

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 024879

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2016.10.31

(51) Int. Cl. *A61M 11/00* (2006.01)

(21) Номер заявки
201201015

(22) Дата подачи заявки
2011.01.19

(54) ИДЕНТИФИКАЦИЯ СУХИХ ЭЛЕМЕНТОВ РАСПЫЛИТЕЛЯ

(31) 61/296,306

(56) US-B2-6978779
US-A-4113809

(32) 2010.01.19

(33) US

(43) 2013.02.28

(86) PCT/US2011/021671

(87) WO 2011/091002 2011.07.28

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
НЕКТЕР ТЕРЕПЬЮТИКС (US)

(72) Изобретатель:
Гордон Бенджамин Моррис, Гарднер
Стивен Дэвид, Паркер Томас Эдуард
(GB)

(74) Представитель:
Веселицкая И.А., Кузенкова Н.В.,
Веселицкий М.Б., Каксис Р.А.,
Белоусов Ю.В., Куликов А.В.,
Кузнецова Е.В. (RU)

(57) В документе раскрываются различные варианты определения, находится ли жидкость в контакте с распыляющим элементом. Распыляющий элемент может быть возбужден электрическим сигналом на частоте измерения. Может быть измерен импеданс распыляющего элемента с получением измеренной величины импеданса. Величина импеданса может быть сопоставлена с хранящейся величиной импеданса. На основании сравнения может быть определено, находится ли жидкость в контакте с распыляющим элементом.

B1

024879

024879
B1

Ссылки на родственные заявки

Заявка на настоящее изобретение представляет собой заявку РСТ с приоритетом по патентной заявке US 61/296306, поданной 19 января 2010 г. на "Способы, устройства и системы идентификации сухих элементов распылителя", по существу, целиком включенной в настоящее описание посредством ссылки.

Заявка на настоящее изобретение является родственной заявке РСТ/US 2010/042473, поданной 19 июля 2010 г., и заявке US 61/226591 на "Системы и способы управления герметизированными распылителями", поданной 17 июля 2009 г., рег. № поверенного 015225-012600 US, по существу, целиком включенным в настоящее описание посредством ссылки.

Заявка на настоящее изобретение также является родственной заявке РСТ/US 2010/042471, поданной 19 июля 2010 г., и заявке US 61/226567 на "Системы и способы управления герметизированными распылителями с отрицательным смещением", поданной 17 июля 2009 г., рег. № поверенного 015225-012500 US, по существу, целиком включенным в настоящее описание посредством ссылки.

Уровень техники

Описанные устройства и способы относятся к распылителям. В частности, описанные здесь варианты осуществления относятся к измерению импеданса распыляющего элемента для определения того, находится ли распыляющий элемент в контакте с жидкостью.

Для введения лекарственного препарата пациенту было предложено большое число разнообразных процедур. В некоторых процедурах введение лекарственного препарата препарат находитя в жидкой форме и выдается в форме капелек жидкости для вдыхания их пациентом. Пациент может вдыхать препарат для его поглощения тканями легкого. Такой аэрозоль может быть сформирован посредством распылителя. Работа распылителя в отсутствие жидкости может привести к его повреждению.

Сущность изобретения

Измерение импеданса может быть использовано для определения наличия соприкасающейся с распыляющим элементом жидкости. Распыляющий элемент может приводиться в действие электрическим сигналом на частоте измерения. Может быть выполнено измерение импеданса распыляющего элемента с получением измеренной величины импеданса. Может быть проведено сравнение этой величины импеданса с хранящейся величиной импеданса. На основании сравнения может быть определено, находится ли жидкость в контакте с распыляющим элементом.

В некоторых вариантах осуществления используется способ определения, находится ли жидкость в контакте с распыляющим элементом. Способ включает приведение в действие распыляющего элемента сигналом на частоте измерения. Способ также включает измерение импеданса распыляющего элемента с получением при этом измеренной величины импеданса. Способ также включает сравнение измеренной величины импеданса с хранящейся величиной импеданса. Кроме того, на основании сравнения измеренной величины импеданса с хранящейся величиной импеданса в способе определяют, имеется ли контакт жидкости с распыляющим элементом.

В некоторых вариантах осуществления частота измерения отличается от частоты распыления, на которой возбуждается распылитель для распыления жидкости. В некоторых вариантах осуществления способ также включает возбуждение распыляющего элемента электрическим сигналом на одной или более частотах распыления одновременно с возбуждением распыляющего элемента электрическим сигналом на частоте измерения. В некоторых вариантах осуществления способ также включает распыление жидкости в процессе измерения импеданса распыляющего элемента. В некоторых вариантах осуществления способ также включает, при обнаружении отсутствия контакта распыляющего элемента с жидкостью, отключение распыляющего элемента с тем, чтобы распыляющий элемент не возбуждался напряжением на частоте распыления. В некоторых вариантах осуществления способ также включает, при обнаружении наличия контакта распыляющего элемента с жидкостью, возбуждение распыляющего элемента электрическим сигналом на частоте распыления. В некоторых вариантах осуществления способ также включает, перед возбуждением распыляющего элемента напряжением на частоте измерения, возбуждение распыляющего элемента электрическим сигналом на частоте распыления; и, перед возбуждением распыляющего элемента электрическим сигналом на частоте измерения, прекращение его возбуждения электрическим сигналом на частоте распыления.

В некоторых вариантах осуществления имеется система распыления жидкости, находящейся в контакте с распыляющим элементом. Система включает распылитель. Распылитель может включать емкость, приспособленную для хранения жидкости. Емкость может быть приспособлена для выдачи жидкости в распыляющий элемент. Распылитель также может включать распыляющий элемент. Распыляющий элемент может быть приспособлен, будучи возбужденным на частоте распыления, распылять жидкость, находящуюся в контакте с распыляющим элементом. Система может также включать модуль управления. Модуль управления может быть приспособлен выдавать электрический сигнал на частоте распыления для возбуждения распыляющего элемента. Модуль управления может быть приспособлен выдавать электрический сигнал на частоте измерения для возбуждения распыляющего элемента. Модуль управления также может быть приспособлен для измерения импеданса распыляющего элемента, с получением измеренной величины импеданса. Модуль управления также может быть приспособлен для сравнения измеренной величины импеданса с хранящейся величиной импеданса. Кроме того, модуль управ-

ления может быть приспособлен для определения, соприкасается ли жидкость с распыляющим элементом, путем сравнения измеренной величины импеданса и хранящейся величины импеданса.

В некоторых вариантах осуществления имеется компьютерный программный продукт, постоянно хранящийся в долговременном носителе данных, считываемых процессором и содержащий считываемые процессором команды. При выполнении команд процессор может: вызывать возбуждение распыляющего элемента электрическим сигналом на частоте измерения; вызывать измерение импеданса распыляющего элемента с получением измеренной величины импеданса; сравнивать измеренную величину импеданса с хранящейся величиной импеданса; определять, на основании сравнения между измеренной величиной импеданса и хранящейся величиной импеданса, находится ли жидкость в контакте с распыляющим элементом.

Краткое описание чертежей

Дальнейшее рассмотрение существа и преимуществ настоящего изобретения может быть выполнено со ссылками на приведенные чертежи, где

на фиг. 1 представлен вариант осуществления распылителя;

на фиг. 2 представлен вариант осуществления распылителя, приводимого в действие модулем управления;

на фиг. 3 представлен график изменения импеданса влажного распыляющего элемента и сухого распыляющего элемента на различных частотах;

на фиг. 4 иллюстрируется вариант осуществления способа определения наличия контакта жидкости с распыляющим элементом;

на фиг. 5 иллюстрируется другой вариант осуществления способа определения наличия контакта жидкости с распыляющим элементом.

