

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **045175**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.10.31**

(51) Int. Cl. **G01N 15/14** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201990634**

(22) Дата подачи заявки  
**2016.09.02**

---

(54) **СПОСОБ И СИСТЕМА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ЧАСТИЦ В ЖИДКОСТИ,  
НАХОДЯЩЕЙСЯ В СОСУДЕ**

---

(43) **2019.07.31**

(56) US-A1-2010232664

(86) **PCT/US2016/050283**

US-A1-2014177932

(87) **WO 2018/044328 2018.03.08**

US-A1-2009230324

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

US-A1-2010322494

**ЭМДЖЕН ИНК. (US)**

US-B1-7016523

US-A1-2012134230

(72) Изобретатель:

**Милн Грэхем Фрэнк, Фрадкин  
Дмитрий, Пирсон Томас Кларк, Коо  
Бончулл Крис, Френ Эрвин (US)**

(74) Представитель:

**Медведев В.Н. (RU)**

---

(57) Предложен способ и система для обнаружения частиц в жидкости, находящейся в сосуде, при этом способ включает, во время периода перемешивания профиля перемешивания, приложение перемещения к прозрачному сосуду, содержащему жидкость, а также, во время приложения перемещения, получение последовательности исходных изображений части прозрачного сосуда; генерирование фонового изображения из последовательности исходных изображений; генерирование результирующего изображения из фонового изображения и исходного изображения в последовательности исходных изображений; и определение из результирующего изображения частицы в жидкости.

**045175**

**B1**

**045175**  
**B1**

### **Область техники, к которой относится изобретение**

Настоящая заявка в целом относится к обнаружению частиц в заполненных жидкостью сосудах.

#### **Уровень техники**

Жидкость может содержать частицы различных форм и размеров. Жидкость может преднамеренно содержать частицы или может непреднамеренно содержать частицы. Непреднамеренные частицы могут происходить из ряда различных источников, таких как окружающая среда, неправильное обращение или хранение жидкостей или представлять собой остаточный продукт, возникший вследствие формования, упаковки или наполнения сосуда, в котором хранится жидкость. Жидкость также может содержать пузырьки воздуха.

#### **Сущность изобретения**

В одном варианте осуществления способ включает: во время периода перемешивания профиля перемешивания, приложение перемещения к прозрачному сосуду, содержащему жидкость, а также, во время приложения перемещения, получение последовательности исходных изображений части прозрачного сосуда; генерирование фонового изображения из последовательности исходных изображений; генерирование результирующего изображения из фонового изображения и исходного изображения в последовательности исходных изображений; и определение из результирующего изображения частицы в жидкости.

В одном варианте осуществления система контроля включает в себя мешалку, выполненную с возможностью получения прозрачного сосуда, содержащего жидкость, и приложения перемещения к прозрачному сосуду во время периода перемешивания профиля перемешивания. Устройство формирования изображений получает последовательность исходных изображений прозрачного сосуда при приложении мешалкой перемещения. Контроллер получает от устройства формирования изображений последовательность исходных изображений, определяет общие признаки по меньшей мере двух исходных изображений в последовательности исходных изображений, генерирует фоновое изображение, включая общие признаки, генерирует одно или более результирующих изображений из фонового изображения и последовательности исходных изображений, а также определяет из фонового изображения частицу в жидкости.

В одном варианте осуществления способ включает: во время периода перемешивания профиля перемешивания, получение последовательности исходных изображений части прозрачного сосуда; определение фонового изображения из последовательности исходных изображений; генерирование по меньшей мере одного результирующего изображения из фонового изображения и последовательности исходных изображений; а также определение из результирующего изображения по меньшей мере одной частицы в жидкости.

#### **Краткое описание графических материалов**

Специалист в данной области техники поймет, что фигуры, описанные в настоящем документе, включены в целях иллюстрации и не ограничивают объем настоящего изобретения. Графические материалы не обязательно выполнены в масштабе; при этом упор делается на иллюстрации принципов настоящего изобретения. Следует понимать, что в некоторых случаях различные аспекты описанных вариантов осуществления могут быть показаны в преувеличенном или увеличенном виде, чтобы способствовать пониманию описанных вариантов осуществления. В различных графических материалах сходные ссылочные позиции в целом относятся к функционально сходным и/или структурно сходным компонентам.

На фиг. 1 изображена визуальная система контроля согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 2 изображена визуальная система контроля согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 3 изображен пример способа для определения частиц в жидкости.

На фиг. 4 изображен сосуд в различные моменты времени во время приложения профиля перемешивания.

На фиг. 5 изображен пример изображений, полученных и обработанных в соответствии с методами по настоящему изобретению.

На фиг. 6 изображен пример устройства управления.

#### **Подробное описание изобретения**

Различные концепции, представленные выше и обсуждаемые более подробно ниже, могут быть осуществлены любым из многочисленных способов, при этом описанные концепции не ограничены каким-либо способом осуществления. Примеры способов осуществления представлены в иллюстративных целях.

На фиг. 1 изображена система 100 контроля согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения. Система 100 включает в себя мешалку 102, который содержит роботизированную подсистему 104 и шпиндель 106. Система 100 дополнительно включает в себя систему 108 освещения, содержащую один или более источников света для освещения сосуда, удерживаемого мешалкой 102, а также одно или более устройств 110 формирования изображений, которые получают изображения сосуда во

время перемешивания сосуда мешалкой 102.

Дополнительная информация в отношении компонентов системы 100 приведена ниже. В качестве обзора система 100 выполнена с возможностью формирования изображения сосуда при приложении профиля перемешивания к сосуду. Изображения могут быть получены во время приложения к сосуду любого сегмента профиля перемешивания. Система анализирует два или более изображений сосуда для определения присутствия частиц в сосуде. Два или более изображений могут дополнительно быть проанализированы для подсчета числа присутствующих частиц, определения размера частиц, отслеживания перемещения частиц или характеристики частиц. Частицы могут представлять собой, например, пыль или другие загрязняющие вещества, или белки. В настоящем описании обсуждаются частицы, однако следует понимать, что концепции настоящего изобретения также применяются к пузырькам воздуха.

Профиль перемешивания включает один или более периодов перемешивания. Во время каждого периода перемешивания профиля перемешивания к сосуду прилагают перемещение или перемещение прекращают. Например, за первым перемещением в первом периоде перемешивания может следовать второе перемещение во втором периоде перемешивания или за первым перемещением в первом периоде перемешивания может следовать прекращение первого перемещения во втором периоде перемешивания. Перемещение может представлять собой встряхивание, вращение, приложение ультразвуковой энергии, приложение акустической энергии, переворачивание, другой тип перемещения или их любую комбинацию.

Прекращение перемещения может включать или может не включать приложение усилия к сосуду для противодействия перемещению, например, приложение тормозного усилия. Тормозное усилие может представлять собой, например, силу трения. В целом период перемешивания, включающий в себя прекращение перемещения, называется в настоящем документе "периодом покоя". Период покоя может включать начальный момент времени, во время которого жидкость в сосуде продолжает перемещаться, и может дополнительно включать последующий период времени, во время которого жидкость в сосуде находится в состоянии покоя.

Изображения сосуда могут быть получены во время одного или более периодов перемешивания профиля перемешивания. Получение изображений рассчитывается по времени так, чтобы соответствовать одному или более положений сосуда. Последовательность изображений, полученных в отдельно взятом положении сосуда, используется для обнаружения частиц в жидкости в сосуде, как будет описано ниже. Последовательность изображений может быть получена в каждом из множества положений сосуда.

