



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004119422/28, 25.11.2002

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.11.2002(30) Конвенционный приоритет:
26.11.2001 US 09/995,067

(43) Дата публикации заявки: 10.02.2005

(45) Опубликовано: 10.07.2007 Бюл. № 19

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: WO 01/61285 A1, 23.08.2001. WO
01/65213 A1, 07.09.2001. JP 5-26709 A,
02.02.1993. SU 1793224 A1, 07.02.1993.(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:
28.06.2004(86) Заявка РСТ:
US 02/37778 (25.11.2002)(87) Публикация РСТ:
WO 03/046489 (05.06.2003)

Адрес для переписки:
129010, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову, рег.№ 595

(72) Автор(ы):

САНД Уэсли Е. (US),
ДИЛЛЕ Джозеф С. (US),
БАРГЕР Майкл Дж. (US),
ПОЛАС Гари Е. (US)

(73) Патентообладатель(и):

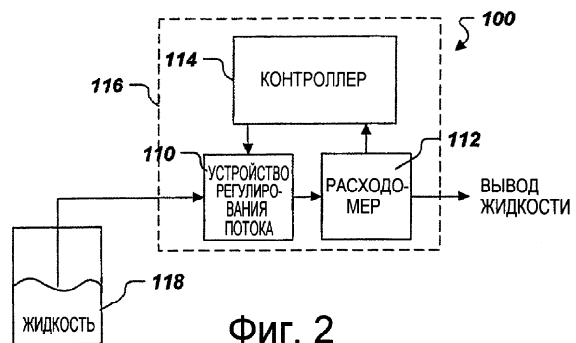
ЭМЕРСОН ЭЛЕКТРИК КО. (US)

(54) СИСТЕМА ПОДАЧИ И РЕЦИРКУЛЯЦИОННАЯ СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ
ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ ЧИСТОТЫ

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано при изготовлении полупроводников для подвода сверхчистых жидкостей к поверхности подложки в процессах химико-механической планаризации, фотолитографии, нанесения диэлектриков. Система подачи содержит резервуар для жидкости, с впускным и выпускным отверстиями которого соединены, соответственно, первое и второе устройства регулирования потока и датчики давления. Со вторым устройством регулирования потока, выполненным в виде пережимного клапана, сообщен массовый кориолисовый расходомер,

содержащий расходомерную трубку из пластмассы, обеспечивающей высокую степень чистоты жидкости. Материалом расходомерной трубки служит перфторалкок (ПФА). Выходные сигналы датчиков давления и кориолисового расходомера поступают на контроллер, подающий управляющие сигналы на устройства регулирования для изменения давления в резервуаре и расхода жидкости из него. Изобретение обеспечивает точное регулирование давления и расхода в реальном масштабе времени, без внесения загрязняющих веществ в подаваемую жидкость. 3 н. и 28 з.п. ф-лы, 11 ил.



ФИГ. 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

G05D 7/06 (2006.01)

G01F 1/84 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2004119422/28, 25.11.2002

(24) Effective date for property rights: 25.11.2002

(30) Priority:
26.11.2001 US 09/995,067

(43) Application published: 10.02.2005

(45) Date of publication: 10.07.2007 Bull. 19

(85) Commencement of national phase: 28.06.2004

(86) PCT application:
US 02/37778 (25.11.2002)(87) PCT publication:
WO 03/046489 (05.06.2003)

Mail address:
129010, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, str.3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i
Partnery", pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595

(72) Inventor(s):

SAND Uehsli E. (US),
DILLE Dzhozef S. (US),
BARGER Majkl Dzh. (US),
POLAS Gari E. (US)

(73) Proprietor(s):

EhMERSON EhLEKTRIK KO. (US)

(54) FEEDING SYSTEM AND RECIRCULATION SYSTEM FOR DISTRIBUTING LIQUID WITH HIGH DEGREE OF PURITY

(57) Abstract:

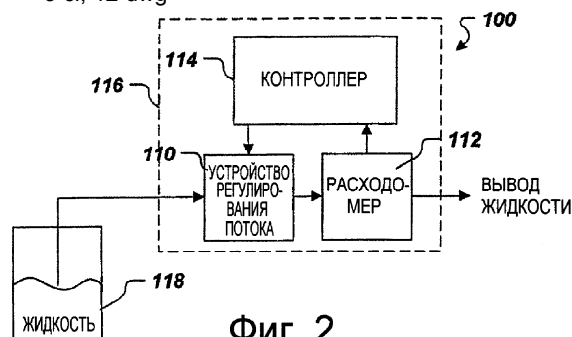
FIELD: semiconductors, possible use for manufacturing semiconductor for feeding ultrapure liquids to substrate surface in processes of chemical-mechanical planarization, photolithography, application of dielectrics.

SUBSTANCE: feeding system contains liquid reservoir, to inlet and outlet apertures of which first and second flow control devices and pressure indicators are connected respectively. To second flow control device, made in form of sphincter valve, mass Coriolis flow meter is connected, containing flow meter pipe made of plastic, ensuring high degree of liquid purity. Perfluorinealkox is used as material for flow meter pipe. Output signals of pressure indicators and Coriolis flow meter are received at controller, feeding control signals to control

devices for measuring pressure in reservoir and the flow of liquid from it.

EFFECT: precise control of pressure and flow in real time scale, without injection of polluting substances into liquid being fed.

3 cl, 12 dwg



Фиг. 2

Настоящая заявка на изобретение является родственной следующим заявкам на патент США, имеющим названия "Регулятор массового расхода на основе эффекта Кориолиса, обеспечивающий высокую степень чистоты", "Расходомер для точного измерения потока сверхчистого вещества", "Способы изготовления кориолисова расходомера, выполненного из перфторалкокса (ПФА)", "Изготовление массовых расходомеров, имеющих расходомерную трубку, выполненную из вещества, представляющего собой фторсодержащий полимер" и "Способ компенсационных изменений для кориолисова расходомера, выполненного из перфторалкокса (ПФА)", каждая из которых имеет ту же самую дату подачи, что и настоящая заявка на изобретение. Раскрытия сущности изобретения, приведенные в вышеупомянутых заявках на изобретение, включены сюда в полном объеме путем ссылки.

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится, в общем случае, к системам подачи жидкости и, в частности, относится к усовершенствованным системам и способам подачи жидкости, предназначенным для обеспечения подвода сверхчистых жидкостей непосредственно к поверхности подложки в таких процессах, как, например, химико-механическая планаризация (ХМП), фотолитография и процессы нанесения диэлектриков.

2. УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Во многих отраслях промышленности, например, в полупроводниковой, в фармацевтической и в биотехнологической промышленности, сталкиваются с проблемами, связанными с подачей жидкостей, которые обычно обусловлены низкими скоростями источка, использованием абразивных и агрессивных химических жидкостей, и потребностью в точных, компактных и не вносящих загрязняющих веществ системах подачи и/или смешивания жидкостей, функционирующих в реальном масштабе времени.

Обычно в полупроводниковой промышленности используют термин "инструментальное средство", относящийся к системе, содержащей части аппаратных средств, выполняющих операции обработки поверхности подложки. Этими операциями включают, в том числе, создание тонких пленок посредством какого-либо процесса химического осаждения или жидкостного нанесения покрытия, травление пленок в точных шаблонах, полировка пленок для уменьшения толщины пленок, нанесенных на плоскую поверхность, и очистка поверхностей для удаления ненужных пленок, частиц и химических загрязнителей. Инструментальное средство может быть автономным или входить в состав другого инструментального средства, реализованного в виде кластерной структуры, в которой множество последовательных операций, связанных с подложкой выполняют в одном и том же месте.

Например, в полупроводниковой промышленности важной операцией является химико-механическая планаризация (ХМП), содержащая операцию выравнивания поверхности подложки полупроводника путем введения сверхчистой жидкости, содержащей небольшие абразивные частицы, и химически активного реагента между поверхностью подложки и полировальником. В большинстве областей применения полировальник вращается с регулируемой скоростью относительно подложки для выравнивания поверхности. Избыточная полировка подложки может привести к изменению или к удалению важных структур подложки. И, наоборот, недостаточная полировка подложки может привести к получению неприемлемой поверхности подложки. Скорость полировки подложки значительно зависит от скорости подачи жидкости и от общего количества жидкости, поданной в течение операции полировки.

Помимо скорости потока жидкости, важным фактором является предотвращение попадания загрязняющих веществ в жидкость, подаваемую на полировальник. В некоторых областях применения возникает проблема, обусловленная тем, что измерительные приборы, используемые для управления технологическим процессом, являются источниками загрязняющих веществ, попадающих на обрабатываемый материал. Они являются нежелательными для использования в тех системах, в которых необходимо

обеспечивать подачу вещества сверхвысокой степени чистоты для прикладной задачи, осуществляемой пользователем. Например, источником загрязняющих веществ может являться металлическая расходомерная трубка типичного кориолисова расходомера.

Производство полупроводниковых подложек является именно тем процессом, в котором необходимо использовать материалы, в которых отсутствуют загрязняющие вещества, в том числе ионы, переходящие со стенки расходомерной трубки. Это высвободившееся вещество может приводить к дефектам микросхем, созданных на полупроводниковой подложке. То же самое требование справедливо для стеклянной расходомерной трубки, в которой может происходить высвобождение ионов свинца из стекла и их попадание в поток веществ. То же самое требование также справедливо и для расходомерных трубок, выполненных из обычной пластмассы.

Поскольку предотвращение попадания загрязняющих веществ в виде ионов является важным фактором, то в большинстве процессов ХМП для подачи жидкости на полировальник используют шланговые насосы совместно с соответствующим материалом для труб, имеющим высокую степень чистоты. Несмотря на то, что шланговые насосы, характеризующиеся наличием чистого проточного канала без инородных элементов, являются приемлемыми для применения в процессах ХМП, использование этих насосов для регулировки расхода жидкости приводит к большим неточностям, поскольку управление этими насосами осуществляют по разомкнутому циклу без обратной связи, базируясь на результатах измерений расхода жидкости.

Другим технологическим процессом, используемым в полупроводниковой промышленности, который требует точной регулировки потоков жидкости и наличия среды, свободной от загрязняющих веществ, является процесс фотолитографии. Из уровня техники известно, что фотолитография представляет собой процесс, в котором на поверхность подложки наносят светочувствительный полимер, известный как резист. Между покрытой резистом подложкой и источником света помещают фотошаблон, содержащий изображение структур, формируемых на поверхности подложки. Световое излучение взаимодействует с резистом, за счет чего происходит либо ослабление, либо усиление прочности полимера резиста. После того как резист был подвергнут воздействию светового излучения, подложку проявляют с применением жидких химикатов, удаляющих ослабленный резист.