Подробное описание осуществления изобретения

Работа распыляющего элемента в отсутствии жидкости может привести к повреждению распылителя и/или распыляющего элемента. Таким образом, было бы желательно предупредить возбуждение элемента распылителя в случае, если элемент сухой. Имеются описания различных вариантов реализации для определения наличия контакта распыляющего элемента с жидкостью (распыляющий элемент влажный) или отсутствия этого контакта (распыляющий элемент сухой).

В частности, изобретение включает измерение импеданса распыляющего элемента и сравнение результата измерения с заранее установленной величиной импеданса. Это сравнение используется для определения, находится ли распыляющий элемент в контакте с жидкостью, или нет. Путем измерения импеданса распыляющего элемента на одной или более частотах, можно определить, находится ли жидкость в контакте с распыляющим элементом.

Существуют различные ситуации, в которых возможно приведение в действие сухого распылителя. Например, жидкость (например, жидкий лекарственный препарат, к примеру амикацин) ранее могла быть в контакте с распыляющим элементом, но запас жидкости мог иссякнуть. В распыляющий элемент может быть введена определенная доза такого жидкого лекарственного препарата для его распыления и введения пациенту. К концу дозы распыляющий элемент может продолжать находиться в возбужденном состоянии, хотя уже вся доза жидкого препарата была распылена, в результате чего распыляющий элемент возбуждается в сухом состоянии. В другом примере распыляющий элемент может быть непреднамеренно возбужден без соприкасающейся с ним жидкости. В обоих случаях распылитель и/или его элемент могут быть повреждены их возбуждением в сухом состоянии.

На фиг. 1 представлен вариант осуществления распылителя 100. Распылитель 100 может включать распыляющий элемент 110, емкость 120 для лекарственного препарата, свободное пространство 130 над жидкостью, сопрягающий элемент 140 и колпачок 150. Распыляющий элемент 110 может состоять из пьезоэлектрического кольца, которое расширяется и сжимается приложением электрического сигнала. Пьезоэлектрическое кольцо может быть прикреплено к перфорированной мемbrane. Такая перфорированная мембра на может иметь некоторое количество сквозных отверстий. Когда к пьезоэлектрическому кольцу прикладывают электрический сигнал, он вызывает перемещение и/или изгиб мембранны. Такое движение мембранны при ее контакте с жидкостью может вызвать распыление жидкости, создание аэрозоля из частиц жидкости. Распыляющий элемент 110 также может представлять собой вибрирующую диафрагму.

Запас жидкости, обычно жидкого лекарственного препарата (примеры препарата приведены подробно далее), может храниться в емкости 120 для препарата. Как показано на фиг. 1, емкость 120 для препарата только частично заполнена жидким препаратом. По мере распыления жидкого лекарственного препарата количество жидкого препарата, остающегося в емкости 120 для препарата, может уменьшаться. В зависимости от количества жидкого препарата в емкости 120 для препарата, только часть емкости может быть заполнена жидким препаратом. Остальная часть емкости 120 для препарата может быть заполнена газом, например воздухом. Это пространство называется свободным пространством 130 над жидкостью. Сопрягающий элемент 140 может служить для передачи жидкого лекарственного препарата между емкостью 120 для препарата и распыляющим элементом 110.

Распылители и связанные с ними технологии в целом описаны в патентах US 5164740; 5938117;

5586550; 5738637; 6014970; 6085740; 6235177; 6615824; 7322349, по существу, целиком включенных в настоящее описание посредством ссылки.

Распылитель, например распылитель 100, может быть соединен с модулем управления, например, как показано на фиг. 2. На фиг. 2 показана упрощенная блок-схема варианта 200 осуществления модуля управления распылителя, соединенного с распылителем 100. Распылитель 100 на фиг. 2, который может представлять собой распылитель 100, показанный на фиг. 1, или какой-либо иной распылитель, например как те, что описаны в упоминавшихся заявках, может быть соединен с модулем 210 управления проводом 230, который может представлять собой кабель. По проводу 230 на распылитель 100 можно передавать от модуля 210 управления электрический сигнал изменяющейся частоты и изменяющегося напряжения. Модуль 210 управления может быть соединен с источником 215 напряжения, подающим постоянное и/или переменное напряжение на модуль 210 управления.

Модуль 210 управления может содержать различные компоненты. В некоторых вариантах осуществления модуля 210 управления, имеются процессор 211, машиночитаемый долговременный носитель 212 данных и выходной модуль 213 электрического сигнала. Процессором 211 может быть процессор общего назначения или специально-разработанный процессор для работы в модуле 210 управления. Процессор 211 может выполнять команды, хранящиеся в виде программного обеспечения или программно-аппаратных средств. Такие команды могут храниться на машиночитаемом долговременном носителе 212 данных. Машиночитаемый долговременный носитель 212 данных может представлять собой оперативное запоминающее устройство, флэш-память, жесткий диск, либо иной носитель данных, способный хранить команды. Команды, хранящиеся в машиночитаемом долговременном носителе 212 данных, могут выполняться процессором 211, и в результате выполнения этих команд выходной модуль 213 электрического сигнала генерирует электрический сигнал изменяющейся частоты и/или изменяющегося напряжения, который выдается по проводу 230 на распыляющий элемент распылителя 100. Выходной сигнал выходного модуля 213 электрического сигнала может включать одну или несколько частот. Например, выходной модуль 213 электрического сигнала может поочередно или одновременно генерировать электрический сигнал, который используется для возбуждения распыляющего элемента на одной или более частотах для измерения импеданса распыляющего элемента, и на одной или более частотах для возбуждения распыляющего элемента для распыления жидкости.

На фиг. 3 представлен график 300, показывающий зависимость изменения импеданса распыляющего элемента, например распыляющего элемента 110 на фиг. 1, от частоты приложенного электрического сигнала, по которому можно судить о влажном или сухом состоянии распыляющего элемента. Линия 310 показывает зависимость от частоты импеданса влажного распыляющего элемента, а линия 320 показывает зависимость от частоты импеданса сухого распыляющего элемента. В зависимости от частоты приложенного электрического сигнала, влажный распыляющий элемент может иметь более высокий, более низкий или такой же импеданс, что и сухой распыляющий элемент. Для того чтобы определить, находится ли распыляющий элемент в контакте с жидкостью (т.е. влажный он или сухой), могут быть определены частоты, на которых импедансы для влажного и сухого состояний расходятся больше всего. Например, может быть использована частота примерно 122 кГц. На частоте примерно 122 кГц, в области 350, выделенной пунктирным прямоугольником в качестве области, где существует наибольшее отличие между влажным и сухим состояниями, влажный распылитель имеет импеданс примерно 280 Ом. На той же частоте, тот же распыляющий элемент, не соприкасающийся с жидкостью, имеет импеданс более 10000 Ом. Как должно быть понятно специалисту, отличающиеся результаты могут быть получены для различных распылителей и/или распыляющих элементов. При этом для различных распылителей и/или распыляющих элементов может быть предпочтительным использование различных частот для определения, в каком состоянии, влажном или сухом, находится распыляющий элемент. Точка 330 может представлять частоту (и соответствующий импеданс), на которой этот распыляющий элемент обычно возбуждается для распыления жидкости. При этом частота, используемая для определения того, влажным или сухим является распыляющий элемент, может отличаться от частоты, используемой для распыления жидкости. Подобный график может быть построен для каждой конструкции распылителя и/или распыляющего элемента, для нахождения одной или более частот, которые следует использовать для определения, влажным или сухим является элемент, и величин импеданса, связанного с этими влажным или сухим состояниями.

