

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202191748** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2021.11.02

(51) Int. Cl. *B01D 53/04* (2006.01)
B01D 53/00 (2006.01)
B01D 46/54 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2019.12.26

(54) РАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО И СПОСОБ РАЗДЕЛЕНИЯ

(31) 201811652280.9

(32) 2018.12.31

(33) CN

(86) PCT/CN2019/128641

(87) WO 2020/140821 2020.07.09

(71) Заявитель:
**ЧАЙНА ПЕТРОЛИУМ ЭНД
КЕМИКАЛ КОРПОРЕЙШН;
ДАЛЯНЬ РИСЕРЧ ИНСТИТУТ
ОФ ПЕТРОЛЕУМ ЭНД
ПЕТРОКЕМИКАЛС, СИНОПЕК
КОРП. (CN)**

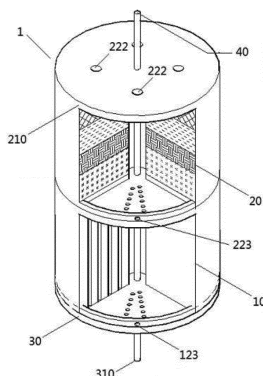
(72) Изобретатель:

**Чжан Шэнчжун, Чжан Ин, Цяо Кай,
Фань Дэцюань, Чжан Яньпэн, Гао
Мин (CN)**

(74) Представитель:

**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В.,
Бучака С.М., Бельтюкова М.В. (RU)**

(57) Предложены разделительное устройство (1) и способ разделения, причем разделительное устройство (1) содержит мембранный разделительный модуль (10), адсорбционный модуль (20) и модуль (30) впуска газа; мембранный разделительный модуль (10) содержит первый корпус (110) и мембранный узел (130), который выполнен с возможностью расположения в первом корпусе (110); первый корпус (110) имеет первое впускное отверстие (121) для газа, первое выпускное отверстие (122) для газа и выпускное отверстие (123) для газа-ретентата; мембранный узел (130) имеет выпускное отверстие для газа-пермеата, при этом выпускное отверстие для газа-пермеата сообщается с первым выпускным отверстием (122) для газа; адсорбционный модуль (20) содержит второй корпус (210) и слой адсорбента (230), который может быть расположен во втором корпусе (210); второй корпус (210) расположен на первом корпусе (110); второй корпус (210) имеет второе впускное отверстие (221) для газа, второе выпускное отверстие (222) для газа и выпускное отверстие (223) для десорбционного газа; второе впускное отверстие (221) для газа сообщается с первым выпускным отверстием (122) для газа; модуль (30) впуска газа имеет третье выпускное отверстие (321) для газа; третье выпускное отверстие (321) для газа сообщается с первым впускным отверстием (121) для газа. Разделительное устройство (1) имеет такие преимущества, как компактность, малый вес и низкую стоимость изготовления.



A1

202191748

202191748

A1

РАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО И СПОСОБ РАЗДЕЛЕНИЯ

ОБЛАСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение относится к разделительному устройству и способу разделения.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Газ высокой чистоты (газ с молярной чистотой выше 99,90%) можно получить с помощью таких способов, как разделение в башне, мембранное разделение, адсорбционное разделение и т.д. Для получения газа высокой чистоты мембранным разделением обычно требуется две стадии очистки или даже больше стадий очистки, что приводит к высокой стоимости производства такого газа. В частности, в случае, когда концентрация целевого газового компонента в неочищенном газе низкая, стоимость производства газа высокой чистоты выше, что ограничивает диапазон применения мембранного разделения.

В настоящее время в случае, если концентрация целевого газового компонента в неочищенном газе низкая, обычно неочищенный газ грубо очищается с помощью устройства мембранного разделения, а затем грубо очищенный газ подается в устройство адсорбционного разделения для получения газа высокой чистоты.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Для решения проблем, существующих в уровне техники, в настоящем изобретении предложено разделительное устройство и способ разделения.

Для достижения вышеупомянутой цели в первом аспекте в настоящем изобретении предложено разделительное устройство, содержащее мембранный разделительный модуль, который содержит первый корпус и мембранный узел, выполненный с возможностью размещения в первом корпусе, причем первый корпус имеет первое впускное отверстие для газа, первое выпускное отверстие для газа и выпускное отверстие для газа-ретентата, а мембранный узел имеет выпускное отверстие для газа-пермеата, причем выпускное отверстие для газа-пермеата сообщается с первым выпускным отверстием для газа; адсорбционный модуль, который содержит второй корпус и слой адсорбента, который может быть размещен во втором корпусе, причем второй корпус расположен на первом корпусе и имеет второе впускное отверстие для газа, второе

выпускное отверстие для газа и выпускное отверстие для десорбционного газа, при этом второе впускное отверстие для газа сообщается с первым выпускным отверстием для газа; и модуль впуска газа, который имеет третье выпускное отверстие для газа, которое сообщается с первым впускным отверстием для газа.

Разделительное устройство, выполненное в соответствии с вариантами выполнения настоящего изобретения, имеет такие преимущества, как небольшая занимаемая площадь, легкий вес и низкая стоимость изготовления.

Необязательно, второй корпус расположен непосредственно на первом корпусе.

Необязательно, мембранный разделительный модуль содержит первые впускные отверстия для газа, каждое из которых сообщается с третьим выпускным отверстием для газа; необязательно, мембранный разделительный модуль содержит мембранные узлы и первые выпускные отверстия для газа, адсорбционный модуль содержит вторые впускные отверстия для газа, при этом выпускные отверстия для газа-пермеата мембранных узлов взаимно однозначно сообщаются с первыми выпускными отверстиями для газа, а первые выпускные отверстия для газа взаимно однозначно сообщаются со вторыми впускными отверстиями для газа.

Необязательно, модуль впуска газа содержит впускную газовую трубу, имеющую четвертое выпускное отверстие для газа, и газораспределительную пластину, имеющую буферную полость и третьи выпускные отверстия для газа, сообщающиеся, соответственно, с буферной полостью, четвертое выпускное отверстие для газа сообщается с буферной полостью, при этом мембранный разделительный модуль содержит первые впускные отверстия для газа, причем третьи выпускные отверстия для газа взаимно однозначно сообщаются с первыми впускными отверстиями для газа.

Необязательно, разделительное устройство содержит мембранные разделительные модули и адсорбционные модули, первое впускное отверстие для газа каждого мембранного разделительного модуля сообщается с третьим выпускным отверстием для газа, вторые корпуса взаимно однозначно расположены на первых корпусах, а первые выпускные отверстия для газа мембранных разделительных модулей взаимно однозначно сообщаются со вторыми впускными отверстиями для газа адсорбционных модулей.

Необязательно, разделительное устройство содержит модули впуска газа, и третьи выпускные отверстия для газа модулей впуска газа взаимно однозначно сообщаются с первыми впускными отверстиями для газа мембранных разделительных модулей.

Необязательно, модуль впуска газа содержит впускной газовый коллектор, регулирующий клапан, имеющий третье впускное отверстие для газа и третьи выпускные

отверстия для газа, причем третьи впускные отверстия для газа переключаются в сообщение с любым из третьих выпускных отверстий для газа, при этом впускной газовый коллектор соединен с третьим впускным отверстием для газа; и впускные газовые патрубки, первые концы которых взаимно однозначно соединены с третьими выпускными отверстиями для газа, а вторые концы взаимно однозначно соединены с первыми впускными отверстиями для газа мембранных разделительных модулей.

Необязательно, модуль впуска газа содержит впускную газовую трубу, имеющую четвертое выпускное отверстие для газа, и газораспределительную пластину, имеющую буферные полости, третьи впускные отверстия для газа и третьи выпускные отверстия для газа, причем третьи впускные отверстия для газа взаимно однозначно сообщаются с буферными полостями, и третьи выпускные отверстия для газа взаимно однозначно сообщаются с буферными полостями, при этом четвертые выпускные отверстия для газа переключаются в сообщение с любым из третьих впускных отверстий для газа, а третьи выпускные отверстия для газа взаимно однозначно сообщаются с первыми впускными отверстиями для газа мембранных разделительных модулей; обязательно, газораспределительная пластина имеет кольцеобразную форму, третьи впускные отверстия для газа расположено на внутренней периферийной поверхности газораспределительной пластины, при этом газораспределительная пластина выполнена с возможностью вставления той части впускной газовой трубы, которая имеет четвертые выпускные отверстия для газа, при этом впускная газовая труба выполнена с возможностью расположения с возможностью поворота относительно газораспределительной пластины; обязательно, каждое отверстие из третьих выпускных отверстий для газа содержит дополнительные выпускные отверстия для газа, которые составляют группу дополнительных выпускных отверстий для газа, расположенных с интервалом в направлении по окружности газораспределительной пластины, причем каждая группа дополнительных выпускных отверстий для газа содержит дополнительные выпускные отверстия для газа, расположенные с интервалом в радиальном направлении газораспределительной пластины, каждый мембранный разделительный модуль имеет первые впускные отверстия для газа, а первые впускные отверстия для газа каждого мембранного разделительного модуля взаимно однозначно сообщаются с дополнительными выпускными отверстиями для газа соответствующего третьего выпускного отверстия для газа.

Необязательно, газораспределительная пластина содержит кольцеобразную первую пластину, имеющую первую торцевую поверхность с буферными полостями, причем

внутренние концы буферных полостей открыты с образованием третьих впускных отверстий для газа, или же внутренние боковые поверхности стенок буферных полостей имеют третьи впускные отверстия для газа, при этом первая пластина выполнена с возможностью вставления той части впускной газовой трубы, которая имеет четвертые выпускные отверстия для газа, а впускная газовая труба выполнена с возможностью расположения с возможностью поворота относительно первой пластины; и вторую пластину, которая расположена на первой торцевой поверхности и закрывает буферные полости, третьи выпускные отверстия для газа расположены на второй пластине и проходят через вторую пластину в направлении толщины второй пластины.

Необязательно, газораспределительная пластина содержит кольцеобразную первую пластину, имеющую первую торцевую поверхность и вторую торцевую поверхность, которые расположены напротив друг друга в направлении толщины первой пластины, первая пластина имеет буферные полости, каждая из которых проходит через первую пластину в направлении толщины первой пластины, а внутренние концы буферных полостей открыты с образованием третьих впускных отверстий для газа, или же поверхности внутренних боковых стенок буферных полостей имеют третьи впускные отверстия для газа; и вторую пластину и кольцеобразную третью пластину, вторая пластина расположена на первой торцевой поверхности, третья пластина расположена на второй торцевой поверхности, а вторая пластина и третья пластина закрывают буферные полости, причем первая пластина выполнена с возможностью вставления той части впускной газовой трубы, которая имеет четвертые выпускные отверстия для газа, впускная газовая труба выполнена с возможностью расположения с возможностью поворота относительно первой пластины, а третьи выпускные отверстия для газа расположены на второй пластине и проходят через вторую пластину в направлении толщины второй пластины.

Необязательно, мембранные разделительные модули расположены в первом окружном направлении, и первый корпус содержит первую торцевую пластину и вторую торцевую пластину; и первую боковую пластину, вторую боковую пластину, первую внутреннюю боковую пластину и первую внешнюю боковую пластину, при этом первая боковая пластина, первая внутренняя боковая пластина, вторая боковая пластина и первая внешняя боковая пластина соединены последовательно с образованием первой закрывающей пластины, причем первый конец первой закрывающей пластины соединен с первой торцевой пластиной, а второй конец первой закрывающей пластины соединен со второй торцевой пластиной, при этом первое впускное отверстие для газа расположено на

первой торцевой пластине, первое выпускное отверстие для газа расположено на второй торцевой пластине, а выпускное отверстие для газа-ретентата расположено по меньшей мере на одной из первой закрывающей пластины и первой торцевой пластины; необязательно, первые торцевые пластины мембранных разделительных модулей выполнены как одно целое и вторые торцевые пластины мембранных разделительных модулей выполнены как одно целое; необязательно, первая боковая пластина одного из двух первых корпусов, смежных друг с другом в первом окружном направлении, выполнена как одно целое со второй боковой пластиной другого из двух первых корпусов; необязательно, первые внутренние боковые пластины мембранных разделительных модулей выполнены как одно целое и первые внешние боковые пластины мембранных разделительных модулей выполнены как одно целое; необязательно, первый конец каждого мембранного узла соединен с соответствующей первой торцевой пластиной, второй конец каждого мембранного узла открыт с образованием выпускного отверстия для газа-пермеата, а второй конец каждого мембранного узла соединен с первым выпускным отверстием для газа на соответствующей второй торцевой пластине; необязательно, первые внутренние боковые пластины мембранных разделительных модулей расположены на первой прямой цилиндрической поверхности или первой правильной призматической поверхности, а первые внешние боковые пластины мембранных разделительных модулей расположены на второй прямой цилиндрической поверхности или второй правильной призматической поверхности.

Необязательно, адсорбционные модули расположены в первом окружном направлении, а второй корпус содержит третью торцевую пластину и четвертую торцевую пластину; и третью боковую пластину, четвертую боковую пластину, вторую внутреннюю боковую пластину и вторую внешнюю боковую пластину, при этом третья боковая пластина, вторая внутренняя боковая пластина, четвертая боковая пластина и вторая внешняя боковая пластина соединены последовательно с образованием второй закрывающей пластины, причем первый конец второй закрывающей пластины соединен с третьей торцевой пластиной, а второй конец второй закрывающей пластины соединен с четвертой торцевой пластиной, при этом второе выпускное отверстие для газа расположено на третьей торцевой пластине, второе выпускное отверстие для газа расположено на четвертой торцевой пластине, а выпускное отверстие для десорбционного газа расположено по меньшей мере на одной из второй закрывающей пластины и третьей торцевой пластины; необязательно, третьи торцевые пластины адсорбционных модулей выполнены как одно целое, четвертые торцевые пластины адсорбционных модулей

выполнены как одно целое; необязательно, третья боковая пластина одного из двух вторых корпусов, смежных друг с другом в первом окружном направлении, выполнена как одно целое с четвертой боковой пластиной другого из двух вторых корпусов; необязательно, вторые внутренние боковые пластины адсорбционных модулей выполнены как одно целое, и вторые внешние боковые пластины адсорбционных модулей выполнены как одно целое; необязательно, вторые внутренние боковые пластины адсорбционных модулей расположены на третьей прямой цилиндрической поверхности или третьей правильной призматической поверхности, вторые внешние боковые пластины адсорбционных модулей расположены на четвертой прямой цилиндрической поверхности или четвертой правильной призматической поверхности; также необязательно, первая прямая цилиндрическая поверхность и третья прямая цилиндрическая поверхность являются одной и той же прямой цилиндрической поверхностью, вторая прямая цилиндрическая поверхность и четвертая прямая цилиндрическая поверхность являются одной и той же прямой цилиндрической поверхностью, первая правильная призматическая поверхность и третья правильная призматическая поверхность являются одной и той же правильной призматической поверхностью, а вторая правильная призматическая поверхность и четвертая правильная призматическая поверхность являются одной и той же правильной призматической поверхностью.

Необязательно, разделительное устройство дополнительно содержит центральный вал, при этом мембранные разделительные модули могут быть размещены в окружном направлении центрального вала, адсорбционные модули могут быть расположены в окружном направлении центрального вала, при этом первая внутренняя боковая пластина мембранного разделительного модуля находится рядом с центральным валом или первая внутренняя боковая пластина мембранного разделительного модуля контактирует с центральным валом, вторая внутренняя боковая пластина каждого адсорбционного модуля находится рядом с центральным валом или вторая внутренняя боковая пластина каждого адсорбционного модуля контактирует с центральным валом.

Во втором аспекте настоящее изобретение предлагает способ разделения, реализованный с помощью разделительного устройства, выполненного в соответствии с первым аспектом настоящего изобретения, который включает следующие этапы: использование модуля впуска газа для подачи неочищенного газа в мембранный разделительный модуль; использование мембранного разделительного модуля для разделения неочищенного газа с обеспечением получения грубо очищенного газа; и использование адсорбционного модуля для адсорбции примесей или целевого газа в грубо

очищенном газе с обеспечением получения газа высокой чистоты.