При модификации этого процесса на поверхность подложки наносят множество новых жидкостей для создания пленок, которые станут неотъемлемой частью конечного полупроводника. Основная функция этих пленок состоит в том, что они функционируют в качестве изолятора между проводниками электрической разводки. В настоящее время осуществляют оценку применимости множества разнообразных по химическому составу и физическим свойствам веществ, наносимых способом "центрифугирования". Основное различие между процессом литографии и процессом нанесения способом центрифугирования состоит в том, что любой дефект, имеющийся в пленке (например, наличие пустот, пузырей или частиц), будет теперь включен в структуру полупроводника и может привести к получению нефункционирующих устройств и к финансовым потерям для производителя полупроводников.

Оба этих технологических процесса используют в инструментальном средстве, именуемом "направляющее устройство". Назначение направляющего устройства состоит в том, чтобы нанести точный объем жидкости на поверхность неподвижной или медленно вращающейся подложки. После нанесения заданной жидкости скорость вращения подложки быстро увеличивают, и жидкость на поверхности подложки растекается к краям за счет вращения. Остается очень тонкий слой жидкости постоянной толщины от центра подложки до ее края. Некоторыми из параметров, влияющими на толщину слоя жидкости, являются, в том числе, вязкость резиста или диэлектрика, концентрация растворителя в резисте или в диэлектрике, количество резиста/диэлектрика, поступившего из дозатора, скорость подачи из дозатора и т.д.

Направляющее устройство также обеспечивает выполнение дополнительных операций

обработки после нанесения жидкости, преобразующих жидкость в полимер с использованием процесса задубливания, в результате которого также удаляют любой растворитель, содержащийся в пленке. Диэлектрические пленки могут быть также подвергнуты другим процессам химической обработки, которые обеспечивают

5 преобразование жидкой пленки к соответствующую твердую структуру. Направляющее устройство также обеспечивает контроль внешней среды вокруг подложки, предотвращая воздействие изменений влажности или температуры и химических загрязнителей на характеристики пленки. Рабочие характеристики системы направляющего устройства, помимо минимизации дефектов в пленке, вызванных пустотами, пузырями и частицами, определяются точностью и повторяемостью подачи жидкости на поверхность подложки.

Проблемами, связанными с существующими в настоящее время системами подачи жидкости, которые используют в таких прикладных процессах, как, например, ХМП и центрифугирование, являются, в том числе, невозможность обеспечения измерений расхода жидкости с обратной связью, невозможность обеспечения точной скорости подачи жидкости за счет изменения напора в насосной системе, изменение объема трубопровода, используемого в насосе, и наличие пульсаций от насоса. Кроме того, может потребоваться периодическая еженедельная или даже ежедневная калибровка насоса. Другой проблемой, связанной с существующими в настоящее время системами подачи жидкости, является загрязнение жидкости вследствие попадания в нее частиц из

20 трубопровода. Дополнительными факторами, которые обычно являются важными в этих отраслях промышленности, являются, в том числе потребность в получении в реальном масштабе времени данных о свойствах жидкости, например о скорости потока, температуре жидкости, вязкости, плотности и давлении. Несмотря на то, что все вышеупомянутые свойства жидкости могут быть измерены с использованием совокупности различных измерительных приборов, например дифференциальных датчиков давления, вискозиметров, плотномеров, датчиков давления, датчиков температуры или совокупности вышеупомянутых измерительных приборов и системы управления, вычисляющей численные значения параметров жидкости, использование этих измерительных приборов может быть дорогостоящим, иметь существенные требования к необходимой занимаемой площади, требовать более трудоемкого технического обслуживания и создавать большую потенциальную возможность утечки жидкости и наличия загрязнений при технологическом процессе. Следовательно, в вышеуказанных отраслях промышленности существует потребность в создании технического решения для систем подачи жидкости, обеспечивающего их эффективность, компактность и отсутствие загрязняющих веществ.

Для других технологических процессов существует растущая потребность в создании системы смешивания множества жидкостей, действующей в реальном режиме времени и требующей наличия протока жидкостей с высокой степенью чистоты. Кроме того, смешивание на основании объема обычно является недопустимым, поскольку в основе типичных формул смешивания лежат молярные соотношения. Существующие в настоящее время способы смешивания содержат операцию добавления множества жидкостей в резервуар, расположенный на весах, в автономном режиме, что показано на Фиг.1. Множество жидкостей с A по N втекает в резервуар 11, помещенный на весы 12. В один и тот же момент времени разрешают протекание только одной жидкости через проточный клапан 13. Анализируют общий вес, и после добавления требуемого количества жидкости клапан 13 перекрывают. Тот же самый процесс повторяют для остальных жидкостей. В конечном счете, получают общую смесь. Если было добавлено слишком большое или слишком малое количество какой-либо жидкости, то процесс должен быть продолжен до тех пор, пока не будет добавлена соответствующая масса каждой жидкости в пределах некоторого приемлемого диапазона погрешности.

50 В другом известном способе используют датчик уровня для измерения объема каждой жидкости, входящей в состав смеси, по мере ее добавления в сосуд. Для этого необходимы очень точные сведения об объеме сосуда при малых приращениях высоты

сосуда.

К сожалению, существующий в настоящее время способ серийного производства может приводить к наличию слишком большого или слишком малого количества доступного конечного продукта при необходимости в нем. Поскольку наличие слишком малого количества продукта привело бы к остановке технологического процесса, то всегда создают дополнительное количество продукта, а это означает, что некоторое количество продукта будет оставлено и не будет использовано. Так как эти продукты часто имеют ограниченный срок хранения (разный, например, несколькими часами), то этот избыточный продукт нужно утилизировать. Такая утилизация является дорогостоящей по нескольким причинам. В продукте обычно используют очень дорогостоящие химикаты, и смесь жидкостей часто может быть очень опасной, а это означает, что ее утилизацию нужно производить контролируемым и дорогостоящим способом.

По мере развития технологии продолжает возрастать потребность в преобразовании формул смешивания исходя из различий в требованиях, предъявляемых к продукции, и в дополнительных ингредиентах, представляющих собой новые вещества, что, следовательно, обуславливает большую потребность в наличии гибких, точных и не вносящих загрязняющих веществ системах непрерывного смешивания, действующих в реальном масштабе времени. Другим важным фактором является потребность в точном регулировании давления для обеспечения заданного смешивания и точного расхода жидкости, поступающей в обрабатывающий инструмент.

Следовательно, существует необходимость в создании систем подачи жидкости, обеспечивающих устранение недостатков технических решений известных из уровня техники.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Согласно одному аспекту настоящего изобретения предложена система подачи жидкости, содержащая устройство регулирования потока, массовый расходомер на основе эффекта Кориолиса (массовый кориолисов расходомер), содержащий расходомерную трубку, выполненную из пластмассы высокой степени чистоты, и контроллер, например, ПИД (пропорционально-интегрально-дифференциальный) контроллер. С выхода кориолисова расходомера в контроллер подают сигналы, указывающие, например, результаты измерения массового расхода, температуры и/или плотности технологической жидкости. В контроллер поступает установочный сигнал и сигналы с выхода расходомера, и он создает выходной управляющий сигнал, подаваемый в устройство регулирования потока и изменяющий выходные параметры устройства регулирования таким образом, чтобы обеспечить требуемый расход в системе подачу жидкости.

Расходомерная трубка массового кориолисова расходомера выполнена из пластмассы высокой степени чистоты для предотвращения переноса нежелательных ионов (например, металла) в технологическую жидкость. Веществом, пригодным для расходомерной трубки, является пластмасса на основе перфторалкокса, ПФА (PFA). Устройство регулирования потока может быть реализовано, например, в виде регулирующего клапана, насоса или резервуара, в котором создают регулируемое избыточное давление. В вариантах осуществления изобретения, которые приведены в качестве примеров, регулирующий клапан представляет собой пережимной клапан, имеющий привод в виде соленоида или шагового электродвигателя.

Согласно другому аспекту изобретения предложена рециркуляционная система распределения жидкости, содержащая резервуар для жидкости и распределительный трубопровод, жидкость в котором сообщается с жидкостью в вышеупомянутом резервуаре. Распределительный трубопровод имеет множество отводов к инструментальным средствам, служащих для подачи жидкости из резервуара в инструментальные средства, присоединенные к вышеупомянутым отводам в инструментальные средства. Устройстве регулирования потока, например, насос с регулируемой производительностью или пережимной клапан, сообщается с массовым кориолисовым расходомером, имеющим расходомерную трубку, выполненную из пластмассы с высокой степенью чистоты.

Жидкость в массовом кориолисовом расходомере сообщается с жидкостью в бесшкальном манометре. В контроллер поступают установочный сигнал и сигналы с выхода кориолисова расходомера и с выхода бесшкального манометра, и он создает выходной управляющий сигнал, подаваемый в устройство регулирования потока и изменяющий выходные

5 параметры устройства регулирования таким образом, чтобы обеспечить поддержание предварительно заданного давления и скорости потока в распределительном трубопроводе.

Согласно еще одному аспекту изобретения, предложена система подачи жидкости, содержащая резервуар, имеющий впускное отверстие, в которое поступает газ, создающий

10 избыточное давление в резервуаре, и выпускное отверстие, служащее для распределения жидкости, содержащейся в резервуаре. С впускным отверстием резервуара соединено первое устройство регулирования потока, а с выпускным отверстием резервуара сообщается второе устройство регулирования потока, регулирующее поток жидкости, вытекающей из резервуара. Со вторым устройством регулирования потока сообщается

15 массовый кориолисов расходомер. Расходомерная трубка кориолисова расходомера выполнена из пластмассы высокой степени чистоты, например, из перфторалкокса (ПФА). В контроллер поступают установочный сигнал и сигналы с выхода кориолисова расходомера, и он формирует выходные управляющие сигналы, подаваемые в первое и во второе устройства регулирования потока и обеспечивающие изменение давления в

20 резервуаре и расход жидкости, вытекающей из резервуара.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Другие цели и преимущества изобретения станут очевидными после изучения приведенного ниже подробного описания со ссылкой на сопроводительные чертежи, на которых изображено следующее:

25 на Фиг.1 схематично показана автономная система смешивания, известная из уровня техники;

на Фиг.2 изображена блок-схема, на которой схематично показана система подачи жидкости согласно настоящему изобретению;

на Фиг.3 на виде в перспективе показан кориолисов расходомер, имеющий

30 расходомерную трубку высокой степени чистоты, предназначенный для использования в различных вариантах осуществления настоящего изобретения;

на Фиг.4 схематично показан пережимной клапан согласно настоящему изобретению;

на Фиг.5 изображена блок-схема, на которой показаны особенности системы смешивания высокой степени чистоты, действующей в реальном режиме времени,

35 согласно вариантам осуществления настоящего изобретения;

на Фиг.6 изображена блок-схема, на которой показана рециркуляционная система распределения жидкости согласно вариантам осуществления настоящего изобретения;

на Фиг.7А схематично показан бесшкальный манометр, обеспечивающий высокую степень чистоты, согласно аспектам, предложенным в настоящем изобретении;

40 на Фиг.7Б показан альтернативный вариант осуществления бесшкального манометра, обеспечивающего высокую степень чистоты, который содержит герметизированный датчик из сапфира;

на Фиг.8 изображена блок-схема, на которой показаны принципиальные особенности системы подачи жидкости высокой степени чистоты в инструментальное средство для

45 выполнения технологической операции ХМП согласно вариантам осуществления настоящего изобретения;

на Фиг.9 изображена блок-схема, на которой показаны принципиальные особенности альтернативного варианта системы подачи жидкости высокой степени чистоты в инструментальное средство для осуществления технологической операции ХМП согласно

50 вариантам осуществления настоящего изобретения;

на Фиг.10 изображена блок-схема, на которой показана система подачи жидкости с обратной связью для процесса центрифугирования согласно вариантам осуществления настоящего изобретения; и

на Фиг.11 изображена блок-схема, на которой показан альтернативный вариант системы подачи жидкости с обратной связью для процесса центрифугирования согласно вариантам осуществления настоящего изобретения.