Импеданс распыляющего элемента, используемого для получения графика на фиг. 3, может быть измерен в районе частоты 120 кГц для определения, является ли распыляющий элемент влажным или сухим. Импеданс может быть проанализирован, например способом 400, представленным на фиг. 4. На фиг. 4 показан вариант осуществления способа определения влажного или сухого состояний распыляющего элемента. Способ 400 может быть выполнен при использовании, например, распылителя 100, показанного на фиг. 1, и модуля управления, например модуля 210 управления, показанного на фиг. 2. На шаге 410, распыляющий элемент может быть возбужден на частоте электрического сигнала, генерируемого модулем управления. Характеристики распыляющего элемента в состоянии возбуждения уже могли быть проанализированы при различных напряжениях и частотах, например, как для распыляющего элемента, используемого для построения графика на фиг. 3. Таким образом, уже заранее может быть извест-

но, на какой частоте или каких частотах и/или напряжениях импеданс распыляющего элемента во влажном состоянии существенно отличается от его импеданса в сухом состоянии. Например, если при выполнении способа 400 применялся распыляющий элемент, используемый для построения графика на фиг. 3, распыляющий элемент может быть возбужден на частоте измерения в районе 120 кГц. Эта частота может быть выбрана благодаря большому отличию величины импеданса распыляющего элемента во влажном состоянии от величины импеданса в сухом состоянии.

Когда распыляющий элемент возбуждается на шаге 410, электрическим сигналом на частоте измерения на шаге 420 может быть измерен его импеданс. Частота измерения может быть такой же, что и частота возбуждения распыляющего элемента для распыления жидкости, либо может отличаться от нее. Если частоты различны, модуль управления может временно приостановить возбуждение распыляющего элемента на частоте распыления. В некоторых вариантах осуществления распыляющий элемент может одновременно возбуждаться на частоте распыления и на частоте измерения. В некоторых вариантах осуществления возбуждение одновременно может осуществляться более чем на одной частоте распыления, и/или более чем одной частоте измерения. Измерение импеданса может выполняться модулем управления, например модулем 210 управления на фиг. 2. Эта измеренная величина импеданса может храниться в модуле управления, использующем машиночитаемый долговременный носитель 212 данных или какое-либо другое запоминающее устройство.

Эта измеренная величина импеданса может быть затем сопоставлена с заранее установленной величиной импеданса на шаге 430. Эта заранее установленная величина импеданса могла быть определена опытным путем ранее, в ходе исследования характеристик распыляющего элемента во влажном и сухом состояниях. Например, в предположении, что в способе 400 используется распыляющий элемент, с помощью которого был построен график на фиг. 3, заранее установленной величиной импеданса может быть пороговая величина, например 1100 Ом на частоте 122 кГц. Таким образом, если измеренный импеданс составляет на этой частоте более 1100 Ом, распыляющий элемент, вероятно, сухой; если измеренный импеданс составляет на этой частоте менее 1100 Ом, распыляющий элемент, вероятно, влажный.

На шаге 440 на основании сравнения, проведенного на шаге 430, может быть определено, находится ли жидкость в контакте с распыляющим элементом. В зависимости от результата, могут быть предприняты различные дальнейшие действия. Например, если установлено, что распыляющий элемент сухой, может быть прекращено возбуждение распыляющего элемента, чем предотвращается возможное повреждение распыляющего элемента. Если будет установлено, что распыляющий элемент влажный, возбуждение распыляющего элемента может продолжаться электрическим сигналом на частоте, используемой для распыления жидкости, при этом распыляющий элемент продолжает распылять жидкость, например для выдачи дозы лекарства для его вдыхания пациентом.

Этот процесс может быть использован для определения влажного или сухого состояний распыляющего элемента в любой момент при работе распылителя. Например, вначале при возбуждении, способ, например способ 400, может быть использован для определения того, находится ли жидкость в контакте с распыляющим элементом. При этом процесс может быть использован для предотвращения первоначального возбуждения распыляющего элемента, если пользователь не позаботился о добавлении жидкости в емкость распылителя. В некоторых вариантах осуществления способ 400 может использоваться периодически или с перерывами во время работы для определения того, не иссяк ли запас жидкости в распылителе.

Помимо измерения импеданса на одной частоте, более точное определение влажного или сухого состояний распыляющего элемента может быть выполнено путем измерения величины нескольких различных импедансов на одной или нескольких частотах для сравнения с одной или более заранее установленными величинами импеданса. На фиг. 5 иллюстрируется способ 500, где импеданс распыляющего элемента измеряется на нескольких частотах. Средний импеданс вычисляется по измерениям на этих различных частотах, и может быть сопоставлен с заранее установленной величиной импеданса, для определения того, влажным или сухим может быть распыляющий элемент.

На шаге 510 нормальная работа распылителя, например распылителя 100 на фиг. 1 и 2, может быть прервана, например модулем 210 управления, показанном на фиг. 2. Отключение может быть осуществлено прекращением подачи возбуждения распыляющего элемента электрическим сигналом на одной или более частотах, используемых для распыления жидкости. Это может быть необходимо, если перед выполнением шага 510 распыляющий элемент распылял жидкость. Если распыляющий элемент не успел начать распылять жидкость, например непосредственно после включения питания, шаг 510 может быть не нужен. В некоторых вариантах осуществления распыляющий элемент может быть одновременно возбужден на частоте, используемой для измерения импеданса (например, частоте измерения), и на частоте, используемой для распыления жидкости (например, частоте распыления); при этом прекращения распыления может не потребоваться. На шаге 520, распыляющий элемент может быть возбужден электрическим сигналом при заданном напряжении и/или на одной или более заранее установленных частотах. Например, предполагая, что в способе 500 используется тот же распыляющий элемент, что и при построении графика 300 на фиг. 3, напряжение может составлять 5 В, а первой используемой частотой может быть 118 кГц.

На шаге 530 может выполняться измерение импеданса распыляющего элемента. Эта величина импеданса может быть измерена и сохранена в модуле управления, например модуле 210 управления на фиг. 2, с использованием машиночитаемого долговременного носителя 212 данных.

На шаге 540 может быть определено, должны ли быть выполнены другие измерения импеданса, перед выполнением сравнения одной или более величин импеданса с одной или более заранее установленных величин импеданса. Если ответ да, то возвращаются на шаг 520 (по пунктирной линии), и распыляющий элемент может быть сразу же возбужден электрическим сигналом на частоте, необходимой для проведения следующего измерения импеданса. В некоторых вариантах осуществления распыляющий элемент возбуждается на той же частоте, что используется на шаге 520 для повторения того же измерения. В некоторых вариантах осуществления используется другая частота.

В других случаях, в некоторых вариантах осуществления распылитель может возобновить нормальную работу на шаге 550 и распылять жидкость на частоте распыления. После некоторого промежутка времени нормальной работы (например, десятая часть секунды, несколько секунд, минута), нормальная работа снова может быть остановлена на шаге 510 (например, прекращением возбуждения распыляющего элемента электрическим сигналом на частоте распыления), при этом возбуждение распыляющего элемента производится на частоте и при напряжении, необходимыми для следующего измерения импеданса на шаге 520. При этом частота может быть той же частотой измерения, либо может быть другой частотой измерения, как было использовано на шаге 520.

Промежуток нормальной работы может быть определен тем, как часто необходимо определять, в каком состоянии, влажном или сухом, находится распыляющий элемент. Например, если необходимо проделать измерения на шести частотах, прежде чем выполнить сравнение с заранее установленной величиной импеданса, и желательно, чтобы узел распылителя определял, является ли распыляющий элемент влажным или сухим каждые 10 с, нужно, чтобы измерение импеданса распылителя на одной частоте происходило каждые 1,6 с, если между измерениями импеданса должна происходить нормальная работа. Этот цикл или 1) немедленного возбуждения на другом напряжении и/или частоте, или 2) возобновления нормальной работы и возбуждения на другом напряжении и/или частоте, может продолжаться, пока не будет выполнено заранее установленное количество измерений импеданса на различных напряжениях и/или частотах. Например, в случае распыляющего элемента, использованного для получения графика на фиг. 3, помимо 118 кГц, измерения импеданса также могут быть выполнены на 119,5, 121, 122,5, 124 и 125,5 кГц.