Необязательно, выполняют четвертое выпускное отверстие для газа впускной газовой трубы сообщаящимся с третьими впускными отверстиями для газа группы буферных полостей газораспределительной пластины с обеспечением подачи неочищенного газа в группу мембранных разделительных модулей, при этом группа буферных полости содержит по меньшей мере одну буферную полость, а группа мембранных разделительных модулей содержит по меньшей мере один мембранный разделительный модуль; используют группу мембранных разделительных модулей для разделения неочищенного газа с обеспечением получения грубо очищенного газа; используют группу адсорбционных модулей для поглощения примесей или целевого газа в грубо очищенном газе с обеспечением получения газа высокой чистоты, при этом группа адсорбционных модулей содержит по меньшей мере один адсорбционный модуль; после того, как группа адсорбционных модулей проработает в течение заданного времени или группа адсорбционных модулей обработает заданное количество грубо очищенного газа, обеспечивают сообщение четвертого выпускного отверстия для газа впускной газовой трубы с третьими впускными отверстиями для газа другой группы буферных полостей газораспределительной пластины, чтобы подавать неочищенный газ в указанную другую группу мембранных разделительных модулей, при этом указанная другая группа буферных полостей содержит по меньшей мере одну буферную полость, а указанная другая группа мембранных разделительных модулей содержит по меньшей мере один мембранный разделительный модуль; используют другую группу мембранных разделительных модулей для разделения неочищенного газа с обеспечением получения грубо очищенного газа; используют другую группу адсорбционных модулей для адсорбции примесей или целевого газа в грубо очищенном газе с обеспечением получения газа высокой чистоты, при этом указанная другая группа адсорбционных модулей содержит по меньшей мере один адсорбционный модуль; и регенерируют адсорбент в группе адсорбционных модулей.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Фиг.1 изображает частичный схематический структурный вид разделительного устройства, выполненного в соответствии с вариантами выполнения настоящего изобретения;

Фиг.2а изображает схематический структурный вид модуля впуска газа разделительного устройства, выполненного в соответствии с вариантами выполнения

настоящего изобретения;

Фиг.2b изображает частичный схематический структурный вид модуля впуска газа разделительного устройства, выполненного в соответствии с вариантами выполнения настоящего изобретения;

Фиг.2с изображает схематический структурный вид газораспределительной пластины разделительного устройства, выполненного в соответствии с вариантами выполнения настоящего изобретения;

Фиг.3 изображает схематический структурный вид впускной газовой трубы разделительного устройства, выполненного в соответствии с вариантами выполнения настоящего изобретения.

Фиг.4a изображает частичный схематический структурный вид мембранного разделительного модуля разделительного устройства, выполненного в соответствии с вариантами выполнения настоящего изобретения;

Фиг.4b изображает частичный схематический структурный вид мембранного разделительного модуля, разделительного устройства выполненного в соответствии с вариантами выполнения настоящего изобретения;

Фиг.5a изображает частичный схематический структурный вид адсорбционного модуля разделительного устройства, выполненного в соответствии с вариантами выполнения настоящего изобретения;

Фиг.5b изображает частичный схематический структурный вид адсорбционного модуля разделительного устройства, выполненного в соответствии с вариантами выполнения настоящего изобретения;

Фиг.6 изображает частичный схематический структурный вид четвертой торцевой пластины адсорбционного модуля, выполненного в соответствии с вариантами выполнения настоящего изобретения.

1 - разделительное устройство;

10 - мембранный разделительный модуль, 110 - первый корпус, 111 - первая торцевая пластина, 112 - вторая торцевая пластина, 113 - первая боковая пластина, 114 - вторая боковая пластина, 115 - первая внутренняя боковая пластина, 116 - первая внешняя боковая пластина, 117 - первая закрывающая пластина, 118 - первая вмещающая полость,

121 – первое впускное отверстие для газа, 122 – первое выпускное отверстие для газа, 123 - выпускное отверстие для газа-ретентата, 130 - мембранный узел,

20 - адсорбционный модуль, 210 - второй корпус, 211 - третья торцевая пластина, 212 - четвертая торцевая пластина, 2121 - сквозное отверстие, 213 - третья боковая

пластина, 214 - четвертая боковая пластина, 215 - вторая внутренняя боковая пластина, 216 - вторая внешняя боковая пластина, 217 - вторая закрывающая пластина, 218 - вторая вмещающая полость,

221 – второе впускное отверстия для газа, 222 – второе выпускное отверстие для газа, 223 - выпускное отверстие для десорбционного газа, 230 - слой адсорбента,

30 - модуль впуска газа, 310 – впускная газовая труба, 311 – четвертое выпускное отверстие для газа,

320 - газораспределительная пластина, 321 – третье выпускное отверстие для газа, 3211 - дополнительное выпускное отверстие для газа, 322 - буферная полость, 323 – третье впускное отверстие для газа, 324 - первая пластина, 3241 - первая торцевая поверхность, 325 - вторая пластина,

40 - центральный вал.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

Ниже подробно описаны некоторые варианты выполнения настоящего изобретения, причем примеры вариантов выполнения показаны на сопроводительных чертежах. Следует отметить, что варианты выполнения, описанные со ссылкой на прилагаемые чертежи, являются только иллюстративными и предназначены только для объяснения настоящего изобретения, а не для его ограничения.

Ниже со ссылкой на прилагаемые чертежи описано разделительное устройство 1, выполненное в соответствии с вариантами выполнения настоящего изобретения. Как показано на Фиг.1-6, разделительное устройство 1 содержит мембранный разделительный модуль 10, адсорбционный модуль 20 и модуль 30 впуска газа.

Мембранный разделительный модуль 10 содержит первый корпус 110 и мембранный узел 130, который выполнен с возможностью расположения в первом корпусе 110, при этом первый корпус 110 имеет первое впускное отверстие 121 для газа, первое выпускное отверстие 122 для газа и выпускное отверстие 123 для газа-ретентата. Мембранный узел 130 имеет выпускное отверстие для газа-пермеата, причем выпускное отверстие для газа-пермеата сообщается с первым выпускным отверстием 122 для газа. Адсорбционный модуль 20 содержит второй корпус 210 и слой 230 адсорбента, который может быть расположен во втором корпусе 210, причем второй корпус 210 расположен на первом корпусе 110, то есть первый корпус 110 расположен на втором корпусе 210. Второй корпус 210 имеет второе впускное отверстие 221 для газа, второе выпускное отверстие для газа 222 и выпускное отверстие 223 для десорбционного газа, при этом

второе впускное отверстие 221 для газа сообщается с первым выпускным отверстием 122 для газа. Модуль 30 впуска газа имеет третье выпускное отверстие 321 для газа, причем третье выпускное отверстие 321 для газа сообщается с первым впускным отверстием 121 для газа.

Выражение «мембранный узел 130 выполнен с возможностью расположения в первом корпусе 110» относится к тому, что мембранный узел 130 расположен в первом корпусе 110, когда разделительное устройство 1 используется для подготовки газа высокой чистоты; выражение «адсорбирующий слой 230 может быть расположен во втором корпусе 210» относится к тому, что адсорбирующий слой 230 расположен во втором корпусе 210, когда разделительное устройство 1 используется для подготовки газа высокой чистоты. Мембранный узел 130 может располагаться или не располагаться в первом корпусе 110, а адсорбирующий слой 230 может располагаться или не располагаться во втором корпусе 210, когда разделительное устройство 1 не используется для подготовки газа высокой чистоты.

Когда разделительное устройство 1 используется для подготовки газа высокой чистоты, неочищенный газ (газовая смесь, содержащая целевой газ) последовательно поступает в мембранный разделительный модуль 10 через третье выпускное отверстие 321 для газа модуля 30 впуска газа и первое впускное отверстие 121 для газа мембранного разделительного модуля 10, при этом неочищенный газ разделяется мембранным разделительным модулем 10 (грубая очистка) для получения грубо очищенного газа. Газ, который проникает через мембранный узел 130, является грубо очищенным газом, а газ, который не может проникнуть через мембранный узел 130, представляет собой газ-ретентат, газ-ретентат может выпускаться из мембранного разделительного модуля 10 через выпускное отверстие 123 для газа-ретентата. Грубо очищенный газ последовательно поступает в адсорбционный модуль 20 через первое выпускное отверстие 122 для газа мембранного разделительного модуля 10 и второе впускное отверстие 221 для газа адсорбционного модуля 20, а примеси в грубо очищенном газе адсорбируются адсорбционным модулем 20, чтобы получить газ высокой чистоты.

Существующие устройства для подготовки газа высокой чистоты просто соединяют и объединяют существующее устройство мембранного разделения и устройство адсорбции в тандеме в соответствии со свойствами материала, без изменения конструкции устройства мембранного разделения и устройства адсорбции.

Разделительное устройство 1 реализует объединение мембранного разделительного модуля 10 и адсорбционного модуля 20 путем объединения первого корпуса 110

мембранного разделительного модуля 10 и второго корпуса 210 адсорбционного модуля 20. Тем самым занимаемая площадь и вес разделительного устройства 1 могут быть значительно уменьшены. Поскольку разделительное устройство 1 имеет очень малую занимаемую площадь, оно особенно подходит для использования на заправочной станции (например, станции заправки водородом). Разделительное устройство 1 имеет преимущество небольшой занимаемой площади, которое несравнимо с существующими разделительными устройствами.

Следовательно, разделительное устройство 1, выполненное в соответствии с вариантами выполнения настоящего изобретения, имеет такие преимущества, как небольшая занимаемая площадь, легкий вес, низкая стоимость изготовления и т.д.

Как показано на Фиг.1-6, в некоторых вариантах выполнения настоящего изобретения разделительное устройство 1 содержит мембранный разделительный модуль 10, адсорбционный модуль 20 и модуль 30 впуска газа. Разделительное устройство 1 может широко использоваться для подготовки газа высокой чистоты. Например, разделительное устройство 1 можно использовать для получения аргона, водорода, кислорода, азота, монооксида углерода, диоксида углерода, метана и т.д. высокой чистоты.

Мембранный разделительный модуль 10 содержит первый корпус 110 и мембранный узел 130, который выполнен с возможностью расположения в первом корпусе 110, при этом первый корпус 110 имеет первое впускное отверстие 121 для газа, первое выпускное отверстие 122 для газа и выпускное отверстие 123 для газа-ретентата. Адсорбционный модуль 20 содержит второй корпус 210 и слой 230 адсорбента, который может быть расположен во втором корпусе 210, а второй корпус 210 имеет второе впускное отверстие 221 для газа, второе выпускное отверстие 222 для газа и выпускное отверстие 223 для десорбционного газа.

Мембранный узел 130 может представлять собой неорганический мембранный узел или органический мембранный узел. Неорганический мембранный узел применим в сценариях, когда неочищенный газ содержит жидкость или кислый газ, или же когда при изменении температуры и/или давления может образовываться конденсат. Неорганическая мембрана неорганического мембранного узла может представлять собой мембрану с полым молекулярным ситом, например, углеродным молекулярным ситом, мембрану молекулярного сита LTA или мембрану молекулярного сита DDR и т.д. Органический мембранный узел применим в сценариях, когда неочищенный газ не содержит жидкости, а и при изменении температуры и/или давления в неочищенном газе

или продукте-газе не образуется конденсат. Органическая мембрана органического мембранного узла может представлять собой мембрану из полого волокна.

Слой 230 адсорбента может содержать адсорбенты, которые могут адсорбировать различные примеси, в зависимости от состава примесей в грубо очищенном газе. Например, слой 230 адсорбента может содержать по меньшей мере одно из следующего: активированный оксид алюминия, силикагель, цеолитное молекулярное сито и активированный уголь.

Необязательно, как показано на Фиг.1 и 4b, первый корпус 110 может иметь первые впускные отверстия 121 для газа, каждое из которых сообщается с третьим выпускным отверстием 321 для газа, так что неочищенный газ протекает через (входит в) каждое отверстие из первых впускных отверстий 121 для газа. Таким образом, неочищенный газ может поступать в первый корпус 110 более равномерно, а производительность мембранного разделительного модуля 10 по переработке газа в единицу времени повышается.

Как показано на Фиг.1, 4a и 4b, мембранный разделительный модуль 10 может содержать мембранные узлы 130, первый корпус 110 может иметь первые выпускные отверстия 122 для газа, а выпускные отверстия для газа-пермеата мембранных узлов 130 могут взаимно однозначно сообщаться с первыми выпускными отверстиями 122 для газа. Другими словами, количество выпускных отверстий для газа-пермеата (мембранных узлов 130) может быть равно количеству первых выпускных отверстий 122 для газа, причем каждое выпускное отверстие для газа-пермеата сообщается с первым выпускным отверстием 122 для газа, а каждое отверстие из первых выпускных отверстий 122 для газа сообщается с выпускным отверстием для газа-пермеата. Таким образом, газоперерабатывающая способность мембранного разделительного модуля 10 в единицу времени может быть еще больше улучшена.

Соответственно, как показано на Фиг.1 и 5b, второй корпус 210 имеет вторые впускные отверстия 221 для газа, причем первые выпускные отверстия 122 для газа взаимно однозначно сообщаются со вторыми впускными отверстиями 221 для газа. То есть, количество вторых впускных отверстий 221 для газа может быть равно количеству первых выпускных отверстий 122 для газа, причем каждое второе впускное отверстие 221 для газа сообщается с первым выпускным отверстием 122 для газа, а каждое отверстие из первых выпускных отверстий 122 для газа сообщается со вторым впускным отверстием 221 для газа. Таким образом, производительность адсорбционного модуля 20 по переработке газа в единицу времени может быть еще больше улучшена.

Как показано на Фиг.1, в одном варианте выполнения настоящего изобретения второй корпус 210 расположен непосредственно над первым корпусом 110. То есть между ними не расположено никаких компонентов (например, соединительной пластины, кронштейна и т.д.), при этом первый корпус 110 и второй корпус 210 находятся в непосредственном контакте друг с другом. Таким образом, конструкция разделительного устройства 1 дополнительно упрощается, степень интеграции мембранного разделительного модуля 10 с адсорбционным модулем 20 дополнительно улучшается, и, таким образом, занимаемая площадь разделительного устройства 1 может быть дополнительно уменьшена, а вес и стоимость изготовления разделительного устройства 1 может быть дополнительно снижена. Конечно, в других вариантах выполнения первый корпус 110 может быть расположен над вторым корпусом 210.

Модуль 30 впуска газа имеет третье выпускное отверстие 321 для газа, причем третье выпускное отверстие 321 для газа сообщается с первым впускным отверстием 121 для газа. Как показано на Фиг.2а-2с, модуль 30 впуска газа содержит впускную газовую трубу 310 и газораспределительную пластину 320, а впускная газовая труба 310 имеет четвертое выпускное отверстие 311 для газа. Газораспределительная пластина 320 имеет буферную полость 322 и третьи выпускные отверстия 321 для газа, причем каждое отверстие из третьих выпускных отверстий 321 для газа сообщается с буферной полостью 322, а четвертое выпускное отверстие 311 для газа сообщается с буферной полостью 322. Необязательно, верхний конец впускной газовой трубы 310 закрыт.

Мембранный разделительный модуль 10 имеет первые впускные отверстия 121 для газа, причем третьи выпускные отверстия 321 для газа взаимно однозначно сообщаются с первыми впускными отверстиями 121 для газа. Другими словами, количество третьих выпускных отверстий 321 для газа может быть равно количеству первых впускных отверстий 121 для газа, причем каждое отверстие из третьих выпускных отверстий 321 для газа сообщается с первым впускным отверстием 121 для газа, а каждое отверстие из первых впускных отверстий 121 для газа сообщается с третьим выпускным отверстием 321 для газа.

Неочищенный газ входит в буферную полость 322 через четвертое выпускное отверстие 311 для газа впускной газовой трубы 310, а неочищенный газ в буферной полости 322 поступает в первый корпус 110 последовательно через третьи выпускные отверстия 321 для газа и первые впускные отверстия 121 для газа. Путем размещения буферной полости 322 в сообщении с четвертым выпускным отверстием 311 для газа, а третьих выпускных отверстий 321 для газа в сообщении с буферной полостью 322 на

газораспределительной пластине 320, скорость потока неочищенного газа с помощью буферной полости 322 может быть уменьшена, неочищенный газ может поступать в первый корпус 110 более равномерно, а производительность по переработке газа мембранным разделительным модулем 10 в единицу времени может быть улучшена.

Как показано на Фиг.1-6, в некоторых вариантах выполнения настоящего изобретения разделительное устройство 1 может содержать мембранные разделительные модули 10 и адсорбционные модули 20. Первое впускное отверстие 121 для газа каждого мембранного разделительного модуля 10 сообщается с третьим выпускным отверстием 321 для газа так, что неочищенный газ может поступать в первый корпус 110 каждого мембранного разделительного модуля 10.

