

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039236**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.12.21

(21) Номер заявки
201990231

(22) Дата подачи заявки
2017.07.07

(51) Int. Cl. **B01J 4/00** (2006.01)
B01J 6/00 (2006.01)
B01J 8/00 (2006.01)
C22C 29/00 (2006.01)
C22C 29/02 (2006.01)
C22C 29/14 (2006.01)

(54) **СИСТЕМЫ И СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ**

(31) **62/360,079**

(32) **2016.07.08**

(33) **US**

(43) **2019.06.28**

(86) **PCT/US2017/041057**

(87) **WO 2018/009769 2018.01.11**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
АЛКОА ЮЭсЭй КОРП. (US)

(72) Изобретатель:
**Шанта Чарльз Роберт III,
МакМиллен Джеймс К., Суортс
Ланс М., Моссер Бенджамин Д. (US)**

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) **US-A-5194234
US-A-5472477
US-A-4818511
CN-A-105837223**

(57) Представлены системы и способы получения керамических порошков, образованных с единообразными, точно приспособленными характеристиками и/или свойствами. В некоторых вариантах исполнения система для получения керамических порошков включает корпус реактора, имеющий реакционную камеру и оснащенный источником тепла для создания горячей зоны вдоль реакционной камеры; впуск для продувочного газа, предназначенный для направления продувочного газа в реакционную камеру, и выпуск для продувочного газа, предназначенный для направления отходящего газа из реакционной камеры; многочисленные контейнеры внутри корпуса реактора, конфигурированные для удерживания по меньшей мере одной заготовки, причем каждый контейнер конфигурирован с возможностью протекания продувочного газа через него; причем заготовка конфигурирована с возможностью протекания продувочного газа через нее так, что прекурсорная смесь реагирует в горячей зоне с образованием керамического порошкового продукта, имеющего однородные свойства.

039236 B1

039236 B1

Перекрестная ссылка на родственные заявки

Настоящая заявка испрашивает преимущество предварительной патентной заявки США № 62/360079, поданной 8 июля 2016 г., которая включена здесь ссылкой во всей своей полноте.

Область техники, к которой относится изобретение

В широком смысле настоящее изобретение относится к системам и способам получения керамических порошков. Более конкретно, настоящее изобретение относится к карботермическому синтезу разнообразных керамических порошков в реакторе непрерывного действия так, что полученный керамический порошковый продукт образуется с единообразными, специализированными характеристиками и/или свойствами.

Уровень техники

Путем карботермического синтеза можно получать разнообразные боридные, нитридные и/или карбидные керамические порошки. Затем керамические порошки могут быть переработаны в конечные керамические продукты для широкого круга разнообразных вариантов применения.

Сущность изобретения

В одном аспекте настоящего изобретения система включает корпус реактора, имеющий первый конец и второй конец, причем корпус реактора сформирован с внутренней боковой стенкой, протяженной от первого конца до второго конца, определяя реакционную камеру; причем корпус реактора сформирован с источником тепла, создавая горячую зону вдоль реакционной камеры; выпуск для продувочного газа рядом с первым концом и предназначенный для направления продувочного газа в реакционную камеру, и выпуск для продувочного газа рядом со вторым концом и предназначенный для направления отходящего газа из реакционной камеры; многочисленные контейнеры, размещенные в последовательно выровненном порядке внутри корпуса реактора, причем каждый контейнер конфигурирован удерживающим по меньшей мере одну заготовку, причем каждый контейнер конфигурирован с возможностью протекания продувочного газа через него, причем каждая заготовка сформирована из смеси прекурсорных материалов для карботермической реакции, причем заготовка конфигурирована с возможностью протекания продувочного газа через нее так, что прекурсорная смесь реагирует в горячей зоне с образованием керамического порошкового продукта, имеющего однородные свойства.

В некоторых вариантах исполнения корпус реактора сформирован вертикальным или горизонтальным.

В некоторых вариантах исполнения корпус реактора сформирован размещенным под углом, причем первый конец находится на иной высоте, нежели второй конец.

В некоторых вариантах исполнения реактор дополнительно содержит загрузочный участок, находящийся рядом с первым концом и в сообщении с ним, между выпуском реактора и первым затвором, причем загрузочный участок предназначен для приема по меньшей мере одного контейнера, причем, кроме того, загрузочный участок оснащен клапаном так, что в пределах загрузочного участка создается разность давлений, чтобы удалять газообразные вещества из загрузочного участка и/или добавлять их.

В некоторых вариантах исполнения загрузочный участок содержит источник тепла, предназначенный для предварительного нагрева контейнера и заготовки.

В некоторых вариантах исполнения система дополнительно включает первый затвор на первом конце корпуса реактора, причем первый затвор предназначен для создания замкнутой реакционной камеры рядом с первым концом и второй затвор на втором конце корпуса реактора для создания замкнутой реакционной камеры рядом со вторым концом.

В некоторых вариантах исполнения наружный диаметр контейнера является меньшим, чем внутренний диаметр корпуса реактора.

В некоторых вариантах исполнения каждый из многочисленных контейнеров сформирован так, чтобы выдерживать вес многочисленных установленных друг на друга контейнеров, оснащенных заготовками.

В некоторых вариантах исполнения каждый из многочисленных контейнеров имеет по меньшей мере один конец и боковую стенку, охватывающую конец по периметру и протяженную от него.

В некоторых вариантах исполнения по меньшей мере один из концов и контейнер оснащены механическим устройством, предназначенным для присоединения боковой стенки контейнера к концу.

В некоторых вариантах исполнения по меньшей мере одна боковая стенка контейнера или конец контейнера снабжены отверстиями.

В некоторых вариантах исполнения система конфигурирована для многократного введения и извлечения контейнеров из корпуса реактора.

В некоторых вариантах исполнения заготовка имеет форму, выбранную из группы, состоящей из сферы, стержня, пластины, бруска, блока, тетраэдра, тора, трубы и их комбинаций.

В некоторых вариантах исполнения заготовка выбирается из группы, состоящей из уплотненной твердой формы, экструдированной формы, прессованной формы, отлитой формы и их комбинаций.

В некоторых вариантах исполнения заготовка выполнена имеющей высоту контейнера.

В некоторых вариантах исполнения заготовка выполнена штабелированной в вертикальной конфигурации внутри контейнера.

В некоторых вариантах исполнения заготовка выполнена в виде твердого тела с пористостью, обеспечивающей возможность проникновения продувочного газа через тело заготовки.

В одном аспекте настоящего изобретения способ получения керамического порошка включает помещение по меньшей мере одной заготовки в реактор, причем реактор включает корпус реактора, имеющий первый конец и второй конец, причем корпус реактора сформирован с внутренней боковой стенкой, протяженной от первого конца до второго конца, определяя реакционную камеру; причем корпус реактора сформирован с источником тепла, создавая горячую зону вдоль реакционной камеры; многочисленные контейнеры, размещенные в последовательно выровненном порядке внутри корпуса реактора, причем каждый контейнер конфигурирован удерживающим по меньшей мере одну заготовку, причем каждый контейнер конфигурирован с возможностью протекания продувочного газа через него, причем каждая заготовка сформирована из смеси прекурсорных материалов для карботермической реакции; направление продувочного газа от первого конца по меньшей мере через одну заготовку и во второй конец; одновременно со стадией направления продувочного газа, проведение карботермической реакции по меньшей мере одной заготовки в корпусе реактора и формирование керамического порошка, имеющего однородные свойства.

В некоторых вариантах исполнения способ дополнительно включает приготовление прекурсорной смеси.

В некоторых вариантах исполнения способ дополнительно включает формование заготовки из прекурсорной смеси.

В некоторых вариантах исполнения стадия формования включает по меньшей мере одно из уплотнения прекурсорной смеси, прессования прекурсорной смеси, литья прекурсорной смеси, экструдирования прекурсорной смеси и их комбинаций.

В некоторых вариантах исполнения приготовление прекурсорной смеси дополнительно включает одно из (а) формирования влажного агломерата, имеющего реагенты в нем, или (b) сухой обработки реагентов совместимыми материалами и/или связующими материалами.

