

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21)

202090062

(13)

A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.04.20

(51) Int. Cl. *G21C 15/253* (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2018.06.26

(54) МНОВОВХОДНОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ ГАЗА ДЛЯ ПОКРЫТИЯ ТОПЛИВНЫХ ЧАСТИЦ TRISO ПУТЕМ ХИМИЧЕСКОГО ПАРОФАЗНОГО ОСАЖДЕНИЯ

(31) 62/526,014; 16/017,291

(72) Изобретатель:

(32) 2017.06.28; 2018.06.25

Ким Говард, Паппано Питер Дж. (US)

(33) US

(74) Представитель:

(86) PCT/US2018/039422

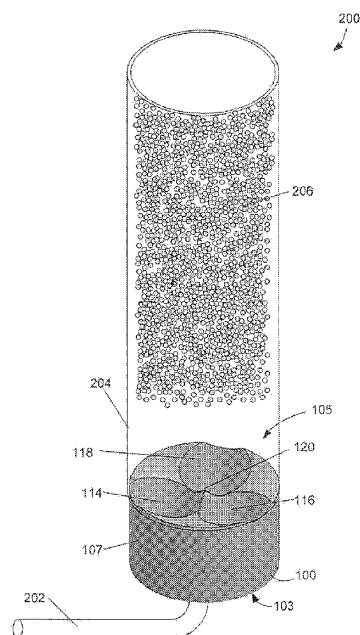
Рыбина Н.А., Рыбин В.Н. (RU)

(87) WO 2019/005743 2019.01.03

(71) Заявитель:

ИКС-ЭНЕРДЖИ, ЛЛС (US)

(57) Многовходной распределитель газа для реактора химического парофазного осаждения с псевдооживленным слоем может включать корпус распределителя, имеющий впускную поверхность, выпускную поверхность, противоположную впускной поверхности, и поверхность бокового периметра. Корпус распределителя также может включать множество входных каналов, равномерно расположенных относительно друг друга, при этом множество входных каналов проходит сквозь корпус распределителя от впускной поверхности до глубины первого уровня. Корпус распределителя может дополнительно включать конусовидные апертуры, соединяющиеся с соответствующими из множества входных каналов на глубине первого уровня и продлевающиеся от глубины первого уровня до выпускной поверхности. Вершина может быть образована на выпускной поверхности в месте пересечения конусовидных апертур.



202090062

A1

A1

202090062

МНОГОВХОДНОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ ГАЗА ДЛЯ ПОКРЫТИЯ ТОПЛИВНЫХ ЧАСТИЦ TRISO ПУТЕМ ХИМИЧЕСКОГО ПАРОФАЗНОГО ОСАЖДЕНИЯ

РОДСТВЕННЫЕ ЗАЯВКИ

[1] Эта заявка претендует на преимущественное право приоритета на основании предварительной заявки США № 62/252014 под названием «МНОГОВХОДНОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ ГАЗА ДЛЯ ПОКРЫТИЯ ТОПЛИВНЫХ ЧАСТИЦ TRISO ПУТЕМ ХИМИЧЕСКОГО ПАРОФАЗНОГО ОСАЖДЕНИЯ», поданной 28 июня 2017 года, и на основании обычной патентной заявки США № 16/017291 под названием «МНОГОВХОДНОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ ГАЗА ДЛЯ ПОКРЫТИЯ ТОПЛИВНЫХ ЧАСТИЦ TRISO ПУТЕМ ХИМИЧЕСКОГО ПАРОФАЗНОГО ОСАЖДЕНИЯ», поданной 25 июня 2018 года, полное содержание которых введено в настоящий документ путем ссылки во всех целях.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[2] Высокотемпературные ядерные реакторы с газовым охлаждением используют ядерное топливо в форме частиц (называемых здесь «частицами ядерного топлива»), которые встроены в графитовую матрицу, которая может быть в форме сфер (или «шариков»), или графитовых блоков. Отдельные частицы ядерного топлива покрыты многослойными структурами, в центре которых находится ядро ядерного топлива, окруженное несколькими слоями керамических и графитовых материалов. Ядро ядерного топлива может быть образовано способным к ядерному делению оксидом (например, UCO , UO_2 , UC_2 , UO_2/UC_2 или ThO_2/UO_2), окруженным буферным слоем, который может включать пористый

углеродный материал, такой как графит. Буферный слой компенсирует давление при расширении топливного ядра и служит резервуаром для газообразных продуктов деления. Буферный слой окружен плотным внутренним углеродным слоем, например, слоем пиролитического углерода. Внутренний углеродный слой уплотняет буферный слой и ослабляет миграцию радионуклидов. Внутренний углеродный слой окружен керамическим слоем, например, слоем карбида кремния или карбида циркония. Керамический слой содержит продукты деления, тем самым предотвращая миграцию продуктов деления из ядра и улучшая структурную жесткость. Керамический слой покрыт внешним углеродным слоем, который также может содержать пиролитический углерод. Внешний углеродный слой действует как дополнительный барьер для выделившихся газообразных продуктов деления. Такие частицы ядерного топлива обычно называют трехструктурными изотропными (TRIStructural-ISOtropic, TRISO) топливными частицами. Многослойная структура топливных частиц TRISO успешно апробирована в конструкциях высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов (ВТГР, HTGR) и демонстрирует очень хорошие характеристики для удержания продуктов деления в условиях экстремальных температур.

[3] Множество слоев из керамических и графитовых материалов можно наносить на ядро ядерного топлива в реакторе химического парофазного осаждения с псевдооживленным слоем (ХПФО, CVD).