Вторые корпуса 210 взаимно однозначно расположены на первых корпусах 110. То есть, количество мембранных разделительных модулей 10 (первые корпуса 110) может быть равно количеству адсорбционных модулей 20 (вторые корпуса 210), причем каждый второй корпус 210 расположен на первом корпусе 110. Необязательно, вторые корпуса 210 взаимно однозначно расположены непосредственно на первых корпусах 110.

Первые выпускные отверстия 122 для газа мембранных разделительных модулей 10 взаимно однозначно сообщаются со вторыми впускными отверстиями 221 для газа адсорбционных модулей 20. То есть, первое выпускное отверстие 122 для газа каждого мембранного разделительного модуля 10 сообщается со вторым впускным отверстием 221 для газа адсорбционного модуля 20, а второе впускное отверстие 221 для газа каждого адсорбционного модуля 20 сообщается с первым выпускным отверстием 122 для газа мембранного разделительного модуля 10. Таким образом, мембранные разделительные модули 10 и адсорбционные модули 20, которые связаны друг с другом, могут образовывать разделительный узел, выполненный с возможностью подготовки газа высокой чистоты, причем разделительное устройство 1 может содержать разделительные узлы таким образом, что производительность разделительного устройства 1 по переработке газа в единицу времени может быть значительно улучшена.

Как показано на Фиг.4a и 4b, мембранные разделительные модули 10 могут располагаться в первом окружном направлении, то есть мембранные разделительные модули 10 могут быть расположены в первом окружном направлении. Каждый первый корпус 110 может содержать первую торцевую пластину 111, вторую торцевую пластину 112, первую боковую пластину 113, вторую боковую пластину 114, первую внутреннюю боковую пластину 115 и первую внешнюю боковую пластину 116. «Внутри» относится к ориентации к центральной части первого окружного направления, тогда как «наружу»

относится к ориентации от центральной части первого окружного направления.

Первая боковая пластина 113, первая внутренняя боковая пластина 115, вторая боковая пластина 114 и первая внешняя боковая пластина 116 соединены последовательно, образуя первую закрывающую пластину 117, причем первый конец первой закрывающей пластины 117 соединен с первой торцевой пластиной 111, а второй конец первой закрывающей пластины 117 соединен со второй торцевой пластиной 112.

В частности, первая торцевая пластина 111 и вторая торцевая пластина 112 разнесены друг от друга в вертикальном направлении, нижний конец первой закрывающей пластины 117 соединен с первой торцевой пластиной 111, а верхний конец первой закрывающей пластины 117 соединена со второй торцевой пластиной 112. То есть, нижний конец каждой пластины из первой боковой пластины 113, первой внутренней боковой пластины 115, второй боковой пластины 114 и первой внешней боковой пластины 116 соединен с первой торцевой пластиной 111, а верхний конец каждой пластины из первой боковой пластины 113, первой внутренней боковой пластины 115, второй боковой пластины 114 и первой внешней боковой пластины 116 соединен со второй торцевой пластиной 112. Вертикальное направление на Фиг.1 указано стрелкой А.

Первая торцевая пластина 111, вторая торцевая пластина 112, первая боковая пластина 113, вторая боковая пластина 114, первая внутренняя боковая пластина 115 и первая внешняя боковая пластина 116 могут образовывать первую вмещающую полость 118. То есть, первый корпус 110 может иметь первую вмещающую полость 118. Мембранный узел 130 расположен в первой вмещающей полости 118, а каждое отверстие из первого впускного отверстия 121 для газа, первого выпускного отверстия 122 для газа и выпускного отверстия 123 для газа-ретентата может сообщаться с первой вмещающей полостью 118.

При этом первое впускное отверстие 121 для газа может быть расположено на первой торцевой пластине 111, первое выпускное отверстие 122 для газа может быть расположено на второй торцевой пластине 112, а выпускное отверстие 123 для газа-ретентата может быть расположено по меньшей мере на одной из первой закрывающей пластины 117 и первой торцевой пластины 111. Необязательно, выпускное отверстие 123 для газа-ретентата может быть расположено на нижней части первой закрывающей пластины 117. Например, выпускное отверстие 123 для газа-ретентата может быть расположено на нижней части первой внешней боковой пластины 116.

Первые торцевые пластины 111 мембранных разделительных модулей 10 могут быть выполнены как одно целое, и вторые торцевые пластины 112 мембранных

разделительных модулей 10 могут быть выполнены как одно целое. Таким образом, конструкция разделительного устройства 1 может быть дополнительно упрощена, степень интеграции и конструктивная прочность разделительного устройства 1 могут быть дополнительно улучшены, а сложность сборки разделительного устройства 1 может быть дополнительно уменьшена.

Необязательно, первая боковая пластина 113 одного из двух первых корпусов 110, смежных друг с другом в первом окружном направлении, образована как одно целое со второй боковой пластиной 114 другого из двух первых корпусов 110. Другими словами, для двух первых корпусов 110, смежных друг с другом в первом окружном направлении, первая боковая пластина 113 одного первого корпуса 110 выполнена как одно целое со второй боковой пластиной 114 другого первого корпуса 110, то есть два первых корпуса 110, примыкающие друг к другу в первом окружном направлении, могут иметь одну и ту же боковую пластину. Таким образом, конструкция разделительного устройства 1 может быть дополнительно упрощена, степень интеграции разделительного устройства 1 может быть дополнительно улучшена, а конструктивная прочность разделительного устройства 1 может быть дополнительно улучшена.

Первый конец (например, нижний конец) каждого мембранного узла 130 соединен с соответствующей первой торцевой пластиной 111. Второй конец (например, верхний конец) каждого мембранного узла 130 открыт, образуя выпускное отверстие для газа, а второй конец каждого мембранного узла 130 соединен с первым выпускным отверстием 122 для газа на соответствующей второй торцевой пластине 112. Соответствующая первая торцевая пластина 111 и соответствующая вторая торцевая пластина 112 относятся к первой торцевой пластине 111 и второй торцевой пластине 112, которые принадлежат к тому же самому мембранному разделительному модулю 10, что и мембранный узел 130.

Первые внутренние боковые пластины 115 мембранных разделительных модулей 10 расположены на первой прямой цилиндрической поверхности или первой правильной призматической поверхности, то есть первые внутренние боковые пластины 115 мембранных разделительных модулей 10 расположены на одной и той же прямой цилиндрической поверхности или на одной и той же правильной призматической поверхности. Первые внешние боковые пластины 116 мембранных разделительных модулей 10 расположены на второй прямой цилиндрической поверхности или второй правильной призматической поверхности, то есть первые внешние боковые пластины 116 мембранных разделительных модулей 10 расположены на одной и той же прямой цилиндрической поверхности или на одной и той же правильной призматической

поверхности. Таким образом, конструкция разделительного устройства 1 более разумна. Прямая цилиндрическая поверхность относится к стороне прямого цилиндра, а правильная призматическая поверхность относится к стороне правильной призмы.

Необязательно, первые внутренние боковые пластины 115 мембранных разделительных модулей 10 могут быть выполнены как одно целое, и первые внешние боковые пластины 116 мембранных разделительных модулей 10 могут быть выполнены как одно целое. Таким образом, конструкция разделительного устройства 1 может быть дополнительно упрощена, степень интеграции разделительного устройства 1 может быть дополнительно улучшена, а конструктивная прочность разделительного устройства 1 может быть дополнительно улучшена.

Как показано на Фиг.5а и 5b, адсорбционные модули 20 могут располагаться в первом окружном направлении, то есть адсорбционные модули 20 могут быть расположены в первом окружном направлении. Каждый второй корпус 210 содержит третью торцевую пластину 211, четвертую торцевую пластину 212, третью боковую пластину 213, четвертую боковую пластину 214, вторую внутреннюю боковую пластину 215 и вторую внешнюю боковую пластину 216. Третья боковая пластина 213, вторая внутренняя боковая пластина 215, четвертая боковая пластина 214 и вторая внешняя боковая пластина 216 соединены последовательно, чтобы образовывать вторую закрывающую пластину 217, причем первый конец второй закрывающей пластины 217 соединен с третьей торцевой пластиной 211, и второй конец второй закрывающей пластины 217 соединен с четвертой торцевой пластиной 212.

В частности, третья торцевая пластина 211 и четвертая торцевая пластина 212 разнесены друг от друга в вертикальном направлении, нижний конец второй закрывающей пластины 217 соединен с третьей торцевой пластиной 211, а верхний конец второй закрывающей пластины 217 соединен с четвертой торцевой пластиной 212. То есть, нижний конец каждой пластины из третьей боковой пластины 213, второй внутренней боковой пластины 215, четвертой боковой пластины 214 и второй внешней боковой пластины 216 соединен с третьей торцевой пластиной 211, а верхний конец каждой пластины из третьей боковой пластины 213, второй внутренней боковой пластины 215, четвертой боковой пластины 214 и второй внешней боковой пластины 216 соединен с четвертой торцевой пластиной 212.

Третья торцевая пластина 211, четвертая торцевая пластина 212, третья боковая пластина 213, четвертая боковая пластина 214, вторая внутренняя боковая пластина 215 и вторая внешняя боковая пластина 216 могут формировать вторую вмещающую полость

218, то есть второй корпус 210 может иметь вторую вмещающую полость 218. Слой 230 адсорбента расположен во второй вмещающей полости 218, причем каждое из второго впускного отверстия 221 для газа, второго выпускного отверстия 222 для газа и выпускного отверстия 223 для десорбционного газа может находиться в сообщении со второй вмещающей полостью 218.

Второе впускное отверстие 221 для газа может быть расположено на третьей торцевой пластине 211, второе выпускное отверстие 222 для газа может быть расположено на четвертой торцевой пластине 212, а выпускное отверстие 223 для десорбционного газа может быть расположено по меньшей мере на одной из второй закрывающей пластины 217 и третьей торцевой пластины 211. Необязательно, выпускное отверстие 223 для десорбционного газа может быть расположено на нижней части второй закрывающей пластины 217. Например, выпускное отверстие 223 для десорбционного газа может быть расположено на нижней части второй внешней боковой пластины 216.

Третьи торцевые пластины 211 адсорбционных модулей 20 выполнены как одно целое и четвертые торцевые пластины 212 адсорбционных модулей 20 выполнены как одно целое. Таким образом, конструкция разделительного устройства 1 может быть дополнительно упрощена, степень интеграции и конструктивная прочность разделительного устройства 1 могут быть дополнительно улучшены, а сложность сборки разделительного устройства 1 может быть дополнительно уменьшена.

Необязательно, третья боковая пластина 213 одного из двух вторых корпусов 210, смежных друг с другом в первом окружном направлении, выполнена как одно целое с четвертой боковой пластиной 214 другого из двух вторых корпусов 210. Другими словами, для двух вторых корпусов 210, смежных друг с другом в первом окружном направлении, третья боковая пластина 213 одного второго корпуса 210 выполнена как одно целое с четвертой боковой пластиной 214 другого второго корпуса 210, то есть два вторых корпуса 210, смежные друг с другом в первом окружном направлении, могут иметь одну и ту же боковую пластину. Таким образом, конструкция разделительного устройства 1 может быть дополнительно упрощена, степень интеграции разделительного устройства 1 может быть дополнительно улучшена, а конструктивная прочность разделительного устройства 1 может быть дополнительно улучшена.

Вторые внутренние боковые пластины 215 адсорбционных модулей 20 расположены на третьей прямой цилиндрической поверхности или третьей правильной призматической поверхности, то есть вторые внутренние боковые пластины 215 адсорбционных модулей 20 расположены на одной и той же прямой цилиндрической

поверхности или на одной и той же правильной призматической поверхности. Вторые внешние боковые пластины 216 адсорбционных модулей 20 расположены на четвертой прямой цилиндрической поверхности или на четвертой правильной призматической поверхности, то есть вторые внешние боковые пластины 216 адсорбционных модулей 20 расположены на одной и той же прямой цилиндрической поверхности или на одной и той же правильной призматической поверхности. Таким образом, конструкция разделительного устройства 1 более разумна. Кроме того, необязательно, первая прямая цилиндрическая поверхность и третья прямая цилиндрическая поверхность могут быть одной и той же прямой цилиндрической поверхностью, вторая прямая цилиндрическая поверхность и четвертая прямая цилиндрическая поверхность могут быть одной и той же прямой цилиндрической поверхностью, первая правильная призматическая поверхность и третья правильная призматическая поверхность могут быть одной и той же правильной призматической поверхностью, а вторая правильная призматическая поверхность и четвертая правильная призматическая поверхность могут быть одной и той же правильной призматической поверхностью.

Необязательно, вторые внутренние боковые пластины 215 адсорбционных модулей 20 могут быть выполнены как одно целое, и вторые внешние боковые пластины 216 адсорбционных модулей 20 могут быть выполнены как одно целое. Таким образом, конструкция разделительного устройства 1 может быть дополнительно упрощена, степень интеграции разделительного устройства 1 может быть дополнительно улучшена, а конструктивная прочность разделительного устройства 1 может быть дополнительно улучшена.

В первом примере настоящего изобретения разделительное устройство 1 может содержать модули 30 впуска газа, и третьи выпускные отверстия 321 для газа модулей 30 впуска газа взаимно однозначно сообщаются с первыми впускными отверстиями 121 для газа мембранных разделительных модулей 10. То есть количество модулей 30 впуска газа равно количеству мембранных разделительных модулей 10, третье выпускное отверстие 321 для газа каждого модуля 30 впуска газа сообщается с первым впускным отверстием 121 для газа мембранного разделительного модуля 10, а первое впускное отверстие 121 для газа каждого мембранного разделительного модуля 10 сообщается с третьим выпускным отверстием 321 для газа модуля 30 впуска газа.

Во втором примере настоящего изобретения модуль 30 впуска газа содержит впускной газовый коллектор, регулирующий клапан и впускные газовые патрубки. Регулирующий клапан имеет третье впускное отверстие 323 для газа и третьи выпускные

отверстия 321 для газа, а впускной газовый коллектор соединен с третьим впускным отверстием 323 для газа. Третье впускное отверстие 323 для газа с возможностью переключения находится в сообщении с любым отверстием из третьих выпускных отверстий 321 для газа, то есть третье впускное отверстие 323 для газа может сообщаться с каждым из третьих выпускных отверстий 321 для газа, третье впускное отверстие 323 для газа может одновременно сообщаться только с некоторыми из третьих выпускных отверстий 321 для газа, но не может одновременно сообщаться со всеми третьими выпускными отверстиями 321 для газа. Например, может быть выполнено пять третьих выпускных отверстий 321 для газа, причем третье впускное отверстие 323 для газа может быть переключено из состояния, в котором оно сообщается с первым из третьих выпускных отверстий 321 для газа, в состояние, в котором оно сообщается с по меньшей мере одним из третьего и четвертого отверстия среди третьих выпускных отверстий 321 для газа.

Первые концы впускных газовых патрубков взаимно однозначно соединены с третьими выпускными отверстиями 321 для газа, а вторые концы впускных газовых патрубков взаимно однозначно соединены с первыми впускными отверстиями 121 для газа мембранных разделительных модулей 10. Таким образом, неочищенный газ может последовательно поступать в первый корпус 110 соответствующего мембранного разделительного модуля 10 через впускной газовый коллектор, регулирующий клапан и соответствующий впускной газовый патрубок.

Как показано на Фиг.2а-2с, в третьем примере настоящего изобретения модуль 30 впуска газа содержит впускную газовую трубу 310 и газораспределительную пластину 320, причем впускная газовая труба 310 имеет четвертое выпускное отверстие 311 для газа, при этом окружное направление газораспределительной пластины 320 может соответствовать первому окружному направлению. Газораспределительная пластина 320 имеет буферные полости 322, третьи впускные отверстия 323 для газа и третьи выпускные отверстия 321 для газа, при этом третьи впускные отверстия 323 для газа взаимно однозначно сообщаются с буферными полостями 322, и третьих выпускные отверстия 321 для газа взаимно однозначно сообщаются с буферными полостями 322. Необязательно, верхний конец впускной газовой трубы 310 закрыт.

Третьи выпускные отверстия 321 для газа взаимно однозначно сообщаются с первыми впускными отверстиями 121 для газа мембранных разделительных модулей 10. Четвертое выпускное отверстие 311 для газа с возможностью переключения сообщается с любым отверстием из третьих впускных отверстий 323 для газа, то есть четвертое

выпускное отверстие 311 для газа может сообщаться с каждым из третьих впускных отверстий 323 для газа, четвертое выпускное отверстие 311 для газа может одновременно находиться в сообщении только с некоторыми из третьих впускных отверстий 323 для газа, но не может одновременно находиться в сообщении со всеми третьими впускными отверстиями 323 для газа. Например, может быть выполнено пять третьих впускных отверстий 323 для газа, причем четвертое выпускное отверстие 311 для газа выполнено с возможностью переключения из состояния, в котором оно сообщается с первым из третьих впускных отверстий 323 для газа, в состояние, в котором оно сообщается с по меньшей мере одним из третьего и четвертого отверстия среди третьих впускных отверстий 323 для газа.

