

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202491043 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2024.08.12

(22) Дата подачи заявки
2022.11.14

(51) Int. Cl. C08J 3/22 (2006.01)
C08J 3/05 (2006.01)
C08J 3/12 (2006.01)
C08K 3/04 (2006.01)
C08K 7/22 (2006.01)
C08L 33/12 (2006.01)
C08L 91/06 (2006.01)

(54) ДИСТАНЦИОННАЯ ТЕРМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ ЧАСТИЦ ДЛЯ
ВЫСВОБОЖДЕНИЯ ИНГРЕДИЕНТОВ И АКТИВАЦИИ

(31) 63/278,235

(32) 2021.11.11

(33) US

(86) PCT/US2022/079840

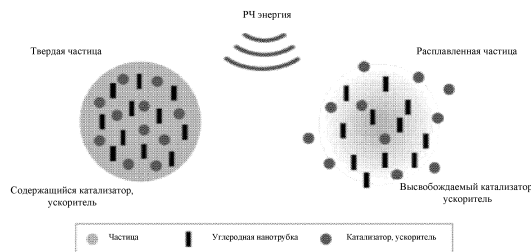
(87) WO 2023/087007 2023.05.19

(71) Заявитель:
НАНО КАТАЛИТИКС, ИНК. (US)

(72) Изобретатель:
Малофски Адам Грегг, Левин Стив,
Потлури Сринагеш Кумар, Шафер
Джейн Моррис (US)

(74) Представитель:
Билык А.В., Поликарпов А.В.,
Соколова М.В., Путинцев А.И.,
Черкас Д.А., Игнатьев А.В., Дмитриев
А.В., Бельтюкова М.В. (RU)

(57) Изобретение относится к матричной частице, содержащей: (i) материал матрицы, причем указанная матрица способна полностью или частично изменять свои физические/химические характеристики; (ii) по меньшей мере один воспринимающий компонент, при этом указанный по меньшей мере один воспринимающий компонент внедрен в указанный материал матрицы, и (iii) по меньшей мере один высвобождаемый ингредиент, способный влиять на химическую реакцию и внедренный в указанную матрицу, при этом указанный по меньшей мере один воспринимающий компонент способен к термической активации посредством радиочастотного или микроволнового излучения. Настоящее изобретение также относится к дистанционной термической активации или нагреву такого воспринимающего компонента внутри материала матрицы, так что высвобождаемый ингредиент вблизи воспринимающего компонента активируется или высвобождается из матрицы или вблизи нее для выполнения своей функции, например в проведении химических реакций, таких как полимеризация. Настоящее изобретение также относится к получению таких матричных частиц.



A1

202491043

202491043

A1

Дистанционная термическая активация частиц для высвобождения ингредиентов и активации

Перекрестная ссылка на родственные заявки

По этой заявке испрашивается приоритет согласно предварительной заявке US 63/278235, поданной 11 ноября 2021 г., содержание которой включено в этот документ во всей полноте посредством ссылки.

Область техники

Настоящее изобретение относится к матричной частице, содержащей: (i) материал матрицы, который способен полностью или частично изменять свои физические или химические характеристики; (ii) по меньшей мере один воспринимающий компонент, который внедрен в указанный материал матрицы, и (iii) по меньшей мере один высвобождаемый ингредиент, который способен влиять на химическую реакцию и внедрен в указанный материал матрицы; при этом указанный по меньшей мере один воспринимающий материал способен к термической активации посредством радиочастотного или микроволнового излучения. Настоящее изобретение также относится к дистанционной термической активации или нагреву такого воспринимающего компонента внутри материала матрицы, так что высвобождаемый ингредиент вблизи воспринимающего компонента активируется или высвобождается из материала матрицы или вблизи него для выполнения своей функции, например при проведении химических реакций, таких как полимеризация. Настоящее изобретение также относится к получению таких матричных частиц.

Уровень техники

В производстве композиционных материалов исключение сильного нагрева обеспечивает более высокую производительность и устраняет необходимость охлаждения деталей оборудования или формованных материалов перед их извлечением из форм. В настоящее время полимеризация может быть инициирована путем двухкомпонентного смешивания для достижения завершённой реакционной системы путем активации катализатора светом или путем сильного нагревания композиции или т.п. По умолчанию у каждого способа есть ограничения. Сильный нагрев занимает много времени, использует максимальное количество энергии и связанное с ним сложное оборудование и подразумевает из-за нагрева и охлаждения ограниченную производительность с

избыточным материалом из-за внутренних напряжений, вызванных полимеризацией. Сильный нагрев нельзя использовать в областях применения клеящих веществ на эластомерных подложках с температурой стеклования ниже комнатной. Двухкомпонентное смешивание может иметь такую же или повышенную сложность и требует сложного оборудования для смешивания или дозирования для достижения равномерного отверждения и подходящего соотношения смеси соответственно. Свет по умолчанию ограничивается прозрачными объектами, может отверждать только более тонкие объекты, требуется специальная упаковка для предотвращения света, количество избыточного катализатора обычно превышает 1% и обычно потребляется избыточная тепловая энергия и снова требуется сложное оборудование. С другой стороны, активный катализатор и сокатализатор, внедренные в матричную частицу, повышают срок хранения продуктов. Например, в продуктах ступени В, таких как термореактивные препреги и пленочные клеящие вещества, для увеличения срока годности и времени эксплуатации продукты хранят замороженными до использования.

В производстве композиционных материалов исключение сильного нагрева поможет достичь более высокой производительности, поскольку стадия охлаждения перед извлечением элементов из формы становится ненужной.

В промышленном производстве или обработке существует потребность не использовать сильный нагрев, отверждать более крупные объекты по требованию, например, с помощью света, не использовать сложное оборудование для отверждения, исключить необходимость в сложном формовочном оборудовании на основе металлов и минимизировать загрузку катализатора, а также двухкомпонентные системы или ограниченный срок годности двухкомпонентной системы.

При адгезии сильный нагрев ограничивает использование толстых основ с более высокими температурами стеклования. Материалы с более высокой молекулярной массой создают проблемы при приеме более высоких концентраций наполнителей или армирующих материалов, таких как измельченные углеродные волокна и стеклянные волокна. Использование материалов с низкой молекулярной массой позволит использовать более высокое содержание наполнителя. Равномерное смешивание наполнителей и более высокая производительность без реологических проблем будут преимуществом использования материалов с низкой молекулярной массой.

Если объект недостаточно прозрачен, чтобы обеспечить существенное пропускание света, химическая активация через непрозрачные объекты часто ограничена, как описано выше. Существует потребность в технологии, способной обеспечить проникновение в непрозрачные материалы, особенно на значительные расстояния. Это дало бы новую

возможность инициировать полимеризацию в объекте, наполненном различными наполнителями в различной степени, без необходимости использования тепла и без ограничений пропускания света, если это вообще возможно.

На современном уровне техники высвобождение ингредиента в химической реакции должно быть вызвано внешней средой камеры химической реакции, а не событием, вызванным изнутри частицы. Это похоже на объемный нагрев, а при использовании внешнего освещения оно будет ограничено небольшими размерами.

В целом, существует потребность активизировать химические процессы и добиться исключения сильного нагрева, минимизации использования энергии, минимизации материалов и минимизации использования катализаторов для достижения требуемых высокоскоростных химических процессов, устранения сложности оборудования и минимизации его стоимости и занимаемого им пространства, минимизировать или исключить инвазивные процедуры и обеспечить активацию по требованию.

Краткое описание изобретения

В одном воплощении данное изобретение относится к матричной частице, содержащей:

(i) материал матрицы, причем указанная матрица способна полностью или частично изменять свои физические характеристики;

(ii) по меньшей мере один воспринимающий компонент, при этом указанный по меньшей мере один воспринимающий компонент внедрен в указанный материал матрицы, и при этом указанный по меньшей мере один воспринимающий материал подвержен термической активации посредством электромагнитного излучения, и

(iii) по меньшей мере один высвобождаемый и/или активируемый ингредиент, внедренный в указанную матрицу и находящийся вблизи указанного воспринимающего компонента, при этом указанный по меньшей мере один высвобождаемый и/или активируемый ингредиент способен влиять на химическую реакцию.

В другом воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, содержащей одну или более матриц, которые помещены в отдельные зоны, причем указанные отдельные зоны имеют одну или более форм; при этом отдельные зоны содержат покрытия или различные слои; где каждая зона содержит от примерно нуля до множества воспринимающих материалов и/или высвобождаемых ингредиентов, и при этом матричная частица в агломерате имеет по меньшей мере одну зону, содержащую воспринимающий материал, и по меньшей мере одну зону, содержащую высвобождаемый ингредиент.

В еще одном воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, в которой указанная матрица получена из органических, неорганических, мономерных, олигомерных, полимерных материалов или их сочетания и/или содержит их.

В другом воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, в которой указанный по меньшей мере один воспринимающий материал выбран из группы, состоящей из фуллереновых соединений, графена, одностенных углеродных нанотрубок, многостенных углеродных нанотрубок, углеродных нановолокон, углеродных нанотрубок, допированных углеродных нанотрубок, углеродных листов, одного или более черных металлов, оксидов одного или более черных металлов, суперпарамагнитных оксидов железа (СПИОН), одного или более цветных металлов, оксидов одного или более цветных металлов, переходных металлов, оксидов переходных металлов, материала на основе карбида кремния, нитрида бора и одного или более их сочетаний.

В еще одном воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, в которой размеры воспринимающего материала составляют от примерно 0,1 нм до примерно 1000 мкм.

В одном воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, в которой воспринимающие материалы включают функционализованные воспринимающие материалы, нефункционализованные воспринимающие материалы или как функционализованные, так и нефункционализованные воспринимающие материалы.

В другом воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, в которой воспринимающий материал находится в геометрическом центре материала матрицы в прямом или непрямом контакте с воспринимающим материалом.

В еще одном воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, в которой воспринимающий материал и/или высвобождаемый ингредиент находятся во внешнем слое матричной частицы, где воспринимающий материал и высвобождаемый ингредиент находятся в прямом или непрямом контакте.

В одном воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, где матричная частица частично или полностью покрыта одним или более слоями деформируемого материала.

В другом воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, где матричная частица частично или полностью покрыта одним или

более слоями деформируемого материала, причем один или более из указанных слоев содержат воспринимающий материал и/или высвобождаемый ингредиент.

В еще одном воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, в которой материал матрицы не содержит воспринимающего материала или высвобождаемого ингредиента.

В одном воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, в которой указанный по меньшей мере один высвобождаемый и/или активируемый ингредиент представляет собой одно химическое вещество, сочетание химических веществ, органические химические вещества и/или неорганические химические вещества.

В другом воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, в которой указанный химический ингредиент включает один или более катализаторов, сокатализаторов, сореагентов, окислителей, ингибирующих реакцию соединений, ускорителей, топлив, взрывчатых веществ или одно или более их сочетаний.

В еще одном воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, в которой высвобождаемый ингредиент высвобождается, когда матрица деформируется, растворяется, плавится, расширяется, сжимается, разрывается, пластифицируется, сольватируется или подвергается одному или более сочетаний указанных воздействий.

В одном воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, в которой частота электромагнитного излучения составляет от примерно 300 МГц до примерно 300 ГГц.

В другом воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, в которой частота электромагнитного излучения составляет от примерно 915 МГц до примерно 2450 МГц.

В еще одном воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, в которой частота электромагнитного излучения составляет от примерно 915 МГц до примерно 2450 МГц и/или мощность находится в диапазоне 1-10000 Вт.

В другом воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, где матричная частица подвергается воздействию электромагнитного излучения с частотой, описанной выше, в течение от 10 секунд до 60 минут.

В одном воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, где указанная матрица возможно поддерживается подложкой, содержащей металл, керамику или стекло.

В другом воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, где частица дополнительно подвергнута химической модификации поверхности посредством одной или более химических реакций, возможно включая высвобождаемый ингредиент, возможно с последующим образованием частичного или сплошного покрытия.

В еще одном воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, дополнительно обладающей химической функциональностью.

В одном воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, в которой высвобождаемый ингредиент содержит химически функциональный мономер, материал матрицы содержит полимеризованный материал, и, возможно, матричная частица покрыта полимеризованным покрытием.

В другом воплощении настоящее изобретение относится к способу получения матричной частицы, указанной выше, причем способ включает стадии:

- (i) эмульсионной, дисперсионной и/или суспензионной полимеризации, или
- (ii) полимеризации ядро-оболочка.

В еще одном воплощении настоящее изобретение относится к способу получения матричной частицы, указанной выше, причем способ включает:

- (i) покрытие полимерной микрочастицы материалом, содержащим воспринимающие материалы и высвобождаемые ингредиенты,
- (ii) инкапсулирование микрочастицы, в которую внедрены воспринимающие материалы и высвобождаемые ингредиенты, с помощью мономерного, олигомерного или полимерного материала,
- (iii) слияние воспринимающих материалов и высвобождаемых ингредиентов, и/или
- (iv) включение воспринимающих материалов и высвобождаемых ингредиентов во внешние поры на поверхности или внутренние поры в сердцевине пористых микросфер.

В одном воплощении настоящее изобретение относится к способу получения матричной частицы, указанной выше, при этом стадии включают сополимеризацию, где указанная стадия сополимеризации включает эмульсионную, дисперсионную, суспензионную полимеризацию или их сочетания.

В одном воплощении настоящее изобретение относится к способу воздействия на химическую реакцию, включающему:

- (i) предоставление объемной реакционной смеси;
- (ii) предоставление матричных частиц, указанных выше, и
- (iii) введение матричных частиц в объемную реакционную смесь.

В другом воплощении настоящее изобретение относится к способу воздействия на химическую реакцию, указанному выше, дополнительно включающему:

(iv) воздействие на объемную реакционную смесь по меньшей мере одной частоты радиочастотного излучения и/или по меньшей мере одной частоты микроволнового излучения, по меньшей мере однократное, для термической активации указанного воспринимающего компонента, внедренного в матричные частицы.

В еще одном воплощении настоящее изобретение относится к способу воздействия на химическую реакцию, как указано выше, в котором воздействие по меньшей мере одной частоты радиочастотного излучения и/или по меньшей мере одной частоты микроволнового излучения осуществляют периодически, при этом период является регулярным или нерегулярным.

В одном воплощении настоящее изобретение относится к способу воздействия на химическую реакцию, как указано выше, в котором электромагнитное излучение включает длины волн в диапазоне от примерно одного метра до одного миллиметра и частоты в диапазоне от 50 МГц до 30 ГГц.

В другом воплощении настоящее изобретение относится к способу воздействия на химическую реакцию, указанному выше, в котором частота электромагнитного излучения составляет от примерно 915 МГц до примерно 2450 МГц.

В еще одном воплощении настоящее изобретение относится к способу воздействия на химическую реакцию, указанному выше, в котором частота электромагнитного излучения составляет от примерно 915 МГц до примерно 2450 МГц и/или мощность составляет 1-10000 Вт.

В одном воплощении настоящее изобретение относится к способу воздействия на химическую реакцию, указанному выше, где указанная реакция представляет собой реакцию полимеризации.

В другом воплощении настоящее изобретение относится к способу высвобождения высвобождаемого ингредиента из матричной частицы, указанной выше, включающему:

(a) диспергирование указанных матричных частиц в объемной реакционной смеси;
и

(b) воздействие на объемную реакционную смесь по меньшей мере одной частотой радиочастотного излучения и/или по меньшей мере одной частотой микроволнового излучения, по меньшей мере однократно, чтобы термически активировать указанный воспринимающий компонент, внедренный в матричные частицы.

В еще одном воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, в которой один или более изменяемых материалов матрицы содержат

воск, один или более материалов из полиметилметакрилата (ПММА), стирола, или одного или более их полимеров или сополимеров.

В одном воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, описанной выше, в которой по меньшей мере один высвобождаемый химический ингредиент содержит активатор или катализатор.

В другом воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, описанной выше, в которой катализатор содержит одно или более соединений из Си-ацетилацетоната, Си-2-этилгексаноата, ферроцена, диметиламинометилферроцена или одного или более их сочетаний.

В еще одном воплощении настоящее изобретение также относится к изделию, полученному с использованием способа, описанного выше.

В еще одном воплощении настоящее изобретение относится к изделию, полученному с использованием способа, указанного выше, то есть полностью или частично к:

(i) полимеризуемой композиции или нескольким полимеризуемым композициям по меньшей мере одного химического состава;

(ii) армированному композиционному изделию;

(iii) ламинированному изделию;

(iv) жесткому ламинированному изделию;

(v) гибкому ламинированному изделию;

(vi) пеноматериалу или

(vii) их сочетанию.

В одном воплощении настоящее изобретение также относится к композиции, содержащей матричную частицу, указанную выше, где указанная композиция представляет собой клеящее вещество, герметик, покрытие, краску, чернила, пластик, формованный пластик, терморезистивный пластик, формованный терморезистивный пластик или другую полимерообразующую композицию, полностью или частично.

В другом воплощении настоящее изобретение относится к матричной частице, указанной выше, в которой высвобождаемый и/или активируемый ингредиент представляет собой катализатор, выбранный из группы, состоящей из комплексов переходных металлов; алкоксидов переходных металлов; бис(2-этилгексаноата) олова (II); карбоксилатов, алкоксида и комплексов олова, висмута, цинка, титана; блочных суперкислот; додецилбензолсульфоновых кислот; динонилнафталинсульфоновых кислот; N,N',N''-трис(диметиламинопропил)гексагидротриазина; органических оснований; 1,8-

диазабицикло[5.4.0]ундец-7-ена; 1,5-диазабицикло[4.3.0]нонена-5; 1,4-диазабицикло-2,2,2-октана и их сочетаний.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 схематически изображен способ по настоящему изобретению.

На фиг. 2А и 2В показан доступный в настоящее время способ реакционного литья под давлением и способ, упрощенный настоящим изобретением, соответственно.

На фиг. 3А и 3В показаны клеящие вещества для ламинирования пленки, доступные в настоящее время, и способ, упрощенный в результате изобретения, соответственно.

На фиг. 4 изображены приведенные в качестве примера общие структуры матриц по изобретению, предусмотренных в этом документе, а также матриц с покрытием.

На фиг. 5А и 5В изображены приведенные в качестве примера композиционные структуры матриц по изобретению, предусмотренных в этом документе.

На фиг. 6 изображены приведенные в качестве примера матрицы и матрицы с покрытием согласно настоящему изобретению, предусмотренные в этом документе. Матрицы можно наносить на объекты или размещать внутри покрытий на различных объектах.

На фиг. 7 показаны изображения приведенных в качестве примера полых частиц, сделанные с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ).

На фиг. 8 показаны изображения СЭМ приведенных в качестве примера полых частиц со СПИОН и медью.

На фиг. 9 показано СЭМ-изображение выпускаемого в промышленности ПММА (MX 500-ML, Soken), покрытого углеродными нанотрубками (УНТ).

Фиг. 10 представляет собой график кривых нагрева с использованием воспринимающих материалов из углеродных наноструктур (УНС).

Фиг. 11 представляет собой схему, показывающую избирательное размещение воспринимающих материалов в оболочке частиц по настоящему изобретению.

Фиг. 12 представляет собой схему, показывающую лист, созданный посредством нековалентных взаимодействий.

На фиг. 13 изображена схема функционализированных УНТ, расположенных в оболочке частиц настоящего изобретения.

На фиг. 14 изображена схема, показывающая пост-функционализацию микрочастиц для хелатирования катализатора.

На фиг. 15 представлена схема, показывающая захват УНТ и воспринимающих элементов с помощью мицеллярной микрочастицы.

На фиг. 16 представлена схема, показывающая захват катализатора микрочастицами и УНТ в мицелле.

На фиг. 17 изображена схема хелатирования катализатора и захвата воспринимающего материала с использованием мицеллярной микрочастицы.

На фиг. 18 показаны частицы типа ядро-оболочка, полученные с использованием выпускаемых в промышленности водных эмульсий.

Подробное описание изобретения

В общем, данное изобретение относится к матричным частицам, содержащим:

(i) материал матрицы, причем указанный материал матрицы способен полностью или частично изменять свои физические и/или химические характеристики;

(ii) по меньшей мере один воспринимающий компонент, причем указанный по меньшей мере один воспринимающий компонент внедрен в указанный материал матрицы; и

(iii) возможно по меньшей мере один высвобождаемый ингредиент, внедренный в указанный материал матрицы, причем указанный по меньшей мере один высвобождаемый ингредиент способен влиять на химическую реакцию;

при этом указанный по меньшей мере один воспринимающий компонент способен к термической активации посредством РЧ- или МВ-излучения.

В другом воплощении описанные выше матричные частицы включены или диспергированы в химической реакционной смеси с составляющими ее реагентами, которые могут подвергаться химической реакции, например, среди мономеров или олигомеров реакции полимеризации. В другом воплощении изобретения химическую реакционную смесь с диспергированными матричными частицами подвергают воздействию радиочастотного электромагнитного излучения или микроволнового излучения. ЭМИ (электромагнитное излучение) нагревает воспринимающий компонент в матричных частицах. В свою очередь, это нагревание высвобождает активный ингредиент, который затем катализирует реакцию в реакционной смеси. Следовательно, реакция начинается только тогда, когда радиочастотное или микроволновое излучение высвобождает ингредиенты из матричной частицы.

Определения

Под «изменяемой матрицей» или «изменяющейся матрицей» подразумевается, что материал матрицы внутри матричной частицы может быть полностью или частично деформирован, растворен, расплавлен, расширен, сжат, разорван, пластифицирован или сольватирован. Другими словами, его физическая и/или химическая форма может быть изменена, чтобы сделать его пригодным для высвобождения активного ингредиента.

Под «воспринимающим материалом» подразумевают частицу внутри матричной частицы, которая поддается нагреву или термическому активированию электромагнитным излучением, в частности, радиочастотным и/или микроволновым излучением.

Под «влиянием на химическую реакцию» подразумевается, что высвобождаемый ингредиент может активировать или запускать, катализировать, способствовать катализу, стимулировать, ускорять, способствовать ускорению, ингибировать и/или нагревать химическую реакцию.

Под «материалом матрицы» или «матрицей» понимают основной материал в матричной частице, в который внедрен воспринимающий материал и/или высвобождаемые и/или активируемые ингредиенты. Основной материал, например, может представлять собой мономер, олигомер, полимер или неорганический материал.

Термин «внедренный» означает, что воспринимающие материалы или высвобождаемые и/или активируемые ингредиенты инкапсулированы или удерживаются в материале матрицы в тесном или связанном контакте с указанной матрицей; например, в порах матрицы, или связаны с одним или более материалами матрицы могут находиться внутри матрицы или на одной или более поверхностях материала матрицы, полностью инкапсулированы в материал матрицы или частично внедрены в матричную частицу посредством физической адгезии или частично выступают на поверхность матричной частицы.

Под «матричной частицей» подразумевают нано- или микрочастицу, содержащую материал матрицы, воспринимающий компонент и высвобождаемый и/или активируемый ингредиент, которую используют для термической активации объемной реакционной смеси, как указано в настоящем изобретении.

Под «ЭМ» подразумевается высокочастотное электромагнитное излучение, такое как радиочастотное (РЧ) или микроволновое (МВ).

