



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012142705/05, 06.04.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.04.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
08.04.2010 US 12/756,526

(43) Дата публикации заявки: 20.05.2014 Бюл. № 14

(45) Опубликовано: 27.09.2015 Бюл. № 27

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 20050170109 A1, 04.08.2005. US 6752864 B2, 22.06.2004. RU 2358908 C2, 20.06.2009. US 20060078696 A1, 13.04.2006. US 20060013971 A1, 19.06.2006. US 4474896 A1, 02.10.1984

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 08.11.2012

(86) Заявка РСТ:
US 2011/031317 (06.04.2011)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2011/127104 (13.10.2011)

Адрес для переписки:

105062, Москва, ул. Покровка, д. 33/22, стр. 1,
Агентство "ИНТЭЛС"

(72) Автор(ы):

КЭЙЗЕР Брюс А. (US),
ЭРГАНГ Николас С. (US),
МИМНА Ричард. (US),
ШОУВАЛТЕР Брит М. (US)

(73) Патентообладатель(и):

НАЛКО КОМПАНИ (US)

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЧАСТИЦ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к химической промышленности. Способ включает обеспечение кремнийсодержащего предшественника, содержащегося в растворе, который имеет значение pH, меньшее или равное pH 7; добавление в раствор металла; регулирование значения pH раствора до значения выше 7; добавление эффективного количества соли к раствору таким образом, чтобы проводимость

раствора составляла 4 мСм или более; фильтрацию и сушку кремнийсодержащего предшественника; взаимодействие высушенного продукта с функциональной группой. Изобретение позволяет получить функционализированный диоксид кремния, легированный оксидом металла или сульфидом металла. 2 н. и 11 з.п. ф-лы, 3 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2012142705/05, 06.04.2011**(24) Effective date for property rights:
06.04.2011

Priority:

(30) Convention priority:
08.04.2010 US 12/756,526(43) Application published: **20.05.2014** Bull. № 14(45) Date of publication: **27.09.2015** Bull. № 27(85) Commencement of national phase: **08.11.2012**(86) PCT application:
US 2011/031317 (06.04.2011)(87) PCT publication:
WO 2011/127104 (13.10.2011)

Mail address:

**105062, Moskva, ul. Pokrovka, d. 33/22, str. 1,
Agentstvo "INTEhLS"**

(72) Inventor(s):

**KEhJZER Brjus A. (US),
EhRGANG Nikolas S. (US),
MIMNA Richard. (US),
ShOUVALTER Brit M. (US)**

(73) Proprietor(s):

NALCO COMPANY (US)(54) **METHOD OF PRODUCING SILICON DIOXIDE PARTICLES**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: method includes providing a silicon-containing precursor contained in a solution having pH lower than or equal to 7; adding a metal to the solution; adjusting the pH of the solution to a value higher than 7; adding an effective amount of a salt to the solution so that conductance of the solution is 4 mS or higher;

filtering and drying the silicon-containing precursor; reacting the dried product with a functional group.

EFFECT: invention enables to obtain functionalised silicon dioxide doped with a metal oxide or metal sulphide.

13 cl, 3 ex

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее описание относится к способам получения композиций, содержащих диоксид кремния.

Уровень техники

5 Кремнийсодержащие материалы имеют повсеместное применение. В частности, кремнийсодержащие материалы используются в различных промышленных процессах, в которых производится потребительская или промышленная продукция, для различных целей. Например, кремнийсодержащие продукты могут использоваться в качестве наполнителей для покрытий (например, красок) и полимерных композитов, носителей
10 катализаторов, осветлителей пива/вина/сока. Новые способы их получения также необходимы промышленности.

Сущность изобретения

Настоящее изобретение относится к способу формирования продукта на основе диоксида кремния, включающему: а. обеспечение кремнийсодержащего предшественника
15 (SCP), содержащегося в растворе, который имеет значение pH, меньшее или равное pH 7; б. необязательно добавление в SCP одного или нескольких видов металла, где указанное добавление производят, когда значение pH раствора меньше или равно pH 7; в. регулирование значения pH раствора до значения выше 7; г. добавление эффективного количества соли к раствору таким образом, чтобы проводимость раствора
20 составляла 4 мСм или более, причем указанное добавление проводят до, одновременно или после регулирования значения pH на стадии 1в; д. необязательно фильтрацию и сушку SCP; и е. необязательно взаимодействие высушенного продукта со стадии д. с функциональной группой, и необязательно где полученный функционализированный высушенный продукт представляет собой по крайней мере один из следующих
25 продуктов: продукт функционализированного диоксида кремния, легированный оксидом металла или легированный сульфидом металла.