В некоторых вариантах исполнения способ дополнительно включает переработку прекурсорной смеси в заготовку.

В некоторых вариантах исполнения стадия обработки включает по меньшей мере одно из дегидратации заготовки, отверждения заготовки, расформовки заготовки и их комбинаций.

В некоторых вариантах исполнения заготовка выполнена в виде тела, содействующего равномерной теплопередаче и стимулирующего выведение отходящих газов из заготовки.

В некоторых вариантах исполнения способ дополнительно включает: пропускание потока продувочного газа (i) через тело заготовки, (ii) вокруг тела заготовки, и их комбинации.

В одном аспекте настоящего изобретения система включает: корпус реактора, имеющий первый конец и второй конец, причем корпус реактора сформирован с внутренней боковой стенкой, протяженной от первого конца до второго конца, определяя реакционную камеру; причем корпус реактора сформирован с источником тепла, создавая горячую зону вдоль реакционной камеры; выпуск для продувочного газа рядом с первым концом и предназначенный для направления продувочного газа в реакционную камеру, и выпуск для продувочного газа рядом со вторым концом и предназначенный для направления отходящего газа из реакционной камеры; многочисленные заготовки, размещенные в последовательно выровненном порядке внутри корпуса реактора, причем каждая заготовка выполнена с (1) по меньшей мере одним газовым каналом, который сформирован протяженным от верха до основания заготовки параллельно направлению течения газа; и (2) многочисленными полостями, определяющими пористость внутри тела заготовки, достаточную для обеспечения возможности протекания продувочного газа через нее; причем каждая заготовка сформирована из смеси прекурсорных материалов для карботермической реакции так, что прекурсорная смесь реагирует в горячей зоне с образованием керамического порошкового продукта, имеющего однородные свойства.

В некоторых вариантах исполнения газовый канал сформирован занимающим долю площади от 0,05 величины площади до не более 0,8 величины площади относительно площади поперечного сечения реакционной камеры.

В некоторых вариантах исполнения заготовка сформирована из многочисленных гранул, причем каждая гранула составлена прекурсорной смесью.

В некоторых вариантах исполнения полости определяются как внутригранулярная пористость в заготовке.

В некоторых вариантах исполнения внутригранулярная пористость определяется как доля площади от 0 до не более 0,6 величины площади относительно площади поперечного сечения заготовки.

В некоторых вариантах исполнения полости определяются как межгранулярная пористость в заготовке.

В некоторых вариантах исполнения межгранулярная пористость определяется как доля площади от 0 до не более 0,6 величины площади относительно площади поперечного сечения заготовки, за исключением газового канала.

В некоторых вариантах исполнения полости определяются как комбинация межгранулярной порис-

тости и внутригранулярной пористости в заготовке.

В некоторых вариантах исполнения по меньшей мере одна заготовка размещается внутри контейнера, причем контейнер выполнен обеспечивающим возможность протекания продувочного газа через него.

В одном аспекте настоящего изобретения система включает корпус реактора, имеющий первый конец и второй конец, причем корпус реактора сформирован с внутренней боковой стенкой, протяженной от первого конца до второго конца, определяя реакционную камеру; причем корпус реактора сформирован с источником тепла, создавая горячую зону вдоль реакционной камеры; впуск для продувочного газа рядом с первым концом и предназначенный для направления продувочного газа в реакционную камеру, и выпуск для продувочного газа рядом со вторым концом и предназначенный для направления отходящего газа из реакционной камеры; порошок, сформированный из смеси прекурсорных материалов для карботермической реакции, причем порошок размещен в реакторной камере с возможностью протекания продувочного газа через него так, что прекурсорная смесь реагирует в горячей зоне с образованием керамического порошкового продукта, имеющего однородные свойства.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 изображает технологическую блок-схему способа получения керамического порошка в одном варианте исполнения в соответствии с настоящим изобретением,

фиг. 2 - систему (реактор) в одном варианте исполнения в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения,

фиг. 3 - систему (реактор) в еще одном варианте исполнения в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения,

фиг. 4 - виды сбоку в разрезе нескольких альтернативных вариантов размещения заготовок внутри контейнера в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения,

фиг. 5 - вид сверху для изображений, показанных в фиг. 4, в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения,

фиг. 6 - виды сверху некоторых альтернативных вариантов исполнения отверстий в конце контейнера в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения,

фиг. 7 - вид сбоку в частичном разрезе со схематическим представлением размещенной внутри контейнера заготовки, иллюстрирующий газовый канал, межгранулярную пористость и внутригранулярную пористость в соответствии с разнообразными вариантами осуществления настоящего изобретения.

Чтобы упростить понимание, были использованы идентичные кодовые номера позиций, где это возможно, для обозначения идентичных элементов, которые являются общими в фигурах. Фигуры вычерчены не в масштабе и могут быть упрощены для наглядности. Предусматривается, что элементы и признаки одного варианта осуществления могут быть благоприятным образом перенесены в другие варианты осуществления без дополнительного перечисления.

Подробное описание изобретения

Настоящее изобретение будет дополнительно разъяснено со ссылкой на сопроводительные чертежи, в которых сходные структуры обозначаются подобными номерами в нескольких изображениях. Показанные чертежи не обязательно выполнены в масштабе, и вместо этого, как правило, особое внимание уделяется иллюстрированию принципов настоящего изобретения. Кроме того, некоторые особенности могут быть преувеличены, чтобы показать подробности конкретных компонентов.

Фигуры составляют часть этого описания и включают иллюстративные варианты осуществления настоящего изобретения и иллюстрируют его разнообразные предметы и признаки. Кроме того, фигуры необязательно выполнены в масштабе, некоторые особенности могут быть преувеличенными, чтобы показать подробности конкретных компонентов. В дополнение любые параметры, описания и т.п., показанные в фигурах, предполагаются быть иллюстративными и не являются ограничивающими. Поэтому раскрытые здесь конкретные конструкционные и функциональные подробности не должны толковаться как ограничивающие, но только как показательная основа для инструктирования квалифицированного специалиста в этой области технологии, как по-разному использовать настоящее изобретение.

Среди тех преимуществ и усовершенствований, которые были раскрыты, другие цели и преимущества этого изобретения станут очевидными из нижеследующего описания, приведенного в сочетании с сопроводительными фигурами. Здесь раскрыты подробные варианты осуществления настоящего изобретения; однако должно быть понятно, что раскрытые варианты осуществления только иллюстрируют изобретение, которое может быть исполнено в разнообразных формах. В дополнение каждый из примеров проводится в связи с различными вариантами осуществления изобретения, которые предполагаются быть иллюстративными и не являются ограничивающими.

На всем протяжении описания и определяемых вариантов осуществления следующие термины имеют значения, однозначно с этим связанные, если только контекст ясно не оговаривает иное. Выражения "в одном варианте исполнения" и "в некоторых вариантах исполнения", как используемые здесь, не обязательно относятся к тому(тем) же варианту(ам) исполнения, хотя может быть и так. Кроме того, выражения "в еще одном варианте исполнения" и "в некоторых других вариантах исполнения", как применяемые здесь, не обязательно имеют отношение к иному варианту исполнения, хотя может быть и так.

Таким образом, как описано ниже, разнообразные варианты осуществления изобретения могут быть легко объединены без выхода за пределы области или смысла изобретения.

Термин "основанный на" не является исключаящим и допускает возможность базирования на дополнительных неописанных факторах, если только контекст ясно не оговаривает иное. Значение "в" включает "в" и "на".

Фиг. 1 изображает технологическую блок-схему способа 100 получения керамического порошка в одном варианте исполнения в соответствии с настоящим изобретением. В некоторых вариантах исполнения способ 100 может быть выполнен в подходящем реакторе, таком как реактор, описываемый ниже в отношении фиг. 2 и 3. В некоторых вариантах исполнения способ 100 начинается на стадии 102 помещения по меньшей мере одной заготовки в надлежащий реактор. В некоторых вариантах исполнения помещение заготовки на стадии 102 включает (а) формирование прекурсорной смеси, (b) формование заготовки из прекурсорной смеси и (с) помещение заготовки в реактор или в контейнер, размещаемый внутри реактора.