Когда разделительное устройство 1 используется для подготовки газа высокой чистоты, четвертое выпускное отверстие 311 для газа впускной газовой трубы 310 устанавливается для сообщения с третьими впускными отверстиями 323 для газа группы буферных полостей 322 газораспределительной пластины 320, чтобы подавать неочищенный газ в группу мембранных разделительных модулей 10, при этом группа буферных полостей 322 содержит по меньшей мере одну буферную полость 322, а группа мембранных разделительных модулей 10 содержит по меньшей мере один мембранный разделительный модуль 10.

Группа мембранных разделительных модулей 10 используется для разделения неочищенного газа с обеспечением получения грубо очищенного газа. Другими словами, один мембранный разделительный модуль 10 может использоваться для разделения неочищенного газа, или несколько мембранных разделительных модулей 10 могут использоваться для одновременного разделения неочищенного газа. Затем группа адсорбционных модулей 20 используется для адсорбции примесей в грубо очищенном газе с обеспечением получения газа высокой чистоты, при этом группа адсорбционных модулей 20 содержит по меньшей мере один адсорбционный модуль 20; при этом по меньшей мере один адсорбционный модуль 20 в группе адсорбционных модулей 20 взаимно однозначно сообщается по газу с по меньшей мере одним мембранным разделительным модулем 10 в группе мембранных разделительных модулей 10.

После того, как группа адсорбционных модулей 20 проработает в течение заданного периода времени или после того, как группа адсорбционных модулей 20 обработает заданное количество грубо очищенного газа, четвертое выпускное отверстие 311 для газа впускной газовой трубы 310 устанавливается для сообщения с третьими впускными отверстиями 323 для газа другой группы буферных полостей 322

газораспределительной пластины 320, например, путем поворота впускной газовой трубы 310, чтобы подавать неочищенный газ в другую группу мембранных разделительных модулей 10; при этом указанная другая группа буферных полостей 322 содержит по меньшей мере одну буферную полость 322, а указанная другая группа мембранных разделительных модулей 10 содержит по меньшей мере один мембранный разделительный модуль 10.

Указанная другая группа мембранных разделительных модулей 10 используется для разделения неочищенного газа с обеспечением получения грубо очищенного газа. Другими словами, один мембранный разделительный модуль 10 может использоваться для разделения неочищенного газа, или мембранные разделительные модули 10 могут одновременно использоваться для разделения неочищенного газа. Затем другая группа адсорбционных модулей 20 используется для адсорбции примесей в грубо очищенном газе с обеспечением получения газа высокой чистоты, при этом указанная другая группа адсорбционных модулей 20 содержит по меньшей мере один адсорбционный модуль 20; при этом по меньшей мере один адсорбционный модуль 20 в указанной другой группе адсорбционных модулей 20 находится во взаимно однозначном сообщении по газу с по меньшей мере одним мембранным разделительным модулем 10 в указанной другой группе мембранных разделительных модулей 10.

Адсорбент в группе адсорбционных модулей 20 регенерируется, так что группу адсорбционных модулей 20 можно снова использовать для адсорбции примесей в грубо очищенном газе; при этом адсорбент в группе адсорбционных модулей 20 может быть регенерирован одновременно, тогда как другая группа адсорбционных модулей 20 используется для поглощения примесей в грубо очищенном газе; в качестве альтернативы, адсорбент в группе адсорбционных модулей 20 может быть регенерирован одновременно, тогда как другие адсорбционные модули 20 используются для поглощения примесей в грубо очищенном газе или в другое время; при этом адсорбционные модули 20 можно регенерировать известным способом.

Таким образом, адсорбционные модули 20 разделительного устройства 1 выполнены с возможностью поглощения (работы) и регенерации по очереди, а мембранные разделительные модули 10 выполнены с возможностью для работы по очереди. Другими словами, адсорбционные модули 20 выполнены с возможностью для работы и циклической регенерации, а мембранные разделительные модули 10 выполнены с возможностью работы циклически, так что разделительное устройство 1 может непрерывно готовить газ высокой чистоты и, таким образом, время операции

разделительного устройства 1 может быть продлено, а производительность разделительного устройства 1 по переработке газа в единицу времени может быть увеличена.

Как показано на Фиг.2а и 2b, газораспределительная пластина 320 имеет кольцеобразную форму, то есть газораспределительная пластина 320 имеет внутреннюю периферийную поверхность, внешнюю периферийную поверхность и центральное отверстие, а третьи впускные отверстия 323 для газа расположены на внутренней периферийной поверхности газораспределительной пластины 320. В газораспределительную пластину 320 может быть вставлена та часть впускной газовой трубы 310, которая имеет четвертое выпускное отверстие 311 для газа, то есть та часть впускной газовой трубы 310, которая имеет четвертое выпускное отверстие 311 для газа, может быть расположена в центральном отверстии газораспределительной пластины 320. Таким образом, четвертое выпускное отверстие 311 для газа может быть расположено в центральном отверстии газораспределительной пластины 320, то есть четвертое выпускное отверстие 311 для газа может быть расположено на внутренней стороне внутренней периферийной поверхности газораспределительной пластины 320, так что четвертое выпускное отверстие 311 для газа может переключаться в сообщение с любым отверстием из третьих впускных отверстий 323 для газа.

Впускная газовая труба 310 может быть расположена с возможностью поворота относительно газораспределительной пластины 320, а четвертое выпускное отверстие 311 для газа может переключаться путем поворота впускной газовой трубы 310, так что четвертое выпускное отверстие 311 для газа может сообщаться с другими третьими выпускными отверстиями 323 для газа. В частности, можно использовать приводное устройство для приведения во вращение впускной газовой трубы 310. Приводным устройством, которое используется для приведения во вращение впускной газовой трубы 310, может быть электродвигатель или ремень и т.д.

Выражение «в газораспределительную пластину 320 может быть вставлена та часть впускной газовой трубы 310, которая имеет четвертое выпускное отверстие 311 для газа» относится к тому, что в газораспределительную пластину 320 может быть вставлена та часть впускной газовой трубы 310, которая имеет четвертое выпускное отверстие 311 для газа, когда разделительное устройство 1 используется для получения газа высокой чистоты. Выражение «впускная газовая труба 310 может быть расположена с возможностью поворота относительно газораспределительной пластины 320» относится к тому, что впускная газовая труба 310 может быть расположена с возможностью поворота

относительно газораспределительной пластины 320, когда разделительное устройство 1 используется для подготовки газ высокой чистоты. Когда разделительное устройство 1 не используется для подготовки газа высокой чистоты, в газораспределительную пластину 320 может быть или может не быть вставлена та часть впускной газовой трубы 310, которая имеет четвертое выпускное отверстие 311 для газа.

Как показано на Фиг.2а и 2с, каждое отверстие из третьих выпускных отверстий 321 для газа содержит дополнительные выпускные отверстия 3211 для газа, причем дополнительные выпускные отверстия 3211 для газа образуют группы дополнительных выпускных отверстий для газа, которые могут быть расположены с интервалом в окружном направлении газораспределительной пластины 320. Каждая группа дополнительных выпускных отверстий для газа содержит дополнительные выпускные отверстия 3211 для газа, причем дополнительные выпускные отверстия 3211 для газа каждой группы выпускных отверстий для газа расположены с интервалом в радиальном направлении газораспределительной пластины 320.

Каждый мембранный разделительный модуль 10 имеет первые впускные отверстия 121 для газа, причем первые впускные отверстия 121 для газа каждого мембранного разделительного модуля 10 взаимно однозначно сообщаются с дополнительными выпускными отверстиями 3211 для газа соответствующих третьих выпускных отверстий 321 для газа. Необязательно, первые впускные отверстия 121 для газа каждого мембранного разделительного модуля 10 могут образовывать группы впускных отверстий для газа, при этом группы впускных отверстий для газа могут быть расположены с интервалом в окружном направлении газораспределительной пластины 320. Каждая группа впускных отверстий для газа содержит первые впускные отверстия 121 для газа, причем первые впускные отверстия 121 для газа каждой группы впускных отверстий для газа расположено с интервалом в радиальном направлении газораспределительной пластины 320. Кроме того, необязательно, первые впускные отверстия 121 для газа каждого мембранного разделительного модуля 10 расположены напротив дополнительных выпускных отверстий 3211 для газа соответствующих третьих выпускных отверстий 321 для газа в осевом направлении (например, вертикальном направлении) газораспределительной пластины 320, чтобы сообщаться с ними лучшим образом.

Как показано на Фиг.2а-2с, газораспределительная пластина 320 содержит первую пластину 324 и вторую пластину 325, при этом первая пластина 324 имеет кольцеобразную форму, то есть первая пластина 324 имеет внутреннюю периферийную

поверхность, внешнюю периферийную поверхность и центральное отверстие. Первая пластина 324 имеет первую торцевую поверхность 3241 (например, верхнюю торцевую поверхность), а буферные полости 322 расположены на первой торцевой поверхности 3241.

Внутренний конец буферной полости 322 открыт с образованием третьего впускного отверстия 323 для газа, или внутренняя поверхность боковой стенки буферной полости 322 имеет третье впускное отверстие 323 для газа. Внутренний конец буферной полости 322 относится к концу буферной полости 322, смежной (ориентированной) с центральной частью (центральным отверстием) первой пластины 324, а поверхность внутренней боковой стенки буферной полости 322 относится к поверхности боковой стенки буферной полости 322, смежной (ориентированной) с центральной частью (центральным отверстием) первой пластины 324. То есть, внутренний конец каждой буферной полости 322 может быть выполнен открытым, чтобы образовывать третьи впускные отверстия 323 для газа, или поверхность внутренней боковой стенки каждой буферной полости 322 имеет третьи впускные отверстия 323 для газа; в качестве альтернативы, внутренние концы некоторых из буферных полостей 322 могут быть открытыми, чтобы образовывать третьи впускные отверстия 323 для газа, тогда как внутренние поверхности боковых стенок других буферных полостей 322 имеют третьи впускные отверстия 323 для газа.

При этом в первую пластину 324 может быть вставлена та часть впускной газовой трубы 310, которая имеет четвертое выпускное отверстие 311 для газа, т.е. часть впускной газовой трубы 310, которая имеет четвертое выпускное отверстие 311 для газа, может быть расположена в центральном отверстии первой пластины 324. Таким образом, четвертое выпускное отверстие 311 для газа может быть расположено в центральном отверстии первой пластины 324, то есть четвертое выпускное отверстие 311 для газа может быть расположено на внутренней стороне внутренней периферийной поверхности первой пластины 324, так что четвертое выпускное отверстие 311 для газа может переключаться в сообщение с любым из третьих впускных отверстий 323 для газа.

Впускная газовая труба 310 может быть расположена с возможностью поворота по отношению к первой пластине 324, а четвертое выпускное отверстие 311 для газа может переключаться путем поворота впускной газовой трубы 310, так что четвертое выпускное отверстие 311 для газа может сообщаться с другими третьими впускными отверстиями 323 для газа.

Выражение «в первую пластину 324 может быть вставлена та часть впускной

газовой трубы 310, которая имеет четвертое выпускное отверстие 311 для газа» относится к тому, что в первую пластину 324 вставлена та часть впускной газовой трубы 310, которая имеет четвертое выпускное отверстие 311 для газа, когда разделительное устройство 1 используется для получения газа высокой чистоты. Когда разделительное устройство 1 не используется для получения газа высокой чистоты, в первую пластину 324 может быть вставлена, а может быть и не вставлена та часть впускной газовой трубы 310, которая имеет четвертое выпускное отверстие 311 для газа.

Вторая пластина 325 расположена на первой торцевой поверхности 3241 и закрывает буферные полости 322. Третьи выпускные отверстия 321 для газа расположены на второй пластине 325 и проходят через вторую пластину 325 в направлении толщины (осевом направлении) второй пластины 325. Например, третьи выпускные отверстия 321 для газа проходят через вторую пластину 325 в вертикальном направлении. Таким образом, сложность обработки буферных полостей 322, третьих впускных отверстий 323 для газа и третьих выпускных отверстий 321 для газа может быть уменьшена, тем самым, сложность обработки и стоимость обработки разделительного устройства 1 могут быть уменьшены.

Необязательно, вторая пластина 325 может быть выполнена как одно целое с первыми торцевыми пластинами 111 первых корпусов 110. Таким образом, конструкция разделительного устройства 1 может быть дополнительно упрощена, степень интеграции и конструктивная прочность устройства 1 могут быть дополнительно улучшены, а сложность сборки устройства 1 может быть дополнительно уменьшена.

Необязательно, вторые торцевые пластины 112 первых корпусов 110 могут быть выполнены как одно целое с третьими торцевыми пластинами 211 вторых корпусов 210. Таким образом, конструкция устройства 1 может быть дополнительно упрощена, степень интеграции и прочность конструкции устройства 1 может быть дополнительно улучшена, а сложность сборки устройства 1 может быть дополнительно уменьшена.

Газораспределительная пластина 320 может дополнительно содержать первую пластину, вторую пластину и третью пластину, при этом как первая пластина, так и третья пластина могут иметь кольцеобразную форму. Первая пластина имеет первую торцевую поверхность (например, верхнюю торцевую поверхность) и вторую торцевую поверхность (например, нижнюю торцевую поверхность), которые расположены напротив друг друга в направлении толщины тела первой пластины, а первая пластина имеет буферные полости 322, каждая из которых проходит через первую пластину в направлении толщины (например, вертикальном направлении) первой пластины. Внутренний конец каждой

буферной полости 322 открыт с образованием третьего впускного отверстия 323 для газа, или внутренняя поверхность боковой стенки буферной полости 322 имеет третье впускное отверстие 323 для газа.

Вторая пластина расположена на первой торцевой поверхности, третья пластина расположена на второй торцевой поверхности, а вторая пластина и третья пластина закрывают буферные полости 322. Третьи выпускные отверстия 321 для газа расположены на второй пластине и проходят через вторую пластину в направлении толщины (осевом направлении) второй пластины. Например, третьи выпускные отверстия 321 для газа проходят через вторую пластину в вертикальном направлении. Таким образом, сложность обработки буферных полостей 322, третьих впускных отверстий 323 для газа и третьих выпускных отверстий 321 для газа может быть уменьшена, тем самым, сложность обработки и стоимость обработки разделительного устройства 1 могут быть уменьшены.

В первую пластину может быть вставлена та часть впускной газовой трубы 310, которая имеет четвертое выпускное отверстие 311 для газа, а впускная газовая труба 310 может быть расположена с возможностью поворота относительно первой пластины. Четвертое выпускное отверстие 311 для газа может переключаться путем поворота впускной газовой трубы 310, так что четвертое выпускное отверстие 311 для газа может сообщаться с другими третьими впускными отверстиями 323 для газа. Необязательно, в третью пластину может быть вставлена та часть впускной газовой трубы 310, которая имеет четвертое выпускное отверстие 311 для газа, причем впускная газовая труба 310 может быть расположена с возможностью поворота относительно третьей пластины. Таким образом, конструкция модуля 30 впуска газа более разумна.

Как показано на Фиг.1, в конкретном примере настоящего изобретения разделительное устройство 1 дополнительно содержит центральный вал 40, причем мембранные разделительные модули 10 могут быть расположены в окружном направлении центрального вала 40, а адсорбционные модули 20 могут быть расположены в окружном направлении центрального вала 40. Другими словами, мембранные разделительные модули 10 могут быть расположены вокруг центрального вала 40, и адсорбционные модули 20 могут быть расположены вокруг центрального вала 40; при этом окружное направление центрального вала 40 может соответствовать первому окружному направлению. Например, окружное направление центрального вала 40, первое окружное направление и окружное направление газораспределительной пластины 320 (первого корпуса 324 пластины) могут соответствовать друг другу.