Под «высвобождаемым и/или активируемым ингредиентом» подразумевается ингредиент, содержащийся в матричной микрочастице, который выполняет воздействие на химическую реакцию при дистанционной термической активации воспринимающего материала внутри матричной частицы, которая затем высвобождает или активирует высвобождаемый и/или активируемый ингредиент. В качестве альтернативы термину

«высвобождаемый и/или активируемый ингредиент» используют термин «активный ингредиент» или «высвобождаемый ингредиент». Другими словами, активный ингредиент воплощает в себе как характеристику высвобождения, так и характеристику активности. Активный ингредиент представляет собой активный химический ингредиент во многих воплощениях, как описано ниже.

Под «объемной реакционной смесью» понимают реакционную смесь, на которую может воздействовать матричная частица при высвобождении активного ингредиента. В объемной реакционной смеси диспергированы матричные частицы, чтобы затем обеспечить дистанционную активацию воспринимающих материалов для высвобождения активного ингредиента, например, для обеспечения катализа объемной реакционной смеси. Например, объемная реакционная смесь может представлять собой материал предварительной полимеризации и даже материалы последующей полимеризации для увеличения молекулярной массы, например, любой другой химической реакции, такой как органическая или неорганическая, или комбинированная органо-неорганическая реакция. Объемная реакционная смесь может быть прозрачной, полупрозрачной или непрозрачной. Или объемная реакционная смесь может менять свою прозрачность по мере прохождения реакции.

В другом воплощении данное изобретение относится к способу включения матричной частицы в химическую реакционную смесь для воздействия на химическую реакцию. Например, матричные частицы могут быть диспергированы в мономерной смеси перед полимеризацией. В другом воплощении настоящее изобретение относится к активации химической реакции, например реакции полимеризации, путем нагревания воспринимающего материала в матричной частице высокочастотным электромагнитным излучением (ЭМИ), таким как радиочастотное (РЧ) или микроволновое (МВ) излучение для последующего высвобождения или активации высвобождаемого и/или активируемого ингредиента.

Настоящее изобретение относится к материалам и способам проведения химических реакций, например, реакций полимеризации, в которых химическую реакцию активируют равномерно и по требованию. Реакции, предусмотренные в данном случае, можно осуществлять без необходимости нагревания всей массы реакционного материала; без ограничения проникновения света, такого как инфракрасный, ультрафиолетовый или видимый свет, особенно для массы материала, содержащей большое количество наполнителей, непрозрачной массы материала и т.п.

В некоторых воплощениях настоящее изобретение относится к материалам и способам полимеризации без необходимости смешивания двух реакционных

компонентов, а в некоторых воплощениях к способам полимеризации с возможностью смешивать два компонента, но не осуществлять немедленную или ускоренную реакцию и/или осуществлять замедленную реакцию, по требованию. Например, некоторые воплощения настоящего изобретения обеспечивают низкомолекулярные и высокоэффективные материалы для сокращения времени отверждения при полимеризации до минут или часов, а при изготовлении форм - до суток или нескольких недель. В одном воплощении данное изобретение может ингибировать химический процесс путем активации химического ингредиента.

В некоторых воплощениях настоящее изобретение обеспечивает материалы и способы полимеризации, которые уменьшают или устраняют необходимость в материалах с более высокой молекулярной массой, когда, следовательно, требуется высокое давление наряду с высокими температурами, например, при литье под давлением и реакционном литье под давлением, и вместо этого обеспечивают возможность увеличения молекулярной массы во время процесса или внутри формы, а также по требованию. Предпочтительно матричные частицы содержат материалы матрицы с низкой молекулярной массой. Матричные частицы с низкой молекулярной массой по настоящему изобретению обеспечивают равномерное смешивание наполнителей и обеспечивают более высокую эффективность адгезии без нежелательных реологических проблем. Изобретение позволяет использовать менее сложное оборудование и проводить отверждение по требованию, что упрощает подготовку, хранение, упаковку и обработку материала.

Матричные частицы с низкой молекулярной массой, обеспечиваемые настоящим изобретением, можно наносить в качестве клеящих веществ на различные материалы для различных применений. Настоящее изобретение также предусматривает локальный нагрев или термическую активацию. Матричные частицы, описанные в этом документе, обеспечивают способность активировать полимеризацию по требованию. Полимеризацию, предложенную в данном изобретении, можно активировать с помощью подложек, наполнителей, других добавок и т.п. Другими словами, непрозрачность или отсутствие пропускаемости объемной химической смеси или предполимеризационной смеси существенно не влияет на ход реакции. Матричные частицы с низкой молекулярной массой, описанные в этом документе, обеспечивают полимеризацию без необходимости сильного нагрева или термической активации.

Материалы с низкой молекулярной массой, то есть матричные частицы по настоящему изобретению, можно наносить на подложку с образованием узора, обеспечивая тем самым нанесенный узором клеящий материал. Воплощения

низкомолекулярных матричных частиц по настоящему изобретению можно наносить с образованием узора, обеспечивая тем самым нанесенный узором клеящий материал, который включает как двухмерную, так и трехмерную селективную активацию.

В некоторых воплощениях матричные частицы, описанные в настоящем документе, обеспечивают полимеризацию по требованию клеящих веществ для производства переработанных товаров, включая жесткие и/или гибкие ламинированные изделия с двумя или более слоями. В некоторых воплощениях матричные частицы, описанные в настоящем документе, обеспечивают полимеризацию клеящих материалов для самоклеящихся материалов и связанных с ними изделий.

В одном воплощении матричные частицы с низкой молекулярной массой по настоящему изобретению обеспечивают улучшенное отверждение клеящих веществ, покрытий и т.п. Это также включает основы для пропускания через них энергии, такие как масса материала с большим количеством наполнителя, непрозрачная масса материала и т.п.

Воплощения настоящего изобретения обеспечивают материалы и способы для улучшенного формования неметаллических материалов, формования полимеров, а также высокоскоростного изготовления и доставки форм.

Этот процесс может происходить и в условиях окружающей среды. Термическую активацию, вызывающую локальную химическую реакцию, осуществляют путем применения электромагнитного излучения (ЭМИ), такого как радиочастотное (РЧ) излучение или микроволновое (МВ) излучение. Настоящее изобретение применимо для склеивания полимерных основ, таких как эластомерные и жесткие основы, включая ткани и слоистые материалы.

Например, матрица, которая растворяется, плавится, расширяется, трескается, разрывается и/или иным образом деформируется из-за нагревания воспринимающего компонента, такого как углеродная нанотрубка, с целью высвобождения или активации химического ингредиента, такого как катализатор, который затем катализирует реакцию, например, реакцию полимеризации или реакцию, которая приводит к реакции быстрого выделения энергии.

Минимизация энергии полимеризации и точный контроль полимеризации

В одном воплощении настоящее изобретение также относится к минимизации энергии, необходимой для активации химических реакций и их эффектов, в частности, к предотвращению сильного нагревания, ограниченному проникновению энергии, как, например, в случае с УФ светом, и способности активировать одно или более химических

явлений по требованию, в любом порядке или последовательности, необходимой для достижения требуемого результата.

Активация химических процессов и полимеризации с помощью непрозрачных объектов

Неконтролируемые и быстрые реакции в химических веществах, отверждаемых УФ излучением, могут привести к образованию сильно сшитых систем. В некоторых случаях, когда требуется прочность, неконтролируемая реакция отверждения УФ излучением приводит к нежелательному остекловыванию и хрупкости. Воплощения настоящего изобретения обеспечивают равномерное распределение катализатора/сокатализатора в качестве компонентов матричных частиц в реакционной смеси. Вне связи с какой-либо теорией, такое равномерное распределение в реакционной смеси позволяет одновременно инициировать реакцию полимеризации в многочисленных центрах, что способствует созданию гомогенной полимерной сетки. Вне связи с какой-либо теорией, одновременная реакция в многочисленных центрах приводит к регулируемому экзотермическому эффекту и повышению эффективности.

Воплощения настоящего изобретения обеспечивают активацию катализаторов полимеризации на одной или более глубинах материала матрицы. Катализатор может находиться на поверхности материала матрицы или на глубине под поверхностью или быть внедрен в материал матрицы. Например, катализатор может быть расположен на глубине под поверхностью до примерно 0,01 мкм, от примерно 0,01 мкм до примерно 0,05 мкм, от примерно 0,05 мкм до примерно 0,1 мкм, от примерно 0,1 мкм до примерно 0,2 мкм, от примерно 0,2 мкм до примерно 0,3 мкм, от примерно 0,3 мкм до примерно 0,4 мкм, от примерно 0,4 мкм до примерно 0,5 мкм, от примерно 0,5 мкм до примерно 0,6 мкм, от примерно 0,6 мкм до примерно 0,7 мкм, от примерно 0,7 мкм до примерно 0,8 мкм, от примерно 0,8 мкм до примерно 0,9 мкм, от примерно 0,9 мкм до примерно 1 мкм, от примерно 1 мкм до примерно 5 мкм, от примерно 5 мкм до примерно 10 мкм или более примерно 10 мкм, и включая любые и все приращения между ними.

В одном воплощении данное изобретение относится к полимеризации в твердом состоянии, при которой молекулярная масса нарастает с течением времени, где полимер уже находится в твердом состоянии или в высоковязком состоянии, но с включением матричных микрочастиц и при обработке с помощью РЧ или МВ выход полимеризации или молекулярную массу можно увеличить, например, *in situ*.

Состав и структура частиц

Ссылаясь теперь на фиг. 5А и 5В, в некоторых воплощениях матричные частицы по настоящему изобретению могут иметь весьма разнообразный состав. Материал матрицы возможно может быть деформируемым. В некоторых воплощениях множество матриц используют в одном воплощении. В некоторых воплощениях можно использовать один или более воспринимающих материалов. В некоторых воплощениях один или более высвобождаемых и/или активируемых ингредиентов содержатся внутри матрицы или на ней. В некоторых воплощениях один или более высвобождаемых и/или активируемых ингредиентов включают один или более ингредиентов из катализатора, сокатализатора, сореагента, топлива, взрывчатого вещества, другого ингредиента и их смесей. В некоторых воплощениях высвобождаемые и/или активируемые ингредиенты высвобождаются одним или более способами, включая, например, растворение, расширение, растрескивание, воздействие света и/или одно или более их сочетаний.

Изменяемый материал матрицы

В настоящем документе «изменяемая матрица» относится к материалу, который при нагревании способен деформироваться, растворяться, плавиться, разрываться, расширяться, сжиматься, пластифицироваться и/или сольватироваться таким образом, чтобы высвободить его активный ингредиент, например, химическое содержимое. Матричная частица может иметь практически любую геометрическую конфигурацию, геометрию или размер. Например, как показано на фиг. 4, матричная частица может иметь форму, включающую одну или более из сферы, тонкой пластины, ленты, листа или покрытия, стержня или вытянутого волокна, пористой конструкции, включающей, например, пеноматериал, или одной или более нерегулярных или аморфных форм.

В некоторых воплощениях, показанных на фиг. 5А и 5В, материал матрицы является непрерывным. В некоторых воплощениях материал матрицы имеет изотропную структуру. В некоторых воплощениях материал матрицы является непрерывным. В некоторых воплощениях материал матрицы имеет анизотропную или ортотропную структуру. В некоторых воплощениях материал матрицы представляет собой смесь одного или более материалов или структур. В некоторых воплощениях материал матрицы включает смесь изотропных и анизотропных структур.

Материал матрицы может состоять из любого подходящего материала, известного в данной области техники. В некоторых воплощениях материал матрицы может быть мономерным, олигомерным или полимерным. Например, матрица может содержать метилметакрилат. В некоторых воплощениях материал матрицы состоит из полимерных

микрочастиц. Например, полимерные микрочастицы могут быть выполнены из полиметилметакрилата (ПММА), стирола и/или одного или более их полимеров или сополимеров. Микрочастицы также могут представлять собой смеси, сплавы и смеси полимеров.

Полимерные микрочастицы могут включать полимерные микросферы и микрокапсулы. Микрокапсулы могут быть пористыми или могут быть частично открытыми.

В некоторых воплощениях микрочастицы представляют собой сферические микрочастицы. Микрочастицы могут иметь эффективный диаметр от примерно 0,1 мкм до примерно 1000 мкм. Используемый в этом документе термин «эффективный диаметр» относится к диаметру эквивалентной сферической микрочастицы того же объема или массы. Например, микрочастицы могут иметь эффективный диаметр от примерно 0,1 мкм до примерно 0,5 мкм, от примерно 0,5 мкм до примерно 1 мкм, от примерно 1 мкм до примерно 5 мкм, от примерно 5 мкм до примерно 10 мкм, от примерно 10 мкм до примерно 50 мкм, от примерно 50 до примерно 100 мкм, от примерно 100 до примерно 200 мкм, от примерно 200 до примерно 300 мкм, от примерно 300 до примерно 400 мкм, от примерно 400 до примерно 500 мкм, от примерно 500 мкм до примерно 600 мкм, от примерно 600 мкм до примерно 700 мкм, от примерно 700 мкм до примерно 800 мкм, от примерно 800 мкм до примерно 900 мкм, от примерно 900 мкм до примерно 1000 мкм, и включая любые и все приращения между ними.

В одном воплощении эффективный диаметр микрочастицы представляет собой одно из численных значений, измеренных в мкм, или одно из численных значений в диапазоне, определяемом любыми двумя численными значениями, указанными ниже, включая конечные точки, в мкм:

0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100; 200; 300; 400; 500; 600; 700; 800; 900 и 1000.

В одном воплощении микросферы, упоминаемые в настоящем документе, представляют собой микрочастицы, состоящие из гомогенного и твердого полимерного материала матрицы, тогда как микрокапсулы представляют собой микрочастицы типа ядро-оболочка, где ядро может быть твердым, жидким или даже представлять собой полое пространство. Микрочастицы также могут быть приготовлены в виде пористого материала матрицы, состоящего из взаимосвязанных микросфер. Пористый материал матрицы может включать поры, образованные на поверхности или которые являются внешними, и/или поры, образованные внутри. Поры могут быть изолированными или соединенными между собой. Поры приводят к получению материала матрицы с очень

низкой плотностью вещества. Поры подходят для захвата воспринимающих материалов и высвобождаемых и/или активируемых ингредиентов, таких как активаторы, катализаторы, сокатализаторы, сореагенты, окислители, ингибиторы реакций, ускорители и/или один или более других высвобождаемых ингредиентов.

В некоторых воплощениях материал матрицы состоит из монодисперсных полимерных частиц. В некоторых воплощениях материал матрицы состоит из полидисперсных полимерных частиц. Полидисперсность может включать узкое распределение частиц по размерам, например, мономодальное распределение, бимодальное распределение или тримодальное распределение. В некоторых воплощениях полидисперсность включает умеренное по ширине распределение частиц по размерам. В некоторых воплощениях полидисперсность включает широкое распределение частиц по размерам. В некоторых воплощениях полидисперсность включает частицы размером от примерно 1 нм до примерно 10 нм, от примерно 10 нм до примерно 50 нм, от примерно 50 нм до примерно 100 нм, от примерно 100 нм до примерно 200 нм, от примерно 200 нм до примерно 400 нм, от примерно 400 нм до примерно 600 нм, от примерно 600 нм до примерно 800 нм, от примерно 800 нм до примерно 1000 нм, примерно 1 мкм, от примерно 1 мкм до примерно 1,5 мкм, от примерно 1,5 до примерно 2 мкм, от примерно 2 мкм до примерно 2,5 мкм, от примерно 2,5 мкм до примерно 3 мкм, от примерно 3 мкм до примерно 3,5 мкм, от примерно 3,5 мкм до примерно 4 мкм, от примерно 4 мкм до примерно 4,5 мкм, от примерно 4,5 мкм до примерно 5 мкм, и включая любые приращения между ними. В некоторых воплощениях средний размер частиц составляет до примерно 0,1 мкм. В некоторых воплощениях средний размер частиц составляет от примерно 0,1 мкм до примерно 0,5 мкм, от примерно 0,5 мкм до примерно 0,8 мкм, от примерно 0,8 мкм до примерно 1 мкм, от примерно 1 мкм до примерно 1,2 мкм, от примерно 1,2 мкм до примерно 1,5 мкм, от примерно 1,5 мкм до примерно 1,8 мкм, от примерно 1,8 мкм до примерно 2 мкм, от примерно 2 мкм до примерно 4 мкм, от примерно 4 мкм до примерно 6 мкм, от примерно 6 мкм до примерно 8 мкм, от примерно 8 мкм до примерно 10 мкм, от примерно 10 мкм до примерно 20 мкм, от примерно 20 мкм до примерно 40 мкм, от примерно 40 мкм до примерно 60 мкм, от примерно 60 мкм до примерно 80 мкм, от примерно 80 до примерно 100 мкм, от примерно 100 мкм до примерно 200 мкм, от примерно 200 мкм до примерно 400 мкм, от примерно 400 мкм до примерно 600 мкм, от примерно 600 до примерно 800 мкм, от примерно 800 мкм до примерно 1000 мкм, и включая любые и все значения между ними.

В некоторых воплощениях материал матрицы в матричных частицах имеет молекулярную массу до 10 кДа. В некоторых воплощениях материал матрицы в

матричных частицах имеет молекулярную массу от примерно 10 кДа до примерно 25 кДа, от примерно 25 кДа до примерно 50 кДа, от примерно 50 кДа до примерно 75 кДа, от примерно 75 кДа до примерно 100 кДа, от примерно 100 кДа до примерно 125 кДа, от примерно 125 кДа до примерно 150 кДа, от примерно 150 кДа до примерно 175 кДа, от примерно 175 кДа до примерно 200 кДа, от примерно 200 кДа до примерно 225 кДа, от примерно 225 кДа до примерно 250 кДа, и включая любые и все приращения между ними. Материалы матрицы с гораздо более высокой молекулярной массой, например, разветвленные или сшитые полимеры, такие как каучук, также входят в объем данного изобретения.

В некоторых воплощениях материал матрицы имеет молекулярную массу, указанную любым численным значением ниже, в кДа, или численным значением в диапазоне, определяемом любыми двумя численными значениями ниже, включая конечные точки такого диапазона, в кДа:

200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 20000, 30000, 40000, 50000, 60000, 70000, 80000, 90000, 100000, 200000, 300000, 400000, 500000, 600000, 700000, 800000, 900000 и 1000000.

В некоторых воплощениях дисперсия полимерных частиц включает частицы с низкой степенью сшивки. В некоторых воплощениях дисперсия полимерных частиц включает частицы со стандартной или промежуточной степенью сшивки. В некоторых воплощениях дисперсия полимерных частиц включает частицы с высокой степенью сшивки.

Воспринимающие материалы

В некоторых воплощениях композиция матричных частиц по настоящему изобретению включает один или более воспринимающих материалов. Воспринимающие материалы, рассматриваемые в этом документе, представляют собой частицы, которые можно нагревать или иным образом активировать для выработки тепла. Воспринимающие материалы состоят из материалов, которые создают более высокие скорости нагрева или более низкую тепловую нагрузку, чем окружающие или соседние материалы матрицы. Более высокие скорости нагрева воспринимающих материалов приводят к изменению, как было определено ранее, матрицы при применении источника энергии без объемного нагрева материала матрицы. Нагретые воспринимающие материалы могут вызывать деформацию материала матрицы, так что компоненты или химические ингредиенты, которые могут влиять на реакции, такие как катализаторы или

ингибиторы внутри матрицы, могут участвовать в одной или более химических реакциях. Воплощения воспринимающих материалов, которые можно нагревать, включают один или более материалов на основе углерода или карбида кремния. Воспринимающие материалы могут включать один или более черных или цветных металлов, включая, например, один или более оксидов переходных металлов, ферриты и т.п., и/или одно или более их сочетаний. К переходным металлам относятся Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu и Zn.

Воплощения воспринимающих материалов из двухвалентного железа включают один или более ферритовых порошков, частицы суперпарамагнитного оксида железа (СПИОН) и т.п., включая одно или более их сочетаний. Воплощения воспринимающих материалов включают один или более материалов из графена, фуллеренов, одностенных углеродных нанотрубок, многостенных углеродных нанотрубок, углеродных нановолокон, наполненных или допированных углеродных нанотрубок, углеродных листов, фуллереновой бумаги и т.п., включая одно или более их сочетаний.

Воплощения воспринимающих материалов состоят из одного или более материалов, которые генерируют тепло при воздействии радиочастотного (РЧ) излучения и/или микроволнового (МВ) излучения; микроволновое нагревание используют в качестве примера для описания способа настоящего изобретения (см. ниже). Приложенные извне микроволны могут вызывать внутренний нагрев матрицы. Вне связи с какой-либо теорией, в отличие от традиционных способов объемного нагрева, скорость микроволнового нагрева не ограничивается скоростью передачи тепла от внешних источников тепла внутрь объемной реакционной смеси. Соответственно, микроволновый нагрев более эффективен, чем обычный нагрев. То есть микроволновый нагрев обеспечивает более быстрый и равномерный нагрев объемной реакционной смеси, которая содержит матричные частицы по настоящему изобретению, диспергированные в объемной реакционной смеси. Кроме того, обычный нагрев происходит посредством теплового потока от внешних источников тепла, в то время как обычный нагрев распространяется от поверхности к ядру объемной реакционной смеси одним или более способами, включая теплопередачу и/или конвекцию, а также посредством перемешивания.

Как таковая, поверхность объемной реакционной смеси часто остается при более высокой температуре, чем ядро объемной реакционной смеси. Например, внешняя поверхность реакционного сосуда, находящаяся в непосредственном контакте с объемной реакционной смесью, нагревает находящуюся в непосредственной близости область объемной реакционной смеси с постепенно снижающейся температурой к ядру. Даже если устанавливается равновесная температура, область объемной реакционной смеси вблизи

стенки реакционного сосуда, вероятно, будет иметь температуру от более высокой до гораздо более высокой, что приведет к неравномерному выходу и изменению химических свойств объемной реакционной смеси по мере превращения в конечный продукт. Например, в реакции полимеризации объемная реакционная смесь, начиная с мономеров и олигомеров и, если это зависит от температуры, будет либо иметь распределение молекулярной массы снаружи к ядру объемной реакционной смеси, либо будет иметь более высокую степень разложения ближе к реакционному сосуду или будет иметь более сильное гелеобразование/сшивку у стенок реакционного сосуда.

Это может привести к неравномерному нагреву, перегреву и/или недогреву, что приведет к неравномерности реакции, что затем может повлиять на выход или создать проблемы с другими параметрами реакции. Однако, поскольку микроволновый нагрев может происходить равномерно как в ядре, так и снаружи объемного реакционного материала, поскольку микроволны проникают в матричные материалы и почти одновременно термически активируют или возбуждают воспринимающие материалы внутри ядра объемного материала, внутри объемного материала генерируется тепло, что позволяет ядру матрицы обычно сохранять даже более высокую температуру, чем поверхность. То есть могут быть созданы локализованные источники тепла, имеющие очень малые размеры.

По существу, в некоторых воплощениях воспринимающие материалы расположены внутри сердцевины матричной частицы, такой как материал полимерной матрицы, поэтому при воздействии микроволн воспринимающие материалы нагреваются, что приводит к нагреванию сердцевины матричной частицы. В некоторых воплощениях воспринимающие материалы расположены на поверхности матричной частицы, так что при воздействии микроволн происходит локальный резкий нагрев поверхности матричной частицы.