В некоторых вариантах исполнения прекурсорная смесь получается смешением реагентов (например, как изложено в таблице) с необязательными разбавителями и/или связующими материалами. В некоторых вариантах исполнения формирование прекурсорной смеси дополнительно включает одно из (а) получения влажного агломерата (т.е. смеси исходного материала, реагентов и растворителя, такого как вода), имеющего реагенты в нем, или (b) обработки реагентов совместимыми материалами и/или связующими материалами, включающими, но не ограничиваемыми этим, поливиниловый спирт или этилцеллюлозу, с образованием агломерата.

Со ссылкой на приведенную ниже таблицу представлены примеры реагентов и керамических порошковых продуктов для трех классов керамических порошковых продуктов: боридов, карбидов и нитридов. Как показано в таблице, реагенты, которые могут быть объединены с образованием прекурсорной смеси, изображены в первых колонках 1-4, с керамическим порошковым продуктом, указанным справа стрелкой (где стрелка представляет карботермическую реакцию прекурсорной смеси с образованием конкретного керамического порошкового продукта). Следует отметить, что в ходе карботермической реакции прекурсорных материалов также образуются углеродсодержащие газы, такие как монооксид углерода (не показано).

Реакции карботермического синтеза порошков

Реактанты				Продукт	
Оксид алюминия	Углерод (или графит)			→	Карбид алюминия
Оксид бора (или борная кислота)	Углерод (или графит)			→	Карбид бора
Оксид хрома	Углерод (или графит)			→	Карбид хрома
Оксид гафния	Углерод (или графит)			→	Карбид гафния
Оксид молибдена	Углерод (или графит)			→	Карбид молибдена
Оксид ниобия	Углерод (или графит)			→	Карбид ниобия
Оксид кремния	Углерод (или графит)			→	Карбид кремния
Оксид тантала	Углерод (или графит)			→	Карбид тантала
Оксид титана	Углерод (или графит)			→	Карбид титана
Оксид ванадия	Углерод (или графит)			→	Карбид ванадия
Оксид вольфрама	Углерод (или графит)			→	Карбид вольфрама
Оксид циркония	Углерод (или графит)			→	Карбид циркония
Оксид алюминия	Оксид бора (или борная кислота)	Углерод (или графит)		→	Борид алюминия
Оксид хрома	Оксид бора (или борная кислота)	Углерод (или графит)		→	Борид хрома или диборид хрома
Оксид гафния	Оксид бора (или борная кислота)	Углерод (или графит)		→	Диборид гафния
Оксид ниобия	Оксид бора (или борная кислота)	Углерод (или графит)		→	Диборид ниобия

тах исполнения количество источника углерода составляет от 20 до 25 вес.% в расчете на общий вес прекурсорной смеси.

В некоторых вариантах исполнения количество борной кислоты составляет от 30 до 70 вес.% в расчете на общий вес прекурсорной смеси. В некоторых вариантах исполнения количество борной кислоты составляет от 30 до 65 вес.% в расчете на общий вес прекурсорной смеси. В некоторых вариантах исполнения количество борной кислоты составляет от 30 до 60 вес.% в расчете на общий вес прекурсорной смеси. В некоторых вариантах исполнения количество борной кислоты составляет от 30 до 55 вес.% в расчете на общий вес прекурсорной смеси. В некоторых вариантах исполнения количество борной кислоты составляет от 30 до 50 вес.% в расчете на общий вес прекурсорной смеси. В некоторых вариантах исполнения количество борной кислоты составляет от 30 до 45 вес.% в расчете на общий вес прекурсорной смеси. В некоторых вариантах исполнения количество борной кислоты составляет от 30 до 40 вес.% в расчете на общий вес прекурсорной смеси. В некоторых вариантах исполнения количество борной кислоты составляет от 30 до 35 вес.% в расчете на общий вес прекурсорной смеси.

В некоторых вариантах исполнения количество борной кислоты составляет от 35 до 70 вес.% в расчете на общий вес прекурсорной смеси. В некоторых вариантах исполнения количество борной кислоты составляет от 40 до 70 вес.% в расчете на общий вес прекурсорной смеси. В некоторых вариантах исполнения количество борной кислоты составляет от 45 до 70 вес.% в расчете на общий вес прекурсорной смеси. В некоторых вариантах исполнения количество борной кислоты составляет от 50 до 70 вес.% в расчете на общий вес прекурсорной смеси. В некоторых вариантах исполнения количество борной кислоты составляет от 55 до 70 вес.% в расчете на общий вес прекурсорной смеси. В некоторых вариантах исполнения количество борной кислоты составляет от 60 до 70 вес.% в расчете на общий вес прекурсорной смеси. В некоторых вариантах исполнения количество борной кислоты составляет от 65 до 70 вес.% в расчете на общий вес прекурсорной смеси.

В некоторых вариантах исполнения количество борной кислоты составляет от 35 до 65 вес.% в расчете на общий вес прекурсорной смеси. В некоторых вариантах исполнения количество борной кислоты составляет от 40 до 60 вес.% в расчете на общий вес прекурсорной смеси. В некоторых вариантах исполнения количество борной кислоты составляет от 45 до 55 вес.% в расчете на общий вес прекурсорной смеси.

В некоторых вариантах исполнения прекурсорная смесь подвергается формовке с образованием заготовки. Как используемая здесь, "заготовка" подразумевает отформованную смесь прекурсорных материалов, образованную с обеспечением способности/возможности пропускания потока газа через заготовку.

В одном неограничивающем примере формование прекурсорной смеси по меньшей мере в одну заготовку включает введение пластичной, гидратированной прекурсорной смеси в пресс-форму, уплотнение смеси в пресс-форме (например, с приданием заданной формы заготовки), с последующей дегидратацией смеси при повышенных температурах (например, при достаточной температуре и в течение достаточного времени, чтобы (1) удалить воду из прекурсорной смеси и (2) зафиксировать заготовку в отвержденной, стабильной форме).

В одном неограничивающем примере формование прекурсорной смеси с образованием по меньшей мере одной заготовки включает литье (заливку и/или введение) текучей, гидратированной прекурсорной смеси в литейную форму и обработку прекурсорной смеси с образованием заготовки (1) удалением избыточной воды из прекурсорной смеси для придания заготовке конфигурации в состоянии после отливки.

В одном неограничивающем примере формование прекурсорной смеси с образованием по меньшей мере одной заготовки включает направление пластичной, гидратированной прекурсорной смеси в экструзионный пресс и экструдирование прекурсорной смеси через экструзионную фильеру, чтобы сформировать экструдат, с последующей обработкой экструдата для удаления любой избыточной воды и создания заготовки из экструдированной прекурсорной смеси.

В некоторых вариантах исполнения заготовка извлекается из пресс-формы или литейной формы перед направлением в корпус реактора.

В некоторых вариантах исполнения стадия уплотнения проводится с использованием прессовального устройства. В некоторых вариантах исполнения стадия дегидратации проводится с использованием воздуха (или другого газа) или тепла (например, печи).

В некоторых вариантах исполнения в заготовке создается (а) по меньшей мере один газовый канал, и (б) макропористость по меньшей мере в части тела заготовки (например, где макропористость имеет отношение к полостям достаточной величины, чтобы обеспечивать возможность проникновения газа через заготовку).

В некоторых вариантах исполнения заготовка выполнена так, чтобы занимать от 0,2 до 0,95 величины площади, когда рассматривается площадь поперечного сечения поперек реакционной камеры. В некоторых вариантах исполнения заготовка выполнена так, чтобы занимать от 0,5 до 0,95 величины площади; от 0,55 до 0,95 величины площади; от 0,6 до 0,95 величины площади; от 0,65 до 0,95 величины площади; от 0,7 до 0,95 величины площади; от 0,75 до 0,95 величины площади; от 0,8 до 0,95 величины

площади; от 0,85 до 0,95 величины площади; или от 0,9 до 0,95 величины площади, когда рассматривается площадь поперечного сечения поперек реакционной камеры.

