

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **025234**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2016.12.30

(21) Номер заявки
201400272

(22) Дата подачи заявки
2012.08.22

(51) Int. Cl. **B29C 67/00** (2006.01)
B28B 1/00 (2006.01)
B22F 3/00 (2006.01)

(54) СПОСОБ ПОСЛОЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ТРЕХМЕРНОГО ОБЪЕКТА

(31) **1100624-4**

(32) **2011.08.26**

(33) **SE**

(43) **2014.06.30**

(86) **PCT/EP2012/066339**

(87) **WO 2013/030064 2013.03.07**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ДИДЖИТЛ МЕТАЛ АБ (SE)

(72) Изобретатель:
**Аклинг Торбьорн, Карлстром Элис,
Йохандер Пер, Стиернстед Йоханна
(SE)**

(74) Представитель:
Воробьева Е.В. (RU)

(56) **US-A1-2009004381**
US-B1-6363606
WO-A1-9856566
US-A1-2006071367

(57) Изобретение относится к послойному производству трехмерного объекта, более конкретно, к способу послойного производства трехмерного объекта, содержащего более одного материала, с возможностью придания произвольной формы его слоям. Способ включает следующие стадии: наносят гидрофобный раствор на выбранные участки плоской подложки, используемой в качестве платформы для формирования опорного слоя объекта (1) с целью формирования гидрофобных областей; наносят на указанную подложку первый материал в виде порошковой суспензии на водной основе, содержащей частицы размером менее 5 μm, формируя порошковый слой толщиной менее 50 μm, наносят связующее вещество на участки порошкового слоя, которые должны остаться в формируемом объекте, наносят по меньшей мере один другой материал в виде порошковой суспензии или порошковой пасты в отверстия порошкового слоя, создаваемые при гидрофобном отталкивании порошковой суспензии на водной основе, повторяют вышеуказанную последовательность операций до формирования порошкового изделия требуемой формы и размера, ополаскивают или очищают объект от незакрепленного порошка и осуществляют термообработку для удаления связующего вещества и спекания порошкового изделия до твердого состояния с получением трехмерного объекта. Изобретение может использоваться для изготовления упаковки для микросистем, в которой керамика выступает в качестве изолятора, а вторичный материал используется для формирования электрических или оптических 3-мерных проводящих дорожек либо электрических, или оптических 3-мерных переключателей. Мелкий порошок, используемый в данном способе, может быть использован для создания компонентов с элементами малого размера, требующих высокой точности. Способ также может использоваться для создания небольших механических прецизионных деталей, шлифовальных инструментов, стоматологических изделий или медицинских имплантов.

025234 B1

025234 B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к послойному производству трехмерных объектов, более конкретно, к способу послойного производства трехмерных объектов, содержащих более одного материала, с возможностью придания произвольной формы его слоям.

Изобретение направлено на способ изготовления объектов, который начинается с создания виртуальной 3D модели (САПР-модели), и в котором данная информация используется для контролируемого добавления материала с целью формирования объекта. Подобные способы обычно именуются разными терминами, например быстрое макетирование, изготовление произвольной формы, производство слоев и аддитивное производство. 3D печать является одним из способов, относящимся к данной группе. Поскольку объекты с очень сложной формой могут иметь несколько планарных слоев, настоящий способ позволяет изготавливать объект любой требуемой формы с точностью фактической реализации подобных способов многослойного производства.

Предшествующий уровень техники

3D печать является способом, при котором порошковый слой распределяется по поверхности. Струйный принтер используется для распределения связующего вещества по поверхности для создания временной связи между частицами. Связующее вещество высыхает, и процесс повторяется до тех пор, пока не будет образован порошковый слой, содержащий объект, скрепленный со связующим веществом. Незакрепленный порошок смывается или удаляется с объекта, после чего объект спекается. Границы между первоначальными порошковыми слоями исчезают, и создается цельный объект.

Преимуществами 3D печати по сравнению с другими способами многослойного производства являются высокая скорость, отсутствие необходимости создания опорных конструкций, а также то, что конечный объект является гомогенизированным и в нем отсутствует остаточное напряжение. Высокая скорость достигается за счет нанесения порошкового слоя в один этап, а также за счет того, что связующее вещество может наноситься одновременно при помощи нескольких форсунок. Другие способы, позволяющие создавать объекты за счет раздачи материала в отдельных точках и использования единственного лазера или точечного электронного пучка для выборочного отверждения, по определению значительно медленней, поскольку они позволяют осуществлять формирование лишь в отдельно взятой точке, в отдельно взятый момент времени. Порошковый слой выступает в качестве опоры конструкции, позволяя создавать арочные конструкции без создания отдельной опорной конструкции, которую придется удалять на последующем этапе. Порошковый материал может наноситься без градиентов плотности, что позволяет получать после спекания на отдельном этапе гомогенизированный объект, без дифференцированной усадки.

