹由下列方程得到：

$$x=R*\cos \alpha +e*\cos 3 \alpha ;$$

$$y=R*\sin \alpha +e*\sin 3 \alpha ;$$

转子的轮廓线由下列方程得到：

$$v= 30+ t* 60$$

$$d= - 3* e* \sin(3* v) / R$$

$$u= 2* v- a\sin(d)$$

$$x= 2* e* \cos(u) * \cos(3* v) + R* \cos(2* v)$$

$$y= 2* e* \sin(u) * \cos(3* v) + R* \sin(2* v)$$

上述公式中，R 为壳成半径，e 为转子的中心与外壳中心的距离， $\alpha \in [0^\circ, 360^\circ]$ ，t 为时间。

该实施案例中，所述外壳的径向位置的两侧各设有一个进气口，外壳的轴向位置两侧有两个端盖，一侧端盖上设有端面排介质口，另一侧端盖上设有端面出介质口，转子设置有三个与外壳内表面始终保持滑动接触的接触端，所述储气室被隔板分成用于储存被分离气体的第一储气室和用来储存剩余气体的第二储气室两部分，分离室内通过

说明书

膜后被分离的介质进入第一储气室，剩余的介质进入第二储气室，端面出介质口连通第一储气室，端面排介质口连通第二储气室。

作为另一个实施案例，所述外壳内表面的弧形轨迹由下列方程得到：

$$x = e * \cos(\alpha) + R * \cos(\alpha / 4)$$

$$Y = e * \sin(\alpha) + R * \sin(\alpha / 4)$$

转子的轮廓线由下列方程得到：

$$x_r = e * \cos\beta + e * \cos(\alpha - \beta/3) + R * \cos(\alpha/4 - \beta/3)$$

$$y_r = e * \cos\beta + e * \sin(\alpha - \beta/3) + R * \sin(\alpha/4 - \beta/3)$$

$$\tan(5\beta/8) = \frac{5 \sin(\alpha/2) - K \sin(3\alpha/10)}{5 \cos(\alpha/2) + K \cos(3\alpha/10)}$$

上述公式中， $\alpha \in [0^\circ, 360^\circ]$ ， e 为偏心距， R 为创成半径， $K=R/e$ 。

所述介质可以是气体也可以是液体。

本发明的有益效果：

本发明在结构上与传统的相比将分离室设置于转子的内部，整套装置布局合理，结构更加紧凑，不再需要复杂的气体（液体）管路，利用膜进行介质分离，装置单位体积渗透率高，成本低，尤其是同轴多级串联使用时体积同成本增加不多而分离浓度更高，是一种较佳的新型膜分离装置。

附图说明

图 1-1、图 1-1-1、图 1-1-2、图 1-1-3、图 1-2、图 1-2-1、图 1-3、

说明书

图 1-4 为实施案例 1 发明三角转子平板膜分离装置的结构示意图；

图 1-5、图 1-5-1、图 1-6、图 1-6-1、图 1-7、图 1-8 为实施案例 2 发明三角转子纤维管膜分离装置的结构示意图；

图 2-1、图 2-1-1、图 2-1-2、图 2-1-3、图 2-2、图 2-2-1、图 2-3、图 2-4 为实施案例 3 发明四角转子平板膜分离装置的结构示意图；

图 2-5、图 2-5-1、图 2-6、图 2-6-1、图 2-7、图 2-8 为实施案例 4 发明四角转子纤维管膜分离装置的结构示意图。

具体实施方式

下面根据附图和实施案例对本发明作进一步详细说明。

实施案例 1：

图 1-1、图 1-3、图 1-4 本发明平板膜分离装置的正视图，图 1-1-1 为本发明平板膜分离装置的侧面剖视图，图 1-1-2 为本发明平板膜分离装置的斜视图，图 1-1-3 为本发明平板膜分离装置的储气室模块的斜侧视图，图 1-2 为本发明平板膜分离装置的整体爆炸图，图 1-2-1 为本发明平板膜分离装置的排气口一侧的端盖斜视图。参照图 1-1、图 1-1-1、图 1-1-2、图 1-1-3、图 1-2、图 1-2-1、图 1-3、图 1-4，本实施例中平板膜分离装置包括：外壳 1、转子 2。