Воплощения воспринимающих материалов активируются при одной или более частотах или диапазонах частот. Частоты могут включать одну или более частот в следующих диапазонах: примерно до 100 МГц, от примерно 100 МГц до примерно 200 МГц, от примерно 200 МГц до примерно 400 МГц, от примерно 400 МГц до примерно 600 МГц, от примерно 600 МГц до примерно 800 МГц, от примерно 800 МГц до примерно 1000 МГц, от примерно 1000 МГц до примерно 1500 МГц, от примерно 1500 МГц до примерно 2000 МГц, от примерно 2000 МГц до примерно 2500 МГц, от примерно 2500 МГц до примерно 5000 МГц, от примерно 5000 МГц до примерно 7500 МГц, и включая любые приращения между ними. Предпочтительный диапазон частот составляет от 900 МГц до 2500 МГц.

В некоторых воплощениях частоты имеют одно из приведенных ниже численное значение, измеренное в МГц, или находятся в диапазоне, определяемом любыми двумя численными значениями, указанными ниже, включая конечные точки такого диапазона, в МГц:

10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 950, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000, 5500, 6000, 6500, 7000 и 7500.

Воплощения воспринимающих материалов включают одну или более форм. Например, воспринимающие материалы могут быть сферическими, цилиндрическими, дискообразными, трубчатыми или кубовидными и могут иметь одну или более других правильных многоугольных призматических форм, одну или более неправильных форм и/или одно или более их сочетаний.

В некоторых воплощениях воспринимающие материалы функционализированы. В некоторых воплощениях воспринимающие материалы включают как функционализированные, так и нефункционализированные воспринимающие материалы. В некоторых воплощениях функциональные группы включают поверхностные функциональные группы, причем функциональные группы включены посредством одного или более мономерных или полимерных поверхностно-активных веществ. Например, в некоторых воплощениях воспринимающие материалы могут включать одну или более карбоксильных групп, гидроксильных групп, метильных групп и т.п. Воспринимающий материал может включать одну или более функциональных групп, которые увеличивают или уменьшают гидрофильность или гидрофобность. Воспринимающие материалы могут включать различные функциональные группы, так что области воспринимающего материала являются более гидрофильными или гидрофобными, чем другие области воспринимающего материала. Например, воспринимающие материалы могут иметь такие функциональные группы, что воспринимающий материал имеет полярный конец и неполярный конец.

Высвобождаемые и/или активируемые ингредиенты

В некоторых воплощениях материал матрицы включает один или более высвобождаемых и/или активируемых ингредиентов, также известных как высвобождаемые ингредиенты или активные ингредиенты. Один или более высвобождаемых и/или активируемых ингредиентов могут быть заключены в оболочку или захвачены материалом матрицы, который может быть полимерным, олигомерным, мономерным или представлять собой смесь этих трех материалов. Например, один или

более высвобождаемых ингредиентов могут быть физически захвачены или заключены в одну или более пор материала матрицы микрочастиц. В некоторых воплощениях один или более высвобождаемых ингредиентов могут быть химически захвачены полимерным материалом матрицы. То есть один или более высвобождаемых ингредиентов могут быть химически связаны с одним или более материалами матрицы внутри матричной частицы. Высвобождаемые ингредиенты могут включать один или более катализаторов, сокатализаторов, сореагентов, окислителей, ингибирующих реакцию соединений, хелаторов, инициаторов, ускорителей, активаторов, включая поверхностные активаторы, модификаторов, топлив, взрывчатых веществ и/или одно или более их сочетаний. Высвобождаемые ингредиенты могут включать любое химическое вещество, сочетание химических веществ, органических или неорганических, как это известно в данной области техники. В некоторых воплощениях один или более высвобождаемых ингредиентов могут включать одно или более соединений, способных инициировать полимеризацию, например, анионную, катионную или свободнорадикальную полимеризацию.

В некоторых воплощениях один или более высвобождаемых ингредиентов включают один или более ингредиентов, которые инициируют одну или более реакций, включая окислительно-восстановительные реакции, такие как реакции анаэробной адгезии. Например, один или более высвобождаемых ингредиентов могут включать один или более гидропероксидов и один или более переходных металлов. Один или более высвобождаемых ингредиентов могут содержаться в разных микрокапсулах внутри матрицы, в разных порах, захвачены материалом матрицы, связаны с одним или более компонентами материала матрицы или иным образом сохраняются разделенными и контактируют только когда материал матрицы нагревается или активируется.

В одном воплощении один или более высвобождаемых ингредиентов включают один или более ускорителей металлов или катализаторов, таких как ферроцен или другие металлоцены. Один или более катализаторов можно комбинировать с пероксидами и/или другими соединениями для активации или дезактивации полимеризации. В некоторых воплощениях катализатор включает одно или более соединений из Cu-ацетилацетоната, Cu-2-этилгексаноата, ферроцена, диметиламинометилферроцена и/или одно или более их сочетаний. В некоторых воплощениях один или более высвобождаемых ингредиентов включают один или более стабилизаторов свободных радикалов, таких как гидрохинон или п-метоксифенол.

В некоторых воплощениях, включая, например, композиции, которые содержат анионный цианакрилат и/или метиленмалонат, один или более высвобождаемых

ингредиентов могут включать одно или более неорганических оснований или органических оснований (например, пропионат натрия). В еще одном примере при катионной полимеризации эпоксидных смол высвобождаются один или более ингредиентов, таких как диарилйодий и триарилсульфоний, блочные суперкислоты, катионные катализаторы. В некоторых воплощениях, например, при конденсационной полимеризации, один или более высвобождаемых ингредиентов могут включать один или более катализаторов, таких как соединения сурьмы, германия, титана и алюминия.

Топлива и взрывчатые вещества и т.п. являются еще одним примером использования таких материалов. В частности, можно использовать по отдельности или в сочетании топливо или другой взрывчатый материал с дополнительными материалами или без них, как описано, для инициирования химической реакции, выделяющей в различных формах большое количество энергии либо отдельно, либо в сочетании с другими реакционноспособными материалами, чтобы способствовать событию, например, от включения поршня в двигателе до взрывного устройства, от момента зажигания до простого высокоскоростного нагрева.

В одном воплощении высвобождаемый ингредиент может изменять физические характеристики объемной реакционной смеси, например, увеличивать или уменьшать ее вязкость или придавать цвет или другие оптические свойства объемной реакционной смеси, например, особенно когда она достигает своего химического равновесия с продуктом.

Структуры частиц

Воплощения настоящего изобретения обеспечивают композиции матричных частиц, содержащие материал матрицы, состоящие из одной или более частиц, описанных в этом документе, одного или более воспринимающих материалов, описанных в этом документе, и/или одного или более высвобождаемых ингредиентов, описанных в этом документе. Композиция матричных частиц может быть просто структурирована как материал матрицы, содержащий воспринимающий материал и высвобождаемый ингредиент, как описано выше, и может находиться в любой геометрической конфигурации, необходимой для применения. Например, матричная частица может иметь сферическую или приблизительно сферическую конфигурацию, ленточную или листовую конфигурацию, стержнеобразную или волокнистую конфигурацию, пористую конфигурацию, включающую, например, пеноматериал, и/или одну или более нерегулярных конфигураций. Следует отметить, что в некоторых воплощениях

высвобождаемый ингредиент может не высвободиться физически, а может быть химически активирован для выполнения своей функции.

В некоторых воплощениях композиции матричных частиц могут иметь различные фазы, содержащие либо воспринимающие материалы, либо активируемые и/или высвобождаемые ингредиенты. В некоторых воплощениях композиции матричных частиц могут иметь непрерывные фазы, которые содержат как воспринимающие материалы, так и/или высвобождаемые ингредиенты. В некоторых воплощениях один или более воспринимающих материалов или высвобождаемых ингредиентов, таких как активаторы/катализаторы, могут содержаться в первом слое и/или одном или более последующих или чередующихся слоях покрытия материала матрицы в композиции матричных частиц.

В некоторых воплощениях композиции частиц включают гидрофильный химический состав, гидрофобный химический состав и/или одну или более областей с гидрофильным и/или гидрофобным химическим составом. В некоторых воплощениях один или более функционализированных воспринимающих материалов расположены внутри композиции частиц или на ней так, что одинаково заряженные функциональные группы воспринимающих материалов и химический состав частиц выровнены. Например, гидрофильная область одного или более воспринимающих материалов совпадает с одной или более областями композиции матричных частиц, имеющих одну или более гидрофильных функциональных групп. Аналогичным образом, в некоторых воплощениях гидрофобная область одного или более воспринимающих материалов выравнивается с одной или более областями композиций матричных частиц, имеющих одну или более гидрофобных функциональных групп. По существу, положение одного или более воспринимающих материалов внутри композиций матричных частиц или на них может определяться гидрофильными или гидрофобными областями композиции матричных частиц.

Воплощения композиции матричных частиц включают конфигурацию, в которой воспринимающие материалы объединены с материалом матрицы и одним или более высвобождаемыми ингредиентами. Воплощения композиции матричных частиц включают конфигурации, в которых воспринимающие материалы могут присутствовать на поверхности первого материала матрицы или в другом материале матрицы, находящемся в контакте с первым материалом матрицы. В некоторых воплощениях композиция частиц включает первый слой материала матрицы и один или более дополнительных прилегающих слоев материала матрицы. Например, в некоторых воплощениях композиция матричных частиц может включать один материал матрицы или

слой материала матрицы, 2 слоя материала матрицы, 3 слоя материала матрицы и т.д. Композиция матричных частиц может включать один или более гомогенных слоев, один или более гетерогенных слоев и/или их сочетания. Например, в некоторых воплощениях в одну композицию матричных частиц включено более одного воспринимающего материала или типа воспринимающего материала. Дополнительные воспринимающие материалы могут быть расположены в одном и том же слое материала матрицы, в соседних слоях материала матрицы, в чередующихся слоях материала матрицы и т.п.

В некоторых воплощениях более одного высвобождаемого ингредиента, такого как активатор или катализатор, включено в один и тот же слой материала матрицы или в другой слой материала матрицы. Активатор или катализаторы могут быть расположены в одном и том же слое материала матрицы, в соседних слоях материала матрицы, в чередующихся слоях матричного матрицы и т.п. В некоторых воплощениях более одного высвобождаемого ингредиента включено в один и тот же слой материала матрицы или в другой слой материала матрицы. Высвобождаемый ингредиент может быть расположен в одном и том же слое материала матрицы, в соседних слоях материала матрицы, в чередующихся слоях материала матрицы и т.п.

В некоторых воплощениях каждый слой матричного материала содержит одно сочетание воспринимающего материала, активатора/катализатора и высвобождаемого ингредиента, такого как активатор/катализатор. В некоторых воплощениях каждый слой матричного материала содержит более одного сочетания воспринимающего материала и высвобождаемого ингредиента, такого как активатор/катализатор. В некоторых воплощениях композиция матричных частиц включает более одного слоя матричного материала, где каждый слой матричного материала содержит одно и то же сочетание воспринимающего материала и высвобождаемого ингредиента, такого как активатор/катализатор. В некоторых воплощениях композиция частиц включает более одного слоя матричного материала, причем каждый слой матричного материала содержит различное сочетание воспринимающего материала и высвобождаемого ингредиента, такого как активатор/катализатор.

В некоторых воплощениях композиция частиц матрицы включает более одного слоя материала матрицы, причем каждый слой выполнен так, чтобы иметь время отверждения в пределах одного и того же временного интервала. В некоторых воплощениях композиция матричных частиц включает более одного слоя материала матрицы, причем каждый слой имеет время отверждения с различными интервалами времени, например, в формованных конструкциях. В некоторых воплощениях слоистые материалы матрицы предназначены для управления напряжениями и/или другими

физическими свойствами в составе частиц или в материале, в которой их внедряют или на который их наносят. Например, в некоторых воплощениях композиция частиц составлена с различными количествами или концентрациями одного или более активируемого матричного компонента, активатора, катализатора, высвобождаемого ингредиента и т.п.

Возможно, матричная частица может быть полностью или частично поддержана и/или защищена иным образом, например, с помощью разрушаемой или неразрушаемой основы, включающей, например, металл, керамику или стекло и т.п., и в трех измерениях в виде пеноматериала, твердого объекта, покрытого или пропитанного композицией матричных частиц. Более того, в качестве примера, объект может иметь шероховатую, шипованную или аналогичную текстуру поверхности, чтобы, например, предотвращать раздавливание матричным материалом находящиеся под ним, но окружающие указанные структуры. Другой пример может включать композицию матричных частиц в виде покрытых шариков, частиц, гранул и т.п., включая металлические стеклянные шарики или даже воспринимающий материал в виде шарика для плавления или иной деформации композиции матричных частиц, нанесенного на поверхность, посредством нагрева.

В некоторых воплощениях используют несколько матриц, если, например, этого требует конкретная область применения. Матрица может быть сформирована в различных конфигурациях, включая один или более слоев покрытия, узорчатые пленки или слои, текстурированную геометрию и т.п.

Во всех применениях воспринимающие материалы возбуждаются внешним высокочастотным электромагнитным излучением (ЭМИ), чтобы изменить, например, деформировать, растворить или расплавить, частично или полностью, окружающую матрицу или матрицы с высвобождением катализатора, сокатализатора, ингибитора, сореагента или ускорителя, топлива, взрывчатого вещества или других ингредиентов. В некоторых воплощениях воспринимающие материалы, такие как УНТ, возбуждают или активируют для нагревания или термической активации матрицы. В некоторых воплощениях нагревание или термическая активация матрицы деформирует материал матрицы.

Матричные частицы предоставляют эффективный способ доставки воспринимающих материалов в составы, используемые, например, в клеящих веществах, покрытиях, композиционных материалах, формованных изделиях и полимерных системах. Использование матричных частиц в качестве носителя помогает поддерживать реологические характеристики, например, даже при низких нагрузках УНТ вызывают резкие скачки вязкости, что затрудняет обработку.

В зависимости от конкретных применений также используют различные воспринимающие материалы. Например, при отверждении непрозрачных полимеров одно- и многостенные углеродные нанотрубки, листы и волокнистые воспринимающие материалы обычно представляют собой очень эффективный воспринимающий энергию материал для нагрева и высвобождения данного катализатора. В другом примере, где оптическая прозрачность является решающим фактором, для прозрачности можно использовать УНТ с нитридом бора.

Размер воспринимающего компонента варьируется от нанометров до микрометров и миллиметров по меньшей мере в одном измерении. Например, в некоторых воплощениях размер воспринимающего компонента составляет от примерно 1 нм до примерно 10 нм, от примерно 10 нм до примерно 100 нм, от примерно 100 нм до примерно 1 мкм, от примерно 1 мкм до примерно 10 мкм, от примерно от 10 мкм до примерно 100 мкм, от примерно 100 мкм до примерно 1000 мкм, и включая любые приращения между ними.

В некоторых воплощениях размер воспринимающего компонента, измеренный в нм, имеет одно из приведенных ниже численных значений или находится в диапазоне, определяемом любыми двумя численными значениями, указанными ниже, включая конечные точки такого диапазона, в нм, или получен сложением любых двух численных значений, в нм:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 20000, 30000, 40000, 50000, 60000, 70000, 80000, 90000, 100000, 200000, 300000, 400000, 500000, 600000, 700000, 800000, 900000 и 1000000.

В некоторых воплощениях воспринимающие материалы равномерно диспергированы в материале матрицы. Рассредоточение воспринимающих материалов может позволить использовать оптимизированную массу воспринимающих материалов. В некоторых воплощениях хорошо распределенные воспринимающие материалы могут приводить к возникновению сильных сил Ван-дер-Ваальса между воспринимающими материалами и материалом матрицы, это предполагается теоретически без привязки к какой-либо теории в качестве ограничения объема настоящего изобретения. Взаимодействие воспринимающих материалов и матрицы также может осуществляться посредством как ковалентных, так и нековалентных связей.

Воспринимающий материал может включать углеродные нанотрубки, углеродные наноструктуры, частицы железа, включая суперпарамагнитные наночастицы оксида железа (СПИОН) и т.п.

Катализатор, сокатализатор, ингибитор, сореагент, ускоритель, топливо, взрывчатое вещество, другие ингредиенты и т.п., а также смеси могут быть практически любого состава, но предпочтительно, чтобы конечные частицы присутствовали в концентрации, подходящей для требуемых химических реакций. Области применения могут быть очень уникальными и сильно различаться по своим требованиям.

В некоторых воплощениях концентрации воспринимающего компонента могут варьироваться от 0,01% до 10%, как правило, в зависимости от самой области применения и ее требований, решающее значение имеет сама область применения и ее требования. Энергетические потребности зависят от температуры и динамики деформации, передачи тепла окружающей матрице, временного интервала события от тысячных долей секунды до десятков секунд и более. В некоторых воплощениях матрица включает один или более восков. Воски могут включать один или более натуральных восков, таких как карнаубский воск. Воски могут включать один или более синтетических восков, таких как, например, полиэтиленовый воск. Воски могут включать сочетание как синтетических, так и натуральных восков, так что это сочетание имеет четкую температуру плавления. В некоторых воплощениях воски имеют температуры плавления и/или деформации в диапазоне примерно от 50°C до 300°C. Например, восковая матрица в некоторых воплощениях имеет температуру плавления от примерно 50°C до примерно 75°C, от примерно 75°C до примерно 100°C, от примерно 100°C до примерно 125°C, от примерно 125°C до примерно 150°C, от примерно 150°C до примерно 175°C, от примерно 175°C до примерно 200°C, от примерно 200°C до примерно 225°C, от примерно 225°C до примерно 250°C, от примерно 250°C до примерно 275°C, от примерно 275°C до примерно 300°C, и включая любые и все приращения между ними.

Воски в качестве материала матрицы

Под «воском» подразумевается любой воск природного или синтетического происхождения. Он также включает сочетания или смеси одного или более восков природного и/или синтетического происхождения. К натуральным воскам относятся воски растительного происхождения, животные воски и минеральные воски. Синтетические воски производят физическими или химическими процессами. Поскольку натуральные воски представляют собой смеси, они мягче и плавятся при более низких температурах, чем чистые компоненты.

Воск может представлять собой парафиновый воск, который представляет собой линейный алкан с общей формулой C_nH_{2n+2} , где n варьируется от 13 до 80. Парафиновый воск с $n=13$ называется тридеканом, а парафиновый воск с $n=80$ представляет собой

октаконтан. Температура плавления воска C_{13} составляет $-5,4^{\circ}\text{C}$. Аналогично, температура плавления воска C_{60} составляет 100°C . Аналогично, температура плавления высших восков (от C_{60} и до C_{80}) выше 100°C . В зависимости от диапазона температур, до которого необходимо нагреть объемную реакционную смесь, можно подобрать матричную частицу на основе воска со специфическим восковым ядром внутри нее, которое изменяется, деформируется или плавится в этом конкретном температурном диапазоне.

Примеры восков растительного происхождения включают смеси неэтерифицированных углеводов, которые могут преобладать над сложными эфирами. Эпикутикулярные воски растений представляют собой смеси замещенных длинноцепочечных алифатических углеводов, содержащих алканы, алкиловые сложные эфиры, стероловые сложные эфиры, жирные кислоты, первичные и вторичные спирты, диолы, кетоны, альдегиды, алифатические альдегиды, первичные и вторичные спирты, β -дикетоны, триацилглицерины и многие другие. Конкретные примеры растительного воска включают карнаубский воск, канделильский воск, воск урикури, воск растения жожоба, воск бейберри, японский воск, подсолнечный воск, талловое масло, талловый воск, рисовый воск и остатки после экстракции масла из растительного сырья.

Животный воск включает пчелиный воск, а также воски, выделяемые другими насекомыми. Основным компонентом пчелиного воска, используемого при строительстве сот, является сложный эфир мирицилпальмитата, который представляет собой сложный эфир триакоктанола и пальмитиновой кислоты. Спермацет в больших количествах содержится в головном жире кашалота. Одним из его основных компонентов является цетилпальмитат, еще один сложный эфир жирной кислоты и жирного спирта. Ланолин представляет собой воск, полученный из шерсти, состоящий из стероловых сложных эфиров. Другие примеры воска животного происхождения включают ланоцерин, шеллак и озокерит.

Примеры минеральных восков включают горный воск, парафиновый воск, микрокристаллический воск и промежуточный воск. Хотя многие натуральные воски содержат сложные эфиры, парафиновые воски представляют собой углеводороды, смеси алканов, обычно находящиеся в гомологическом ряду длин цепей. Парафины представляют собой смеси насыщенных нормальных и изоалканов, нафтенов, а также алкил- и нафтензамещенных ароматических соединений. Степень разветвления оказывает важное влияние на свойства. Горный воск представляет собой окаменелый воск, добываемый из угля и бурого угля. Он очень твердый, что отражает высокую концентрацию насыщенных жирных кислот/сложных эфиров и спиртов. Горный воск

включает химические компоненты, образованные из длинноцепочечных алкиловых кислот и алкиловых сложных эфиров, имеющих длину цепи примерно от 24 до 30 атомов углерода. Кроме того, натуральный горный воск содержит смоляные кислоты, политерпены и некоторое количество спирта, кетонов и других углеводородов, поэтому он не является «чистым» воском. Число омыления горного воска, который представляет собой омыляемый воск, составляет примерно 92, а его температура плавления составляет примерно 80°C. Помимо горного воска, известны и другие воски природного происхождения, используемые в различных отраслях промышленности, в том числе нефтяные воски, полученные из сырой нефти после переработки, в состав которых входят макрокристаллический воск, микрокристаллический воск, вазелин и парафиновый воск. Парафиновый воск также является натуральным воском, полученным из нефти и состоящим в основном из линейных алканов, имеющих среднюю длину цепи 20-30 атомов углерода.

Синтетические воски включают воски на основе полипропилена, полиэтилена и политетрафторэтилена. Другие синтетические воски основаны на аминах жирных кислот, синтезе Фишера-Тропша и полиамидах. Полиэтилен и родственные производные. Некоторые воски получают путем крекинга полиэтилена при 400°C. Продукты имеют формулу $(C_nH_2)_nH_2$, где n составляет от 50 до 100.

Известны также синтетические воски, которые включают синтетический полиэтиленовый воск с низкой молекулярной массой, т.е. с молекулярной массой менее примерно 10000, и полиэтилены, обладающие воскоподобными свойствами. Такие воски могут быть получены путем прямой полимеризации этилена в условиях, подходящих для регулирования молекулярной массы. Полиэтилены с молекулярной массой в диапазоне примерно 2000-4000 представляют собой воски, а когда молекулярная масса составляет примерно 4000-12000, они становятся восковыми смолами.

Воски Фишера-Тропша представляют собой полиметиленовые воски, полученные путем особого полимеризационного синтеза, в частности, синтеза Фишера-Тропша (полимеризация монооксида углерода при высоком давлении, высокой температуре и в присутствии специальных катализаторов для получения углеводородов с последующей перегонкой для разделения продуктов на жидкое топливо и воски). Такие воски (углеводородные воски микрокристаллического, полиэтиленового и полиметиленового типов) могут быть химически модифицированы, например, окислением на воздухе (для получения кислотного числа 30 или менее и числа омыления не ниже 25) или модифицированы малеиновым ангидридом или карбоновой кислотой. Такие модифицированные воски легче эмульгируются в воде и могут быть подвергнуты

омылению или этерификации. Другие известные синтетические воски представляют собой полимеризованные альфа-олефины. Эти воски образованы из высших альфа-олефинов с 20 или более атомами углерода, которые обладают воскоподобными свойствами. Материалы являются очень разветвленными с широким распределением молекулярной массы и температурой плавления от 54°C до 75°C с молекулярной массой от 2600 до 2800. Таким образом, воски различаются в зависимости от природы основного материала, а также процесса полимеризации или синтеза и полученной химической структуры, включая использование любой химической модификации и ее тип.

