

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044769**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.09.28

(51) Int. Cl. *A24F 47/00* (2006.01)
A61M 15/06 (2006.01)

(21) Номер заявки
202290336

(22) Дата подачи заявки
2017.10.24

(54) **АЭРОЗОЛЬ-ГЕНЕРИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО**

(43) **2022.05.31**

(56) US-A1-20150208729
US-A1-20140270727
US-A1-20140299141

(62) **202090952; 2017.10.24**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ДЖАПАН ТОБАККО ИНК. (JP)

(72) Изобретатель:
**Ямада Манабу, Акао Такеси,
Мидзугути Кадзума, Цудзи Масаюки,
Фудзита Хадзимэ (JP)**

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

(57) Аэрозоль-генерирующее устройство содержит источник питания; нагрузку, выполненную с возможностью иметь значение сопротивления, которое изменяется в зависимости от температуры, и образовать аэрозоль посредством распыления источника аэрозоля или нагревания источника ароматизатора, при подаче в нее мощности из источника питания; датчик, выполненный с резистором, соединенным последовательно с нагрузкой, и с возможностью выдачи измеренного значения, которое является значением тока, протекающего через резистор, или значением напряжения, поданного на резистор; и блок управления, выполненный с возможностью управления подачей мощности из источника питания в нагрузку и приема выходного сигнала из датчика, при этом резистор имеет значение сопротивления, которое устанавливают таким, что отклик изменения измеренного значения на изменение температуры значения сопротивления находится в установленном диапазоне.

B1

044769

044769
B1

Область техники изобретения

Настоящее изобретение относится к аэрозоль-генерирующему устройству.

Уровень техники изобретения

В настоящее время известны аэрозоль-генерирующие устройства (электронные испарительные устройства), например так называемые электронные сигареты и небулайзеры (ингаляторы), которые распыляют (превращают в аэрозоль) жидкость или твердое вещество, которая(ое) является источником аэрозоля, с использованием нагрузки, которая действует при подаче в нее мощности из источника питания, например нагревателя или преобразователя, чтобы предоставлять пользователю возможность вдыхать распыленную(ое) жидкость или твердое вещество.

Например, предложена система для генерации вдыхаемого пара с использованием электронного испарительного устройства (например, патентный документ 1). По данной технологии, происходит ли или нет испарение, определяется посредством контроля мощности, подаваемой в спираль, которая соответствует нагревателю для распыления источника аэрозоля. В описании сообщается, что снижение мощности, требующейся для поддержки заданной температуры спирали, указывает, что в фитиле для текущей среды не имеется достаточно жидкости для осуществления нормального испарения.

Предложено также аэрозоль-генерирующее устройство (например, патентный документ 2), которое обнаруживает присутствие аэрозолеобразующей основы, которая включает в себя источник аэрозоля или соответствует ему, вблизи нагревательного элемента, выполненного с возможностью нагревания аэрозолеобразующей основы, путем сравнения с пороговым значением, мощности или энергии, которую требуется подавать в нагревательный элемент, чтобы поддерживать температуру нагревательного элемента на уровне заданной температуры.

Список литературы

Патентная литература.

- Патентный документ 1: японский выложенный патент № 2017-501805.
- Патентный документ 2: японский выложенный патент № 2015-507476.
- Патентный документ 3: японский выложенный патент № 2005-525131.
- Патентный документ 4: японский выложенный патент № 2011-515093.
- Патентный документ 5: японский выложенный патент № 2013-509160.
- Патентный документ 6: японский выложенный патент № 2015-531600.
- Патентный документ 7: японский выложенный патент № 2014-501105.
- Патентный документ 8: японский выложенный патент № 2014-501106.
- Патентный документ 9: японский выложенный патент № 2014-501107.
- Патентный документ 10: международная публикация № 2017/021550.
- Патентный документ 11: японский выложенный патент № 2000-041654.
- Патентный документ 12: японский выложенный патент № 3-232481.
- Патентный документ 13: международная публикация № 2012/027350.
- Патентный документ 14: международная публикация № 1996/039879.
- Патентный документ 15: международная публикация № 2017/021550.

Сущность изобретения

Техническая проблема.

Когда образуется аэрозоль с использованием обычного аэрозоль-генерирующего устройства, управление подачей мощности из источника питания в нагреватель выполняется так, что температура нагревателя находится около температуры кипения источника аэрозоля. Если остается достаточное количество источника аэрозоля и выполняется управление количеством образуемого аэрозоля, то мощность, подаваемая из источника питания в нагреватель, имеет постоянное значение или обнаруживает непрерывное изменение. Иначе говоря, если остается достаточное количество источника аэрозоля и выполняется управление с обратной связью, чтобы поддерживать температуру нагревателя на уровне заданной температуры или в заданном температурном диапазоне, то мощность, подаваемая из источника питания в нагреватель, имеет постоянное значение или обнаруживает непрерывное изменение.

Остаточное количество источника аэрозоля является важным переменным параметром, который используется при различных видах управления, выполняемого аэрозоль-генерирующим устройством. Если остаточное количество источника аэрозоля не определяется или невозможно определить с достаточно высокой точностью, то, например, существует риск, что подача мощности из источника питания в нагреватель будет продолжена, даже если источник аэрозоля уже израсходован, и величина заряда источника питания будет тратиться бесполезно.

Следовательно, аэрозоль-генерирующее устройство, предложенное в патентном документе 2, определяет, имеется ли достаточное количество источника аэрозоля, по мощности, необходимой для поддержки температуры нагревателя. Однако мощность обычно измеряется с использованием множества датчиков, и в таком случае сложно точно определять остаточное количество источника аэрозоля или его расходование по измеряемой мощности, если погрешности упомянутых датчиков точно не калиброваны или управление выполняется без учета погрешностей.

В качестве других способов определения остаточного количества источника аэрозоля предложены

способы, которые используют температуру нагревателя или значение электрического сопротивления нагревателя, как описано в патентном документе 3 и патентном документе 4. Известно, что температура и значение электрического сопротивления нагревателя в случае, когда остается достаточное количество источника аэрозоля, принимают значения, отличающиеся от случая, когда источник аэрозоля израсходован. Однако для данных способов требуются специализированные датчики или множество датчиков, и поэтому данными способами также сложно точно оценивать остаточное количество источника аэрозоля или его расходование.

В случае когда датчик не имел подходящего разрешения, точно определить, например, уменьшение остаточного количества было сложно. Существовала также проблема с тем, что образовался аэрозоль, когда измерялось остаточное количество источника аэрозоля и т.д. с использованием датчика.

Следовательно, целью настоящего изобретения является блокирование образования в аэрозоль-генерирующем устройстве во время измерения или повышение точности оценки остаточного количества источника аэрозоля, выполняемой аэрозоль-генерирующим устройством.

Решение проблемы.

Аэрозоль-генерирующее устройство по настоящему изобретению включает в себя источник питания, нагрузку, выполненную с возможностью иметь значение сопротивления, которое изменяется в зависимости от температуры, и образовать аэрозоль посредством распыления источника аэрозоля или нагревания источника ароматизатора, при подаче в нее мощности из источника питания, датчик, выполненный с резистором, соединенным последовательно с нагрузкой, и с возможностью выдачи измеренного значения, которое является значением тока, протекающего через резистор, или значением напряжения, поданного на резистор, и блок управления, выполненный с возможностью управления подачей мощности из источника питания в нагрузку и приема выходного сигнала из датчика, при этом резистор имеет значение сопротивления, которое устанавливается таким, что отклик изменения измеренного значения на изменение температуры значения сопротивления находится в установленном диапазоне.

Резистор имеет значение сопротивления, которое устанавливается таким, что отклик изменения измеренного значения на изменение температуры значения сопротивления находится в установленном диапазоне. Если отклик является высоким, то, например, характеристика детектирования датчика повышается, но существует риск, что аэрозоль будет образоваться во время измерения. Напротив, если отклик является низким, то образование аэрозоля во время измерения может блокироваться, но характеристика детектирования датчика также снижается. В вышеописанной конфигурации может быть установлено сбалансированное значение сопротивления.

Возможна также конфигурация, в которой резистор имеет значение сопротивления, которое удовлетворяет по меньшей мере одному из первого условия, что количество аэрозоля, образуемого нагрузкой в течение периода подпитывания, во время которого мощность подается из источника питания в резистор, не превышает порогового значения, и второго условия, что блок управления может определять остаточное количество источника аэрозоля или источника ароматизатора по измеренному значению. В соответствии с первым условием может блокироваться образование аэрозоля во время измерения и в соответствии со вторым условием может быть повышена точность оценки остаточного количества источника аэрозоля, выполняемой аэрозоль-генерирующим устройством.

Значение сопротивления может быть установлено для удовлетворения первого условия. А именно возможна также конфигурация, в которой аэрозоль-генерирующее устройство дополнительно содержит мундштучный конец, который обеспечен на концевом участке аэрозоль-генерирующего устройства, чтобы выпускать аэрозоль, при этом установлено такое пороговое значение, что аэрозоль не выпускается из мундштучного конца в течение периода подпитывания. Иначе говоря, возможна также конфигурация, в которой установлено такое пороговое значение, что тепло, выделяемое нагрузкой, не используется для тепла испарения источника аэрозоля или источника ароматизатора. Возможна также конфигурация, в которой установлено такое значение сопротивления, что аэрозоль не образуется в результате выделения тепла нагрузкой.

Значение сопротивления может быть также установлено для удовлетворения второго условия. А именно возможна также конфигурация, в которой установлено такое значение сопротивления, что измеренное значение, получаемое, когда начинается подача мощности в нагрузку, и измеренное значение, получаемое, когда остаточное количество источника аэрозоля или источника ароматизатора не превосходит установленного количества, отличаются друг от друга, чтобы быть различимыми для блока управления. Иначе говоря, возможна также конфигурация, в которой установлено такое значение сопротивления, что абсолютное значение разности между измеренным значением, получаемым, когда начинается подача мощности в нагрузку, и измеренным значением, получаемым, когда остаточное количество источника аэрозоля или источника ароматизатора не превосходит установленного количества, превосходит разрешение блока управления. Возможна также конфигурация, в которой установлено такое значение сопротивления, что измеренное значение, получаемое, когда образуется аэрозоль, и измеренное значение, получаемое, когда остаточное количество источника аэрозоля или источника ароматизатора не превосходит установленного количества, отличаются друг от друга, чтобы быть различимыми для блока управления. Возможна также конфигурация, в которой установлено такое значение сопротивления, что

абсолютное значение разности между измеренным значением, получаемым, когда образуется аэрозоль, и измеренным значением, получаемым, когда остаточное количество источника аэрозоля или источника ароматизатора не превосходит установленного количества, превосходит разрешение блока управления. Возможна также конфигурация, в которой установлено такое значение сопротивления, что измеренное значение, получаемое, когда начинается подача мощности в нагрузку, и измеренным значением, получаемым, когда образуется аэрозоль, отличаются друг от друга, чтобы быть различимыми для блока управления. Возможна также конфигурация, в которой установлено такое значение сопротивления, что абсолютное значение разности между измеренным значением, получаемым, когда начинается подача мощности в нагрузку, и измеренным значением, получаемым, когда образуется аэрозоль, превосходит разрешение блока управления.

В качестве альтернативы значение сопротивления удовлетворяет первому условию и второму условию. В данном случае может блокироваться образование аэрозоля во время измерения и может быть повышена точность остаточного количества источника аэрозоля, оцениваемого аэрозоль-генерирующим устройством. А именно две противоречивых проблемы могут быть решены одновременно.

Возможна также конфигурация, в которой значение сопротивления находится ближе к наибольшему значению из значений, с которыми удовлетворяется второе условие, чем к наименьшему значению из значений, с которыми удовлетворяется первое условие. В данной конфигурации можно повысить, насколько возможно, разрешение, имеющее отношение к определению остаточного количества, при одновременном блокировании образования аэрозоля во время измерения. А именно можно повысить, насколько возможно, разрешение в то время, когда две противоречивых проблемы решаются одновременно, и, соответственно, можно максимально повысить точность остаточного количества источника аэрозоля, оцениваемого аэрозоль-генерирующим устройством.