В некоторых вариантах исполнения заготовка выполнена занимающей от 0,2 до 0,90 величины площади; от 0,2 до 0,85 величины площади; от 0,2 до 0,80 величины площади; от 0,2 до 0,75 величины площади; от 0,2 до 0,70 величины площади; от 0,2 до 0,65 величины площади; от 0,2 до 0,60 величины площади; от 0,2 до 0,55 величины площади; от 0,2 до 0,50 величины площади или от 0,2 до 0,40 величины площади, когда рассматривается площадь поперечного сечения поперек реакционной камеры.

В некоторых вариантах исполнения заготовка выполнена занимающей от 0,2 величины площади до не более 0,95 величины площади относительно площади поперечного сечения поперек реакционной камеры. В некоторых вариантах исполнения заготовка выполнена занимающей от 0,6 величины площади до не более 0,95 величины площади относительно площади поперечного сечения поперек реакционной камеры. В некоторых вариантах исполнения заготовка выполнена занимающей от 0,75 величины площади до не более 0,95 величины площади относительно площади поперечного сечения поперек реакционной камеры.

В некоторых вариантах исполнения заготовка выполнена из многочисленных гранул. В некоторых вариантах исполнения заготовка выполнена с межгранулярной пористостью, которая измеряется между гранулами одиночной заготовки.

В некоторых вариантах исполнения межгранулярная пористость создается занимающей от 0 до 0,6 величины площади, когда рассматривается площадь поперечного сечения поперек заготовки, не считая газовые каналы. В некоторых вариантах исполнения межгранулярная пористость создается занимающей от 0,1 до 0,6 величины площади; от 0,2 до 0,6 величины площади; от 0,3 до 0,6 величины; от 0,4 до 0,6 величины площади или от 0,5 до 0,6 величины площади, когда рассматривается площадь поперечного сечения поперек заготовки, не считая газовые каналы.

В некоторых вариантах исполнения межгранулярная пористость создается занимающей от 0 до 0,5 величины площади; от 0 до 0,4 величины площади; от 0 до 0,3 величины площади; от 0 до 0,2 величины; от 0 до 0,1 величины площади, когда рассматривается площадь поперечного сечения поперек заготовки, не считая газовые каналы.

В некоторых вариантах исполнения межгранулярная пористость создается занимающей от 0 величины площади до не более 0,6 величины площади относительно площади поперечного сечения поперек заготовки, за исключением газовых каналов. В некоторых вариантах исполнения заготовка выполнена занимающей от 0,2 величины площади до не более 0,6 величины площади относительно площади поперечного сечения поперек заготовки, за исключением газовых каналов. В некоторых вариантах исполнения заготовка выполнена занимающей от 0,3 величины площади до не более 0,6 величины площади относительно площади поперечного сечения поперек заготовки, за исключением газовых каналов.

В некоторых вариантах исполнения заготовка выполнена с внутригранулярной пористостью, которая измеряется внутри отдельной гранулы (например, пористостью между прекурсорной смесью/реагентами).

В некоторых вариантах исполнения имеется межгранулярная пористость и не имеется внутригранулярная пористость (0 величины площади). В некоторых вариантах исполнения имеется внутригранулярная пористость и не имеется межгранулярная пористость.

В некоторых вариантах исполнения внутригранулярная пористость создается занимающей не более 0 величины площади; не более 0,05 величины площади; не более 0,1 величины площади; не более 0,2 величины площади; не более 0,3 величины площади; не более 0,4 величины площади; не более 0,5 величины площади или не более 0,6 величины площади, когда рассматривается площадь поперечного сечения поперек заготовки.

В некоторых вариантах исполнения внутригранулярная пористость создается занимающей от 0 величины площади до не более 0,6 величины площади относительно площади поперечного сечения поперек заготовки. В некоторых вариантах исполнения внутригранулярная пористость создается занимающей от 0 величины площади до не более 0,5 величины площади относительно площади поперечного сечения поперек заготовки. В некоторых вариантах исполнения внутригранулярная пористость создается занимающей от 0 величины площади до не более 0,4 величины площади относительно площади поперечного сечения поперек заготовки. В некоторых вариантах исполнения внутригранулярная пористость создается занимающей от 0 величины площади до не более 0,3 величины площади относительно площади поперечного сечения поперек заготовки.

В некоторых вариантах исполнения заготовка выполнена по меньшей мере с одним газовым каналом.

Как используемый здесь, "газовый канал" подразумевается как открытый проем/объем, который не занят заготовкой (и/или контейнером, если используется контейнер), в площади поперечного сечения реакционной камеры. В некоторых вариантах исполнения газовый канал формируется по направлению параллельно потоку газа, протекающего через тело заготовки.

В некоторых вариантах исполнения газовый канал создается занимающим от 0,05 до 0,8 величины площади, когда рассматривается площадь поперечного сечения поперек реакционной камеры. В некото-

некоторых вариантах исполнения высота заготовки составляет от 12 до 24 дюймов (304,8-609,6 мм). В некоторых вариантах исполнения высота заготовки составляет от 8 до 42 дюймов (203,2-1066,8 мм). В некоторых вариантах исполнения высота заготовки составляет от 4 до 8 дюймов (101,6-203,2 мм). В некоторых вариантах исполнения высота заготовки составляет от 16 до 28 дюймов (406,4-711,2 мм). В некоторых вариантах исполнения высота заготовки составляет от 6 до 24 дюймов (152,4-609,6 мм).

Далее в стадии 104 способ 100 включает направление продувочного газа от первого конца реактора по меньшей мере через одну заготовку во второй конец реактора.

В некоторых вариантах исполнения, когда керамический порошок представляет собой карбид, продувочный газ выбирается из группы аргона или любого другого благородного газа, монооксида углерода, диоксида углерода и/или их комбинаций.

В некоторых вариантах исполнения, когда керамический порошок представляет собой нитрид, продувочный газ представляет собой азот или комбинации азота и благородного газа. В некоторых вариантах исполнения, когда керамический порошок представляет собой борид, продувочный газ представляет собой аргон или любой другой благородный газ.

В некоторых вариантах исполнения величина расхода потока продувочного газа является достаточной для удаления или снижения концентрации побочных продуктов реакции в реакторе и/или достаточной для сохранения химического состава атмосферы в реакторе. В некоторых вариантах исполнения величина расхода потока продувочного газа обуславливается, по меньшей мере частично, геометрией реактора, желательным керамическим порошком, температурным профилем внутри реактора и/или другими технологическими условиями, имеющими отношение к получению порошка.

В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность зависит от типа реагентов и порошка и достаточной температуры. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 0,5 до 12 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 0,5 до 11 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 0,5 до 10 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 0,5 до 9 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 0,5 до 8 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 0,5 до 7 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 0,5 до 6 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 0,5 до 5 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 0,5 до 4 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 0,5 до 3 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 0,5 до 2 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 0,5 до 1 ч.

В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 1 до 12 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 2 до 12 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 3 до 12 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 4 до 12 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 5 до 12 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 6 до 12 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 7 до 12 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 8 до 12 ч.

В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 9 до 12 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 10 до 12 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 11 до 12 ч.

В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 1 до 8 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 1 до 6 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 1 до 4 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 1 до 2 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 2 до 11 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 3 до 10 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 4 до 9 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 5 до 8 ч. В некоторых вариантах исполнения достаточная продолжительность составляет от 6 до 7 ч.

В некоторых вариантах исполнения порошок представляет собой диборид титана, и достаточная продолжительность составляет от 1 до 6 ч. В некоторых вариантах исполнения порошок представляет собой диборид титана, и достаточная продолжительность составляет от 1 до 5 ч. В некоторых вариантах исполнения порошок представляет собой диборид титана, и достаточная продолжительность составляет от 1 до 4 ч. В некоторых вариантах исполнения порошок представляет собой диборид титана, и достаточная продолжительность составляет от 1 до 3 ч. В некоторых вариантах исполнения порошок представляет собой диборид титана, и достаточная продолжительность составляет от 1 до 2 ч. В некоторых вариантах исполнения порошок представляет собой диборид титана, и достаточная продолжительность составляет от 2 до 6 ч. В некоторых вариантах исполнения порошок представляет собой диборид титана,

и достаточная продолжительность составляет от 3 до 6 ч. В некоторых вариантах исполнения порошок представляет собой диборид титана, и достаточная продолжительность составляет от 4 до 6 ч. В некоторых вариантах исполнения порошок представляет собой диборид титана, и достаточная продолжительность составляет от 5 до 6 ч.