Хотя настоящее изобретение допускает различные модификации и альтернативные варианты, на чертежах и в приведенном здесь подробном описании продемонстрированы конкретные варианты его осуществления, служащие в качестве примеров. Однако следует понимать, что описанные здесь конкретные варианты осуществления изобретения не ограничивают изобретение конкретными раскрытыми его формами, а, напротив, подразумевается, что настоящее изобретение охватывает собой все модификации, эквиваленты и альтернативные варианты, не выходящие за пределы сущности и объема патентных притязаний изобретения, определяемых приложенной формулой изобретения.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Ниже приведено описание иллюстративных вариантов осуществления изобретения. Для ясности в этом описании приведены не все отличительные признаки реального варианта осуществления. Конечно же, понятно, что при создании любого подобного реального варианта осуществления должны быть приняты многочисленные конкретные технические решения, направленные на конкретный вариант осуществления, которые обеспечивают достижение конкретных целей разработчиков, например, соответствие ограничениям, связанным с системой и с коммерческой деятельностью, которые являются различными в различных вариантах осуществления. Кроме того, понятно, что такие проектно-конструкторские работы могут быть сложными и трудоемкими, но, тем не менее, являются стандартными операциями для обычных специалистов в данной области техники, получающих преимущество от раскрытия сущности настоящего изобретения.

На Фиг.2 схематично показана система 100 подачи жидкости согласно вариантам осуществления изобретения, которые приведены в качестве примеров. Система 100 подачи на основе массового расхода предназначена, например, для регулировки потока жидкости, направляемого в инструментальное средство или на обрабатываемое изделие, удерживаемое инструментальным средством, которым является, например, полировальный системы ХМП или направляющее устройство, используемое для нанесения на полупроводник покрытия способом центрифугирования. В общем случае, система 100 содержит устройство 110 регулирования потока, массовый расходомер 112 и контроллер 114.

В контроллер 114 поступает установочный сигнал, отображающий требуемый параметр, например массовый расход. В контроллер 114 поступает сигнал с выхода расходомера 112. Контроллер 114 осуществляет формирование и обработку сигнала, поступившего из расходомера, а затем подает в устройство 110 регулирования потока выходной управляющий сигнал, обеспечивающий изменение расхода жидкости. Контроллер 114 является электронным, имеет электронный интерфейс и может содержать, например, пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) контроллер. Ввод заданного значения регулируемого параметра в контроллер 114 обычно осуществляют посредством электронного сигнала, представляющего собой, например, сигнал, имеющий напряжение от 0 до 5 В и ток от 4 до 20 мА, или цифровое слово. Для ввода заданного значения регулируемого параметра (уставки) также может быть использован пневматический интерфейс. Контроллер 114 может также содержать функцию отключения автоматики клапана, при наличии которой в контроллер 114 посылают дополнительный сигнал, приводящий к тому, что контроллер 114 игнорирует ввод заданного значения регулируемого параметра и полностью открывает или закрывает устройство 110 регулирования потока. Эту функцию часто используют для перекрытия потока или для прочистки системы.

В некоторых вариантах осуществления изобретения, например, в системах подачи жидкости, используемых для смешивания химикатов, предпочтительным вариантом массового расходомера 112 является массовый кориолисова расходомер. Прямой массовый расходомер является обычно более предпочтительным, в сравнении с

объемным расходомером, поскольку управление требуемыми химическими реакциями обычно осуществляют на молярной (массовой) основе. При этом могут быть выполнены измерения объемного расхода жидкости и приведены к нормальным условиям, в результате чего получают эквивалент измерения массы. Однако в этом случае необходима

5 дополнительная информация (о плотности жидкости, температуре и/или давлении), что делает измерения более сложными и дорогостоящими. Результаты измерений массового расхода обычно являются более точными, чем результаты измерений объемного расхода, которые преобразуют в результат измерения массы, и эта точность приводит к получению более высококачественного конечного продукта. Это приводит к увеличению коэффициента
10 выхода годных изделий, получаемых в результате технологического процесса, и, следовательно, к повышению рентабельности компаний, использующих настоящее изобретение.

Во многих областях применения, например, связанных с полупроводниковой, фармацевтической и биотехнологической отраслями промышленности, необходимо, чтобы
15 проточный канал (то есть, все поверхности, увлажненные технологической жидкостью) систем подачи жидкости был выполнен из химически инертных/стойких материалов высокой степени чистоты для сохранения чистоты используемых химикатов.

Предпочтительным материалом является пластмасса, поскольку сверхчистые химикаты, используемые в процессах изготовления полупроводниковым подложек, могут оказаться
20 загрязненными в том случае, если происходит выщелачивание или высвобождение ионов металла из металлических расходомерных трубок вследствие множества механических и химических процессов. Следовательно, в этих отраслях промышленности используют пластмассу высокой степени чистоты, поскольку это обычно предотвращает перемещение нежелательных ионов (например, металла) на обрабатываемый материал. Кроме того,
25 наличие гладкой полированной поверхности, присущей расходомерным трубкам, изготовленным из пластмассы, снижает способность бактерий прилипнуть к трубке и загрязнять жидкость органическими веществами.

Смоченный жидкостью канал расходомера 112 выполнен таким образом, что не имеет трещин, щелей и т.д., в которых могли бы скапливаться бактерии. Предпочтительной
30 пластмассой высокой степени чистоты является ПФА (PFA) (сополимер перфторалкокса), представляющий собой современный фторсодержащий полимер с превосходной химической стойкостью и с превосходными механическими свойствами. Пригодными также являются разнообразные фторированные полимеры, например поливинилиденфторид ПВДФ (PVDF) и политетрафторэтилен ПТФЭ (PTFE).

35 Помимо использования материалов высокой степени чистоты, проточный канал высокой степени чистоты должен иметь постоянный диаметр и не должен иметь никаких вводов или множественных проточных каналов, необходимо избегать использования датчика со сдвоенной трубкой или изогнутого проточного канала. Это сводит к минимуму перепад давления, снижает сдвигающее усилие, действующее на жидкость, до минимального, что
40 является важным в некоторых отраслях промышленности и в некоторых областях применения. Это также предотвращает закупорку некоторыми веществами, например суспензиями.

На Фиг.3 показан пригодный массовый кориолисов расходомер, снабженный расходомерной трубкой из пластмассы высокой степени чистоты. Кориолисов расходомер
45 50 имеет расходомерную трубку 52, вставленную через стойки 67, 68 основания 51. В предпочтительном варианте реализации изобретения расходомерная трубка 52 выполнена из перфторалкокса (ПФА). С расходомерной трубкой 52 соединены датчики LP0 и RP0 и возбудитель D. В расходомер 50 поступает поток технологического вещества из подводящей трубы 54, и этот поток проходит через соединитель 58 в расходомерную
50 трубку 52. Возбудитель D создает вибрацию расходомерной трубки 52 с протекающим по ней потоком вещества на ее резонансной частоте. Датчики LP0 и RP0 регистрируют результирующие кориолисовы отклонения и подают сигналы по проводникам 62 и 64 в электронное измерительное устройство (на чертеже не показано), которое определяет

сдвиг фаз между кориолисовыми отклонениями и, исходя из него, выдает выходные сигналы. Пригодные кориолисовы расходомеры, имеющие расходомерные трубки высокой степени чистоты, подробно раскрыты в заявке на изобретение, имеющей название "Расходомер для точного измерения потока сверхчистого вещества", которая включена сюда путем ссылки.

Устройство 110 регулирования потока может содержать регулирующий клапан. Как и для массового расходомера 112, в областях применения, требующих высокой степени чистоты, устройство регулирования должно быть выполнено из материалов, обеспечивающих минимальное загрязнение жидкости. Кроме того, устройство регулирования 110 должно быть выполнено таким образом, чтобы в нем отсутствовали какие-либо места, в которых может скапливаться стоячая жидкость, и какие-либо скользящие или трущиеся детали, которые могут создавать частицы в жидкости.

Например, может быть использован цельнопластмассовый мембранный клапан, выполненный из пластмассы, которая является приемлемой для использования в химических средах с высокой степенью чистоты. Однако для суспензий такой клапан не является идеальным техническим решением. Оказывается, что хорошим техническим решением для регулирования суспензий является использование пережимных клапанов. На Фиг.4 показана принципиальная схема пригодного пережимного клапана 120 согласно настоящему изобретению. Привод 122 прижимает плунжер 124 к гибкой трубе 126 до соприкосновения с опорной поверхностью 128, пережимая трубу 126 и перекрывая ее. В предпочтительном варианте труба 126 изготовлена из пластмассы высокой степени чистоты, например, из ПФА. Гибкость трубы позволяет стенкам трубопровода обволакивать любые захваченные частицы или дефекты в стенках, обеспечивая герметичное уплотнение. Проточный канал является прямым, что сводит к минимуму падение давления и турбулентность. Жидкость соприкасается только лишь с расходомерной трубкой 126, что предотвращает износ или коррозию остальных частей клапана и предотвращает загрязнение суспензии металлами в областях применения, требующих высокой степени чистоты, например, при операциях полировки полупроводников.

Известные пережимные клапаны обычно приводят в действие таким образом, что они имеют два устойчивых состояния - открыто и закрыто. Некоторые известные пережимные клапаны имеют ручной привод с многооборотной ручкой, но клапаны этого типа непригодны для регулирования потока с обратной связью. Другие пережимные клапаны, используют для дозирования в периодических технологических процессах, в которых регулировку количества дозируемого вещества осуществляют по промежутку времени, в течение которого открыт клапан. Это не позволяет осуществлять динамическое регулирование расхода жидкости.