В качестве не ограничивающего примера в одном или более вариантах осуществления профиль перемешивания включает первое перемещение в первом периоде перемешивания с последующим внезапным остановом и периодом покоя во втором периоде перемешивания, в котором мешалка 102 не обеспечивает дополнительного перемещения (например, прекращает первое перемещение), а затем второе перемещение в третьем периоде перемешивания. Изображения могут быть получены во время одного или более из первого периода перемешивания, второго периода перемешивания или третьего периода перемешивания. В одном или более таких вариантах осуществления первое перемещение представляет собой вращательное движение, причем жидкость внутри сосуда может продолжать кратковременно вращаться во время периода покоя, в то время как система получает изображения вращающейся жидкости. Однако жидкости с высокой вязкостью могут быстро приходить в состояние покоя после прекращения вращения сосуда, что может затруднять получение изображений частиц, взвешенных в жидкости, поскольку они также быстро приходят в состояние покоя. Для таких жидкостей (или других жидкостей) система, описанная в настоящем документе, может, например, пропускать внезапный останов и период покоя и вместо этого использовать профиль перемешивания, в котором первое перемещение в первом периоде перемешивания представляет собой вращательное движение, а второе перемещение во втором периоде перемешивания также представляет собой вращательное движение (которое может происходить с другой частотой, чем первое вращательное движение), которое позволяет частицам продолжать перемещаться во время получения и анализа изображений. В объем настоящего изобретения входят многие другие профили перемешивания, некоторые из которых описаны в настоящем документе.

Система 100 может синхронизировать получение изображений с профилем перемешивания. Например, для вращательных движений вокруг одной оси получают последовательность двух или более изображений одинаковой части сосуда, причем каждое изображение получают, когда сосуд находится в конкретном угловом положении, и каждое изображение получают во время различных оборотов. Таким образом, части изображения, которые не изменяются во время перемещения, могут быть проигнорированы, такие как смазка или грязь на стенке сосуда или отражения от стенки сосуда, и, следовательно, частицы могут быть определены из изображений, как обсуждается ниже.

В одном или более вариантах осуществления устройство 110 формирования изображений может получать последовательность изображений для каждой из множества частей сосуда, причем каждое изображение в отдельной взятой последовательности получают при разном вращении сосуда.

В одном или более вариантах осуществления множество устройств 110 формирования изображений получают изображения сосуда с различных местоположений в системе 100 контроля, таких как, напри-

мер, для более быстрого параллельного формирования изображений, для широкоугольного в сравнении с узкоугольным формированием изображения, для формирования изображений малой площади в сравнении с формированием изображений большой площади, для формирования цветных в сравнении с инфракрасными изображениями и т.д.

Как показано на фиг. 1, шпиндель 106 соединен с роботизированной подсистемой 104. Мешалка 102 (включая роботизированную подсистему 104 и шпиндель 106) выполнена с возможностью создания одного или более профилей перемешивания. Профили перемешивания могут включать встряхивание, вращение, приложение ультразвуковой энергии, приложение акустической энергии, переворачивание или их любую комбинацию. Профили перемешивания прилагают к сосуду для приведения частиц в жидкости в движение, а затем необязательно для поддержания частиц в движении. Различные профили перемешивания могут быть созданы на основе, например, размера или формы сосуда, вязкости жидкости в сосуде, количества жидкости в сосуде, ожидаемого количества частиц в сосуде, других факторов или их комбинации.

Во время приложения мешалкой 102 профиля перемешивания (например, шпиндель 106 вращает сосуд) устройство 110 формирования изображений получает изображения сосуда. Устройство 110 формирования изображений получает изображения сосуда в виде последовательности изображений, причем каждое последующее изображение в последовательности изображений получают через заданное число полных оборотов после непосредственно предшествующего изображения в последовательности изображений, и каждое изображение в последовательности изображений относится к одинаковой области сосуда. Например, если первое изображение получают после того, как сосуд повернется на  $x$  градусов, второе изображение получают после того, как сосуд повернется на  $x+360n$  градусов, где  $n$  - это целое число оборотов между получением первого изображения и второго изображения. Каждое изображение после начального изображения получают после того, как сосуд повернется на  $x+360n$  градусов, причем  $n$  отличается для каждого изображения (например, изображения получают при  $n=n_1, n_2, n_3$  и т.д. в любой возрастающей последовательности  $n$ ).

Вращение в настоящем описании означает угловое перемещение вокруг любой оси, определенной по отношению к сосуду, включая продольную ось вдоль длины сосуда или ось под любым углом к продольной оси. Кроме того, вращение может относиться к непрерывному движению вокруг оси или может относиться к колебательному движению. Например, один или более оборотов, или частичных оборотов, могут осуществляться в первом направлении с последующим одним или более оборотов, или частичных оборотов, во втором направлении. Второе направление может быть противоположным первому направлению, но не обязательно. Также, колебание может включать возвратно-поступательное движение в двух направлениях, однако может дополнительно или в качестве альтернативы включать последовательность движений в более чем двух направлениях, причем последовательность может быть или может не быть повторяющейся.

На фиг. 2 изображен пример системы 100 согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения. Как описано выше, система 100 включает в себя шпиндель 106, являющийся частью мешалки 102, систему 108 освещения и устройство 110 формирования изображений. Система 100 дополнительно включает в себя устройство 202 управления (изображенное как компьютер в этом варианте осуществления), пусковую схему 204 и схему 206 управления освещением.

Шпиндель 106 включает в себя захват 210, который вращается двигателем 208. Захват 210 выполнен с возможностью захвата и удержания сосуда 212. В некоторых вариантах осуществления захват 210 представляет собой пневматический захват, электрический захват или вакуумный захват. В других вариантах осуществления захват 210 может включать в себя множество пальцев, управляемых устройством 202 управления для прикрепления сосуда 212 к шпинделю 106. Двигатель 208 может представлять собой серводвигатель, шаговый двигатель или другой электрический двигатель. Двигатель 208 может вращать сосуд 212 вокруг центральной оси шпинделя 106. В некоторых вариантах осуществления двигатель 208 выполнен с возможностью вращения сосуда 212 с частотой от примерно 200 об/мин до примерно 2000 об/мин, например, от примерно 200 об/мин до примерно 1500 об/мин, от примерно 200 об/мин до примерно 1000 об/мин, от примерно 500 об/мин до примерно 800 об/мин или от примерно 500 об/мин до примерно 2000 об/мин. Например, в одном или более вариантах осуществления двигатель 208 может вращать сосуд 212 с относительно высокой частотой (например, выше 800 об/мин) во время первого периода перемешивания профиля перемешивания и с относительно низкой частотой (например, ниже примерно 100 об/мин) во время последующего периода перемешивания профиля перемешивания. Частота, с которой двигатель 208 вращает сосуд 212, может управляться устройством 202 управления.

В одном или более вариантах осуществления роботизированная подсистема 104, или роботизированная система 104 и шпиндель 106 мешалки 102, являются компонентами подъемно-транспортной роботизированной системы в системе 100 контроля. Например, устройство 202 управления может управлять мешалкой 102 для извлечения сосуда 212 из хранилища, транспортировки сосуда 212 (удерживаемого захватом 210) в зону получения изображений (например, зону, где сфокусировано устройство 110 формирования изображений), инициирования профиля перемешивания и возврата сосуда 212 в хранилище или другое место после завершения профиля перемешивания и соответствующего получения изо-

бражений. Следует понимать, что для извлечения сосуда 212, размещения сосуда 212 или перемещения сосуда 212 в определенное место могут использоваться другие методы, например, методы, включающие применение конвейера, звездочки или другого транспортирующего устройства.