Когда на шаге 540 будет установлено, что дополнительных измерений величины импеданса на других напряжениях и/или частотах выполнять не требуется, процесс может переходить на шаг 570. На шаге 570, полученные на различных частотах величины импеданса могут быть использованы для расчета среднего измеренного импеданса. На шаге 580, эта средняя измеренная величина импеданса может быть сопоставлена с заранее установленной, хранящейся средней величиной импеданса. В ходе этого сравнения может быть определено, больше, равна или меньше средняя измеренная величина импеданса по сравнению с заранее установленной величиной импеданса.

В некоторых вариантах осуществления вместо сравнения усредненной измеренной величины импеданса с хранящейся средней величиной импеданса, отдельные измеренные величины импеданса могут сравниваться с отдельными хранящимися пороговыми величинами импеданса для каждой частоты. Если большая часть результатов сравнения указывает на влажный распыляющий элемент, то распыляющий элемент может быть идентифицирован как влажный. Если большая часть результатов сравнения указывает на сухой распыляющий элемент, то распыляющий элемент может быть идентифицирован как сухой.

Если на шаге 585 распыляющий элемент определен как сухой, распыляющий элемент может быть отключен на шаге 590. Отключением может быть прекращение возбуждения распыляющего элемента на одной или более частотах. Если распылитель до этого распылял жидкий лекарственный препарат в процессе нормальной работы, идентифицированное сухое состояние распыляющего элемента может указывать на то, что вся доза препарата была выдана.

Если на шаге 585 распыляющий элемент не идентифицирован как сухой (т.е. он влажный), на шаге 550 распылитель может возобновить нормальную работу с возбуждением распыляющего элемента на одной или более частотах распыления. Нормальная работа может продолжаться заданный промежуток времени, после чего способ 500 может быть повторен с новыми измерениями импеданса, проводимыми на каждой из частот. Способ 500 может постоянно повторяться до тех пор, пока распылитель не будет идентифицирован как сухой на шаге 585, либо не произойдет что-либо, что остановит работу распылителя. В некоторых вариантах осуществления другой процесс может привести к отключению распылителя, например истечение заранее установленного промежутка времени, либо получение команды пользователя.

Как должно быть понятно специалистам, импеданс связан с соотношением напряжения и тока. Если либо ток, либо напряжение известны, импеданс может быть определен с использованием, соответственно, либо измеренного напряжения, либо измеренного тока. Например, в ранее описанных распыляющих элементах, если приложенное напряжение постоянно, или предполагается известным, тогда могут быть использованы измерения тока для определения, влажным или сухим является распыляющий элемент.

Аналогично, в ранее описанных распыляющих элементах, если приложенный ток является постоянным, или предполагается известным, тогда измерения напряжения могут быть использованы для определения, влажным или сухим является распыляющий элемент. Кроме того, если приложенные напряжение и ток находятся в известном соотношении, тогда измерения только тока или только напряжения могут быть использованы для определения, влажным или сухим является распыляющий элемент. Более того, в некоторых вариантах осуществления количества поглощаемой распыляющим элементом мощности может быть использовано для определения, влажным или сухим является распыляющий элемент. Способы 400 и 500, представленные на фиг. 4 и 5 соответственно, могут быть адаптированы таким образом, чтобы на распыляющий элемент прикладывались постоянный ток или постоянное напряжение, и проводилось измерение получающегося тока, напряжения или мощности. Данные, например такие, как представлены на графике 300, могут быть собраны для разных приложенных постоянных напряжений или постоянных токов, для определения, при каких значениях у сухих распыляющих элементов и влажных распыляющих элементов имеются расхождения в измеряемом токе, напряжении или мощности. При этом существуют варианты осуществления изобретения, основанные скорее на измерениях напряжения, тока и/или мощности, чем только на импедансе. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления могут выполняться комплексные измерения различных величин (например, измерения напряжения при постоянном приложенном токе, и измерения тока при постоянном приложенном напряжении). Использование комплексных измерений может повысить точность определения, влажным или сухим является распыляющий элемент. Например, для определения того, что распыляющий элемент является сухим, и прекращения возбуждения распыляющего элемента, может потребоваться, чтобы оба измерения давали согласующиеся результаты, указывающие на сухость распыляющего элемента, в противном случае на распыляющий элемент может продолжать подаваться возбуждение.

Форму аэрозоля могут принимать самые разные лекарственные препараты, жидкости, жидкие лекарственные препараты и препараты, растворенные в жидкости, и ниже приводятся многочисленные примеры того, что может быть переведено в аэрозольное состояние. Дополнительные примеры могут быть найдены в заявке US 12/341780, по существу целиком включенной в настоящее описание посредством ссылки. Могут быть использованы почти все анти-грамотрицательные, анти-граммоположительные антибиотики или их комбинации. Кроме того, антибиотики могут включать антибиотики широкого спектра действия, или смешанного спектра действия. Также подходят фунгициды, например полиеновые материалы, в частности амфотерицин В. Примеры анти-грамотрицательных антибиотиков или их солей включают аминогликозиды и их соли и др. Примеры аминогликозидов или их солей включают гентамицин, амикацин, канамицин, стрептомицин, неомицин, нетилмицин, парамецин, тобрамицин, их соли и комбинации. Например, гентамицин сульфат представляет собой соль серной кислоты, или смесь таких солей, антибиотических веществ, получаемых выращиваемых Микромоноспоры пурпурной. Гентамицин сульфат, соответствующий нормам фармакопеи США, может быть получен в компании Fujian Fukang Pharmaceutical Co., LTD, Fuzhou, Китай. Амикацин обычно поставляется в виде сульфатной соли, и может быть получен, например, в компании Bristol-Myers Squibb. Амикацин может включать родственные вещества, например канамицин.

Примеры анти-граммоположительных антибиотиков или их солей могут включать, помимо прочего, макролиды или их соли. Примеры макролидов или их солей могут включать, помимо прочего, ванкомицин, эритромицин, кларитромицин, азитромицин, их соли и их комбинации. Например, гидрохлорид ванкомицина представляет собой хлористоводородную соль ванкомицина, антибионика, получаемого из определенных штаммов *Actinomyces orientalis*, ранее обозначаемых *Streptomyces orientalis*. Гидрохлорид ванкомицина представляет собой смесь родственных веществ, в основном состоящую из моногидрохлорида ванкомицина В. Как все гликопептидные антибиотики, гидрохлорид ванкомицина содержит центральное гептапептидное ядро. Гидрохлорид ванкомицина, соответствующий нормам фармакопеи США, может быть получен в компании Alpharma, Копенгаген, Дания.

В некоторых вариантах осуществления в состав препарата входит антибиотик и один или более дополнительных активных веществ. Описанные здесь дополнительные активные вещества включают вещества, лекарственные препараты или соединения, оказывающие какое-либо фармакологическое, часто благоприятное воздействие. Сюда относятся пищевые продукты, пищевые добавки, питательные вещества, лекарственные препараты, вакцины, витамины и другие полезные вещества. В настоящем описании, эти термины также включают любые физиологически или фармакологически активные вещества, которые оказывают локальное или системное воздействие на пациента. Активным веществом для введения в описанный здесь фармацевтический состав может быть неорганическое или органическое соединение, включая лекарственные препараты, воздействующие, среди прочего, на: периферийную нервную систему, адренорецепторы, холинорецепторы, скелетные мышцы, сердечно-сосудистую систему, гладкие мышцы, систему кровообращения, рецепторы, эффекторные синаптические нервные окончания, эндокринную и гормональную системы, иммунную систему, репродуктивную систему, скелетную систему, систему физиологически активных веществ, органы пищеварения и выделительную систему, гистаминную систему и центральную нервную систему.