Настоящее изобретение также относится к способу формирования продукта на основе диоксида кремния, включающему: а. обеспечение кремнийсодержащего предшественника (SCP), содержащегося в растворе, который имеет значение pH выше
30 7; б. регулирование значения pH раствора до значения 7 или менее; в. необязательно добавление в SCP одного или нескольких видов металла, где указанное добавление производят, когда значение pH раствора меньше или равно pH 7; г. регулирование значения pH раствора до значения выше 7; д. добавление эффективного количества соли к раствору таким образом, чтобы проводимость раствора составляла 4 мСм или
35 более, причем указанное добавление проводят до, одновременно или после регулирования значения pH на стадии 2 г; е. необязательно фильтрацию и сушку SCP; и ж. необязательно взаимодействие высушенного продукта со стадии д. с функциональной группой, и необязательно где полученный функционализированный высушенный продукт представляет собой по крайней мере один из следующих
40 продуктов: продукт функционализированного диоксида кремния, легированный оксидом металла или легированный сульфидом металла.

Подробное описание изобретения

Любые патенты и опубликованные заявки на патенты, упомянутые в данном описании, приведены здесь в качестве ссылки.

45 Как указано выше, продукты, содержащие диоксид кремния, охватываемые настоящим изобретением, могут быть получены следующими способами.

Одна методика начинается с кислого исходного значения.

В одном варианте осуществления способ включает формирование продукта на основе

диоксида кремния, включающий стадии: а. обеспечение кремнийсодержащего предшественника (SCP), содержащегося в растворе, который имеет значение pH, меньшее или равное pH 7; б. необязательно добавление в SCP одного или нескольких видов металла, где указанное добавление производят, когда значение pH раствора меньше или равно pH 7; в. регулирование значения pH раствора до значения выше 7; г. добавление эффективного количества соли к раствору таким образом, чтобы проводимость раствора составляла 4 мСм или более, причем указанное добавление проводят до, одновременно или после регулирования значения pH на стадии 1в; д. необязательно фильтрацию и сушку SCP; и е. необязательно взаимодействие высушенного продукта со стадии д. с функциональной группой, и необязательно где полученный функционализированный высушенный продукт представляет собой по крайней мере один из следующих продуктов: продукт функционализированного диоксида кремния, легированный оксидом металла или легированный сульфидом металла.

В другом варианте осуществления функциональная группа на стадии ж. представляет собой органосилан.

В другом варианте осуществления кремнийсодержащий предшественник выбран по крайней мере из одного из следующих веществ: кремниевая кислота, коллоидный диоксид кремния, тетраэтилортосиликат и тонкодисперсный пирогенный диоксид кремния.

В другом варианте осуществления диапазон значений pH SCP на стадии 1(а) составляет от 3 до 4.

В другом варианте осуществления значение pH SCP доводят до значения выше 7 путем смешения указанного SCP с щелочным раствором со скоростью от 6 до 23 м/с, основываясь на окружной скорости.

В другом варианте осуществления способ дополнительно включает доведение значения pH SCP до значения выше 7 путем смешения указанного SCP с щелочным раствором с помощью смесительной камеры. Пример смесительной камеры описан в патенте US 7,550,060 «Способ и устройство для подачи химических веществ в технологический поток». Этот патент приведен здесь в качестве ссылки. В одном варианте осуществления смесительная камера включает первый канал, имеющий один или несколько входов и выходов; второй канал, имеющий один или несколько входов и выходов, где указанный первый канал связан со вторым каналом и пересекается со вторым трубопроводом; смесительную камеру, которая имеет один или несколько входов и выходов, где указанный второй канал связан с указанной смесительной камерой и где указанные выходы указанного первого канала и указанные выходы указанного второго канала связаны с указанной смесительной камерой; и адаптер, который связан с указанным выходом указанной смесительной камеры и присоединен к указанной смесительной камере. Смесительная камера может прикрепляться или соединяться с приемником, который содержит/пропускает (например, канал) смешанный продукт. Согласно одному варианту осуществления указанная смесительная камера может прикрепляться или соединяться с приемником, который содержит/пропускает смешанный продукт, полученный после указанного регулирования pH указанного SCP.