В исходном изобретении 3D печати (Cima, US 6146567), порошковый материал наносился на поверхность путем распыления суспензии. В последующем изобретении на имя Fcubic порошковый материал распределялся в сухом виде для образования слоя (Fcubic, WO 03055628). Последний способ обеспечивает высокую скорость, но ограничен использованием более грубых порошковых материалов с размерами частиц примерно 10-20 μm , которые могут равномерно распыляться в сухом состоянии. При распылении в сухом состоянии более мелких частиц, включая наиболее легкоспекаемые керамические и твердометаллические порошковые материалы, невозможно получить гомогенизированный тонкий слой вследствие притяжения Ван-дер-Ваальса, которое препятствует перетеканию сухих мелких частиц.

Микросистемы приобретают все большее распространение для повышений технологичности продукции, т. е. для добавления новой функциональности. Они, например, используются в такой продукции как фотоэлементы, аккумуляторы, органические светодиоды, микроволновые компоненты, лаборатории на чипе, высокотемпературные датчики, транспортные средства и кухонные бытовые приборы. Микросистемы могут содержать датчики, которые регистрируют ускорение, излучение, усилие, давление, влажность, химическую среду и т. п., они также могут содержать приводы, работа которых основана на электростатическом, магнитострикционном, пьезоэлектрическом и других принципах.

До сегодняшнего дня не было возможности использовать многослойное производство для непосредственного изготовления упаковок микросистем с действительно 3D конструкциями. Доступные способы, такие как LTCC (технология низкотемпературной керамики), позволяли получать лишь плоские подложки, на которых электронные соединения (перемычки) должны были размещаться перпендикулярно слоям. Из-за этого зачастую приходилось комбинировать структуры LTCC с другими 3D структурами, изготавливаемыми отдельно. Использование присадок и прямое производство при создании упаковок могут обеспечить конкурентные преимущества. Развитие интегральных электронных микросхем является высокоэффективным, рационализированным процессом производства, внедряемым полупроводниковыми предприятиями. Между тем процесс упаковки не стандартизирован аналогичным образом. Зачастую на долю упаковки приходится львиная доля себестоимости микросистем. Дополнительное проектирование, изготовление и проверка упаковки занимает огромное количество времени.

При создании электрических межсоединений микросистем используется изоляция и электропроводящие материалы. В отдельных областях применения при создании резисторов и видоизменении диэлектрических свойств приходится использовать другие материалы. Для оптических межсоединений при создании световодов приходится использовать комбинации из других материалов. Поэтому процесс изго-

товления требует использования и интегрирования нескольких материалов. Ранее решение данной задачи не представлялось возможным с использованием известных способов.

Краткое изложение сущности изобретения

Ввиду вышеуказанных, а также других недостатков предшествующего уровня техники основная цель настоящего изобретения заключается в том, чтобы предложить производство 3D объектов, содержащих несколько слоев материала, при помощи аддитивного производства слоев. Изобретение позволяет осуществлять эффективное производство объектов, содержащих порошковые материалы (такие как керамика, стекло, гибридные материалы, твердые металлы и металлические материалы) с добавлением одного или нескольких вторичных материалов (таких как керамика, стекло, гибридные материалы, интерметаллидные соединения, твердые металлы и металлические материалы). Вторичный материал может быть интегрирован в произвольной форме.

В соответствии с одним из аспектов настоящее изобретение относится к способу производства аддитивного слоя объектов, содержащих более одного материала, с возможностью придания произвольной формы всем содержащимся материалам, подобный способ включает в себя получение плоской подложки, используемой в качестве платформы для построения объекта, гидрофобизацию выбранных частей плоской подложки за счет нанесения гидрофобного раствора, распределение порошковой суспензии на водной основе, содержащей частицы размером менее 5 μm в слое толщиной менее 50 μm , нанесение связующего вещества на частицы порошкового слоя, который должен остаться на сформированном порошkovом объекте, помещение одного или нескольких вторичных материалов в виде порошковой суспензии или порошковой пасты в зазоры слоя, создаваемого в результате гидрофобного отталкивания суспензии на водной основе, повторное добавление вышеуказанных порошковых слоев, гидрофобных областей, связующего материала и вторичных материалов для построения порошкового изделия требуемой формы и размера, ополаскивание или очистка объекта от незакрепленного порошка, снятие объекта с опоры, осуществление термообработки для удаления связующего вещества и спекание порошкового объекта до твердого изделия.