Матричные частицы могут быть получены либо путем полимеризации, либо путем физического разрушения материала, эмульсионной, дисперсионной и/или суспензионной полимеризации, полимеризации типа ядро-оболочка, диспергирования в растворителе, кавитации текучих сред и/или твердых веществ в текучих средах, слияния воспринимающих материалов и катализаторов, слияния с последующим измельчением, дроблением и подобными процессами.

На фиг. 1 показана твердая матричная частица, которая содержит углеродные нанотрубки в качестве воспринимающего материала и катализатор для ускорения химической реакции. На матричную частицу воздействует радиочастота, которая нагревает частицы углеродных нанотрубок. Эти частицы внедрены вблизи частиц катализатора. Материал матрицы плавится или деформируется, полностью или частично, но под действием радиочастоты высвобождается катализатор, который затем катализирует реакцию вещества, в которое включено множество матричных частиц.

В этом воплощении РЧ или МВ энергия только нагревает и плавит матричные частицы. Скорость нагрева матричной частицы на много порядков выше, чем у соседних материалов. Дифференциальный нагрев матричных частиц приводит к деформации матричных частиц, не вызывая объемного нагрева. Кроме того, однородно диспергированные матричные частицы и размер частиц не приводят к заметному нагреву соседних составов. В результате РЧ или МВ энергия активирует высвобождение содержимого матричных частиц, вызывая равномерную и быструю полимеризацию. В одном воплощении требуется 2% или менее катализатора, обычно в диапазоне частот на миллион.

В одном воплощении процентное содержание катализатора имеет любое численное значение, выбранное из численных значений, представленных ниже, или находится в диапазоне, определяемом любыми двумя численными значениями, указанными ниже, включая конечные точки такого диапазона:

0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9 и 2,0.

На фиг. 2 показано реакционное литье под давлением, которое практикуется в настоящее время и в соответствии с изобретением. В результате изобретения не требуется никакого сложного смешивания. Вместо термоотверждения проводится радиочастотное отверждение. Это исключает или сокращает использование стальных форм; реакцию можно осуществлять при более низком давлении без применения большого количества тепла, и она происходит быстрее. Это также значительно сокращает время отверждения.

Как показано на фиг. 3, как это практикуется в настоящее время, для клеящих веществ для ламинирования пленки используют множество линий по производству пленки для множества слоев. При использовании настоящего изобретения одну линию можно использовать для множества слоев. Преимуществом является высокая скорость, отсутствие нагрева, возможность отверждения непрозрачных материалов и отсутствие ограничений по глубине. Также достигается контроль места отверждения в дополнение к точному контролю времени проведения отверждения в процессе производства.

В одном воплощении источник РЧ или МВ представляет собой направленный источник, в котором излучение фокусируется на конкретном объекте или интересующей области.

В некоторых воплощениях матрица может иметь покрытие. В некоторых воплощениях покрытие является сплошным. В некоторых воплощениях покрытие является несплошным. В некоторых воплощениях покрытие имеет узор. В некоторых воплощениях покрытие нанесено в один или более слоев. В некоторых воплощениях покрытие является анизотропным.

В некоторых воплощениях покрытие прикреплено к матрице одним или более способами, включая, например, переплетение, взаимодействия Ван-дер-Ваальса, прикрепление через одно или более химически связанных соединений и т.п. В некоторых воплощениях покрытие включает один или более восков, одно или более гидрофобных соединений и/или гидрофобных функциональных групп, одно или более соединений, имеющих неполярный компонент, включая неполярную концевую группу, включая одно или более масел, жирных кислот и т.п.

Покрытие может иметь толщину до 10 нм, от примерно 10 нм до примерно 15 нм, от примерно 50 нм до примерно 100 нм, от примерно 100 нм до примерно 500 нм, от примерно 500 нм до примерно 1 мкм, от примерно 1 мкм до примерно 2 мкм, от примерно 2 мкм до примерно 5 мкм, от примерно 5 мкм до примерно 10 мкм, от примерно 10 мкм до примерно 50 мкм, от примерно 50 мкм до примерно 100 мкм, от примерно 100 мкм до примерно 500 мкм, от примерно 500 мкм до примерно 1 мм, от примерно 1 мм до примерно 2 мм, от примерно 2 мм до примерно 5 мм, от примерно 5 мм до примерно

10 мм, от примерно 10 мм до примерно 50 мм, от примерно 50 до примерно 100 мм до примерно 100 мм, от примерно 100 мм до примерно 500 мм, и включая любые приращения между ними.

Воплощения матрицы могут включать один или более дополнительных компонентов для обеспечения регулируемого высвобождения по требованию. Например, матрицы и/или покрытие, и/или содержащие несплошное покрытие матрицы, с покрытием или без него, на любой поверхности, пригодной для активации матрицы, такие как круглые волокна, текстильные волокна, полимерные волокна, полые волокна, армирующие волокна, такие как используемые в композиционных материалах, листах, гибких или негибких материалах, пеноматериалах и других пористых структурах, нетканых материалах, тканых материалах, полимерных сетках, армирующих сетках и т.п.

В некоторых воплощениях матрица включает один или более наполнителей. Воплощения наполнителей включают частицы, а также волокна. Волокна могут иметь одну или более длин. Волокна могут включать измельченные волокна. Воплощения наполнителей включают одну или более глин, наполнителей, пластификаторов, пластиковых частиц, наночастиц различной формы и т.п.

Способ и оборудование для активации частиц

Способ и оборудование для активации частиц составляют целостную «Систему», включающую различные типы воспринимающих материалов, активаторы, матричные компоненты, источник(и) радиочастотной и/или сверхвысокочастотной энергии, переработку материалов, программное обеспечение и средства управления.

Скорость, время, производительность устройства, фактор формы, топология и объем устройства входят в число зависимых характеристик, которые анализируются для каждого применения и корректируются системами для получения требуемого конечного продукта или результата для данного набора материалов.

Воспринимающие материалы возбуждают посредством внешнего высокочастотного электромагнитного излучения (ЭМИ) для частичной или полной деформации окружающей матрицы или матриц с высвобождением катализатора, сокатализатора, сореагента или ускорителя. С использованием свойств удаленного джоулевого нагрева углеродных нанотрубок (УНТ), без привязки к теории физических свойств, позволяющих УНТ нагревать окружающие материалы, нагретые УНТ используют для деформации окружающей матрицы.

В наиболее распространенной форме для возбуждения воспринимающих материалов и деформации окружающей матрицы для высвобождения материала

катализатора или активатора используют микроволновое электромагнитное излучение с длинами волн от одного метра до одного миллиметра; с частотами от 300 МГц (1 м) до 300 ГГц (1 мм). На практике можно использовать различные электромагнитные длины волн и частоты; предпочтительно наиболее распространенными в настоящее время частотами для потребительских и промышленных областей применения являются частоты 915 МГц и 2450 МГц. Однако одна или более подходящих частот могут включать до примерно 100 МГц, от примерно 100 МГц до примерно 200 МГц, от примерно 200 МГц до примерно 400 МГц, от примерно 400 МГц до примерно 600 МГц, от примерно 600 МГц до примерно 800 МГц, от примерно 800 МГц до примерно 1 ГГц, от примерно 1 ГГц до примерно 1,5 ГГц, от примерно 1,5 ГГц до примерно 2 ГГц, от примерно 2 ГГц до примерно 2,5 ГГц, от примерно 2,5 ГГц до примерно 5 ГГц, от примерно 5 от ГГц до примерно 7,5 ГГц, и включая любые приращения между ними.

Таблица 1. Частоты и длины волн излучения

Сверхвысокие частоты	Длина волны
245 MHz \pm 0,2%	122,19 см
433,92 MHz \pm 0,2%	69,14 см
580 MHz \pm 0,2%	51,61 см
915 MHz \pm 13 MHz	32,75 см
2,45 GHz \pm 50 MHz	12,24 см
5,8 GHz \pm 75 MHz	5,17 см
24,125 GHz \pm 125 MHz	1,24 см

В одном воплощении процесс приложения электромагнитного излучения, то есть воздействия на объемную реакционную смесь, осуществляют в течение от 10 секунд до 60 минут. В другом воплощении время излучения имеет любое численное значение, выбираемое из приведенных ниже, в секундах, или численное значение в диапазоне, определяемом любыми двумя численными значениями, указанными ниже, включая конечные точки такого диапазона, в секундах:

10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2100, 2200, 2300, 2400, 2500, 2600, 2700, 2800, 2900, 3000, 3100, 3200, 3300, 3400, 3500 и 3600.

В одном воплощении изобретения ЭМИ используют в качестве луча, воздействующего на объемную реакционную смесь, при этом объемная

Области применения

Типичные области применения включают, но не ограничиваются приведенными ниже.

Клеевое соединение

Высвобождение катализатора, сокатализатора и/или ускорителя и т.п. по требованию, при котором ограничения по сильному нагреву, многокомпонентному смешиванию, длительному времени полимеризации и/или по глубине, например, при использовании систем, активированных светом и/или поверхностной грунтовкой, могут быть устранены путем диспергирования по желанию указанных ингредиентов в полимеризуемой композиции и активации по требованию в желаемый момент в процессе склеивания или связывания и/или изготовления детали. Преимущества также включают гораздо более точное позиционирование без реакции, изменяющей динамику вязкости.

Нанесение покрытия

Высвобождение катализатора, сокатализатора и/или ускорителя и т.п. по требованию, при котором ограничения по сильному нагреву, многокомпонентному смешиванию, длительному времени полимеризации и/или по глубине, например, при использовании систем, активированных светом и/или поверхностной грунтовкой, могут быть устранены путем диспергирования по желанию указанных ингредиентов в полимеризуемой композиции и активации по требованию в желаемый момент в процессе нанесения покрытия и/или изготовления детали. Преимущества также включают предварительное регулирование потока и без реакции, изменяющей динамику вязкости. Можно преодолеть ограничения систем, отверждаемых УФ излучением, такие как неполное отверждение в затененных областях и деталях сложной формы. Никаких ограничений для отверждения 3D и вогнутых деталей с большими выступающими элементами. Скорость нанесения покрытия может быть согласована с начальными и последующими процессами обработки, что позволяет сократить производственные мощности.

Формование и композиционные материалы

Высвобождение катализатора, сокатализатора и/или ускорителя и т.п. по требованию, при котором ограничения по сильному нагреву, многокомпонентному

смешиванию, длительному времени полимеризации и/или по глубине, например, при использовании систем, активированных светом и/или поверхностной грунтовкой, могут быть устранены путем диспергирования по желанию указанных ингредиентов в полимеризуемой композиции и активации по требованию в желаемый момент в процессе формования или формовки и/или изготовления детали. Детали могут быть заполнены многими материалами. Детали могут иметь размер в поперечном сечении 14 футов на 14 футов (примерно 4,27 м на 4,27 м) или больше. В контексте настоящего описания все публикации, патентные заявки, патенты и другие ссылки, указанные в этом документе, если не указано иное, явно включены в этот документ посредством ссылки во всей своей полноте для всех целей, как если бы они были полностью изложены.

Если не указано иное, все технические и научные термины, используемые в этом документе, имеют то же значение, которое обычно понимается специалистом в области техники, к которой относится данное изобретение. В случае противоречий преимущественную силу имеет настоящее описание, включая определения.

За исключением случаев, когда это прямо указано, товарные знаки отображаются заглавными буквами.

Если не указано иное, все проценты, части, соотношения и т.д. приведены относительно массы.

Если не указано иное, давление, выраженное в единицах фунт на квадратный дюйм, является манометрическим, а давление, выраженное в единицах кПа, является абсолютным. Однако разности давлений выражаются в абсолютных величинах (например, давление 1 на 25 фунтов на квадратный дюйм выше давления 2).

Когда количество, концентрация или другое значение или параметр приведены в виде диапазона или путем перечисления верхних и нижних значений, это следует понимать как конкретное раскрытие всех диапазонов, образованных из любой пары любых верхних и нижних пределов диапазона, независимо от того, раскрыты ли диапазоны отдельно. Если в этом документе указан диапазон численных значений, если не указано иное, этот диапазон включает его конечные точки, а также все целые и дробные числа в пределах диапазона. Не предполагается, что объем настоящего изобретения ограничивается конкретными значениями, указанными при определении диапазона.

Когда используют термин «примерно», он означает, что определенный эффект или результат может быть получен в пределах определенного допуска, и специалист в данной области знает, как получить такой допуск. Когда термин «примерно» используют при

описании значения или конечной точки диапазона, следует понимать, что описание включает конкретное значение или конечную точку, на которую ссылаются.

Используемые в этом документе термины «содержит», «содержащий», «включает», «включающий», «имеет», «имеющий» или любые другие их варианты предназначены для обозначения неисключительного включения. Например, процесс, способ, изделие или устройство, которые содержат список элементов, не обязательно ограничивается только этими элементами, но может включать другие элементы, которые явно не перечислены или не присущи такому процессу, способу, изделию или устройству.

Переходная фраза «состоящий из» исключает любой элемент, стадию или ингредиент, не указанные в пункте формуле изобретения, ограничивая пункт от включения материалов, отличных от перечисленных, за исключением примесей, обычно связанных с ними. Когда фраза «состоит из» появляется в тексте отличительной части пункта, а не сразу после ограничительной части, она ограничивает только элемент, указанный после этой фразы; другие элементы не исключаются из пункта в целом.

Переходная фраза «состоящий по существу из» ограничивает объем формулы изобретения указанными материалами или стадиями, а также теми, которые существенно не влияют на основные и новые характеристики заявленного изобретения. Пункт с фразой «по существу состоящая из» занимает промежуточное положение между закрытыми пунктами, которые изложены с использованием выражения «состоящей из», и полностью открытыми пунктами, которые изложены с использованием слова «содержащий». Возможные добавки, определенные в настоящем документе, в количестве, подходящем для таких добавок, и незначительные примеси не исключаются из композиции фразой «состоящий по существу из».

Кроме того, если прямо не указано иное, «или» и «и/или» относятся к включающему, а не к исключительному признаку. Например, условие А или В, или А и/или В удовлетворяется любым из следующих условий: А истинно (или присутствует), и В ложно (или отсутствует), А ложно (или отсутствует) и В истинно (или присутствует), и оба А и В истинны (или присутствуют).

Использование единственного числа для описания различных элементов и компонентов в этом документе предназначено просто для удобства и для придания общего смысла раскрытия. Это описание следует понимать как включающее один или по меньшей мере один элемент, и единственное число также включает и множественное число, если не очевидно, что подразумевается иное.

Экспериментальные примеры

Пример 1. Полимеризация метиленмалоната посредством анионной полимеризации

Композиция

Это воплощение относится к отверждаемой композиции, содержащей матричные частицы, включающие:

(a) мономер метиленмалоната,

(b) раствор стабилизатора и

(в) активатор,

где (i) активатор содержит катион в количестве 0,1-500 частей на миллион, и

(ii) активатор инкапсулирован в термдеформируемую и/или терморастворимую матричную частицу, также содержащую материал, воспринимающий радиочастоты (например, углеродную наноструктуру).

Составы

Составы выполнены из указанных ниже компонентов в массовых %, с добавлением других изменений, при необходимости:

1. бифункциональный или содержащий большее количество функциональных групп мономер метиленмалоната, олигомер или смола в концентрации от 20% до 70,0%;

2. диэтиловый, дипропиловый, дибензиловый, диизоборнил или аналогичный мономер метиленмалоната, от 20% до 70%, и

3. раствор кислотного стабилизатора от 0,1% до 0,7%.

В приведенные выше составы введены матричные частицы размером от 50 до 5000 нанометров, содержащие 90% парафинового воска или олефинового полимера, или олигомерного воска или аналогичного вещества, 8% углеродных нанотрубок и 2% активатора, так что частицы дают в конечном общем составе 5 частей на миллион катиона активатора.

Исследования матрицы

В целом активатор составляет от 0,5 до 500 частей на миллион, что достигается путем изменения концентрации матричных частиц от 0,5% до 10% и уровней мощности для определения в самой области применения правильной частоты и уровня мощности и, следовательно, времени, необходимом для активации указанных частиц и, таким образом, полимеризации.

РЧ-прозрачные наполнители

Затем можно скорректировать составы, созданные выше, используя химически нейтральные, возможно сухие, РЧ-прозрачные наполнители, например, минералы, такие как карбонат кальция, стекло или стеклянные порошки, полимерные порошки, древесина или другие органические порошки, кремнеземы, силикаты и керамика. В тех случаях, где влажность является проблемой, можно использовать сочетание ускорителей из переходных металлов, в частности, гексаноат меди и железа, в частности, ферроцен.

Отверждение, основы и контейнеры

Поскольку составы различаются, скорость отверждения и, следовательно, экзотермические эффекты полимеризации будут различаться. Соответственно, следует начинать с помещения небольшого количества состава так, чтобы тонкая пленка располагалась между двумя предметными стеклами, тем самым сводя к минимуму количество материалов, но при этом создавая анаэробные условия и обеспечивая возможность наблюдения. На следующей стадии можно добавлять прокладки для создания более толстых связанных образцов. На следующей стадии можно перейти к узким пробиркам и/или корпусам шприцев. Затем можно увеличивать масштаб до пробирок и/или корпусов шприцев большего размера. Далее можно увеличивать масштаб до небольших химических стаканов. Сборки материалов и/или контейнеры большего объема можно помещать в масло и/или воду, чтобы регулировать теплопроводность при экзотермическом эффекте и избежать опасных ситуаций.

В сущности, предпочтительно удерживать или частично удерживать РЧ-прозрачные материалы, чтобы требуемая РЧ энергия могла передаваться надлежащим образом.

Пример 2. Свободнорадикальная полимеризация посредством анаэробной полимеризации

Композиция

Это воплощение относится к отверждаемой композиции, содержащей:

- (a) акрилатный и/или метакрилатный мономер,
- (b) инициатор, представляющий собой гидропероксид или перэфир, и
- (c) активатор,

где (i) активатор содержит источник ионов меди в количестве 0,1-100 частей на миллион меди;

(ii) активатор инкапсулирован в термодекформируемую и/или терморастворимую матричную частицу, также содержащую воспринимающий радиочастоты материал.

Составы

Составы включали следующие компоненты в масс.%, с добавлением других изменений при необходимости:

1. Диметакрилат триэтиленгликоля, диакрилат уретана или эпоксидакрилат от 20% до 70,0%.
2. Лаурил-, этил-, метил-, этилгексил-, циклогексил-, изоборнилметакрилат от 20% до 70%.
3. Куменгидропероксид от 0,5% до 3,0%.
4. Раствор стабилизатора* от 0,3% до 0,7%.
5. Сахарин от 0,1% до 0,5%.

К этим составам добавляли следующие материалы: матричные частицы размером от 50 до 5000 нанометров, содержащие 90 масс.% одного или более материала из парафинового воска, олефинового полимера, олигомерного воска или аналогичной матрицы; 8% углеродных нанотрубок и 2% активатора этилгексаноата меди. Эти компоненты добавляют так, чтобы частицы содержали 0,6 частей на миллион меди в конечном составе.

Вместо 2% меди можно также добавлять 0,06% к составу из 50% дисперсии частиц с 2% ферроцена в указанных частицах.

Исследования матрицы

Концентрация гексаноата меди составляет от 0,6 до 60 частей на миллион, что достигается путем варьирования концентрации матричных частиц, процентного содержания соединений в матричных частицах от 0,5% до 10% и уровней мощности для определения в самой области применения правильной частоты и уровня мощности и, следовательно, времени, необходимом для активации указанных частиц и, таким образом, полимеризации.

РЧ-прозрачные наполнители

Затем корректировали составы, полученные выше, используя химически нейтральные, возможно сухие, РЧ-прозрачные наполнители, например, минералы, такие как карбонат кальция, стекло или стеклянные порошки, полимерные порошки, древесина или другие органические порошки, кремнеземы, силикаты, керамика и т.п. В тех случаях,

где влажность является проблемой, использовали сочетание ускорителей из переходных металлов, в частности, гексаноат меди и железа, в частности, ферроцен.

Отверждение, основы и контейнеры

Поскольку составы различаются, скорость отверждения и, следовательно, экзотермические эффекты полимеризации будут различаться. Соответственно, следует начинать с помещения небольшого количества состава так, чтобы тонкая пленка располагалась между двумя предметными стеклами, тем самым сводя к минимуму количество материалов, но при этом создавая анаэробные условия и обеспечивая возможность наблюдения. Затем добавляют прокладки для создания более толстых связанных образцов. Затем переходят к узким пробиркам и/или корпусам шприцев. Затем увеличивают масштаб до пробирок и/или корпусов шприцев большего размера. Далее увеличивают масштаб до небольших химических стаканов. Сборки материалов и/или контейнеры большего объема помещают в масло и/или воду, чтобы регулировать теплопроводность при экзотермическом эффекте и избежать опасных ситуаций. В сущности, предпочтительно удерживать или частично удерживать РЧ-прозрачные материалы, чтобы требуемая РЧ энергия могла передаваться надлежащим образом.

Пример 3. Способы использования промышленных микрочастиц в качестве сердцевин

Это исследование демонстрирует использование доступных микрочастиц в качестве сердцевины матричной частицы, несущей активатор для инициирования отверждения в однокомпонентном клеящем составе. Основной целью исследования является демонстрация применения выпускаемого в промышленности ПММА уже на микро/наноразмерных частицах в качестве носителей для активации акрила путем прикрепления медных активаторов к поверхности сердцевины из выпускаемых в промышленности частиц.

Таблица 2. Испытанные выпускаемые в промышленности частицы

Торговое наименование ПММА **	Размер частиц
МХ-500ML	от 0,8 мкм до 30 мкм; средний размер частиц: 5 мкм
МР-1441	от 0,15 мкм до 0,4 мкм; средний размер частиц: 0,17 мкм
ХХ-6666Z	средний размер частиц 4,7 мкм
МХ-180ТА	от 0,8 мкм до 30 мкм; средний размер частиц 1,8 мкм

** MX-500ML, MP-1441, MX-180TA были получены от компании Soken, Япония, а XX-6666Z были получены от SekisuiKasei, Япония.

Были приготовлены следующие составы для оценки условий получения матричных частиц с использованием различных выпускаемых в промышленности частиц ПММА в качестве сердцевин матричных частиц.

Состав 1. Выпускаемый в промышленности ПММА (MX-500ML) (2 г) промывали на фильтре сначала 10% раствором гидроксида натрия (100 мл), а затем 10% раствором хлорида меди (10 мл), промывали деионизированной водой и сушили.

Состав 2. Выпускаемый в промышленности ПММА (MX-500ML) (2 г) промывали на фильтре сначала 10% раствором гидроксида натрия (100 мл), а затем 10% раствором хлорида меди (10 мл), промывали деионизированной водой и сушили.

Состав 3. Выпускаемый в промышленности ПММА (MP-1441) (2 г) промывали на фильтре 10% раствором гидроксида натрия (100 мл), а затем 10% раствором хлорида меди (10 мл), промывали деионизированной водой и сушили.

Состав 4. Выпускаемый в промышленности ПММА (XX-6666Z) (2 г) промывали на фильтре 10% раствором гидроксида натрия (100 мл), а затем 10% раствором хлорида меди (10 мл), промывали деионизированной водой и сушили.