Управление клапаном, имеющим только два состояния, может быть осуществлено путем подачи переменного электрического тока или напряжения на привод клапана. В одном из вариантов осуществления изобретения для управления клапаном используют широтно-импульсную модуляцию, ШИМ (PWM). ШИМ обеспечивают путем генерации прямоугольного сигнала с частотой, превышающей частоту механического отклика клапана. Рабочий цикл сигнала изменяют для определения соответствующего напряжения или тока, подаваемого в устройство. Например, если рабочее напряжение сигнала ШИМ составляет от 0 до 12 вольт, то 0%-ный рабочий цикл = 0 вольт, 50%-ный рабочий цикл = 6 вольтам, а 100%-ный рабочий цикл = 12 вольтам. Поскольку частота сигнала превышает частоту механического отклика клапана, то имеет место "усреднение". Положение клапана зависит от среднего значения подаваемого электрического тока. Результирующее напряжение питания пропорционально длительности импульса сигнала.

Если частоте сигнала является слишком низкой, то у клапана будет достаточно времени для того, чтобы полностью среагировать на сигналы открытия и закрытия, создающие на выходе пульсирующий поток, который обычно является нежелательным. Типичным приводом пережимного клапана является соленоид, содержащий пружинный элемент с регулируемым предварительным усилием, определяющим ток, необходимый для

включения соленоида. Регулировка предварительного усилия на пружине клапана может улучшить диапазон регулировки клапана. В других вариантах реализации вместо сердечника соленоида используют сердечник с пружинной подвеской. Наличие сердечника с пружинной подвеской сводит к минимуму нелинейность отклика клапана, обусловленную трением, что минимизирует запаздывание и мертвую зону, которая обычно имеет место в существующих пережимных клапанах, приводимых в действие соленоидом.

Альтернативный подход к управляемому посредством ШИМ соленоиду является использование привода на основе шагового двигателя, который преобразует управляемое, детерминированное угловое вращение в линейное перемещение плунжера посредством устройства, в виде червячной передачи. Контроллеры шагового двигателя могут быть выполнены с возможностью создания конкретного количества шагов двигателя, пропорциональное величине поступающего на вход аналогового сигнала. Люфт и, следовательно, запаздывание клапана может быть сведено к минимуму посредством любого количества соответствующих вариантов конструкции червячной передачи, минимизирующих люфт. Шаговый двигатель обычно обеспечивает устойчивость к колебаниям температуры и давления, которые могут вызвать изменения пережимаемого трубопровода. Шаговый двигатель представляет собой средство регулирования положения, поэтому шаговый двигатель невосприимчив к изменениям пережимаемого трубопровода. В пережимном клапане пережимаемая труба является неотъемлемой частью системы, электрический ток подают на привод клапана, который обеспечивает приложение силы к пережимаемой трубе, обеспечивающую пережим трубы. Если характеристики трубы изменяются вследствие изменения температуры или давления, то происходит изменение степени перекрытия трубы, обеспечиваемой соленоидом, и, следовательно, расхода жидкости. Кроме того, привод на основе шагового двигателя может оставаться в последнем положении, обеспечивая быстрое срабатывание для достижения заданного значения регулируемого параметра в начале цикла подачи жидкости.

Кориолисов расходомер 112 и устройство 110 регулирования потока могут быть скомпонованы в виде объединенного узла, расположенного в едином корпусе 116, и, кроме того, в тот же самый корпус 116 может быть также помещен контроллер 114 для получения интегрированного регулятора массового расхода на основе эффекта Кориолиса, обеспечивающего высокую степень чистоты. Пригодный для использования регулятор массового расхода на основе эффекта Кориолиса, обеспечивающий высокую степень чистоты, более подробно раскрыт в заявке на изобретение, имеющий название "Регулятор массового расхода на основе эффекта Кориолиса, обеспечивающий высокую степень чистоты", которая включена сюда путем ссылки.

В альтернативном варианте реализации изобретения устройство 110 регулирования потока может содержать насос с регулируемой производительностью, например, шланговый насос. В других вариантах осуществления изобретения в качестве устройства 110 регулирования потока служит сосуд или резервуар с созданным в нем избыточным давлением, которое изменяют для изменения расхода жидкости, подаваемой из сосуда. Например, со ссылкой на Фиг.2, в резервуаре 118 для жидкости может быть создано изменяемое избыточное давление, обеспечивающее изменение расхода жидкости, вытекающей из резервуара 118. Регулирование расхода жидкости подобным способом может быть осуществлено в дополнение к вышеописанному устройству 110 регулирования потока или вместо него. Более подробное описание альтернативных устройств регулирования потока изложено ниже в разделе описания, относящемся к дополнительным вариантам осуществления изобретения, которые приведены в качестве примеров.

На Фиг.5 показана систему 200 смешивания, действующая в реальном режиме времени, согласно аспектам настоящего изобретения. Показанная на чертеже система, обеспечивающая высокую степень чистоты, обладающая коррозионной стойкостью и основанная на измерении массы, ориентирована на устранение недостатков, присущих системам, известным из уровня техники. Для достижения этих отличительных признаков

необходимо обеспечить соответствие, по меньшей мере, двум основным критериям. Одним из них является наличие проточного канала высокой степени чистоты, а другим - измерение массового расхода. Следовательно, система 200 содержит кориолисовы расходомеры 212, имеющие, как описано выше, пластмассовые расходомерные трубки

5 высокой степени чистоты. Кориолисовы расходомеры 212 обеспечивают измерение плотности, результаты которого могут быть использованы в качестве данных обратной связи для концентрации реальной смеси в том случае, когда смесь представляет собой двухкомпонентный раствор, состоящий из тяжелого компонента, например кислоты, и воды. Используя данные измерений плотности, также может быть осуществлен контроль

10 концентрации твердых тел в суспензии. Расходомеры 212 могут быть сконфигурированы таким образом, что помимо массового расхода и плотности они обеспечивают вывод сигналов дополнительных измерений, например измерения температуры.

Использование массовых расходомеров 212 позволяет осуществлять оперативное смешивание множества потоков 220 жидкости в реальном масштабе времени. Как указано

15 выше, измерение массового расхода является более предпочтительным, чем измерение объемного расхода, поскольку управление необходимыми химическими реакциями обычно осуществляют на молярной (массовой) основе.

Система 200 смешивания в реальном масштабе времени дополнительно содержит устройства 210 регулирования потока, например пережимные клапаны, описание которых

20 приведено выше. Расходомеры 212 создают выходные сигналы, указывающие, например, расход жидкости, температуру и плотность, которые подают в контроллер 214. На основании предварительно заданных или полученных в реальном режиме времени заданных значений регулируемого параметра, которым является расход жидкости, контроллер 214 передает управляющие сигналы в устройства 210 регулирования потока,

25 обеспечивающие подачу требуемого количества смешанной жидкости на обрабатываемое изделие. Таким образом, различные жидкости 220 объединяют вместе, формируя единый поток жидкости, который подают в общий трубопровод 216. Для обеспечения полного смешивания жидкостей 220 может быть предусмотрена дополнительная смесительная камера 218. Кроме того, могут быть предусмотрены обратные клапаны (на чертеже не

30 показаны), предотвращающие загрязнение отдельных потоков 220 жидкости вследствие изменений давления в подаваемых потоках жидкости.

Кроме того, может быть предусмотрено наличие интерфейса взаимодействия человека с аппаратурой, ИВЧА. ИВЧА обеспечивает интерфейс, который, например, передает

35 предварительно заданную аварийную сигнализацию в том случае, когда значение запрограммированного входного сигнала или иного результата измерения выходит за пределы допустимого интервала значений. Кроме того, все входные и выходные сигналы между различными компонентами системы 200 могут быть соединены посредством кабеля

40 полевой шины с одной парой проводов. Помимо этого, в некоторых вариантах осуществления изобретения система также способна осуществлять калибровку, проверку и обслуживание системы посредством контроллера 214, а также задавать и производить выбор предварительно заданных рецептов смешивания. Несмотря на то, что в

предложенной в изобретении системе 200, которая показана на фиг.4, расходомер 212, устройство 210 регулирования потока и контроллер 214 изображены как отдельные

45 компоненты, следует понимать, что различные комбинации этих компонентов могут быть скомпонованы в виде объединенного узла, расположенного в общем корпусе.

На Фиг.6 показана рециркуляционная система 300 распределения жидкости. Система 300 распределения содержит вышеописанный кориолисов расходомер 312, содержащий расходомерную трубку, выполненную из пластмассы высокой степени чистоты. Расходомер

50 312 сообщается с устройством регулирования потока, например, с пережимным клапаном 310, и с датчиком давления 330. Сигналы измерений из расходомера 312 и бесшкального манометра 330 поступают в контроллер 314, который создает управляющий сигнал, подаваемый в клапан 310. Контроллер 314, кориолисов расходомер 312, бесшкальный

манометр 330 и клапан 310 могут быть выполнены в виде отдельных компонентов или могут быть объединены в виде интегрированной системы регулирования потока и давления.

Резервуар 316 содержит жидкость, которую подают во множество отводов 350 к инструментальным средствам через трубопровод 351. Каждый из отводов 350 к инструментальным средствам может быть соединен с соответствующим инструментальным средством 352, например с инструментом очистки, травления или ХМП, что обеспечивает подачу жидкости в инструментальное средство 352. Распределительный модуль 354, например насос, обеспечивает циркуляцию жидкости из резервуара 316 через систему 300. В альтернативном варианте в резервуар 316 может быть подан инертный газ, например азот, для создания избыточного давления в резервуаре 316 и обеспечения циркуляции жидкости.

Массовый кориолисов расходомер 312 позволяет пользователю контролировать расход жидкости в системе 300. Посредством системы регулирования массового расхода и давления в каждом из отводов 350 к инструментальным средствам может поддерживаться минимальное давление для устранения флуктуаций дозировки, обусловленных давлением, который могут оказывать воздействие на рабочие характеристики соответствующих инструментальных средств 352. Для поддержания давления и массового расхода жидкости, подаваемой в каждое инструментальное средство, может быть использован миниатюрный вариант регулятора давления/потока, компенсирующий изменения давления в контуре. Управление такими регуляторами давления/потока, соответствующими каждому инструментальному средству, может быть осуществлено по отдельности, либо контроллер 314 может функционировать в качестве главного контроллера.

Как указано выше, массовый кориолисов расходомер 312 может обеспечивать измерение плотности, результаты которого могут быть использованы в качестве данных обратной связи для реальной концентрации смеси в том случае, когда смесь представляет собой двухкомпонентный раствор тяжелого компонента, например кислоты, в воде. Также может быть осуществлен контроль концентрации твердых веществ в суспензии с использованием результатов измерения плотности.