Возможна также конфигурация, в которой аэрозоль-генерирующее устройство дополнительно включает в себя схему питания, выполненную с возможностью электрического соединения источника питания с нагрузкой и содержания первой цепи подачи мощности для подачи мощности в нагрузку не через датчик и второй цепи подачи мощности для подачи мощности в нагрузку через датчик. В частности, можно использовать такую конфигурацию.

Возможна также конфигурация, в которой схема питания включает в себя первый узел, который подсоединен к источнику питания и от которого схема питания ответвляется в первую цепь подачи мощности и вторую цепь подачи мощности, второй узел, который обеспечен после первого узла и в котором первая цепь подачи мощности и вторая цепь подачи мощности сходятся друг с другом, и линейный регулятор, который обеспечен между первым узлом и датчиком во второй цепи подачи мощности. В данной конфигурации можно исключить возникновение потерь преобразования в линейном регуляторе в первой цепи подачи мощности и можно повысить точность определения остаточного количества во второй цепи подачи мощности.

Аэрозоль-генерирующее устройство в соответствии с другим аспектом настоящего изобретения включает в себя источник питания, нагрузку, выполненную с возможностью иметь значение сопротивления, которое изменяется в зависимости от температуры, и образовать аэрозоль посредством распыления источника аэрозоля или нагревания источника ароматизатора, при подаче в нее мощности из источника питания, датчик, выполненный с резистором, соединенным последовательно с нагрузкой, и с возможностью выдачи измеренного значения, которое является значением тока, протекающего через резистор, или значением напряжения, поданного на резистор, и блок управления, выполненный с возможностью управления подачей мощности из источника питания в нагрузку и приема выходного сигнала из датчика, при этом резистор имеет значение сопротивления, которое удовлетворяет, по меньшей мере, одному из первого условия, что количество аэрозоля, образуемого нагрузкой в течение периода подпитывания, во время которого мощность подается из источника питания в резистор, не превышает порогового значения, и второе условие, что изменение остаточного количества источника аэрозоля или источника ароматизатора может определяться блоком управления по измеренному значению.

В соответствии с первым условием может блокироваться образование аэрозоля во время измерения и в соответствии со вторым условием может быть повышена точность оценки остаточного количества источника аэрозоля, выполняемой аэрозоль-генерирующим устройством.

Аэрозоль-генерирующее устройство в соответствии с другим аспектом настоящего изобретения включает в себя источник питания, нагрузку, выполненную с возможностью иметь значение сопротивления, которое изменяется в зависимости от температуры, и образовать аэрозоль посредством распыления источника аэрозоля или нагревания источника ароматизатора, при подаче в нее мощности из источника питания, датчик, выполненный с резистором, соединенным последовательно с нагрузкой, и с возможностью выдачи измеренного значения, которое является значением тока, протекающего через резистор, или значением напряжения, поданного на резистор, по меньшей мере один регулировочный резистор для регулировки величины тока, подаваемого в нагрузку, и блок управления, выполненный с возможностью управления подачей мощности из источника питания в нагрузку и приема выходного сигнала из датчика, при этом значения сопротивлений резистора и регулировочного резистора удовлетворяют первому условию, что количество аэрозоля, образуемого нагрузкой в течение периода подпитывания, во время кото-

рого мощность подается из источника питания в нагрузку, не превышает порогового значения, и резистор имеет значение сопротивления, которое установлено таким, что отклик изменения измеренного значения на изменение температуры значения сопротивления находится в установленном диапазоне.

В данной конфигурации может блокироваться образование аэрозоля во время измерения или может быть повышена точность остаточного количества источника аэрозоля, оцениваемого аэрозоль-генерирующим устройством, благодаря использованию значения сопротивления регулировочного резистора в дополнение к значению сопротивления датчика.

Возможна также конфигурация, в которой значение сопротивления резистора больше значения сопротивления нагрузки. Таким образом, например, может блокироваться образование аэрозоля во время измерения.

Следует отметить, что все, что изложено применительно к решению проблемы, можно сочетать в пределах объема настоящего изобретения без отклонения от проблемы, решаемой настоящим изобретением, и технической идеи настоящего изобретения. Кроме того, все, что изложено применительно к решению проблемы, можно представить в виде системы, которая включает в себя одно или более устройств, которые включают в себя компьютер, процессор, электрическую схему и т.д., способа, подлежащего выполнению устройством, или программы, подлежащей выполнению устройством. Программа может также выполняться в сети. Возможно также обеспечение носителя данных, который хранит программу.

Полезные эффекты изобретения.

В соответствии с настоящим изобретением возможно блокирование образования аэрозоля в аэрозоль-генерирующем устройстве во время измерения или повышение точности оценки остаточного количества источника аэрозоля, выполняемой аэрозоль-генерирующим устройством.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 показан вид в перспективе, представляющий один пример внешнего вида аэрозоль-генерирующего устройства.

На фиг. 2 показан покомпонентный вид, представляющий один пример аэрозоль-генерирующего устройства.

На фиг. 3 показана структурная схема, представляющая один пример внутренней структуры аэрозоль-генерирующего устройства.

На фиг. 4 показана принципиальная схема, представляющая один пример конфигурации схемы аэрозоль-генерирующего устройства.

На фиг. 5 показана блок-схема, представляющая обработку для оценки количества источника аэрозоля, содержащегося внутри участка хранения.

На фиг. 6 показана блок-схема последовательности операций обработки, представляющая один пример обработки для оценки остаточного количества.

На фиг. 7 показана временная диаграмма, представляющая один пример состояния, в котором пользователь использует аэрозоль-генерирующее устройство.

На фиг. 8 показана диаграмма, представляющая один пример способа определения продолжительности периода определения.

На фиг. 9 показана диаграмма, представляющая другой пример изменений значения тока, протекающего через нагрузку.

На фиг. 10 показана блок-схема последовательности операций обработки, представляющая один пример обработки для установки периода определения.

На фиг. 11 показана диаграмма, схематически представляющая потребление энергии на участке хранения, подводимом участку и нагрузке.

На фиг. 12 показан график, схематически представляющий взаимосвязь между энергией, потребляемой на нагрузке, и количеством образуемого аэрозоля.

На фиг. 13 показан один пример графика, представляющего взаимосвязь между остаточным количеством аэрозоля и значением сопротивления нагрузки.

На фиг. 14 показана принципиальная схема, представляющая вариант схемы, входящей в состав аэрозоль-генерирующего устройства.

На фиг. 15 показана принципиальная схема, представляющая другой вариант схемы, входящей в состав аэрозоль-генерирующего устройства.

Описание вариантов осуществления

Далее со ссылкой на чертежи описан вариант осуществления аэрозоль-генерирующего устройства по настоящему изобретению. Размеры, материалы, формы, относительное расположение и т.д. составляющих элементов, описанных в настоящем варианте осуществления, являются примерными. Порядок операций также является одним примером, и порядок можно изменять, или процедуры можно выполнять параллельно в пределах объема без отклонения от проблемы, решаемой настоящим изобретением, и технической идеи настоящего изобретения. Следовательно, технический объем настоящего изобретения не ограничен последующими примерами, если не указано иначе.

Вариант осуществления.

Фиг. 1 является видом в перспективе, представляющим один пример внешнего вида аэрозоль-генерирующего устройства. Фиг. 2 является покомпонентным видом, представляющим один пример аэрозоль-генерирующего устройства. Аэрозоль-генерирующее устройство 1 является электронной сигаретой, небулайзером и т.д. и образует аэрозоль в качестве реакции на вдох, выполняемый пользователем, и обеспечивает аэрозоль для пользователя. Следует отметить, что одно действие непрерывного вдоха, выполняемого пользователем, будет называться "затяжкой". В настоящем варианте осуществления аэрозоль-генерирующее устройство 1 добавляет также ароматический компонент и т.д. в образуемый аэрозоль и выпускает аэрозоль в рот пользователя.

Как показано на фиг. 1 и 2, аэрозоль-генерирующее устройство 1 включает в себя основной корпус 2, участок 3 источника аэрозоля и участок 4 дополнительного компонента. Основной корпус 2 подает мощность и управляет операциями устройства в целом. Участок 3 источника аэрозоля вмещает источник аэрозоля, подлежащий распылению для образования аэрозоля. Участок 4 дополнительного компонента вмещает такие компоненты, как ароматический компонент, никотин и т.д. Пользователь может вдыхать аэрозоль с добавлением ароматизатора и т.д. при удерживании во рту мундштука, который является концевым участком со стороны участка 4 дополнительного компонента.

Аэрозоль-генерирующее устройство 1 формируется в результате сборки, например, пользователем основного корпуса 2, участка 3 источника аэрозоля и участка 4 дополнительного компонента. В настоящем варианте осуществления основной корпус 2, участок 3 источника аэрозоля и участок 4 дополнительного компонента имеют цилиндрическую форму, усеченную коническую форму и т.д. с предварительно заданным диаметром и могут соединяться в порядке следования основного корпуса 2, участка 3 источника аэрозоля и участка 4 дополнительного компонента. Основной корпус 2 и участок 3 источника аэрозоля соединяются друг с другом свинчиванием охватываемого резьбового участка и охватывающего резьбового участка, которые соответственно обеспечены, например, на концевых участках основного корпуса 2 и участка 3 источника аэрозоля. Участок 3 источника аэрозоля и участок 4 дополнительного компонента соединяются друг с другом, например, вставкой участка 4 дополнительного компонента, включающего в себя боковую поверхность, имеющую конические элементы, в трубчатый участок, обеспеченный на одном конце участка 3 источника аэрозоля. Участок 3 источника аэрозоля и участок 4 дополнительного компонента могут быть сменными частями одноразового использования.

Внутренняя конфигурация.

Фиг. 3 является структурной схемой, представляющей один пример внутренней структуры аэрозоль-генерирующего устройства 1. Основной корпус 2 включает в себя источник 21 питания, блок 22 управления и датчик 23 вдоха. Блок 22 управления электрически соединен с источником 21 питания и датчиком 23 вдоха. Источник 21 питания является, например, аккумуляторной батареей и подает питание в электрическую схему, содержащуюся в аэрозоль-генерирующем устройстве 1. Блок 22 управления является процессором, например микроконтроллером (MCU: устройством микроуправления), и управляет операциями электрической схемы, содержащейся в аэрозоль-генерирующем устройстве 1. Датчик 23 вдоха является датчиком давления воздуха, датчиком скорости потока и т.д. Когда пользователь вдыхает из мундштука аэрозоль-генерирующего устройства 1, датчик 23 вдоха выдает значение в соответствии с отрицательным давлением или скоростью потока газового потока, создаваемого внутри аэрозоль-генерирующего устройства 1. А именно блок 22 управления может обнаруживать вдох по выходному значению датчика 23 вдоха.

Участок 3 источника аэрозоля аэрозоль-генерирующего устройства 1 включает в себя участок 31 хранения, подводящий участок 32, нагрузку 33 и датчик 34 остаточного количества. Участок 31 хранения является емкостью для хранения жидкого источника аэрозоля, подлежащего распылению посредством нагревания. Следует отметить, что источник аэрозоля является материалом на основе высокомолекулярных спиртов, например глицерина или пропиленгликоля. Источник аэрозоля может быть также жидкой смесью (называемой также "источником ароматизатора"), которая дополнительно содержит жидкий никотин, воду, ароматизирующее средство и т.д. Предполагается, что такой источник аэрозоля заранее заправлен внутри участка 31 хранения. Следует отметить, что источник аэрозоля может быть также твердым веществом, для которого не обязательно наличие участка 31 хранения.