[4] Одна из проблем получения топливных частиц TRISO включает пониженный выход, который может иметь место, из-за «мертвых зон» в камере с псевдооживленным слоем CVD-реактора, где поток газа останавливается или застаивается, в результате чего топливные частицы TRISO становятся статичными и не вращаются. В таких мертвых зонах, где

происходит недостаточное псевдоожижение, частицы ядерного топлива могут быть должным образом не покрыты, что приводит к пропуску слоев или повреждению слоев, что приводит к снижению выходов процессов ХПФО.

РАСКРЫТИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[5] Различные варианты воплощения изобретения могут включать многовходной распределитель газа для реактора химического парового осаждения с псевдоожиженным слоем, который может включать корпус распределителя, имеющий впускную поверхность, выпускную поверхность, противоположную впускной поверхности, и поверхность бокового периметра. Корпус распределителя может включать множество входных каналов, равномерно расположенных относительно друг друга, которые проходят сквозь корпус распределителя от впускной поверхности до глубины первого уровня. Корпус распределителя может дополнительно включать конусовидные апертуры, соединяющиеся с соответствующими из множества входных каналов на глубине первого уровня и простирающиеся от глубины первого уровня к выпускной поверхности. Вершина может быть сформирована на выпускной поверхности на пересечении конусовидных апертур.

[6] В некоторых вариантах воплощения изобретения между пересечением каждой из смежных конусовидных апертур может быть образован гребень вершины. Гребень вершины может простираться между вершиной и поверхностью бокового периметра. Множество входных каналов может быть равномерно распределено от центра выпускной поверхности. На краю выпускной поверхности на пересечении по меньшей мере одной из конусовидных апертур с поверхностью бокового периметра может быть

образовано седло. На выпускной поверхности могут быть образованы выступы, на которой две смежные конусовидные апертуры пересекаются между собой, но не пересекаются с поверхностью бокового периметра. В месте пересечения двух смежных конусовидных апертур с поверхностью бокового периметра может образоваться пик. Общая толщина корпуса распределителя может быть в диапазоне 31,75 – 58,42 мм (1,25 - 2,30 дюйма). Глубина первого уровня множества входных каналов может составлять приблизительно 6,35 мм (0,25 дюйма). Внешний диаметр каждого из множества входных каналов может составлять приблизительно 2,78 мм (7/64 дюйма). Радиус корпуса распределителя, между его центром и поверхностью бокового периметра может быть приблизительно 12,7 мм (0,5 дюймов). Внешний диаметр корпуса распределителя может быть в диапазоне 50,8 – 152,4 мм (2,0 - 6,0 дюймов). Внешний диаметр корпуса распределителя может быть приблизительно 50,8 мм (2,0 дюйма). Конусовидные апертуры могут быть прямыми круговыми конусами. Прямые круговые конусы могут иметь внутренний угол в диапазоне 45° - 55° . Поперечное сечение многовходного распределителя газа может иметь форму, выбранную из группы, состоящей из круга, треугольника, квадрата, пятиугольника, шестиугольника или восьмиугольника. Корпус распределителя может быть изготовлен из одного или более материалов, выбранных из группы, состоящей из графита, алюминия, стали, титана, легированной стали, пластика или полимера.

[7] Другие варианты воплощения изобретения могут включать реактор химического парофазного осаждения с псевдооживленным слоем, который включает камеру с псевдооживленным слоем, сконфигурированную с возможностью удерживать псевдооживляющий газ/пар, многовходной распределитель газа, присоединенный к камере с псевдооживленным слоем.

Многовходной распределитель газа может быть сконфигурирован с возможностью получать псевдоожижающий газ/пар через множество входных каналов и инжектировать псевдоожижающий газ/пар через конусовидные апертуры в камеру с псевдоожиженным слоем.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[8] Прилагаемые чертежи, которые включены в настоящий документ и составляют часть этого описания, иллюстрируют примерные варианты воплощения изобретения и вместе с общим описанием, приведенным выше, и подробным описанием, приведенным ниже, служат для объяснения признаков изобретения.

[9] ФИГ. 1 является видом в перспективе CVD-реактора с псевдоожиженным слоем, подходящего для использования с различными вариантами воплощения изобретения.

[10] ФИГ. 2 является видом сбоку многовходного распределителя газа для использования с топливными частицами TRISO согласно различным вариантам воплощения изобретения.

[11] ФИГ. 3 является видом снизу многовходного распределителя газа для использования с топливными частицами TRISO согласно различным вариантам воплощения изобретения.

[12] ФИГ. 4 является изображением в перспективе с линиями невидимого контура многовходного распределителя газа для использования с топливными частицами TRISO согласно различным вариантам воплощения изобретения.

[13] ФИГ. 5 является объемным изображением многовходного распределителя газа для использования с топливными частицами TRISO согласно различным вариантам воплощения изобретения.

[14] ФИГ. 6 является другим изображением в перспективе с линиями невидимого контура другого варианта воплощения многовходного распределителя газа для использования с топливными частицами TRISO.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

[15] Различные варианты воплощения изобретения описаны подробно со ссылкой на прилагаемые чертежи. Везде, где возможно, одинаковые позиции будут использоваться на всех чертежах для обозначения одинаковых или подобных частей. Ссылки на конкретные примеры и варианты воплощения приведены для иллюстративных целей и не предназначены для ограничения объема изобретения или формулы изобретения. Альтернативные варианты воплощения изобретения могут быть разработаны без отступления от объема изобретения. Кроме того, известные элементы изобретения не будут описаны подробно или будут опущены, чтобы не затенять соответствующие детали изобретения. Используемое здесь слово «приблизительно» относится к размерной величине, которая может изменяться на $\pm 10\%$ без влияния на функциональность измеряемого элемента или компонента и, таким образом, предназначена для охвата диапазона эквивалентов для указанной размерной величины.