Дополнительно может использоваться смесительное устройство Ultra Turax, номер модели UTI-25 (от IKA® Works, Inc., Wilmington, NC).

Предполагается, что в способе изобретения может использоваться любой подходящий реактор или смесительное устройство/камера.

В другом варианте осуществления способ дополнительно включает регулирование

значения pH SCP до значения выше 7 путем объединения указанного SCP с щелочным раствором при перемешивании, обеспечивая число Рейнольдса равным 2000 или выше, с получением продукта на основе диоксида кремния.

В другом варианте осуществления способ дополнительно включает регулирование значения pH SCP до значения выше 7 путем объединения указанного SCP с щелочным раствором в условиях переходного потока, т.е. с числами Рейнольдса в диапазоне от 2000 до 4000, с получением продукта на основе диоксида кремния.

В другом варианте осуществления способ дополнительно включает регулирование значения pH SCP до значения выше 7 путем объединения указанного SCP с щелочным раствором в условиях турбулентного потока, т.е. с числами Рейнольдса выше или равными 4000, с получением продукта на основе диоксида кремния.

В другом варианте осуществления значение pH SCP доводят до значения pH в диапазоне от 7 до 11 с помощью химических веществ, выбранных по крайней мере из одного из следующих веществ: гидроксид аммония, карбонат аммония, минеральные основания, такие как, но не ограничиваясь ими, гидроксид натрия и/или гидроксид калия, органические основания, такие как, но не ограничиваясь ими, гидроксид триметиламмония, щелочные силикаты, сульфидные соли, такие как, но не ограничиваясь ими, сульфид натрия, и соли, содержащие полисульфид, такие как, но не ограничиваясь ими, полисульфид кальция и/или полисульфид натрия.

В другом варианте осуществления полученную суспензию со стадии г. отфильтровывают и высушивают так, что концентрация твердых веществ в указанном высушенном и отфильтрованном продукте повышается примерно с 5 масс.% примерно до 99 масс.%.

В другом варианте осуществления высушенный продукт со стадии д. представляет собой поверхность, обработанную органосилом контролируемым гидролизом и конденсацией силана на поверхность диоксида кремния способом в органическом растворителе, сверхкритическом растворителе или без растворителя.

Другая методика начинается с щелочного исходного значения.

В одном варианте осуществления способ включает формирование продукта на основе диоксида кремния, включающий стадии: а. обеспечение кремнийсодержащего предшественника (SCP), содержащегося в растворе, который имеет значение pH выше 7; б. регулирование значения pH раствора до значения 7 или менее; в. необязательно добавление в SCP одного или нескольких видов металла, где указанное добавление производят, когда значение pH раствора меньше или равно pH 7; г. регулирование значения pH раствора до значения выше 7; д. добавление эффективного количества соли к раствору таким образом, чтобы проводимость раствора составляла 4 мСм или более, причем указанное добавление проводят до, одновременно или после регулирования значения pH на стадии 2 г; е. необязательно фильтрацию и сушку SCP; и ж. необязательно взаимодействие высушенного продукта со стадии д. с функциональной группой, и необязательно где полученный функционализированный высушенный продукт представляет собой по крайней мере один из следующих продуктов: продукт функционализированного диоксида кремния, легированный оксидом металла или легированный сульфидом металла.

В другом варианте осуществления функциональная группа на стадии ж. представляет собой органосилан.

В другом варианте осуществления кремнийсодержащий предшественник выбран по крайней мере из одного из следующих веществ: кремниевая кислота, коллоидный диоксид кремния, тетраэтилортосиликат, щелочные силикаты и тонкодисперсный

пирогенный диоксид кремния.

В другом варианте осуществления значение pH кремнийсодержащего предшественника регулируют с помощью по меньшей мере одного из следующих веществ: угольная кислота, органическая кислота (кислоты), такая как, но не ограничиваясь ею, уксусная кислота, минеральная кислота (кислоты), такие как, но не ограничиваясь ими, серная кислота и/или соляная кислота, так, что значение pH понижается до диапазона от 2 до 7.

В другом варианте осуществления диапазон значений pH SCP регулируют в диапазоне от 3 до 4 с помощью уксусной кислоты.