Подводящий участок 32 включает в себя фитиль, который сформирован скручиванием волокнистого материала, например стекловолокна. Подводящий участок 32 соединен с участком 31 хранения. Подводящий участок 32 соединен также с нагрузкой 33, или, по меньшей мере, участок подводящего участка 32 располагается вблизи нагрузки 33. Источник аэрозоля распространяется по фитилю под действием капиллярности и перемещается к участку, на котором источник аэрозоля может распыляться в результате нагревания нагрузкой 33. Иначе говоря, подводящий участок 32 впитывает источник аэрозоля из участка 31 хранения и переносит источник аэрозоля к нагрузке 33 или в окрестность нагрузки 33. Следует отметить, что для фитиля можно также использовать керамику вместо стекловолокна.

Нагрузка 33 является, например, нагревателем в форме спирали и выделяет тепло в результате протекания тока через нагрузку 33. Например, нагрузка 33 характеризуется положительным температурным коэффициентом (PTC), и значение сопротивления нагрузки 33 находится по существу в прямой пропор-

циональной зависимости от температуры, обусловленной выделением тепла. Следует отметить, что нагрузка 33 не обязательно должна характеризоваться положительным температурным коэффициентом и требуется только, чтобы существовала корреляция между значением сопротивления нагрузки 33 и температурой, обусловленной выделением тепла. Например, возможна также конфигурация, в которой нагрузка 33 характеризуется отрицательным температурным коэффициентом (NTC). Следует отметить, что нагрузка 33 может быть намотана на фитиль или наоборот, окружная поверхность нагрузки 33 может быть покрыта фитилем. Блок 22 управления управляет подачей мощности в нагрузку 33. Когда источник аэрозоля подводится от участка 31 хранения к нагрузке 33 подводящим участком 32, источник аэрозоля испаряется под влиянием тепла, выделяемого нагрузкой 33, и образуется аэрозоль. Если по выходному значению датчика 23 вдоха обнаруживается вдыхающее действие пользователя, то блок 22 управления подает мощность в нагрузку 33, чтобы образовать аэрозоль. Если остаточное количество источника аэрозоля, содержащееся внутри участка 31 хранения является достаточно большим, то в нагрузку 33 подается достаточное количество источника аэрозоля и тепло, выделяемое нагрузкой 33, передается источнику аэрозоля, иначе говоря, тепло, выделяемое нагрузкой 33, служит для нагревания и испарения источника аэрозоля, и поэтому температура нагрузки 33 почти никогда не становится выше заранее настроенной, предварительно заданной температуры. С другой стороны, если источник аэрозоля, содержащийся внутри участка 31 хранения, расходуется, то количество источника аэрозоля, подаваемого к нагрузке 33 в единицу времени, уменьшается. В результате тепло, выделяемое нагрузкой 33, не передается источнику аэрозоля, иначе говоря, тепло, выделяемое нагрузкой 33, не используется для нагревания и испарения источника аэрозоля, и поэтому нагрузка 33 излишне нагревается, и значение сопротивления нагрузки 33 соответственно увеличивается.

Датчик 34 остаточного количества выдает данные измерений для оценки остаточного количества источника аэрозоля, содержащегося внутри участка 31 хранения, исходя из температуры нагрузки 33. Датчик 34 остаточного количества включает в себя, например, резистор (шунтирующий резистор), который подсоединен последовательно с нагрузкой 33, чтобы измерять ток, и измерительный прибор, который подсоединен параллельно с резистором, чтобы измерять значение напряжения на резисторе. Следует отметить, что значение сопротивления резистора является постоянной величиной, которая определяется заранее и по существу не изменяется с температурой. Следовательно, значение тока, протекающего через резистор, может определяться исходя из известного значения сопротивления и измеренного значения напряжения.

Следует отметить, что вместо вышеописанного измерительного прибора, в котором применен шунтирующий резистор, можно использовать измерительный прибор, в котором применяется элемент на эффекте Холла. Элемент на эффекте Холла располагается в положении включения последовательно с нагрузкой 33. А именно сердечник с зазором, который включает в себя элемент на эффекте Холла, располагается вокруг провода, который подсоединен последовательно с нагрузкой 33. Элемент на эффекте Холла определяет магнитное поле, создаваемое током, протекающим через него. В случае, когда применяется элемент на эффекте Холла, выражение "ток, протекающий через данный элемент" означает ток, который протекает по проводу, который располагается в центре сердечника с зазором и не контактирует с элементом на эффекте Холла, и значение тока для данного тока равно значению тока, протекающего через нагрузку 33. В настоящем варианте осуществления датчик 34 остаточного количества выдает значение тока, протекающего через резистор. В качестве альтернативы можно использовать также значение напряжения, подаваемого между противоположными концами резистора, или значение, получаемое в результате выполнения предварительно заданной операции со значением тока или значением напряжения, вместо самого значения тока или значения напряжения. Данные измеренные значения, которые можно использовать вместо значения тока, протекающего через резистор, являются значениями, которые изменяются соответственно значению тока, протекающего через резистор. А именно от датчика 34 остаточного количества требуется только выдавать измеренное значение, соответствующее значению тока, протекающего через резистор. Само собой разумеется, что техническая идея настоящего изобретения охватывает случаи, когда упомянутые измеренные значения используются вместо значения тока, протекающего через резистор.

Участок 4 дополнительного компонента аэрозоль-генерирующего устройства вмещает резаные листья табака и ароматический компонент 41, например ментол. Участок 4 дополнительного компонента содержит воздушные отверстия со стороны мундштука и на участке, подлежащем соединению с участком 3 источника аэрозоля, и, когда пользователь вдыхает из мундштука, внутри участка 4 дополнительного компонента создается отрицательное давление, аэрозоль, образуемый на участке 3 источника аэрозоля, всасывается, никотин, ароматический компонент и т.д. добавляются в аэрозоль на участке 4 дополнительного компонента, и аэрозоль выпускается в рот пользователя.

Следует отметить, что внутренняя конфигурация, показанная на фиг. 3, представляет один пример. Возможна также конфигурация, в которой участок 3 источника аэрозоля, обеспечен вдоль боковой поверхности цилиндра и имеет торическую форму, которая включает в себя полость, продолжающуюся вдоль центра круглого поперечного сечения. В данном случае подводящий участок 32 и нагрузка 33 могут располагаться в центральной полости. Кроме того, дополнительно может быть обеспечен элемент

вывода, например светоизлучающий диод (СД) или вибратор, чтобы выводить для пользователя состояние устройства.

Конфигурация схемы.

Фиг. 4 является принципиальной схемой, представляющей один пример участка конфигурации схемы в аэрозоль-генерирующем устройстве, относящегося к определению остаточного количества источника аэрозоля и управлению подачей мощности в нагрузку. Аэрозоль-генерирующее устройство 1 включает в себя источник 21 питания, блок 22 управления, блок 211 преобразования напряжения, ключи (переключающие элементы) Q1 и Q2, нагрузку 33 и датчик 34 остаточного количества. Участок, который соединяет источник 21 питания с нагрузкой 33 и включает в себя ключи Q1 и Q2 и блок 211 преобразования напряжения, будет также называться "схемой питания" по настоящему изобретению. Источник 21 питания и блок 22 управления обеспечены в основном корпусе 2, показанном на фиг. 1-3, и блок 211 преобразования напряжения, ключи Q1 и Q2, нагрузка 33 и датчик 34 остаточного количества обеспечены на участке 3 источника аэрозоля, например, показанном на фиг. 1-3. В результате соединения основного корпуса 2 и участка 3 источника аэрозоля их составляющие элементы электрически соединяются друг с другом и составляется схема, показанная на фиг. 4. Следует отметить, что возможна также конфигурация, в которой, по меньшей мере, что-то из блока 211 преобразования напряжения, ключей Q1 и Q2 и датчика 34 остаточного количества обеспечено, например, в основном корпусе 2. В случае когда участок 3 источника аэрозоля и участок 4 дополнительного компонента сконфигурированы как сменные части одноразового использования, стоимость сменных частей можно снизить путем сокращения числа компонентов, содержащихся в составе сменных частей.

Источник 21 питания имеет непосредственное или не прямое электрическое соединение с каждым составляющим элементом и подает питание в схему. Блок 22 управления соединен с ключами Q1 и Q2 и датчиком 34 остаточного количества. Блок 22 управления получает выходное значение датчика 34 остаточного количества, чтобы вычислять расчетное значение, касающееся источника аэрозоля, остающегося внутри участка 31 хранения, и управляет размыканием и замыканием ключей Q1 и Q2, исходя из вычисленного расчетного значения, выходного значения датчика 23 вдоха и т.д.

Ключи Q1 и Q2 являются полупроводниковыми ключами, например униполярными МОП-транзисторами (металлооксидными полевыми полупроводниковыми транзисторами). Один конец ключа Q1 подсоединен к источнику 21 питания, и другой конец переключателя Q1 подсоединен к нагрузке 33. При замыкании ключа Q1 в нагрузку 33 может подаваться мощность для образования аэрозоля. Блок 22 управления замыкает ключ Q1, например, при обнаружении вдыхающего действия пользователя. Следует отметить, что цепь, которая проходит через ключ Q1 и нагрузку 33, будет также называться "цепью образования аэрозоля" и "первой цепью подачи мощности".

Один конец ключа Q2 подсоединен к источнику 21 питания через блок 211 преобразования напряжения, и другой конец ключа Q2 подсоединен к нагрузке 33 через датчик 34 остаточного количества. При замыкании ключа Q2 можно быть получено выходное значение датчика 34 остаточного количества. Следует отметить, что цепь, которая проходит через ключ Q2, датчик 34 остаточного количества и нагрузку 33 и из которой датчик 34 остаточного количества выдает установленное измеренное значение, будет также называться "цепью определения остаточного количества" и "второй цепью подачи мощности" по настоящему изобретению. Следует отметить, что если в датчике 34 остаточного количества применяется элемент на эффекте Холла, то датчик 34 остаточного количества не обязательно должен подсоединяться к ключу Q2 и нагрузке 33 и должен только обеспечивать возможность выдачи установленного измеренного значения в положении между ключом Q2 и нагрузкой 33. Иначе говоря, требуется только, чтобы провод, который соединяет ключ Q2 с нагрузкой 33, проходил через элемент на эффекте Холла.

Вышеописанная схема, показанная на фиг. 4, включает в себя первый узел 51, из которого цепь, продолжающаяся из источника 21 питания, разветвляется на цепь образования аэрозоля и цепь определения остаточного количества, и второй узел 52, который соединен с нагрузкой 33 и в котором цепь образования аэрозоля и цепь определения остаточного количества соединяются друг с другом.

Блок 211 преобразования напряжения выполнен с возможностью преобразования выходного напряжения источника 21 питания и вывода преобразованного напряжения на нагрузку 33. В частности, блок 211 преобразования напряжения является стабилизатором напряжения, LDO-стабилизатором (с малым падением напряжения), показанным на фиг. 4, и выводит постоянное напряжение. Один конец блока 211 преобразования напряжения подсоединен к источнику 21 питания, и другой конец блока 211 преобразования напряжения подсоединен к ключу Q2. Блок 211 преобразования напряжения включает в себя ключ Q3, резисторы R1 и R2, конденсаторы C1 и C2, компаратор Comp и источник постоянного напряжения, который выводит опорное напряжение V_{ref} . Следует отметить, что если применяется LDO-стабилизатор, показанный на фиг. 4, то выходное напряжение V_{out} LDO-стабилизатора можно определить с использованием следующего выражения (1):

$$V_{out} = R_2 / (R_1 + R_2) \times V_{REF} \dots (1)$$

Ключ Q3 является, например, полупроводниковым ключом и размыкается и замыкается в зависимости от выходного сигнала компаратора Comp. Один конец ключа Q3 подсоединен к источнику 21 пи-

тания, и выходное напряжение изменяется соответственно скажности размыкания-замыкания ключа Q3. Выходное напряжение ключа Q3 делится резисторами R1 и R2, которые включены последовательно, и подается на один ввод компаратора Comp. Опорное напряжение Vref подается на другой ввод компаратора Comp. В таком случае выводится сигнал, который показывает результат сравнения опорного напряжения Vref с выходным напряжением ключа Q3. Даже если значение напряжения, подаваемого на ключ Q3, изменяется, то, пока значение напряжения является, по меньшей мере, предварительно заданным значением, выходное напряжение ключа Q3 можно сделать постоянным на основании сигнала обратной связи, получаемого из компаратора Comp, как описано выше. Компаратор Comp и ключ Q3 будут также называться "блоком преобразования напряжения" по настоящему изобретению.