По различным типовым вариантам осуществления в качестве платформы для построения объекта используется плоская опора. Мелкий порошок наносится на опору в виде суспензии на водной основе с использованием щелевой экструзионной головки, ракеля или экструзионного способа. Временное связующее вещество используется для связывания участков слоя, которые должны стать частью окончательно сформированного объекта. Вода быстро высыхает и испаряется из концентрированной суспензии, способствуя отверждению слоя. Несколько слоев наносятся поверх друг друга для построения объекта с добавлением связующего вещества. Гидрофобный материал выборочно наносится на каждый из порошковых слоев для образования зазоров в последующем слое. Гидрофобные участки отталкивают суспензию на водной основе. Подобные зазоры заполняются вторичными материалами с использованием струйной печати или диспергирования. Нанесение порошковых слоев и вторичных материалов осуществляют повторно до достижения необходимого количества слоев. После завершения построения объекта незакрепленный порошок, т. е. порошок, не связанный с временным связующим веществом, смывается или счищается с объекта. Объект снимается с опоры перед или после ополаскивания или очистки от незакрепленного порошка. Затем объект нагревается для удаления временного связующего вещества, после чего нагрев продолжается для спекания объекта и получения твердого компонента, состоящего из нескольких материалов.

Таким образом, в объект могут быть включены конструкции из вторичного материала произвольной формы. Подобные конструкции, например, могут использоваться для построения 3D перемычек (электрических, оптических или теплопроводных дорожек произвольной формы и направления) в изоляционной или рефракционной матрице.

В целом, другие цели, признаки и преимущества настоящего изобретения, которые станут понятны из последующего подробного раскрытия изобретения, зависимых пунктов прилагаемой формулы изобретения, а также из чертежей, входят в объем данного изобретения.

Краткое описание чертежей

Далее, в качестве примера будут рассмотрены варианты осуществления изобретения со ссылкой на типовые варианты осуществления, результаты испытаний и прилагаемые чертежи, где

на фиг. 1 показан схематический вид по одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, поясняющий добавление связующего вещества для придания конструкции формы и удаление незакрепленного порошка;

на фиг. 2 показан схематический вид по одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, поясняющий принцип создания зазоров в слое, заполняемом вторичным материалом;

на фиг. 3 показан схематический вид по одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, поясняющий конфигурацию контактов;

на фиг. 4 показан схематический вид одного из типовых вариантов осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 5 схематически показана блок-схема по одному из вариантов осуществления способа по настоящему изобретению.

Следует понимать, что чертежи даны не в масштабе и, как это сразу станет понятно специалистам в данной области техники, объем изобретения допускает другие размеры, отличающиеся от размеров, представленных на чертежах.

Подробное описание вариантов осуществления изобретения

По различным вариантам осуществления изобретение может использоваться для изготовления упаковки для микросистем, в которой керамика выступает в качестве изолятора, а вторичный материал используется для формирования 3D проводящих дорожек или 3D перемычек. Мелкий порошок, используемый в данном способе, делает возможным или позволяет создавать компоненты с элементами малого размера, с высокой точностью и/или требующие высокой точности. Данный способ также может использоваться для создания оптоэлектронных систем, микрожидкостных систем, небольших механических прецизионных деталей, шлифовальных инструментов, стоматологических изделий или медицинских имплантов. Микросистемы, формируемые по различным вариантам осуществления изобретения, могут предпочтительно использоваться для повышения технологичности изделий, то есть для добавления изделиям новой функциональности.