В другом варианте осуществления значение pH SCP регулируют в диапазоне значений pH от 7 до 11 с помощью химических веществ, выбранных по крайней мере из одного из следующих веществ: гидроксид аммония, карбонат аммония, минеральные основания, органические основания, щелочные силикаты, сульфидные соли и соли, содержащие полисульфид.

В другом варианте осуществления полученную на стадии d. суспензию отфильтровывают и высушивают так, что концентрация твердых веществ в указанном высушенном и отфильтрованном продукте повышается примерно с 5 масс.% примерно до 99 масс.%.

В другом варианте осуществления высушенный продукт со стадии e. представляет собой поверхность, обработанную органосиланом контролируемым гидролизом и конденсацией силана на поверхность диоксида кремния способом в органическом растворителе, сверхкритическом растворителе или без растворителя.

В другом варианте осуществления значение pH SCP доводят до значения выше 7 путем смешения указанного SCP с щелочным раствором со скоростью от 6 до 23 м/с, основываясь на окружной скорости.

В другом варианте осуществления способ дополнительно включает доведение значения pH SCP до значения выше 7 путем смешения указанного SCP с щелочным раствором с помощью смесительной камеры. Пример смесительной камеры описан в патенте US 7,550,060 «Способ и устройство для подачи химических веществ в технологический поток». Этот патент приведен здесь в качестве ссылки. В одном варианте осуществления смесительная камера включает первый канал, имеющий один или несколько входов и выходов; второй канал, имеющий один или несколько входов и выходов, где указанный первый канал связан со вторым каналом и пересекается со вторым трубопроводом; смесительную камеру, которая имеет один или несколько входов и выходов, где указанный второй канал связан с указанной смесительной камерой и где указанные выходы указанного первого канала и указанные выходы указанного второго канала связаны с указанной смесительной камерой; и адаптер, который связан с указанным выходом указанной смесительной камеры и присоединен к указанной смесительной камере. Смесительная камера может прикрепляться или соединяться с приемником, который содержит/пропускает (например, канал) смешанный продукт. Согласно одному варианту осуществления указанная смесительная камера может прикрепляться или соединяться с приемником, который содержит/пропускает смешанный продукт, полученный после указанного регулирования pH указанного SCP.

Дополнительно может использоваться смесительное устройство Ultra Turax, номер модели UTI-25 (от IKA® Works, Inc., Wilmington, NC).

Предполагается, что в способе изобретения может использоваться любой подходящий реактор или смесительное устройство/камера.

В другом варианте осуществления способ дополнительно включает регулирование

значения pH SCP до значения выше 7 путем объединения указанного SCP с щелочным раствором при перемешивании, обеспечивая число Рейнольдса равным 2000 или выше, с получением продукта на основе диоксида кремния.

В другом варианте осуществления способ дополнительно включает регулирование значения pH SCP до значения выше 7 путем объединения указанного SCP с щелочным раствором в условиях переходного потока, т.е. с числами Рейнольдса в диапазоне от 2000 до 4000, с получением продукта на основе диоксида кремния.

В другом варианте осуществления способ дополнительно включает регулирование значения pH SCP до значения выше 7 путем объединения указанного SCP с щелочным раствором в условиях турбулентного потока, т.е. с числами Рейнольдса выше или равными 4000, с получением продукта на основе диоксида кремния.

Вещества на основе серы согласно настоящему изобретению могут быть выбраны по крайней мере из одного из следующих веществ следующего перечня, который не является исчерпывающим перечнем: сульфидные соли, дитиокарбаматы, полимерные дитиокарбаматы и полисульфидные соли. Сульфидными солями могут быть, но не ограничиваясь ими, сульфид натрия, сульфид калия и/или сульфиды металлов, такой как сульфид меди. Дитиокарбаматами могут быть, но не ограничиваясь ими, диметилдитиокарбамат (DMDTC) или диэтилдитиокарбамат (DEDTC). Полимерные дитиокарбаматы содержат органические полимеры, содержащие функциональную группу R_nCS_2 , где R представляет собой алкильную группу, которая является линейной или разветвленной. Пример коммерчески доступного полимерного дитиокарбамата описан в патентах US 5164095 и US 5346627, которые включены в качестве ссылки. Полисульфиды, которые могут использоваться в настоящем изобретении, включают, но не ограничиваются ими, полисульфид натрия и полисульфид кальция.