Роботизированная подсистема 104, помимо возможности вращения, обеспечиваемой шпинделем 106, может иметь множество степеней свободы (например, две или более из  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , вращения вокруг вертикальной оси, вращения вокруг поперечной оси или вращения вокруг продольной оси). В одном или более вариантах осуществления роботизированная подсистема 104 имеет шесть степеней свободы ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ , вращение вокруг вертикальной оси, вращение вокруг поперечной оси и вращение вокруг продольной оси). В одном или более вариантах осуществления роботизированная подсистема 104 может переворачивать или встряхивать сосуд 212, а профиль перемешивания может включать переворачивание и/или встряхивание сосуда.

Устройство 110 формирования изображений может быть выполнено с возможностью сбора изображений сосуда 212 во время приложения мешалкой 102 профиля перемешивания к сосуду 212. Система 100 может включать в себя множество устройств 110 формирования изображений. В некоторых вариантах осуществления каждое из множества устройств 110 формирования изображений выполнены одинаковым образом, а в других вариантах осуществления некоторые из множества устройств 110 формирования изображений выполнены разными способами. Например, множество устройств 110 формирования изображений могут каждое включать в себя один или более объективов, причем объективы различных устройств 110 формирования изображений могут иметь одинаковое или разное фокусное расстояние или размер апертуры. В другом примере каждое устройство 110 формирования изображений может включать в себя один или более световых фильтров, причем фильтры различных устройств 110 формирования изображений могут фильтровать свет в одинаковом или разных спектрах. В другом примере каждое из множества устройств 110 формирования изображений может включать в себя телескопический объектив с различными фокусными расстояниями для создания различных видов сосуда 212.

Множество устройств 110 формирования изображений могут быть расположены радиально вокруг сосуда 212. В одном или более вариантах осуществления каждое из множества устройств 110 формирования изображений располагают на одинаковой высоте по вертикали по отношению к заданной поверхности (например, полу, основанию или столу, на котором расположена система контроля, верхней поверхности шпинделя 106 или другой поверхности); в других вариантах осуществления устройства 110 формирования изображений могут быть расположены на разных высотах по отношению к поверхности, например, для получения разных областей изображения вдоль длины сосуда 212.

Изображения, полученные устройством 110 формирования изображений, могут быть переданы на устройство 202 управления для хранения и анализа. В некоторых вариантах осуществления устройство 110 формирования изображений получает отдельные неподвижные изображения сосуда 212 во время приложения мешалкой 102 перемешивания к сосуду 212. В других вариантах осуществления устройство 110 формирования изображений представляет собой формирователь видеоизображений и получает видеоизображение перемешиваемого сосуда 212; устройство 110 формирования изображений может быть синхронизировано с мешалкой 102 таким образом, чтобы устройство 202 управления могло получать видеокadres, которые соответствуют сосуду 212 в конкретных угловых положениях.

Пусковая схема 204 выполнена с возможностью определения местоположения сосуда 212 и генерирования пусковых сигналов, которые дают команду устройству 110 формирования изображений на получение изображения. Определение местоположения сосуда 212 может включать определение или отслеживание вращения сосуда из начального положения.

В одном или более вариантах осуществления двигатель 208 генерирует импульсы, которые соответствуют заданному градусу вращения. В качестве не ограничивающего примера двигатель 208 может включать в себя кодовый датчик угла поворота, который генерирует импульс для каждых 0,01, 0,1, 0,2, 0,5, 1, 2, 5, или 10 градусов вращения. Кодовый датчик угла поворота может представлять собой абсолютный кодовый датчик или инкрементный кодовый датчик угла поворота. Пусковая схема 204 может подсчитывать импульсы, полученные от двигателя 208, и генерировать пусковой сигнал для приведения в действие устройства 110 формирования изображений через каждый  $n^{\text{ый}}$  импульс, где  $n$  - это целое число. Например, пусковая схема 204 может генерировать пусковой сигнал после получения каждого девятого импульса; в варианте осуществления, в котором импульсы генерируют для каждого градуса вращения сосуда 212, получение изображения при каждом девятом импульсе обеспечит изображение при каждых девяти градусах вращения сосуда 212. Следует понимать, что импульс может или не может представлять один градус вращения, и приведенное выше представлено в качестве примера.

Как указано выше, множественные изображения могут быть получены для каждого оборота сосуда 212. Пусковая схема 204 может обеспечить получение изображений на основании импульсов от кодового датчика угла поворота. Например, изображения могут быть получены при передних фронтах или задних фронтах импульсов; как при передних, так и при задних фронтах импульсов; при высоких и/или низких логических уровнях импульсов; или на основе логической комбинации фронтов и/или уровней импульсов от двух или более кодовых датчиков угла поворота. Настоящее изобретение также охватывает другие методы для пуска получения изображений.

В одном или более вариантах осуществления пусковая схема 204 включает в себя электронную схему переключения, такую как твердотельное реле или транзистор, которая активируется для подачи пускового сигнала на устройство 110 формирования изображений.

В некоторых вариантах осуществления пусковая схема 204 выполнена с возможностью фильтрации импульсов, полученных от кодового датчика угла поворота. Фильтрация позволяет избежать подсчета ложных импульсов (например, на практике двигатель 208 может периодически генерировать дополнительный ложный импульс вследствие нестабильного движения двигателя, которое приводит к кратковременному изменению направления вращения на противоположное, или дополнительный электрический шум, присутствующий в импульсе, может быть одним или более дополнительными импульсами). В одном или более вариантах осуществления пусковая схема игнорирует импульс, который поступает слишком быстро после предыдущего импульса.

В одном или более вариантах осуществления пусковая схема 204 передает пусковой сигнал на устройство 202 управления, который может приводить в действие устройство(-а) 110 формирования изображений, а также может подавать информацию о пуске на схему 206 управления освещением, например, для синхронизации импульсных ламп одного или более источников света в системе 108 освещения.

В одном или более вариантах осуществления пусковая схема 204 включает в себя вычислительное устройство, или реализована посредством вычислительного устройства, такого как процессор общего назначения, микроконтроллер, программируемая пользователем вентильная матрица (FPGA), специализированная интегральная схема (ASIC), дискретная схема или устройство, содержащее их комбинацию. В некоторых вариантах осуществления пусковая схема 204 может быть компонентом мешалки 102 или устройства 202 управления.

Схема 206 управления освещением управляет системой 108 освещения. Система 108 освещения может включать в себя один или более источников света, которые расположены вокруг шпинделя 106 и сосуда 212. Система 108 освещения может освещать сосуд 212 во время получения изображений. Система 108 освещения может включать в себя светодиоды, лазеры, люминесцентные лампы, лампы накаливания, лампы-вспышки или любой другой подходящий источник света или комбинацию подходящих источников света. Источник света системы освещения могут быть выполнены с возможностью генерирования широкополосного света или света в конкретных диапазонах длин волн. Например, система 108 освещения может генерировать свет с длиной волны примерно 630 нм (например, красный свет). В некоторых вариантах осуществления система 108 освещения генерирует ультрафиолетовый или инфракрасный свет. Источники света системы 108 освещения могут быть расположены в разных местоположениях и под разными углами по отношению к сосуду 212.

В одном или более вариантах осуществления схема 206 управления освещением включает в себя вычислительное устройство, или реализована посредством вычислительного устройства, такого как процессор общего назначения, микроконтроллер, программируемая пользователем вентильная матрица (FPGA), специализированная интегральная схема (ASIC), дискретная схема или устройство, содержащее их комбинацию. В некоторых вариантах осуществления схема 206 управления освещением может быть компонентом мешалки 102 или устройства 202 управления.