Изобретение основано на использовании концепции 3D печати. Однако, вместо распределения или напыления сухого порошка порошковый слой добавляется в качестве концентрированной водной суспензии. Суспензия наносится в виде тонкого слоя при помощи щелевой экструзионной головки, ракеля, экструзионного осаждения или других технологий распределения суспензии. Это отличается от напыления, когда керамика или металл должны находиться в сильно разбавленной суспензии, таким образом, чтобы их вязкость позволяла им проходить через распылительную форсунку. При нанесении суспензии с помощью ракеля можно добавлять очень тонкий порошковый слой (1-50 μm) в прецизионно управляемом режиме в виде сильноконцентрированной суспензии. Используемый здесь термин "сильноконцентрированный" относится к суспензии, приближающейся к теоретической концентрации произвольной плотной упаковки. Сильноконцентрированная суспензия быстро отверждается, поскольку для преобразования ее в твердое вещество нужно удалить ничтожно малое количество воды. После этого связующее вещество при помощи печати наносится на слой, который должен остаться на конечном изделии.

Добавление связующего вещества для придания формы конструкции путем удаления незакрепленного порошка при помощи ополаскивания или очистки показано на фиг. 1. Принцип создания зазоров в слоях, заполняемых вторичным материалом, показан на фиг. 2.

Материал, добавляемый в виде слоев, может быть керамикой, однако также можно напылять слои из других мелких порошков, таких как стекло, гибридные материалы, цементированные карбиды, интерметаллидные материалы или металлы. Необходимо, чтобы порошки состояли из частиц небольшого размера, например <5 μm , для того чтобы их можно было диспергировать с уменьшенной седиментацией либо без седиментации, а также можно было использовать в тонких слоях для создания мелких форм с высокой точностью. Кроме этого, порошки можно диспергировать в воде с минимальной реакцией или без значительной реакции между мелким порошком и водой. Кроме этого, в соответствии со способом порошок может спекаться в плотный конечный материал. Для этого используют мелкие неагломерированные порошки с возможностью спекания, при этом требования к размеру частиц зависят от конкретного типа используемого материала. Для керамики с высокой производительностью можно использовать частицы размером менее 1 μm .

Процессы 3D печати могут использоваться для создания внутренних полостей (отверстий или каналов) в компоненте, при условии, что они соединены с поверхностью компонента и позволяют ополаскивать или очищать незакрепленный порошок после формирования компонента. Заполнение образованных полостей вторичным материалом после изготовления всего компонента сложно и непрактично. Целесообразно или желательно создавать пространство внутри компонента, заполняемое вторым материалом, при создании слоя.

Использование механического высверливания или лазерной обработки для создания полостей в каждом слое возможно, но это приведет к появлению сколов и других загрязнений. Подобные загрязнения будет сложно удалить, что не позволит осуществить процесс, целью которого является создание мелких конструкций с высокой точностью и высоким качеством.

Вместо механической обработки на часть слоя выборочно при помощи печати наносится гидрофобная жидкость. При добавлении очередного слоя гидрофобные области отталкивают порошковую суспензию на водной основе, в результате чего в той части слоя, где может быть добавлен второй (третий или четвертый) материал, образуется зазор (отверстие в полости). Гидрофобная жидкость может, например, содержать или состоять из углеводородов (алканов, нефтяных жиров), фторуглеродов или силиконов.

Поскольку полости формируются послойно, их можно заполнять послойно пастой из вторичного материала с использованием раздаточных устройств, струйной печати или других способов нанесения. Заполнение полостей при помощи раздаточного устройства (осуществляемое точечно) является более медленным процессом по сравнению с нанесением связующего вещества при помощи струйной печати (осуществляемое несколькими форсунками), однако для большинства областей применения заполняемая область является лишь небольшой частью полного сечения компонента. Таким образом, струйная печать

обеспечивает главное преимущество, заключающееся в быстром нанесении и отверждении целых слоев.

Данный процесс позволяет создавать 3-мерные соединительные отверстия (3D проводящие соединения или оптические переключатели) внутри компонента или интегрировать в конструкцию другие 3D конструкции из второго материала. Добавляемые материалы могут подбираться или адаптироваться таким образом, чтобы они были совместимы с процедурой спекания. Между тем данная проблема решается, например, при помощи доступной на рынке технологии LTCC (технология низкотемпературной керамики для электронных областей применения).

По одному из вариантов осуществления процесс также можно использовать для добавления абляционного материала в качестве вторичного материала в зазоры, создаваемые гидрофобными областями. Абляционный материал используется для временного заполнения зазоров и исчезает во время термообработки, перед спеканием или на ранних этапах спекания. Это может использоваться для создания каналов, закрытых каналов и/или полостей в компоненте. Поскольку подобные полости заполняются вторичным материалом непостоянно, их не нужно соединять с внешней поверхностью элемента. Абляционный материал разламывается/испаряется через поры объекта до того как они закрываются при спекании. Одним из примеров абляционного материала является графит, который окисляется, образуя диоксид углерода при нагреве объекта в воздухе во время термообработки. Другим примером абляционного материала является воск, который расплавляется и испаряется во время термообработки. Ополаскивание или очистка небольших каналов или небольших полостей зачастую затруднена и занимает много времени, даже если каналы или полости выходят на поверхность объекта.