其中，外壳 1 的内表面 11 为弧面，其弧形轨迹由下列方程得到：

$$x=R*\cos \alpha +e*\cos 3 \alpha ;$$

$$y=R*\sin \alpha +e*\sin 3 \alpha ;$$

$$\alpha \in [0^{\circ} , 360^{\circ}] \quad e=1.5 \quad R=10$$

所述外壳 1 径向位置的两侧各设有一个进气口 12、14。外壳 1

7
说 明 书

轴向位置两侧有两个端盖，一侧端盖上设有排气口 91，另一侧的端盖上设有出气口 9，出气口 9 内设有泄压阀。

转子 2 设置在外壳 1 内并可旋转，转子 2 设置有三个与外壳 1 内表面 11 始终保持滑动接触的接触端，分别记为接触端 24、接触端 25、接触端 26，转子 2 的轮廓线由下列方程得到：

$$e=1.5 \quad R=10$$

$$v=30+t*60$$

$$d=-3*e*\sin(3*v)/R$$

$$u=2*v-\arcsin(d)$$

$$x=2*e*\cos(u)*\cos(3*v)+R*\cos(2*v)$$

$$y=2*e*\sin(u)*\cos(3*v)+R*\sin(2*v)$$

转子 2 与外壳内表面 11 在相邻接触端之间形成密封的单独腔体，当该装置应用于气体分离时，该单独腔体为气腔，当该装置应用于液体分离时，该单独腔体为液体腔。为方便叙述，该实施案例以气体分离作为举例。所述转子 2 内空，内空的部分作为储气室 4，所述储气室 4 被隔板 7 分成储气室 41 和储气室 42 两部分。储气室 41 用来储存被分离的气体，储气室 42 用来储存剩余气体。外壳 1 的端面上的出气口 9 连通储气室 41，用于排出被分离气体，外壳 1 的另一端面上的排气口 91 连通储气室 42，用于排出剩余气体。

转子 2 内部设置分离室，所述分离室为转子的一部分，相邻接触端之间为一个分离室，各分离室相互隔离。参照图 1-1，本实施例中，接触端 24 和接触端 26 之间形成分离室 32、接触端 24 和接触端 25

说明书

之间形成分离室 34、接触端 25 和接触端 26 之间形成分离室 36。所述各分离室内部装填有平板膜 5，平板膜 5 将分离室隔成内外两个空间，所述各分离室外壁对应各气腔设置单向阀 302、单向阀 304、单向阀 306 同气腔连通。同时参照图 1-1-3，所述各分离室内壁对应储气室 41 设置出气口：分离室 32 内壁设置出气口 21、分离室 34 内壁设置出气口 22、分离室 36 内壁设置出气口 23，出气口 21、出气口 22、出气口 23 内设置有单向阀，气体只能够从分离室进入储气室 41；所述三个分离室中平板膜 5 与分离室外壁之间的空间与储气室 42 之间通过导管相连：分离室 32 与储气室 42 之间设置导管 81、分离室 34 与储气室 42 之间设置导管 82、分离室 36 与储气室 42 之间设置导管 83，剩余气体通过导管进入储气室 42，导管 81、导管 82、导管 83 的排气端设置有泄压阀。

在本实施案例中，参照图 1-1-2，转子 2 的中心与外壳 1 中心不重合，转子 2 在旋转过程中其中心绕外壳 1 的中心转动。更具体地，外壳 1 中心处设置有外齿轮 19，外齿轮 19 的中心固定在一传动轴 3 上，转子 2 中心处设置有内齿轮 29，外齿轮 19 与内齿轮 29 相互啮合，外齿轮 19 的齿数小于内齿轮 29 的齿数。参照图 1-2 和图 1-2-1，上述外壳 1 上的排气口 91 设在靠近传动轴 3 的一侧的端盖上，出气口 9 设在另一侧的端盖上。

本发明气体平板膜分离装置，其工作过程为：

参照图 1-1，图 1-1 为初始阶段，转子 2 的接触端 24 位于进气口 12 的顺时针侧处，接触端 26 位于进气口 12 的逆时针侧处，即分离

说明书

室 32、接触端 24、接触端 26 与外壳内表面 11 所构成的气腔 A 处于新阶段进气过程中，传动轴 3 传递的扭矩带动外齿轮 19 旋转从而带动转子 2 顺时针旋转，随着转子 2 上的接触端 26 顺时针移动越过进气口 12 后，进气结束。在此过程中，气腔 A 的容积逐渐增大。