[16] Различные варианты воплощения изобретения включают многовходной распределитель газа для использования в камере с псевдоожиженным слоем CVD-реактора, что улучшает покрытие частиц, взвешенных в псевдоожиженном слое, путем уменьшения потенциальных мертвых зон. Множество входных каналов в распределителе газа может быть соединено с расходящимися конусовидными поверхностями для обеспечения лучшего распределения псевдоожижающего газа/пара. Использование множества входных каналов, каждый имеющий конусовидную форму, обеспечивает

более однородный поток по диаметру большей по размеру камеры с псевдооживленным слоем [то есть камер диаметром 15,2 – 25,4 см (6-10 дюймов)] CVD-реактора, тем самым уменьшая мертвые зоны, где может происходить недостаточное суспендирование псевдооживленного слоя. Более устойчивая суспензия по всему диаметру камеры с псевдооживленным слоем CVD-реактора может способствовать уменьшению или устранению мертвых зон, более высокой производительности, более низкой стоимости и улучшенному качеству частиц с CVD-покрытием, чем это достигается с помощью обычных CVD-реакторов с псевдооживленным слоем.

[17] Пример CVD-реактора с псевдооживленным слоем показан на ФИГ. 1 На чертеже показано улучшенное псевдооживление и покрытие топливных частиц TRISO. Как показано, топливные частицы TRISO 206 могут быть суспендированы в камере с псевдооживленным слоем 204 газами, проходящими через псевдооживленный слой CVD-реактора 200. Топливные частицы TRISO 206 могут быть покрыты путем периодического процесса в камере с псевдооживленным слоем 204. Топливные частицы TRISO 206 могут быть суспендированы в камере с псевдооживленным слоем 204, начиная снизу, путем введения псевдооживляющего газа/пара в камеру с псевдооживленным слоем 204 через многоходовой распределитель газа 100. Псевдооживляющий газ/пар может подаваться в многоходовой распределитель газа 100 через подающий патрубок 202 или патрубки. Псевдооживляющий газ/пар может включать соединения, такие как газообразный водород, аргон, ацетилен, пропилен и метилтрихлорсилан (МТС). Псевдооживляющий газ/пар выходит из подающего патрубка 202 в коллектор (не показан) или отдельных патрубков (не показаны) для инъекции непосредственно во входные каналы многоходового распределителя газа 100.

[18] Многоходовой распределитель газа 100 может включать корпус 102

распределителя, имеющий впускную поверхность 103 и выпускную поверхность 105, противоположную впускной поверхности 103. Кроме того, корпус 102 распределителя может включать три конусовидные апертуры 114, 116, 118, соединенные с соответствующими из множества входных каналов, образованных на впускной поверхности 103. Три конусовидные апертуры 114, 116, 118 могут простираются и расходиться от множества входных каналов до выпускной поверхности 105 и образовывать вершину 120. В некоторых вариантах воплощения изобретения многовходной распределитель газа 100 может иметь две или более, чем три конусовидные апертуры. Как показано, конусовидные апертуры 114, 116, 118 могут быть распределены по всему многовходному распределителю газа 100, чтобы распределять псевдоожижающий газ/пар примерно равномерно по всему диаметру камеры с псевдоожиженным слоем 204. Таким образом, распределение псевдоожижающего газа/пара, истекающего из трех конусовидных апертур 114, 116, 118 может уменьшить или устранить мертвые зоны в камере с псевдоожиженным слоем 204, что позволяет получить более высокий процент надлежащего покрытия топливных частиц TRISO 206 во время процесса ХПФО.

[19] На Фигурах 2 и 3 в деталях показан многовходной распределитель газа 100 согласно различным вариантам воплощения изобретения. Многовходной распределитель газа 100 может включать корпус 102 распределителя, имеющий впускную поверхность 103, выпускную поверхность 105, противоположную впускной поверхности 103, и поверхность бокового периметра 107. Многовходной распределитель газа 100 может включать множество входных каналов 104, 106, 108, равномерно расположенных относительно друг друга. В различных вариантах воплощения изобретения множество входных каналов 104, 106, 108 может быть расположено

симметрично вокруг центра впускной поверхности 103. В некоторых вариантах воплощения изобретения множество входных каналов 104, 106, 108 может быть равномерно распределено вдоль радиуса R1 от центра впускной поверхности 103. Величина радиуса R1 может быть равна $12,7 \pm 6,35$ мм ($0,5 \pm 0,25$ дюйма), предпочтительно $12,7 \pm 0,318$ мм ($0,5 \pm 0,0125$ дюймов), как показано на ФИГ. 3.

[20] Множество входных каналов 104, 106, 108 могут быть изготовлены путем сверления направляющих отверстий, имеющих внутренние диаметры Ф1 в диапазоне от приблизительно 0,4 мм (0,015625 дюймов) до приблизительно 1,6 мм (0,0625 дюймов), и затем сверления направляющих отверстий до конечных диаметров, составляющих приблизительно $2,78 \pm 0,4$ мм ($7/64 \pm 1/64$ дюйма для многовходного распределителя газа 100 диаметром 50,8 мм (два дюйма)). Множество входных каналов 104, 106, 108 могут быть трубчатыми и располагаться по многовходному распределителю газа 100, поверхность бокового периметра которого может быть в различных формах, таких как круг, треугольник, квадрат, пятиугольник, шестиугольник, восьмиугольник, в виде нескольких радиальных рядов или в виде других многоугольников.