Первая внутренняя боковая пластина 115 мембранного разделительного модуля 10

примыкает к центральному валу 40, или первая внутренняя боковая пластина 115 мембранного разделительного модуля 10 может контактировать с центральным валом 40. То есть, первая внутренняя боковая пластина 115 каждого мембранного разделительного модуля 10 может примыкать к центральному валу 40, или первая внутренняя боковая пластина 115 каждого мембранного разделительного модуля 10 может контактировать с центральным валом 40; в качестве альтернативы, некоторые из первых внутренних боковых пластин 115 мембранных разделительных модулей 10 могут примыкать к центральному валу 40, а другие из первых внутренних боковых пластин 115 мембранных разделительных модулей 10 могут контактировать с центральным валом 40.

Вторая внутренняя боковая пластина 215 каждого адсорбционного модуля 20 расположена рядом с центральным валом 40, или вторая внутренняя боковая пластина 215 каждого адсорбционного модуля 20 может контактировать с центральным валом 40. То есть, вторая внутренняя боковая пластина 215 каждого адсорбционного модуля 20 может располагаться рядом с центральным валом 40, или вторая внутренняя боковая пластина 215 каждого адсорбционного модуля 20 может контактировать с центральным валом 40; в качестве альтернативы, некоторые из вторых внутренних боковых пластин 215 адсорбционных модулей 20 могут примыкать к центральному валу 40, а другие вторые внутренние боковые пластины 215 адсорбционных модулей 20 могут контактировать с центральным валом 40.

Благодаря наличию центрального вала 40, разделительные модули 10 и адсорбционные модули 20 могут быть расположены вокруг центрального вала 40, так что мембранные разделительные модули 10 и адсорбционные модули 20 могут быть быстро установлены и обслужены.

Выражение «мембранные разделительные модули 10 могут быть расположены в окружном направлении центрального вала 40» относится к тому, что мембранные разделительные модули 10 расположены в окружном направлении центрального вала 40 сразу после того как мембранные разделительные модули 10 установлены. Перед установкой мембранных разделительных модулей 10, после установки мембранных разделительных модулей 10 и когда разделительное устройство 1 используется для подготовки газа высокой чистоты, мембранные разделительные модули 10 можно расположить в окружном направлении центрального вала 40, или же центральный вал 40 может быть удален, так что центральный вал 40 отсоединяется от мембранных разделительных модулей 10.

Выражение «адсорбционные модули 20 могут быть расположены в окружном

направлении центрального вала 40» относится к тому, что адсорбционные модули 20 расположены в окружном направлении центрального вала 40 сразу после того как адсорбционные модули 20 установлены. Перед установкой адсорбционных модулей 20, после того, как адсорбционные модулей 20 установлены, и когда разделительное устройство 1 используется для подготовки газа высокой чистоты, адсорбционные модули 20 могут быть размещены в окружном направлении центрального вала 40, или же центральный вал 40 может быть удален, так что центральный вал 40 отсоединяется от адсорбционных модулей 20.

Необязательно, как показано на Фиг.1, первые торцевые пластины 111 мембранных разделительных модулей 10 выполнены как одно целое, чтобы образовать опорную пластину, причем опорная пластина имеет монтажное отверстие, а конец (например, нижний конец) центрального вала 40 может быть вставлен в монтажное отверстие.

Выражение «конец центрального вала 40 может быть вставлен в монтажное отверстие» относится к тому, что конец центрального вала 40 вставлен в монтажное отверстие, когда мембранные разделительные модули 10 и/или адсорбционные модули 20 установлены, и сразу после установки мембранных разделительных модулей 10 и/или адсорбционных модулей 20. Перед установкой мембранных разделительных модулей 10 и/или адсорбционных модулей 20, после установки мембранных разделительных модулей 10 и/или адсорбционных модулей 20, и когда разделительное устройство 1 используется для подготовки газа высокой чистоты, конец центрального вала 40 может быть вставлен в монтажное отверстие или отсоединен от монтажного отверстия. Как показано на Фиг.6, четвертая торцевая пластина 212 имеет сквозное отверстие 2121, а центральный вал 40 может проходить через сквозное отверстие 2121.

Необязательно, центральная ось мембранных разделительных модулей 10 может совпадать с центральной осью адсорбционных модулей 20, то есть мембранные разделительные модули 10 и адсорбционные модули 20 могут быть коаксиальными.

В настоящем изобретении раскрыто устройство для подготовки газа высокой чистоты (разделительное устройство 1). Общая конструкция устройства имеет цилиндрическую или правильную многоугольную форму; в направлении газового потока устройство последовательно содержит распределитель неочищенного газа, мембранный разделительный модуль, адсорбционный разделительный модуль и контроллер газа конечной переработки. В настоящем изобретении устройство мембранного разделения и устройство адсорбционного разделения объединены путем конструктивного исполнения управляемого распределителя неочищенного газа, мембранного разделительного модуля и

адсорбционного разделительного модуля в виде модулей; используя многоуровневую конструкцию управляемого распределителя неочищенного газа и программное управление поворотом впускной газовой трубы, неочищенный газ регулируется для последовательного прохождения через мембранный разделительный модуль и адсорбционный разделительный модуль. В настоящем изобретении мембранный разделительный модуль и адсорбционный разделительный модуль работают и регенерируются циклически, таким образом, полностью задействуются характеристики и функция очистки мембраны и адсорбционного слоя.

Устройство для подготовки газа высокой чистоты с общей конструкцией цилиндрической или правильной многоугольной формы; в направлении газового потока устройство последовательно включает управляемый распределитель неочищенного газа, мембранный разделительный модуль, адсорбционный разделительный модуль и контроллер газа конечной переработки.

Распределитель неочищенного газа содержит впускную трубу для неочищенного газа, буферную пластину неочищенного газа и пластину распределения неочищенного газа; торец стороны впуска газа буферной пластины неочищенного газа представляет собой замкнутую конструкцию, а стороны выпуска газа содержит $2n$ буферных областей, где n - целое число; буферные зоны имеют форму прорези на буферной пластине, соответственно, каждая буферная зона расположена вокруг центра колонны или правильного многоугольника и имеет отверстие, ориентированное к центру, для приема неочищенного газа из впускной трубы для неочищенного газа; впускная труба для неочищенного газа проходит через буферную пластину неочищенного газа; впускная труба для неочищенного газа имеет отверстие в стенке трубы, проходящее через буферную пластину (часть) неочищенного газа, и это отверстие соответствует отверстию в буферной зоне неочищенного газа; пластина распределения неочищенного газа закрывает и жестко соединена с торцевой поверхностью стороны выпуска газа буферной пластины неочищенного газа, так что буферная зона неочищенного газа разделена на $2n$ участков, изолированных друг от друга, и неочищенный газ может поступать в соответствующие мембранные узлы через сквозные отверстия в распределительной пластине.

Мембранный разделительный модуль содержит корпус, опорные пластины мембранных трубок с двух сторон, несколько узлов мембранных трубок, закрепленных между опорными пластинами, и разделительные пластины узла мембранных трубок, которые разделяют узлы мембранных трубок на $2n$ мембранных узлов, которые

соответствуют $2n$ буферным зонам неочищенного газа в вертикальном направлении.

Адсорбционный разделительный модуль содержит корпус, распределительную пластину, слой адсорбента и разделительные пластины зоны адсорбции, которые разделяют слой адсорбента на $2n$ адсорбционных узлов, которые соответствуют $2n$ мембранным узлам в вертикальном направлении; другой конец слоя адсорбента жестко соединен с контроллером газа конечной переработки.

Контроллер газа конечной переработки имеет пластинчатую конструкцию с распределенными на ней $2n$ выпускными отверстиями для газа конечной переработки; $2n$ выпускных отверстий для газа конечной переработки соответствуют слоям катализатора адсорбционных узлов и, соответственно, сообщаются с ними.

Опорная пластина мембранной трубки на стороне впуска газа мембранного разделительного модуля имеет те же компоненты или конструкцию, что и распределительная пластина неочищенного газа.

Впускная труба для неочищенного газа имеет гибкое соединение с буферной пластиной неочищенного газа и может поворачиваться.

Ширина верхнего отверстия впускной трубы для неочищенного газа не превышает ширины отверстия соответствующей буферной зоны в центре круга.

Устройство дополнительно содержит приводное устройство, выполненное с возможностью приведения во вращение впускной трубы для неочищенного газа в соответствии с процедурой.

Мембранный разделительный модуль коаксиален с адсорбционным разделительным модулем.

Корпус мембранного разделительного модуля имеет выпускное отверстие для выпуска газа-ретентата, расположенное в местах, соответствующих, соответственно, $2n$ мембранным узлам.

Распределительная пластина неочищенного газа имеет несколько распределенных на ней сквозных отверстий, при этом сквозные отверстия разделены на $2n$ областей, которые соответствуют, соответственно, $2n$ мембранным разделительным модулям.

Опорная пластина мембранной трубки на стороне впуска газа мембранного разделительного модуля имеет несколько распределенных по ней отверстий, причем эти отверстия разделены на $2n$ областей, которые соответствуют $2n$ узлам адсорбционного разделения и сообщаются с ними.

Корпус адсорбционного разделительного модуля имеет выпускное отверстие для десорбционного газа, расположенное в местах, соответствующих, соответственно, $2n$

адсорбционным узлам.

Устройство дополнительно содержит центральный вал, причем, соответственно, в мембранный разделительный модуль, в адсорбционный разделительный модуль и в контроллер газа конечной переработки вставлен центральный вал.

Соответственно, корпус мембранного разделительного модуля и корпус адсорбционного разделительного модуля представляют собой цилиндрическую конструкцию.

Конец впускной трубы для неочищенного газа закрыт.

Ориентированные к центру $2n$ отверстий буферных зон изолированы друг от друга и не сообщаются друг с другом.

Опорная пластина мембранной трубки на стороне выпуска газа мембранного разделительного модуля имеет ту же конструкцию сборки, что и распределительная пластина модуля адсорбента.

Настоящее изобретение обеспечивает устройство для приготовления газа высокой чистоты, которое объединяет технологию мембранного разделения и технологию адсорбционного разделения, а также включает новшество в конструкции устройства и технологических процессах.

Техническая схема настоящего изобретения состоит в следующем:

Устройство для подготовки газа высокой чистоты с общей конструкцией цилиндрической или правильной многоугольной формы; в направлении от неочищенного газа к газу конечной переработки устройство последовательно содержит распределитель неочищенного газа, мембранный разделительный модуль, адсорбционный разделительный модуль и контроллер газа конечной переработки.

Управляемый распределитель неочищенного газа содержит впускную трубу для неочищенного газа, буферную пластину неочищенного газа и пластину распределения неочищенного газа; торцевая поверхность стороны впуска газа буферной пластины неочищенного газа представляет собой замкнутую конструкцию, а сторона выпуска газа содержит $2n$ буферных областей, где n - целое число; буферные области на буферной пластине имеют форму паза, расположены вокруг центра цилиндра или правильного многоугольника и имеют отверстия, ориентированные к центру ($2n$ отверстий, которые изолированы друг от друга и не сообщаются друг с другом) для приема неочищенного газа из впускной трубы для неочищенного газа; впускная труба для неочищенного газа проходит через буферную пластину неочищенного газа; впускная труба для неочищенного газа имеет отверстие в своей стенке, проходящее через буферную пластину

(часть) неочищенного газа, и это отверстие соответствует отверстию в буферной зоне неочищенного газа; пластина распределения неочищенного газа закрывает торцевую поверхность стороны выпуска газа буферной пластины неочищенного газа и жестко с ней соединена, так что буферная зона неочищенного газа разделена на $2n$ участков, изолированных друг от друга, при этом неочищенный газ может поступать в соответствующие мембранные узлы через сквозные отверстия в распределительной пластине.

Мембранный разделительный модуль содержит корпус, опорные пластины мембранных трубок с двух сторон, несколько узлов мембранных трубок, закрепленных между опорными пластинами мембранных трубок, и разделительные пластины узла мембранных трубок, которые разделяют узлы мембранных трубок на $2n$ мембранных узлов, которые соответствуют $2n$ буферным зонам неочищенного газа в вертикальном направлении.

Адсорбционный разделительный модуль содержит корпус, опорную пластину, слой адсорбента и разделительные пластины зоны адсорбции, которые разделяют слой адсорбента на $2n$ адсорбционных узлов, причем $2n$ адсорбционных узлов в вертикальном направлении соответствуют $2n$ мембранным узлам; другой конец слоя адсорбента жестко соединен с контроллером газа конечной переработки.

Контроллер газа конечной переработки имеет пластинчатую конструкцию с распределенными на ней $2n$ выпускными отверстиями для газа конечной переработки; соответственно, $2n$ выпускных отверстий для газа конечной переработки соответствуют слоям адсорбирующего слоя адсорбционных узлов и сообщаются с ними.

Кроме того, впускная труба для неочищенного газа имеет гибкое соединение с буферной пластиной неочищенного газа и может вращаться. Следовательно, устройство, выполненное в соответствии с настоящим изобретением, может дополнительно содержать приводное устройство, которое жестко соединено с впускной трубой для неочищенного газа, чтобы приводить впускную трубу для неочищенного газа во вращение или останавливать ее в соответствии с заранее установленной процедурой.

Площадь верхнего отверстия впускной трубы для неочищенного газа не превышает площадь отверстия для приема неочищенного газа соответствующей буферной зоны на буферной пластине. Конец впускной трубы для неочищенного газа закрыт и находится заподлицо с торцевой поверхностью стороны выпуска газа буферной пластины неочищенного газа.

Пластина распределения неочищенного газа имеет несколько распределенных на

ней сквозных отверстий, при этом сквозные отверстия разделены на $2n$ областей, которые, соответственно, соответствуют $2n$ мембранным разделительным модулям. Сквозные отверстия в пластине распределения неочищенного газа обычно имеют веерообразное распределение для равномерного распределения неочищенного газа, протекающего через буферные зоны в мембранные разделительные модули.

Опорная пластина мембранной трубки на стороне впуска газа мембранного разделительного модуля имеет несколько распределенных по ней отверстий, причем эти отверстия разделены на $2n$ областей, которые соответствуют $2n$ буферным областям распределения неочищенного газа и сообщаются с ними.

В мембранном разделительном модуле опорная пластина мембранной трубки на стороне впуска газа мембранного разделительного модуля имеет те же компоненты или конструкцию, что и пластина распределения неочищенного газа.

Корпус мембранного разделительного модуля имеет выпускное отверстие для газаретентата, расположенное, соответственно, в местах, соответствующих $2n$ мембранным узлам.

Корпус мембранного разделительного модуля и корпус адсорбционного разделительного модуля имеют, соответственно, цилиндрическую или правильную многоугольную структуру. Мембранный разделительный модуль коаксиален с адсорбционным разделительным модулем.

Мембранный разделительный модуль предназначен для грубой очистки неочищенного газа. Мембранный узел, выполненный на мембранном разделительном модуле, может использовать неорганическую мембрану или органическую мембрану. Неорганический мембранный узел применим в сценариях, когда неочищенный газ содержит жидкость или кислый газ, или же при изменении температуры и/или давления может образовываться конденсат. Неорганическая мембрана может представлять собой мембрану с полым молекулярным ситом, таким как углеродное молекулярное сито, молекулярное сито LTA, или мембрану с молекулярным ситом DDR и т.д. Органическая мембрана применима в сценариях, когда неочищенный газ не содержит жидкости и во время изменения температуры и/или давления в неочищенном газе или газообразном продукте не будет образовываться конденсат. Органическая мембрана обычно представляет собой мембрану из полых волокон.

В мембранном разделительном модуле полые мембранные трубки из молекулярного сита заключены в цилиндрический корпус, нижний конец которого соединен с управляемым распределителем газа для распределения газа, поступающего в

мембранный разделительный модуль; трубки с мембраной молекулярного сита равномерно разделены на $2n$ узлов, каждый из которых содержит одинаковое количество полых мембранных трубок молекулярного сита.

Корпус адсорбционного разделительного модуля имеет выпускное отверстие для десорбционного газа, расположенное в местах, соответствующих $2n$ адсорбционным узлам, соответственно, для выпуска десорбционного газа в процессе десорбции.

В адсорбционном разделительном модуле адсорбент заключен в цилиндрический корпус. Нижний конец цилиндрического корпуса соединен с верхним концом мембранного разделительного модуля, газораспределительная пластина, имеющая конструкцию, аналогичную конструкции пластины распределения неочищенного газа, расположена на стыке, а верхний конец цилиндрического корпуса подключен к контроллеру газа конечной переработки. Адсорбент обычно делится на $2n$ узлов, каждый из которых имеет одинаковую производительность по переработке газа.

Количество узлов мембранных трубок молекулярного сита, равномерно разделенных в мембранном разделительном модуле, равно количеству блоков адсорбента, равномерно разделенных в адсорбционном разделительном модуле.