参照图 1-2 和 1-3，图 1-3 为压缩过程并准备出气阶段，接触端 24 滑至出气口 14 处，随着转子 2 的继续顺时针旋转，气腔 A 的容积进一步减小，此过程中气腔 A 压缩气体通过单向阀进入分离室 32 后通过平板膜 5，在同样的压力下不同气体通过平板膜 5 的速度不同，所以单位时间内渗透速度快的穿过膜的多，渗透速度慢的穿过膜的少，这样就达到了分离气体的效果。参照图 1-2 和 1-2-1，分离出的气体通过出气口 21 进入到储气室 41 里，再经过这侧端盖上的出气口 9 出来；留在分离室 32 里的剩余气体通过导管 81 排到储气室 42 里，再经过另一侧端盖上排气口 91 出来。当分离室 32 内剩余气体压力达到导管 81 排气端泄压阀的阈值时阀门关闭停止排气。

参照图 1-4，图 1-4 为新的进气阶段，随着转子 2 的继续顺时针旋转，气腔 A 的容积逐渐减小，此阶段气腔 A 的容积达到最小，开始进入下一阶段进气、压缩气体、分离气体过程。

实施案例 2:

图 1-5、图 1-7、图 1-8 为本发明中空纤维管膜分离装置的正视图，图 1-5-1 为本发明中空纤维管膜分离装置的储气室模块的斜视图，图 1-6 为本发明中空纤维管膜分离装置的整体爆炸图，图 1-6-1 为本发

说明书

明中空纤维管膜分离装置的排气口一侧的端盖斜视图。本实施案例的膜分离装置的结构与实施案例 1 基本相同，区别点仅在于：各分离室中填充的是中空纤维管膜 6，而不是实施案例 1 中的平板膜 5，各分离室中的中空纤维管膜 6 的出口分别与对应的分离室的内壁的出气口相连通：分离室 32 中的中空纤维管膜 6 的出口与分离室 32 内壁的出气口 21 相连通、分离室 34 中的中空纤维管膜 6 的出口与分离室 34 内壁的出气口 22 相连通、分离室 36 中的中空纤维管膜 6 的出口与分离室 36 内壁的出气口 23 相连通，因为中空纤维管膜 6 的特点，无须设置实施案例 1 中的导管用于排出剩余气体，只需要在每个分离室的内壁分别设置与储气室 42 连通的排气口即可：分离室 32 与储气室 42 之间设置排气口 201、分离室 34 与储气室 42 之间设置排气口 202、分离室 36 与储气室 42 之间设置排气口 203，排气口 201、排气口 202、排气口 203 内设有泄压阀，可参照图 1-5-1。

本发明气体中空纤维管膜分离装置，其工作过程为：

参照图 1-5，图 1-5 为初始阶段，转子 2 的接触端 24 位于进气口 12 的顺时针侧处，接触端 26 位于进气口 12 的逆时针侧处，即分离室 32、接触端 24、接触端 26 与外壳内表面 11 所构成的气腔 A 处于新阶段进气过程中，传动轴 3 传动的扭矩来带动外齿轮 19 旋转从而带动转子 2 顺时针旋转，随着转子 2 上的接触端 26 顺时针移动越过进气口 12 后，进气结束。在此过程中，气腔 A 的容积逐渐增大。

参照图 1-6 和 1-7，图 1-7 为压缩过程并准备出气阶段，接触端 24 滑至进气口 14 处，随着转子 2 的继续顺时针旋转，气腔 A 的容积

说明书

进一步减小，此过程中气腔 A 压缩气体通过单向阀进入分离室 32，气体通过中空纤维管膜 6，由于不同气体通过管膜的速度不同，所以单位时间内渗透速度快的通过膜进入管内的多，渗透速度慢的通过膜进入管内的少，这样就达到了分离气体的效果。参照图 1-6 和图 1-6-1，分离出的气体从中空纤维管膜 6 的出口出来通过出气口 21 进入到储气室 41 里，再经过这侧端盖上的出气口 9 出来，剩余气体通过排气口 201 进入到储气室 42 里，再经过另一侧端盖上的排气口 91 排出。当分离室 32 内剩余气体压力达到分离室 32 内壁的排气口 201 内泄压阀的阈值时阀门关闭停止排气。