[21] Впускная поверхность 103 и выпускная поверхность 105, которые находятся на противоположных сторонах корпуса 102 распределителя, могут быть ограничены поверхностью бокового периметра 107 корпуса 102 распределителя. Поверхность бокового периметра 107 может иметь вид различных сплошных форм. Например, форма поперечного сечения многовходного распределителя газа 100 может быть в виде круга (как показано), треугольника, квадрата, пятиугольника, шестиугольника, восьмиугольника или другого предпочтительно правильного многоугольника. Поверхность бокового периметра 107 может иметь внешний

диаметр ($\Phi 2$), в диапазоне от $50,8 \pm 12,7$ мм ($2,0 \pm 0,50$ дюйма) до приблизительно $152,4 \pm 12,7$ мм ($6,0 \pm 0,50$ дюйма).

[22] Как показано на ФИГ. 2, множество входных каналов 104, 106, 108 могут простираться от впускной поверхности 103 через корпус 102 распределителя к впускной глубине D1 (то есть глубине первого уровня) перед соединением с или расширением в конусовидные апертуры 114, 116, 118. Каждая из конусовидных апертур 114, 116, 118 может соединяться с соответствующим одним из множества входных каналов 104, 106, 108 и иметь одинаковый внутренний диаметр $\Phi 1$ на внутреннем конце. От внутреннего конца конусовидные апертуры 114, 116, 118 могут иметь расширяющийся диаметр по мере их продвижения к выпускной поверхности 105. Впускная глубина D1 может быть равна $6,35 \pm 3,18$ мм ($0,25 \pm 0,125$ дюйма), и предпочтительно равна $6,35 \pm 1,6$ мм ($0,25 \pm 0,0625$ дюйма). Общая глубина D3 корпуса 102 распределителя может быть равна $31,8 \pm 12,7$ мм ($1,25 \pm 0,5$ дюймов), и предпочтительно равна $31,8 \pm 6,35$ мм ($1,25 \pm 0,25$ дюйма). Каждая из трех конусовидных апертур 114, 116, 118 может соединяться с соответствующим одним из множества входных каналов 104, 106, 108 на заданной глубине D1 и расширяться через глубину выгрузки D2, которая является разницей между общей глубиной D3 и входной глубиной D1. Конусовидные апертуры 114, 116, 118 могут простираться наружу в направлении выпускной поверхности 105 под углом раскрытия конуса $\square 1$. Угол раскрытия конуса $\square 1$ может находиться в диапазоне от приблизительно 40° до приблизительно 60° , и предпочтительно от приблизительно 45° до приблизительно 55° . Корпус 102 распределителя также может иметь вершину 120, образованную на выпускной поверхности 105, расположенной напротив центра впускной поверхности 103.

[23] На Фигурах 4 и 5 приведены чертежи многовходного распределителя

газа 100 с линиями невидимого контура и объемный вид в перспективе, соответственно. Вершина 120 на выпускной поверхности 105 корпуса 102 распределителя лучше видна на этих чертежах. Сходимость конусовидных апертур 114, 116, 118 в центре корпуса 102 распределителя может создавать гребни вершины 124, 125, 126, которые встречаются в вершине 120. На пересечении конусовидных апертур 114, 116, 118 с поверхностью бокового периметра 107 также могут быть образованы опорные седла 134, 136, 138 ниже уровня общей глубины D3 корпуса 102 распределителя. Каждое из седел 134, 136, 138 может образовывать дугообразный край на выпускной поверхности 105, проходящий между смежными выступами 144, 145, 146. Кроме того, выступы 144, 145, 146 могут быть образованы между седлами 134, 136, 138, где две смежные конусовидные апертуры пересекаются между собой (например, 116 и 118), но не пересекаются с поверхностью бокового периметра 107. Выступы 144, 145, 146 могут быть плоскими и/или иметь криволинейную поверхность.

[24] На ФИГ. 4 показан с линиями невидимого контура многовходной распределитель газа 100. Многовходной распределитель газа 100 получает псевдоожижающий газ/пар на множество входных каналов 104, 106, 108 при требуемом давлении и температуре. Псевдоожижающий газ/пар может проходить через входные каналы и конусовидные апертуры 114, 116, 118, где псевдоожижающий газ/пар расширяется и направляется в камеру с псевдоожиженным слоем (например, 204 на ФИГ. 1). Конусовидные апертуры 114, 116, 118 могут пересекаться, образуя вершину 120 и гребни вершины 124, 125, 126. Пересекающаяся конфигурация конусовидных апертур 114, 116, 118 может способствовать турбулентному перемешиванию отдельных потоков псевдоожижающего газа/пара, истекающих из конусовидных апертур 114, 116, 118. Седла 134, 136, 138 также могут

направлять потоки псевдоожижающего газа/пара непосредственно на стенки камеры с псевдоожиженным слоем 204. Седла 134, 136, 138 могут улучшить смешивание вдоль стенок камеры с псевдоожиженным слоем 204.