В некоторых вариантах осуществления управление системой 108 освещения может включать установку интенсивности света, генерируемого источниками света системы 108 освещения. Схема 206 управления светом может управлять тем, какие источники света системы 108 активны и какой тип режима освещения активен (например, подсветка, заднее освещение под углом, инфракрасный). В некоторых вариантах осуществления схема 206 управления освещением может синхронизироваться с пусковой схемой 204 для инициирования включения импульсной лампы в момент, когда устройство 110 получает изображение.

На фиг. 3 изображена блок-схема иллюстративного способа 300 для определения частиц в жидкости посредством системы контроля (например, системы 100 контроля, показанной на фиг. 1 или фиг. 2) согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения. Способ 300 включает приложение первого перемещения или перемещений к сосуду (например, сосуду 212) во время первого периода перемешивания профиля перемешивания (блок 305). Способ дополнительно включает в инициирование второго периода перемешивания (блок 310), причем второй период перемешивания может включать второе перемещение или перемещения, прилагаемые к сосуду. Второй период перемешивания может следовать непосредственно за первым периодом перемешивания или между ними могут происходить дополнительные периоды перемешивания. Во время второго периода перемешивания получают последовательность изображений, причем каждое из  $n$  изображений получают, когда сосуд достигает определенного положения и ориентации (например, в одинаковом угловом положении при каждом  $n$  оборотов, причем  $n$  обороты не обязательно должны быть последовательными оборотами), и  $n$  - это целое число, больше или равное единице. Получение последовательности  $n$  изображений иницируют (блок 315), например, устанавливая значение индекса  $i$  равным 1. Получают первое изображение последовательности  $n$  изображений (блок 320) (например, посредством устройства 110 формирования изображений). Определяют, была ли получена вся последовательность  $n$  изображений (блок 325). Если нет, значение индекса  $i$  приращивают

(блок 330), и получают следующее изображение из последовательности  $n$  изображений (блок 320). Если вся последовательность  $n$  изображений была получена (блок 325),  $n$  изображений могут быть затем использованы для генерирования фонового изображения (блок 335). Например, фоновое изображение может быть сгенерировано путем определения общих признаков двух или более из последовательности  $n$  изображений. Фоновое изображение включает в себя эти общие признаки. Фоновое изображение может быть затем использовано для подготовки результирующих изображений из последовательности  $n$  изображений (блок 340). Например, фоновое изображение может быть вычтено из каждой из одной или более последовательности  $n$  изображений для подготовки соответствующего одного или более результирующих изображений, причем общие признаки фонового изображения уменьшаются в результирующих изображениях или убираются из них. Для подготовки результирующих изображений могут быть использованы другие методы (отличные от вычитания), такие как проекция минимальной интенсивности, проекция максимальной интенсивности или другие методы. Из одного или более результирующих изображений могут быть обнаружены частицы (блок 345) (см. пример на фиг. 5). Из двух или более результирующих изображений могут быть отслежены частицы.

Сосуд может представлять собой любой тип сосуда, выполненного с возможностью содержания жидкости. В некоторых вариантах осуществления стенки сосуда являются прозрачными с тем, чтобы обеспечивать возможность визуализации жидкости в сосуде устройством формирования изображений (например, устройством 110 формирования изображений). Например, сосуд может представлять собой шприц, флакон, стакан или другой сосуд. В некоторых вариантах осуществления помимо жидкости в сосуде присутствует воздушный промежуток, который может создавать завихрение в мениске жидкости во время вращения сосуда, что способствует непрерывному перемещению жидкости после останова вращения. В других вариантах осуществления воздушный промежуток не присутствует в сосуде, завихрение не образуется во время вращения сосуда и вращение жидкости может прекратиться (и, следовательно, прекратится перемещение частиц) вскоре после прекращения вращения сосуда, прежде чем могут быть получены изображения. Аналогично, в случае высоковязких жидкостей гидродинамическое сопротивление о внутренние стенки сосуда может привести к прекращению вращения жидкости (и, следовательно, к прекращению перемещения частиц) вскоре после прекращения вращения сосуда, прежде чем могут быть получены изображения. Для таких ситуаций системы и методы по настоящему изобретению предусматривают профиль перемешивания, который включает период перемешивания, во время которого поддерживают перемещение жидкости и частиц и получают изображения. Например, первый период перемешивания может включать одно или более интенсивных движений (выполняемых последовательно или одновременно), таких как вращение, встряхивание или переворачивание(-я), для отделения частиц от внутренней поверхности сосуда с последующим вторым периодом перемешивания, менее интенсивным, чем первый период перемешивания, в котором перемещение жидкости управляется для поддержания частиц в движении и доступными для формирования изображений.

Когда периоды интенсивного перемешивания включены в профиль перемешивания для отделения частиц, интенсивное перемешивание может быть вызвано посредством перемещения мешалки (например, мешалки 102), перемещающей сосуд, или может быть вызвано посредством приложения акустической или ультразвуковой энергии к жидкости в сосуде.

На фиг. 4 (также со ссылкой на фиг. 1 и 2) изображен сосуд 212 в различные моменты времени во время приложения профиля перемешивания согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения. на фиг. 4 сосуд 212 изображен как шприц для удобства, однако следует понимать, что рассматриваемые концепции применяются также к другим сосудам.

На фиг. 4 мешалка 102 (фиг. 1) может переворачивать сосуд 212 один или более раз в первый период перемешивания между моментом времени  $t_1$  и моментом времени  $t_2$  (например, быстро переворачивая сосуд 212, как указывается положением с концом иглы, направленным вниз, в момент времени  $t_1$ , положением с концом иглы, направленным вверх, в момент времени  $t_2$  и перекрещивающимися стрелками между моментом времени  $t_1$  и моментом времени  $t_2$ ). Переворачивание сосуда 212 может отделять частицы от стенки сосуда и насадки для иглы. Число переворачиваний сосуда 212 или длительность времени, в течение которого сосуд 212 переворачивают могут быть определены в зависимости от конкретного сосуда 212 (например, в зависимости от типа, формы или материала сосуда 212), свойств жидкости в сосуде 212 (например, вязкости, молекулярной массы, ожидаемого числа частиц, плотности или другого свойства), количества времени с момента заполнения сосуда 212 жидкостью, размера воздушного промежутка в сосуде 212 или отсутствия воздушного промежутка или их комбинации. Во время первого периода перемешивания (между моментом времени  $t_1$  и моментом времени  $t_2$ ) сосуд 212 необязательно вращают с первой частотой вращения посредством шпинделя 106 по мере переворачивания сосуда 212.

Например, шпиндель 106 может вращать сосуд 212 в то время как роботизированная система 104 переворачивает шпиндель 106 (и сосуд 212).

В варианте осуществления изобретения, изображенном на фиг. 4, переворачивание прекращается в момент времени  $t_2$ , и между моментом времени  $t_2$  и моментом времени  $t_3$  (во время второго периода перемешивания) присутствует период покоя. В момент времени  $t_3$  начинается третий период перемешивания профиля перемешивания, в котором сосуд 212 вращают со второй частотой вращения для приведе-

ния жидкости и частиц в движение. В варианте осуществления изобретения, изображенном на фиг. 4, сосуд 212 содержит воздушный промежуток, а вращение вызывает образование завихрения в жидкости. В момент времени  $t_4$  вращение прекращают, и жидкость в сосуде 212 продолжает недолго вращаться в течение четвертого периода перемешивания (периода покоя) между моментом времени  $t_4$  и моментом времени  $t_5$ . Изображения неподвижного сосуда могут быть получены посредством устройства (устройств) 110 формирования изображений во время четвертого периода перемешивания (периода покоя) таким образом, чтобы каждое изображение последовательности изображений получалось пока жидкость вращается, а сосуд неподвижен, и синхронизация видеосигнала (с перемещением сосуда) не требовалась. В момент времени  $t_5$ , пока жидкость все еще вращается в сосуде 212, или после прекращения вращения жидкости, начинается пятый период перемешивания, в котором сосуд 212 вращают с третьей частотой вращения. Третья частота вращения может быть медленнее или быстрее второй или первой частоты вращения, а вторая частота вращения может быть медленнее или быстрее первой частоты вращения.