参照图 1-8，图 1-8 为新的进气阶段，随着转子 2 的继续顺时针旋转，气腔 A 的容积逐渐减小，此阶段气腔 A 的容积达到最小，开始进入下一阶段进气、压缩气体、分离气体过程。

实施案例 3:

图 2-1、图 2-3、图 2-4 为本发明平板膜分离装置的正视图，图 2-1-1 为本发明平板膜分离装置的侧面剖视图，图 2-1-2 为本发明平板膜分离装置的斜视图，图 2-1-3 为本发明平板膜分离装置中的储气室模块的斜视图，图 2-2 为本发明平板膜分离装置的整体爆炸图，图 2-2-1 为本发明平板膜分离装置的排气口一侧的端盖斜视图。本实施例中平板膜分离装置包括：外壳 10、转子 20。

外壳 10 的内表面 100 由三个同圆心的相同弧度的弧面连续组成，其弧形轨迹由下列方程得到：

12
说明书

$$x = e * \cos(\alpha) + R * \cos(\alpha / 4)$$

$$Y = e * \sin(\alpha) + R * \sin(\alpha / 4)$$

$\alpha \in [0^\circ, 360^\circ]$, e 为偏心距, $e=12$, R 为创成半径, $R=96$ 。

外壳 10 上在相邻的两个弧面的交界处设置有进气口 120、进气口 140 与进气口 160。外壳 1 轴向位置两侧有两个端盖, 一侧端盖上设有排气口 910, 另一侧的端盖上设有出气口 90, 出气口 90 内设有泄压阀。

转子 20 设置在外壳 10 内并可旋转, 转子 20 设置有 4 个与外壳内表面 100 始终保持滑动接触的接触端: 接触端 250、接触端 260、接触端 270、接触端 280, 转子 20 的轮廓线由下列方程得到:

$$x_r = e * \cos\beta + e * \cos(\alpha - \beta/3) + R * \cos(\alpha/4 - \beta/3)$$

$$y_r = e * \cos\beta + e * \sin(\alpha - \beta/3) + R * \sin(\alpha/4 - \beta/3)$$

$$\tan(5\beta/8) = \frac{5 \sin(\alpha/2) - K \sin(3\alpha/10)}{5 \cos(\alpha/2) + K \cos(3\alpha/10)}$$

$\alpha \in [0^\circ, 360^\circ]$, e 为偏心距, $e=12$, R 为创成半径, $R=96$ $K=R/e$

转子 20 与外壳内表面 100 在相邻接触端之间形成密封的单独腔体, 当该装置应用于气体分离时, 该单独腔体为气腔, 当该装置应用于液体分离时, 该单独腔体为液体腔, 为方便叙述, 该实施案例以气体分离作为举例。所述转子 20 内空, 内空的部分作为储气室 40, 所述储气室 40 被隔板 70 分成储气室 410 和储气室 420 两部分, 储气室 410 用来储存被分离的气体, 储气室 420 用来储存剩余气体。同时参照图 2-2 和图 2-2-1, 外壳 10 的端面上的出气口 90 连通储气室 410, 用于排出被分离气体, 外壳 10 的另一端面上的排气口 910 连通储气

说明书

室 420，用于排出剩余气体。

转子 20 内部设置分离室，所述分离室为转子的一部分，相邻接触端之间为一个分离室，各分离室相互隔离。本实施案例中，接触端 250 和接触端 280 之间形成分离室 320、接触端 250 和接触端 260 之间形成分离室 340、接触端 260 和接触端 270 之间形成分离室 360、接触端 270 和接触端 280 之间形成分离室 380。所述各分离室内部装填有平板膜 50，平板膜 50 将分离室隔成内外两个空间，所述各分离室外壁对应各气腔设置单向阀 3020、单向阀 3040、单向阀 3060、单向阀 3080 同气腔连通。参照图 2-1-3，所述各分离室内壁对应储气室 410 设置出气口：分离室 320 内壁设置出气口 210、分离室 340 内壁设置出气口 220、分离室 360 内壁设置出气口 230、分离室 380 内壁设置出气口 240。出气口 210、出气口 220、出气口 230、出气口 240 内设置有单向阀，气体只能够从分离室进入储气室 410；所述四个分离室中平板膜 50 与分离室外壁之间的空间与储气室 420 之间通过导管相连：分离室 320 与储气室 420 之间设置导管 810、分离室 340 与储气室 420 之间设置导管 820、分离室 360 与储气室 420 之间设置导管 830、分离室 380 与储气室 420 之间设置导管 840，剩余气体通过导管进入储气室 420，导管 810、导管 820、导管 830、导管 840 的排气端设置有泄压阀。