Состав 5. Выпускаемый в промышленности ПММА (MP-1441) (5 г) обрабатывали ультразвуком с 2-этилгексаноатом меди (II) (1 г) в изопропанолу и промывали на фильтре дополнительным количеством изопропанола.

Состав 6. Выпускаемый в промышленности ПММА (MX-180TA) (2 г) обрабатывали ультразвуком с хлоридом меди (0,125 г) в изопропанолу и промывали на фильтре дополнительным количеством изопропанола.

Состав 7. Выпускаемый в промышленности ПММА (MX-180TA) (4 г) обрабатывали ультразвуком с 2-этилгексаноатом меди (II) (0,21 г) в изопропанолу и промывали на фильтре дополнительным количеством изопропанола.

Состав 8. Выпускаемый в промышленности ПММА (MX-180TA) (4 г) обрабатывали ультразвуком с хлоридом меди (0,2 г) в изопропанолу и подвергали вакуумной фильтрации.

Пример 4. Получение частиц сердцевин посредством эмульсионной полимеризации

Основной целью исследования было получение нано-микрочастиц сердцевины посредством эмульсионной полимеризации, в частности, метакрилатов. Типичная схема реакции показана на фиг. 18. Составы были приготовлены с использованием эмульсии типа масло в воде - метакрилат в воде - для эмульсионной полимеризации с получением наночастиц.

Эксперимент 1. При 70°C метилметакрилат (3 мл) добавляли к деионизированной воде (16 мл) для эмульгирования в атмосфере инертного газа. Реакцию полимеризации катализировали ((2,2-азобис)2-метилпропионамидин)дигидрохлоридом (10-15 мг) и перемешивали в течение 30 минут.

Эксперимент 2. При 70°C метилметакрилат (3 мл) добавляли к деионизированной воде (16 мл) для эмульгирования в атмосфере инертного газа. Реакцию полимеризации катализировали ((2,2-азобис)2-метилпропионамидин)дигидрохлоридом (10-15 мг) и перемешивали в течение 40 минут при 450 об/мин.

Эксперимент 3. При 70°C метилметакрилат (3 мл) добавляли по каплям в течение 30-40 минут к деионизированной воде (16 мл) для эмульгирования в атмосфере инертного газа. Реакцию полимеризации катализировали ((2,2-азобис)2-метилпропионамидин)дигидрохлоридом (10-15 мг) и перемешивали в течение 40 минут.

Эксперимент 4. 2-этилгексаноат меди (II) растворяли в метилметакрилате (3 мл) и вводили в деионизированную воду (16 мл) в атмосфере инертного газа при 70°C. Добавляли ((2,2-азобис)2-метилпропионамидин)дигидрохлорид (10-15 мг) и перемешивали в течение 40 минут при 350 об/мин.

Пример 5. Способ получения полых частиц сердцевины

В этом исследовании демонстрируют способы получения структур полых частиц сердцевины. Репрезентативные СЭМ изображения полых частиц показаны на фиг. 7, тогда как репрезентативные СЭМ изображения полых частиц сердцевины, объединенных со SPION и медью, показаны на фиг. 8.

Эксперимент 1

Раствор 5-6 масс./об.% ПММА (120000 г/моль), растворенного в дихлорметане (ДХМ), по каплям добавляли к водной среде из поливинилового спирта (0,5-0,6 масс./об.%) и перемешивали при 500-550 об/мин в течение 10-15 минут. Раствор оставляли на ночь или на 12-18 часов до испарения ДХМ. Полые частицы трижды промывали на фильтре изопропанолом и снова оставляли сушиться.

Эксперимент 2

Раствор 5-6 масс./об.% ПММА (15000 г/моль), растворенного в дихлорметане, по каплям добавляли к водной среде из поливинилового спирта (0,5-0,6 масс./об.%) и перемешивали при 500-550 об/мин в течение 10-15 минут. Раствор оставляли на ночь или на 12-18 часов до испарения ДХМ. Полые частицы трижды промывали на фильтре изопропанолом и снова оставляли сушиться.

Эксперимент 3

Получали первый раствор 2-этилгексаноата меди (II) (12,5 мг), растворенного в дихлорметане. Второй раствор 5-6 масс./об.% ПММА (15000 г/моль), растворенный в первом растворе, по каплям добавляли к водной среде из поливинилового спирта (0,5-0,6 масс./об.%) и перемешивали при 500-550 об/мин в течение 10-15 минут. Конечный раствор оставляли на ночь или на 12-18 часов до испарения ДХМ. Полые частицы трижды промывали на фильтре изопропанолом и снова оставляли сушиться.

Эксперимент 4

Получали дисперсию СПИОНов (12,5 мг) в дихлорметане. 5-6% мас./об. ПММА (15000 г/моль), растворенный в дисперсии SPION/дихлорметан, по каплям добавляли к водной среде поливинилового спирта (0,5-0,6 масс./об.%) и перемешивали при 500-550 об/мин в течение 10-15 минут. Раствор оставляли на ночь или на 12-18 часов до испарения ДХМ. Полые частицы трижды промывали на фильтре изопропанолом и снова оставляли сушиться.

Эксперимент 5

Получали дисперсию модифицированных олеиновой кислотой СПИОНов (12,5 мг) в дихлорметане. 5-6 масс./об.% ПММА (15000 г/моль), растворенного в дисперсии СПИОН/дихлорметан, по каплям добавляли к водной среде из поливинилового спирта (0,5-0,6 масс./об.%) и перемешивали при 500-550 об/мин в течение 10-15 минут. Раствор оставляли на ночь или на 12-18 часов до испарения ДХМ. Полые частицы трижды промывали на фильтре изопропанолом и снова оставляли сушиться.

Эксперимент 6

Получали дисперсию модифицированных олеиновой кислотой СПИОНов (12,5 мг) и 2-этилгексаноата меди (II) (12,5 мг) в дихлорметане. 5-6 масс./об.% ПММА (15000 г/моль), растворенный в дисперсии СПИОН/дихлорметан, по каплям добавляли к

водной среде из поливинилового спирта (0,5-0,6 масс./об.%) и перемешивали при 500-550 об/мин для 10-15 минут. Раствор оставляли на ночь или на 12-18 часов до испарения ДХМ. Полые частицы трижды промывали на фильтре изопропанолом и снова оставляли сушиться.

Пример 6. Способ получения сердцевин путем слияния воспринимающих материалов и катализаторов

Это исследование демонстрирует удаленную активацию воспринимающих микроволны материалов внутри матричной частицы. Матрица, используемая в этих исследованиях, была приготовлена путем объединения воспринимающих материалов и других компонентов матричной частицы посредством слияния. Матричные частицы подвергали воздействию микроволн, чтобы активатор мог выполнить свою функцию. Например, в некоторых случаях микроволны нагревали воспринимающий материал, углеродные наноструктуры, чтобы высвободить медный катализатор из матричных частиц и катализировать реакцию полимеризации.

Эксперимент 1

Раствор А получали растворением 5 г ПММА в ксилолах при 80°C в течение 20-30 минут. Раствор В получали плавлением 5 г карнаубского воска в ксилолах с помощью тепловой пушки. А и В очень медленно объединяли при непрерывном нагревании. К раствору А и В добавляли 2-этилгексаноат меди (II) (0,5%). Раствор непрерывно перемешивали и нагревали до 110°C до тех пор, пока большая часть ксилолов не испарилась. Прежде чем все ксилолы испарились, добавляли 10% углеродных наноструктур и смешивали при высоком усилии сдвига. После испарения достаточного количества ксилолов для превращения раствора в пасту раствор растирали в этаноле. Твердые вещества разбивали водой в блендере и сушили в течение ночи с получением порошка. Порошок просеивали через микронное сито с получением частиц сердцевин.

Эксперимент 2

Дисперсию гранул углеродной наноструктуры массой 0,1 г готовили в 30 мл дихлорметана перед добавлением раствора 3 г бромида гексадецилтриметиламмония (ЦТАБ), растворенного в 10 мл изопропанола и 20 мл дихлорметана, при перемешивании при 700 об/мин. К раствору добавляли 2-этилгексаноат меди (II) с 10 г твердого пластификатора (Benzoflex™ 352) при непрерывном перемешивании. Образец оставляли перемешиваться до высыхания.

Эксперимент 3

Смесь 0,1 г углеродных нанотрубок получали с 0,2 г ЦТАБ в 30 мл дихлорметана, которую обрабатывали ультразвуком в течение 15 минут при мощности 30%. Добавляли еще 50 мл дихлорметана и образец обрабатывали ультразвуком в течение дополнительных 15 минут при 30%. Добавляли 9,9 г Benzoflex™ 352 (твердый пластификатор) и 1 г 2-этилгексаноата меди (II) и перемешивали вручную. В образец вводили мешалку и оставляли перемешиваться на горячей плите при 35°C и 700 об/мин для поддержания суспензии частиц, пока дихлорметан испаряется.

Эксперимент 4

Смесь 0,11 г частиц эксперимента 1 диспергировали в 10 мл диметилмалоната путем обработки ультразвуком в течение 10 минут. Одну каплю этих частиц тестировали, помещая ее на предметное стекло микроскопа и нагревая в микроволновой печи в течение 60 секунд при 800 Вт/4 В.

Пример 7. Способ нанесения на микрочастицы покрытия из воспринимающих материалов

В настоящем исследовании демонстрируют способы нанесения покрытия на микрочастицы, например, выпускаемые в промышленности микрочастицы ПММА, такими воспринимающими материалами, как углеродные нанотрубки (УНТ) или углеродные нановещества (УНВ).

Эксперимент 1

В этом эксперименте 250 мг ПММА (Soken MX-500ML) добавляли к 50 мл воды. Затем его обрабатывали ультразвуком в течение 30 минут с амплитудой 20% с использованием ультразвукового микрозонда. В другой колбе к 120 мл воды добавляли 300 мг УНТ. Полученную смесь обрабатывали ультразвуком в течение 15 минут с амплитудой 10% с использованием ультразвукового зонда. Дисперсию ПММА и воды помещали в химический стакан и непрерывно перемешивали при комнатной температуре, чтобы избежать осаждения частиц ПММА. Далее 10 мл диспергированных в воде УНТ набирали в шприц и с помощью шприцевого насоса по каплям добавляли в дисперсию ПММА со скоростью 0,5 мл/мин. Образец оставляли на ночь, чтобы частицы ПММА с покрытием осели. Затем частицы отделяли с помощью центрифуги.

Эксперимент 2

В этом эксперименте 250 мг ПММА (Soken MX-500ML) добавляли к 50 мл воды. Затем его обрабатывали ультразвуком в течение 30 минут с амплитудой 20% с использованием ультразвукового микрозонда. В другой колбе к 120 мл воды добавляли 300 мг УНТ. Полученную смесь обрабатывали ультразвуком в течение 15 минут при амплитуде 10% в ультразвуковом аппарате. Дисперсию ПММА и воды помещали в химический стакан и непрерывно перемешивали при комнатной температуре, чтобы избежать осаждения частиц ПММА. Далее 10 мл диспергированных в воде УНТ набирали в шприц и с помощью шприцевого насоса по каплям добавляли в дисперсию ПММА со скоростью 0,5 мл/мин. Образец оставляли на ночь, чтобы частицы ПММА с покрытием осели. Частицы отделяли с помощью центрифуги.

Эксперимент 3

В этом эксперименте 1 мл ПММА, полученного с использованием ранее описанного способа эмульсионной полимеризации, добавляли к 9 мл воды. В другой колбе к 120 мл воды добавляли 300 мг УНТ. Полученную смесь обрабатывали ультразвуком в течение 15 минут с амплитудой 10% с использованием ультразвукового микрозонда. Дисперсию УНТ и воды помещали в химический стакан и непрерывно перемешивали при комнатной температуре. Далее 10 мл диспергированного в воде ПММА набирали в шприц и с помощью шприцевого насоса по каплям добавляли в дисперсию УНТ со скоростью 0,5 мл/мин. Образец оставляли на ночь, чтобы частицы ПММА с покрытием осели. Затем частицы отделяли с помощью центрифуги.

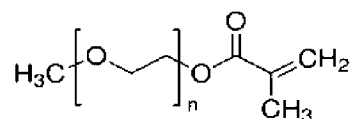
Пример 8. Способ получения микрочастиц посредством эмульсионной сополимеризации

В настоящем исследовании представлены способы функционализации ПММА путем сополимеризации ПММА с различными сополимерами, включая поли(этиленгликоль)метакрилат (ПЭГМА), поли(этиленгликоль)диметакрилат (ПЭГДМА), стеарилметакрилат и метакриловую кислоту.

Эксперимент 1

При 70°C к деионизированной (ДИ) воде (64 мл) по каплям добавляли метилметакрилат (12 мл) для эмульгирования в присутствии инертного газа. Реакцию полимеризации катализировали ((2,2-азобис)2-метилпропионамидин)дигидрохлоридом (AIBN) (20 мг) и перемешивали в течение 30-40 минут. Дополнительные 20 мг AIBN

добавляли к 1,2 мл полиэтиленгликольметакрилата (ПЭГМА) и перемешивали в течение 40 минут.



ПЭГМА

Эксперимент 2

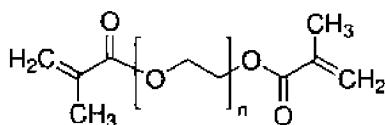
При 70°C к ДИ воде (64 мл) по каплям добавляли метилметакрилат (12 мл) для эмульгирования в присутствии инертного газа. Реакцию полимеризации катализировали ((2,2-азобис)-2-метилпропионамидин)дигидрохлоридом (AIBN) (20 мг) и перемешивали в течение 10 минут. Дополнительные 20 мг AIBN добавляли к 1,2 мл полиэтиленгликольметакрилата (ПЭГМА) и перемешивали в течение 40 минут.

Эксперимент 3

При 70°C к ДИ воде (64 мл) по каплям добавляли метилметакрилат (12 мл) для эмульгирования в присутствии инертного газа. Реакцию полимеризации катализировали ((2,2-азобис)2-метилпропионамидин)дигидрохлоридом (AIBN) (20 мг) и перемешивали в течение 10 минут. Дополнительные 20 мг AIBN добавляли к 120 мкл полиэтиленгликольметакрилата (ПЭГМА) и перемешивали в течение 40 минут.

Эксперимент 4

При 70°C к ДИ воде (64 мл) по каплям добавляли метилметакрилат (12 мл) для эмульгирования в присутствии инертного газа. Реакцию полимеризации катализировали ((2,2-азобис)2-метилпропионамидин)дигидрохлоридом (AIBN) (20 мг) и перемешивали в течение 10 минут. Дополнительные 20 мг AIBN добавляли к 120 мкл полиэтиленгликольдиметакрилата (ПЭГДМА) и перемешивали в течение 40 мин.



ПЭГДМА

Эксперимент 5

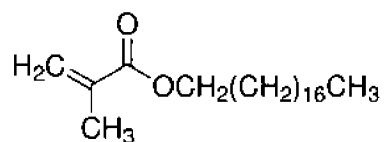
При 70°C к ДИ воде (64 мл) по каплям добавляли метилметакрилат (12 мл) для эмульгирования в присутствии инертного газа. Реакцию полимеризации катализировали ((2,2-азобис)2-метилпропионамидин)дигидрохлоридом (AIBN) (20 мг) и перемешивали в течение 10 минут. Дополнительные 20 мг AIBN добавляли с 1,2 мл полиэтиленгликольдиметакрилата (ПЭГДМА) и перемешивали в течение 40 минут.

Эксперимент 6

Получали раствор додецилсульфата натрия (ДСН) (0,5 г), растворенного в гидроксиэтилметакрилате (ГЭМА) (15 г). Этот раствор переносили в круглодонную колбу с ДИ водой (185 г) на горячей бане, нагретой до 70°C, и перемешивали при высокой скорости. Нагрев выключали и раствор продолжали перемешивать, добавляя AIBN (0,2 г).

Эксперимент 7

Колбу с 64 мл ДИ воды дегазировали и нагревали до 70°C при перемешивании со скоростью 670 об/мин в течение 20 минут. На следующей стадии 1 г стеарилметакрилата растворяли в 9 мл метилметакрилата. Этот раствор вводили в воду по каплям в течение 15 минут при постоянном перемешивании в присутствии инертного газа. После добавления к эмульсии добавляли ((2,2-азобис)2-метилпропионамидин)дигидрохлорид (AIBN) (40 мг) и смесь/раствор перемешивали в течение дополнительного часа.



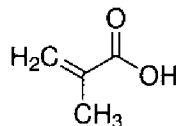
Стеарилметакрилат

Эксперимент 8

Колбу, содержащую 64 мл ДИ воды, дегазировали и нагревали до 70°C, перемешивая ее содержимое при 670 об/мин в течение 20 минут. Затем отдельно 5 г стеарилметакрилата растворяли в 5 мл метилметакрилата. Этот раствор вводили в колбу по каплям в течение 15 минут при постоянном перемешивании в присутствии инертного газа. После добавления к эмульсии добавляли ((2,2-азобис)2-метилпропионамидин)дигидрохлорид (AIBN) (40 мг) и перемешивали еще в течение часа.

Эксперимент 9

Колбу с 64 мл ДИ воды дегазировали и нагревали до 70°C при перемешивании ее содержимого при 670 об/мин в течение 20 минут. Затем 5 мл метакриловой кислоты растворяли в 5 мл метилметакрилата. Этот раствор вводили в воду по каплям в течение 15 минут при постоянном перемешивании в атмосфере инертного газа. После добавления к эмульсии добавляли ((2,2-азобис)2-метилпропионамидин)дигидрохлорид (AIBN) (40 мг) и перемешивали еще в течение часа.



Метакриловая кислота

Эксперимент 10

Колбу с 64 мл ДИ воды дегазировали и нагревали до 70°C при перемешивании ее содержимого при 670 об/мин в течение 20 минут. Затем 1 мл метакриловой кислоты смешивали с 5 мл метилметакрилата. Этот раствор вводили в воду по каплям в течение 15 минут при постоянном перемешивании в атмосфере инертного газа. После добавления к эмульсии добавляли ((2,2-азобис)2-метилпропионамидин)дигидрохлорид (AIBN) (40 мг) и перемешивали еще в течение часа.

Эксперимент 11

При 70°C к ДИ воде (64 мл) по каплям добавляли метилметакрилат (12 мл) для эмульгирования в присутствии инертного газа. Реакцию полимеризации катализировали ((2,2-азобис)-2-метил-пропионамидин) дигидрохлорид (AIBN) (20 мг) и перемешивали в течение 5 минут. Добавляли дополнительные 500 мкл глицидилметакрилата (ГМА) и перемешивали в течение 40 минут в атмосфере инертного газа.

Эксперимент 12

При 70°C к ДИ воде (64 мл) по каплям добавляли глицидилметакрилат (12 мл) для эмульгирования в присутствии инертного газа. Реакцию полимеризации катализировали ((2,2-азобис)2-метилпропионамидин)дигидрохлоридом (AIBN) (20 мг) и перемешивали в течение 40 минут.

Пример 9. Способ покрытия выпускаемых в промышленности микрочастиц промышленными эмульсиями

Целью данного исследования было покрытие выпускаемых в промышленности частиц ПММА в качестве сердцевины оболочкой, содержащей воспринимательные материалы и/или активаторы, с помощью простого процесса нанесения покрытия.

Эксперимент 1

В этом эксперименте 250 мг ПММА (Soken MX-500ML) добавляли к 50 мл воды в химическом стакане. Затем смесь обрабатывали ультразвуком в течение 30 минут с амплитудой 20% в ультразвуковом аппарате. В то же время выпускаемую в промышленности смесь SP-05032022-3:УНТ диспергировали в полиуретане, разбавляли в 100 раз и добавляли в другой химический стакан. Дисперсию ПММА и воды непрерывно перемешивали при комнатной температуре, чтобы избежать осаждения частиц ПММА. Затем в дисперсию ПММА по каплям при помощи шприцевого насоса добавляли 10 мл диспергированных в полиуретане УНТ со скоростью 0,5 мл/мин. Образец оставляли на ночь, чтобы частицы ПММА с покрытием осели. Затем частицы отделяли с помощью центрифуги.

Эксперимент 2

В этом эксперименте 250 мг ПММА (Soken MX-500ML) добавляли к 50 мл воды в химическом стакане. Затем его обрабатывали ультразвуком в течение 30 минут с амплитудой 20% в ультразвуковом аппарате. В то же время выпускаемую в промышленности смесь SP-05032022-05: эпокси-УНТ разбавляли в 100 раз и добавляли в другой химический стакан. Дисперсию ПММА и воды непрерывно перемешивали при комнатной температуре, чтобы избежать осаждения частиц ПММА. Затем 10 мл разбавленного эпокси-УНТ добавляли по каплям с помощью шприцевого насоса в дисперсию ПММА со скоростью 0,5 мл/мин. Образец оставляли на ночь, чтобы частицы ПММА с покрытием осели. Затем частицы отделяли с помощью центрифуги.

Эксперимент 3

В этом эксперименте 250 мг ПММА (Soken MX-500ML) добавляли к 50 мл воды в химическом стакане. Затем его обрабатывали ультразвуком в течение 30 минут с амплитудой 20% в ультразвуковом аппарате. В то же время выпускаемую в промышленности смесь SP-05032022-3: УНТ диспергированную в полиуретане разбавляли в 10 раз и добавляли в другой химический стакан. Дисперсию ПММА и воды непрерывно перемешивали при комнатной температуре, чтобы избежать осаждения частиц ПММА. Затем 10 мл диспергированного в полиуретане УНТ добавляли по каплям с помощью

шприцевого насоса в дисперсию ПММА со скоростью 0,5 мл/мин. Образец оставляли на ночь, чтобы частицы ПММА с покрытием осели. Затем частицы отделяли с помощью центрифуги.

Пример 10. Способ применения углеродных наноструктур в качестве воспринимающих материалов

Это исследование демонстрирует применение выпускаемых в промышленности углеродных наноструктур в качестве воспринимающих радиочастотное (РЧ) излучение материалов внутри матричной частицы, чтобы способствовать высвобождению катализатора для выполнения функции катализатора по инициированию реакции полимеризации. Например, нагревание воспринимающего материалы приводит к плавлению матрицы частицы, что высвобождает химический ингредиент, такой как катализатор на основе соли меди, чтобы инициировать полимеризацию. Целью данного исследования было применение выпускаемых в промышленности частиц ПММА в качестве носителей медного активатора.

Частицы, полученные в экспериментах настоящего исследования, были приготовлены с использованием выпускаемых в промышленности частиц диаметром от микро- до наномасштаба в качестве носителей для акриловых активаторов путем прикрепления активатора к поверхности сердцевины матричной частицы.

Микрочастицы из примера 6, приведенного выше, использовали для следующих измерений динамики нагревания.

Эксперимент 1

Микрочастицы из примера 6 отбирали и помещали в составы на основе акриловых мономеров в количестве 0,10 г в 3 г мономера, состоящего из 3 частей триакрилизованного мономера (ОТА 480): 1 части многофункционального акрилового мономера (EBECRYL® 896): 1 части полиуретан-акрилата (EBECRYL® 8811), поставляемых Allnex Co и 5000 частей на миллион 4-метоксифенола (МЕНQ), 2% кумилгидропероксида (СНР) и 2% 4,N,N-триметиланилина (DMPT). Данные экспериментов по нагреву показаны в таблице 4 ниже.