Как указано выше, множество устройств формирования изображений (например, устройств 110 формирования изображений) могут получать изображения с различных местоположений вокруг сосуда. Устройства формирования изображений могут быть равномерно распределены вокруг сосуда или могут быть неравномерно распределены вокруг сосуда. Дополнительно, каждое устройство формирования изображений может получать изображения под равномерно распределенными углами вращения сосуда или может получать изображения под углами, которые распределены неравномерно.

Например, изображения могут быть получены каждые десять градусов вращения сосуда равномерно распределенным образом (или любым другим равномерно распределенным образом). В другом примере изображения могут быть получены при 10 градусах, при 15 градусах, при 50 градусах и при 300 градусах (или любой другой комбинации неравномерно распределенных углов).

На фиг. 5 приведен пример эффективности системы и методов по настоящему изобретению. В этом примере заполненный жидкостью сосуд 505 представляет собой шприц. Обозначенная прямоугольником секция представляет собой часть 510 сосуда 505, для которой необходимо выполнить анализ на наличие частиц (например, часть 510, на которой сфокусировано устройство 110 формирования изображений).

Последовательность  $n=2$  исходных изображений 515, 535 получают для части 510 сосуда 505. Исходное изображение 535 получают в определенный момент времени после получения исходного изображения 515. Каждую из последовательности исходных изображений 515, 535 получают в одинаковом положении и при одинаковом градусе вращения сосуда 505. На каждом из исходных изображений 515, 535 стенка 520 шприца или объекты, связанные со стенкой 520 шприца, а также другие фоновые признаки 525 (например, загрязнение на стенке 520 шприца) видимы. Частица 530 также видима на каждой из последовательности исходных изображений 515, 535.

Из последовательности исходных изображений 515, 535 генерируют фоновое изображение 540, которое включает стенку 520 шприца или объекты, связанные со стенкой 520 шприца, и фоновые признаки 525. Фоновое изображение 540 не включает частицу 530, которая находится в разных местоположениях на исходных изображениях 515, 535 и, следовательно, не является общим фоновым признаком 525.

Фоновое изображение 540 затем используют для генерирования результирующего изображения 550 из исходного изображения 515, а также результирующего изображения 555 из исходного изображения 535, например, посредством вычитания, проекции минимальной интенсивности, проекции максимальной интенсивности или другого способа. Результирующие изображения 550, 555 включают частицу 530, однако общие признаки (стенка 520 шприца, фоновые признаки 525) уменьшены или устранены в результирующих изображениях 550, 555. Таким образом, частицу 530 можно подсчитать или классифицировать по размеру из любого из результирующих изображений 550, 555, и частицу 530 можно отследить в последовательности результирующих изображений 550, 555.

Дополнительно, зная характеристики жидкости и движение жидкости, могут быть определены характеристики частицы 530 на основе ее скорости и траектории, которые могут быть определены из последовательности результирующих изображений 550, 555.

Следует понимать, что хотя последовательность  $n=2$  исходных изображений (515, 535) и соответствующая последовательность двух результирующих изображений (изображения 550, 555) изображены и описаны применительно к фиг. 5 для облегчения понимания, последовательность исходных изображений может включать два или более исходных изображений, а последовательность результирующих изображений может включать два или более результирующих изображений. Следует также отметить, что не все из исходных изображений необходимо использовать для генерирования фонового изображения, и не все из исходных изображений нужно использовать для генерирования последовательности результирующих изображений. Соответственно, последовательность исходных изображений может включать больше исходных изображений, чем число результирующих изображений в соответствующей последовательности результирующих изображений.

Результирующие изображения 550, 555 на фиг. 5 изображают определение одиночной частицы. Следует понимать, что методы, описанные в настоящем изобретении, могут использоваться для определения множества частиц. Дополнительно, способы по настоящему изобретению могут использоваться для многократного получения изображений одним устройством формирования изображений во вре-

мя оборота сосуда (и повторяются во время одного или более последующих оборотов) таким образом, чтобы единичное устройство формирования изображений можно было использовать для определения частиц из результирующих изображений, сгенерированных для каждого из различных положений сосуда. Кроме того, множество результирующих изображений с разных положений сосуда (с использованием одного или множества устройств формирования изображений) могут быть оценены для отслеживания частицы по мере ее перемещения в сосуде во избежание обозначения или подсчета частицы более одного раза или для проверки того, что все частицы определены или подсчитаны с определенной степенью достоверности.

Было показано, что система и методы по настоящему изобретению являются эффективными для широкого спектра сосудов, включая шприц с внутренним диаметром 6,3 миллиметра (мм).

В одном варианте осуществления настоящего изобретения профиль перемешивания для шприца включает первый период перемешивания, в котором шприц быстро переворачивают три раза вдоль продольной оси (например, как показано на фиг. 4), одновременно вращая шприц с частотой приблизительно 500 оборотов в минуту (об/мин). Данное движение отделяет частицы от стенки емкости и насадки для иглы, позволяя им перемещаться в объеме жидкости, где они могут быть эффективно получены на изображениях. Профиль перемешивания дополнительно включает второй период перемешивания после завершения переворачивания, в котором шприц кратковременно вращают (например, в течение одной или двух секунд) с частотой приблизительно 800 об/мин. Профиль перемешивания дополнительно включает третий период перемешивания, в котором шприц вращают (например, с меньшей частотой, такой как приблизительно 40 об/мин, или другой частотой). Целое число  $x$  изображений получают при каждом полном обороте шприца, соответствующих  $x$  зафиксированным, равномерно распределенным положениям двигателя за один оборот. Было установлено, что  $x=40$  является полезным значением для некоторых шприцов, хотя также установлено, что другие целые значения являются полезными.

Для вычитания с целью надлежащего исключения неподвижных признаков изображения получение изображений активируется точно в соответствии с вращением шприца. В одном варианте осуществления настоящего изобретения микроконтроллер получает два сигнала кодового датчика двигателя, которые отслеживают небольшие изменения перемещения вала двигателя. Каждый из двух сигналов кодового датчика двигателя включает в себя серию импульсов, которые могут использоваться для определения направления и частоты вращения и, соответственно, относительного положения вала двигателя. Следовательно, каждый полный оборот от произвольного начального положения может быть определен путем подсчета числа импульсов в сигнале кодового датчика двигателя, которые соответствуют 360 градусам вращения. Соответственно, последовательные изображения в последовательности изображений могут быть получены с использованием целого числа вращений между ними. Если импульсы надлежащим образом отслеживаются от известного положения, абсолютное угловое положение вала двигателя также может быть определено на основе импульсов.