在本实施案例中，参照图 2-1-2，转子 20 的中心与外壳 10 中心不重合，转子 20 在旋转过程中其中心绕外壳的中心转动。更具体地，外壳 10 中心处设置有外齿轮 190，转子 20 中心处设置有内齿轮 290，

说明书

外齿轮 190 与内齿轮 290 相互啮合，外齿轮 190 的齿数小于内齿轮 290 的齿数。

本发明气体平板膜分离装置，其工作过程为：

参照图 2-1，图 2-1 为初始阶段，转子 20 的接触端 250 位于进气口 120 的顺时针侧处，接触端 280 位于进气口 120 的逆时针侧处，即分离室 320、接触端 250、接触端 280 与外壳内表面 100 所构成的气腔 B 处于新阶段的进气过程中，传动轴 30 传递的扭矩带动外齿轮 190 旋转从而带动转子 20 顺时针旋转，随着转子 20 上的接触端 280 顺时针移动越过进气口 120 后，进气结束。在此过程中，气腔 B 的容积逐渐增大。

参照图 2-2 和 2-3，图 2-3 为压缩过程并准备出气阶段，接触端 250 滑过进气口 140，随着转子 20 的继续顺时针旋转，气腔 B 的容积进一步减小，气腔 B 继续压缩气体进入分离室 320 通过平板膜 50，在同样的压力下不同气体通过平板膜的速度不同，所以单位时间内渗透速度快的通过膜的多，渗透速度慢的通过膜的少，这样就达到了分离气体的效果。参照图 2-2 和图 2-2-1，分离出的气体通过出气口 210 进入到储气室 410 里，再经过这侧端盖上的出气口 90 出来，留在分离室 320 里的剩余气体通过导管 810 排到储气室 420 里，再经过另一侧端盖上的排气口 910 排出，当分离室 320 内剩余气体压力达到导管 810 排气端泄压阀的阈值时阀门关闭停止排气。

参照图 2-4，图 2-4 为新的循环阶段，随着转子 20 的继续顺时针旋转，气腔 B 的容积逐渐减小，此阶段气腔 B 的容积达到最小，开

说明书

始进入下一阶段进气、压缩气体、分离气体过程。

实施案例 4:

图 2-5、图 2-7、图 2-8 为本发明中空纤维管膜分离装置的正视图，图 2-5-1 为本发明中空纤维管膜分离装置的储气室模块的斜视图，图 2-6 为本发明中空纤维管膜分离装置的整体爆炸图，图 2-6-1 为本发明中空纤维管膜分离装置的排气口一侧的斜视图。本实施案例的膜分离装置的结构与实施案例 3 基本相同，区别点仅在于：各分离室中填充的是中空纤维管膜 60，而不是实施案例 3 中的平板膜 50，各分离室中的中空纤维管膜 60 的出口分别与对应的分离室的出气口内壁的出气口相连通：分离室 320 中的中空纤维管膜 60 的出口与分离室 320 内壁的出气口 210 相连通、分离室 340 中的中空纤维管膜 60 的出口与分离室 340 内壁的出气口 220 相连通、分离室 360 中的中空纤维管膜 60 的出口与分离室 360 内壁的出气口 230 相连通、分离室 380 中的中空纤维管膜 60 的出口与分离室 380 内壁的出气口 240 相连通，因为中空纤维管膜 60 的特点，无须设置实施案例 3 中的导管用于排出剩余气体，只需要在每个分离室的内壁分别设置与储气室 420 连通的排气口即可：分离室 320 与储气室 420 之间设置排气口 2010、分离室 340 与储气室 420 之间设置排气口 2020、分离室 360 与储气室 420 之间设置排气口 2030、分离室 380 与储气室 420 之间设置排气口 2040，排气口 2010、排气口 2020、排气口 2030、排气口 2040 内设有泄压阀，可参照图 2-5-1。