Настоящий способ также позволяет добавлять планарные проводящие дорожки при помощи струйной печати с использованием проводящих металлизированных чернил перед добавлением последующего керамического слоя, аналогично тому, как это осуществляется в LTCC технологии.

Например, способ позволяет изготавливать керамические упаковки (или керамические межсоединения) для широкого спектра микросистем. Добавление функционального материала и соединение подобного материала при помощи электрических проводников позволяет добавлять датчики или приводы. Добавление проводящих дорожек, резисторов, катушек индуктивности, конденсаторов и точек соединения для электронных микросхем открывает возможности интеграции технологичных систем. Микросистемы, например, могут использоваться в такой продукции как фотоэлементы, аккумуляторы, органические светодиоды, компоненты микроволновых печей, лаборатории на чипе, высокотемпературные датчики, транспортные средства и кухонные бытовые приборы. Кроме этого, микросистемы могут содержать датчики, которые регистрируют ускорение, излучение, усилие, давление, влажность, химическую среду и т. п., они также могут содержать приводы, работа которых основана на электростатическом, магнетострикционном, пьезоэлектрическом и других принципах. Микросистемы также могут содержать полости, образующие волноводы для света и микроволн, а также каналы для транспортировки текучей среды. Микросистемы, образованные при помощи настоящего способа, также могут содержать оптические волноводы.

Высокая точность, возможность создания сложных элементов и интегрирования вторичных материалов позволяет изготавливать небольшие сложные режущие инструменты или медицинские импланты, а также стоматологические изделия. Способ также позволяет создавать каналы и полости с внутренней металлизацией. Подобные конструкции могут использоваться в качестве волноводов в микроволновых областях применения. Для высокоточных микроволн (ТГц или около ТГц) микрополосковые линии необходимо заменять волноводами. Для предотвращения потерь подобные волноводы (металлизированные каналы) должны обладать высокой точностью и иметь низкую шероховатость поверхности. Предлагаемый способ позволяет добиться подобной точности и низкой шероховатости поверхности.

Пример 1.

Во время простого модельного испытания для ручного нанесения слоев вместо щелевой экструзионной головки использовалась разливная установка с ракелем. На пластину из спеченного глинозема при помощи трафаретной печати был нанесен рисунок. Рисунок состоял из прямых проводящих дорожек разного размера, оканчивающихся контактной точкой (фиг. 3). Для достижения хорошей электропроводности печать осуществлялась с использованием серебряной пасты.

Пластина с проводником была помещена в разливную установку. Водная суспензия оксида алюминия (40 об.% АКР 30, фирмы Sumitomo Chemicals) с диспергирующим веществом (0,35% Dolapix PC21) была разлита при помощи ракеля в 80 μm зазор. После подобной разливки на пластине образовалась тонкая пленка из оксида алюминия.

Отверстия для переключателей были созданы путем распределения гидрофобной жидкости. В качестве гидрофобной жидкости использовалась жидкость на основе фторуглерода. Те области, на которые была нанесена гидрофобная жидкость, не смачивались водной суспензией оксида алюминия и оставались нетронутыми. Создавались отверстия, которые проходили через слой сухого порошкового оксида алюминия.

Поверх высохшего керамического слоя при помощи трафаретной печати был нанесен слой с проводниками. Проводящий рисунок второго слоя располагался таким образом, чтобы он соединялся в контактной точке с первым слоем. Серебряная паста проникала через образованные отверстия и соединяла

первый слой со вторым слоем, обеспечивая тем самым межслойное соединение.

Соединение было проверено путем закорачивания между конечными точками верхнего и нижнего слоев, как это показано на фиг. 4. Ток попеременно проходил на верхний и нижний слой через шесть переключателей.

Пример 2.

Была изготовлена установка для производства слоев. Установка состояла из стола с линейными приводами (производства фирм NSK и HIWIN), которые могли перемещаться в направлениях x-y-z. Управление подвижным столиком осуществлялось при помощи контролера ПЛК (фирмы Beijer).