Следует отметить, что один конец конденсатора C1 присоединен к концевому участку блока 211 преобразования напряжения со стороны источника 21 питания и другой конец конденсатора C1 заземлен. Конденсатор C1 накапливает энергию и защищает схему от выбросов напряжения. Один конец конденсатора C2 присоединен к выводу ключа Q3, и конденсатор C2 сглаживает выходное напряжение.

Если применяется такой источник питания, как аккумуляторная батарея, то напряжение источника питания снижается по мере того, как снижается степень зарядки. С использованием блока 211 преобразования напряжения в соответствии с настоящим вариантом осуществления, постоянное напряжение можно подавать, даже если напряжение источника питания в какой-то степени изменяется.

Датчик 34 остаточного количества включает в себя шунтирующий резистор 341 и вольтметр 342. Один конец шунтирующего резистора 341 подсоединен к блоку 211 преобразования напряжения через ключ Q2. Другой конец шунтирующего резистора 341 присоединен к нагрузке 33. А именно шунтирующий резистор 341 подсоединен последовательно с нагрузкой 33. Вольтметр 342 подсоединен параллельно с шунтирующим резистором 341 и может измерять величину падения напряжения на шунтирующем резисторе 341. Вольтметр 342 соединен также с блоком 22 управления и выдает измеренную величину падения напряжения на шунтирующем резисторе 341 в блок 22 управления.

Обработка оценки остаточного количества.

Фиг. 5 является блок-схемой, представляющей обработку для оценки количества источника аэрозоля, содержащегося внутри участка 31 хранения. Предполагается, что напряжение V_{out} , которое выдается блоком 211 преобразования напряжения, является постоянным. Известно, что значение сопротивления R_{shunt} шунтирующего резистора 341 также является постоянным. Следовательно, значение тока I_{shunt} для тока, протекающего через шунтирующий резистор 341, можно определять по напряжению V_{shunt} между противоположными концами шунтирующего резистора 341 с использованием следующего выражения (2):

$$I_{shunt} = V_{shunt} / R_{shunt} \dots (2)$$

Следует отметить, что значение тока I_{HTR} для тока, протекающего через нагрузку 33, соединенную последовательно с шунтирующим резистором 341, равняется I_{shunt} . Шунтирующий резистор 341 соединен последовательно с нагрузкой 33, и значение, соответствующее значению тока, протекающего через нагрузку, измеряется на шунтирующем резисторе 341.

При этом выходное напряжение V_{out} блока 211 преобразования напряжения можно определить из следующего выражения (3) с использованием значения сопротивления R_{HTR} нагрузки 33:

$$V_{out} = I_{shunt} \times (R_{shunt} + R_{HTR}) \dots (3)$$

Посредством преобразования выражения (3) значение сопротивления R_{HTR} нагрузки 33 можно определить с помощью следующего выражения (4):

$$R_{HTR} = V_{out} / I_{shunt} - R_{shunt} \dots (4)$$

Нагрузка 33 характеризуется вышеописанным положительным температурным коэффициентом (PTC), и значение сопротивления R_{HTR} нагрузки 33 находится по существу в прямой пропорциональной зависимости от температуры T_{HTR} нагрузки 33, как показано на фиг. 5. Следовательно, температура T_{HTR} нагрузки 33 может быть вычислена по значению сопротивления R_{HTR} нагрузки 33. В настоящем варианте осуществления информация, которая показывает взаимосвязь между значением сопротивления R_{HTR} и температурой T_{HTR} нагрузки 33, сохраняется, например, в виде таблицы заранее. Следовательно, температуру T_{HTR} нагрузки 33 можно оценивать без применения специального датчика температуры. Следует отметить, что, в случае когда нагрузка 33 характеризуется отрицательным температурным коэффициентом (NTC), температуру T_{HTR} нагрузки 33 можно оценивать также на основании информации, показывающей взаимосвязь между значением сопротивления R_{HTR} и температурой T_{HTR} .

В настоящем варианте осуществления, даже если источник аэрозоля вокруг нагрузки 33 испаряется нагрузкой 33, источник аэрозоля непрерывно подается через подводящий участок 32 к нагрузке 33, пока внутри участка 31 хранения содержится достаточное количество источника аэрозоля. Следовательно, если количество источника аэрозоля, остающееся внутри участка 31 хранения, составляет, по меньшей мере, предварительно заданное количество, то обычно температура нагрузки 33 не повышается значительно сверх температуры кипения источника аэрозоля. Однако, когда количество источника аэрозоля, остающееся внутри участка 31 хранения, уменьшается, количество источника аэрозоля, подаваемого через подводящий участок 32 к нагрузке 33, также уменьшается, и температура нагрузки 33 повышается и превосходит температуру кипения источника аэрозоля. Предполагается, что информация, которая показывает такую взаимосвязь между остаточным количеством источника аэрозоля и температурой нагрузки 33,

получена заранее путем экспериментов и т.д. На основании данной информации и вычисленной температуры T_{HTR} нагрузки 33 можно оценить остаточное количество источника аэрозоля, вмещаемого участком 31 хранения. Следует отметить, что остаточное количество может также определяться в форме отношения остаточного количества к вместимости участка 31 хранения.

Поскольку между остаточным количеством источника аэрозоля и температурой нагрузки 33 существует корреляционная связь, то можно определить, что источник аэрозоля внутри участка 31 хранения израсходован, если температура нагрузки 33 превышает пороговое значение температуры, которая соответствует заранее установленному пороговому значению остаточного количества. Кроме того, поскольку между значением сопротивления и температурой нагрузки 33 существует однозначное соответствие, то можно определить, что источник аэрозоля внутри участка 31 хранения израсходован, если значение сопротивления нагрузки 33 превышает пороговое значение значения сопротивления, которое соответствует вышеописанному пороговому значению температуры. Кроме того, единственным переменным параметром в вышеприведенном выражении (4) является значение тока I_{shunt} тока, протекающего через шунтирующий резистор 341, и, следовательно, пороговое значение значения тока, которое соответствует вышеописанному пороговому значению значения сопротивления, определяется однозначно. При этом значение тока I_{shunt} тока, протекающего через шунтирующий резистор 341, равно значению тока I_{HTR} тока, протекающего через нагрузку 33. Следовательно, можно определить также, что источник аэрозоля внутри участка 31 хранения израсходован, если значение тока I_{HTR} тока, протекающего через нагрузку 33, становится ниже заранее установленного порогового значения для значения тока. А именно в отношении измеренного значения, например, значения тока, направляемого через нагрузку 33, можно определить заданное значение или заданный диапазон в состоянии, в котором, например, остается достаточное количество источника аэрозоля, и определить, является ли остаточное количество источника аэрозоля достаточно большим, в зависимости от того, находится ли или нет измеренное значение в установленном диапазоне, который включает в себя заданное значение или заданный диапазон. Установленный диапазон можно определить, например, с использованием вышеописанного порогового значения.

Как описано выше, в соответствии с вариантом осуществления значение сопротивления R_{shunt} нагрузки 33 можно вычислить с использованием одного измеренного значения, т.е. значения I_{shunt} тока, протекающего через шунтирующий резистор 341. Следует отметить, что значение тока I_{shunt} тока, протекающего через шунтирующий резистор 341, можно определить измерением напряжения V_{shunt} между противоположными концами шунтирующего резистора 341, как указано выражением (2). При этом измеренное значение, выдаваемое датчиком, обычно включает в себя различные погрешности, например, погрешность смещения, погрешность коэффициента усиления, гистерезисную погрешность и линейную погрешность. В настоящем варианте осуществления применяется блок 211 преобразования напряжения, который выдает постоянное напряжение, и соответственно, при оценке остаточного количества источника аэрозоля, вмещаемого участком 31 хранения, или определении, израсходован ли или нет источник аэрозоля внутри участка 31 хранения, число переменных параметров, вместо которых следует подставлять измеренные значения, равно одному. Поэтому точность вычисляемого значения сопротивления R_{shunt} нагрузки 33 повышается по сравнению со случаем, когда значение сопротивления нагрузки и т.п. вычисляется, например, путем подстановки выходных значений разных датчиков на место множества переменных параметров. В результате повышается также точность остаточного количества источника аэрозоля, которое оценивается по значению сопротивления R_{shunt} нагрузки 33.

Фиг. 6 является блок-схемой последовательности операций обработки, представляющей один пример обработки для оценки остаточного количества. Фиг. 7 является временной диаграммой, представляющей один пример состояния, в котором пользователь использует аэрозоль-генерирующее устройство. На фиг. 7, направление стрелки указывает прохождение времени t (с), и графики соответственно отображают размыкание и замыкание ключей Q1 и Q2, значение I_{HTR} тока, протекающего через нагрузку 33, вычисленную температуру T_{HTR} нагрузки 33 и изменение остаточного количества источника аэрозоля. Следует отметить, что пороговые значения $Thre1$ и $Thre2$ являются предварительно заданными пороговыми значениями для определения расходования источника аэрозоля. Аэрозоль-генерирующее устройство 1 оценивает остаточное количество при использовании пользователем и, если определяется уменьшение источника аэрозоля, выполняет предварительно заданную обработку.

Блок 22 управления аэрозоль-генерирующего устройства 1 обнаруживает, произвел ли пользователь вдыхающее действие, по выходному сигналу датчика 23 вдоха (фиг. 6: этап S1). На данном этапе, если блок 22 управления определяет создание отрицательного напряжения, изменение скорости потока и т.п. по выходному сигналу датчика 23 вдоха, то блок 22 управления определяет, что вдыхающее действие пользователя обнаружено. Если вдох не обнаруживается (этап S1: нет), то процедура, выполняемая на этапе S1, повторяется. Следует отметить, что вдох, совершаемый пользователем, может также обнаруживаться посредством сравнения отрицательного давления или изменения скорости потока с пороговым значением, отличающимся от 0.

В другом случае, если вдох обнаруживается (этап S1: да), то блок 22 управления выполняет управление методом широтно-импульсной модуляции (ШИМ-управление) ключом Q1 (фиг. 6: этап S2). Предполагается, что вдох обнаруживается, например, в момент времени $t1$ на фиг. 7. После момента

времени t_1 блок 22 управления размыкает и замыкает ключ Q1 в предварительно заданном циклическом режиме. Когда ключ Q1 размыкается и замыкается, ток протекает через нагрузку 33, и температура T_{HTR} нагрузки 33 повышается до, приблизительно, температуры кипения источника аэрозоля. Источник аэрозоля нагревается под действием температуры нагрузки 33 и испаряется, и остаточное количество источника аэрозоля уменьшается. Следует отметить, что при управлении ключом Q1 на этапе S2 можно также применять управление методом частотно-импульсной модуляции (ЧИМ-управление) вместо ШИМ-управления.

Блок 22 управления определяет, закончилось ли вдыхающее действие пользователя, по выходному сигналу датчика 23 вдоха (фиг. 6: этап S3). На данном этапе блок 22 управления определяет, что пользователь прекратил вдох, если по выходному сигналу датчика 23 вдоха больше не определяется создание отрицательного давления, изменение скорости потока и т.п. Если вдох не закончен (этап S3: нет), то блок 22 управления повторяет процедуру на этапе S2. Следует отметить, что окончание вдыхающего действия пользователя может также обнаруживаться посредством сравнения отрицательного давления или изменения скорости потока с пороговым значением, отличающимся от 0. В качестве альтернативы, когда миновал предварительно заданный период после обнаружения вдыхающего действия пользователя на этапе S1, обработку можно перенести на этап S4, независимо от определения, сделанного на этапе S3.