说明书

本发明气体中空纤维管膜分离装置，其工作过程为：

参照图 2-5，图 2-5 为初始阶段，转子 20 的接触端 250 位于进气口 120 的顺时针侧处，接触端 280 位于进气口 120 的逆时针侧处，即分离室 320、接触端 250、接触端 280 与外壳内表面 100 所构成的气腔 B 处于新阶段的进气过程中，传动轴 30 传动的扭矩来带动外齿轮 190 旋转从而带动转子 20 顺时针旋转，随着转子 20 上的接触端 280 顺时针移动越过进气口 120 后，进气结束。在此过程中，气腔 B 的容积逐渐增大。

参照图 2-6 和 2-7，图 2-7 为压缩过程并准备出气阶段，接触端 240 滑过进气口 140，随着转子 20 的继续顺时针旋转，气腔 B 的容积进一步减小，气腔 B 继续压缩气体进入分离室 320，气体通过中空纤维管膜 60，由于不同气体通过管膜的速度不同，所以单位时间内渗透速度快的通过膜进入管内的多，渗透速度慢的通过膜进入管内的少，这样就达到了分离气体的效果。参照图 2-6 和图 2-6-1，分离出的气体从中空纤维管膜 60 的出口出来通过出气口 210 进入到储气室 410 里，再经过这侧端盖上的出气口 90 出来，剩余气体通过排气口 2010 进入到储气室 420 里，再经过另一端盖上的排气口 910 排出。当分离室 320 内剩余气体压力达到分离室 320 内壁的排气口 2010 处的泄压阀的阈值时阀门关闭停止排气。

参照图 2-8，图 2-8 为新的循环阶段，随着转子 20 的继续顺时针旋转，气腔 B 的容积逐渐减小，此阶段气腔 B 的容积达到最小，于

说 明 书

以上的 4 个实施案例均是以气体分离为例进行的说明，此装置设计同样也可用于液体分离，且工作原理与气体分离完全相同，不再赘述，只是，在叙述此装置用于液体分离的结构和工作原理的时候，以上所有讲到“气”的地方，换成“液体”即可，如：以上所有讲到“气腔”的地方换成“液体腔”；所有讲到“进气”、“排气”的地方换成“进液”、“排液”。

上述实施案例只为说明本发明的技术构思及特点，其目的在于让熟悉此领域技术的人士能够了解本发明内容并加以实施，并不能以此限制本发明的保护范围。凡根据本发明精神实质所作的等效变化或修饰，都应涵盖在本发明的保护范围内。

权 利 要 求 书

1. 一种膜分离装置，其特征在于，包括：

外壳，所述外壳的内表面为弧面，所述外壳上设置有至少一个进介质口、至少一个用于排出被分离介质的出介质口；

转子，所述转子设置在所述外壳内，所述转子外表面设置有至少两个与所述外壳内表面始终保持滑动接触的接触端，所述转子外表面与所述外壳内表面在相邻接触端之间形成密封的单独腔体，各单独腔体由所述接触端进行分隔，所述转子内空，内空的部分作为储介质室；

分离室，所述分离室设置在所述转子内部，为转子的一部分，相邻接触端之间为一个分离室，所述分离室内部装填膜，膜将分离室隔成内外两部分，所述分离室外壁对应各单独腔体设置单向阀同单独腔体连通，所述各分离室内壁对应储介质室设置出介质口，所述储介质室与外壳的出介质口连通；

转子转动过程中，通过外壳的进介质口进入单独腔体的介质在压力的作用下，通过单向阀进入分离室，通过膜后被分离的介质由分离室内壁的出介质口进入储介质室，再经过外壳的出介质口出来。

2.如权利要求 1 所述的一种膜分离装置，其特征在于，膜选用平板膜，当选取平板膜时，被分离的介质通过平板膜由出介质口进入储气室。

3.如权利要求 2 所述的膜分离装置，其特征在于，

所述外壳上还设有至少一个排出剩余介质的排介质口；

所述转子的储介质室被隔板分成两部分：储存被分离介质的第一储介质室以及储存剩余介质的第二储介质室；

权 利 要 求 书

所述各分离室内壁对应第一储介质室设置所述出介质口, 所述各分离室的膜与外壁之间的空间与第二储介质室通过导管相连, 第一储介质室与外壳的出介质口连通, 第二储介质室与外壳的排介质口连通;