Подвижный столик был оснащен щелевой экструзионной головкой (фирмы Premier Dies), в которую керамическая суспензия под давлением нагнеталась насосом (таким как прецизионный шестереночный насос). Керамическая суспензия была аналогична суспензии из примера 1, однако концентрация твердых частиц была соответствующим образом изменена для получения вязкости, приемлемой для щелевой экструзионной головки.

Струйные печатные головки (фирмы HP) с приводной электроникой (фирмы Megatech Electronic) были установлены на столике таким образом, чтобы их можно было использовать для печатного нанесения как временного связующего вещества из латекса, так и гидрофобной жидкости.

Раздаточные устройства также были установлены на подвижный столик и заполнены проводящей пастой.

Компьютер был запрограммирован для управления при помощи ПЛК щелевой экструзионной головкой и для передачи информации на приводную электронику печатного устройства о параметрах печати каждого слоя. Затем подвижный столик был промыт перед нанесением очередного слоя.

Подобная установка использовалась для создания 3-мерных проводящих переключателей в структуре керамической упаковки.

Со ссылкой на фиг. 1, 2 и 5 показан вариант осуществления иллюстративного способа 11 изготовления объектов 1. Как можно заметить, иллюстративный вариант осуществления способа 11 включает в себя

этап получения плоской подложки, используемой в качестве платформы для формирования основания 2 объекта 1, обозначенный ячейкой 12 на фиг. 5;

этап гидрофобизации выбранных участков плоской подложки, таких как порошковые слои 4, 4a, 4b, порошковой суспензией на водной основе или платформы для формирования основания 2, путем нанесения гидрофобного раствора, такого как 3a или 3b, обозначенный ячейкой 13 на фиг. 5;

этап распределения порошковой суспензии 4a или 4b на водной основе, содержащей частицы размером менее 5 μm в слое толщиной менее 50 μm , обозначенный ячейкой 14 на фиг. 5;

этап нанесения связующего вещества 5 на участки порошкового слоя, которые должны остаться на сформированном порошковом элементе, обозначенный ячейкой 15 на фиг. 5;

этап нанесения одного или нескольких вторичных материалов 6 в виде порошковой суспензии или порошковых паст в зазоры слоя, создаваемые при гидрофобном отталкивании суспензии на водной основе, обозначенный ячейкой 16 на фиг. 5;

этап повторного добавления порошковых слоев 4a, 4b, 4c и т. д., гидрофобных областей 3a и 3b, связующих веществ 5a, 5b и 5c и вторичных материалов, соответствующих вторичному материалу 6a, как это отмечалось выше, для создания порошкового изделия необходимой формы и размера, обозначенный ячейкой 17 на фиг. 5;

этап промывки или очистки объекта от незакрепленного порошка и снятие объекта с опоры 2, обозначенный ячейкой 18 на фиг. 5; и

этап осуществления термообработки для удаления связующего вещества и спекание порошкового изделия до твердого изделия, обозначенный ячейкой 19 на фиг. 5.

Со ссылкой на фиг. 2 следует отметить, что выбранные участки порошкового слоя 4a и 4b образуют плоскую подложку, гидрофобизация которой осуществляется путем нанесения гидрофобных растворов 3a и/или 3b. Между тем гидрофобный раствор также можно наносить непосредственно на платформу, образующую опору 2, при этом платформа, образующая опору 2, образует плоскую подложку на этапе гидрофобизации.

Следует отметить, что изобретение было рассмотрено выше преимущественно со ссылкой на несколько вариантов осуществления. Между тем как сразу станет понятно специалистам в данной области техники объем изобретения, определяемый прилагаемой формулой изобретения, допускает также и другие варианты осуществления.

Кроме этого, следует отметить, что термин "содержащий", используемый в формуле изобретения, не исключает наличие других элементов или этапов, а неопределенный артикль "a" или "an" не исключает множественное число. Единственная установка или другое устройство могут использоваться для выполнения нескольких задач, указанных в формуле изобретения. Сам факт того, что отдельные признаки или этапы способа перечисляются в различных зависимых пунктах формулы, не указывает на то, что не может быть использована комбинация этих признаков или этапов.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ (11) послойного производства трехмерного объекта (1), содержащего более одного материала, с возможностью придания произвольной формы его слоям, в котором

наносят гидрофобный раствор на выбранные участки плоской подложки, используемой в качестве платформы для формирования опорного слоя (2) объекта (1), для формирования гидрофобных областей (3a, 3b);