Органосиланы, которые могут использоваться в настоящем изобретении, хорошо известны в данной области и могут быть представлены формулой $R_{(4-a)}-SiX_a$, в которой a может иметь значение от 1 до 3. Органофункциональная группа R может представлять собой любую алифатическую или алкенсодержащую функциональную группу, такую как пропил, бутил, 3-хлорпропил, амин, тиол и их комбинации. X представляет собой гидролизуемую алкоксигруппу, обычно метокси или этокси. Некоторыми примерами являются 3-тиопропил- и меркаптопропилсиланы.

В ходе получения композиции настоящего изобретения для повышения проводимости реакционного раствора до 4 мСм добавляют соль. Примеры солей, которые могут использоваться, включают, но не ограничиваются ими, галогениды щелочных и щелочноземельных металлов, сульфаты, фосфаты и нитраты, такие как сульфит натрия, хлорид калия, хлорид натрия, нитрат натрия, сульфат кальция и фосфат калия. Специалисту в данной области техники известно, что эффективное количество соли, добавляемое для достижения желаемой проводимости, будет меняться в зависимости от выбора соли.

Тиолы и амины представлены в целом классом органических и неорганических соединений, содержащих аминогруппу или тиольную группу, имеющих общую формулу $-B-(SH)$ или $-B-(NH_2)$, где B представляет собой линейную или разветвленную группу, состоящую из атомов углерода, такую как $-(CH)_n$, где n имеет значение от 1 до 15, в частности, где n имеет значение от 1 до 6, и наиболее предпочтительно, где n обозначает 3.

Примеры

Пример 1

В этом примере 2180 г 7 масс.% кремниевую кислоту добавляют в сосуд, содержащий 450 г деионизированной (DI) воды и 150 г кремниевой кислоты, нагретой до 90°C. Кремниевую кислоту подают со скоростью 10 мл/мин в течение 3 ч с помощью шлангового насоса в реакционную колбу объемом 5 л.

5 Раствор, содержащий 16,4 г 25 масс.% раствора аммиака и 5,84 г карбоната аммония получают в 24,6 г DI воды. Раствор быстро добавляют в реакционную колбу, после чего вязкость раствора значительно повышается. Смесь перемешивают в течение 30 минут, затем подают оставшуюся кремниевую кислоту со скоростью 20 мл/мин. После завершения подачи кремниевой кислоты нагревание отключают и раствор охлаждают.

10 Суспензию диоксида кремния отфильтровывают и сушат вымораживанием при температуре 150°C до получения сухого порошка. Азотный сорбционный анализ порошка осуществляют с помощью устройства Autosorb-1C от Quantachrome. Образец дегазируют при 300°C в течение 2 ч, затем характеризуют многоточечной площадью поверхности BET, общим объемом пор, ВЈН (Barrett-Joyner-Halenda) адсорбционным
15 распределением пор по размерам. Физические данные показывают площадь поверхности 354 квадратных метров на грамм, объем пор 1,19 см³/г, диаметр пор 13,5 нм.

Пример 2

В этом примере получают три раствора: А) 100 г Nalco N8691 силиказоля, В) 3 г
10 ледяной уксусной кислоты растворяют в 50 г DI воды, и С) 2,7 г карбоната аммония и 7,5 г 25 масс.% аммиака растворяют в 150 г DI воды. Раствор В добавляют в раствор А, затем добавляют раствор С с высокой скоростью. Смесь перемешивают в течение 1-2 минут перед фильтрацией. Nalco N8691 может быть получен от компании Nalco Company, 1601 West Diehl Road, Naperville, IL. 60563.

25 Суспензию диоксида кремния отфильтровывают и сушат при температуре 300°C до получения сухого порошка. Азотный сорбционный анализ порошка осуществляют с помощью устройства Autosorb-1C от Quantachrome. Образец дегазируют при 300°C в течение 2 ч, затем характеризуют многоточечной площадью поверхности BET, общим
30 объемом пор и ВЈН адсорбционным распределением пор по размерам. Азотный сорбционный анализ показывает площадь поверхности 240 квадратных метров на грамм, объем пор 0,57 см³/г, диаметр пор 9,6 нм.