В ином случае, если вдох закончен (этап S3: да), то блок 22 управления прекращает ШИМ-управление ключом Q1 (фиг. 6: этап S4). Предполагается, что определение окончания вдоха выполняется, например, в момент времени t_2 на фиг. 7. После момента времени t_2 ключ Q1 приходит в разомкнутое состояние (OFF), и подача мощности в нагрузку 33 прекращается. Источник аэрозоля подается из участка 31 хранения по подводящему участку 32 к нагрузке 33, и температура T_{HTR} нагрузки 33 постепенно снижается из-за рассеяния энергии. В результате снижения температуры T_{HTR} нагрузки 33 испарение источника аэрозоля прекращается, и уменьшение остаточного количества также прекращается.

Как описано выше, в результате включения ключа Q1, ток протекает в цепи образования аэрозоля, показанной на фиг. 4, на этапах S2-S4, окруженных прямоугольником со скругленными углами, показанном точечной линией на фиг. 6.

После этого блок 22 управления непрерывно замыкает ключ Q2 в течение предварительно заданного периода (фиг. 6: этап S5). В результате включения ключа Q2 ток протекает в цепи определения остаточного количества, показанной на фиг. 4, на этапах S5-S10, окруженных прямоугольником со скругленными углами, показанном точечной линией на фиг. 6. В момент времени t_3 на фиг. 7 ключ Q2 находится в замкнутом состоянии (включен). В цепи определения остаточного количества шунтирующий резистор 341 соединен последовательно с нагрузкой 33. Цепь определения остаточного количества имеет большее значение сопротивления, чем цепь образования аэрозоля, в результате добавления шунтирующего резистора 341, и значение тока I_{HTR} тока, протекающего через нагрузку 33 по цепи определения остаточного количества, меньше значения тока I_{HTR} тока, протекающего через нагрузку 33 по цепи образования аэрозоля.

В состоянии, в котором ключ Q2 является замкнутым, блок 22 управления получает измеренное значение из датчика 34 остаточного количества и определяет значение тока, протекающего через шунтирующий резистор 341 (фиг. 6: этап S6). На данном этапе значение тока I_{shunt} через шунтирующий резистор 341 вычисляется с использованием вышеприведенного выражения (2), например, по напряжению между противоположными концами шунтирующего резистора 341, измеренному вольтметром 342. Следует отметить, что значение тока I_{shunt} через шунтирующий резистор 341 равно значению тока I_{HTR} для тока, протекающего через нагрузку 33.

В состоянии, в котором ключ Q2 является замкнутым, блок 22 управления определяет, является ли или нет значение тока, протекающего через нагрузку 33, ниже заранее установленного порогового значения тока (фиг. 6: этап S7). А именно блок 22 управления определяет, находится ли измеренное значение в установленном диапазоне, который включает в себя заданное значение или заданный диапазон. В данном случае пороговое значение (фиг. 7: Thre1) тока соответствует заранее установленному пороговому значению (фиг. 7: Thre2) остаточного количества источника аэрозоля, с использованием которого следует определять, что источник аэрозоля внутри участка 31 хранения израсходован. А именно, если значение тока I_{HTR} тока, протекающего через нагрузку 33, ниже порогового значения Thre1, то можно определить, что остаточное количество источника аэрозоля меньше порогового значения Thre2.

Если значение тока I_{HTR} становится ниже порогового значения Thre1 (этап S7: да) в течение предварительно заданного периода, на протяжении которого ключ Q2 является замкнутым, то блок 22 управления определяет расходование источника аэрозоля и выполняет предварительно заданную обработку (фиг. 6: этап S8). Если значение напряжения, измеренное на этапе S6, и значение тока, найденное по значению напряжения, ниже предварительно заданных пороговых значений, то остаточное количество источника аэрозоля является небольшим, и, соответственно, управление на данном этапе выполняется, чтобы дополнительно снизить значение напряжения, измеренное на этапе S6, и значение тока, найденное по значению напряжения. Например, блок 22 управления может прекратить работу аэрозоль-генерирующего устройства 1 посредством, например, прекращения переключений ключа Q1 или Q2 или выключения подачи мощности в нагрузку 33 с помощью предохранителя (не показанного).

Следует отметить, что подобно тому, как для периода с момента времени t_3 до момента времени t_4

на фиг. 7, если остаточное количество источника аэрозоля является достаточно большим, то значение тока I_{HTR} превышает пороговое значение $Thre1$.

После этапа S8 или если значение тока I_{HTR} , по меньшей мере, равно пороговому значению $Thre1$ (этап S7: нет) на протяжении предварительно заданного периода, в течение которого ключ Q2 является замкнутым, блок 22 управления размыкает ключ Q2 (фиг. 6: этап S9). В момент времени $t4$ на фиг. 7 предварительно заданный период прошел, и значение тока I_{HTR} было, по меньшей мере, равным пороговому значению $Thre1$, и, следовательно, ключ Q2 выключается. Следует отметить, что предварительно заданный период (соответствующий периоду с момента времени $t3$ до момента времени $t4$ на фиг. 7), в течение которого ключ Q2 является замкнутым, короче периода (соответствующего периоду с момента времени $t1$ до момента времени $t2$ на фиг. 7), в течение которого ключ Q1 является замкнутым на этапах S2-S4. Если на этапе S7 определяется, что измеренное значение находится в установленном диапазоне, то, когда после этого обнаруживается вдох (этап S1: да), управление выполняется так, чтобы значение тока (измеренное значение), подлежащее вычислению на этапе S6, достигало заданного значения или заданного диапазона, посредством размыкания и замыкания ключа Q1 (этап S2), например, с одновременной регулировкой скважности переключения. При этом управление выполняется так, чтобы величина изменения измеренного значения была больше в случае, когда управление схемой питания выполняется, чтобы уменьшить значение тока, протекающего в нагрузку 33, (называется также "вторым режимом управления" по настоящему изобретению), когда измеренное значение не находится в установленном диапазоне, чем в случае, когда управление схемой питания выполняется, чтобы заставить измеренное значение приблизиться к заданному значению или заданному диапазону (называется также "первым режимом управления" по настоящему изобретению), когда измеренное значение находится в установленном диапазоне.

Таким образом, обработка для оценки остаточного количества заканчивается. После этого процесс обработки возвращается к процедуре, выполняемой на этапе S1, и если обнаруживается вдыхающее действие пользователя, то обработка, показанная на фиг. 6, выполняется снова.

В момент времени $t5$ на фиг. 7 обнаруживается вдыхающее действие пользователя (фиг. 6: этап S1: да) и начинается ШИМ-управление ключом Q1. В момент времени $t6$ на фиг. 7 определяется, что вдыхающее действие пользователя закончилось (фиг. 6: этап S3: да) и ШИМ-управление ключом Q1 прекращается. В момент времени $t7$ на фиг. 7 включается ключ Q2 (фиг. 6: этап S5) и вычисляется значение тока через шунтирующий резистор (фиг. 6: этап S6). После этого как показано в период после момента времени $t7$ на фиг. 7, остаточное количество источника аэрозоля становится меньше порогового значения $Thre2$ и температура T_{HTR} нагрузки 33 повышается. Значение тока I_{HTR} тока, протекающего через нагрузку 33, снижается, и в момент времени $t8$ блок 22 управления определяет, что значение тока I_{HTR} становится ниже порогового значения $Thre2$ (фиг. 6: этап S7: да). В данном случае обнаруживается, что аэрозоль не может образоваться из-за израсходования источника аэрозоля и, соответственно, блок 22 управления не размыкает и не замыкает ключ Q1, даже если вдыхающее действие пользователя обнаруживается, например, в момент времени $t8$ или позже. В примере, приведенном на фиг. 7, предварительно заданный период после этого проходит в момент времени $t9$, и ключ Q2 выключается (фиг. 6: этап S9). Следует отметить, что блок 22 управления может также выключить ключ Q2 в момент времени $t8$, когда значение тока I_{HTR} становится ниже порогового значения $Thre2$.

Как описано выше, в настоящем варианте осуществления предусмотрен блок 211 преобразования напряжения, который преобразует напряжение, и поэтому можно уменьшить погрешности, которые могут содержаться в переменных параметрах, используемых для управления, при оценке остаточного количества источника аэрозоля или его расходования, и, например, можно повысить точность управления, выполняемого в зависимости от остаточного количества источника аэрозоля.

Период определения.

В ходе обработки для оценки остаточного количества, выполняемой в вышеописанном варианте осуществления, блок 22 управления получает измеренное значение датчика 34 остаточного количества, с одновременным поддержанием ключа Q2 во включенном состоянии в течение предварительно заданного периода. Следует отметить, что период, в течение которого ключ Q2 является замкнутым, будет называться "циклом подпитывания" для подачи питания в датчик 34 остаточного количества и нагрузку 33. При этом, чтобы определять остаточное количество, можно использовать также "период определения" для определения остаточного количества источника аэрозоля. Период определения содержится, например, в цикле подпитывания на оси времени, и продолжительность периода определения является переменной.

Фиг. 8 является диаграммой, представляющей один пример способа определения продолжительности периода определения. На графике, показанном на фиг. 8, горизонтальная ось отображает прохождение времени t , и вертикальная ось отображает значение тока I_{HTR} для тока, протекающего через нагрузку 33. В примере, приведенном на фиг. 8, значение тока I_{HTR} тока, который протекает, когда ключ Q1 размыкается или замыкается, не показано для удобства, и показано только значение тока I_{HTR} для тока, который протекает через нагрузку 33 в течение циклов подпитывания, во время которых ключ Q2 является замкнутым.

Периоды $p1$, показанные на фиг. 8, являются нормальными циклами подпитывания, и значение тока I_{HTR} , показанное слева, представляет схематический профиль в случае, когда остается достаточное коли-

чество источника аэрозоля. Предполагается, что период определения первоначально равен циклу подпитывания ($p1$). В примере, показанном слева, температура T_{HTR} нагрузки 33 повышается, когда подается мощность, и значение тока I_{HTR} постепенно снижается в результате увеличения значения сопротивления R_{HTR} сопротивления нагрузки 33 вместе с повышением температуры T_{HTR} нагрузки 33, но значение тока I_{HTR} не становится ниже порогового значения $Thre1$. В таком случае период определения не изменяется.

Значение тока I_{HTR} , показанное в центре, представляет случай, когда значение тока I_{HTR} становится ниже порогового значения $Thre1$ в течение периода определения ($p1$). При этом период $p2$ с начала цикла подпитывания до момента времени, когда значение тока I_{HTR} становится ниже порогового значения $Thre1$, устанавливается в качестве периода определения, подлежащего включению в последующий цикл подпитывания. А именно период определения в последующем цикле подпитывания регулируется на основании периода, который требуется, чтобы значение тока I_{HTR} стало ниже порогового значения $Thre1$ в предшествующем цикле подпитывания. Иначе говоря, чем выше вероятность расходования источника аэрозоля, тем короче устанавливается период определения. Возможна также конфигурация, в которой продолжительность цикла подпитывания используется как опорное значение, и если значение тока I_{HTR} становится ниже порогового значения $Thre1$ в течение цикла подпитывания (периода определения), то определяется, что вероятность расходования источника аэрозоля, по меньшей мере, равна пороговому значению (называемому также "вторым пороговым значением" по настоящему изобретению). Иначе говоря, период определения устанавливается короче цикла подпитывания только тогда, когда вероятность расходования источника аэрозоля, по меньшей мере, равна пороговому значению.