Адсорбционный разделительный модуль предназначен для дополнительной очистки грубо очищенного газа, полученного путем мембранного разделения, для получения газа высокой чистоты. Адсорбционный разделительный модуль может быть слоями заполнен адсорбентами для поглощения различных примесей, в соответствии с составом примесей в грубо очищенном газе, причем адсорбенты обычно содержат активированный оксид алюминия, силикагель, цеолитные молекулярные сита и активированный уголь и т.д.

Кроме того, контроллер газа конечной переработки имеет пластинчатую структуру с распределенными на нем $2n$ выпускными отверстиями для газа конечной переработки, которые соответствуют слоям адсорбента адсорбционных узлов и, соответственно, сообщаются с ними. Выпускные отверстия для газа конечной переработки выполнены с возможностью управления выпуском газа конечной переработки и давлением в слоях адсорбента.

Устройство, предлагаемое в соответствии с настоящим изобретением, может дополнительно содержать центральный вал, причем в мембранный разделительный модуль, в адсорбционный разделительный модуль и в контроллер газа конечной переработки вставлен центральный вал, соответственно, через монтажное отверстие центрального вала. Центральный вал предназначен для облегчения быстрой установки и

обслуживания устройства для подготовки.

Устройство для подготовки газа высокой чистоты, выполненное в соответствии с настоящим изобретением, может найти широкое применение в области подготовки газа высокой чистоты. Например, его можно использовать для получения аргона высокой чистоты, водорода, кислорода, азота, монооксида углерода, диоксида углерода, метана и т.д.

По сравнению с предшествующим уровнем техники устройство для подготовки газа высокой чистоты, выполненное в соответствии с настоящим изобретением, имеет следующие преимущества:

1. Объединение технологий и устройств мембранного и адсорбционного разделения осуществляется посредством модульной конструкции распределителя неочищенного газа, мембранного разделительного модуля и адсорбционного разделительного модуля.

2. Используя многоуровневую конструкцию распределителя неочищенного газа и программное управление поворотом впускной газовой трубы, неочищенный газ управляемым образом последовательного проходит через мембранный разделительный модуль и адсорбционный разделительный модуль. Кроме того, мембранный разделительный модуль и адсорбционный разделительный модуль работают и регенерируются циклически, таким образом, полностью задействуются характеристики и функция очистки мембраны и адсорбирующего слоя.

3. Благодаря интегрированной инновационной конструкции мембранного разделения и адсорбционного разделения, занимаемая площадь и вес устройства значительно уменьшены, при этом обеспечивается экономичное и эффективное устройство и технология для подготовки газа высокой чистоты.

Далее со ссылкой на прилагаемые чертежи будет дополнительно подробно описано устройство для приготовления газа высокой чистоты, выполненное в соответствии с настоящим изобретением. Как показано на Фиг.1-6, настоящее изобретение обеспечивает устройство для подготовки газа высокой чистоты, которое содержит впускную газовую трубу 310, газораспределительную пластину 320, мембранный разделительный модуль 10, адсорбционный модуль 20, контроллер газа конечной переработки и центральный вал 40.

Газораспределительная пластина 320 содержит первую пластину 324 и вторую пластину 325. Первая пластина 324 имеет буферные полости 322 щелевого типа, а щели имеют третьи впускные отверстия 323 для газа, которые ориентированы к центральной оси для приема неочищенного газа из впускной газовой трубы 310 (количество третьих

впускных отверстий 323 для газа равно количеству буферных полостей 322, а третьи впускные отверстия 323 для газа и буферные полости 322 изолированы друг от друга), а вторая пластина 325 имеет третьи выпускные отверстия 321 для газа, которые проходят через вторую пластину 325.

Вторая пластина 325 закрывает первую пластину 324, так что неочищенный газ может поступать в буферные полости 322 только через третье впускное отверстие 323 для газа, а затем равномерно распределяется из буферных полостей 322 в мембранный разделительный модуль 10 через третьи выпускные отверстия 321 для газа на второй пластине 325.

Третьи выпускные отверстия 321 для газа обычно расположены веерообразно, так что неочищенный газ может быть равномерно распределен снаружи мембранных трубок мембранного разделительного модуля 10.

Впускная газовая труба 310 расположена на центральной оси, а на впускной газовой трубе 310 выполнено четвертое впускное отверстие 311 для газа для распределения неочищенного газа в буферные полости 322 через третьи впускные отверстия 323 для газа. Только когда четвертое впускное отверстие 311 для газа соответствует одному третьему впускному отверстию 323 для газа, неочищенный газ поступает в соответствующую буферную полость 322, а затем последовательно поступает в соответствующий мембранный разделительный модуль 10 и адсорбционный модуль 20. Неочищенный газ не поступает ни в какую буферную полость 322, которая не соответствует четвертому впускному отверстию 311 для газа.

Мембранный разделительный модуль 10 содержит мембранный узел 130, разделительные перегородки 113 и 114 мембранного узла, монтажные корпуса 115 и 116 мембранного узла, опорную пластину 111 мембранной трубки на стороне впуска газа, опорную пластину 112 мембранной трубки на стороне выпуска газа и выпускные отверстия 123 для газа-ретентата, расположенные в нижней части монтажных корпусов (верхнего корпуса) (количество выпускных отверстий 123 для газа-ретентата может быть равно количеству мембранных разделительных модулей 10). Опорная пластина 111 мембранной трубки на стороне впуска газа может иметь ту же конструкцию, что и вторая пластина 325, а сквозные отверстия, расположенные в опорной пластине 111 мембранной трубки, могут взаимно однозначно соответствовать сквозным отверстиям (третьим выпускным отверстиям 321 для газа) во второй пластине 325. В качестве альтернативы, опорная пластина 111 мембранной трубки на стороне впуска газа может использовать те же компоненты, что и вторая пластина 325. Опорная пластина 112 мембранной трубки на

стороне выпуска газа герметично соединена с краями монтажных корпусов 115 и 116 мембранных узлов и имеет несколько сквозных отверстий, которые взаимно однозначно соответствуют выпускным отверстиям для газа мембранных узлов 130.

Адсорбционный модуль 20 содержит адсорбционный слой 230, разделительные пластины 213 и 214 адсорбционного слоя, корпуса 215 и 216 адсорбционного слоя, распределительные пластины 211 модуля адсорбента и выпускные отверстия 223 для десорбционного газа, расположенные в нижней части корпусов 215 и 216 адсорбционного слоя (верхнего корпуса) (количество выпускных отверстий 223 для десорбционного газа равно количеству адсорбционных модулей 20). Распределительная пластина 211 модуля адсорбента может иметь ту же конструкцию, что и опорная пластина 112 мембранной трубки на стороне выпуска газа, а сквозные отверстия, расположенные в распределительной пластине 211 модуля адсорбента, взаимно однозначно соответствуют сквозным отверстиям в опорной пластине 112 мембранной трубки на стороне выпуска газа. В качестве альтернативы, в распределительной пластине 211 модуля адсорбента используются те же компоненты, что и в опорной пластине 112 мембранной трубки на стороне выпуска газа.

Контроллер газа конечной переработки содержит выпускное отверстие для газа конечной переработки и монтажное отверстие на центральном валу устройства.

Устройство для подготовки газа высокой чистоты в настоящем изобретении последовательно, снизу вверх, содержит впускную газовую трубу 310, газораспределительную пластину 320, мембранные разделительные модули 10, адсорбционные модули 20 и контроллер 5 газа конечной переработки, причем все эти компоненты или модули имеют цилиндрическую или правильную многоугольную форму и установлены на центральном валу 40. Центральный вал 40 может облегчить быструю установку и обслуживание устройства.

Мембранные разделительные модули 10 и адсорбционные модули 20 разделены, соответственно, на $2n$ узлов (n - целое число и равно по меньшей мере 2).

Контроллер газа конечной переработки расположен в верхней части устройства, а выпускные отверстия для газа конечной переработки на контроллере газа конечной переработки выполнены в том же количестве, что и количество адсорбционных модулей 20, и используются для управления выпуском газа конечной переработки и давлением в слоях 230 адсорбента адсорбционных модулей 20.

Далее будет кратко описан процесс работы устройства для приготовления газа высокой чистоты. Например, в случае наличия четырех мембранных разделительных

модулей 10 и четырех адсорбционных модулей 20 рабочий процесс устройства для подготовки газа высокой чистоты включает следующие этапы:

(1) После запуска устройства неочищенный газ поступает в буферные полости 322 через впускную газовую трубу 310, четвертое выпускное отверстие 311 для газа и третьи впускные отверстия 323 для газа, которые сообщаются друг с другом, и, наконец, поступает в мембранные разделительные модули 10 через третьи выпускные отверстия 321 для газа на второй пластине 325. Нижний конец мембранного разделительного модуля 10 герметизирован, неочищенный газ поступает в корпус мембранного разделительного модуля 10, проникает через мембранный узел 130 и поступает в мембранную трубку, при этом газ, который проникает через мембранную трубку, представляет собой грубо очищенный газ, а газ, который не может проникнуть через мембранную трубку, представляет собой газ-ретентат.

(2) Грубо очищенный газ поступает в слой 230 адсорбента адсорбционных модулей 20 через распределитель газа, аналогичный второй пластине 325; в этот момент работающие адсорбционные модули 20 соответствуют работающим мембранным разделительным модулям 10. Газ высокой чистоты, полученный в адсорбционных модулях 20, покидает устройство через выпускное отверстие для газа конечной переработки.

(3) Когда в слое 230 адсорбента адсорбционного модуля 20 достигается пиковое значение адсорбции, впускная газовая труба 310 поворачивается так, что четвертое выпускное отверстие 311 для газа на впускной газовой трубе 310 сообщается с третьим впускным отверстием 323 для газа следующей буферной полости 322; затем этапы 1 и 2 повторяются для непрерывного получения газа высокой чистоты.

(4) Когда неочищенный газ проходит через каждый мембранный разделительный модуль 10, одновременно газ-ретентат выпускается из устройства через выпускное отверстие 123 для газа-ретентата.

(5) После завершения адсорбции в каждом адсорбционном модуле 20 грубо очищенный газ, полученный с помощью другого мембранного разделительного модуля 10, начинает поступать в другой адсорбционный модуль 20; давление в адсорбционном модуле 20, в котором адсорбция завершается, начинает падать, при этом газ конечной переработки высокой чистоты, адсорбированный в слое, выпускается через выпускное отверстие для газа конечной переработки для продувки и регенерации слоя 230 адсорбента после десорбции.

(6) После того, как слой 230 адсорбента высвобождает адсорбированный газ

конечной переработки высокой чистоты, выпускное отверстие для газа конечной переработки закрывается, а выпускное отверстие 223 для десорбционного газа открывается, так что слой 230 адсорбента, десорбция которого завершена, очищается и регенерируется с помощью газа конечной переработки высокой чистоты, адсорбированного в другом слое 230 адсорбента, в котором адсорбция завершена, для повышения давления с помощью газа конечной переработки и подготовки к следующему циклу адсорбции.

В описании настоящего изобретения следует понимать, что отношения ориентации или положения обозначены терминами «центр», «продольный», «поперечный», «длина», «ширина», «толщина», «вверху», «внизу», «слева», «справа», «вертикальный», «горизонтальный», «верх», «низ», «внутри», «снаружи», «по часовой стрелке», «против часовой стрелки», «аксиальный», «радиальный» или «окружный» и т.д., основаны на ориентации или отношениях положения, указанных на сопроводительных чертежах. Они используются только для облегчения и упрощения описания настоящего изобретения, а не указывают или подразумевают, что задействованное устройство или компонент должны иметь определенную ориентацию или должны быть сконструированы и эксплуатироваться в определенной ориентации. Следовательно, использование этих терминов не должно рассматриваться как ограничение настоящего изобретения.

Кроме того, термины «первый» и «второй» используются только в целях описания и не должны интерпретироваться как указывающие или подразумевающие относительную важность или косвенно указывающие количество указанных технических характеристик. Следовательно, признак, снабженный терминами «первый» или «второй», может явно или неявно содержать по меньшей мере один такой признак. В описании настоящего изобретения «множество из» или «несколько» означает по меньшей мере два, например, два или более и т.д., если явным образом не указано иное.

В настоящем изобретении, если явным образом не указано и не определено иное, термины «установить», «соединить», «прикрепить» и т.д. следует интерпретировать в их общем значении. Например, соединение может быть фиксированным соединением, разъемным соединением или интегральным соединением; могут иметь механическое соединение или электрическое соединение или сообщаться друг с другом; может быть непосредственным соединением или опосредованным соединением через промежуточную среду, или внутреннее сообщение или интерактивное отношение между двумя элементами. Специалисты в данной области техники могут интерпретировать конкретные значения терминов в настоящем изобретении в их контексте.

В настоящем изобретении, если явным образом не указано и не определено иное, первый элемент «выше» или «ниже» второго элемента может означать, что первый элемент и второй элемент непосредственно контактируют друг с другом или первый элемент и второй элемент контактируют с друг друга опосредованно через промежуточную среду. Кроме того, первый элемент «над» или «под» вторым элементом может означать, что первый элемент находится прямо над или по диагонали над вторым элементом, или может означать только то, что высота первого элемента выше, чем высота второго элемента. Первый элемент, находящийся «ниже» или «под» вторым элементом, может означать, что первый элемент находится прямо под или по диагонали ниже второго элемента, или может означать только то, что высота первого элемента ниже, чем высота второго элемента.

В описании настоящего изобретения выражения ссылочных терминов «вариант выполнения», «некоторые варианты выполнения», «пример», «конкретный пример» или «некоторые примеры» означают, что описанные конкретные признаки, конструкции, материалы или характеристики в этих вариантах выполнения или примерах включены в по меньшей мере один вариант выполнения или пример настоящего изобретения. В этом документе иллюстративное выражение вышеуказанных терминов не обязательно может относиться к одному и тому же варианту выполнения или примеру. Более того, описанные конкретные признаки, конструкции, материалы или характеристики могут быть соответствующим образом объединены в любом одном или нескольких вариантах выполнения или примерах. Кроме того, специалисты в данной области техники могут комбинировать или собирать различные варианты выполнения или примеры и признаки в различных вариантах выполнения или примерах, описанных в данном документе, при условии, что между ними нет конфликта. Хотя настоящее изобретение проиллюстрировано и описано выше в вариантах выполнения, следует понимать, что варианты выполнения являются только иллюстративными и не должны рассматриваться как составляющие какое-либо ограничение настоящего изобретения. Специалисты могут вносить изменения, модификации и замены вариантов выполнения в пределах объема настоящего изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Разделительное устройство, содержащее:

мембранный разделительный модуль, который содержит первый корпус и мембранный узел, выполненный с возможностью размещения в первом корпусе, причем первый корпус имеет первое впускное отверстие для газа, первое выпускное отверстие для газа и выпускное отверстие для газа-ретентата, а мембранный узел имеет выпускное отверстие для газа-пермеата, при этом выпускное отверстие для газа-пермеата сообщается с первым выпускным отверстием для газа,

адсорбционный модуль, который содержит второй корпус и слой адсорбента, выполненный с возможностью размещения во втором корпусе, причем второй корпус расположен на первом корпусе и имеет второе впускное отверстие для газа, второе выпускное отверстие для газа и выпускное отверстие для десорбционного газа, при этом второе впускное отверстие для газа сообщается с первым выпускным отверстием для газа, и

модуль впуска газа, который имеет третье выпускное отверстие для газа, которое сообщается с первым впускным отверстием для газа.

2. Разделительное устройство по п.1, в котором второй корпус расположен непосредственно на первом корпусе.

3. Разделительное устройство по п.1 или 2, в котором мембранный разделительный модуль содержит первые впускные отверстия для газа, каждое из которых сообщается с третьим выпускным отверстием для газа, причем, необязательно, мембранный разделительный модуль содержит мембранные узлы и первые выпускные отверстия для газа, адсорбционный модуль содержит вторые впускные отверстия для газа, при этом выпускные отверстия для газа-пермеата мембранных узлов взаимно однозначно сообщаются с первыми выпускными отверстиями для газа, а первые выпускные отверстия для газа взаимно однозначно сообщаются со вторыми впускными отверстиями для газа.

4. Разделительное устройство по п.1 или 2, в котором модуль впуска газа содержит: впускную газовую трубу, имеющую четвертое выпускное отверстие для газа, и газораспределительную пластину, имеющую буферную полость и третьи выпускные отверстия для газа, сообщающиеся, соответственно, с буферной полостью, причем четвертое выпускное отверстие для газа сообщается с буферной полостью, при этом мембранный разделительный модуль содержит первые впускные отверстия для газа, при этом третьи выпускные отверстия для газа взаимно однозначно сообщаются с

первыми впускными отверстиями для газа.