В некоторых вариантах исполнения достаточная температура и достаточная продолжительность представляют собой комбинации температур и продолжительностей, подробно описанных выше.

Далее в стадии 106 способ 100 включает карботермическую реакцию по меньшей мере одной заготовки внутри корпуса реактора одновременно с направлением продувочного газа. В некоторых вариантах исполнения карботермическая реакция по меньшей мере одной заготовки внутри корпуса реактора одновременно с направлением продувочного газа включает проведение по меньшей мере одной заготовки (например, заключенной/удерживаемой в контейнере) через корпус реактора и нагревание по меньшей мере одной заготовки (содержащей прекурсорную смесь) до достаточной температуры в течение достаточного времени, с образованием керамического порошкового продукта в результате карботермической реакции реагентов в прекурсорной смеси. Неограничивающие примеры карботермических реакций с образованием керамических порошков показаны в таблице.

Как применяемая здесь, "карботермическая реакция" означает реакцию, которая включает восстановление веществ с использованием углерода в качестве восстановителя при повышенных температурах, обычно в диапазоне от около 500 до около 2500°C. В некоторых вариантах исполнения достаточная температура (для карботермической реакции прекурсорной смеси) зависит от типа реагентов и порошка, используемого для формирования прекурсорной смеси.

Далее в стадии 108 способ 100 включает формование керамического порошкового продукта, образованного с однородными и/или единообразными свойствами. В некоторых вариантах исполнения способом 100 в нагретом реакторе непрерывно получают керамические порошковые продукты, включающие в качестве неограничивающих примеров бориды, нитриды и/или карбиды. В некоторых вариантах исполнения керамический порошок представляет собой любой описываемый здесь порошок. В некоторых вариантах исполнения керамический порошковый продукт включает, но не ограничивается этим, диборид титана, карбид бора, нитрид бора, нитрид алюминия, нитрид алюминия-кремния, диборид циркония, нитрид алюминия, оксинитрид алюминия-кремния, карбид титана, карбид кремния, нитрид титана и карбид алюминия.

Как применяемые здесь, "единообразные свойства" означают, что заготовки, которые проводятся через карботермический реактор (например, при различных продолжительностях и/или в различных контейнерах), проявляют свойства, включающие, но не ограничивающиеся этим, распределение частиц по размеру, удельную площадь поверхности, химический состав и форму частиц, которые по измерениям неразличимы и/или удовлетворяют спецификации на конечный керамический порошковый продукт (например, где свойства определяются и/или оцениваются аналитическим путем).

Как используемые здесь, "однородные свойства" означают что свойства (например, измеренные качественно и/или измеренные количественно) в общем и целом являются неизменными и/или постоянными по форме или характеру (например, при сравнении с керамическим порошковым продуктом, извлеченным из одной заготовки, с керамическим порошковым продуктом, извлеченным из еще одной заготовки).

В некоторых вариантах исполнения способ дополнительно включает выведение керамического порошкового продукта из реактора. В некоторых вариантах исполнения керамический порошковый продукт выводится из реактора в приемный блок, имеющий инертную атмосферу, чтобы сохранять инертную среду в вертикальном реакторе.

Фиг. 2 изображает систему (реактор) в одном варианте исполнения в соответствии с настоящим изобретением. Со ссылкой на фиг. 2 изображена система 10, включающая корпус 12 реактора, оснащенный загрузочным участком 42, приемный блок 60, продувку 28 газа (газовпуск 26 и газовыпуск 30), и замкнутую конфигурацию в пределах корпуса реактора (например, затвор 46 и затвор 52). В некоторых вариантах исполнения корпус 12 реактора является вертикальным, горизонтальным или под любым углом между 0 и 90°. В некоторых вариантах исполнения, как показано на фиг. 2 и 3, корпус 12 реактора является вертикальным. В некоторых вариантах исполнения корпус реактора связан с источником 22 тепла для создания горячей зоны 24 вдоль реакционной камеры.

В некоторых вариантах исполнения поперечное сечение корпуса реактора имеет круглую, квадратную, прямоугольную, пятиугольную, шестиугольную или любую другую пригодную форму. В некоторых вариантах исполнения реактор выполнен из графита, карбида кремния, нитрида бора, оксида алюминия, молибдена, вольфрама или других жаростойких материалов, которые совместимы с реагентами и/или побочными продуктами.

Как показано на фиг. 2 и 3, заготовки 36 (например, удерживаемые по меньшей мере в одном контейнере 34) направляются в загрузочный участок 42. Загрузочный участок 42 является закрытым/замкнутым и оснащен клапаном 48. Клапан 48 предназначен для создания повышенного давления (например, продувкой газом загрузочного участка 42 и заготовок 36). Клапан 48 также рассчитан на соз-

дание пониженного давления (например, вакуумированием загрузочного участка 42 и заготовок 36). Загрузочный участок 42 также оснащен источником 50 тепла так, что заготовки 36 и контейнер(ы) 34 могут быть предварительно нагреты перед поступлением в корпус реактора.

После того как заготовка 36 проходит через загрузочный участок 42, заготовка 36 пересекает затвор 46, смежный с первым концом 14 корпуса реактора, и вводится в реакционную камеру 20. Заготовка 36 и/или контейнер 34 имеет достаточный размер так, что удерживается в тесной близости к внутренней боковой стенке 18 реактора 12 так, что наружный диаметр контейнера 34 является меньшим, чем диаметр внутренней боковой стенки 18. Заготовка 36 (например, и контейнер) нагревается в зоне 44 предварительного нагрева, после которой заготовка 36 направляется в горячую зону 24 реакционной камеры 20. В горячей зоне 24 температура является достаточной для стимулирования карботермической реакции прекурсорного материала 38, при условии, что заготовки 36 удерживаются в горячей зоне 24 в течение достаточного времени.

Внутри реакционной камеры 20 контейнеры 34, содержащие по меньшей мере одну заготовку 36, выровнены относительно друг друга так, что контейнеры последовательно размещены по всей реакционной камере. Концы контейнеров 34 совпадают друг с другом так, что контейнеры 34 размещаются в положении друг относительно друга таким образом, что каждый отдельный контейнер представляет собой компонент 70 последовательно выровненного сборного узла контейнеров в реакционной камере 20. Таким образом, как изображено на фиг. 2 и 3, заготовка (например, и контейнер) направляются через систему 10 (например, от загрузочного участка 42 в горячую зону 24 реакционной камеры 20, и, наконец, к приемному блоку 60) в регистрируемом и/или пронумерованном порядке. В некоторых вариантах исполнения система конфигурирована так, что каждая заготовка подвергается обработке в идентичном профиле реакционных условий (например, величины расхода газового потока, температурного профиля в реакционной камере) так, что получается керамический порошковый продукт с однородными и/или единообразными свойствами.

Как изображено на фиг. 2, продувочный газ 28 подается в реакционную камеру 20 в режиме противотока относительно направления перемещения заготовок 36. Как изображено на фиг. 3, продувочный газ 28 подается в том же направлении, как и направление перемещения заготовок 36 в реакционной камере 20.

Когда заготовки достигают конца реакционной камеры 20, заготовки 36 направляются через затвор 52 (предусмотренный рядом со вторым концом 16) и выводятся из реактора в приемный блок 60. Когда заготовки 36 находятся рядом со вторым концом 16 и/или затвором 52, карботермическая реакция прекурсорных материалов завершается, приводя к керамическому порошковому продукту 40. В некоторых вариантах исполнения керамический порошковый продукт 40 обычно удерживается в заготовке 36 так, что, как только он поступает в приемный блок 60, может быть проведена стадия деагломерации или разрушения заготовки 36 с образованием керамического порошкового продукта 40 (например, полученного измельчением порошка).