Таблица 4. Данные по динамике нагрева

Время, с	Температура, °С	Температура, °С	Температура, °С	Средняя температура, °С
0	30	33	30	31
10	59	62	60	60
20	109	113	101	10
30	171	178	158	169

Пример № 11. Оценка стабильности сердцевин частиц, полученных с использованием воспринимающих материалов из УНС

Исследования, проведенные с пеноматериалами

Испытания на отверждение пеноматериала проводили путем разрезания двух кусков пеноматериала на кубики размером 4 на 4 дюйма (10,16 на 10,16 см). Испытательный образец из эксперимента 6 примера 9, описанного выше, наносили пипеткой на один кусок пеноматериала так, чтобы он равномерно покрывал одну сторону кубика, причем слои были достаточно толстыми, чтобы выступать над порами пеноматериала. Второй кубик помещали поверх первого, полностью закрывая образец. Кубики пеноматериала помещали между двумя предметными стеклами с прокладкой и поддерживали равномерное давление, зажимая предметные стекла резиновыми лентами. Зажатый образец помещали в микроволновую камеру под тепловизионной камерой. Для изоляции образцов от прямого нагрева образцы помещали над изолятором в микроволновой камере. Образцы подвергали СВЧ обработке при мощности 800 Вт в течение заданного времени. После извлечения образца из микроволновой печи установку аккуратно разбирали. Чтобы проверить, склеен ли пенопласт, его углы аккуратно раздвигали.

Испытанные типы пеноматериалов:

Пеноматериал высокой плотности Airtex толщиной 1/2 дюйма (1,27 см), используемый для изготовления подушек для туристов, сидений для лодок, подушек для стульев, садовых скамеек и небольших подушек из пеноматериала.

Дивинилмат толщиной 1/8 дюйма (примерно 0,321 см) и виниловый пенопласт толщиной 1/2 дюйма (1,27 см) часто используемые в качестве структурного основного материала для композиционных слоистых материалов, обеспечивая дополнительную прочность, жесткость и изоляцию без увеличения веса. Как правило, пенопласты легко принимают любую форму и могут быть склеены слоями для придания толщины.

Сотовая конструкция Nomex, изготовленная из арамидного волокна, обладают выдающимися свойствами воспламеняемости.

Исследования, выполненные с композиционными материалами

Силиконовые формы в виде медведя использовали для оценки отверждения объемных композитов. Одну форму в виде медведя объемом 5 см³ заполняли за один раз и помещали в центр микроволновой печи под тепловизионную камеру. За один раз помещали только один образец, чтобы гарантировать, что образцы находились в поле зрения тепловизионной камеры. Форму в виде медведя подвергали обработке в микроволновой печи при мощности 800 Вт в течение заданного времени и вынимали из микроволновой печи, чтобы проверить изменения вязкости или наличие отверждения.

Испытанные образцы

1. Образец А: рецептура акрилового клеящего вещества (подробности о рецептуре см. в эксперименте 1 в примере 9 выше) без активатора.
2. Образец В: рецептура акрилового клеящего вещества + медный активатор.
3. Образец С: рецептура акрилового клеящего вещества + матричные частицы (содержащие как воспринимающий материал, так и медный активатор).

Результаты экспериментов, проведенных при комнатной температуре с пеноматериалом Airtex:

1. Образец А: не затвердел через месяц; в этом образце отсутствует активатор
2. Образец В: отвержден за 30 минут.
3. Образец С: отвержден в микроволновой печи в течение 30 секунд, но при комнатной температуре он не отвердел даже через месяц.

Результаты экспериментов, проведенных при комнатной температуре с дивинилматом, виниловым пенопластом и сотовой конструкцией

1. Образец А: не затвердел через месяц; в этом образце отсутствует активатор.
2. Образец В: отвержден за 30 минут.
3. Образец С: отвержден в микроволновой печи в течение 30 секунд, но при комнатной температуре не затвердел даже через месяц.

Результаты экспериментов, проведенных с композиционным материалом

1. Образец А: не затвердел через месяц; в этом образце отсутствует активатор.
2. Образец В: отвержден за 30 минут.

3. Образец С: отвержден в микроволновой печи в течение 20 секунд, но при комнатной температуре не затвердел даже через месяц.

Это экспериментально показывает срок хранения матричных частиц по изобретению, в то же время обеспечивая отверждение по требованию.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Матричная частица, содержащая:

(i) по меньшей мере один материал матрицы, причем указанная матрица способна полностью или частично изменять свои физические характеристики;

(ii) по меньшей мере один воспринимающий компонент, при этом указанный по меньшей мере один воспринимающий компонент внедрен в указанный по меньшей мере один материал матрицы, и при этом указанный по меньшей мере один воспринимающий компонент подвержен термической активации посредством электромагнитного излучения, и

(iii) по меньшей мере один высвобождаемый и/или активируемый ингредиент, внедренный в указанный по меньшей мере один материал матрицы и находящийся вблизи указанного воспринимающего компонента, при этом указанный по меньшей мере один высвобождаемый и/или активируемый ингредиент способен влиять на химическую реакцию.

2. Матричная частица по п.1, содержащая одну или более матриц, которые помещены в отдельные зоны, причем указанные отдельные зоны имеют одну или более форм;

при этом отдельные зоны содержат покрытия или различные слои;

где каждая зона содержит от примерно нуля до множества воспринимающих материалов и/или высвобождаемых ингредиентов, и

при этом матричная частица в агломерате имеет по меньшей мере одну зону, содержащую воспринимающий материал, и по меньшей мере одну зону, содержащую высвобождаемый ингредиент.

3. Матричная частица по п.1, в которой указанная матрица получена из органических, неорганических, мономерных, олигомерных, полимерных материалов или их сочетания.

4. Матричная частица по п.1, в которой указанный по меньшей мере один воспринимающий материал выбран из группы, состоящей из фуллереновых соединений, графена, одностенных углеродных нанотрубок, многостенных углеродных нанотрубок, углеродных нановолокон, углеродных нанотрубок, допированных углеродных нанотрубок, углеродных листов, одного или более черных металлов, оксидов одного или

более черных металлов, СПИОНов, одного или более цветных металлов, оксидов одного или более цветных металлов, переходных металлов, оксидов переходных металлов, материала на основе карбида кремния, нитрида бора и одного или более их сочетаний.

5. Матричная частица по п.4, в которой размеры воспринимающих материалов составляют от примерно 0,1 нм до примерно 1000 мкм.

6. Матричная частица по п.4, в которой воспринимающие материалы включают функционализированные воспринимающие материалы, нефункционализированные воспринимающие материалы или как функционализированные, так и нефункционализированные воспринимающие материалы.

7. Матричная частица по п.1, в которой воспринимающий материал находится в геометрическом центре материала матрицы в прямом или непрямом контакте с воспринимающим материалом.

8. Матричная частица по п.1, в которой воспринимающий материал и/или высвобождаемый ингредиент находятся во внешнем слое матричной частицы, где воспринимающий материал и высвобождаемый ингредиент находятся в прямом или непрямом контакте.

9. Матричная частица по п.1, где матричная частица частично или полностью покрыта одним или более слоями деформируемого материала.

10. Матричная частица по п.1, где матричная частица частично или полностью покрыта одним или более слоями деформируемого материала, причем один или более из указанных слоев содержат воспринимающий материал и/или высвобождаемый ингредиент.

11. Матричная частица по п.10, в которой материал матрицы не содержит воспринимающего материала или высвобождаемого ингредиента.

12. Матричная частица по п.1, в которой указанный по меньшей мере один высвобождаемый и/или активируемый ингредиент представляет собой одно химическое

вещество, сочетание химических веществ, органические химические вещества и/или неорганические химические вещества.

13. Матричная частица по п.1, в которой указанный химический ингредиент включает один или более катализаторов, сокатализаторов, сореагентов, окислителей, ингибирующих реакцию соединений, ускорителей, соускорителей, топлив, взрывчатых веществ или одно или более их сочетаний.

14. Матричная частица по п.1, в которой высвобождаемый ингредиент высвобождается, когда матрица деформируется, растворяется, плавится, расширяется, сжимается, разрывается, пластифицируется, сольватируется, подвергается воздействию света или подвергается одному или более сочетаний указанных воздействий.

15. Матричная частица по п.1, в которой указанная матрица возможно поддерживается основой, содержащей метал, керамику или стекло.

16. Матричная частица по п.1, где частица дополнительно подвергнута химической модификации поверхности посредством одной или более химических реакций, возможно включая высвобождаемый ингредиент, возможно с последующим образованием частичного или сплошного покрытия.

17. Матричная частица по п.1, обладающая химической функциональностью.

18. Матричная частица по п.1, в которой высвобождаемый ингредиент содержит химически функциональный мономер, материал матрицы содержит полимеризованный материал, и, возможно, матричная частица покрыта полимеризованным покрытием.

19. Способ получения матричной частицы по п.1, включающий стадии:

- (i) эмульсионной, дисперсионной и/или суспензионной полимеризации, или
- (ii) полимеризации ядро-оболочка.

20. Способ получения матричной частицы по п.1, включающий:

- (i) покрытие полимерной микрочастицы материалом, содержащим воспринимающие материалы и высвобождаемые ингредиенты,

(ii) инкапсулирование микрочастицы, в которую внедрены воспринимающие материалы и высвобождаемые ингредиенты, с помощью мономерного, олигомерного или полимерного материала, и/или

(iii) слияние воспринимающих материалов и высвобождаемых ингредиентов,

(iv) включение воспринимающих материалов и высвобождаемых ингредиентов во внешние поры на поверхности или внутренние поры в сердцевине пористых микросфер.

21. Способ получения матричной частицы по п.1, при этом стадии способа включают сополимеризацию, где указанная стадия сополимеризации включает эмульсионную, дисперсионную, суспензионную полимеризацию или их сочетания.

22. Способ воздействия на химическую реакцию, включающий:

(i) предоставление объемной реакционной смеси;

(ii) предоставление матричных частиц по п.1, и

(iii) введение матричных частиц в объемную реакционную смесь.

23. Способ по п.22, дополнительно включающий:

(iv) воздействие на объемную реакционную смесь по меньшей мере одной частоты радиочастотного излучения и/или по меньшей мере одной частоты микроволнового излучения, по меньшей мере однократное, для термической активации указанного воспринимающего компонента, внедренного в матричные частицы.

24. Способ по п.23, в котором воздействие по меньшей мере одной частоты радиочастотного излучения и/или по меньшей мере одной частоты микроволнового излучения осуществляют периодически, при этом период является регулярным или нерегулярным.

25. Способ по п.24, в котором электромагнитное излучение включает длины волн в диапазоне от примерно одного метра до одного миллиметра и частоты в диапазоне от 50 МГц до 30 ГГц.

26. Способ по п.25, в котором частота электромагнитного излучения составляет от примерно 915 МГц до примерно 2450 МГц.

27. Способ по п.25, в котором частота электромагнитного излучения составляет от примерно 915 МГц до примерно 2450 МГц и/или мощность составляет 1-10000 Вт.

28. Способ по п.25, в котором электромагнитное излучение воздействует в течение периода времени от 10 секунд до 60 минут.

29. Способ по п.25, в котором указанная реакция представляет собой реакцию полимеризации.

30. Способ высвобождения высвобождаемого ингредиента из матричной частицы, по п.1, включающий:

(a) диспергирование указанных матричных частиц в объемной реакционной смеси;
и

(b) воздействие на объемную реакционную смесь по меньшей мере одной частотой радиочастотного излучения и/или по меньшей мере одной частотой микроволнового излучения, по меньшей мере однократно, чтобы термически активировать указанный воспринимающий компонент, внедренный в матричные частицы.

31. Объемная реакционная смесь, включающая матричные частицы по п.1,

32. Объемная реакционная смесь по п.31, дополнительно включающая компоненты, которые не подвержены воздействию РЧ и/или МВ излучения.

33. Матричная частица по п.1, в которой один или более изменяемых материалов матрицы содержат воск, один или более материалов из полиметилметакрилата (ПММА), стирола, или одного или более их полимеров или сополимеров.

34. Матричная частица по п.1, в которой по меньшей мере один высвобождаемый химический ингредиент содержит активатор или катализатор.

35. Матричная частица по п.1, в которой катализатор содержит одно или более соединений из Си-ацетилацетоната, Си-2-этилгексаноата, ферроцена, диметиламинометилферроцена или одного или более их сочетаний.

36. Изделие, полученное способом по п.25.

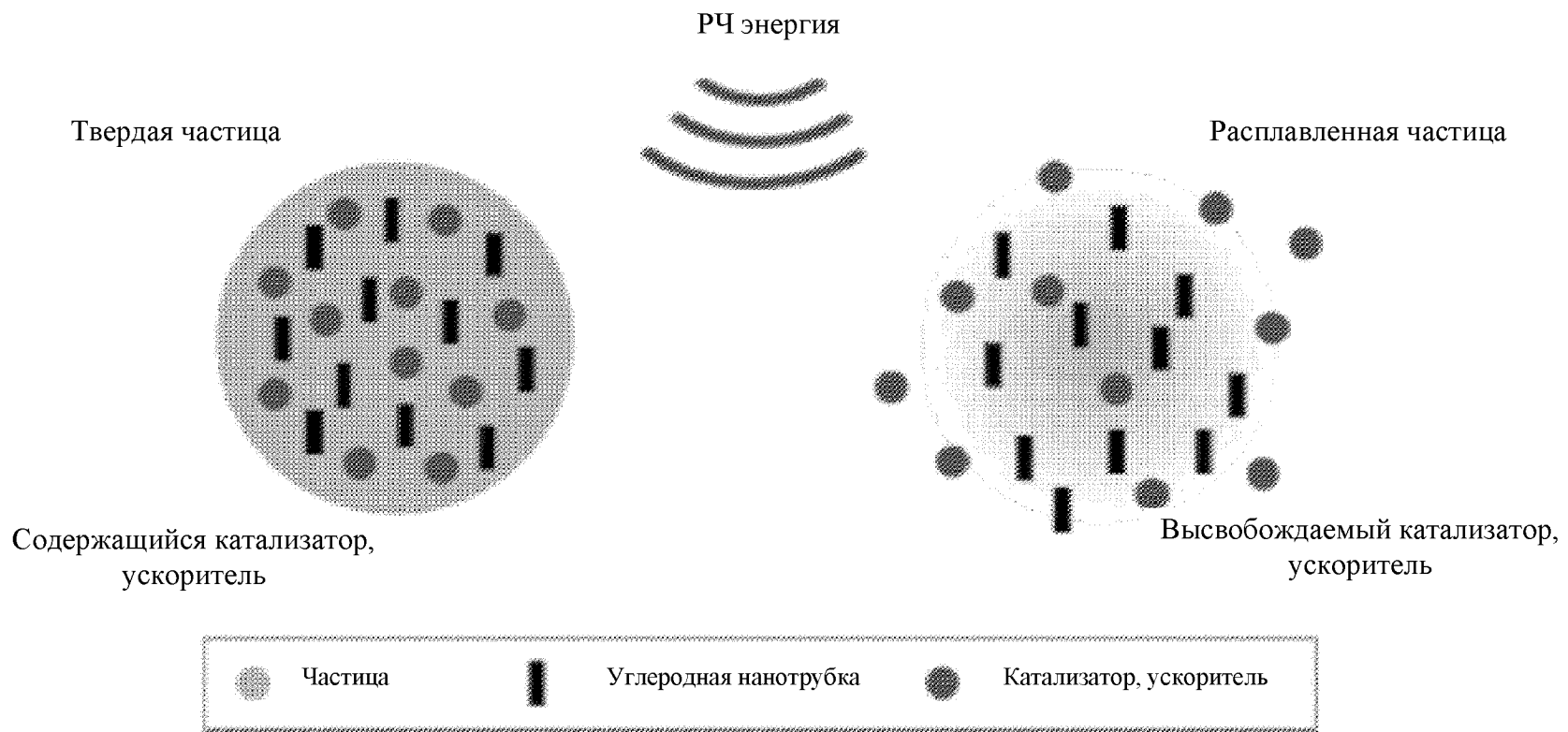
37. Изделие, полученное согласно п.36, представляющее собой, полностью или частично:

- (i) полимеризуемую композицию или несколько полимеризуемых композиций по меньшей мере одного химического состава;
- (ii) армированное композиционное изделие;
- (iii) ламинированное изделие;
- (iv) жесткое ламинированное изделие;
- (v) гибкое ламинированное изделие;
- (vi) пеноматериал или
- (vii) их сочетание.

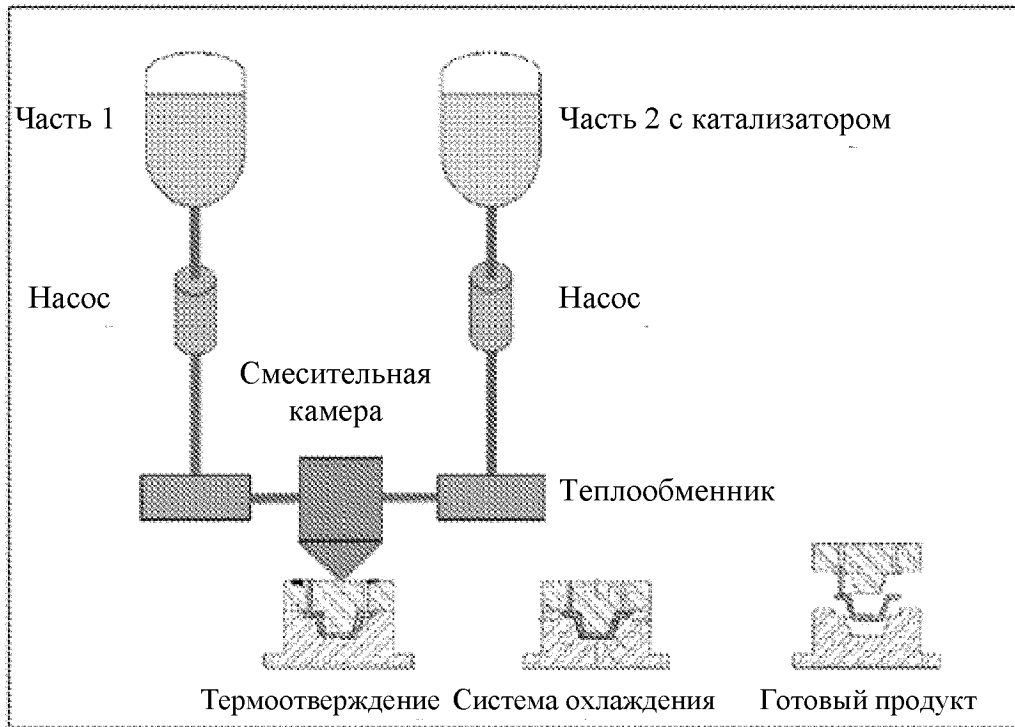
38. Композиция, содержащая матричную частицу по п.1, где указанная композиция представляет собой клеящее вещество, герметик, покрытие, краску, чернила, пластик, формованный пластик, терморезистивный пластик, формованный терморезистивный пластик или другую полимерообразующую композицию, полностью или частично.

39. Матричная частица по п.1, в которой высвобождаемый и/или активируемый ингредиент представляет собой катализатор, выбранный из группы, состоящей из комплексов переходных металлов; алкоксидов переходных металлов; бис(2-этилгексаноата) олова (II); карбоксилатов, алкоксида и комплексов олова, висмута, цинка, титана; блочных суперкислот; додецилбензолсульфоновых кислот; динонилнафталинсульфоновых кислот; N,N',N''-трис(диметиламинопропил)гексагидротриазина; органических оснований; 1,8-диазабицикло[5.4.0]ундец-7-ена; 1,5-диазабицикло[4.3.0]нонена-5; 1,4-диазабицикло-2,2,2-октана и их сочетаний.

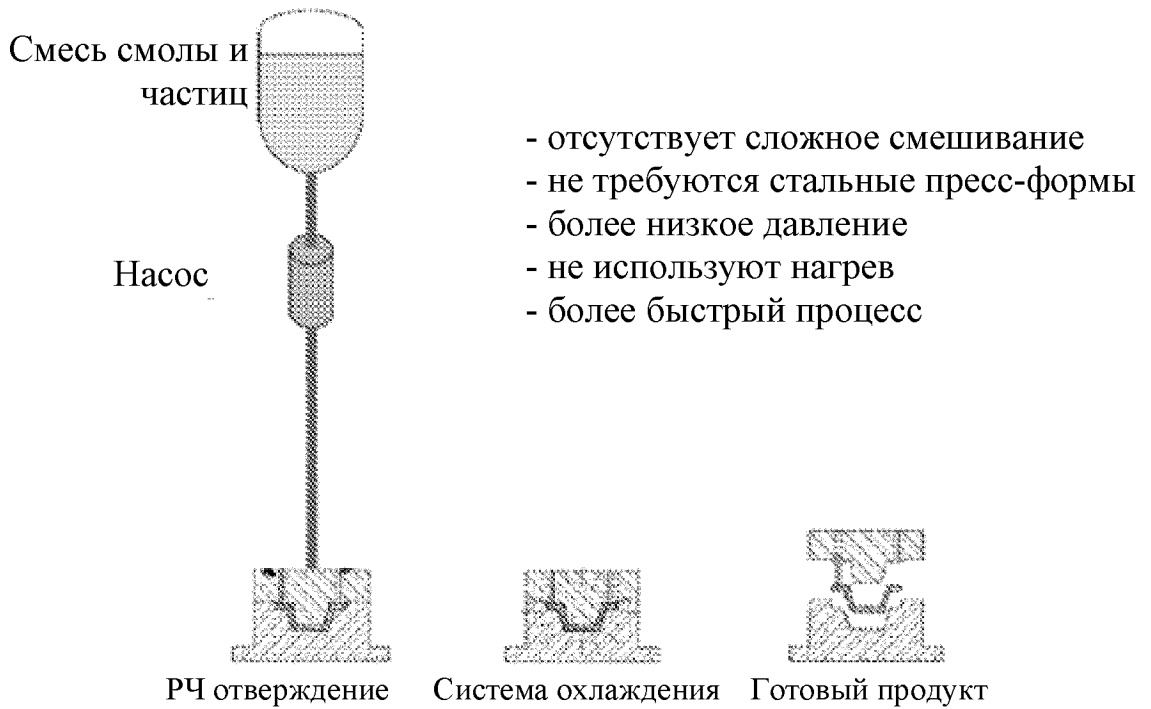
40. Многослойная полимерная композиция, содержащая первую матричную частицу по п.1 и одну или более дополнительных матричных частиц по п.1, расположенных на первой матричной частице с образованием одного или более слоев матричных частиц.