В качестве примера два сигнала А и В кодового датчика двигателя могут быть сдвинуты по фазе на 90 градусов по отношению друг к другу; когда сигнал А переходит на высокий логический уровень В, пока сигнал В находится на низком логическом уровне, может быть определено, что двигатель вращается в первом направлении (например, по часовой стрелке); а когда сигнал А переходит на высокий логический уровень, пока сигнал В находится на высоком логическом уровне, может быть определено, что двигатель вращается во втором направлении, противоположном первому направлению (например, против часовой стрелки). Логические уровни сигнала А или сигнала В, переходы фронта сигнала А или сигнала В, или логическая комбинация логических уровней или переходов фронта сигналов А, В (например, "А и В", "А или В", "А не В", "А искл. или В" и т.д.) могут использоваться для активации захвата изображений. Если переходы фронта как сигнала А, так и сигнала В используются для обеспечения двигателем разрешения угла наклона вала в 1000 положений за один оборот, будет получено 4000 переходов фронта за один оборот, что обеспечивает угловое разрешение в 0,09 градуса. Например, если шприц вращается с частотой 30 об/мин и каждую микросекунду (мкс) осуществляется контроль 4000 переходов фронта сигнала кодового датчика, точность измерения угла поворота составляет 0,00018 градуса (частота вращения=30 об/мин=180 градусов/с=0,00018 градуса/мкс). В случае шприца диаметром 1 сантиметр эта величина угловой точности за один оборот соответствует смещению в 0,016 мкм на наружном диаметре шприца, что может быть значительно ниже оптического разрешения системы формирования изображений, используемой для контроля наличия частиц (например, приблизительно 21,5 мкм на пиксель в одной оцененной системе формирования изображений). Соответственно, получение изображений может активироваться на основании сигналов кодового датчика двигателя для получения достаточного числа изображений за один оборот для оценки наличия, размера и распределения частиц.

Поскольку синхронизация основана на сигналах от двигателя, методы по настоящему изобретению могут применяться к любому периодическому движению двигателя и не ограничиваются равномерным вращением. Например, для профиля перемешивания возможно генерирование пульсирующего сдвигового потока, расширяющегося от стенки сосуда к центру сосуда.

Медленное вращение сосуда во время формирования изображений может помочь смягчить трудности, связанные с линзовым эффектом. Линзовый эффект может возникнуть, когда кривизна жидкого тела

в цилиндрическом сосуде вызывает преломление света, который проходит через кривизну. Линзовый эффект может приводить к увеличению частиц, расположенных рядом с задней частью емкости. Дополнительно, если смотреть под прямым углом, преломление вследствие линзового эффекта может приводить к образованию слепых пятен рядом с задней частью сосуда, особенно в случае высоковязких продуктов, если ограниченное движение жидкости не обеспечивает перемещение частиц из слепых пятен. Система и методы по настоящему изобретению смягчают трудности, связанные с линзовым эффектом, поддерживая движение частиц таким образом, чтобы они в конечном итоге проходили через области обнаружения. Окно регистрации может быть установлено достаточно длительным так, чтобы частицы выходили из слепых точек и перемещались в области обнаружения.

Система и методы по вариантам осуществления настоящего изобретения дополнительно предусматривают обнаружение частиц в не цилиндрических сосудах, а также сосудах, которые являются несимметричными вдоль продольной оси сосуда, или сосудах с поперечным сечением, которое изменяется по длине сосуда.

Как видно из приведенных выше примеров вариантов осуществления настоящего изобретения, методы, описанные в настоящем документе, могут использоваться для подсчета, определения размера, отслеживания или характеристики частиц. В некоторых вариантах осуществления такая возможность может использоваться для обнаружения нежелательных частиц, например, для проверки того, что количество или размер частиц находятся в пределах установленных допусков. В других вариантах осуществления такая возможность может использоваться для обнаружения желаемых частиц, например, частиц, которые являются характерными или свойственными для жидкости. Таким образом, например, обнаружение частиц может использоваться для проверки продукта перед продажей или проверки для характеристики продукта, или может использоваться для оценки продукта в различные моменты времени для определения изменений продукта с течением времени, таких как рост, сжатие, разрушение или распад частиц.

На фиг. 6 изображен пример устройства 202 управления согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения. Устройство 202 управления включает в себя процессор 610, память 620, интерфейс 630 ввода-вывода и интерфейс 640 связи. Шина 650 обеспечивает канал связи между двумя или более компонентами устройства 202 управления. Показанные компоненты приведены в качестве иллюстрации и не имеют ограничительного характера. Устройство 202 управления может иметь большее или меньшее число компонентов, или несколько одинаковых компонентов.

Процессор 610 представляет собой один или более из процессора, микропроцессора, микроконтроллера, специализированной интегральной схемы (ASIC) и/или программируемой пользователем вентильной матрицы (FPGA) в сочетании со связанной логикой.

Память 620 представляет собой одну или обе из энергозависимой и энергонезависимой памяти для хранения информации. Примеры памяти включают в себя полупроводниковые запоминающие устройства, такие как СПЗУ, ЭСПЗУ, ОЗУ, устройства флеш-памяти, диски, такие как внутренние жесткие диски, съемные жесткие диски, магнито оптические диски, компакт-диски, DVD-диски, диски Blu-ray, флеш-накопители и т.п.

Части системы формирования изображений по настоящему изобретению могут быть реализованы как машиночитаемые команды в памяти 620 устройства 202 управления, выполняемые процессором 610.

Интерфейс 630 ввода-вывода представляет собой электрические компоненты и необязательный код, которые в совокупности обеспечивают взаимодействие между внутренними компонентами устройства 202 управления и внешними компонентами. Примеры включают интегральную схему привода со связанным программированием.

Интерфейс 640 связи представляет собой электрические компоненты и необязательный код, которые в совокупности обеспечивают взаимодействие между внутренними компонентами устройства 202 управления и внешними сетями.

Шина 650 представляет собой один или более интерфейсов между компонентами в устройстве 202 управления. Например, шина 650 может включать в себя выделенное соединение между процессором 610 и памятью 620, а также общее соединение между процессором 610 и множеством других компонентов устройства 202 управления.

Один вариант осуществления настоящего изобретения относится к постоянной машиночитаемой среде хранения, имеющей на ней машинный код для выполнения различных компьютеризированных операций. Термин "машиночитаемая среда хранения", применяемый в настоящем документе, включает любую среду, которая способна хранить или кодировать последовательность команд или машинных кодов для выполнения операций, методик и методов, описанных в настоящем документе. Среда и машинный код могут быть специально разработаны и сконструированы для целей вариантов осуществления настоящего изобретения или они могут представлять собой тип, хорошо известный и доступный специалистам в области компьютерного программного обеспечения. Примеры машиночитаемой среды хранения включают в себя, но не ограничиваются ими: магнитные носители, такие как жесткие диски, гибкие диски и магнитная лента; оптические носители, такие как компакт-диски и голографические устройства; магнито-оптические носители, такие как оптические диски; и аппаратные устройства, которые специально выполнены с возможностью хранения и выполнения программного кода, такие как специализирован-

ные интегральные схемы (ASIC), программируемые логические устройства (PLD), а также устройства ПЗУ и ОЗУ.

Примеры машинного кода включают в себя набор команд, такой как созданный компилятором, и содержащие высокоуровневый код файлы, которые выполняются машиной с помощью интерпретатора и компилятора. Например, один вариант осуществления настоящего изобретения может быть реализован с помощью Java, C++ или другого объектно-ориентированного языка программирования и средств проектирования. Дополнительные примеры машинного кода включают в себя зашифрованный код и сжатый код. Кроме того, один вариант осуществления настоящего изобретения может быть загружен как машинный программный продукт, который может быть передан с удаленной машины (например, сервера) на запрашивающую машину (например, машину клиента или другой сервер) по каналу передачи данных. Другой вариант осуществления настоящего изобретения может быть реализован в аппаратной схеме вместо машиновыполняемых программных команд или в сочетании с ними.

В контексте настоящего документа использование форм единственного числа может включать ссылку на множественное число, если в контексте явно не указано иное.