В некоторых вариантах исполнения реактор включает крышку, предназначенную для направления потока технологического газа в реактор или из него. В некоторых вариантах исполнения крышка оснащена многочисленными отверстиями для возможности регулировать величину расхода потока газа в реактор или из него.

В некоторых вариантах исполнения внутренний диаметр и высота (или длина) корпуса реактора выбираются на основе диаметра, толщины и числа заготовок, размещаемых в реакторе. В некоторых вариантах исполнения внутренний диаметр реактора является достаточно большим, чем диаметр заготовки, чтобы обеспечивать возможность протекания инертного газа между реактором и заготовкой, и/или для сокращения или устранения контакта заготовки с боковой стенкой реактора. В некоторых вариантах исполнения реактор включает достаточное число заготовок (например, размещенных в контейнерах) для заполнения реактора, в расчете на высоту (или длину, если горизонтально) реактора. В некоторых вариантах исполнения число заготовок в реакторах представляет собой высоту (или длину, если горизонтально) реактора, деленную на высоту заготовки.

В некоторых вариантах исполнения заготовки наслаиваются друг на друга, добавляются и/или удаляются из реактора с контролируемой скоростью посредством любых механических устройств, конструкций, компонентов и/или соответствующих средств. В некоторых вариантах исполнения контролируемая скорость штабелирования, добавления и удаления заготовок основывается, по меньшей мере частично, на скорости реакции реагентов в заготовке. В некоторых вариантах исполнения непрореагировавшие заготовки и прореагировавшие заготовки добавляются в реактор или выводятся из него через затвор (например, заполненный продувочным газом) так, что внутри реактора сохраняется технологическая атмосфера.

Фиг. 4 изображает виды сбоку в разрезе заготовок с конфигурациями в нескольких вариантах исполнения внутри контейнера в соответствии с настоящим изобретением. Фиг. 5 изображает вид сверху для изображений, показанных на фиг. 4.

Более конкретно, со ссылкой на фиг. 4 и 5, вариант А изображает контейнер, предназначенный для содержания единственной заготовки (показывая два контейнера, каждый из которых с концом и содер-

жащейся в нем единственной заготовкой, где два контейнера размещаются в вертикально штабелированной конфигурации); вариант В изображает многочисленные заготовки, штабелированные вертикально внутри одного контейнера без прокладки или пластины между двумя заготовками (один конец в нижней области контейнера); вариант С изображает заготовки, штабелированные друг поверх друга внутри одного контейнера, где контейнер был сформирован с прокладкой в форме коробчатой/перфорированной пластины (например, выполненной с возможностью пропускания газов и/или тепла через паровое пространство контейнера и/или из концов), где, в отличие от вариантов А-С, вариант D изображает иную конфигурацию размещения таких же заготовок внутри контейнера, причем варианты D-H показывают различные формы/конфигурации заготовок.

Более конкретно, вариант D изображает многочисленные стержни, удерживаемые в практически параллельной конфигурации с достаточным паровым объемом в контейнере, чтобы содействовать отведению отходящих газов из стержней и через конец контейнера; вариант E изображает многочисленные штабелированные вертикально и в основном параллельно формы (например, заготовки в виде брусков) в контейнере; вариант F изображает многочисленные сферические заготовки, размещенные в контейнере; вариант G изображает разноразмерные заготовки в контейнере (сферы, имеющие различные величины диаметров: малые, средние и крупные), тогда как вариант H изображает многочисленные заготовки, каждая из которых представляет собой уплотненный твердый материал.

В некоторых вариантах исполнения показанные на фиг. 5С и 5Н заготовки могут быть образованы экструзией для получения заготовок, имеющих сквозные прямолинейные газовые каналы по вертикальному направлению и единообразную геометрическую форму в х-у-плоскости.

Фиг. 6 изображает виды сверху конца 54 контейнера с отверстиями 58 в нескольких альтернативных вариантах исполнения в соответствии с настоящим изобретением. Фиг. 6А изображает большое размещенное в центре отверстие 58, с концентрически размещенными по кругу меньшими отверстиями 58, окружающими центральное отверстие 58 на конце 54 контейнера. Фиг. 6В изображает многочисленные ряды отверстий 54 (например, два ряда концентрически размещенных отверстий 58) в конце 54 контейнера. Фиг. 6С и 6Е в каждом случае показывают отверстия, сформированные в виде загородки (6С) или сетки (6Е), так, что открытое пространство (площадь отверстия) занимает на конце 54 больше места, чем закрытое пространство (область конца). Фиг. 6D изображает отверстия 58, которые выполнены симметрично/равноудаленно друг от друга на конце 54 контейнера. Как изображено в различных вариантах исполнения согласно фиг. 6 в соответствии с настоящим изобретением, могут быть использованы многочисленные альтернативные варианты исполнения отверстий так, что полученный контейнер сформирован для обеспечения равномерного подведения/перемещения газа в соответствующий контейнер и из него, и/или в содержащуюся(иеся) в нем заготовку(и), когда контейнер и заготовка(и) перемещаются через реакционную камеру 20.

Фиг. 7 в схематическом представлении изображает вид сбоку, частично в разрезе, заготовки 36, размещенной внутри контейнера 34. Как изображено в фиг. 7, имеется газовый канал 66, размещенный между боковой стенкой 56 контейнера 34 и заготовкой 36. Кроме того, заготовка 36 изображена в виде тела, образованного из многочисленных гранул 72. Заготовка 36 имеет полости 68, определяемые комбинацией межгранулярной пористости 74 и внутригранулярной пористости 76. Кроме того, в таблице, включенной в фиг. 7, приведены примеры диапазонов величины площади разнообразных компонентов заготовки.

В некоторых вариантах исполнения подробно описанные здесь керамические порошки могут быть использованы для многообразных вариантов применения. В некоторых вариантах исполнения керамические порошки специально приспособлены для обработки по технологиям обработки керамических материалов, чтобы сформировать керамические продукты (причем керамические продукты точно рассчитаны на их применение на основе единообразных и/или однородных свойств керамического порошкового продукта).

В то время как был описан ряд вариантов осуществления настоящего изобретения, понятно, что эти варианты осуществления являются только иллюстративными и не являются ограничивающими, и что многие модификации могут стать очевидными специалистам с обычной квалификацией в этой области технологии. Кроме того, различные стадии могут быть проведены в любом желательном порядке (и могут быть добавлены любые желательные стадии и/или могут быть исключены любые желательные стадии).

Кодовые номера позиций.

10 - Система.

12 - Корпус реактора.

14 - Первый конец.

16 - Второй конец.

18 - Внутренняя боковая стенка.

20 - Реакционная камера.

22 - Источник тепла.

24 - Горячая зона.