Примеры дополнительных активных веществ включают, среди прочего, противовоспалительные

вещества, бронхорасширяющие средства и их комбинации.

Примерами бронхорасширяющих средств, среди прочих, могут служить бета-агонисты, антимускариновые вещества, стероиды, и их комбинации Стероиды могут, например, содержать альбутерол, например альбутерол сульфат.

Активные вещества могут содержать, например, снотворные и успокаивающие средства, антидепрессанты, транквилизаторы, лекарственные препараты для органов дыхания, противосудорожные средства, мышечные релаксанты, антипаркинсонические средства (антагонист дофамина), анальгетики, противовоспалительные препараты, успокоительные препараты (анксиолитики), средства, отбивающие аппетит, средства против мигрени, препараты для сокращения мышц, дополнительные противоинфекционные препараты (противовирусные, противогрибковые, вакцины), противоартритные препараты, противомалярийные препараты, противорвотные препараты, противоэпилептические препараты, цитокины, стимуляторы роста, противораковые средства, антиромботические средства, антигипертензивные средства, препараты для сердечно-сосудистой системы, средства против аритмии, антиоксиданты, противоастматические средства, гормональные препараты, включая контрацептивы, симпатомиметические средства, мочегонные средства, средства регуляции жирового обмена, антиандrogenные средства, противопараситарные средства, антикоагулянты, неопластические средства, противоопухолевые средства, гипогликемические средства, питательные вещества и пищевые добавки, стимуляторы роста, средства против кишечных заболеваний, вакцины, антитела, диагностические вещества, и контрастные вещества. Активное вещество, вводимое ингаляцией, может оказывать локальное или системное действие.

Активные вещества могут относиться к одному из ряда структурных классов, включая, среди прочего, малые молекулы, пептиды, полипептиды, протеины, полисахариды стероиды, протеины, способные оказать физиологическое воздействие, нуклеотиды, олигонуклеотиды, полинуклеотиды, жиры, электролиты и др.

Примерами активных веществ, пригодных для использования в настоящем изобретении могут служить, среди прочих, один или более кальцитонин, амфотерицин В, эритропоэтин (EPO), Фактор VIII, фактор IX, альглуцираза, имиглюцираза, циклоспорин, гранулоцитарный колониестимулирующий фактор (GCSF), тромбопоэтин (TPO), альфа-1 ингибитор протеиназа, кальцитонин, гранулоцитарный макрофагальный колониестимулирующий фактор (GM-CSF), гормон роста, гормон роста человека (HGH), гормон, освобождающий гормон роста (GHRH), гепарин, гепарин низкого молекулярного веса (LMWH), интерферон альфа, интерферон бета, интерферон гамма, рецептор интерлейкина-1, интерлейкин-2, антиагонист рецептора интерлейкина-1, интерлейкин-3, интерлейкин-4, интерлейкин-6, рилизинг-фактор лютеинизирующего гормона (LHRH), фактор IX, инсулин, про-инсулин, аналоги инсулина (например, моноацилированный инсулин, описанный в US 5 922 675, целиком включенном в настоящее описание посредством ссылки), амилин, С-пептид, соматостатин, аналоги соматостатина, включая октреотид, вазопрессин, фолликулостимулирующий гормон (FSH), инсулиноподобный фактор роста (IGF), инсулинтропин, макрофагальный колониестимулирующий фактор (M-CSF), ростовой фактор нервов (NGF), факторы роста тканей, макрофагальный колониестимулирующий фактор (M-CSF), кератиноцитарный фактор роста (KGF), глиоцитарный фактор роста (GGF), фактор некроза опухоли (TNF), эндотелиальные факторы роста, гормон околосщитовидной железы (РТН), глюкогоноподобный пептид тимозин альфа 1, IIb/IIIa ингибитор, альфа-1 антитрипсин, соединения фосфодиэстеразы (PDE), ингибиторы VLA-4, бисфосфонаты, антитело респираторного синцитиального вируса, трансмембранный регулирующий ген кистозного фиброза (CFTR), дезоксирибонуклеаза (ДНКаза), бактерицидный/повышающий проницаемость протеин (BPI), антитело цитомегаловируса, 1 3-цис ретиноевая кислота, олеандомицин, тролеандомицин, рокситромицин, кларитромицин, даверцин, азитромицин, флюритромицин, диритромицин, джозамицин, спиромицин, мидекамицин, лейкомицин, миокамицин, рокитамицин, андазитромицин, и Swinolide A; фторхинолоны, например ципрофлоксацин, офлоксацин, левофлоксацин, тровафлоксацин, аллатрофлоксацин, моксифлоксацин, норфлоксацин, еноксацин, грепафлоксацин, гратифлоксацин, ломефлоксацин, спарфлоксацин, темафлоксацин, перфлоксацин, амифлоксацин, флероксацин, тосуфлоксацин, прулифлоксацин, ирлоксацин, разуфлоксацин, клинафлоксацин и ситафлоксацин, тейкопланин, рамполанин, мидепланин, колистин, даптомицин, грамицидин, колистиметат, полимиксины, например полимиксин В, капреомицин, бацитрацин, пены; пенициллины, включая чувствительные к пенициллиназе препараты, например пенициллин G, пенициллин V, устойчивые к пенициллиназе препараты, например метициллин, оксациллин, клоксациллин, диклоксациллин, флоксациллин, нафциллин; препараты, активные в отношении грамотрицательных микроорганизмов, например ампициллин, амоксициллин и гетациллин, циллин и галампициллин; антисинегнойные пенициллины, например карбенциллин, тикарциллин, азлоциллин, мезлоциллин и пиперациллин; цефалоспорины, например цефподоксим, цефпрозил, цефтибутен, цефтизоксим, цефтриаксон, цефалотин, цефапирин, цефалексин, цефадрин, цефокситин, цефамандол, цефазолин, цефалоридин, цефаклор, цефадроксил, цефалоглицин, цефуроксим, цефоранид, цефотаксим, цефатризин, цефациетрил, цефепим, цефиксим, цефоницид, цефоперазон, цефотетан, цефинетазол, цефтазидим, лоракарбеф и моксалактам, монобректы, например астремонам; и карбаленемы, например имипенем, меропенем, пентамидин изэтиноат, лидокаин, метапротеренол сульфат, беклометазон дипропионат, триамцинолон ацетамид, будезонид ацетонид, флютиказон, ипратропиум бромид, кромолин

натрия, эрготамин тартрат и, где применимы, аналоги, агонисты, антагонисты, ингибиторы, и фармацевтически приемлемые формы солей приведенных выше препаратов. Что касается пептидов и протеинов, то изобретение охватывает синтетические, природные, гликозилированные, негликозилированные, пегилированные формы, и их биологически активные фрагменты, производные, и аналоги.