[25] На ФИГ. 6 показан многовходной распределитель газа 600, имеющий более глубокий корпус 602 распределителя, согласно некоторым вариантам воплощения изобретения. Более глубокий корпус 602 распределителя может иметь более протяженную глубину D6, равную $58,42 \pm 12,7$ мм ($2,3 \pm 0,5$ дюйма) и предпочтительно $58,42 \pm 6,35$ мм ($2,3 \pm 0,25$ дюйма). Различные другие размерности могут оставаться такими же или аналогичными размерностям, описанным со ссылкой на корпус 102 распределителя на Фигурах 2-4. Конусовидные апертуры 614, 616, 618 могут проходить наружу от множества входных каналов 104, 106, 108 к выпускной поверхности 605 под заданным углом (например, α_1 на ФИГ. 2) в диапазоне от приблизительно 40° до приблизительно 60° , и предпочтительно от приблизительно 45° до приблизительно 55° . Сходимость конусовидных апертур 614, 616, 618 в центре более глубокого корпуса 602 распределителя может создавать гребни вершины 624, 625, 626, которые идут вверх, заканчиваясь на центральной вершине 620. На пересечении конусовидных апертур 614, 616, 618 с поверхностью бокового периметра 607, ниже общей глубины D6 более глубокого корпуса 602 распределителя также могут образоваться седла 634, 636, 638. Многовходной распределитель газа 600 может включать пики 621, 622, 623, образованные пересечением конусовидных апертур 614, 616, 618 с поверхностью бокового периметра 607. Каждый пик 621, 622, 623 может быть образован пересечением двух смежных из конусовидных апертур 614, 616, 618 с поверхностью бокового периметра 607 более глубокого корпуса 602 распределителя. В примере, показанном на ФИГ. 6, первый пик 621 может быть образован между первой

парой конусовидных апертур 614, 618, второй пик 622 может быть образован между второй парой конусовидных апертур 614, 618, и третий пик 623 может быть образован между третьей парой конусовидных апертур 616, 618. Первый пик 621 может быть расположен на пересечении первого гребня вершины 624, первого седла 634 и третьего седла 638; второй пик 622 может быть расположен на пересечении третьего гребня вершины 626, первого седла 634, и второго седла 636; и третий пик 623 может быть расположен на пересечении второго гребня вершины 625, второго седла 636, и третьего седла 638. Расстояние между впускной поверхностью 603 и тремя пиками 621, 622, 623 может ограничивать общую глубину D6 более глубокого корпуса 602 распределителя. Центральная вершина 620 может быть расположена ближе ко множеству входных каналов 104, 106, 108, чем к трем пикам 621, 622, 623. В различных вариантах воплощения изобретения более глубокий корпус 602 распределителя не включает выступы, образованные между седлами (например, выступы 144, 145, 146, образованные между седлами 134, 136, 138 на Фигурах 4-5). Многовходной распределитель газа 600, показанный на ФИГ.6, может улучшить смешивание потоков псевдоожижающего газа/пара по всей камере с псевдоожиженным слоем (например, 204 на ФИГ. 1).

[26] В различных вариантах воплощения изобретения многовходные распределители газа 100, 600 могут быть изготовлены из разных материалов. В частности, многовходные распределители газа 100, 600 могут быть изготовлены из графита, алюминия, стали, титана, легированной стали, пластика, полимеров или других специализированных материалов. Конусовидные апертуры 114, 116, 118, 614, 616, 618 могут быть сконфигурированы с возможностью получения поверхности «прямого кругового конуса». Однако, в некоторых вариантах воплощения изобретения

конусовидные поверхности могут быть косоугольными, эллиптическими, пирамидальными или многоугольными конусами.

[27] Вышеприведенное описание раскрытых вариантов воплощения изобретения предоставлено, чтобы дать возможность любому специалисту в данной области техники делать или использовать настоящее изобретение.

Различные модификации в эти варианты воплощения изобретения будут очевидны для специалистов в данной области техники, и общие принципы, определенные в данном документе, могут быть применены к другим вариантам воплощения изобретения без отклонения от сущности или объема изобретения. Таким образом, настоящее изобретение не предназначено для ограничения аспектов и/или вариантов воплощения изобретения, показанных в данном документе, но должно соответствовать самому широкому объему в соответствии с нижеследующей формулой изобретения и принципами и новыми признаками, раскрытыми в данном документе.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Многовходной распределитель газа для камеры химического парофазного осаждения с псевдоожиженным слоем, включающий:

корпус распределителя, имеющий впускную поверхность, выпускную поверхность, противоположную впускной поверхности, и поверхность бокового периметра;

множество входных каналов, равномерно расположенных относительно друг друга, при этом множество входных каналов проходит сквозь корпус распределителя от впускной поверхности до глубины первого уровня; и

конусовидные апертуры, соединенные с соответствующими из множества входных каналов на глубине первого уровня и проходящие от глубины первого уровня к выпускной поверхности, причем на выпускной поверхности на пересечении конусовидных апертур образуется вершина.

2. Многовходной распределитель газа по п. 1, отличающийся тем, что гребень вершины образуется между пересечением каждой из смежных из конусовидных апертур.

3. Многовходной распределитель газа по п. 2, отличающийся тем, что гребень вершины простирается между вершиной и поверхностью бокового периметра.

4. Многовходной распределитель газа по п. 1, отличающийся тем, что множество входных каналов равномерно распределено от центра выпускной поверхности.

5. Многовходной распределитель газа по п. 1, отличающийся тем, что на краю выпускной поверхности в месте пересечения по меньшей мере одной конусовидной апертуры с поверхностью бокового периметра образуется

седло.

6. Многовходной распределитель газа по п. 1, отличающийся тем, что выступы образуются на выпускной поверхности, где две смежные конусовидные апертуры пересекаются между собой, но не пересекаются с поверхностью бокового периметра.

7. Многовходной распределитель газа по п. 1, отличающийся тем, что пик образуется в месте пересечения двух смежных из конусовидных апертур с поверхностью бокового периметра.

8. Многовходной распределитель газа по п. 1, отличающийся тем, что общая толщина корпуса распределителя находится в диапазоне от 31,8 до 58,4 мм (от 1,25 до 2,30 дюймов).