- 26 - Впуск продувочного газа.
- 28 - Продувочный газ.
- 30 - Выпуск продувочного газа.
- 32 - Отходящий газ.
- 34 - Контейнер.
- 36 - Заготовка.
- 38 - Прекурсорный материал.
- 40 - Керамический порошковый продукт.
- 42 - Загрузочный участок.
- 44 - Зона предварительного нагрева.
- 46 - Первый затвор.
- 48 - Клапан.
- 50 - Источник тепла.
- 52 - Второй затвор.
- 54 - По меньшей мере один конец (контейнера).
- 56 - Боковая стенка (контейнера).
- 58 - Отверстия (на конце или боковой стенке контейнера).
- 60 - Приемный блок.
- 62 - Паровой объем в контейнере (например, определяемый пространством между заготовкой(ами) и концом контейнера и/или боковыми стенками).
- 64 - Разделительная пластина (например, коробчатая пластина, например, сформированная как прокладка для заготовки(заготовок) внутри отдельного контейнера).
- 66 - Газовый канал/по меньшей мере одно отверстие (например, в заготовке).
- 68 - Пористость/полости (в заготовке) (в том числе, например, межгранулярная и внутригранулярная, когда заготовка сформирована из гранул).
- 70 - Компонент (например, включает контейнер и по меньшей мере одну заготовку, где компоненты могут быть собраны в виде контейнерного сборного узла (последовательно размещенные, выровненные многочисленные контейнеры)).
- 72 - Гранула.
- 74 - Межгранулярная пористость.
- 76 - Внутригранулярная пористость (например, или внутригранулярная пористость, если используется уплотненная твердая заготовка, литая заготовка и/или экструдированная заготовка).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система для получения керамического порошка, содержащая загрузочный участок, причем загрузочный участок содержит по меньшей мере один контейнер, причем по меньшей мере один контейнер содержит по меньшей мере одну заготовку;
 - причем по меньшей мере одна заготовка содержит источник углерода и по меньшей мере одно из оксида металла и борной кислоты;
 - причем по меньшей мере одна заготовка содержит по меньшей мере один газовый канал; и
 - причем по меньшей мере один газовый канал проходит от верха заготовки до нижней части заготовки;
 корпус реактора, выполненный с возможностью приема по меньшей мере одного контейнера из загрузочного участка, причем корпус реактора имеет первый конец и второй конец, причем корпус реактора выполнен с внутренней боковой стенкой, проходящей от первого конца до второго конца, определяя реакционную камеру;
 - приемный блок, выполненный с возможностью приема по меньшей мере одного контейнера из корпуса реактора;
 - источник тепла, связанный с корпусом реактора, причем источник тепла выполнен с возможностью производить температуры карботермической реакции по меньшей мере для одной заготовки;
 - впуск для продувочного газа рядом с первым концом и предназначенный для направления продувочного газа в реакционную камеру, и выпуск для продувочного газа рядом со вторым концом и предназначенный для направления отходящего газа из реакционной камеры;
 - причем по меньшей мере один контейнер выполнен с возможностью протекания продувочного газа через него.
2. Система по п.1, в которой корпус реактора является вертикальным.
3. Система по п.1, в которой корпус реактора выполнен под углом, причем первый конец находится на иной высоте, нежели второй конец.
4. Система по п.1, в которой загрузочный участок оснащен клапаном так, что в пределах загрузочного участка создается разность давлений, чтобы удалять газообразные вещества из загрузочного участка и/или добавлять их.

5. Система по п.4, в которой загрузочный участок содержит источник тепла, предназначенный для предварительного нагрева контейнера и заготовки.

6. Система по п.1, дополнительно включающая
 первый затвор на первом конце корпуса реактора, причем первый затвор предназначен для создания замкнутой реакционной камеры рядом с первым концом, и
 второй затвор на втором конце корпуса реактора для создания замкнутой реакционной камеры рядом со вторым концом.

7. Система по п.1, в которой по меньшей мере один газовый канал занимает долю площади от 0,05 до 0,8 от заготовки, как видно из площади поперечного сечения поперек реакционной камеры.

8. Система по п.1, в которой по меньшей мере один газовый канал занимает долю площади от 0,1 до 0,8 от заготовки, как видно из площади поперечного сечения поперек реакционной камеры.

9. Система по п.1, в которой по меньшей мере один газовый канал занимает долю площади от 0,1 до 0,6 от заготовки, как видно из площади поперечного сечения поперек реакционной камеры.

10. Система по п.1, в которой по меньшей мере один газовый канал занимает долю площади от 0,1 до 0,4 от заготовки, как видно из площади поперечного сечения поперек реакционной камеры.

11. Система по п.1, в которой по меньшей мере один газовый канал занимает долю площади от 0,1 до 0,2 от заготовки, как видно из площади поперечного сечения поперек реакционной камеры.

12. Система по п.1, в которой по меньшей мере один газовый канал занимает долю площади от 0,2 до 0,8 от заготовки, как видно из площади поперечного сечения поперек реакционной камеры.

13. Система по п.1, в которой по меньшей мере один газовый канал занимает долю площади от 0,4 до 0,8 от заготовки, как видно из площади поперечного сечения поперек реакционной камеры.

14. Система по п.1, в которой по меньшей мере один газовый канал занимает долю площади от 0,6 до 0,8 от заготовки, как видно из площади поперечного сечения поперек реакционной камеры.

15. Система по п.1, в которой заготовка содержит диоксид титана в качестве оксида металла.

16. Система по п.15, в которой заготовка содержит 20-50 вес.% диоксида титана.

17. Система по п.15, в которой заготовка содержит 30-40 вес.% диоксида титана.

18. Система по п.15, в которой заготовка содержит 10-35 вес.% источника углерода.

19. Система по п.15, в которой заготовка содержит 30-70 вес.% борной кислоты.

20. Способ получения керамического порошка, включающий этапы, на которых

а) предварительно нагревают по меньшей мере один контейнер в загрузочном участке, причем по меньшей мере один контейнер содержит по меньшей мере одну заготовку, причем упомянутая заготовка содержит углерод, и причем упомянутая заготовка содержит по меньшей мере один газовый канал, причем по меньшей мере один газовый канал проходит от верха заготовки до нижней части заготовки;

б) перемещают по меньшей мере один контейнер в корпус реактора, причем корпус реактора содержит реакционную зону;

с) осуществляют карботермическую реакцию по меньшей мере одной заготовки в реакционной зоне, тем самым производя керамический порошок, причем этап осуществления карботермической реакции содержит восстановление посредством углерода заготовки металлсодержащего соединения заготовки до карбида металла, бориды металла или нитрида металла; и

д) перемещают по меньшей мере один контейнер от корпуса реактора к приемной зоне.

21. Способ по п.20, дополнительно включающий приготовление прекурсорной смеси.

22. Способ по п.21, дополнительно включающий формование по меньшей мере одной заготовки из прекурсорной смеси.

23. Способ по п.22, в котором стадия формования включает по меньшей мере одно из уплотнения прекурсорной смеси, прессования прекурсорной смеси, литья прекурсорной смеси, экструдирования прекурсорной смеси и их комбинаций.

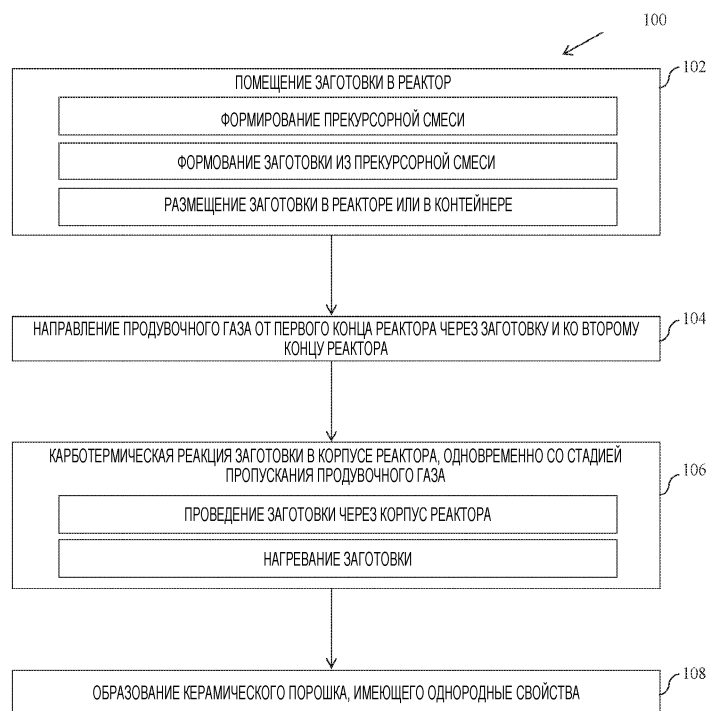
24. Способ по п.21, в котором приготовление прекурсорной смеси дополнительно включает одно из (а) формирования влажного агломерата, имеющего реагенты в нем, или (б) сухой обработки реагентов совместимыми материалами и/или связующими.

25. Способ по п.24, дополнительно включающий переработку прекурсорной смеси по меньшей мере в одну заготовку.