Активные вещества для использования в изобретении также включают нуклеиновые кислоты, например ненагруженные молекулы нуклеиновых кислот, векторы, сопутствующие вирусные частицы, плазмидные ДНК или РНК или другие конструкции нуклеиновых кислот, пригодные для трансфекции или трансформации клеток, т.е. пригодные для генной терапии, включая антисмысловую. Кроме того, активные вещества могут содержать живые ослабленные или убитые вирусы, пригодные для использования в качестве вакцин. Другие полезные лекарственные препараты включают препараты, перечисленные в Настольном справочнике врача (последнее издание), которая целиком включена в настоящее описание посредством ссылки. Количество антибиотика или иного активного вещества в фармацевтическом составе соответствует необходимому количеству для выдачи терапевтически или профилактически эффективного количества активного вещества на единичную дозу, для достижения желаемого результата. На практике, это количество может варьироваться в широких пределах, в зависимости от конкретного вещества, его активности, тяжести заболевания, величины группы пациентов, требований к дозировке и желаемого терапевтического эффекта. Фармацевтический состав обычно будет содержать примерно от 1 до 99 мас.%, например от 2 до 95 мас.%, или от 5 до 85 мас.% активного вещества, и также будет зависеть от относительных количеств добавок, содержащихся в составе. Фармацевтические составы, в соответствии с изобретением, особенно пригодны для активных веществ, которые выдаются в дозах от 0,001 до 100 мг/день, например в дозах от 0,01 до 75 мг/день, или в дозах от 0,1 до 50 мг/день. Также следует понимать, что в описанные здесь препараты может быть введено более чем одно активное вещество, и использование термина "вещество" не исключает использования двух и более таких веществ.

Обычно, в препарате отсутствуют избыточные носители. В одном или более вариантах осуществления водные препараты состоят в основном из анти-грамотрицательного антибиотика, например амикацина, или гентамицина, или обоих, и/или их солей и воды.

Кроме того, в одном или более вариантах осуществления водные препараты не содержат консервирующих веществ. В этом отношении, водные препараты могут не содержать метилпарабен и/или пропилпарабен. Более того, водные препараты могут не содержать соли.

В одном или более вариантах осуществления препараты содержат антибактериальные средства и носитель. Препараты могут содержать фармацевтически приемлемый носитель или транспортирующее вещество, попадание которого в легкие не повлечет значительных токсичных воздействий на пациента и, в частности, на его легкие. Кроме активного вещества, фармацевтический препарат может дополнительно включать один или более фармацевтический носитель, подходящий для пульмонального введения. Эти носители, при их наличии, обычно присутствуют в составе в количествах, достаточных для выполнения их функции, например обеспечения стабильности, модификации поверхности, повышения эффективности, или введения препарата и др. Таким образом, при наличии носителя, его содержание может составлять примерно от 0,01 до 95 мас.%, например примерно от 0,5 до 80 мас.%, примерно от 1 до 60 мас.%. В предпочтительном варианте такие носители будут, отчасти, обеспечивать дальнейшее улучшение свойств активного вещества препарата, например путем обеспечения более эффективного и воспроизводимого введения активного вещества и/или упрощения процесса изготовления. Один или более носителей также могут использоваться в качестве вещества-наполнителя, когда необходимо снизить концентрацию активного вещества в препарате.

Например, препарат может включать один или более регулятор осмотического давления, например хлорид натрия. Например, хлорид натрия может добавляться в растворы гидрохлорида ванкомицина для корректировки осмотического давления раствора. В одном или более вариантах осуществления водный препарат состоит в основном из анти-граммположительного антибиотика, например гидрохлорида ванкомицина, регулятора осмотического давления и воды.

Фармацевтические носители и добавки, используемые в настоящем фармацевтическом препарате, включают, помимо прочего, аминокислоты, пептиды, протеины, небиологические полимеры, биологические полимеры, углеводы, например сахара, производные сахаров, например альдиты, альдоновые кислоты, этерифицированные сахара, и полимеры сахаров, которые могут присутствовать по одному или в комбинации.

Примеры протеиновых носителей включают альбумины, например сывороточный альбумин человека (HSA), рекомбинантный альбумин человека (гНА), желатин, казеин, гемоглобин, и др. Подходящие аминокислоты (помимо дилейтилпептид в изобретении), которые также могут выполнять буферную функцию, включают аланин, глицин, агринин, бетаин, гистидин, глутаминовую кислоту, аспаргиновую кислоту, цистеин, лизин, лейцин, изолейцин, валин, метионин, фенилаланин, аспартам, тирозин, триптофан и др. Предпочтительными являются аминокислоты и полипептиды, которые обладают диспергирующим действием. Аминокислоты, относящиеся к этой группе, включают гидрофобные аминокислоты, например лейцин, валин, изолейцин, триптофан, аланин, метионин, фенилаланин, тирозин, гистидин и пролин. Углеводные носители, пригодные для использования в изобретении, включают, например, моно-

сахариды, например фруктозу, мальтозу, галактозу, глюкозу, D-маннозу, сорбозу и др.; дисахариды, например лактозу, сахарозу, трегалозу, целлобиозу и др.; полисахариды, например рафинозу, мелезитозу, мальтодекстрины, декстраны, крахмалы и др.; и альдиты, например маннитол, ксилитол, малитол, лактитол, ксилитол сорбитол (глюцитол), пиранозил сорбитол, миоинозитол и др.

Фармацевтические препараты также могут содержать буферное, или регулирующее pH, вещество, обычно представляющее собой соль, приготовленную из органической кислоты или основания. В качестве примера можно привести буферные вещества, содержащие соли органической кислоты, например лимонной кислоты, аскорбиновой кислоты, глюконовой кислоты, угольной кислоты, винной кислоты, янтарной кислоты, уксусной кислоты или фталевой кислоты, триса, трометамина гидрохлорида или фосфаты.

Фармацевтические препараты также могут включать полимерные носители/добавки, например поливинилпирролидоны, целлюлозы и производные целлюлозы, например гидроксиметилцеллюлозу, гидроксиэтилцеллюлозу и гидроксипропилметилцеллюлозу, фиколлы (полимерный сахар), гидроксиэтилкрахмал, декстраты (например, циклодекстрины, например 2-гидроксипропил-бета-циклодекстрин и сульфобутилэфир-бета-циклодекстрин), полиэтиленгликоли и пектин.

Фармацевтические препараты могут также содержать ароматизирующие вещества, вещества, исправляющие вкус лекарственного препарата, неорганические соли (например, хлорид натрия), антимикробные средства (например, бензalconиум хлорид), подсластители, антиоксиданты, антистатик, сурфактанты (например, полисорбаты, например "TWEEN 20" и "TWEEN 80"), эфиры сорбита, липиды (например, фосфолипиды, например лецитин и другие фосфатидилхолины, фосфатидилэтаноламины), жирные кислоты и жирные эфиры, стероиды (например, холестерин), и хелатирующие вещества (например, этилен диамин тетраацетат), цинк и другие подобные подходящие катионы). Другие фармацевтические носители и/или добавки, подходящие для использования в препаратах согласно изобретению, приведены в "Ремингтон: Наука и Практика Фармакологии", 19 изд., Williams & Williams, (1995) и в "Настольном справочнике врача", 52 изд., Medical Economics, Montvale, N.J. (1998), которые полностью включены в настоящее описание посредством ссылки.

Следует заметить, что описанные выше способы, системы и устройства, должны рассматриваться только как примеры. Нужно подчеркнуть, что в различных вариантах осуществления могут быть по необходимости опущены, заменены или добавлены различные процедуры или компоненты. Например, следует иметь в виду, что в альтернативных вариантах осуществления способы могут быть выполнены в последовательности, отличающейся от описанной, и что могут быть добавлены, опущены или объединены различные шаги. Кроме того, признаки, описанные применительно к определенным вариантам осуществления могут быть скомбинированы в различных других вариантах осуществления. Различные особенности и элементы вариантов осуществления могут быть объединены аналогичным образом. Кроме того, следует подчеркнуть, что технология развивается, и поэтому многие элементы показаны для примера и не должны восприниматься как ограничивающие область притязаний изобретения.