Пример 3

В этом примере получают три раствора: А) 100 г Nalco N8691 силиказоля, В) 3 г
35 ледяной уксусной кислоты и 11,8 г хлорида полиалюминия, растворенного в 50 г DI воды, и С) 15 г 25 масс.% аммиака, растворенного в 150 г DI воды. Раствор В добавляют к раствору А при перемешивании, затем добавляют раствор С с высокой скоростью. Смесь перемешивают в течение 1-2 минут перед фильтрацией.

Суспензию диоксида кремния, легированного алюминием, отфильтровывают и сушат при температуре 300°C до получения сухого порошка, затем азотный сорбционный
40 анализ порошка осуществляют с помощью устройства Autosorb-1C от Quantachrome. Образец дегазируют при 300°C в течение 2 ч, затем характеризуют многоточечной площадью поверхности BET, общим объемом пор и ВЈН адсорбционным распределением пор по размерам. Азотный сорбционный анализ показывает площадь поверхности 469
45 квадратных метров на грамм, объем пор 0,82 см³/г, диаметр пор 7,0 нм.

Комбинации компонентов, описанных в настоящей заявке

В одном варианте осуществления заявленная композиция включает различные комбинации компонентов сорбентов и связанных композиций, такие как молярные соотношения составляющих ее частиц. В еще одном варианте осуществления заявленные

композиции включают комбинации согласно зависимым пунктам формулы изобретения. В другом варианте осуществления диапазон или эквивалент определенного компонента должен включать отдельный компонент (компоненты) в пределах или диапазонах заявленного диапазона.

5 В другом варианте осуществления заявленный способ применения включает различные комбинации компонентов сорбентов и связанных композиций, такие как молярные соотношения составляющих ее частиц. В еще одном варианте осуществления заявленные способы применения включают комбинации согласно зависимым пунктам формулы изобретения. В другом варианте осуществления диапазон или эквивалент
10 определенного компонента должен включать отдельный компонент (компоненты) в пределах или диапазонах заявленного диапазона.

В другом варианте осуществления заявленный способ получения включает различные комбинации компонентов сорбентов и связанных композиций, такие как контроль значений pH. В еще одном варианте осуществления заявленные способы применения
15 включают комбинации согласно зависимым пунктам формулы изобретения. В другом варианте осуществления диапазон или эквивалент определенного компонента должен включать отдельный компонент (компоненты) в пределах или диапазонах заявленного диапазона.

20 Формула изобретения

1. Способ формирования продукта на основе диоксида кремния, включающий:
 - а. обеспечение кремнийсодержащего предшественника (SCP), содержащегося в растворе, который имеет значение pH, меньшее или равное 7;
 - б. необязательно добавление в SCP металла, где указанное добавление производят,
25 когда значение pH раствора меньше или равно pH 7;
 - в. регулирование значения pH раствора до значения выше 7;
 - г. добавление эффективного количества соли к раствору таким образом, чтобы проводимость раствора составляла 4 мСм или более, причем указанное добавление проводят до, одновременно или после регулирования значения pH на стадии 1в;
 - 30 д. необязательно фильтрацию и сушку SCP; и
 - е. необязательно взаимодействие высушенного продукта со стадией д. с функциональной группой, содержащей органосилан, и необязательно где полученный функционализированный высушенный продукт представляет собой по крайней мере один из следующих продуктов: продукт
35 функционализированного диоксида кремния, легированный оксидом металла или легированный сульфидом металла.
2. Способ формирования продукта на основе диоксида кремния, включающий:
 - а. обеспечение кремнийсодержащего предшественника (SCP), содержащегося в растворе, который имеет значение pH выше 7;
 - 40 б. регулирование значения pH раствора до значения 7 или менее;
 - в. необязательно добавление в SCP одного или нескольких видов металла, где указанное добавление производят, когда значение pH раствора меньше или равно pH 7;
 - г. регулирование значения pH раствора до значения выше 7;
 - 45 д. добавление эффективного количества соли к раствору таким образом, чтобы проводимость раствора составляла 4 мСм или более, причем указанное добавление проводят до, одновременно или после регулирования значения pH на стадии 2г;
 - е. необязательно фильтрацию и сушку SCP; и

ж. необязательно взаимодействие высушенного продукта со стадии д. с функциональной группой, содержащей органосилан, и

необязательно где полученный функционализированный высушенный продукт представляет собой по крайней мере один из следующих продуктов: продукт функционализированного диоксида кремния, легированный оксидом металла или легированный сульфидом металла.