Как указано выше, для реализации системы, обеспечивающей высокую степень чистоты, весь проточный канал должен быть изготовлен из химически инертного/стойкого материала высокой степени чистоты. На Фиг.7А схематично показан бесшкальный манометр 330, обеспечивающий высокую степень чистоты, с "мокрым" соединением с технологической жидкостью, содержащий мембрану давления, выполненную из единого куска пластмассы высокой степени чистоты. Основным требованием, предъявляемым к любой измерительной аппаратуре, используемой в распределительной системе, обеспечивающей высокую степень чистоты, является то, чтобы ни одно из устройств не могло являться источником утечек. Избегают использования резьбовых соединений; предпочтительным способом создания соединений с технологической жидкостью является использование торцевого уплотнения. Изготовление соединения 360 с технологической жидкостью из единого куска пластмассы обеспечивает отсутствие каких-либо резьбовых соединений, которые могут являться источником утечек.

Датчик 330 давления содержит держатель 358 датчика, который может быть выполнен из полипропилена, поскольку он не является частью проточного канала. В держателе 358 датчика расположена камера 360 давления, выполненная из материала высокой степени чистоты, например из ПФА. Камера 360 давления служит границей для выступающего из нее входного патрубка 361 для технологической жидкости. Для обеспечения устойчивых рабочих характеристик измерения давления к мембране 364 высокой степени чистоты (например, к ПФА толщиной 1 мм) приклеен керамический датчик 362 давления, а компенсацию любой релаксации пластмассы (также именуемой ползучестью) обеспечивают посредством уплотнительных колец 366 из эластомера, расположенных поверх керамического датчика 362 давления, которые удерживают керамический датчик давления относительно пластмассовой мембраны 364 с постоянной силой. Таким образом,

вся "мокрая" часть датчика 330 давления выполнена из ПФА или из иной пригодной пластмассы высокой степени чистоты.

На Фиг.7Б показан альтернативный вариант датчика 331 давления. В датчике 331 давления используют датчик 370 давления малой емкости, выполненный из сапфира.

- 5 Датчик заключен в капсулу из материала высокой степени чистоты, например ПФА 372, и выступает в камеру 360 давления таким образом, что давление жидкости сжимает датчик 370. Преимуществом принципа, показанного на Фиг.7Б, является то, что для точного измерения давления отсутствует необходимость в наличии какой-либо неподвижной опорной точки, например, прочной конструкции. Заключенный в капсулу датчик 370
- 10 давления является неотъемлемой частью камеры 360 давления и выполнен из единого куска пластмассы высокой степени чистоты.

- На Фиг.8 изображена блок-схема, на которой показаны принципиальные особенности системы 400 подачи жидкости высокой степени чистоты в инструментальное средство для технологической обработки способом ХМП согласно техническим решениям,
- 15 предложенным в настоящем изобретении. Система 400 подачи обеспечивает подачу различных жидкостей, например воды 420, поверхностно-активного вещества или химического реагента 421 и суспензии 422 в инструментальное средство 452, осуществляющее технологическую обработку полупроводниковой подложки. Инструментальное средство обычно содержит опору для подложки и полировальный.
- 20 Шланговые насосы 411 сообщаются с каждым из источников 420, 421, 422 жидкости и перекачивают соответствующие жидкости в инструментальное средство 452. Кроме того, после каждого источника жидкости расположены кориолисовы расходомеры 412 высокой степени чистоты, обеспечивающие обратную связь по массовому расходу. Следовательно, путем использования управляющей электроники и/или программного обеспечения,
- 25 например ПИД-контроллера, может быть реализована система с обратной связью.

- На Фиг.9 показана другая система 401 подачи жидкости, в которой для обеспечения регулирования с обратной связью и высокой степенью чистоты в технологическом процессе ХМП использованы регулирующие клапаны 410, например, раскрытые выше в настоящем описании пережимные клапаны, совместно с массовыми кориолисовыми расходомерами
- 30 412, обеспечивающими высокую степень чистоты. В некоторых вариантах осуществления изобретения инструментальное средство 452 для технологической обработки может подавать сигнал включения-выключения в каждый отдельный контур регулирования потока жидкости, в том случае, если контуры регулирования настроены на требуемый расход жидкости.

- 35 Однако может потребоваться различная технологическая обработка различных подложек и, следовательно, для этого может потребоваться подача жидкостей с различной "рецептурой" на полировальный. Инструментальное средство 452 для технологической обработки способом ХМП может выдавать команды на обеспечение заданного расхода жидкости путем использования, например, стандартных промышленных протоколов,
- 40 например, сигнала, электрический ток которого составляет от 4 мА до 20 мА, подаваемого в каждый контроллер. Как и в системе 300, показанной на Фиг.6, инструментальное средство для ХМП может просто выдавать команду на создание смеси по иному рецепту, а контроллер 314 осуществляет управление скоростями подачи. Главный контроллер 314 по мере необходимости устанавливает значения расхода и
- 45 соотношения жидкостей в реальном масштабе времени.

- На Фиг.10 показана система 500 подачи жидкости с обратной связью для процесса центрифугирования, используемого в технологическом процессе нанесения фоторезиста или жидкого диэлектрика. В резервуаре 518 создают избыточное давление инертного газа, например азота, подаваемого через подводный трубопровод. Технологическая жидкость в
- 50 резервуаре 518 может находиться внутри мягкого контейнера 519 из полимера, изолирующего жидкость от газа, имеющего избыточное давление. В других вариантах осуществления изобретения для изоляции технологической жидкости от газа может быть использована мембрана. В подводном трубопроводе, служащем для подачи инертного

газа, расположен клапан 550 регулировки давления, обеспечивающий управляемое регулирование инертного газа, подаваемого в резервуар 518. Клапан 550 регулировки давления способен принимать сигнал, поступающий с выхода контроллера 514 подачи жидкости, регулирующего положение клапана 550 между открытым и закрытым

5 состояниями на основании сигнала, характеризующего давление, полученного из первого датчика 530а давления. Контроллер 514 регулирует положение клапана 550 регулировки давления, увеличивая или уменьшая давление в резервуаре 518, на основании результата сравнения предварительно заданного значения давления с выходным сигналом датчика 530а давления.

10 Резервуар 518 соединен с массовым кориолисовым расходомером 512, обеспечивающим высокую степень чистоты, посредством выпускного трубопровода, через который технологическая жидкость вытекает из резервуара 518. В месте использования имеется фильтр 560, обеспечивающий фильтрацию технологической жидкости, подаваемой на вращающееся обрабатываемое изделие 562, управление которым
15 осуществляют посредством контроллера 564 вращения.

Кориолисов расходомер 512, расположенный в проточном канале, измеряет реальный расход жидкости и поддает сигнал в контроллер 514 подачи жидкости. Если расход жидкости мал, то давление, приложенное к жидкости в резервуаре 518, повышают, обеспечивая больший ее расход. Необходимость в повышенном давлении для подачи
20 жидкости может быть обусловлена засорением фильтра 560 в месте использования или трубопровода, по которому подают жидкость. Вторым и третьим датчики 530b, 530с давления, расположенные выше и ниже по течению потока относительно расходомера 512, измеряют перепад давления, необходимый для прокачки жидкости через расходомер 512. Результаты измерения расхода жидкости и перепада давления, получаемые посредством
25 расходомера 512 и датчиков 530b, 530с давления могут быть использованы для определения вязкости жидкости, так как длина трубы является известной величиной. Результаты измерения вязкости указывают наличие любых изменений химического состава жидкости. Регулирующий клапан 510 обеспечивает регулирование расхода технологической жидкости посредством управляющих сигналов, поступающих из
30 контроллера 514 подачи жидкости. Клапан, приводимый в действие шаговым двигателем, сохраняет последнее положение, в котором он находился.

Контроллер 515 инструментального средства, который может являться тем же самым контроллером, что и контроллер 514 подачи жидкости, или отдельным контроллером, создает управляющие сигналы, подаваемые в контроллер 564 вращения, а также
35 обеспечивает передачу заданного значения регулируемого параметра, которым является расход жидкости, в контроллер 514 подачи жидкости. В некоторых вариантах осуществления изобретения выпускное отверстие резервуара 518 дополнительно снабжено быстродействующим двухпозиционным клапаном, 509 для жидкости, который приводят в действие посредством контроллера 514 подачи жидкости, открывая и
40 перекрывая поток исходя из потребностей, определяемых контроллером 515 инструментального средства. В запоминающем устройстве контроллера 514 хранится таблица зависимости значений давления подачи жидкости и расхода жидкости, получаемых посредством, соответственно, датчика 530b давления и кориолисова расходомера 512, от различных положений регулирующего клапана 510. Исходя из потребностей в подаче
45 жидкости, сведения о которых поступают из контроллера 515 инструментального средства, контроллер 514 подачи жидкости устанавливает оптимальные значения давления, действующего на жидкость, и положения регулирующего клапана, обеспечивающие подачу соответствующего количества жидкости в течение того времени, когда клапан 509 открыт.

На Фиг.11 показан альтернативный вариант системы 501 подачи жидкости для
50 технологического процесса центрифугирования. В системе 501 подачи кориолисов расходомер 512 расположен ниже по течению потока относительно дозирующего насоса 511 и действует в качестве механизма обратной связи, обеспечивающего подачу соответствующего количества жидкости на обрабатываемое изделие 562. Системы

дозировочного насоса из известного уровня техники обычно не имеют обратной связи, и любое засорение системы после насоса, приводящее к росту гидростатического напора, изменяет объем подачи жидкости на обрабатываемое изделие. Наличие сигнала, поступающего из кориолисова расходомера 512, позволяет контроллеру 514 подачи

5 жидкости изменять режим работы насоса 511, обеспечивая более высокое давление на выходе для компенсации возросшего гидростатического напора.

Раскрытые выше конкретные варианты осуществления изобретения приведены исключительно в иллюстративных целях, поскольку для специалистов в данной области техники, извлекающих пользу из изложенных здесь теоретических принципов, очевидно,

10 что изобретение может быть модифицировано и реализовано различными не эквивалентными способами. Кроме того, подразумевают, что продемонстрированные здесь детали конструкции или конструктивного исполнения не накладывают никаких иных ограничений, чем те, которые описаны в приведенной ниже формуле изобретения. Следовательно, очевидно то, что раскрытые выше конкретные варианты осуществления

15 могут быть изменены или модифицированы и что все такие изменения считают не выходящими за пределы существа и объема изобретения. Следовательно, заявленный объем патентных притязаний определяется приведенной ниже формулой изобретения.

Формула изобретения

1. Система подачи жидкости, содержащая:

резервуар, имеющий впускное отверстие, через которое поступает газ, создающий избыточное давление в вышеупомянутом резервуаре, и выпускное отверстие, служащее для дозирования жидкости, содержащейся в резервуаре, первое устройство регулирования потока, соединенное с впускным отверстием резервуара; первый датчик давления,

25 соединенный с впускным отверстием резервуара, при этом указанный первый датчик давления обеспечивает выходной сигнал; второе устройство регулирования потока, сообщающееся с выпускным отверстием резервуара для регулирования потока жидкости из резервуара; второй датчик давления, соединенный с выпускным отверстием резервуара, при этом второй датчик давления обеспечивает выходной сигнал,

30 массовый кориолисовый расходомер, сообщающийся с вышеупомянутым вторым устройством регулирования потока,

при этом указанный кориолисовый расходомер содержит расходомерную трубку, выполненную из пластмассы, обеспечивающей высокую степень чистоты жидкости, в качестве которой выбран перфторалкок (ПФА), и обеспечивает выходной сигнал,

35 контроллер, осуществляющий прием установочного сигнала,

при этом указанный контроллер осуществляет прием выходных сигналов от первого и второго датчиков давления и из кориолисового расходомера и обеспечивает выходные управляющие сигналы, подаваемые в первое и второе устройства регулирования потока для изменения давления в резервуаре и расхода жидкости из резервуара.