наносят (14) на указанную подложку первый материал в виде порошковой суспензии (4a, 4b) на водной основе, содержащей частицы размером менее 5 μm , формируя порошковый слой толщиной менее 50 μm ;

наносят (15) связующее вещество (5) на участки порошкового слоя, которые должны остаться в формируемом объекте;

наносят (16) по меньшей мере один другой материал (6a) в виде порошковой суспензии или порошковой пасты в отверстия порошкового слоя, создаваемые при гидрофобном отталкивании порошковой суспензии на водной основе;

повторяют вышеуказанную последовательность операций до формирования порошкового изделия требуемой формы и размера;

ополаскивают (18) или очищают объект от незакрепленного порошка и

осуществляют термообработку (19) для удаления связующего вещества и спекания порошкового изделия до твердого состояния с получением трехмерного объекта.

2. Способ по п.1, в котором дополнительно между очисткой и термообработкой снимают объект с опоры (2).

3. Способ по п.1, в котором указанный по меньшей мере один другой материал (6a) является абляционным материалом (6a), который оставляет полости или каналы в спеченном объекте.

4. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором порошковую суспензию на водной основе наносят слоями при помощи ракеля, щелевой экструзионной головки или экструзионного способа, при этом гидрофобный материал и связующее вещество наносят при помощи струйной печати, а указанный по меньшей мере один другой материал наносят наливом или путем струйной печати.

5. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором гидрофобный раствор (3a, 3b) является раствором или дисперсией фторуглеродов или силиконов.

6. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором порошком для порошковой суспензии на водной основе является керамический порошок или порошок из твердых металлов.

7. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором дополнительная функциональность производимому объекту обеспечивается за счет использования диэлектрических, резистивных, полупроводниковых, магнитных материалов или материалов с другой функциональностью в качестве первого и указанного по меньшей мере одного другого материала.

8. Способ по любому из пп.1-7, который используют для создания конструкций из проводящих или изолирующих материалов для создания корпусов микросистем.

9. Способ по любому из пп.1-7, который используют для создания имплантов или зубных протезов.

10. Способ по любому из пп.1-7, который используют для создания инструментов для шлифовки или резки.

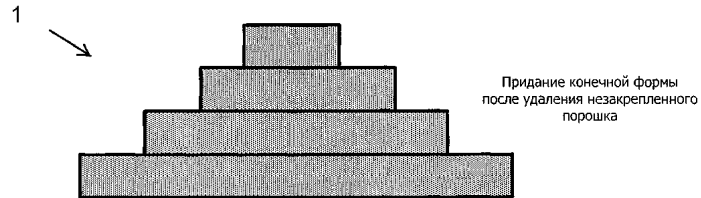
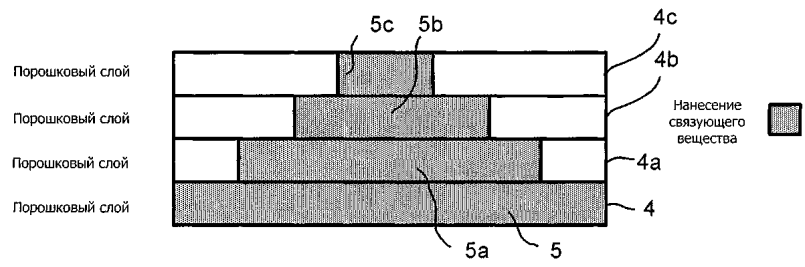
11. Способ по любому из пп.1-7, который используют для создания механических прецизионных деталей.

12. Способ по любому из пп.1-7, который используют для создания керамического объекта с каналами и полостями, поверхности (7) которых металлизированы и используются в качестве волноводов для микроволн.