5. Разделительное устройство по п.1 или 2, содержащее мембранные разделительные модули и адсорбционные модули, при этом первое впускное отверстие для газа каждого мембранного разделительного модуля сообщается с третьим выпускным отверстием для газа, вторые корпуса взаимно однозначно расположены на первых корпусах, и первые выпускные отверстия для газа мембранных разделительных модулей взаимно однозначно сообщаются со вторыми впускными отверстиями для газа адсорбционных модулей.

6. Разделительное устройство по п. 5, содержащее модули впуска газа, причем третьи выпускные отверстия для газа модулей впуска газа взаимно однозначно сообщаются с первыми впускными отверстиями для газа мембранных разделительных модулей.

7. Разделительное устройство по п.5, в котором модуль впуска газа содержит:
впускной газовый коллектор,

регулирующий клапан, имеющий третье впускное отверстие для газа и третьи выпускные отверстия для газа, причем третьи впускные отверстия для газа выполнены с возможностью переключения в сообщение с любым из третьих выпускных отверстий для газа, при этом впускной газовый коллектор соединен с третьим впускным отверстием для газа, и

впускные газовые патрубки, первые концы которых взаимно однозначно соединены с третьими выпускными отверстиями для газа, а вторые концы взаимно однозначно соединены с первыми впускными отверстиями для газа мембранных разделительных модулей.

8. Разделительное устройство по п.5, в котором модуль впуска газа содержит:

впускную газовую трубу, имеющую четвертое впускное отверстие для газа, и

газораспределительную пластину, имеющую буферные полости, третьи впускные отверстия для газа и третьи выпускные отверстия для газа, причем третьи впускные отверстия для газа взаимно однозначно сообщаются с буферными полостями и третьи выпускные отверстия для газа взаимно однозначно сообщаются с буферными полостями, при этом четвертые выпускные отверстия для газа выполнены с возможностью переключения в сообщение с любым из третьих впускных отверстий для газа, а третьи выпускные отверстия для газа взаимно однозначно сообщаются с первыми впускными отверстиями для газа мембранных разделительных модулей, причем

необязательно, газораспределительная пластина имеет кольцеобразную форму,

третьи впускные отверстия для газа расположены на внутренней периферийной поверхности газораспределительной пластины, при этом газораспределительная пластина выполнена с возможностью вставления в нее той части впускной газовой трубы, которая имеет четвертые выпускные отверстия для газа, а впускная газовая труба выполнена с возможностью расположения с возможностью поворота относительно газораспределительной пластины,

необязательно, каждое из третьих выпускных отверстий для газа содержит дополнительные выпускные отверстия для газа, которые составляют группы дополнительных выпускных отверстий для газа, расположенных с интервалом в окружном направлении газораспределительной пластины, причем каждая группа дополнительных выпускных отверстий для газа содержит дополнительные выпускные отверстия для газа, расположенные с интервалом в радиальном направлении газораспределительной пластины, каждый мембранный разделительный модуль имеет первые впускные отверстия для газа, причем первые впускные отверстия для газа каждого мембранного разделительного модуля взаимно однозначно сообщаются с дополнительными выпускными отверстиями для газа соответствующего третьего выпускного отверстия для газа.

9. Разделительное устройство по п.8, в котором газораспределительная пластина содержит:

кольцеобразную первую пластину, имеющую первую торцевую поверхность с буферными полостями, причем внутренние концы буферных полостей открыты с образованием третьих впускных отверстий для газа, или же внутренние поверхности боковых стенок буферных полостей имеют третьи впускные отверстия для газа, при этом первая пластина выполнена с возможностью вставления в нее той части впускной газовой трубы, которая имеет четвертые выпускные отверстия для газа, а впускная газовая труба выполнена с возможностью расположения с возможностью поворота относительно первой пластины, и

вторую пластину, которая расположена на указанной первой торцевой поверхности и закрывает буферные полости, причем третьи выпускные отверстия для газа расположены на второй пластине и проходят через вторую пластину в направлении ее толщины.

10. Разделительное устройство по п.8, в котором газораспределительная пластина содержит:

кольцеобразную первую пластину, имеющую первую торцевую поверхность и

вторую торцевую поверхность, расположенные напротив друг друга в направлении толщины первой пластины, причем первая пластина имеет буферные полости, каждая из которых проходит через первую пластину в направлении ее толщины, при этом внутренние концы буферных полостей открыты с образованием третьих впускных отверстий для газа, или же внутренние боковые поверхности стенок буферных полостей имеют третьи впускные отверстия для газа, и

вторую пластину и кольцеобразную третью пластину, причем вторая пластина расположена на указанной первой торцевой поверхности, третья пластина расположена на указанной второй торцевой поверхности, вторая пластина и третья пластина закрывают буферные полости, при этом первая пластина выполнена с возможностью вставления в нее той части впускной газовой трубы, которая имеет четвертые выпускные отверстия для газа, впускная газовая труба выполнена с возможностью расположения с возможностью поворота относительно первой пластины, третьи выпускные отверстия для газа расположены на второй пластине и проходят через вторую пластину в направлении ее толщины.

11. Разделительное устройство по п.5, в котором мембранные разделительные модули расположены в первом окружном направлении, а первый корпус содержит:

первую торцевую пластину и вторую торцевую пластину, и

первую боковую пластину, вторую боковую пластину, первую внутреннюю боковую пластину и первую внешнюю боковую пластину, при этом первая боковая пластина, первая внутренняя боковая пластина, вторая боковая пластина и первая внешняя боковая пластина соединены последовательно с образованием первой закрывающей пластины, при этом первый конец первой закрывающей пластины соединен с первой торцевой пластиной, а второй конец первой закрывающей пластины соединен со второй торцевой пластиной, причем первое впускное отверстие для газа расположено на первой торцевой пластине, первое выпускное отверстие для газа расположено на второй торцевой пластине, а выпускное отверстие для газа-ретентата расположено по меньшей мере на одной из первой закрывающей пластины и первой торцевой пластины, причем

необязательно, первые торцевые пластины мембранных разделительных модулей выполнены как одно целое и вторые торцевые пластины мембранных разделительных модулей выполнены как одно целое, при этом optionally, первая боковая пластина одного из двух первых корпусов, смежных друг с другом в первом окружном направлении, выполнена как одно целое со второй боковой пластиной другого из двух первых корпусов, при этом, optionally, первые внутренние боковые пластины

мембранных разделительных модулей выполнены как одно целое и первые внешние боковые пластины мембранных разделительных модулей выполнены как одно целое,

необязательно, первый конец каждого мембранного узла соединен с соответствующей первой торцевой пластиной, второй конец каждого мембранного узла открыт с образованием выпускного отверстия для газа-пермеата, а второй конец каждого мембранного узла соединен с первым выпускным отверстием для газа на соответствующей второй торцевой пластине,

необязательно, первые внутренние боковые пластины мембранных разделительных модулей расположены на первой прямой цилиндрической поверхности или первой правильной призматической поверхности, а первые внешние боковые пластины мембранных разделительных модулей расположены на второй прямой цилиндрической поверхности или второй правильной призматической поверхности.

12. Разделительное устройство по п.5 или 11, в котором адсорбционные модули расположены в первом окружном направлении, а второй корпус содержит:

третью торцевую пластину и четвертую торцевую пластину, и

третью боковую пластину, четвертую боковую пластину, вторую внутреннюю боковую пластину и вторую внешнюю боковую пластину, при этом третья боковая пластина, вторая внутренняя боковая пластина, четвертая боковая пластина и вторая внешняя боковая пластина соединены последовательно с образованием второй закрывающей пластины, причем первый конец второй закрывающей пластины соединен с третьей торцевой пластиной, а второй конец второй закрывающей пластины соединен с четвертой торцевой пластиной, при этом второе впускное отверстие для газа расположено на третьей торцевой пластине, второе выпускное отверстие для газа расположено на четвертой торцевой пластине, а выпускное отверстие для десорбционного газа расположено по меньшей мере на одной из второй закрывающей пластины и третьей торцевой пластины, причем

необязательно, третьи торцевые пластины адсорбционных модулей выполнены как одно целое, четвертые торцевые пластины адсорбционных модулей выполнены как одно целое, при этом, необязательно, третья боковая пластина одного из двух вторых корпусов, смежных друг с другом в первом окружном направлении, выполнена как одно целое с четвертой боковой пластиной другого из двух вторых корпусов, и необязательно, вторые внутренние боковые пластины адсорбционных модулей выполнены как одно целое и вторые внешние боковые пластины адсорбционных модулей выполнены как одно целое,

необязательно, вторые внутренние боковые пластины адсорбционных модулей

расположены на третьей прямой цилиндрической поверхности или третьей правильной призматической поверхности, вторые внешние боковые пластины адсорбционных модулей расположены на четвертой прямой цилиндрической поверхности или четвертой правильной призматической поверхности, при этом необязательно, первая прямая цилиндрическая поверхность и третья прямая цилиндрическая поверхность являются одной и той же прямой цилиндрической поверхностью, вторая прямая цилиндрическая поверхность и четвертая прямая цилиндрическая поверхность являются одной и той же прямой цилиндрической поверхностью, первая правильная призматическая поверхность и третья правильная призматическая поверхность являются одной и той же правильной призматической поверхностью, а вторая правильная призматическая поверхность и четвертая правильная призматическая поверхность являются одной и той же правильной призматической поверхностью.

13. Разделительное устройство по п. 12, дополнительно содержащее центральный вал, при этом мембранные разделительные модули выполнены с возможностью расположения в окружном направлении центрального вала и адсорбционные модули выполнены с возможностью расположения в окружном направлении центрального вала, при этом первая внутренняя боковая пластина мембранного разделительного модуля находится рядом с центральным валом или первая внутренняя боковая пластина мембранного разделительного модуля контактирует с центральным валом, вторая внутренняя боковая пластина каждого адсорбционного модуля находится рядом с центральным валом или вторая внутренняя боковая пластина каждого адсорбционного модуля контактирует с центральным валом.

14. Способ разделения, осуществляемый с помощью разделительного устройства по любому из п.п. 1-13, включающий следующие этапы:

использование модуля впуска газа для подачи неочищенного газа в мембранный разделительный модуль,

использование мембранного разделительного модуля для разделения неочищенного газа с обеспечением получения грубо очищенного газа, и

использование адсорбционного модуля для поглощения примесей в грубо очищенном газе с обеспечением получения газа высокой чистоты.

15. Способ разделения по п. 14, в котором:

обеспечивают сообщение четвертого выпускного отверстия для газа впускной газовой трубы с третьими впускными отверстиями для газа группы буферных полостей газораспределительной пластины с обеспечением подачи неочищенного газа в группу

мембранных разделительных модулей, при этом группа буферных полостей содержит по меньшей мере одну буферную полость, а группа мембранных разделительных модулей содержит по меньшей мере один мембранный разделительный модуль,

используют группу мембранных разделительных модулей для разделения неочищенного газа с обеспечением получения грубо очищенного газа,

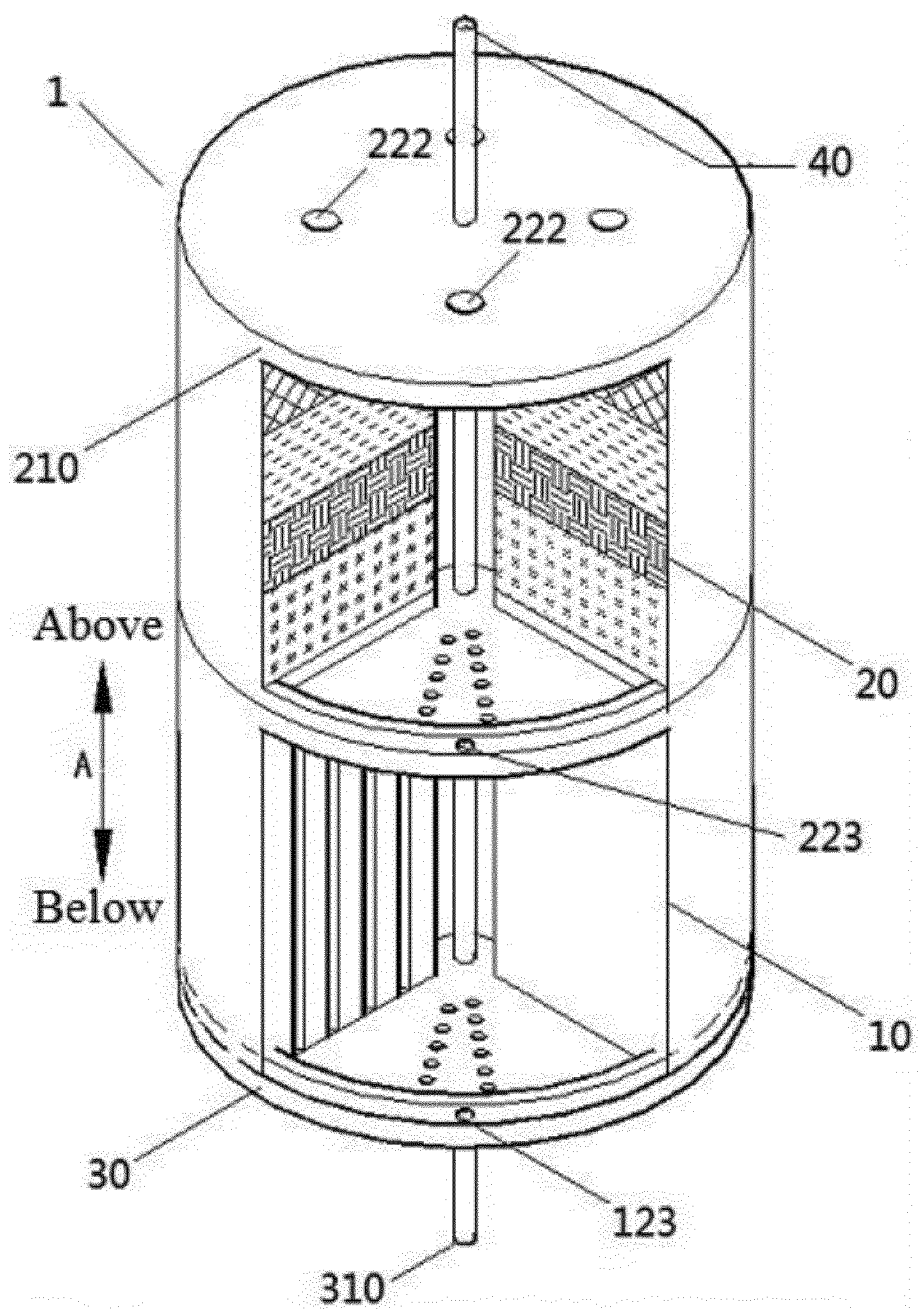
используют группу адсорбционных модулей для поглощения примесей в грубо очищенном газе с обеспечением получения газа высокой чистоты, при этом группа адсорбционных модулей содержит по меньшей мере один адсорбционный модуль,

после того, как группа адсорбционных модулей проработает в течение заданного времени или группа адсорбционных модулей обработает заданное количество грубо очищенного газа, обеспечивают сообщение четвертого выпускного отверстия для газа впускной газовой трубы с третьими впускными отверстиями для газа другой группы буферных полостей газораспределительной пластины с обеспечением подачи неочищенного газа в указанную другую группу мембранных разделительных модулей, при этом указанная другая группа буферных полостей содержит по меньшей мере одну буферную полость, а указанная другая группа мембранных разделительных модулей содержит по меньшей мере один мембранный разделительный модуль,