В контексте настоящего документа относительные термины, такие как "над", "под", "вверх", "влево", "вправо", "вниз", "верхний", "нижний", "вертикальный", "горизонтальный", "боковой", "выше", "ниже", "верх", "сверху", "вниз", "внутренний", "внутренняя сторона", "внешний", "наружный", "передний", "задний", "в направлении вверх", "более низкий", "в направлении вниз", "вертикально", "поперечный", "в боковом направлении" и т.п. относятся к ориентации набора компонентов по отношению друг к другу; эта ориентация соответствует графическим материалам, но не требуется во время производства или применения.

В контексте настоящего документа термины "соединить", "соединенный" и "соединение" относятся к эксплуатационному соединению или установлению связи. Соединенные компоненты могут быть прямо или опосредованно соединены друг с другом, например, посредством другого набора компонентов.

В контексте настоящего документа термины "примерно", "практически", "по существу" и "приблизительно" используются для описания и объяснения небольших отклонений. При использовании в сочетании с событием или обстоятельством, данные термины могут относиться к случаям, в которых событие или обстоятельство возникает точно, а также случаям, в которых событие или обстоятельство происходит с хорошей аппроксимацией. Например, при использовании в сочетании с числовым значением, данные термины могут относиться к диапазону отклонений, меньшему или равному  $\pm 10\%$  от этого числового значения, например, меньшему или равному  $\pm 5\%$ , меньшему или равному  $\pm 4\%$ , меньшему или равному  $\pm 3\%$ , меньшему или равному  $\pm 2\%$ , меньшему или равному  $\pm 1\%$ , меньшему или равному  $\pm 0,5\%$ , меньшему или равному  $\pm 0,1\%$ , либо меньшему или равному  $\pm 0,05\%$ . Например, два числовых значения могут считаться "практически" одинаковыми, если разница между значениями меньше и равна  $\pm 10\%$  средней величины значений, например, меньше или равна  $\pm 5\%$ , меньше или равна  $\pm 4\%$ , меньше или равна  $\pm 3\%$ , меньше или равна  $\pm 2\%$ , меньше или равна  $\pm 1\%$ , меньше или равна  $\pm 0,5\%$ , меньше или равна  $\pm 0,1\%$ , либо меньше или равна  $\pm 0,05\%$ .

Дополнительно, количества, отношения и другие числовые значения иногда представлены в настоящем документе в формате диапазона. Следует понимать, что такой формат диапазона применяется для удобства и краткости, и что он включает в себя числовые значения, прямо указанные как пределы диапазона, а также включает в себя все отдельные числовые значения или поддиапазоны, охватываемые этим диапазоном, в той же мере, как если бы каждое числовое значение и поддиапазон были прямо указаны.

Несмотря на то, что настоящее изобретение было описано и проиллюстрировано со ссылкой на конкретные варианты его осуществления, эти описания и иллюстрации не ограничивают объем настоящего изобретения. Специалистам в данной области техники будет понятно, что могут быть выполнены различные изменения, и что элементы могут быть заменены эквивалентами без отступления от сущности и объема настоящего изобретения, как указано в прилагаемой формуле изобретения. Иллюстрации могут не быть обязательно изображены в масштабе. Между схематичными представлениями в настоящем изобретении и фактическим оборудованием могут существовать различия, обусловленные производственным процессом и допусками. Могут существовать другие варианты осуществления настоящего изобретения, которые конкретно не изображены. Данное описание и графические материалы следует рассматривать как иллюстративные, а не как ограничивающие. Могут быть выполнены модификации для адаптации конкретной ситуации, материала, химического соединения, метода или процесса к цели, сущности и объему настоящего изобретения. Предполагается, что все такие изменения входят в объем прилагаемой формулы изобретения. Несмотря на то, что методы, раскрытые в настоящем документе, были описаны со ссылкой на конкретные операции, выполняемые в определенном порядке, следует понимать, что эти операции могут быть комбинированы, дополнительно разделены или перестроены для создания эквивалентного метода без отступления от идей настоящего изобретения. Соответственно, если иное конкретно не указано в настоящем документе, порядок и группирование операций не ограничивают объем настоящего изобретения.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

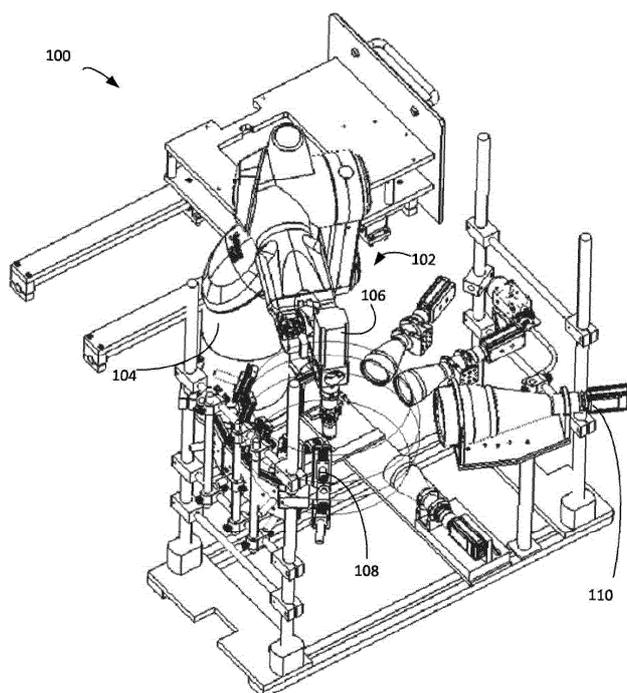
1. Способ для обнаружения частиц, содержащий:
  - перемещение прозрачного сосуда, содержащего жидкость, во время периода перемешивания в соответствии с профилем перемешивания, причем способ дополнительно содержит этапы, на которых во время перемещения осуществляют:
    - получение, посредством устройства формирования изображений, последовательности исходных изображений части прозрачного сосуда;
    - прием, посредством контроллера, последовательности исходных изображений от устройства формирования изображений;
    - определение, посредством контроллера, общих признаков по меньшей мере двух исходных изображений в последовательности исходных изображений;
    - генерирование, посредством контроллера, фонового изображения, включающего в себя общие признаки;
    - генерирование, посредством контроллера, одного или более результирующих изображений из фонового изображения и последовательности исходных изображений посредством вычитания фонового изображения из каждого изображения последовательности исходных изображений; и
    - определение, посредством контроллера и из одного или более результирующих изображений, присутствует ли частица в жидкости.
2. Способ по п.1, в котором период перемешивания представляет собой второй период перемешивания, следующий за первым периодом перемешивания профиля перемешивания, дополнительно содержащий перемещение прозрачного сосуда во время первого периода перемешивания.
3. Способ по п.2, в котором перемещение прозрачного сосуда во время первого периода перемешивания или перемещение прозрачного сосуда во время второго периода перемешивания содержит вращение, поворот, встряхивание, колебание или переворачивание прозрачного сосуда.
4. Способ по п.3, в котором перемещение прозрачного сосуда во время первого периода перемешивания содержит вращение прозрачного сосуда с первой частотой.
5. Способ по п.4, в котором перемещение прозрачного сосуда во время второго периода перемешивания содержит вращение прозрачного сосуда со второй частотой, меньшей, чем первая частота.
6. Способ по п.1, в котором профиль перемешивания дополнительно содержит приложение акустической энергии или ультразвуковой энергии к прозрачному сосуду перед периодом перемешивания.
7. Способ по п.1, дополнительно содержащий вращение прозрачного сосуда на целое кратное 360 градусов между получением последовательных изображений в последовательности исходных изображений.
8. Способ по п.7, в котором целое кратное 360 градусов представляет собой переменное целое число.
9. Способ по п.1, в котором прозрачный сосуд представляет собой шприц.
10. Способ по п.1, в котором жидкость заполняет прозрачный сосуд практически без воздушного промежутка.
11. Способ по п.1, в котором прозрачный сосуд является асимметричным вдоль своей продольной оси.
12. Способ по п.1, в котором поперечное сечение прозрачного сосуда изменяется вдоль его длины.
13. Способ по п.1, в котором прозрачный сосуд является не цилиндрическим.
14. Система контроля, содержащая:
  - мешалку, выполненную с возможностью захвата и удержания прозрачного сосуда, содержащего жидкость, и перемещения прозрачного сосуда во время периода перемешивания в соответствии с профилем перемешивания;
  - устройство формирования изображений, выполненное с возможностью получения последовательности исходных изображений прозрачного сосуда при приложении мешалкой перемещения; и
  - контроллер, выполненный с возможностью:
    - получения от устройства формирования изображений последовательности исходных изображений;
    - определения общих признаков по меньшей мере двух исходных изображений в последовательности исходных изображений;
    - генерирования фонового изображения, включающего в себя общие признаки;
    - генерирования одного или более результирующих изображений из фонового изображения и последовательности исходных изображений посредством вычитания фонового изображения из каждого изображения последовательности исходных изображений; и
    - определения из одного или более результирующих изображений присутствует ли частица в жидкости.
15. Система по п.14, в которой мешалка выполнена с возможностью вращения, поворота, колебания или переворачивания прозрачного сосуда.
16. Система по п.14, в которой мешалка выполнена с возможностью применения по меньшей мере одной из акустической энергии или ультразвуковой энергии к прозрачному сосуду.
17. Система по п.14, в которой период перемешивания представляет собой второй период перемешивания после первого периода перемешивания профиля перемешивания, а мешалка выполнена с воз-