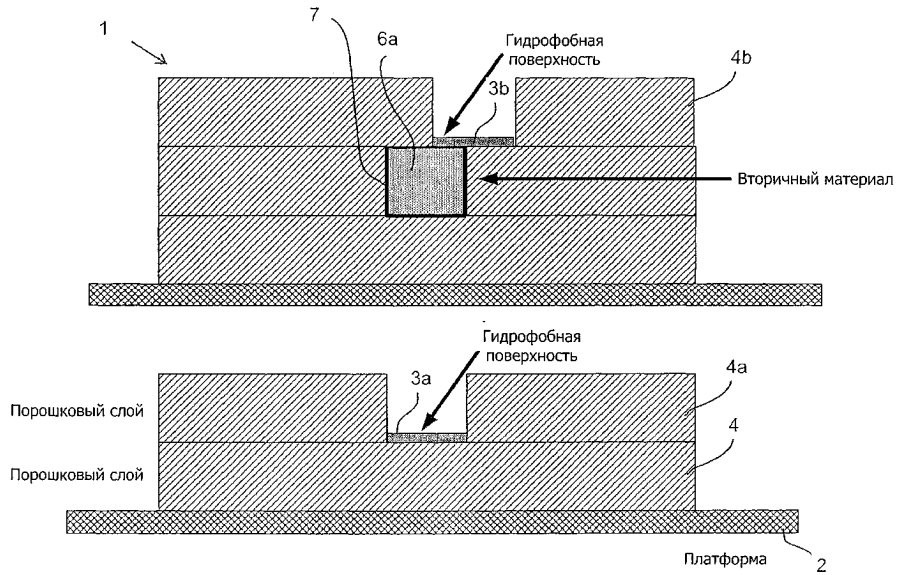
13. Способ по любому из пп.1-7, который используют для создания керамического объекта с каналами и полостями, поверхности (7) которых металлизированы и используются для транспортировки текучей среды.

14. Способ по любому из пп.1-7, который используют для создания оптических волноводов.

15. Способ по п.14, в котором волноводы создают в керамическом материале или поверх керамического материала.

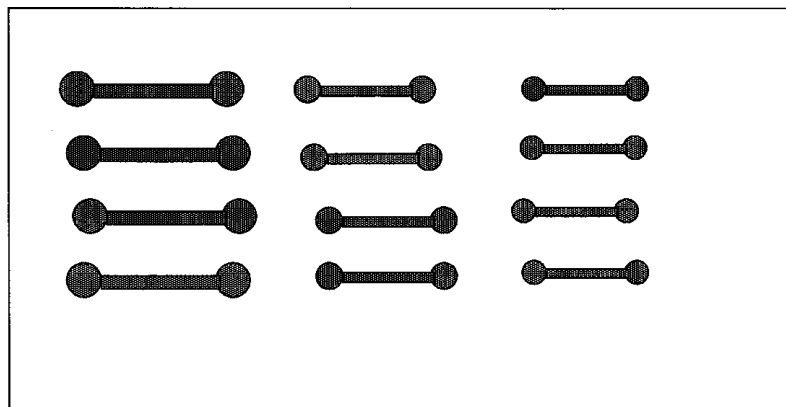


Фиг. 1

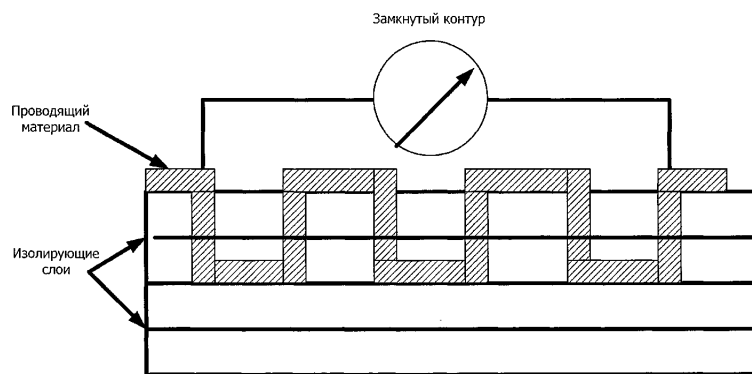


Фиг. 2

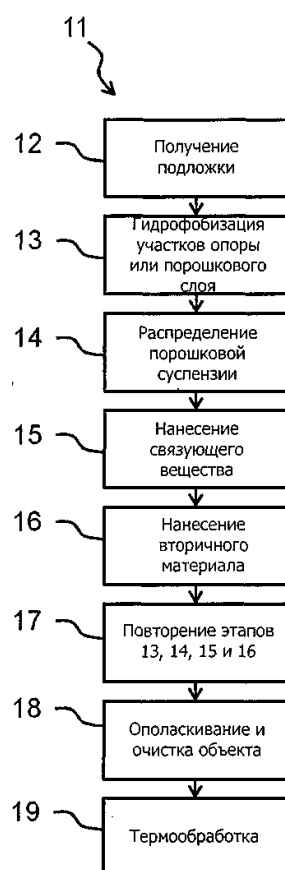
Схематический чертеж расположения контактов



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2