Конкретные детали даны в описании для обеспечения полного понимания вариантов осуществления. Специалистам следует, однако, иметь в виду, что эти варианты осуществления могут быть реализованы без этих конкретных деталей. Например, хорошо известные процессы, алгоритмы, конструкции и технологии были показаны без излишних деталей, которые могли бы заслонить варианты осуществления. В настоящем описании приведены только частные варианты осуществления, и оно не предназначено для ограничения области притязаний изобретения, его применимости или конфигурации. Напротив, приведенное описание вариантов осуществления предоставляет возможность специалистам реализовать варианты осуществления изобретения. В функционировании и расположении элементов могут быть сделаны различные изменения, не выходящие за пределы существа изобретения и его области притязаний.

Кроме того, в приведенном описании в основном подробно рассматривается распыление жидкых лекарственных препаратов. Следует, однако, понимать, что помимо жидких лекарств могут распыляться и другие жидкости с использованием аналогичных устройств и способов.

Помимо этого следует заметить, что варианты осуществления могут быть описаны как процесс, в виде последовательности операций или блок-схемы. Хотя каждый вариант может описывать операции в виде последовательного процесса, многие из операций могут быть выполнены параллельно или одновременно. Кроме этого, порядок операций может быть изменен. Процесс может иметь дополнительные шаги, не показанные на фигуре.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ определения наличия контакта жидкости с распыляющим элементом, при осуществлении которого

возбуждают распыляющий элемент электрическим сигналом на частоте распыления;

прекращают возбуждение распыляющего элемента электрическим сигналом на частоте распыления;

после прекращения возбуждения распыляющего элемента электрическим сигналом на частоте распыления последовательно возбуждают распыляющий элемент электрическим сигналом на нескольких

частотах измерения, определенных как частоты, на которых импедансы для влажного и сухого состояний расходятся;

измеряют импеданс распыляющего элемента на каждой из нескольких частот измерения, получая при этом несколько измеренных величин импеданса;

вычисляют среднюю величину измеренного импеданса, используя несколько измеренных величин импеданса;

сравнивают вычисленную среднюю величину импеданса с хранящейся пороговой величиной импеданса;

определяют, находится ли жидкость в контакте с распыляющим элементом, используя сравнение между вычисленной средней величиной импеданса и хранящейся пороговой величиной импеданса.

2. Способ по п.1, в котором каждая из нескольких частот измерения отличается от частоты распыления, на которой возбуждают распылитель для распыления жидкости.

3. Способ по п.1, в котором прекращают возбуждение распыляющего элемента электрическим сигналом, если будет установлено, что распыляющий элемент не имеет контакта с жидкостью.

4. Способ по п.1, в котором возбуждают распыляющий элемент электрическим сигналом на частоте распыления, если будет установлено, что распыляющий элемент имеет контакт с жидкостью.

5. Система для возбуждения распыляющего элемента, когда он находится в контакте с жидкостью, включающая

распылитель, содержащий емкость, приспособленную для хранения жидкости и выдачи жидкости в распыляющий элемент, и распыляющий элемент, конфигурация которого обеспечивает при его возбуждении электрическим сигналом на частоте распыления распыление жидкости, находящейся в контакте с распыляющим элементом;

модуль управления, выполненный с возможностью

выдачи электрического сигнала на частоте распыления для возбуждения распыляющего элемента;

прекращения выдачи электрического сигнала на частоте распыления для возбуждения распыляющего элемента;

после прекращения выдачи электрического сигнала на частоте распыления - последовательной выдачи электрического сигнала на нескольких частотах измерения для возбуждения распыляющего элемента;

измерения импеданса распыляющего элемента на каждой из нескольких частот измерения, определенных как частоты, на которых импедансы для влажного и сухого состояний расходятся, с получением нескольких измеренных величин импеданса;

вычисления средней величины импеданса с использованием нескольких измеренных величин импеданса;

сравнения вычисленной средней величины импеданса с хранящейся величиной импеданса;

определения, на основании сравнения вычисленной средней величины импеданса и хранящейся величины импеданса, находится ли жидкость в контакте с распыляющим элементом.

6. Система по п.5, в которой, по меньшей мере, некоторые из нескольких частот измерения отличаются от частоты распыления.

7. Система по п.5, в которой, если модулем управления установлено, что распыляющий элемент не имеет контакта с жидкостью, модуль управления обеспечивает отключение распыляющего элемента так, чтобы распыляющий элемент не возбуждался электрическим сигналом на частоте распыления.

8. Система по п.5, в которой, если модулем управления установлено, что распыляющий элемент имеет контакт с жидкостью, модуль управления обеспечивает возбуждение распыляющего элемента на частоте распыления после прекращения возбуждения распыляющего элемента электрическим сигналом на частоте распыления.

9. Способ определения наличия контакта жидкости с распыляющим элементом, при осуществлении которого

вызывают возбуждение распыляющего элемента электрическим сигналом на частоте распыления;

вызывают прекращение возбуждения распыляющего элемента электрическим сигналом на частоте распыления;

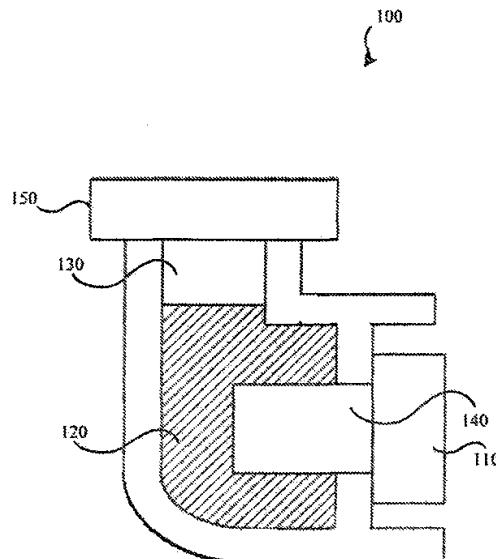
после прекращения возбуждения распыляющего элемента электрическим сигналом на частоте распыления вызывают возбуждение распыляющего элемента электрическим сигналом последовательно на нескольких частотах измерения;

измеряют величину мощности распыляющего элемента на каждой из нескольких частот измерения, определенных как частоты, на которых импедансы для влажного и сухого состояний расходятся, получая, в результате, несколько величин мощности;

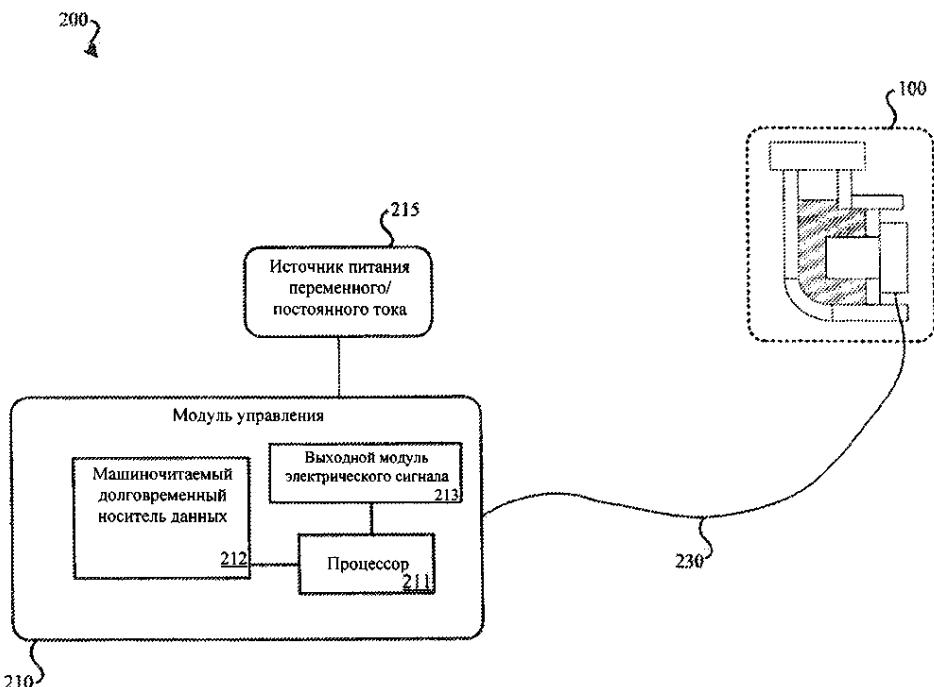
вычисляют среднюю величину мощности для нескольких указанных величин мощности;