3. Способ по п. 1, в котором SCP представляет собой по крайней мере одно из следующих веществ: кремниевая кислота, коллоидный диоксид кремния, тетраэтилортосиликат и тонкодисперсный пирогенный диоксид кремния.

4. Способ по п. 2, в котором SCP представляет собой по крайней мере одно из следующих веществ: кремниевая кислота, коллоидный диоксид кремния, тетраэтилортосиликат, щелочные силикаты и тонкодисперсный пирогенный диоксид кремния.

5. Способ по п. 2, в котором значение pH SCP регулируют с помощью по меньшей мере одного из следующих веществ: угольная кислота, органические кислоты, минеральные кислоты, так, что значение pH понижается до диапазона от 2 до 7.

6. Способ по п. 1, в котором значение pH SCP доводят до pH в диапазоне от 7 до 11 с помощью химических веществ, выбранных по крайней мере из одного из следующих веществ: гидроксид аммония, карбонат аммония, минеральные основания, органические основания, щелочные силикаты, сульфидные соли, органические дитиокарбаматы, полимерные дитиокарбаматы и соли, содержащие полисульфид.

7. Способ по п. 2, в котором значение pH SCP доводят до pH в диапазоне от 7 до 11 с помощью химических веществ, выбранных по крайней мере из одного из следующих веществ: гидроксид аммония, карбонат аммония, минеральные основания, органические основания,

щелочные силикаты, сульфидные соли, органические дитиокарбаматы, полимерные дитиокарбаматы и соли, содержащие полисульфид.

8. Способ по п. 1, в котором значение pH SCP доводят до значения выше 7 путем смешения указанного SCP с щелочным раствором со скоростью от 6 до 23 м/с, основываясь на окружной скорости.

9. Способ по п. 2, где значение pH SCP доводят до значения выше 7 путем смешения указанного SCP с щелочным раствором со скоростью от 6 до 23 м/с, основываясь на окружной скорости.

10. Способ по п. 1, в котором высушенный продукт со стадии д. имеет поверхность, обработанную органосиланом контролируемым гидролизом и конденсацией силана на поверхность диоксида кремния в органическом растворителе, сверхкритическом растворителе или без растворителя.

11. Способ по п. 2, в котором высушенный продукт со стадии е. имеет поверхность, обработанную органосиланом контролируемым гидролизом и конденсацией силана на поверхность диоксида кремния в органическом растворителе, сверхкритическом растворителе или без растворителя.

12. Способ по п. 1, в котором значение pH SCP доводят до значения выше 7 путем смешения указанного SCP с щелочным раствором с помощью смесительной камеры и необязательно где смесительная камера включает первый канал, имеющий один или несколько входов и выходов; второй канал, имеющий один или несколько входов и выходов, где указанный первый канал связан со вторым каналом и пересекается с указанным вторым каналом; смесительную камеру, которая имеет один или несколько входов и выходов, где указанный второй канал связан с указанной смесительной камерой

и где указанные выходы указанного первого канала и указанные выходы указанного второго канала связаны с указанной смесительной камерой; и адаптер, который связан с указанным выходом указанной смесительной камеры

и присоединен к указанной смесительной камере; и указанная смесительная камера может прикрепляться или соединяться с приемником, который содержит/пропускает смешанный продукт, полученный после указанного регулирования pH указанного SCP.

13. Способ по п. 2, в котором значение pH SCP доводят до значения выше 7 путем смешения указанного SCP с щелочным раствором с помощью смесительной камеры и необязательно где смесительная камера включает первый канал, имеющий один или несколько входов и выходов; второй канал, имеющий один или несколько входов и выходов, где указанный первый канал связан со вторым каналом и пересекается с указанным вторым каналом; смесительную камеру, которая имеет один или несколько входов и выходов, где указанный второй канал связан с указанной смесительной камерой и где указанные выходы указанного первого канала и указанные выходы указанного второго канала связаны с указанной смесительной камерой; и адаптер, который связан с указанным выходом указанной смесительной камеры и присоединен к указанной смесительной камере; и указанная смесительная камера может прикрепляться или соединяться с приемником, который содержит/пропускает смешанный продукт, полученный после указанного регулирования pH указанного SCP.