40 2. Система подачи жидкости по п.1, в которой второе устройство регулирования потока содержит клапан.

3. Система подачи жидкости по п.2, в которой указанный клапан содержит пережимной клапан.

4. Система подачи жидкости по п.3, в которой указанный пережимной клапан содержит:

45 привод, имеющий плунжер, соединяемый с ним при работе;

опорную поверхность, расположенную напротив вышеупомянутого плунжера;

гибкий шланг высокой степени чистоты, расположенный между указанным плунжером и указанной опорной поверхностью.

5. Система подачи жидкости по п.4, в которой указанный привод содержит соленоид.

50 6. Система подачи жидкости по п.4, в которой указанный привод содержит шаговый двигатель.

7. Система подачи жидкости по п.1, в которой указанное второе устройство регулирования потока содержит насос с регулируемой производительностью.

8. Система подачи жидкости по п.7, в которой указанный насос представляет собой шланговый насос.

9. Система подачи жидкости по п.1, в которой указанный резервуар содержит расположенный в нем мягкий резервуар, вмещающий жидкость.

5 10. Система подачи жидкости по п.1, в которой указанный контроллер представляет собой пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) контроллер.

11. Система подачи жидкости по п.1, в которой указанный выходной сигнал, обеспечиваемый массовым кориолисовым расходомером, содержит результаты измерения массового расхода.

10 12. Система подачи жидкости по п.1, в которой указанный выходной сигнал, обеспечиваемый массовым кориолисовым расходомером, содержит результаты измерения плотности жидкости.

13. Система подачи жидкости по п.1, в которой вышеупомянутый выходной сигнал, обеспечиваемый массовым кориолисовым расходомером, содержит результаты измерения 15 температуры жидкости.

14. Рециркуляционная система распределения жидкости, содержащая:
резервуар для жидкости,
распределительный трубопровод, сообщающийся с указанным резервуаром,
при этом указанный распределительный трубопровод имеет множество отводов к
20 инструментальным средствам, обеспечивающих подачу жидкости из резервуара в
инструментальные средства, присоединенные к указанным отводам к инструментальным
средствам;
устройство регулирования потока;
массовый кориолисовый расходомер, сообщающийся с указанным устройством
25 регулирования потока,
при этом указанный кориолисовый расходомер имеет расходомерную трубку из
пластмассы, обеспечивающей высокую степень чистоты жидкости, и обеспечивает
выходной сигнал;
датчик давления, сообщающийся с вышеупомянутым массовым кориолисовым
30 расходомером,
при этом указанный датчик давления обеспечивает выходной сигнал;
контроллер, осуществляющий прием установочного сигнала,
при этом указанный контроллер осуществляет прием указанных выходных сигналов,
поступающих из кориолисового расходомера и датчика давления, и обеспечивает выходной
35 управляющий сигнал, подаваемый в указанное устройство регулирования потока, а
выходной сигнал указанного устройства регулирования потока изменяют в ответ на
выходной управляющий сигнал для поддержания предварительно заданного давления и
расхода жидкости в распределительном трубопроводе;
множество устройств регулирования потока в отводах к инструментальным средствам,
40 при этом каждое из указанных устройств регулирования потока в отводах к
инструментальным средствам встроено в соответствующий отвод к инструментальному
средству; и
множество массовых кориолисовых расходомеров в отводах к инструментальным
средствам,
45 при этом каждый из указанных массовых кориолисовых расходомеров в отводах к
инструментальным средствам встроено в соответствующий отвод к инструментальному
средству, каждый из указанных массовых кориолисовых расходомеров в отводах к
инструментальным средствам имеет расходомерную трубку из пластмассы,
обеспечивающей высокую степень чистоты жидкости, и каждый из указанных массовых
50 кориолисовых расходомеров в отводах к инструментальным средствам обеспечивает
выходной сигнал;
в которой указанный контроллер осуществляет прием выходных сигналов из указанных
массовых кориолисовых расходомеров в отводах к инструментальным средствам и

обеспечивает управляющие сигналы, подаваемые в указанные устройства регулирования потока в отводах к инструментальным средствам.

15. Рециркуляционная система распределения жидкости по п.14, дополнительно содержащая множество контроллеров отвода к инструментальным средствам, при этом

5 каждый из указанных контроллеров отвода к инструментальным средствам связан с соответствующим устройством регулирования потока в отводе к инструментальному средству и с массовым кориолисовым расходомером в отводе к инструментальному средству, и каждый из указанных контроллеров отвода к инструментальным средствам осуществляет прием выходного сигнала из связанных с ним массовых кориолисовых расходомеров в отводах к инструментальным средствам и обеспечивает управляющие сигналы, подаваемые в связанные с ним устройства регулирования потока в отводах к инструментальным средствам.

16. Рециркуляционная система распределения жидкости по п.14, в которой указанное устройство регулирования потока содержит пережимной клапан.

15 17. Рециркуляционная система распределения жидкости по п.14, в которой указанный датчик давления содержит:

держатель датчика;

камеру давления, содержащую мембрану, которая расположена в указанном держателе датчика,

20 при этом указанные камера давления и мембрана выполнены из пластмассы, обеспечивающей высокую степень чистоты жидкости;

датчик давления, прикрепленный к указанной мембране; и

уплотнительное кольцо, расположенное между указанной мембраной и указанным держателем датчика.

25 18. Рециркуляционная система распределения жидкости по п.14, в которой указанный датчик давления содержит:

держатель датчика;

камеру давления, расположенную в указанном держателе датчика;

30 датчик давления, заключенный в капсулу из пластмассы, обеспечивающей высокую степень чистоты жидкости, которая поступает в указанную камеру давления.

19. Рециркуляционная система распределения жидкости по п.18, в которой указанный датчик давления выполнен из сапфира.

20. Система подачи жидкости, содержащая:

резервуар, имеющий впускное отверстие, через которое поступает газ, создающий избыточное давление в вышеупомянутом резервуаре, и выпускное отверстие, служащее для дозирования жидкости, содержащейся в резервуаре;

первое устройство регулирования потока, соединенное с указанным впускным отверстием резервуара;

40 второе устройство регулирования потока, сообщаемое с указанным выпускным отверстием резервуара и обеспечивающее регулирование потока жидкости из указанного резервуара;

массовый кориолисовый расходомер, сообщаемый с указанным вторым устройством регулирования потока, при этом указанный кориолисовый расходомер имеет расходомерную трубку, выполненную из пластмассы, обеспечивающей высокую степень

45 чистоты жидкости, и указанный кориолисовый расходомер обеспечивает выходной сигнал;

датчик давления, соединенный с указанным впускным отверстием резервуара, при этом указанный датчик давления обеспечивает выходной сигнал; и

контроллер, осуществляющий прием установочного сигнала и указанных выходных сигналов, поступающих из кориолисового расходомера и датчика давления, при этом

50 указанный контроллер обеспечивает выходные управляющие сигналы, подаваемые в указанные первое и второе устройства регулирования потока, для изменения давления в указанном резервуаре и расхода жидкости, вытекающей из вышеупомянутого резервуара.

21. Система подачи жидкости по п.20, которая дополнительно содержит датчик

давления, соединенный с указанным выпускным отверстием резервуара.

22. Система подачи жидкости по п.21, в которой указанный датчик давления соединен с указанным выпускным отверстием резервуара таким образом, что он расположен ниже по течению потока, чем указанный массовый кориолисовый расходомер.

5 23. Система подачи жидкости по п.21, в которой указанный датчик давления соединен с указанным выпускным отверстием резервуара таким образом, что он расположен выше по течению потока относительно указанного массового кориолисового расходомера.

24. Система подачи жидкости по п.20, которая дополнительно содержит первый и второй датчики давления, соединенные с указанным выпускным отверстием резервуара таким образом, что они расположены соответственно выше и ниже по течению потока, чем указанный массовый кориолисовый расходомер.

25. Система подачи жидкости по п.24, в которой указанный контроллер определяет вязкость жидкости, протекающей через указанную систему.

15 26. Система подачи жидкости по п.20, в которой указанный контроллер дополнительно обеспечивает управление инструментальным средством, осуществляющим технологическую обработку изделия.

27. Система подачи жидкости по п.20, в которой указанный контроллер содержит контроллер подачи жидкости, а указанная система дополнительно содержит контроллер инструментального средства, обеспечивающий управление инструментальным средством, осуществляющим технологическую обработку изделия, при этом указанный контроллер инструментального средства обеспечивает установочный сигнал, поступающий в указанный контроллер подачи жидкости.

28. Система подачи жидкости по п.20, которая дополнительно содержит фильтр, соединенный с указанным выпускным отверстием резервуара.

25 29. Система подачи жидкости по п.20, которая дополнительно содержит мягкий резервуар, расположенный в указанном резервуаре для хранения жидкости.

30. Система подачи жидкости по п.20, в которой указанное второе устройство регулирования потока содержит пережимной клапан.

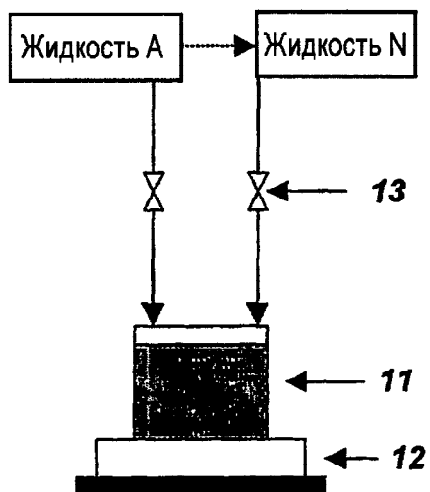
30 31. Система подачи жидкости по п.20, в которой указанное второе устройство регулирования потока содержит дозирующий насос.