9. Многовходной распределитель газа по п. 1, отличающийся тем, что глубина первого уровня множества входных каналов составляет приблизительно 6,35 мм (0,25 дюймов).

10. Многовходной распределитель газа по п. 1, отличающийся тем, что внешний диаметр каждого из множества входных каналов составляет приблизительно 2,78 мм (7/64 дюйма).

11. Многовходной распределитель газа по п. 1, отличающийся тем, что радиус корпуса распределителя между его центром и поверхностью бокового периметра составляет приблизительно 12,7 мм (0,5 дюймов).

12. Многовходной распределитель газа по п. 1, отличающийся тем, что внешний диаметр корпуса распределителя находится в диапазоне от 50,8 до 152,4 мм (2,0 – 6,0 дюймов).

13. Многовходной распределитель газа по п. 1, отличающийся тем, что внешний диаметр корпуса распределителя составляет приблизительно 50,8 мм (2,0 дюйма).

14. Многовходной распределитель газа по п. 1, отличающийся тем, что

конусовидные апертуры являются прямыми круговыми конусами.

15. Многовходной распределитель газа по п. 10, отличающийся тем, что прямые круговые конусы имеют внутренний угол в диапазоне от 45° до 55° .

16. Многовходной распределитель газа по п. 1, отличающийся тем, что поперечное сечение многовходного распределителя газа имеет форму, выбранную из группы, состоящей из круга, треугольника, квадрата, пятиугольника, шестиугольника или восьмиугольника.

17. Многовходной распределитель газа по п. 1, отличающийся тем, что корпус распределителя изготовлен из одного или более материалов, выбранных из группы, состоящей из графита, алюминия, стали, титана, легированной стали, пластика или полимера.

18. Реактор химического парофазного осаждения с псевдоожиженным слоем, включающий:

камеру с псевдоожиженным слоем, сконфигурированную с возможностью удерживать псевдоожижающий газ/пар;

многовходной распределитель газа, присоединенный к камере с псевдоожиженным слоем, при этом многовходной распределитель газа включает:

корпус распределителя, имеющий впускную поверхность, выпускную поверхность, противоположную впускной поверхности, и поверхность бокового периметра;

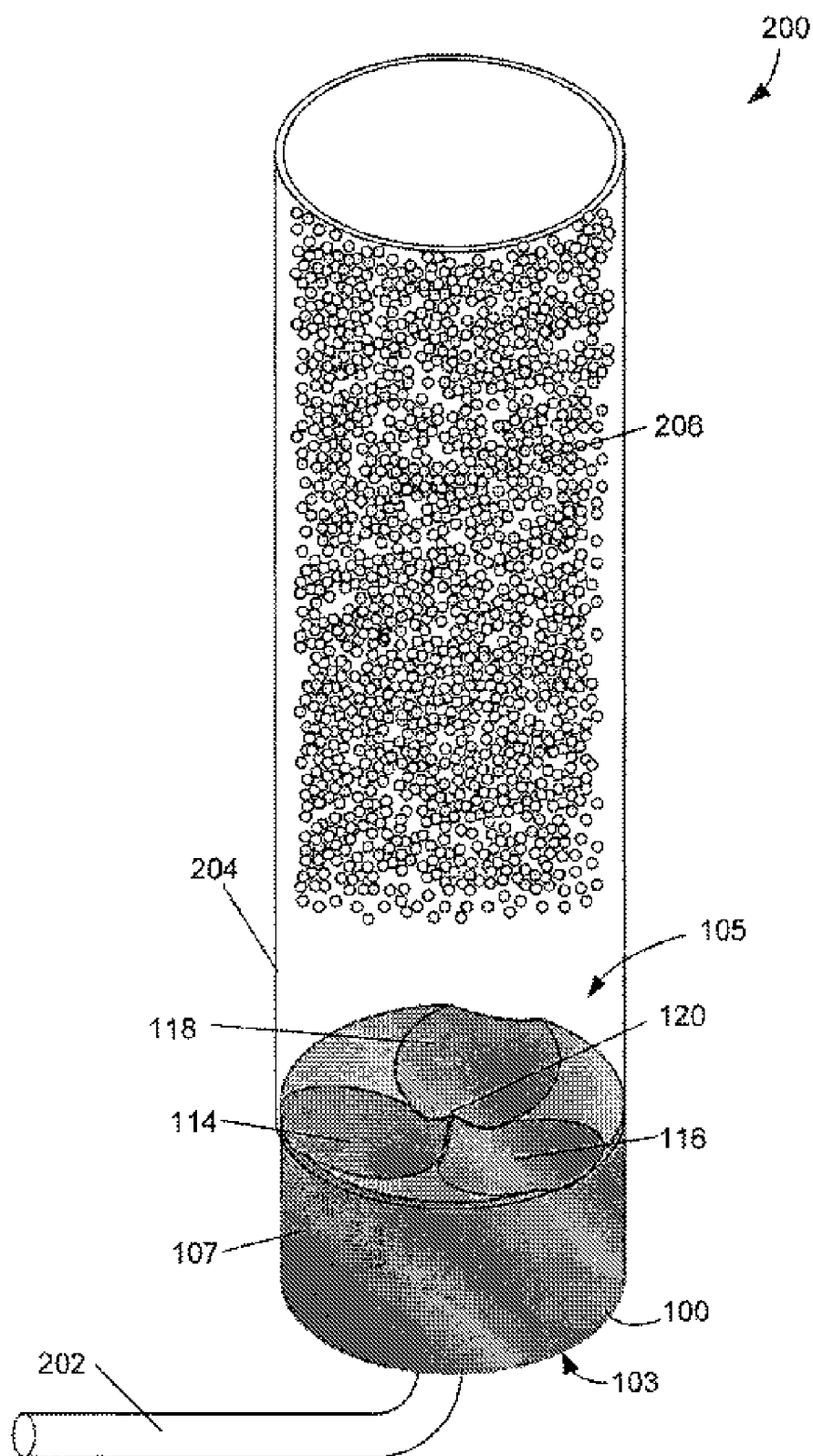
множество входных каналов, равномерно расположенных относительно друг друга, при этом множество входных каналов проходит сквозь корпус распределителя от впускной поверхности до глубины первого уровня; и