Значение тока I_{HTR} , показанное справа, представляет случай, когда значение тока I_{HTR} становится ниже порогового значения $Thre1$ в течение периода определения ($p2$). Количество источника аэрозоля, вмещаемое участком 31 хранения, непрерывно уменьшается в то время, когда аэрозоль-генерирующее устройство 1 используется. Следовательно, по мере того как источник аэрозоля расходуется, период от начала подачи мощности до момента времени, когда значение тока I_{HTR} становится ниже порогового значения $Thre1$, обычно становится короче и короче. В примере, приведенном на фиг. 8, определяется, что источник аэрозоля израсходован (т.е. отклоняется от нормы), если последовательно произошло больше установленного числа случаев, когда значение тока I_{HTR} становилось ниже порогового значения $Thre1$ в течение периода определения, когда период определения повторялся с вышеописанным изменением. Следует отметить, что если источник аэрозоля израсходован, то подача питания в схему определения остаточного количества также может прекращаться, как показано на фиг. 8.

Фиг. 9 является диаграммой, представляющей другой пример изменений значения тока, протекающего через нагрузку. Изменения значения тока I_{HTR} , показанные слева и в центре фиг. 9, являются такими же, как изменения, показанные на фиг. 8. Значение тока I_{HTR} , показанное справа на фиг. 9, имеет такой же профиль, как в случае, когда остается достаточное количество источника аэрозоля, и не становится ниже порогового значения $Thre1$ в течение периода определения ($p2$). При этом аэрозоль-генерирующее устройство 1, показанное на фиг. 3, выполнено с возможностью подачи источника аэрозоля из участка 31 хранения в подводный участок 32 под действием капиллярности, и поэтому, в зависимости от характера вдоха, производимого пользователем, подачей источника аэрозоля трудно управлять с использованием блока 22 управления и т.п. Если пользователь делает вдох в течение периода, более длительного, чем предусмотренный период для одной затяжки или делает вдох через временной промежуток короче предусмотренного нормального временного промежутка, то количество источника аэрозоля вокруг нагрузки 33 может временно становиться меньше нормального количества. В таком случае значение тока I_{HTR} может становиться ниже порогового значения $Thre1$ в течение периода определения, как показано в центре на фиг. 9. Если пользователь затем делает вдох иначе, то значение тока I_{HTR} не становится ниже порогового значения $Thre1$ в течение периода определения, как показано справа на фиг. 9. Следовательно, в примере, приведенном на фиг. 9, число последовательных случаев, когда значение тока I_{HTR} становится ниже порогового значения $Thre1$ в течение периода определения, не превосходит установленного числа, когда период подпитывания повторяется, и, соответственно, определяется, что источник аэрозоля, содержащийся внутри участка 31 хранения, не израсходован.

Если используется вышеописанный период определения, то точность определения, израсходован ли или нет источник аэрозоля, может дополнительно повышаться. А именно опорное значение, используемое при операции определения, может регулироваться изменением периода определения, и точность определения может повышаться.

Вариант обработки для определения.

Фиг. 10 является блок-схемой последовательности операций обработки, представляющей один пример обработки для установки периода определения. В данном варианте блок 22 управления выполняет обработку для определения, показанную на фиг. 10, вместо процедур, выполняемых на этапах S5-S9 в ходе обработки для оценки остаточного количества, показанной на фиг. 6.

Во-первых, блок 22 управления аэрозоль-генерирующего устройства 1 включает ключ Q2 (фиг. 10: этап S5). Данный этап является таким же, как этап S5 на фиг. 6.

Кроме того, блок 22 управления включает таймер и начинает считать прошедшее время t (фиг. 10: этап S11).

Затем блок 22 управления определяет, составляет ли прошедшее время t , по меньшей мере, период определения (фиг. 10: этап S12). Если прошедшее время t короче периода определения (этап S12: нет), то блок 22 управления считает прошедшее время (фиг. 10: этап S21). На данном этапе приращение Δt времени, прошедшего с момента, когда был включен таймер или когда ранее была выполнена процедура на этапе S21, прибавляется к t .

Кроме того, блок 22 управления определяет значение тока I_{HTR} для тока, протекающего через нагрузку 33 (фиг. 10: этап S6). Процедура, выполняемая на данном этапе, является такой же, как процедура, выполняемая на этапе S6 на фиг. 6.

Затем блок 22 управления определяет, является ли вычисленное значение тока I_{HTR} ниже предварительно заданного порогового значения $Thre1$ (фиг. 10: этап S7). Данный этап аналогичен этапу S7 на фиг. 6. Если значение тока I_{HTR} оказывается не меньше порогового значения $Thre1$ (этап S7: нет), то процесс обработки возвращается к процедуре, выполняемой на этапе S12.

Напротив, если значение тока I_{HTR} оказывается меньше порогового значения $Thre1$ (этап S7: да), то блок 22 управления добавляет 1 в счетчик для подсчета числа периодов определения, в течение которых определяется расходование (фиг. 10: этап S22).

Затем блок 22 управления определяет, показывает ли счетчик значение, которое превышает установленное значение (пороговое значение) (этап S23). Если определено, что счетчик показывает значение больше установленного значения (этап S23: да), то блок 22 управления определяет, что обнаружено расходование источника аэрозоля, и выполняет предварительно заданную обработку (фиг. 10: этап S8). Данный этап идентичен этапу S8 на фиг. 6.

Напротив, если определяется, что счетчик показывает значение, которое не превосходит установленного значения (этап S23: нет), то блок 22 управления определяет, закончился ли цикл подпитывания (фиг. 10: этап S31). Если цикл подпитывания не прошел (этап S31: нет), то блок 22 управления обновляет прошедшее время t и возвращается к процедуре, выполняемой на этапе S31.

Напротив, если определяется, что цикл подпитывания закончился (этап S31: да), то блок 22 управления обновляет период определения (фиг. 10: этап S32). На данном этапе прошедшее время t в момент времени, когда на этапе S7 определяется, что значение тока I_{HTR} меньше порогового значения $Thre1$, устанавливается в качестве нового периода определения. А именно период определения в последующем цикле подпитывания регулируется, исходя из периода, который требуется, чтобы измеренное значение стало меньше порогового значения в предшествующем цикле подпитывания. Иначе говоря, продолжительность периода определения в последующем цикле подпитывания регулируется, исходя из измеренного значения, полученного в предшествующем цикле подпитывания. Это можно определить как регулировку продолжительности периода определения в будущем цикле подпитывания исходя из измеренного значения, полученного в текущем цикле подпитывания.

Если на этапе S12 определяется, что прошедшее время t составляет, по меньшей мере, период определения (этап S12: да), то блок 22 управления определяет, закончился ли цикл подпитывания (фиг. 10: этап S13). Если цикл подпитывания не закончился (этап S13: нет), то блок 22 управления продолжает подавать мощность, пока цикл подпитывания не закончится. Состояние, в котором период определения прошел и цикл подпитывания не прошел, является состоянием после того, как период $p2$ прошел, и до того, как проходит период $p1$ в течение периода, показанного справа на фиг. 9.

Если определяется, что цикл подпитывания закончился (этап S13: да), то блок 22 управления устанавливает продолжительность периода определения равным продолжительности цикла подпитывания (фиг. 10: этап S14).

Кроме того, блок 22 управления сбрасывает счетчик (фиг. 10: этап S15). А именно счетчик для счета числа последовательных периодов определения, в течение которых определяется расходование, сбрасывается потому, что значение тока I_{HTR} не стало ниже порогового значения $Thre1$ в течение периода определения, заданного вместе с периодом подпитывания. Следует отметить, что возможна также конфигурация, в которой счетчик не сбрасывается, и определяется, что существует отклонение от нормы, если число периодов определения, в течение которых определяется расходование, превышает предварительно заданное пороговое значение.

После этапа S15, S8 или S32 блок 22 управления выключает ключ Q2 (фиг. 10: этап S9). Данный этап является таким же, как этап S9 на фиг. 6.

Посредством вышеописанной обработки можно реализовать изменяемый период определения, показанный на фиг. 8 и 9.

Шунтирующий резистор.

Блок 22 управления оценивает остаточное количество источника аэрозоля посредством предписания цепи определения остаточного количества функционировать в течение периода, на протяжении которого пользователь не делает вдоха через аэрозоль-генерирующее устройство 1. Однако нежелательно, чтобы из мундштука выпускался аэрозоль в течение периода, на протяжении которого пользователь не делает вдоха. А именно желательно, чтобы количество источника аэрозоля, испаряемого нагрузкой 33 в то время, когда ключ Q2 является замкнутым, было как можно меньше.

С другой стороны, предпочтительно, чтобы блок 22 управления мог точно определять изменение ос-

таточного количества источника аэрозоля, когда остаточное количество является небольшим. Т.е. в предпочтительном варианте разрешение повышается, когда измеренное значение датчика 34 остаточного количества значительно изменяется в зависимости от остаточного количества источника аэрозоля. В последующем значение сопротивления шунтирующего резистора характеризуется исходя из данной позиции.

Фиг. 11 является диаграммой, схематически представляющей потребление энергии на участке хранения, подводящем участке и нагрузке. Q1 означает количество тепла, выделяемого фитилем подводящего участка 32, Q2 означает количество тепла, выделяемого спиралью нагрузки 33, Q3 означает количество тепла, потребного для повышения температуры источника аэрозоля в жидком состоянии, Q4 означает количество тепла, потребного для перевода источника аэрозоля из жидкого состояния в газообразное состояние и Q5 означает выделение тепла в воздухе путем излучения и т.д. Потребляемая энергия Q равна сумме составляющих Q1-Q5.

Теплоемкость C (Дж/К) объекта равняется произведению массы m (г) объекта на удельную теплоемкость c (Дж/г·К) объекта. Количество тепла Q (Дж/К), необходимое для изменения температуры объекта на T (К), можно выразить в виде $t \times C \times T$. Соответственно, если температура T_{HTR} нагрузки 33 ниже температуры T_b кипения источника аэрозоля, то потребляемую энергию C можно схематически представить нижеприведенным выражением (6). Следует отметить, что m_1 означает массу фитиля подводящего участка 32, C_1 означает удельную теплоемкость фитиля подводящего участка 32, m_2 означает массу спирали нагрузки 33, C_2 означает удельную теплоемкость спирали нагрузки 33, m_3 означает массу источника аэрозоля в жидком состоянии, C_3 означает удельную теплоемкость источника аэрозоля в жидком состоянии и T_0 означает исходное значение температуры нагрузки 33.

$$Q = (m_1 C_1 + m_2 C_2 + m_3 C_3) (T_{HTR} - T_0) \dots (6)$$

Если температура T_{HTR} нагрузки 33 не ниже температуры T_b кипения источника аэрозоля, то потребляемую энергию C можно определить из нижеприведенного выражения (7). Следует отметить, что m_4 означает массу испарившейся части жидкого источника аэрозоля и H_4 означает теплоту парообразования жидкого источника аэрозоля.

$$Q = (m_1 C_1 + m_2 C_2) (T_{HTR} - T_0) + m_3 C_3 (T_b - T_0) + m_4 H_4 \dots (7)$$

Следовательно, чтобы не допускать образование аэрозоля испарением, пороговое значение E_{thre} должно удовлетворять условию, представленному нижеприведенным выражением (8).

$$E_{thre} < (m_1 C_1 + m_2 C_2 + m_3 C_3) (T_b - T_0) \dots (8)$$

Фиг. 12 является графиком, схематически представляющим взаимосвязь между энергией (электрической энергией), потребляемой нагрузкой 33, и количеством образуемого аэрозоля. На фиг. 12 горизонтальная ось отображает энергию и вертикальная ось отображает ТРМ (общую массу аэрозольных частиц: количество веществ, формирующих аэрозоль). Как показано на фиг. 12, образование аэрозоля начинается, когда энергия, потребляемая нагрузкой 33, превосходит предварительно заданное пороговое значение E_{thre} , и количество образуемого аэрозоля значительно увеличивается прямо пропорционально потребляемой энергии. Следует отметить, что вертикальная ось на фиг. 12 не обязательно должна показывать количество аэрозоля, образуемого нагрузкой 33. Например, вертикальная ось может также показывать количество аэрозоля, образуемого испарением источника аэрозоля. В качестве альтернативы вертикальная ось может также показывать количество аэрозоля, выпускаемого из мундштука.