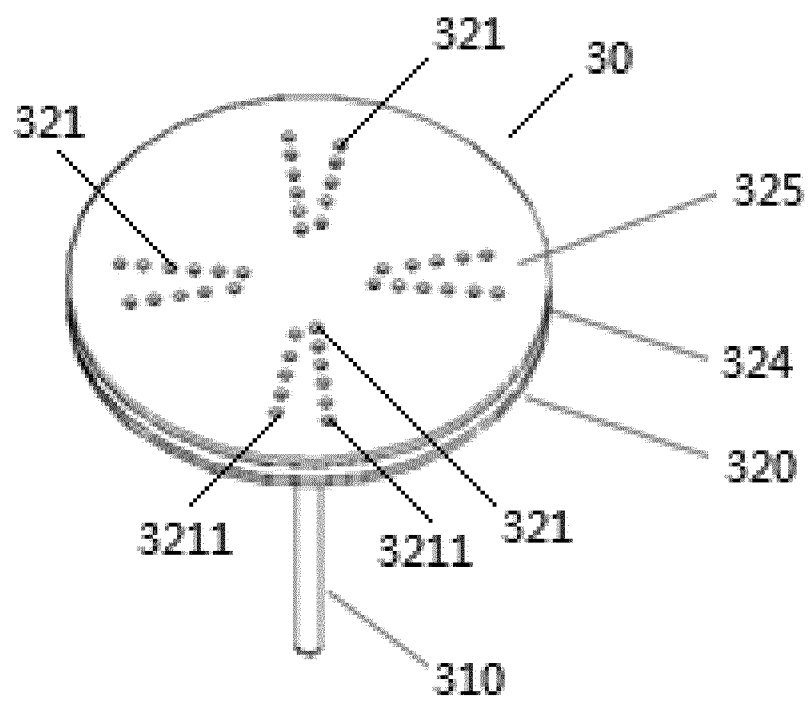
используют другую группу мембранных разделительных модулей для разделения неочищенного газа с обеспечением получения грубо очищенного газа,

используют другую группу адсорбционных модулей для поглощения примесей в грубо очищенном газе с обеспечением получения газа высокой чистоты, при этом указанная другая группа адсорбционных модулей содержит по меньшей мере один адсорбционный модуль, и

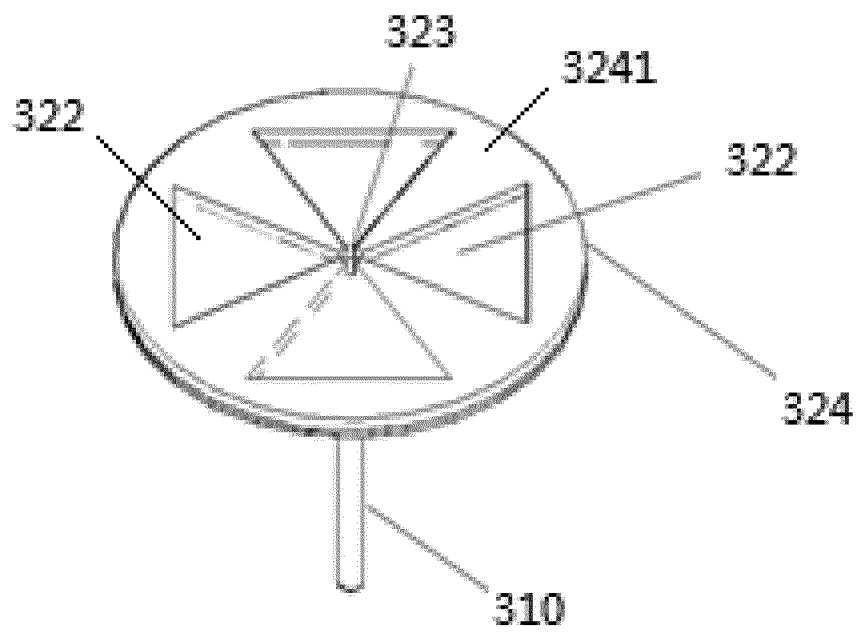
регенерируют адсорбент в группе адсорбционных модулей.



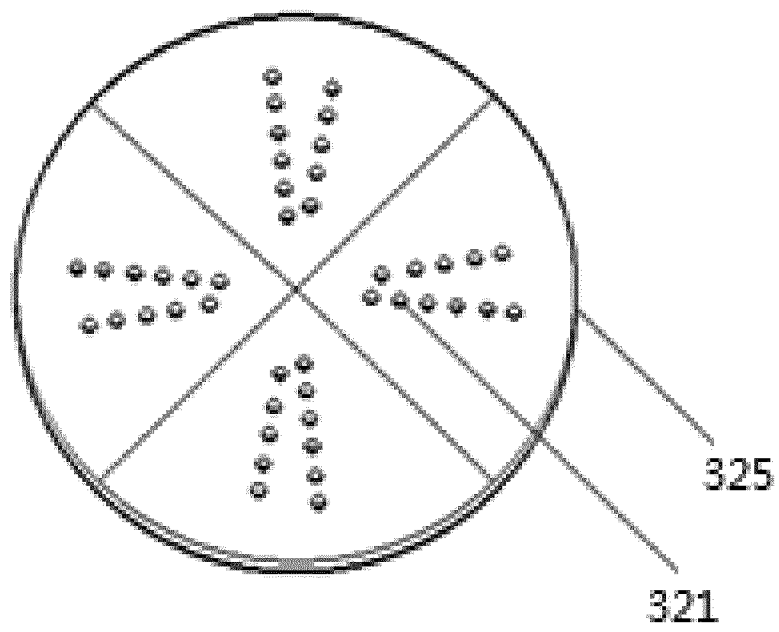
Фиг. 1



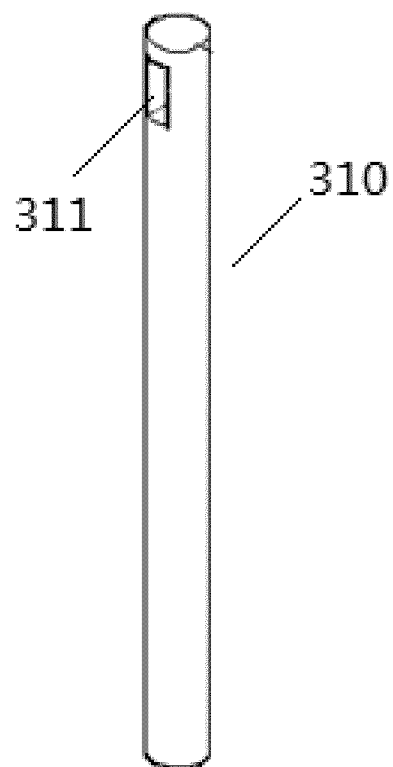
Фиг. 2а



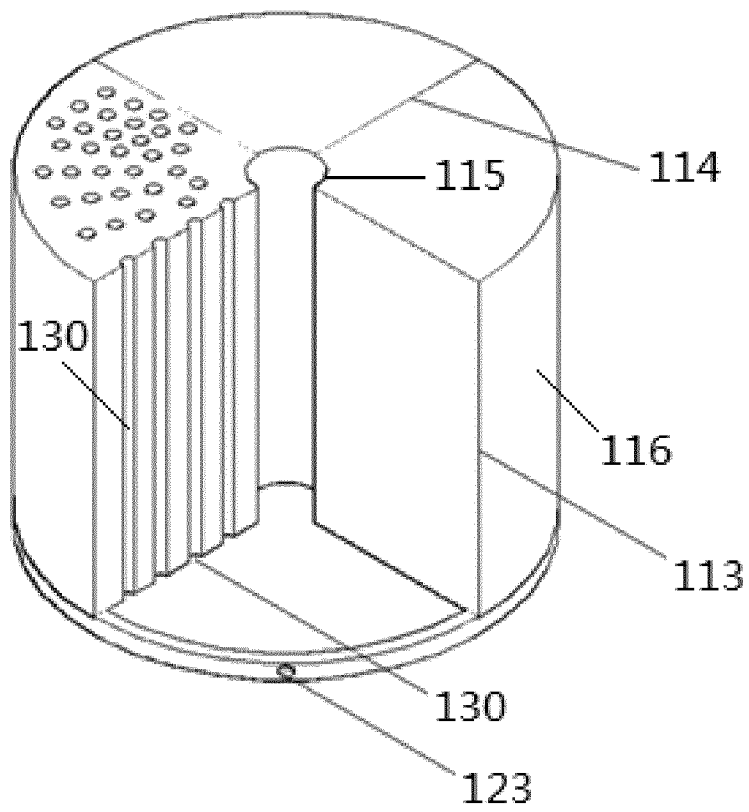
Фиг. 2б



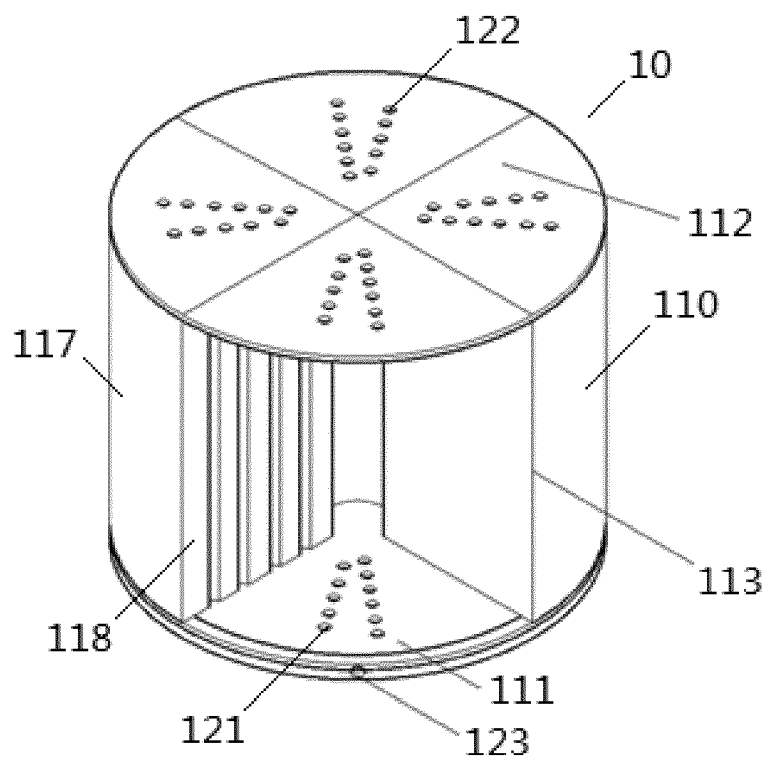
Фиг. 2с



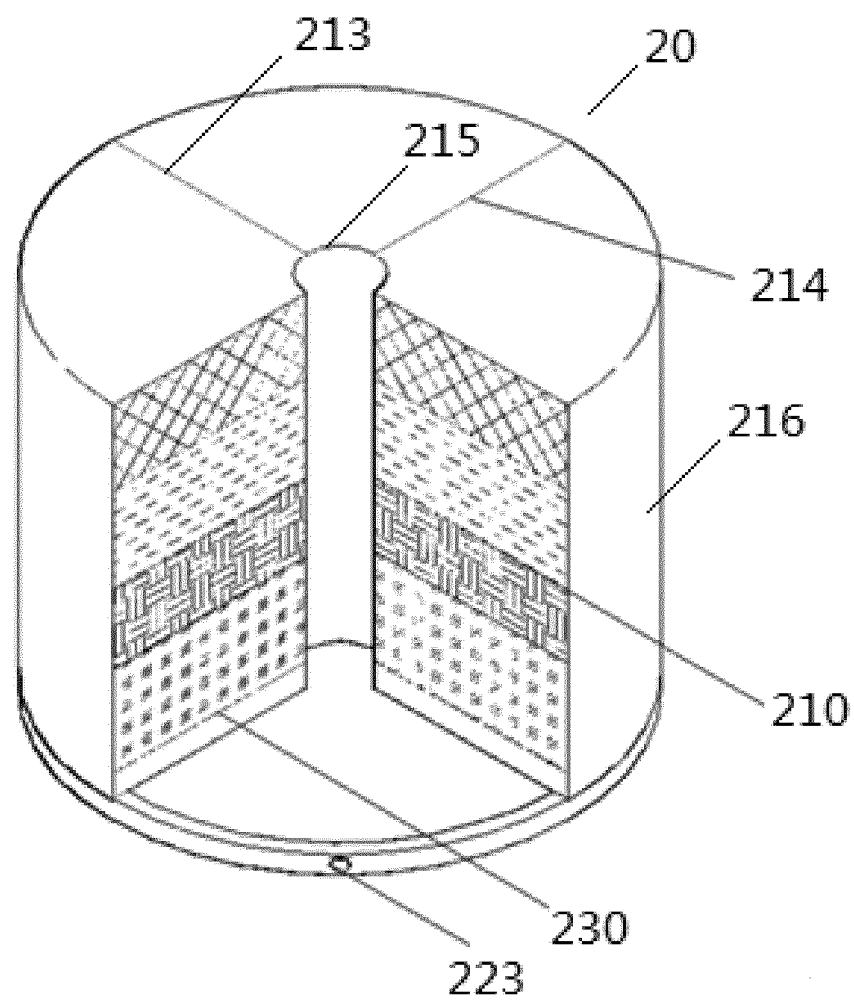
Фиг. 3



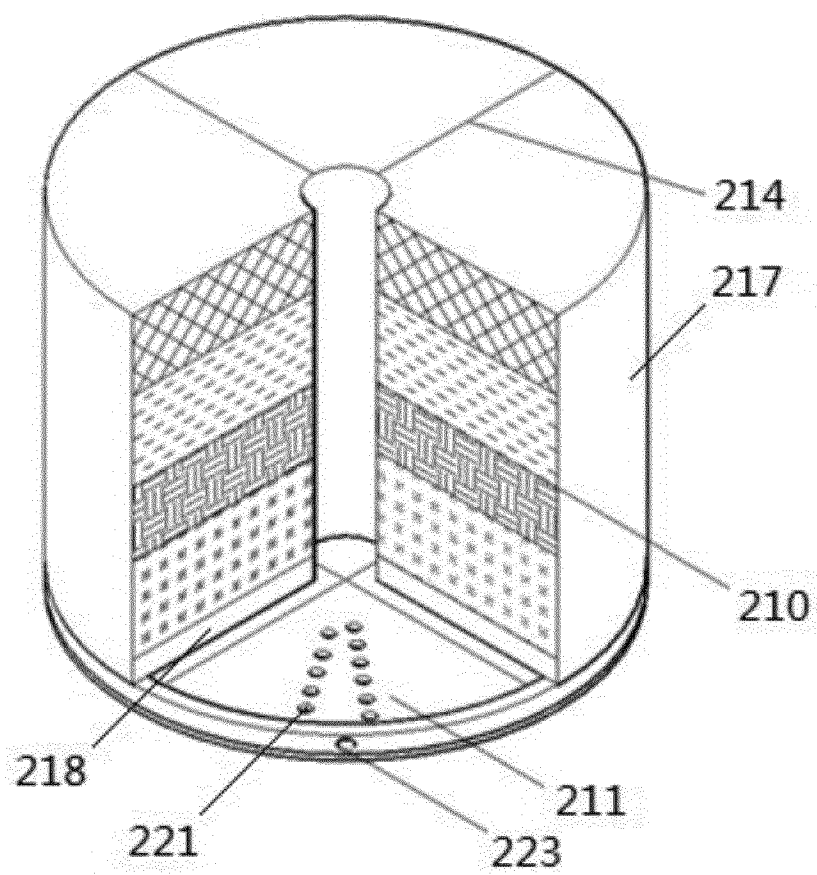
Фиг. 4а



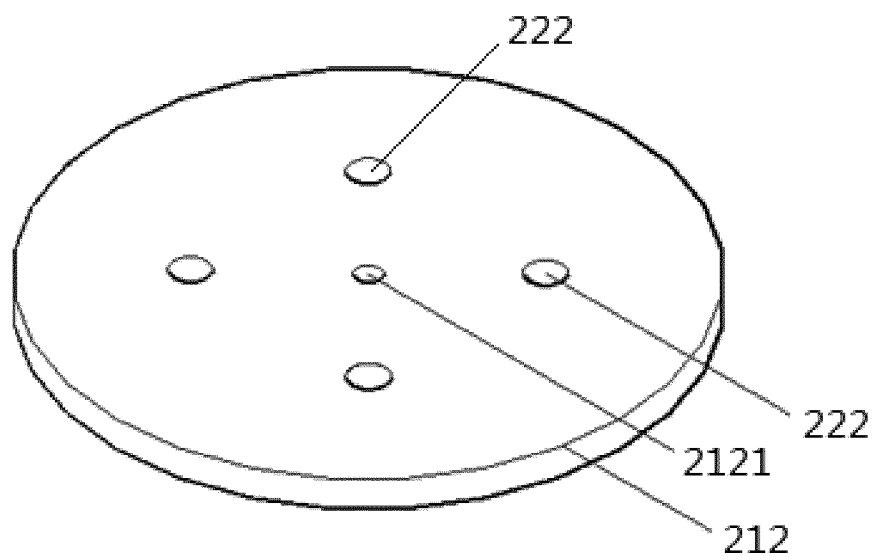
Фиг. 4б



Фиг. 5а



Фиг. 5b



Фиг. 6