конусовидные апертуры, соединяющиеся с соответствующими входными каналами на глубине первого уровня и выступающие

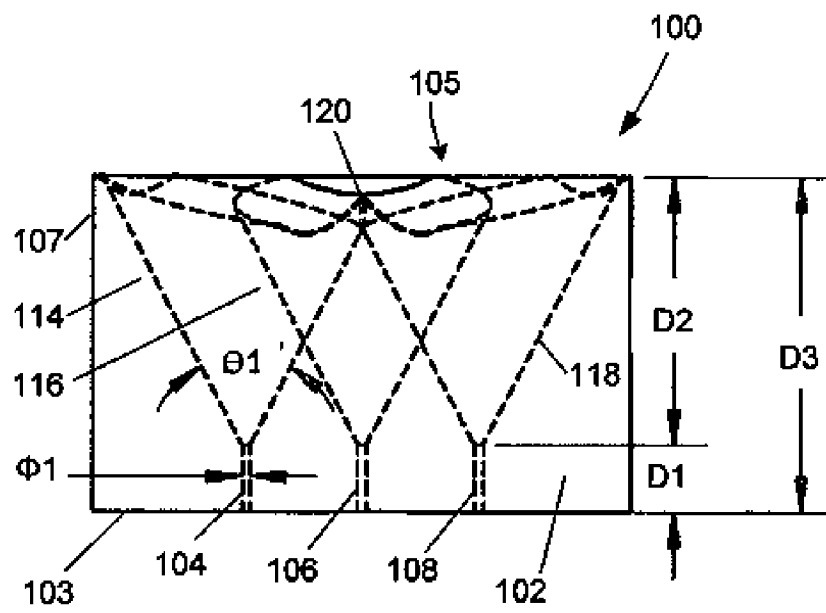
из глубины первого уровня в направлении выпускной поверхности, при этом на выпускной поверхности в месте пересечения конусовидных апертур образуется вершина, при этом многовходной распределитель газа сконфигурирован с возможностью получать псевдоожижающий газ/пар через множество входных каналов и инжектировать псевдоожижающий газ/пар через конусовидные апертуры в камеру с псевдоожиженным слоем.

19. Реактор химического парофазного осаждения с псевдоожиженным слоем по п. 18, отличающийся тем, что на выпускной поверхности образуются выступы, на которой смежные конусовидные апертуры пересекаются между собой, но не пересекаются с поверхностью бокового периметра.

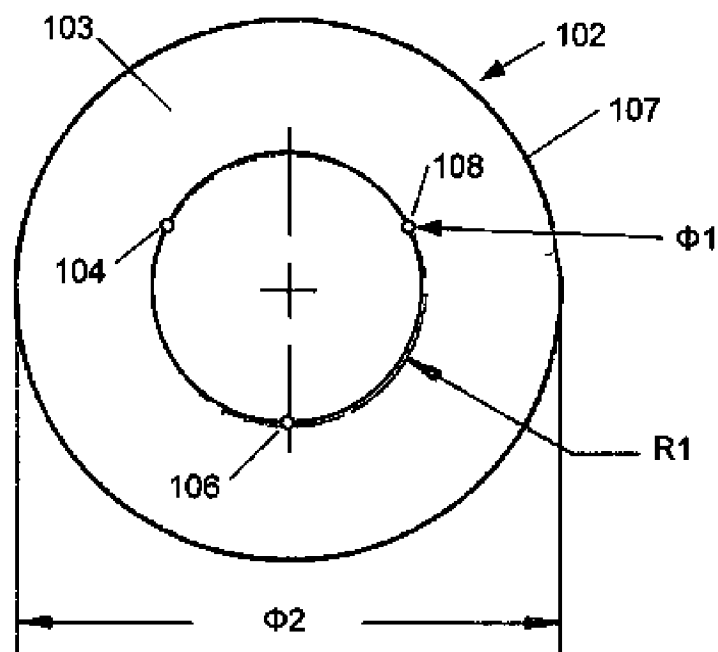
20. Реактор химического парофазного осаждения с псевдоожиженным слоем по п. 18, отличающийся тем, что при пересечении двух смежных из конусовидных апертур с поверхностью бокового периметра образуется пик.