При этом энергию E_{HTR} , потребляемую нагрузкой 33 можно определить из нижеприведенного выражения (9). Следует отметить, что W_{HTR} означает мощность на нагрузке 33 и t_{Q2_ON} означает период (с), в течение которого включен ключ Q2. Следует отметить, что ключ Q2 должен быть включенным в течение некоторого периода, чтобы измерять значение тока на шунтирующем резисторе.

$$E_{HTR} = W_{HTR} \times t_{Q2_ON} \dots (9)$$

Ниже следующее выражение (10) получено посредством преобразования выражения (9) с использованием значения тока I_{Q2} для тока, протекающего в цепи определения остаточного количества, значения сопротивления $R_{HTR}(T_{HTR})$ нагрузки 33, которое изменяется в зависимости от температуры T_{HTR} нагрузки 33, и измеренного напряжения V_{meas} шунтирующего резистора.

$$\begin{aligned} E_{HTR} &= W_{HTR} \times t_{Q2_ON} = \\ &V_{HTR} \times I_{Q2} \times t_{Q2_ON} = \\ &I_{Q2}^2 \times R_{HTR}(T_{HTR}) \times t_{Q2_ON} = \\ &\left(\frac{V_{meas}}{R_{shunt}}\right)^2 \times R_{HTR}(T_{HTR}) \times t_{Q2_ON} \dots (10) \end{aligned}$$

Следовательно, если энергия E_{HTR} , потребляемая нагрузкой 33, меньше порогового значения E_{thre} , показанного на фиг. 12 и представленного нижеприведенным выражением (11), то аэрозоль не образуется.

$$E_{thre} > \left(\frac{V_{meas}}{R_{shunt}}\right)^2 \times R_{HTR}(T_{HTR}) \times t_{Q2_ON} \dots (11)$$

Это выражение можно преобразовать в нижеприведенное выражение (12). А именно, если значение сопротивления R_{shunt} шунтирующего резистора удовлетворяет выражению (12), то аэрозоль не образуется

при обработке для оценки остаточного количества, что предпочтительно.

$$R_{shunt} > V_{meas} \sqrt{\frac{R_{HTR}(T_{HTR}) \times t_{Q2_ON}}{E_{thre}}} \dots (12)$$

В общем предпочтительно, чтобы шунтирующий резистор имел небольшое значение сопротивления, например, около нескольких десятков мОм, чтобы ослабить влияние на схему, в которую введен шунтирующий резистор. Однако в настоящем варианте осуществления нижний предел значения сопротивления шунтирующего резистора определяется, как описано выше с позиции блокирования образования аэрозоля. Нижнее предельное значение составляет около нескольких Ом, например, которое больше значения сопротивления нагрузки 33. Как описано выше, значение сопротивления шунтирующего резистора предпочтительно устанавливается для удовлетворения первому условию, что количество аэрозоля, образуемого нагрузкой в цикле подпитывания, в течение которого мощность подается из источника питания в резистор, не больше предварительно заданного порогового значения.

Следует отметить, что возможна также конфигурация, в которой значение сопротивления шунтирующего резистора не увеличивается, и для увеличения суммарного значения сопротивления дополнительно обеспечивается регулировочный резистор последовательно с шунтирующим резистором. В данном случае возможна также конфигурация, в которой напряжение между противоположными концами дополнительного регулировочного резистора не измеряется.

Фиг. 13 является одним примером графика, представляющего взаимосвязь между остаточным количеством аэрозоля и значением сопротивления нагрузки 33. На графике, показанном на фиг. 13, горизонтальная ось отображает остаточное количество источника аэрозоля, и вертикальная ось отображает значение сопротивления нагрузки 33, определяемое в зависимости от температуры нагрузки 33. $R_{HTR}(T_{Depletion})$ означает значение сопротивления в момент времени, когда источник аэрозоля израсходован. $R_{HTR}(T_{R.T.})$ означает значение сопротивления при комнатной температуре. При этом точность оценки остаточного количества источника аэрозоля можно повысить соответствующей установкой не только напряжения и тока, но и диапазона измерения значения сопротивления или температуры нагрузки 33 относительно разрешения блока 22 управления, имеющего разрядность. С другой стороны, когда разность между значениями сопротивления $R_{HTR}(T_{Depletion})$ и $R_{HTR}(T_{R.T.})$ нагрузки 33 увеличивается, ширина изменения в зависимости от остаточного количества источника аэрозоля увеличивается. Иначе говоря, точность расчетного значения остаточного количества, вычисляемого блоком 22 управления, можно повысить посредством увеличения ширины изменения значения сопротивления нагрузки 33, которое изменяется в зависимости от температуры нагрузки 33, помимо установки разрешения блока 22 управления и диапазона измерения.

Значение тока $I_{Q2_ON}(T_{Depletion})$, которое определяется по выходному значению датчика 34 остаточного количества в момент времени, когда источник аэрозоля израсходован, можно определить из нижеприведенного выражения (13) с использованием значения сопротивления $R_{HTR}(T_{Depletion})$ нагрузки 33 в данный момент.

$$I_{Q2_ON}(T_{Depletion}) = \frac{V_{out}}{R_{shunt} + R_{HTR}(T_{Depletion})} \dots (13)$$

Аналогично значение тока $I_{Q2_ON}(T_{R.T.})$, которое определяется по выходному значению датчика 34 остаточного количества в момент времени, когда нагрузка 33 находится при комнатной температуре, можно определить из нижеприведенного выражения (14) с использованием значения сопротивления $R_{HTR}(T_{R.T.})$ нагрузки 33 в данный момент времени.

$$I_{Q2_ON}(T_{R.T.}) = \frac{V_{out}}{R_{shunt} + R_{HTR}(T_{R.T.})} \dots (14)$$

Кроме того, разность ΔI_{Q2_ON} , получаемую вычитанием значения тока $I_{Q2_ON}(T_{Depletion})$ из значения тока $I_{Q2_ON}(T_{R.T.})$, можно определить из нижеприведенного выражения (15).

$$\Delta I_{Q2_ON} = \frac{V_{out}}{R_{shunt} + R_{HTR}(T_{R.T.})} - \frac{V_{out}}{R_{shunt} + R_{HTR}(T_{Depletion})} = \frac{\{R_{HTR}(T_{Depletion}) - R_{HTR}(T_{R.T.})\} \times V_{out}}{\{R_{shunt} + R_{HTR}(T_{R.T.})\} \times \{R_{shunt} + R_{HTR}(T_{Depletion})\}} \dots (15)$$

Из выражения (15) может быть найдено, что, если R_{shunt} повышается, разность ΔI_{Q2_ON} между значением тока $I_{Q2_ON}(T_{R.T.})$ и значением тока $I_{Q2_ON}(T_{Depletion})$ уменьшается, и невозможно точно оценить остаточное количество источника аэрозоля. Поэтому значение сопротивления R_{shunt} шунтирующего резистора определяется так, чтобы разность ΔI_{Q2_ON} была больше искомого порогового значения ΔI_{thre} , как представлено нижеприведенным выражением (16).

$$\Delta I_{thre} < \frac{\{R_{HTR}(T_{Depletion}) - R_{HTR}(T_{R.T.})\} \times V_{out}}{\{R_{shunt} + R_{HTR}(T_{R.T.})\} \times \{R_{shunt} + R_{HTR}(T_{Depletion})\}} \dots (16)$$

Посредством решения выражения (16) относительно значения сопротивления R_{shunt} условие, которому должно удовлетворять значение сопротивления R_{shunt} , чтобы достаточно повышать разрешение по расчетному значению остаточного количества, можно определить из нижеприведенного выражения (17),

с использованием искомого порогового значения ΔI_{thre} . Следовательно, значение сопротивления R_{shunt} устанавливается для удовлетворения выражению (17).

$$R_{\text{shunt}} < \frac{\sqrt{b^2 - 4c} - b}{2} \dots (17)$$

$$b = R_{\text{HTR}}(T_{\text{Depletion}}) + R_{\text{HTR}}(T_{\text{R.T.}})$$

$$c = R_{\text{HTR}}(T_{\text{Depletion}}) \times R_{\text{HTR}}(T_{\text{R.T.}}) + \frac{\{R_{\text{HTR}}(T_{\text{R.T.}}) - R_{\text{HTR}}(T_{\text{Depletion}})\} \times V_{\text{out}}}{\Delta I_{\text{thre}}}$$

В настоящем варианте осуществления значение сопротивления R_{shunt} устанавливается с таким расчетом, чтобы разность ΔI_{Q2_ON} между значением тока $I_{Q2_ON}(T_{\text{R.T.}})$ для тока, протекающего через нагрузку 33 при комнатной температуре, и значением тока $I_{Q2_ON}(T_{\text{Depletion}})$ для тока, протекающего через нагрузку 33, когда источник аэрозоля израсходован, была достаточно большой для определения блоком 22 управления. В качестве альтернативы возможна также конфигурация, в которой, например, значение сопротивления R_{shunt} устанавливается с таким расчетом, чтобы разность между значением тока, протекающего через нагрузку 33 при приблизительно температуре кипения источника аэрозоля, и значением тока, протекающего через нагрузку 33, когда источник аэрозоля израсходован, была достаточно большой для определения блоком 22 управления. В общем точность оценки остаточного количества источника аэрозоля повышается, когда разность температур, соответствующая разности токов, которая может определяться блоком 22 управления, становится меньше.

Ниже более подробно описывается конкретное влияние, которое разрешение блока 22 управления и настройки схемы определения остаточного количества, включая значение сопротивления нагрузки 33, оказывают на точность оценки остаточного количества источника аэрозоля. Если для блока 22 управления используется n-разрядный микроконтроллер и V_{REF} применяется как опорное напряжение, то разрешение блока 22 управления можно определить из нижеприведенного выражения (18).

$$\text{Разрешение (V/bit)} = \frac{V_{\text{REF}}}{2^n} \dots (18)$$

Разность ΔV_{Q2_ON} между значением, которое определяется вольтметром 342, когда нагрузка 33 находится при комнатной температуре, и значением, которое определяется вольтметром 342, когда источник аэрозоля израсходован, можно определить из нижеприведенного выражения (19), основанного на выражении (15).

$$\Delta V_{Q2_ON} = \frac{R_{\text{shunt}}}{R_{\text{shunt}} + R_{\text{HTR}}(T_{\text{R.T.}})} \times V_{\text{out}} - \frac{R_{\text{shunt}}}{R_{\text{shunt}} + R_{\text{HTR}}(T_{\text{Depletion}})} \times V_{\text{out}} =$$

$$R_{\text{shunt}} \times V_{\text{out}} \times \left\{ \frac{1}{R_{\text{shunt}} + R_{\text{HTR}}(T_{\text{R.T.}})} - \frac{1}{R_{\text{shunt}} + R_{\text{HTR}}(T_{\text{Depletion}})} \right\} \dots (19)$$

Следовательно, в соответствии с выражением (18) и (19) блок 22 управления может определять значение, представляемое нижеприведенным выражением (20), и целые кратные этому значению в виде разностей напряжений в диапазоне от 0 до ΔV_{Q2_ON} .

$$\frac{\Delta V_{Q2_ON}}{\text{Разрешение}} = 2^n \times \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{REF}}} \times R_{\text{shunt}} \times \left\{ \frac{1}{R_{\text{shunt}} + R_{\text{HTR}}(T_{\text{R.T.}})} - \frac{1}{R_{\text{shunt}} + R_{\text{HTR}}(T_{\text{Depletion}})} \right\} \dots (20)$$

Кроме того, в соответствии с выражением (20) блок 22 управления может определять значение, представляемое нижеприведенным выражением (21), и целые кратные этому значению в качестве температур нагревателя, в диапазоне от комнатной температуры до температуры нагрузки 33 в момент времени, когда источник аэрозоля израсходован.

$$\frac{(T_{\text{Depletion}} - T_{\text{R.T.}}) \times \text{Разрешение}}{\Delta V_{Q2_ON}} =$$

$$\frac{(T_{\text{Depletion}} - T_{\text{R.T.}}) \times V_{\text{REF}}}{2^n \times V_{\text{out}} \times R_{\text{shunt}}} \times$$

$$\left\{ \frac{1}{R_{\text{shunt}} + R_{\text{HTR}}(T_{\text{R.T.}})} - \frac{1}{R_{\text{shunt}} + R_{\text{HTR}}(T_{\text{Depletion}})} \right\}^{-1} \dots (21)$$

Нижеприведенная таблица показывает один пример разрешения блока 22 управления относительно температуры нагрузки 33 в случаях, когда переменные параметры в выражении (21) изменяются.