35

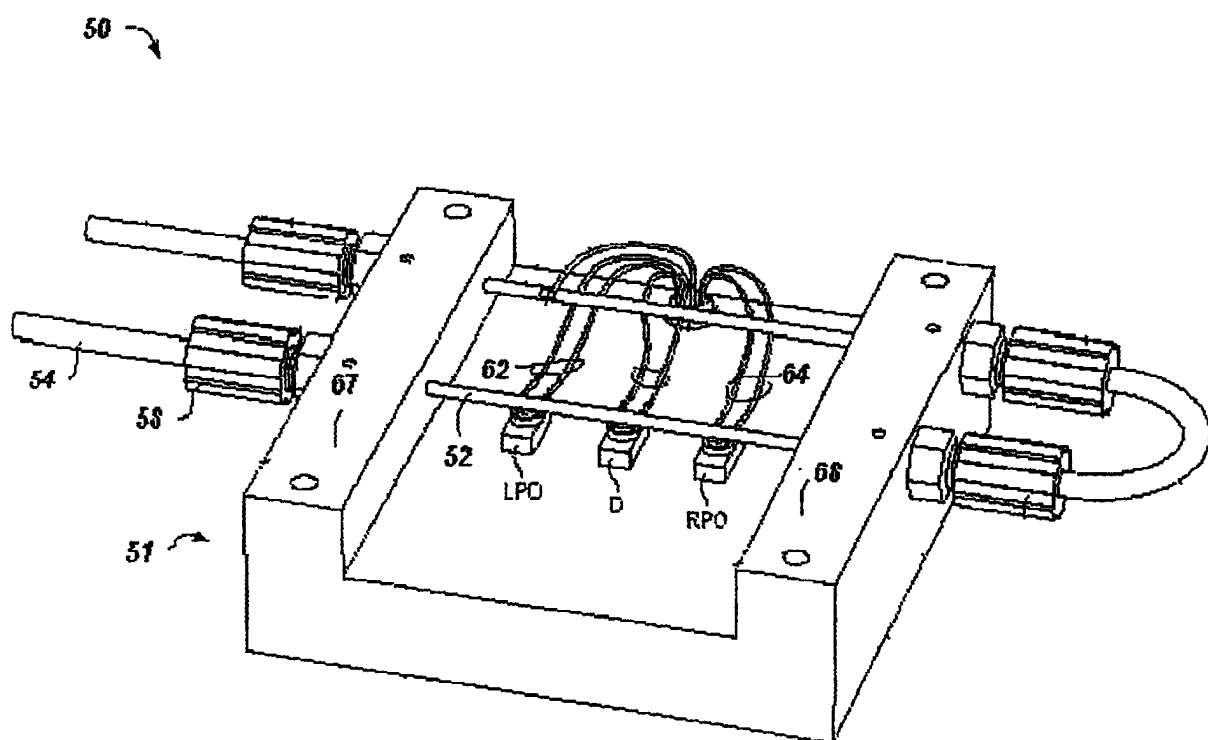
40

45

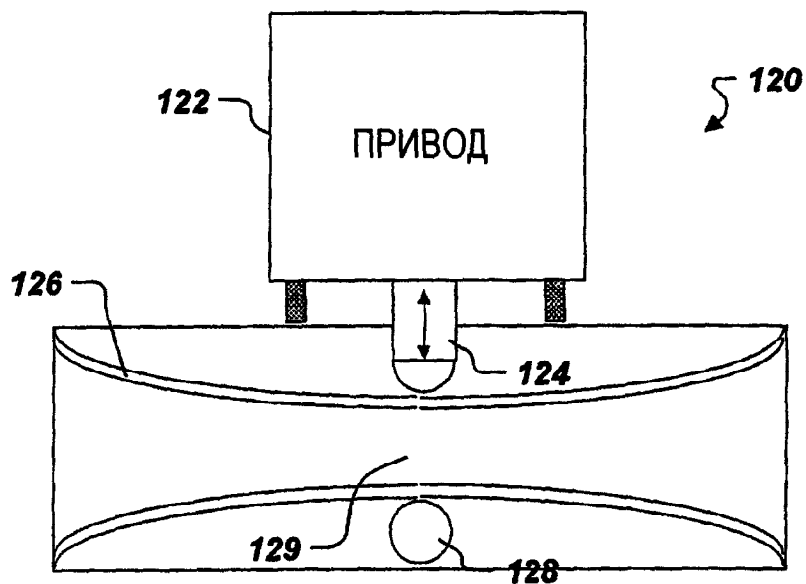
50



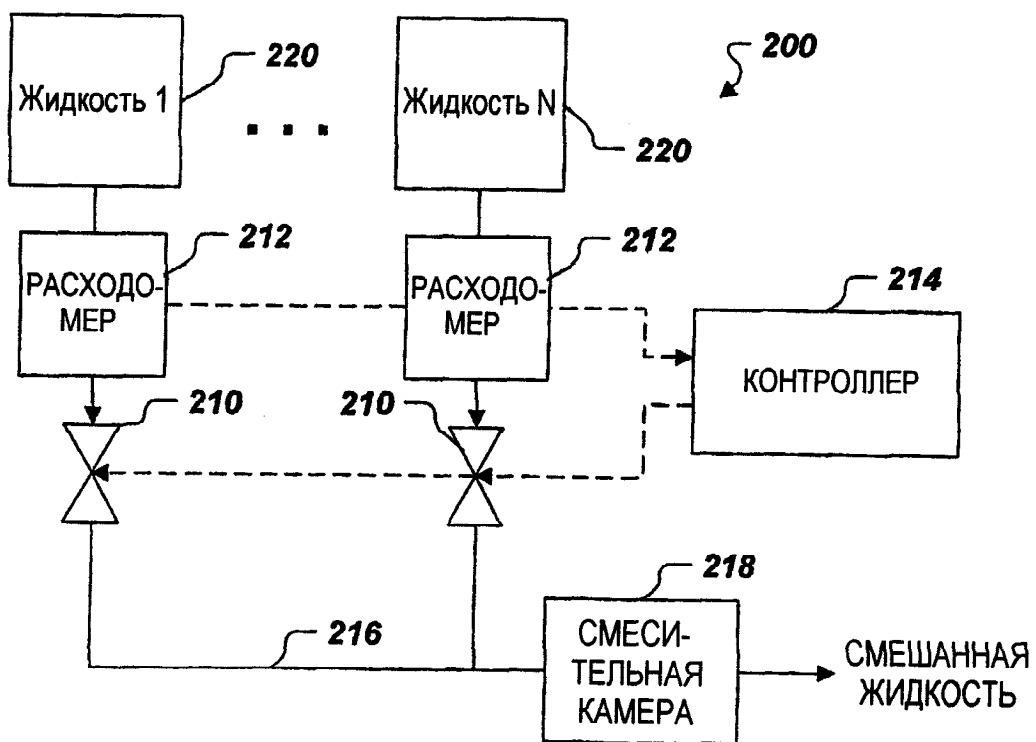
Фиг. 1



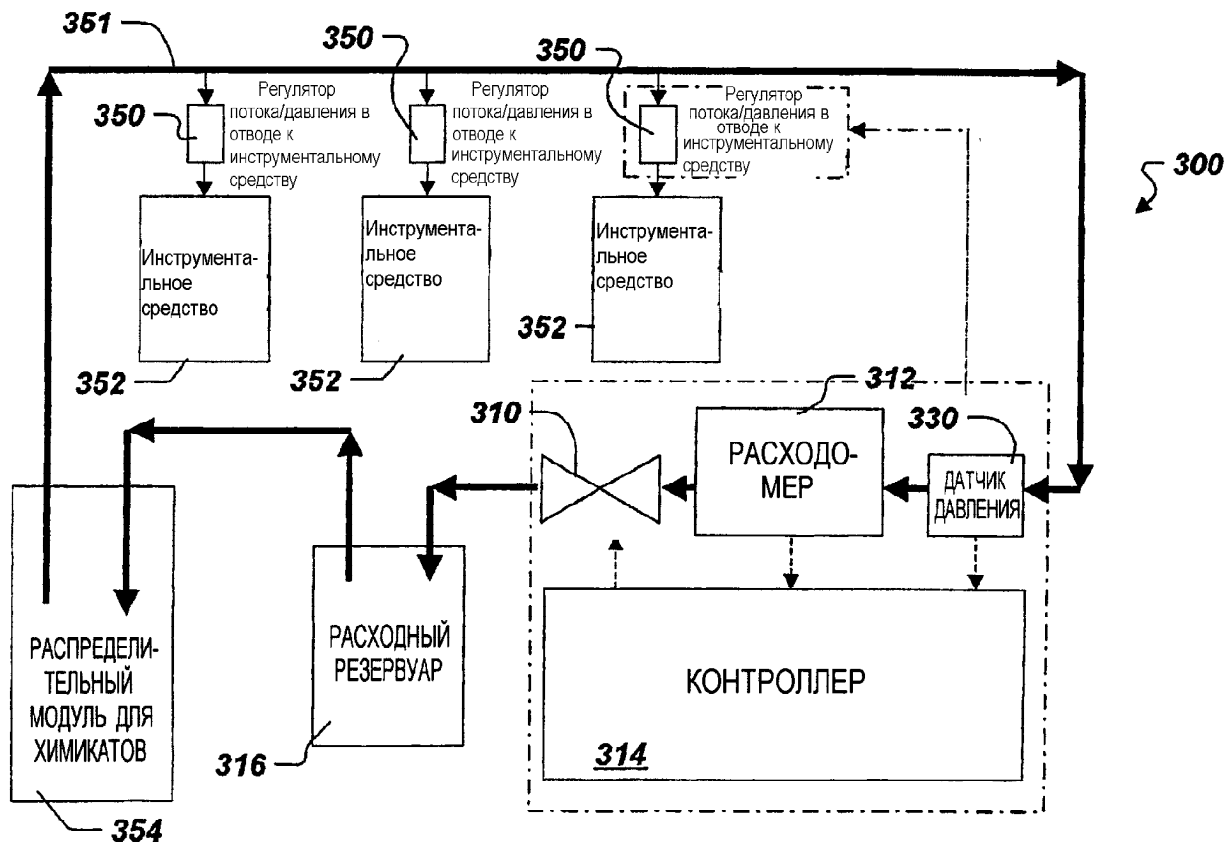
Фиг. 3



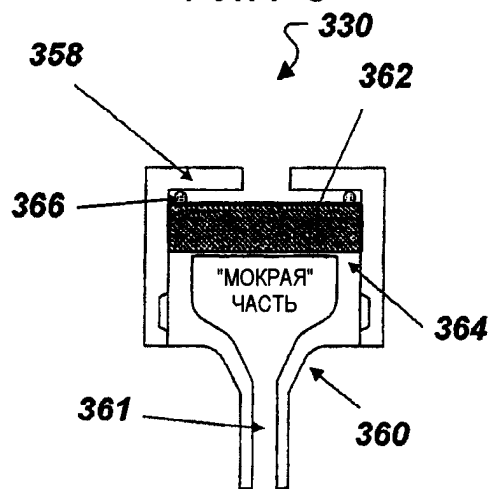
Фиг. 4



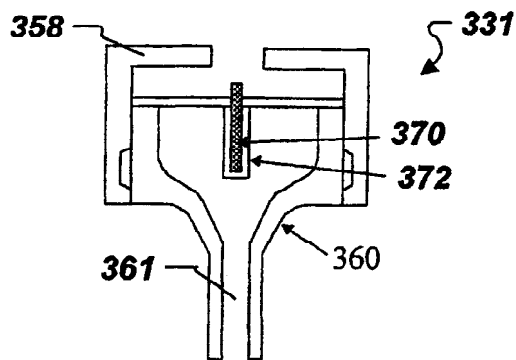