сравнивают полученную среднюю величину мощности с хранящейся пороговой величиной мощности;

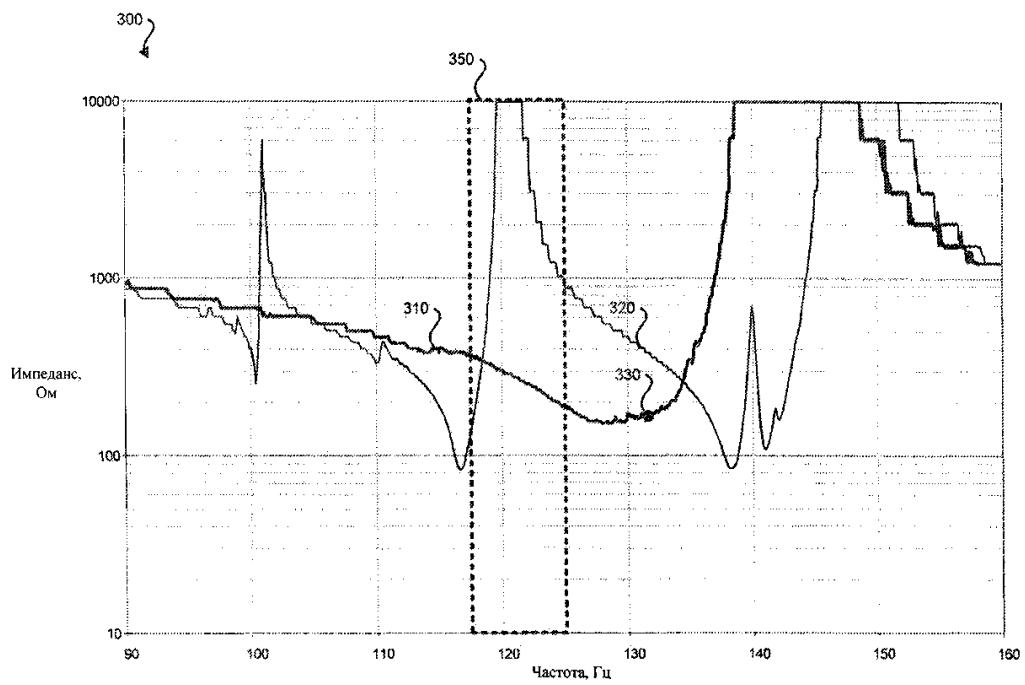
определяют, на основании сравнения средней величины мощности и хранящейся пороговой величины мощности, находится ли жидкость в контакте с распыляющим элементом.



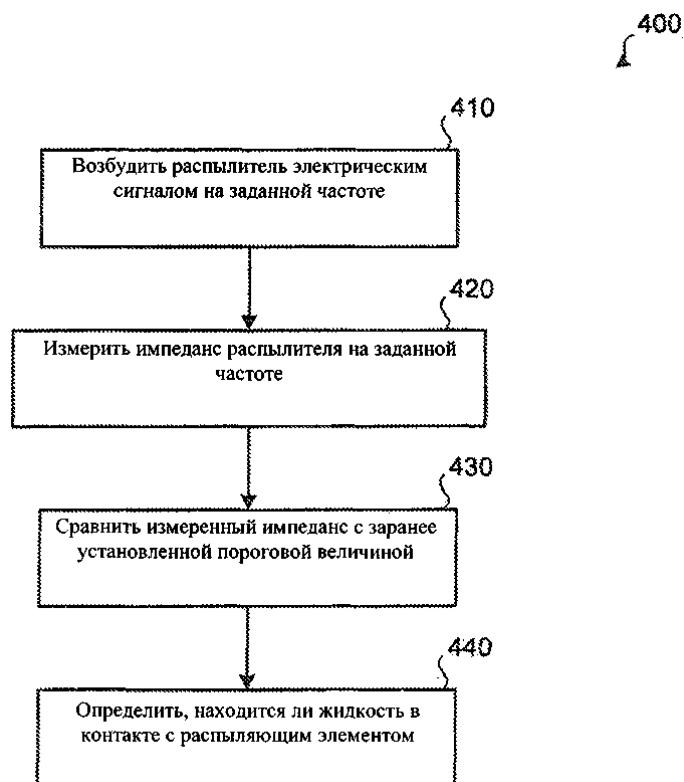
Фиг. 1



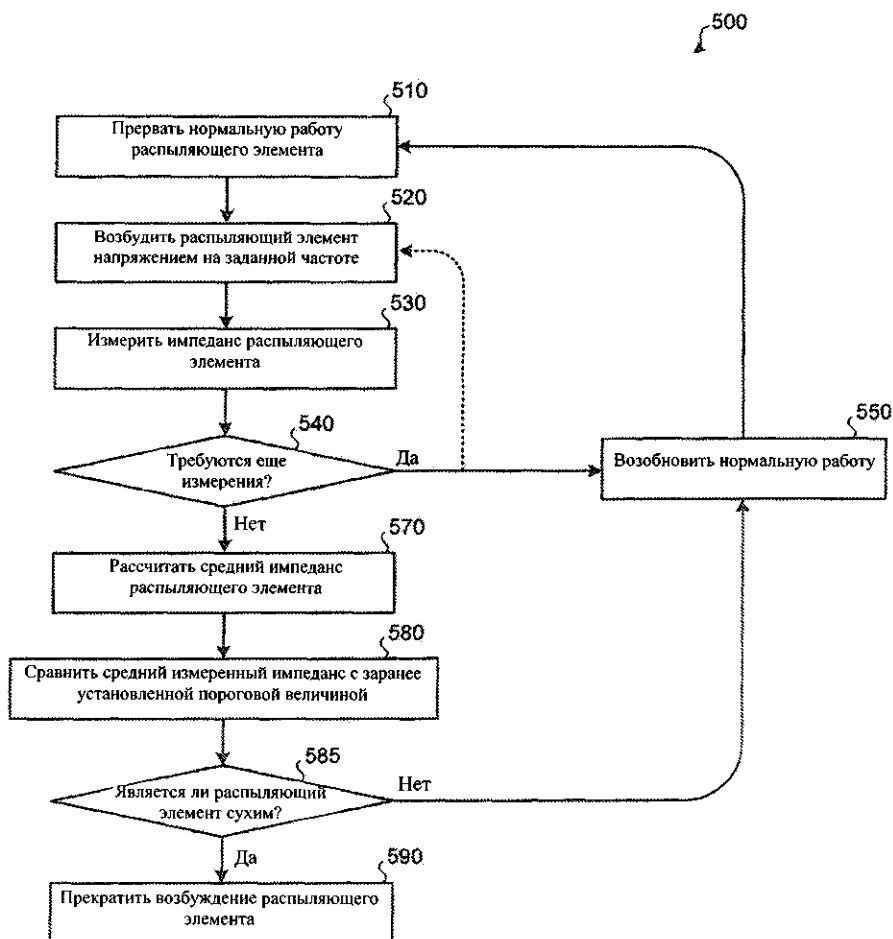
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Евразийская патентная организация, ЕАПО

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