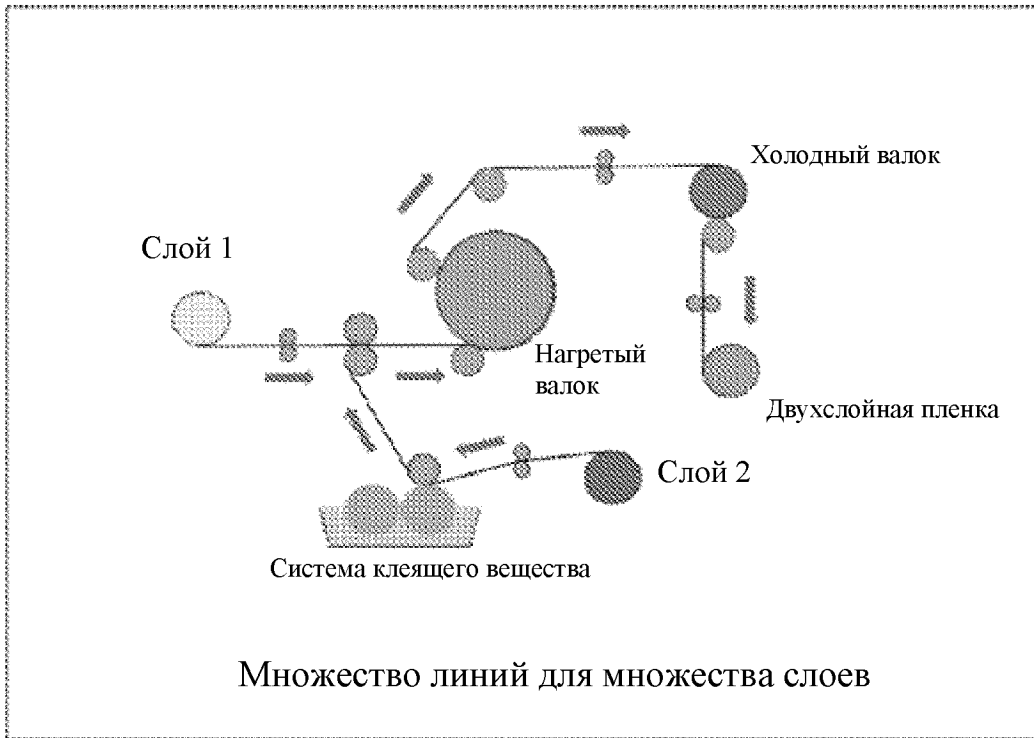
Фиг. 1



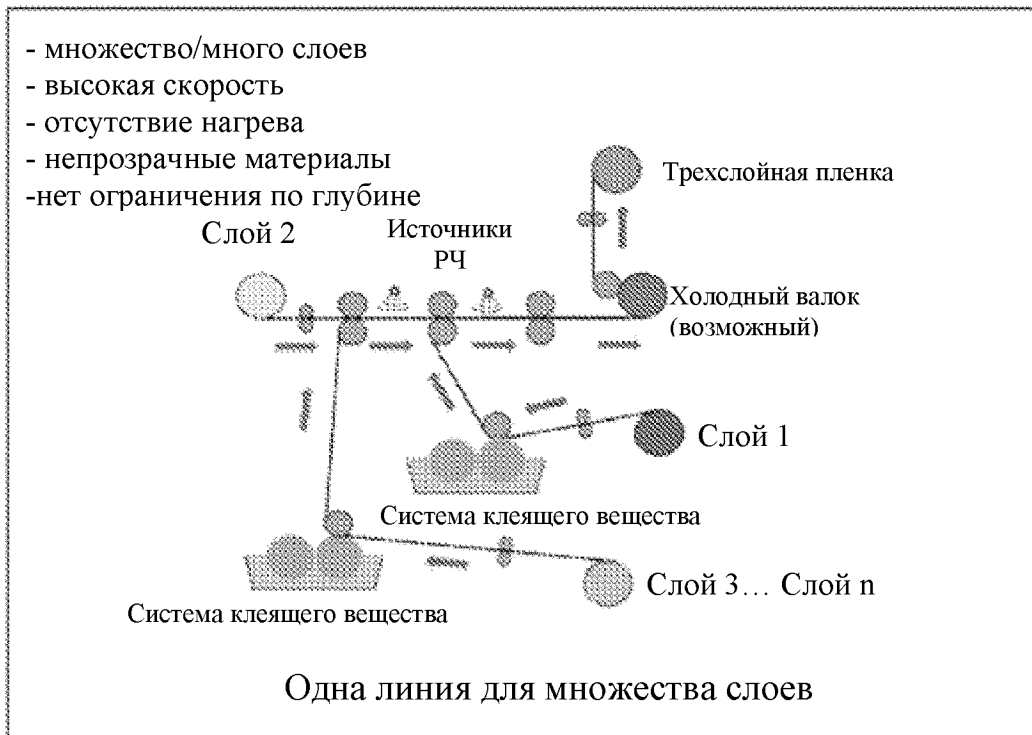
Фиг. 2А



Фиг. 2В

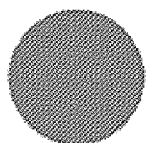


Фиг. 3А



Фиг. 3В

Матрицы и матрицы с покрытием – основные структуры



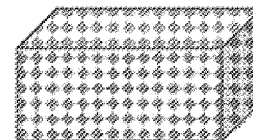
Сфера или
приблизительно
сферическая форма



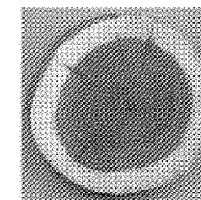
От пластин до лент,
от листов до покрытий



От стержней до волокон

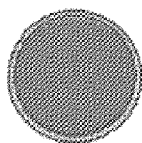


Пористые структуры,
такие как пеноматериалы



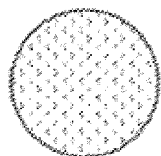
Неправильная сфера,
приблизительно
сферическая форма

Эти матрицы и матрицы, показанные выше могут быть покрыты одним или более сплошными и/или узорчатыми слоями для дополнительной защиты в отношении регулируемого высвобождения по требованию

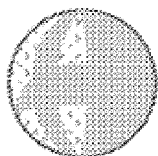


Фиг. 4

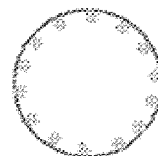
Матрицы – различные композиционные структуры



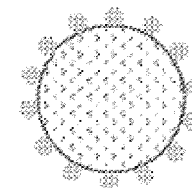
Сфера или приблизительно сферическая форма с непрерывной матрицей



Сфера или приблизительно сферическая форма с нелепрерывной матрицей,



Сфера с непрерывной газообразной или жидкой матрицей, с воспринимающим материалом и/или высвобождаемым или активируемым ингредиентом с внутренней стороны оболочки



Сфера или приблизительно сферическая форма с непрерывной матрицей, с воспринимающим материалом и/или высвобождаемым или активируемым ингредиентом снаружи

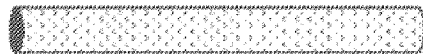
Фиг. 5А

Матрицы – различные композиционные структуры, продолжение

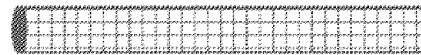


Фиг. 5В

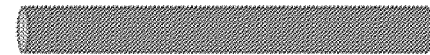
Матрицы и матрицы с покрытием – покрытые на объектах или в пределах покрытий на объектах



«точки» в виде любого узора
или трехмерная
геометрическая комбинация

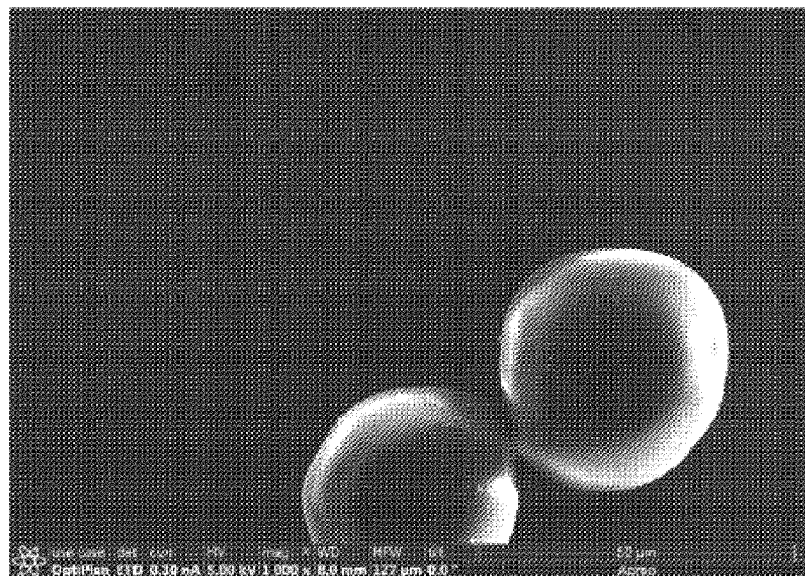
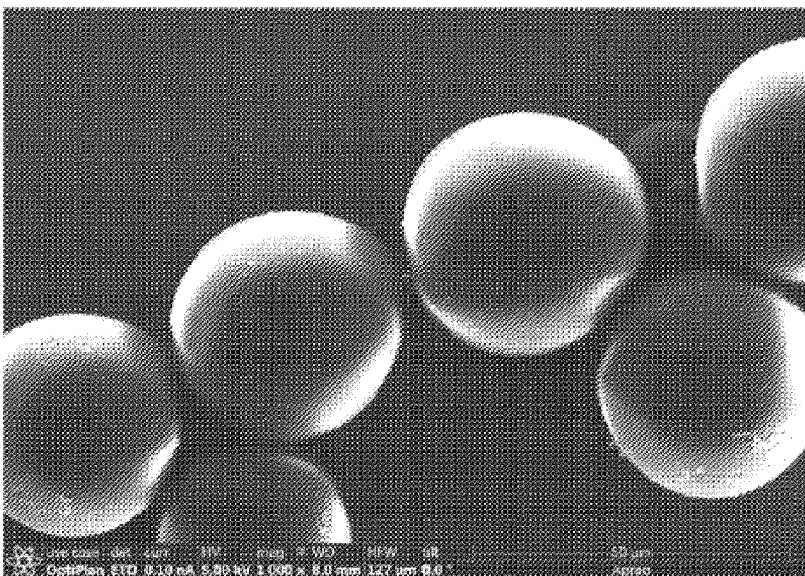


Любой узор с любым трехмерным
геометрическим рисунком, включая
узорчатые полосы и соединительные
узоры