возможностью вращения прозрачного сосуда с первой частотой во время первого периода перемешивания и со второй меньшей частотой во время второго периода перемешивания.

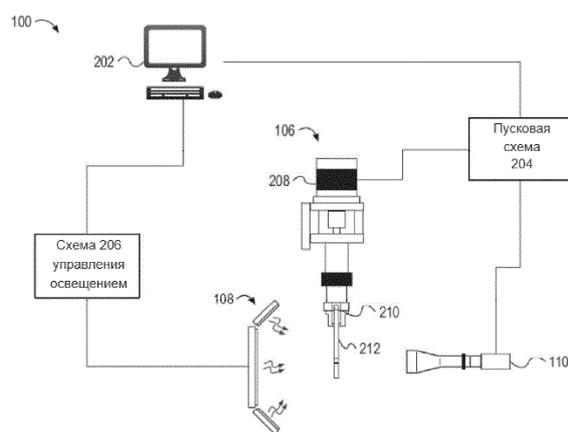
18. Система по п.14, в которой мешалка дополнительно выполнена с возможностью переворачивания прозрачного сосуда перед периодом перемешивания.

19. Система по п.18, в которой мешалка дополнительно выполнена с возможностью вращения прозрачного сосуда во время его переворачивания.

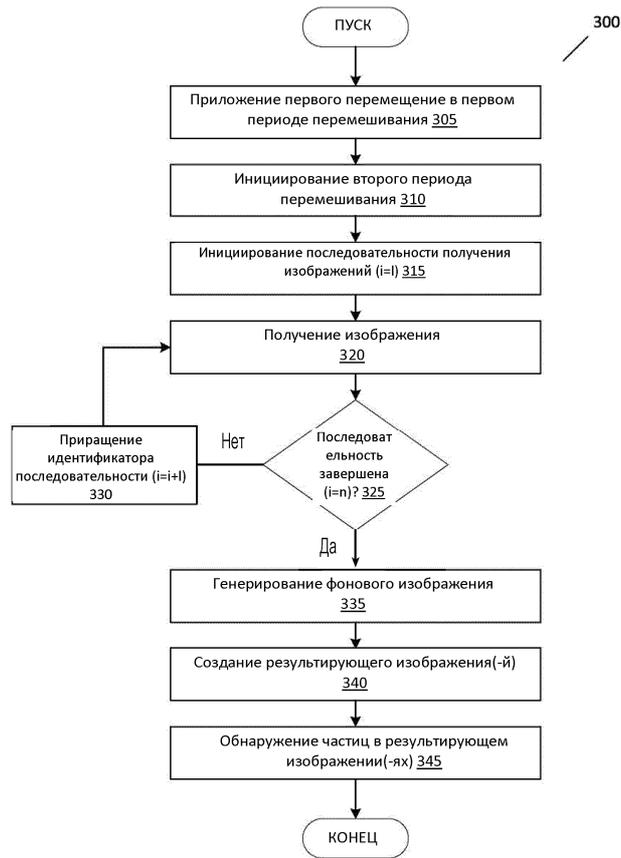
20. Система по п.14, в которой мешалка содержит двигатель, причем система дополнительно содержит пусковую схему, выполненную с возможностью получения информации о вращении от двигателя и обеспечения пускового сигнала для инициирования получения устройством формирования изображений изображения прозрачного сосуда.



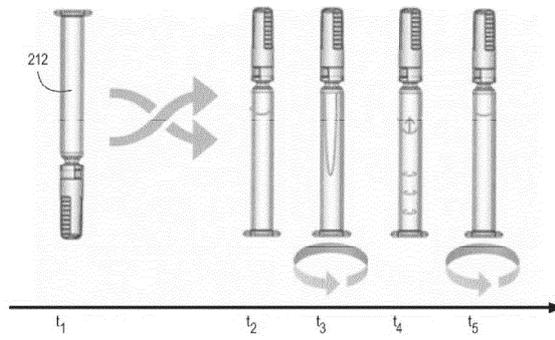
Фиг. 1



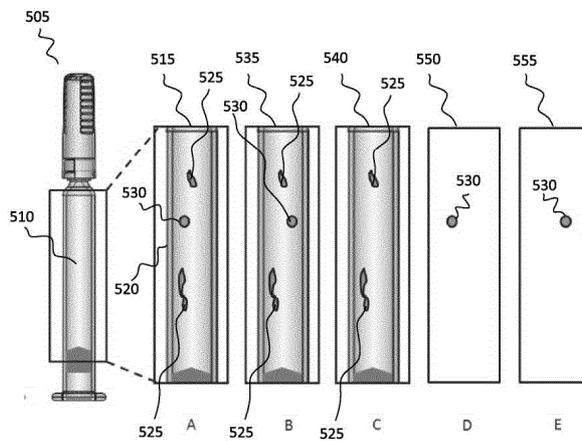
Фиг. 2



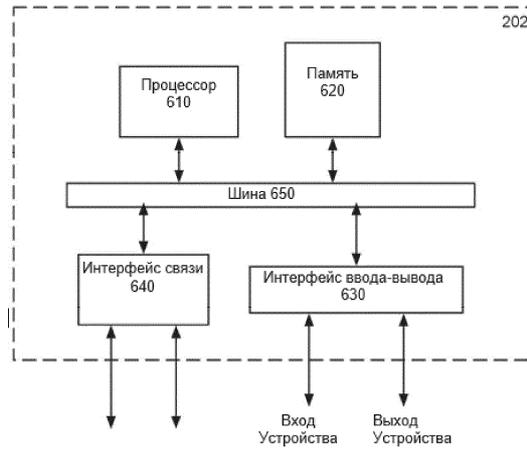
Фиг. 3



Время  
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6