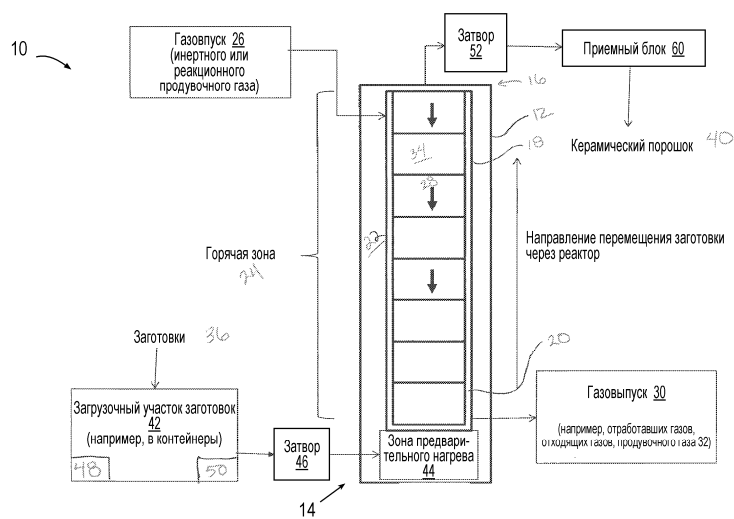
26. Способ по п.25, в котором стадия обработки включает по меньшей мере одно из дегидратации по меньшей мере одной заготовки, отверждения по меньшей мере одной заготовки, расформовки по меньшей мере одной заготовки и их комбинаций.

27. Способ по п.20, в котором по меньшей мере одна заготовка выполнена в виде тела, содействующего равномерной теплопередаче и стимулирующего выведение отходящих газов из заготовки.

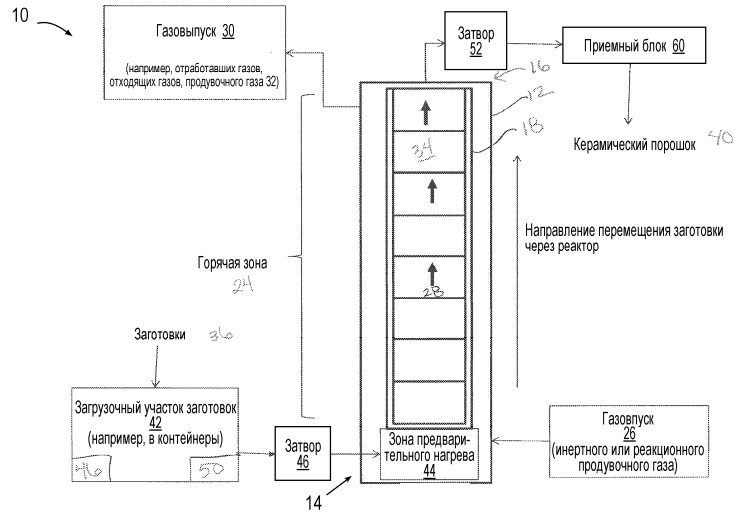
28. Способ по п.20, дополнительно включающий пропускание во время этапа осуществления карботермической реакции потока продувочного газа (i) через тело заготовки, (ii) вокруг тела заготовки и их комбинации.



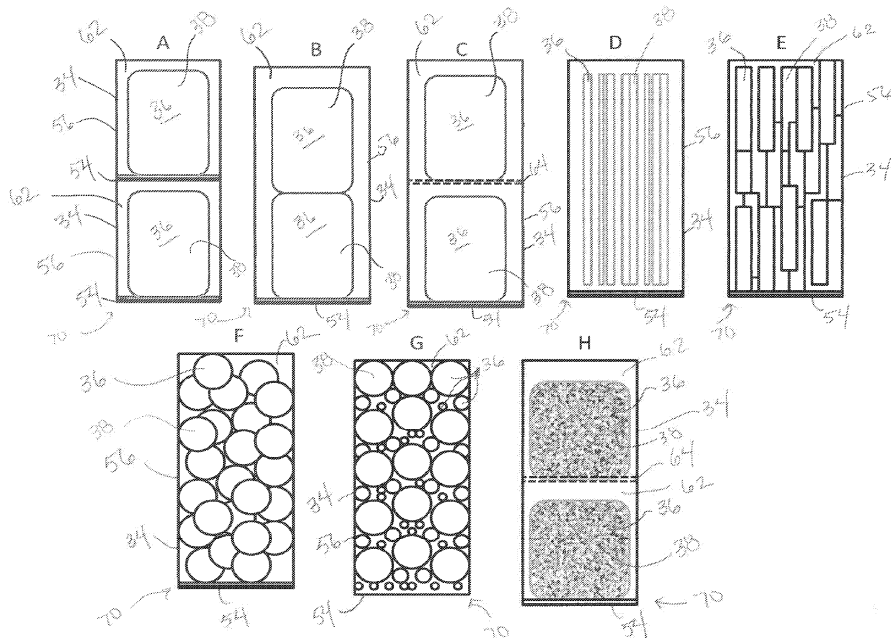
Фиг. 1



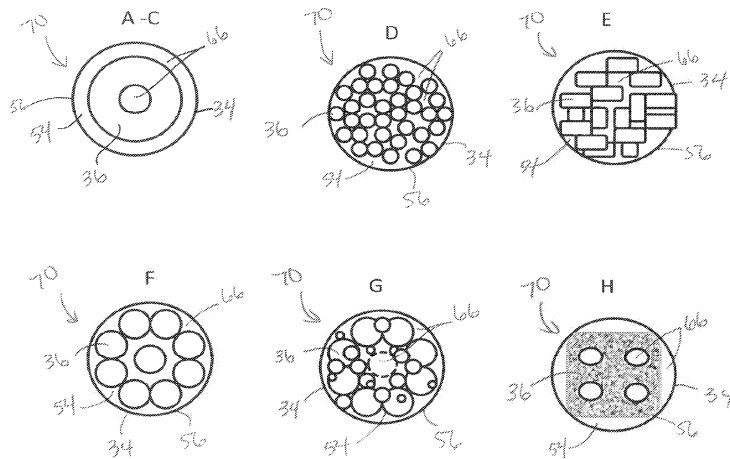
Фиг. 2



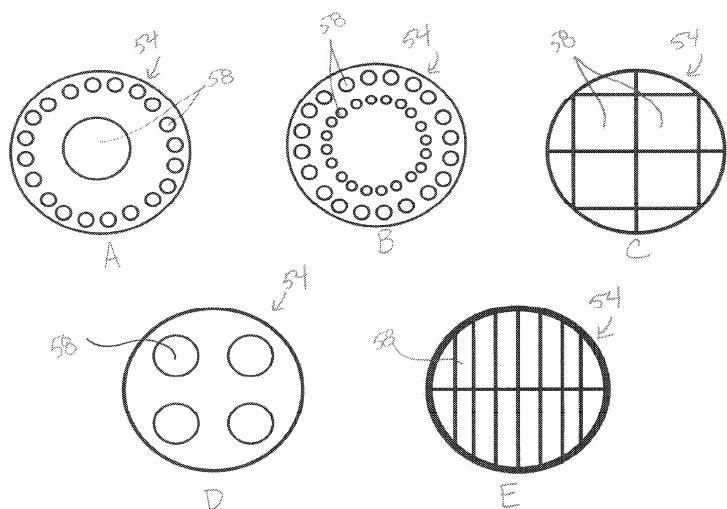
Фиг. 3



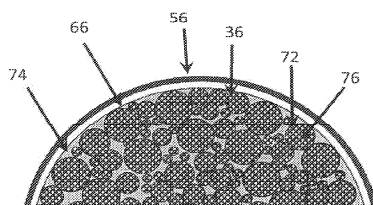
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Система обозначений:

Газовый канал 66	
Межгранулярная пористость 74	
Материал (гранула) с внутригранулярной пористостью 76	

Пример: диапазоны доли площади для различных компонентов

Компонент системы	Доля площади (минимум)	Доля площади (максимум)
Заготовка	0,2	0,95
Газовый канал	0,05	0,8
Площадь заготовки+площадь газового канала=1		
Площадь материала заготовки	0,4	1
Площадь межгранулярной пористости заготовки	0	0,6
Площадь внутригранулярной пористости заготовки	0	0,6
Площадь материала заготовки+площадь межгранулярной пористости заготовки+площадь внутригранулярной пористости заготовки=1	0	0,6
Площадь материала заготовки+Площадь межгранулярной пористости заготовки+Площадь внутригранулярной пористости заготовки=1		

Фиг. 7