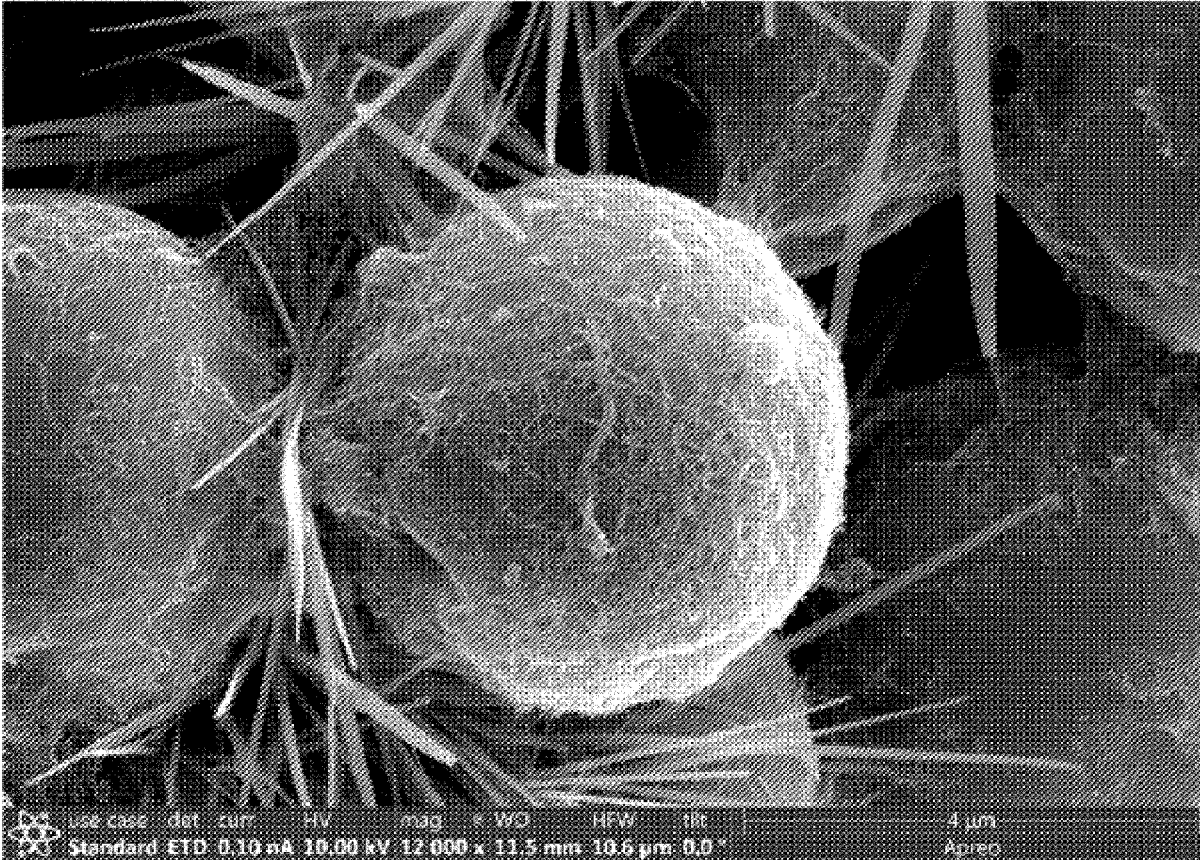


Сплошное покрытие с трехмерными
геометрическими узорами

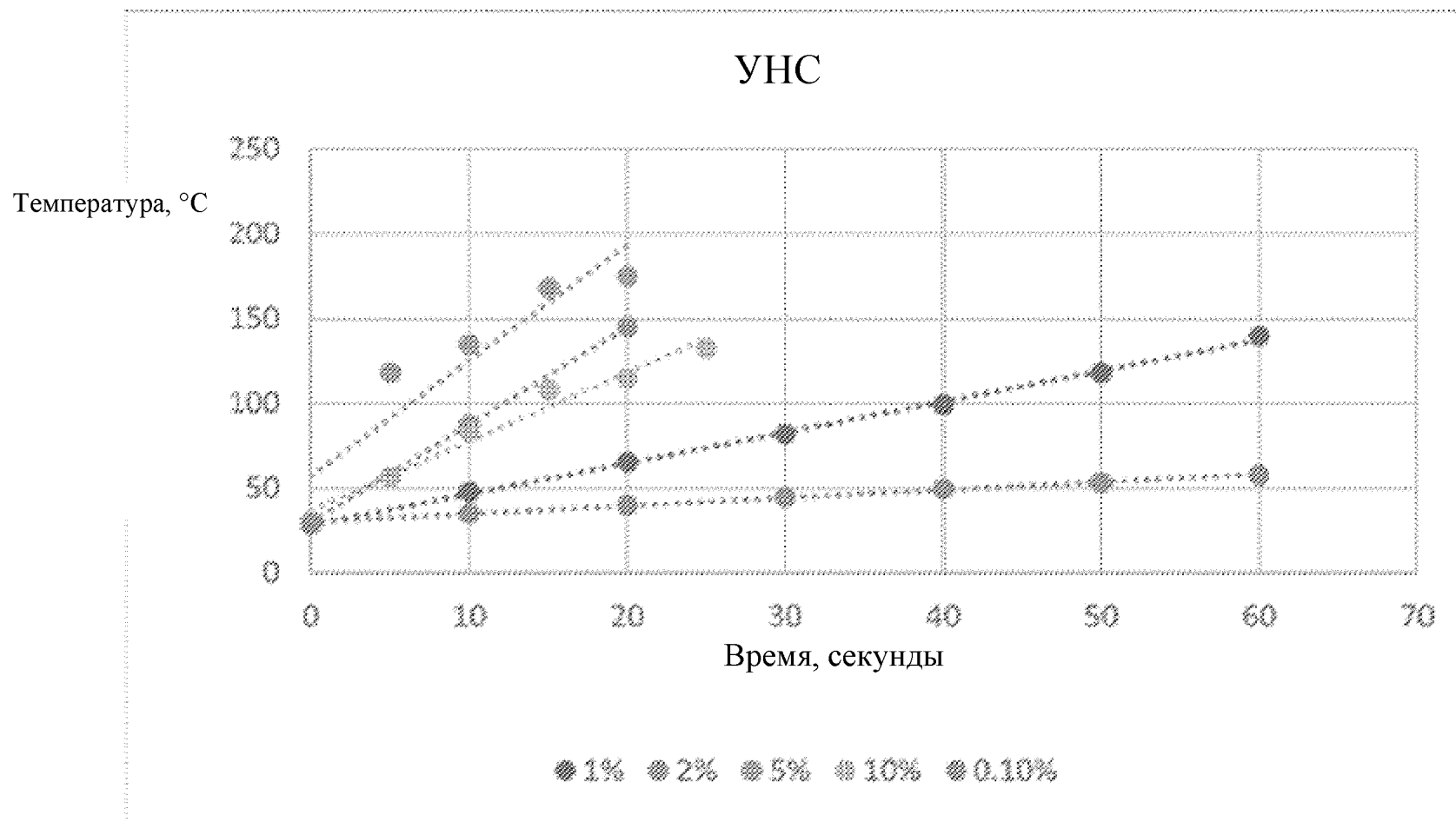
Фиг. 6



Фиг. 8

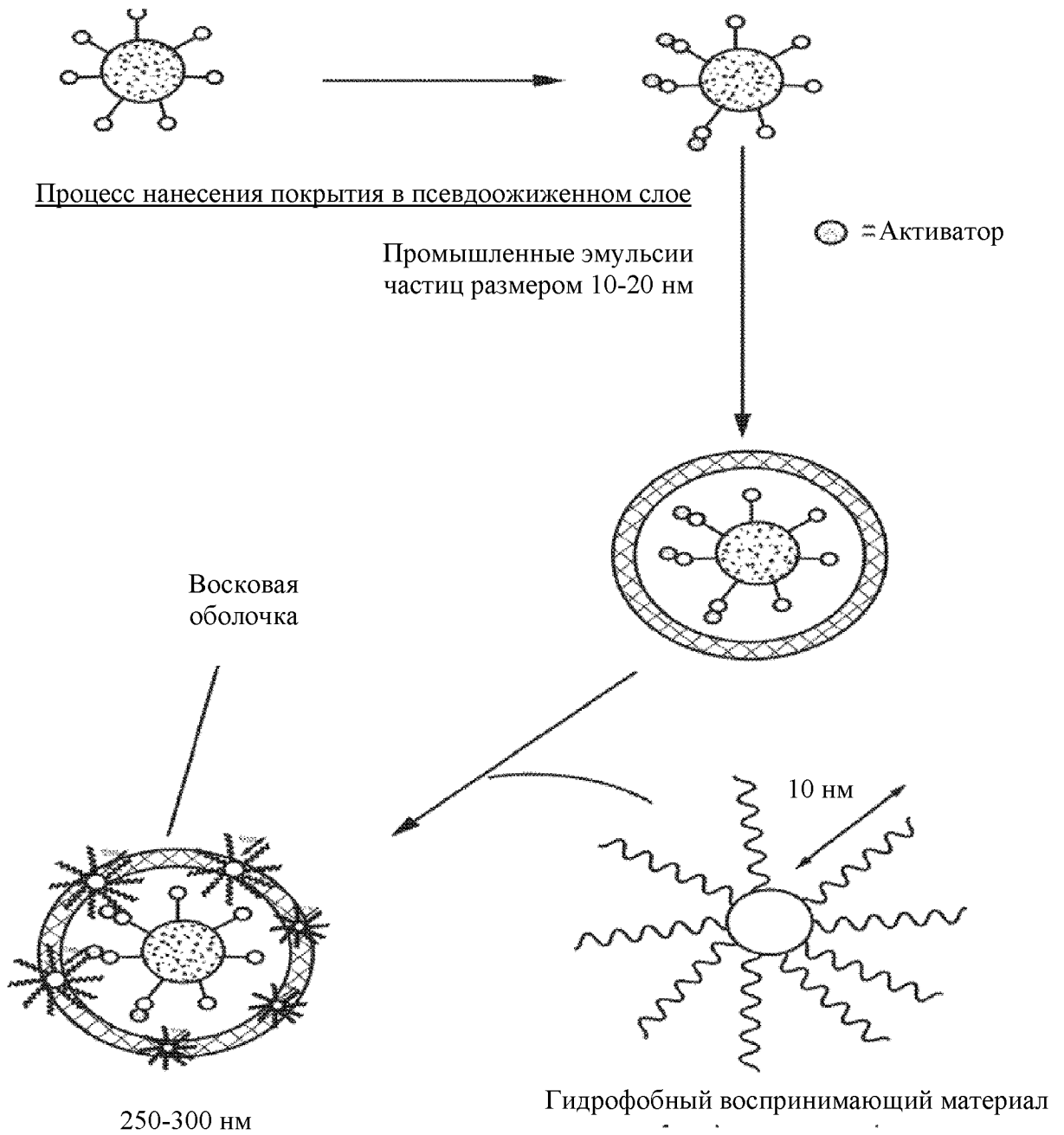


Фиг. 9



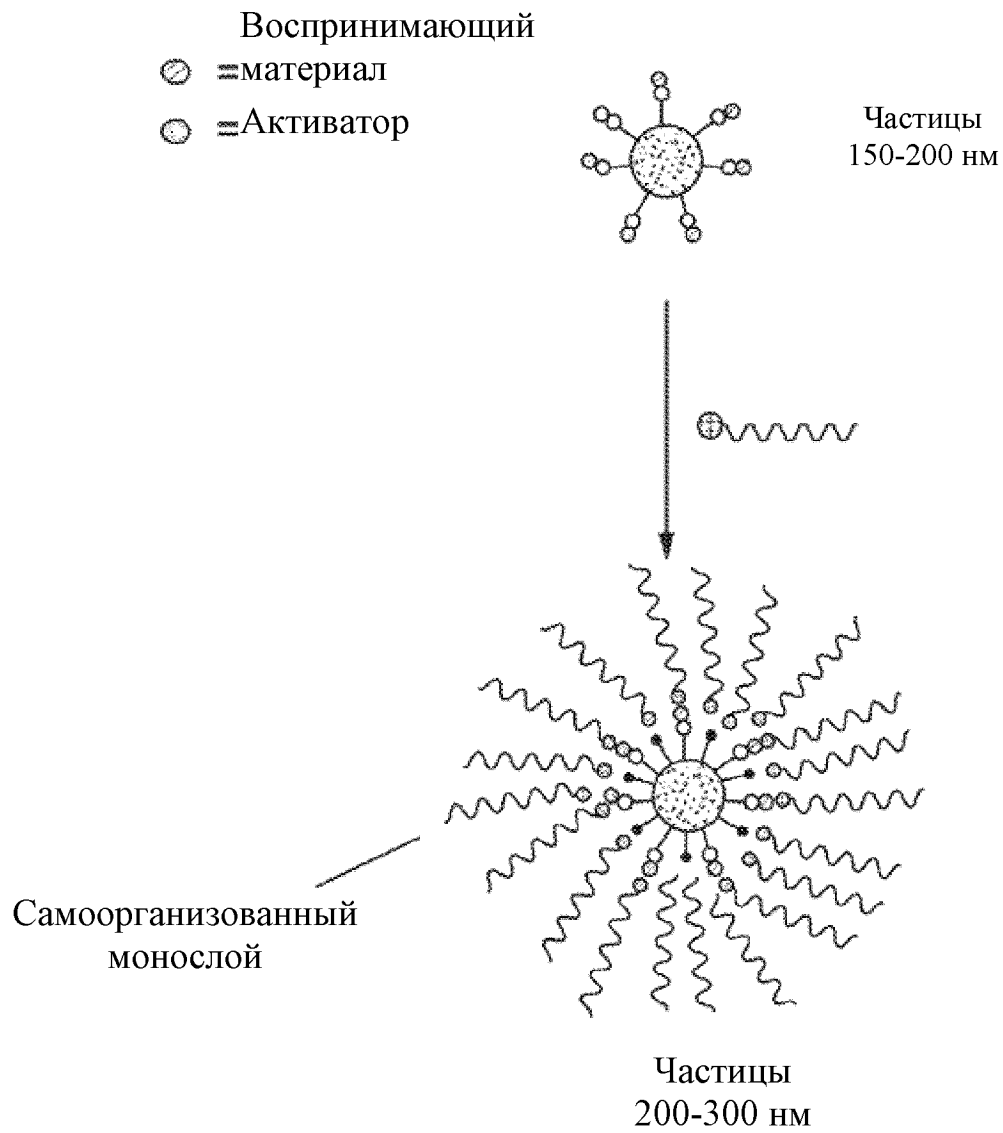
Фиг. 10

12/19

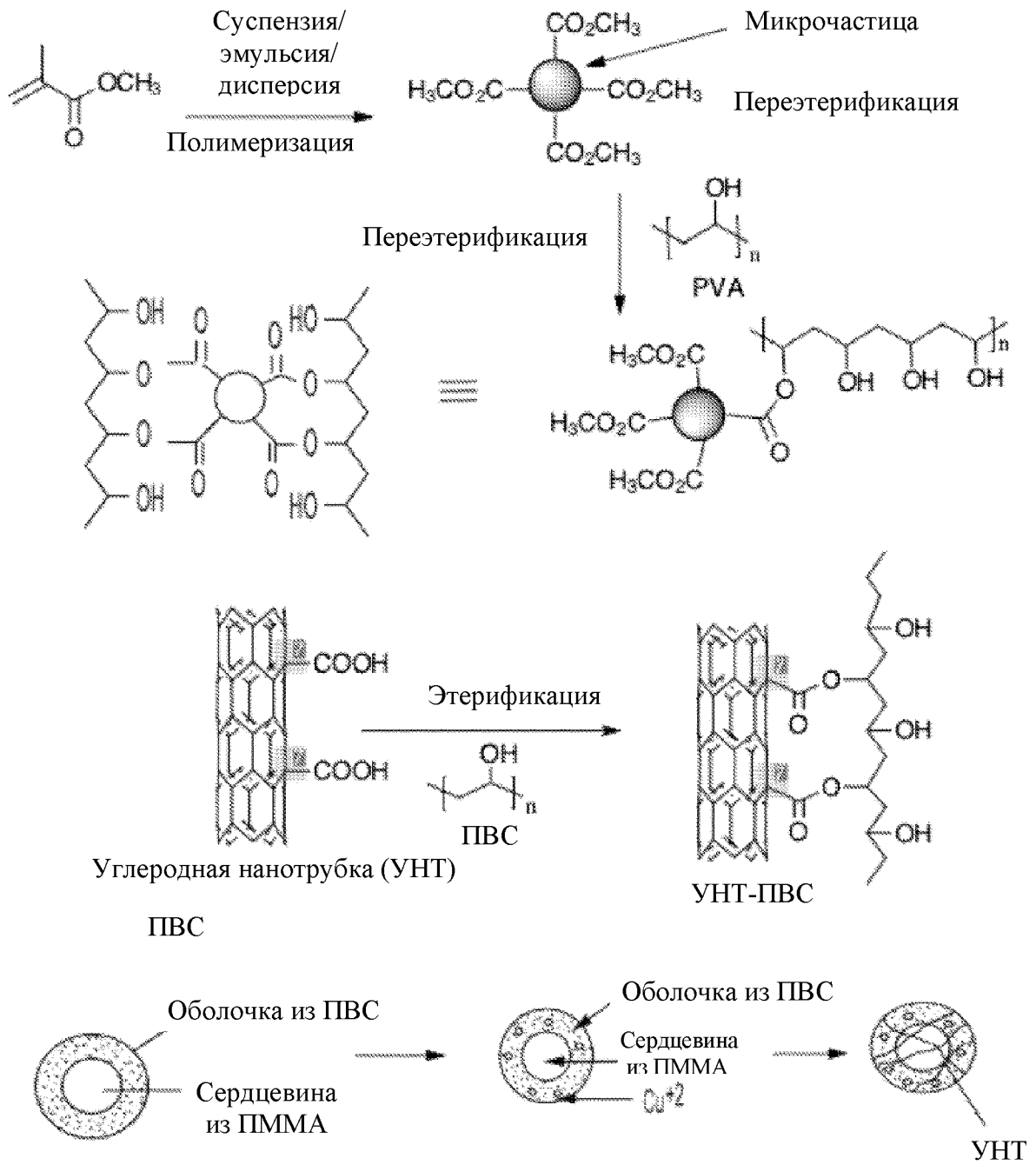


Фиг. 11

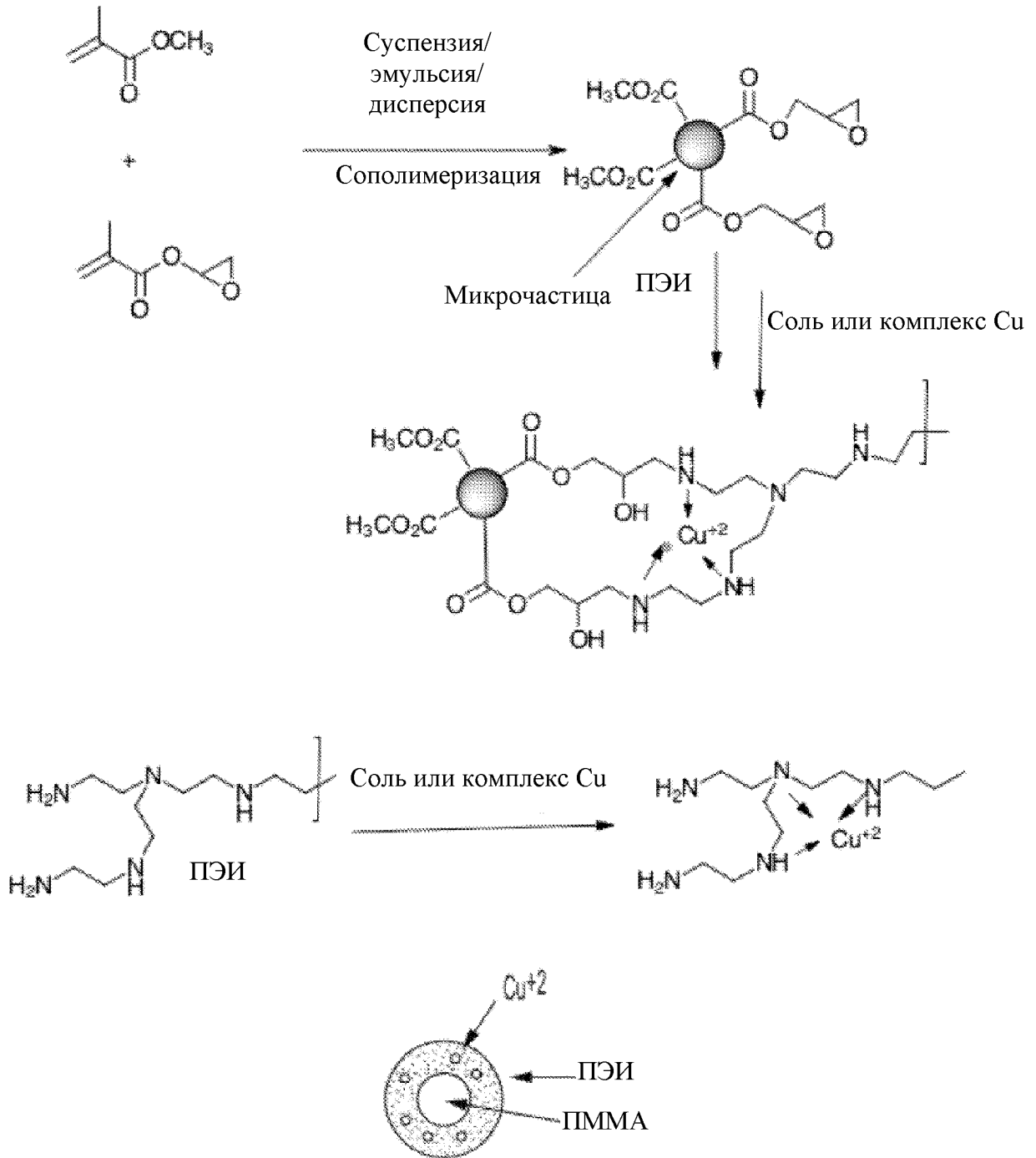
13/19



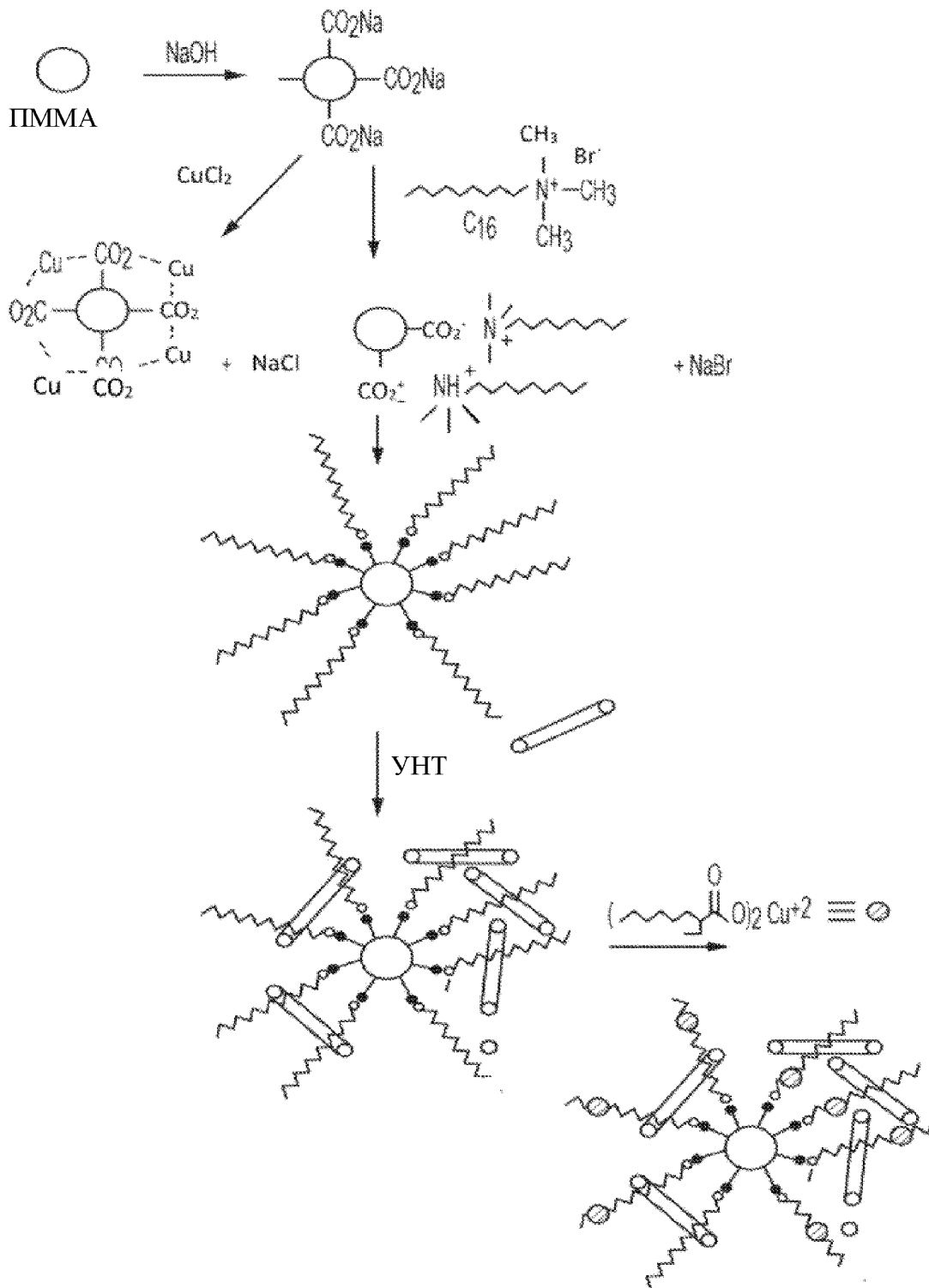
Фиг. 12



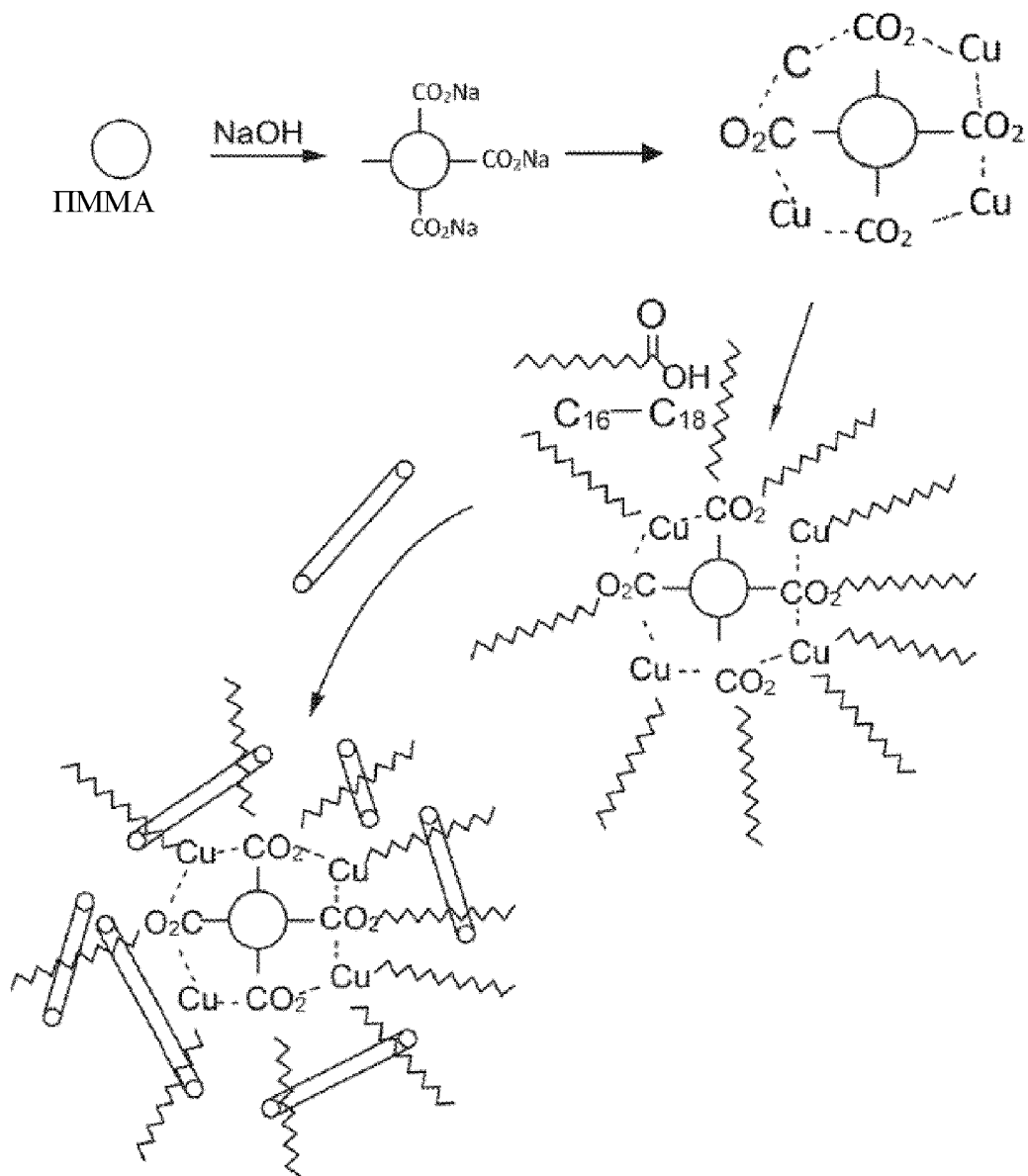
Фиг. 13



Фиг. 14

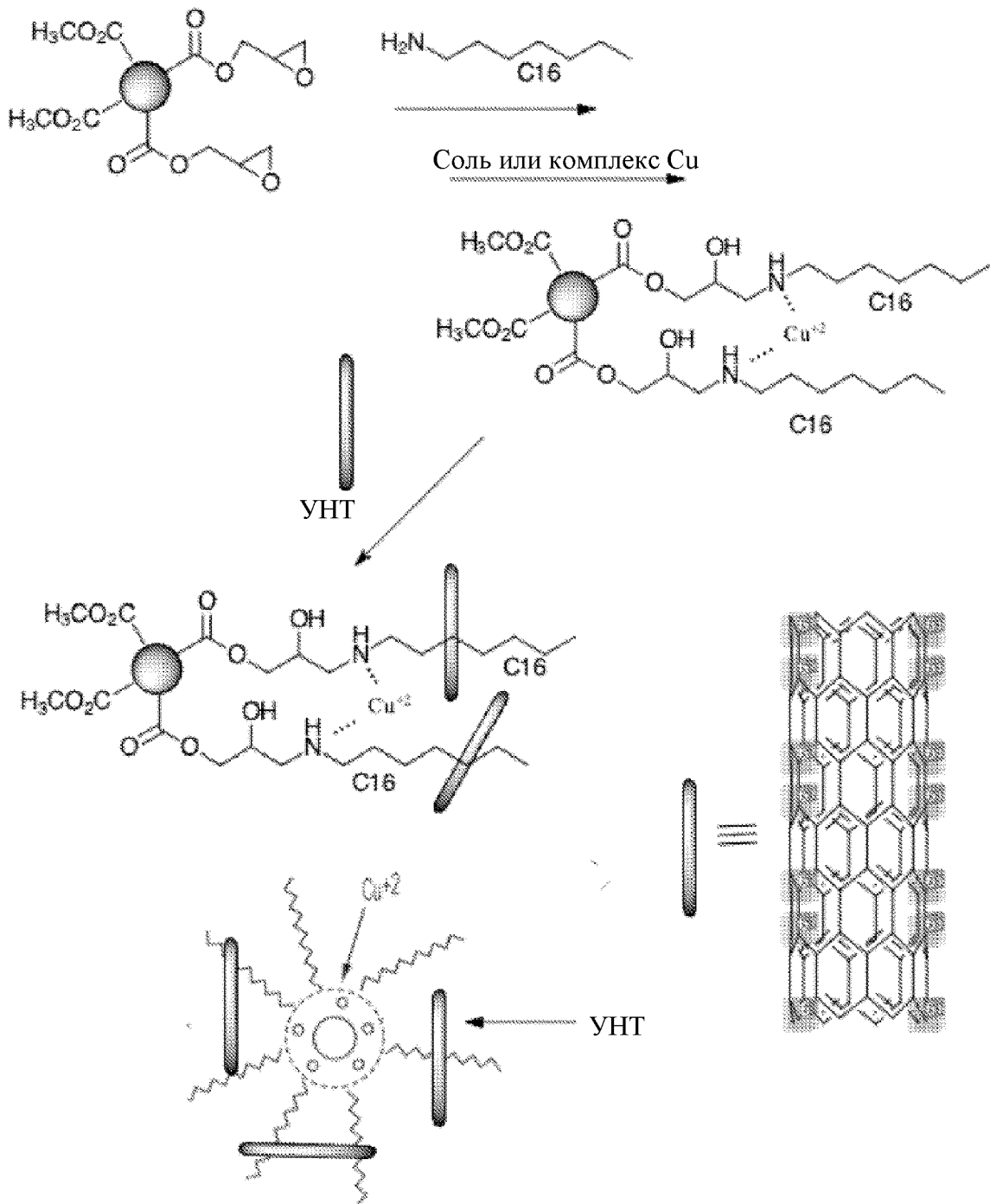


Фиг. 15



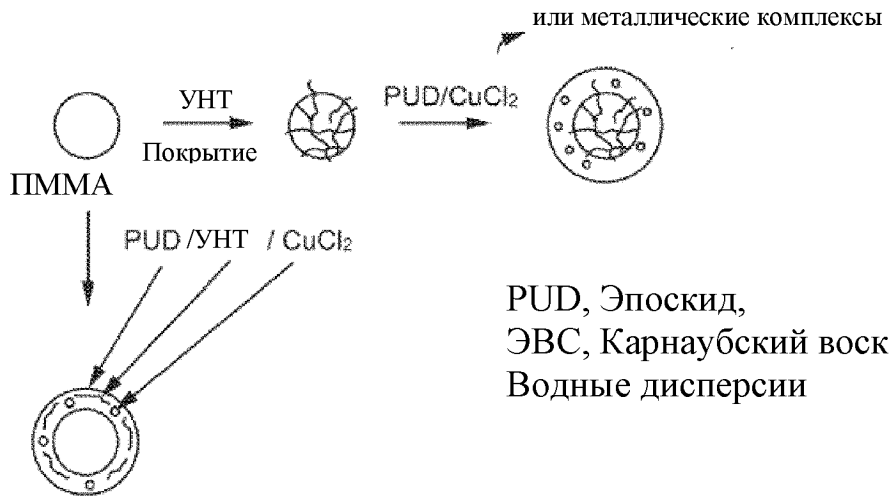
Фиг. 16

18/19

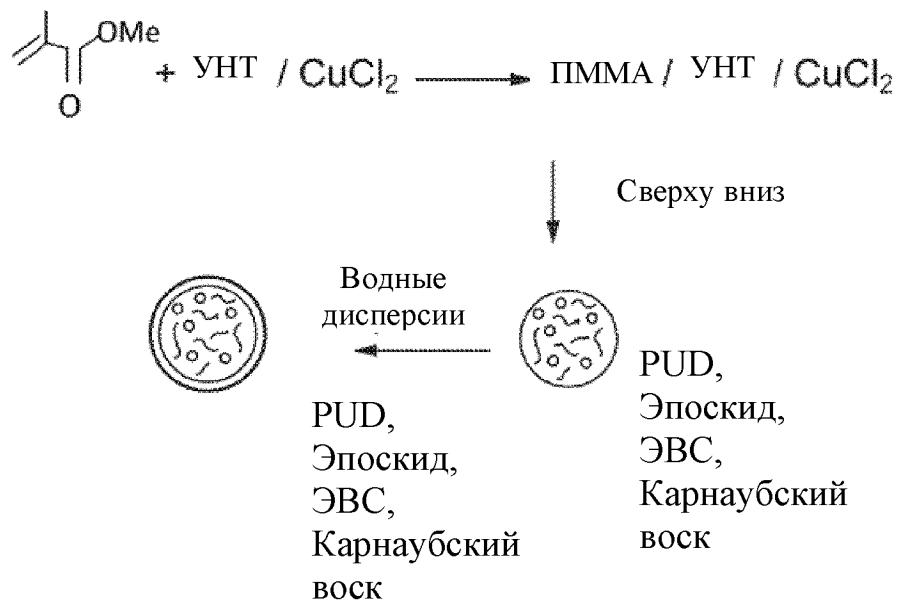


Фиг. 17

19/19



Полимеризация in situ



Фиг. 18