Фиг. 5



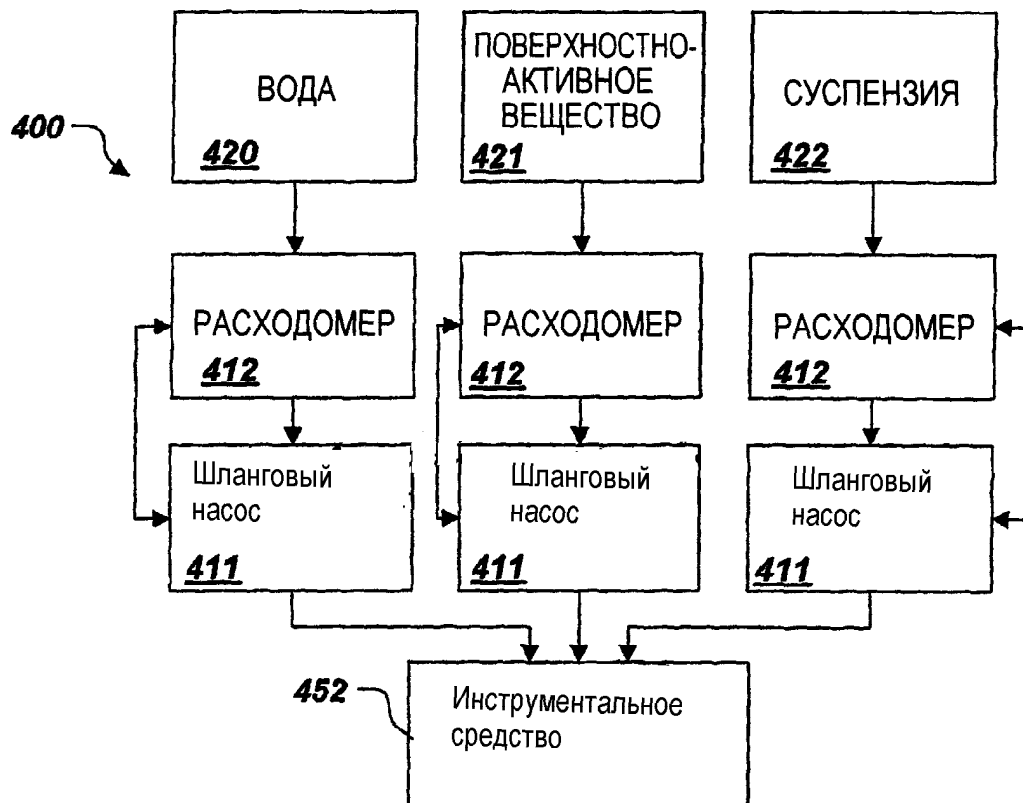
Фиг. 6



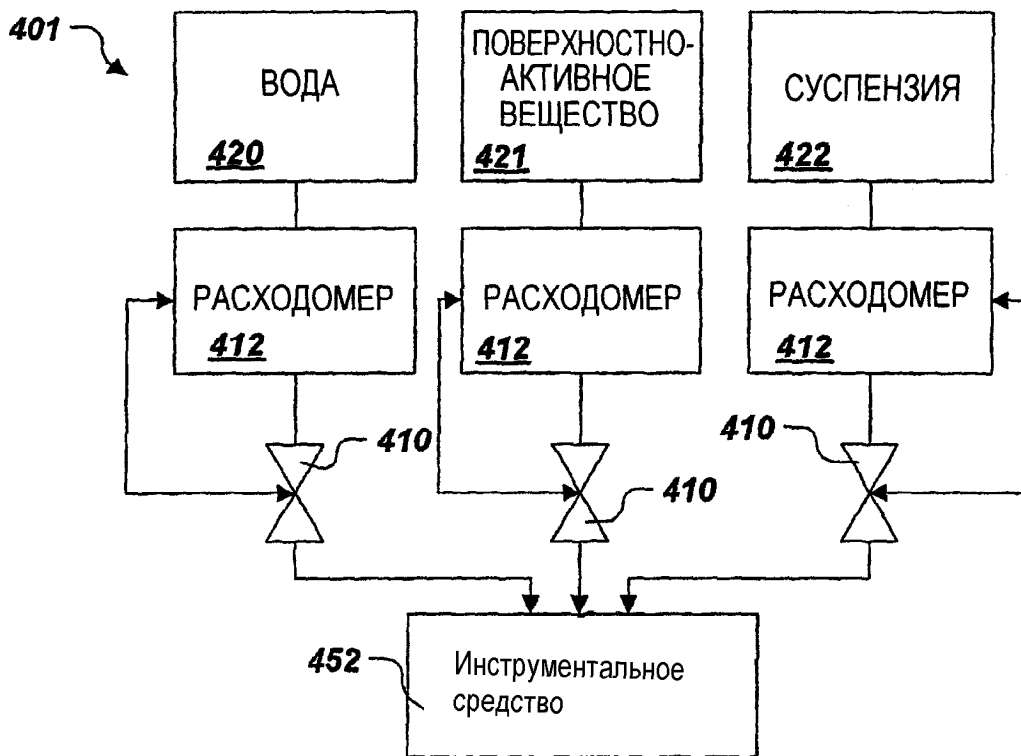
Фиг. 7А



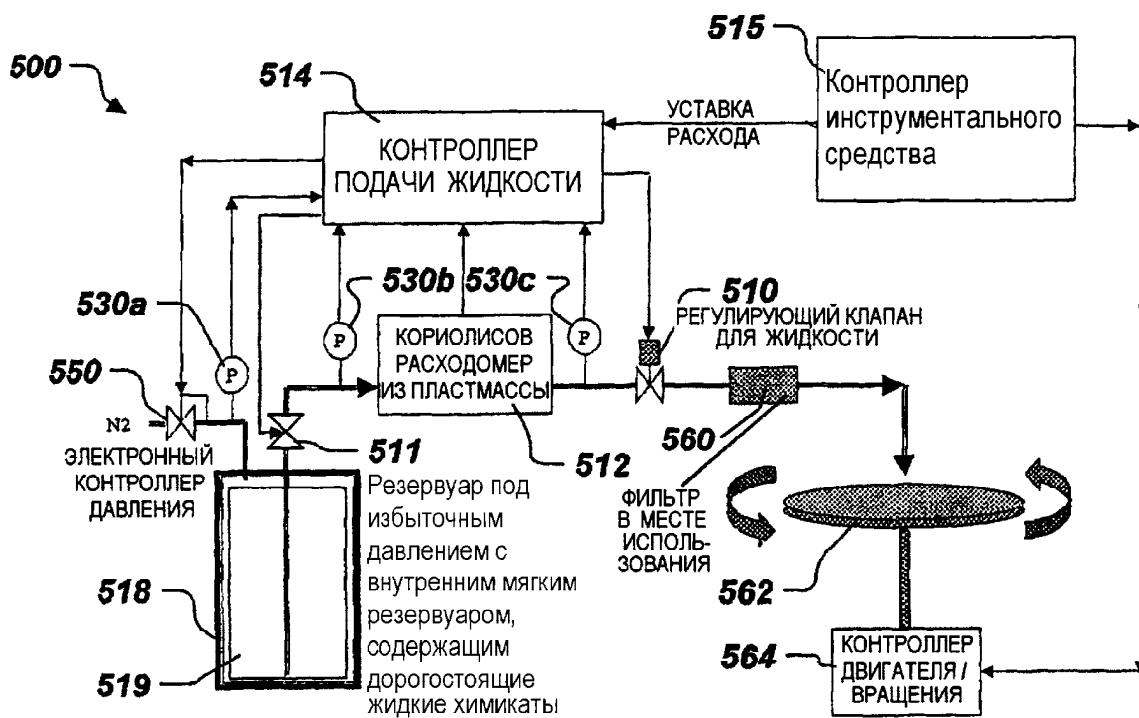
Фиг. 7Б



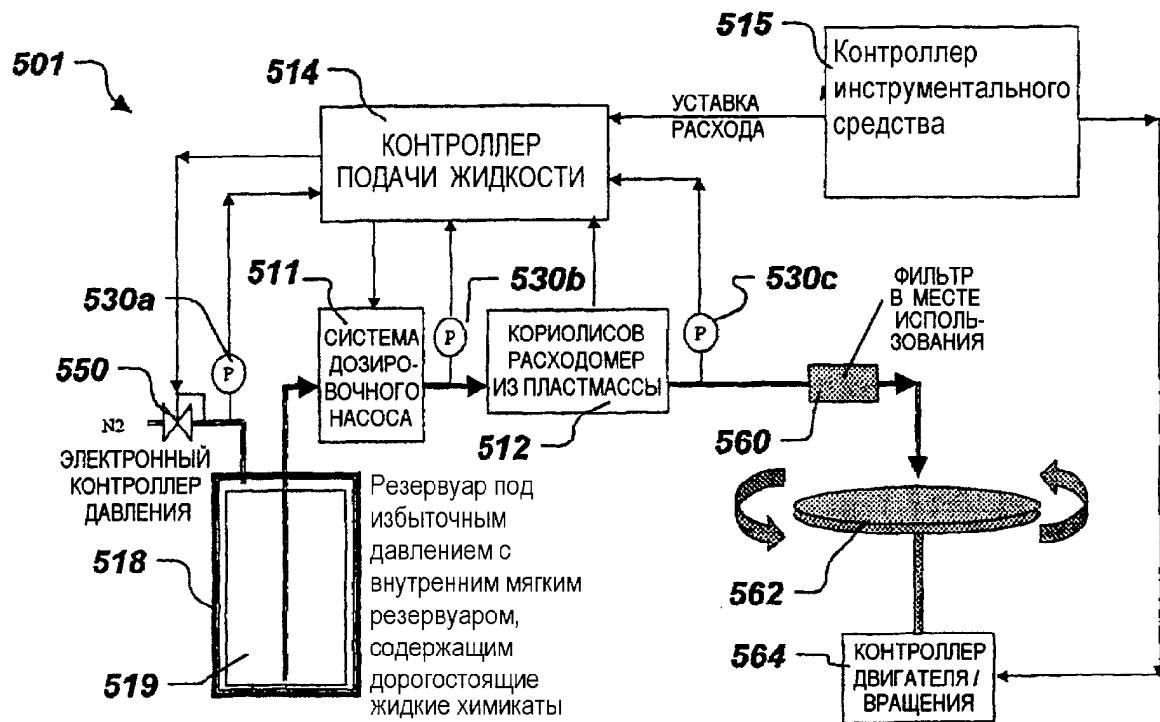
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11