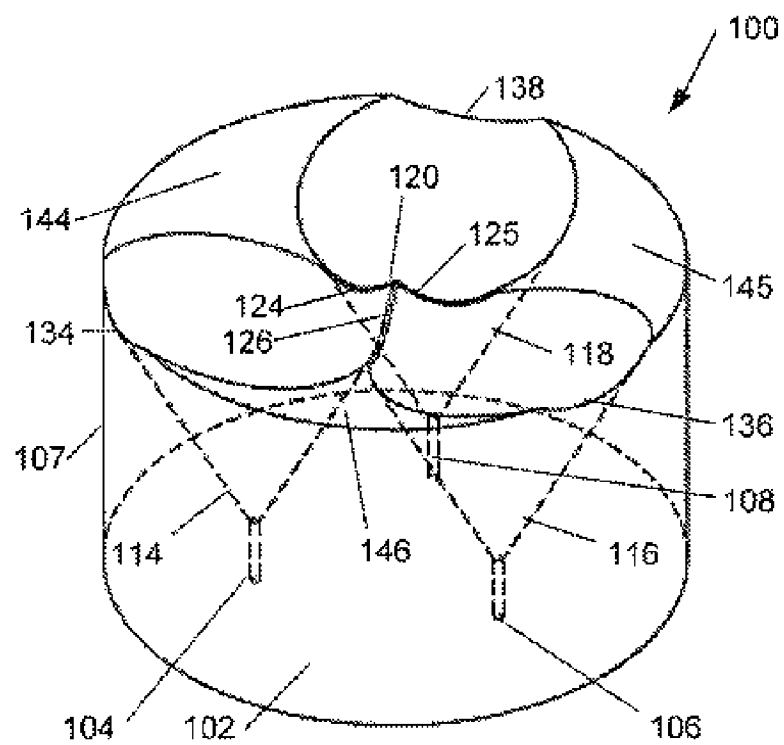
ФИГ. 1



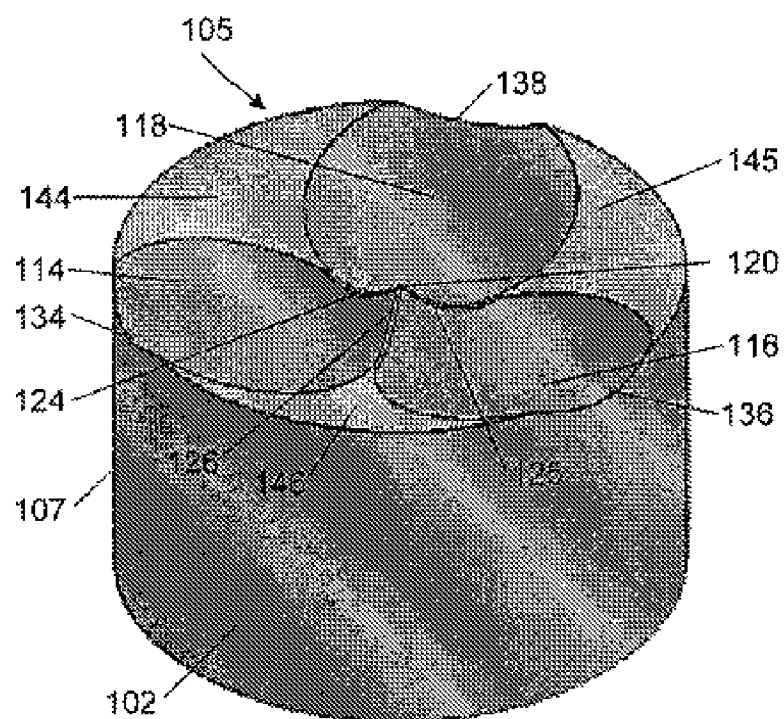
ФИГ. 2



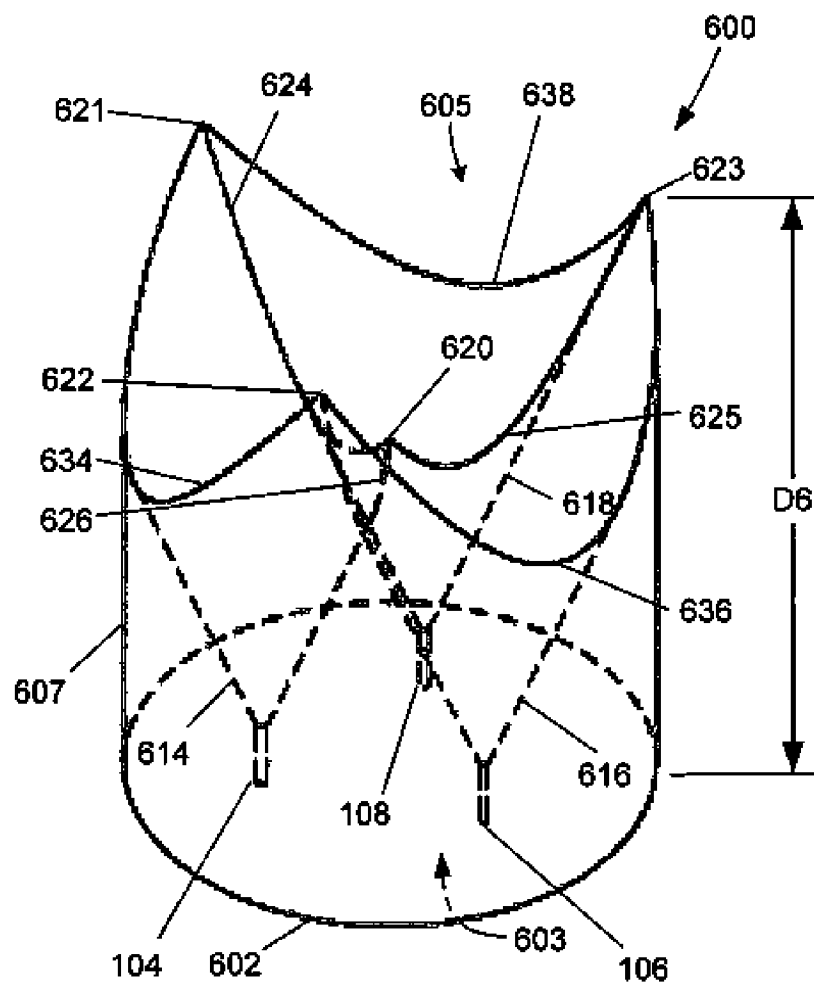
ФИГ. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5



ФИГ. 6