转子转动过程中, 通过外壳的进介质口进入单独腔体的介质在压力的作用下, 通过单向阀进入分离室, 通过膜后被分离的介质由分离室内壁的出介质口进入第一储气室, 剩余的介质通过导管进入第二储气室, 再经过外壳的排介质口排出。

4.如权利要求 1 所述的膜分离装置, 其特征在于, 膜选用中空纤维管膜, 当选取中空纤维管膜时, 中空纤维管膜的出口连通分离室内壁的出介质口, 被分离的介质通过中空纤维管膜的管子后由分离室内壁的出介质口进入储介质室。

5.如权利要求 4 所述的膜分离装置, 其特征在于,

所述外壳上还设有至少一个排出剩余介质的排介质口;

所述转子的储介质室被隔板分成两部分: 储存被分离介质的第一储介质室以及储存剩余介质的第二储介质室;

所述各分离室内壁对应第一储介质室设置所述出介质口, 每个分离室的内壁分别设置与第二储介质室连通的排介质口, 第一储介质室与外壳的出介质口连通, 第二储介质室与外壳的排介质口连通;

转子转动过程中, 通过外壳的进介质口进入单独腔体的介质在压力的作用下, 通过单向阀进入分离室, 通过膜后被分离的介质由分离室内壁的出介质口进入第一储介质室, 剩余的介质通过分离室内壁的

权 利 要 求 书

排介质口进入第二储气室，再经过外壳的排介质口排出。

6.如权利要求 1 所述的膜分离装置，其特征在于，上述转子的中心与上述外壳中心不重合，上述转子在旋转过程中其中心绕外壳的中心转动，所述膜分离装置还包括位于外壳中心处的固定在一传动轴上的外齿轮，上述转子中心处设置有内齿轮，上述外齿轮与上述内齿轮相互啮合，上述外齿轮的齿数小于上述内齿轮的齿数。

7.如权利要求 1 所述的膜分离装置，其特征在于，所述外壳的内表面为对称的弧面，其弧形轨迹由下列方程得到：

$$x=R*\cos \alpha +e*\cos 3 \alpha ;$$

$$y=R*\sin \alpha +e*\sin 3 \alpha ;$$

转子的轮廓线由下列方程得到：

$$v= 30+ t* 60$$

$$d= - 3* e* \sin(3* v) / R$$

$$u= 2* v- a\sin(d)$$

$$x= 2* e* \cos(u) * \cos(3* v) + R* \cos(2* v)$$

$$y= 2* e* \sin(u) * \cos(3* v) + R* \sin(2* v)$$

上述公式中，R 为壳成半径，e 为转子的中心与外壳中心的距离， $\alpha \in [0^\circ, 360^\circ]$ ，t 为时间。

8.如权利要求 7 所述的膜分离装置，其特征在于，所述外壳的径向位置的两侧各设有一个进气口，外壳的轴向位置两侧有两个端盖，一侧端盖上设有端面排介质口，另一侧端盖上设有端面出介质口，转子设置有三个与外壳内表面始终保持滑动接触的接触端，所述储气室

权 利 要 求 书

被隔板分成用于储存被分离气体的第一储气室和用来储存剩余气体的第二储气室两部分，分离室内通过膜后被分离的介质进入第一储气室，剩余的介质进入第二储气室，端面出介质口连通第一储气室，端面排介质口连通第二储气室。

9.如权利要求 1 所述的膜分离装置，其特征在于，所述外壳内表面的弧形轨迹由下列方程得到：

$$x = e * \cos(\alpha) + R * \cos(\alpha / 4)$$

$$Y = e * \sin(\alpha) + R * \sin(\alpha / 4)$$

转子的轮廓线由下列方程得到：

$$x_r = e * \cos\beta + e * \cos(\alpha - \beta/3) + R * \cos(\alpha/4 - \beta/3)$$

$$y_r = e * \cos\beta + e * \sin(\alpha - \beta/3) + R * \sin(\alpha/4 - \beta/3)$$

$$\operatorname{tg}(5\beta/8) = \frac{5 \sin(\alpha/2) - K \sin(3\alpha/10)}{5 \cos(\alpha/2) + K \cos(3\alpha/10)}$$

上述公式中， $\alpha \in [0^\circ, 360^\circ]$ ， e 为偏心距， R 为创成半径， $K=R/e$ 。

10.如权利要求 1 所述的膜分离装置，其特征在于，所述介质是气体或者是液体。