Переменный параметр [единицы измерения]	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
$T_{\text{R.T.}}$ [°C]	25	25	25	25	25
$T_{\text{Depletion}}$ [°C]	400	400	400	400	400

V _{REF} [В]	2	2	2	2	2
n [бит]	10	10	16	10	8
V _{out} [В]	2,5	2,5	0,5	0,5	0,5
R _{shunt} [Ом]	3	10	3	3	3
R _{HTR} (T _{R.T.}) [Ом]	1	1	1	1	1
R _{HTR} (T _{Depletion}) [Ом]	2	2	1,5	1,5	1,5
Разрешение [°C]	2,0	3,9	0,3	17,6	70,3

Из таблицы очевидна тенденция, что разрешение блока 22 управления относительно температуры нагрузки 33 значительно изменяется, когда значения параметров регулируются. Для определения, израсходован ли или нет источник аэрозоля, блок 22 управления должен быть в состоянии различать, по меньшей мере, комнатную температуру, которая является температурой в момент времени, когда управление блоком 22 управления не выполняется или начинается, и температуру в момент времени, когда источник аэрозоля израсходован. А именно разность между измеренным значением датчика 34 остаточного количества, получаемым при комнатной температуре, и измеренным значением датчика 34 остаточного количества, получаемым при температуре в момент времени, когда источник аэрозоля израсходован, должна быть значительной, чтобы быть различимой для блока 22 управления. Иначе говоря, разрешение блока 22 управления относительно температуры нагрузки 33 должно быть не больше разности между температурой в момент времени, когда источник аэрозоля израсходован, и комнатной температурой.

Как описано выше, если остаточное количество источника аэрозоля является достаточно большим, то температура нагрузки 33 сохраняется около температуры кипения источника аэрозоля. Для более точного определения, израсходован ли источник аэрозоля, предпочтительно, чтобы блок 22 управления был способен различать температуру кипения источника аэрозоля и температуру в момент времени, когда источник аэрозоля израсходован. А именно предпочтительно, чтобы разность между измеренным значением датчика 34 остаточного количества, получаемым при температуре кипения источника аэрозоля, и измеренным значением датчика 34 остаточного количества, получаемым при температуре в момент времени, когда источник аэрозоля израсходован, была значительной, чтобы быть различимой для блока 22 управления. Иначе говоря, предпочтительно, чтобы разрешение блока 22 управления относительно температуры нагрузки 33 было не больше разности между температурой в момент времени, когда источник аэрозоля израсходован, и температурой кипения источника аэрозоля.

Кроме того, если датчик 34 остаточного количества служит не только для получения измеренного значения, подлежащего использованию для определения, израсходован ли или нет источник аэрозоля, но также в качестве датчика для определения температуры нагрузки 33, то предпочтительно, чтобы блок 22 управления был способен различать комнатную температуру, которая является температурой в момент времени, когда управление блоком 22 управления не выполняется или начинается, и температуру кипения источника аэрозоля. А именно предпочтительно, чтобы разность между измеренным значением датчика 34 остаточного количества, получаемым при комнатной температуре, и измеренным значением датчика 34 остаточного количества, получаемым при температуре кипения источника аэрозоля, была значительной, чтобы быть различимой для блока 22 управления. Иначе говоря, предпочтительно, чтобы разрешение блока 22 управления относительно температуры нагрузки 33 было не больше разности между температурой кипения источника аэрозоля и комнатной температурой.

Для использования датчика 34 остаточного количества с целью более точного определения температуры нагрузки 33, предпочтительно, чтобы разрешение блока 22 управления относительно температуры нагрузки 33 было не больше 10°C. Более предпочтительно, чтобы разрешение было не больше 5°C. Еще предпочтительнее, чтобы разрешение было не больше 1°C. Для точного различения случая, когда источник аэрозоля приближается к израсходованию, и случая, когда источник аэрозоля фактически израсходовался, предпочтительно, чтобы разрешение блока 22 управления относительно температуры нагрузки 33 было делителем разности между температурой в момент времени, когда источник аэрозоля израсходован, и комнатной температурой.

Следует отметить, что, как видно из таблицы, разрешение блока 22 управления относительно температуры нагрузки 33 можно легко повысить увеличением разрядности блока 22 управления, иначе говоря, повышением производительности блока 22 управления. Однако повышение производительности блока 22 управления приводит к увеличению его стоимости, массы, размеров и т.п.

Как описано выше, значение сопротивления шунтирующего резистора можно определять для удовлетворения по меньшей мере первого условия, что количество аэрозоля, вырабатываемого нагрузкой 33, не превышает предварительно заданного порогового значения, или второго условия, что уменьшение остаточного количества источника аэрозоля может определяться блоком 22 управления по выходному значению датчика 34 остаточного количества, и в более предпочтительном варианте значение сопротивления шунтирующего резистора определяется для удовлетворения как первого условия, так и второго условия. Возможна также конфигурация, в которой сопротивление шунтирующего резистора имеет зна-

чение ближе к наибольшему значению из значений, с которыми удовлетворяется второе условие, чем к наименьшему значению из значений, с которыми удовлетворяется первое условие. В данной конфигурации можно повысить насколько возможно разрешение, имеющее отношение к определению остаточного количества, при одновременном блокировании образования аэрозоля во время измерения. В результате остаточное количество источника аэрозоля можно оценивать не только точно, но и за короткий период времени и, соответственно, образование аэрозоля во время измерения может блокироваться еще эффективнее.

Можно утверждать, что как первое условие, так и второе условие относятся к отклику изменения значения тока, протекающего через нагрузку 33, который является измеренным значением датчика 34 остаточного количества, на изменение температуры нагрузки 33. Случай, когда происходит сильный отклик изменения значения тока, протекающего через нагрузку 33, на изменение температуры нагрузки 33, является случаем, когда в суммарном сопротивлении, составленном последовательно соединенными шунтирующим резистором 341 и нагрузкой 33, преобладает нагрузка 33. А именно, значение сопротивления R_{shunt} шунтирующего резистора является небольшим, и поэтому второе условие может выполняться легко, но удовлетворить первому условию трудно.

С другой стороны, случай, когда имеет место слабый отклик изменения значения тока, протекающего через нагрузку 33, на изменение температуры нагрузки 33, является случаем, когда в суммарном сопротивлении, составленном последовательно соединенными шунтирующим резистором 341 и нагрузкой 33, преобладает шунтирующий резистор 341. А именно значение сопротивления R_{shunt} шунтирующего резистора является большим, и поэтому первое условие может выполняться легко, но удовлетворить второму условию трудно.

Т.е. для удовлетворения первому условию, отклик изменения значения тока, протекающего через нагрузку 33, на изменение температуры нагрузки 33 должен быть не выше установленного верхнего предела. С другой стороны, для удовлетворения второму условию отклик изменения значения тока, протекающего через нагрузку 33, на изменение температуры нагрузки 33 должен быть, по меньшей мере, равен установленному нижнему пределу. Для удовлетворения как первому условию, так и второму условию отклик изменения значения тока, протекающего через нагрузку 33, на изменение температуры нагрузки 33 должен находиться в диапазоне, который задается установленным верхним пределом и установленным нижним пределом.

Вариант 1 схемы.

Фиг. 14 является принципиальной схемой, представляющей вариант схемы, входящей в состав аэрозоль-генерирующего устройства 1. В примере, приведенном на фиг. 14, цепь определения остаточного количества служит также цепью образования аэрозоля. А именно блок 211 преобразования напряжения, ключ Q2, датчик 34 остаточного количества и нагрузка 33 соединены последовательно. Образование аэрозоля и оценка остаточного количества выполняются с использованием единственной цепи. Остаточное количество можно также оценивать в данной конфигурации.

Вариант 2 схемы.

Фиг. 15 является принципиальной схемой, представляющей другой вариант схемы, входящей в состав аэрозоль-генерирующего устройства 1. Пример, показанный на фиг. 15, включает в себя блок 212 преобразования напряжения, который является импульсным стабилизатором, вместо линейного регулятора. В одном примере блок 212 преобразования напряжения является повышающим преобразователем и включает в себя индуктивность L1, диод D1, переключатель Q4 и конденсаторы C1 и C2, которые работают как сглаживающие конденсаторы. Блок 212 преобразования напряжения располагается до места, в котором цепь, продолжающаяся от источника 21 питания, разветвляется на цепь образования аэрозоля и цепь определения остаточного количества. Соответственно в цепь образования аэрозоля и цепь определения остаточного количества могут соответственно выводиться отличающиеся друг от друга напряжения в результате размыкания и замыкания ключа Q4 блока 212 преобразования напряжения, управляемого блоком 22 управления. Следует отметить, что, в случае когда вместо линейного регулятора применен импульсный стабилизатор, импульсный стабилизатор также может быть обеспечен в том же положении, где и линейный регулятор, показанный на фиг. 14.

Возможна также конфигурация, в которой управление блоком 212 преобразования напряжения выполняется так, что, когда предписывается функционировать цепи образования аэрозоля, на которую налагается меньше ограничений по подаваемому на нее напряжению, по сравнению с цепью определения остаточного количества, на которую в целом необходимо подавать постоянное напряжение для определения остаточного количества источника аэрозоля, потери мощности оказываются меньше тех, которые имеют место, когда предписывается функционировать цепи определения остаточного количества. В данной конфигурации может быть приостановлена бесполезная трата величины заряда источника 21 питания. Кроме того, блок 22 управления выполняет управление таким образом, чтобы ток, который протекает через нагрузку 33 по цепи определения остаточного количества, был меньше тока, который протекает через нагрузку 33 по цепи образования аэрозоля. Таким образом, посредством предписания функционировать цепи определения остаточного количества, может блокироваться образование аэрозоля на нагрузке 33 в то время, когда оценивается остаточное количество источника аэрозоля.

Возможна также конфигурация, в которой, в то время когда цепи образования аэрозоля предписано функционировать, импульсный стабилизатор вводится в действие в "режиме прямой связи" (называемым также "состоянием с прямой связью"), в котором переключение ключа Q4 нижнего плеча прекращается, и ключ Q4 поддерживается во включенном состоянии. А именно скважность ключа Q4 также может быть установлена равной 100%. Потери, которые возникают, когда импульсный стабилизатор переключается, включают в себя переходные потери и коммутационные потери, которые сопутствуют переключению, в дополнение к диэлектрическим потерям на электропроводность. Однако, если импульсный стабилизатор вводится в действие в режиме прямой связи, в импульсном стабилизаторе возникают только диэлектрические потери на электропроводность, и соответственно повышается эффективность использования величины заряда источника 21 питания. Возможна также конфигурация, в которой импульсный стабилизатор вводится в действие в режиме прямой связи в течение части периода, в течение которого цепи образования аэрозоля предписывается функционировать. В одном примере, если величина заряда источника 21 питания достаточно велика, и выходное напряжение источника 21 питания является высоким, то импульсный стабилизатор вводится в действие в режиме прямой связи. С другой стороны, если величина заряда источника 21 питания является небольшой, и выходное напряжение источника 21 питания является низким, то импульсный стабилизатор может переключаться. В данной конфигурации можно также оценивать остаточное количество и можно снизить потери по сравнению со случаем, когда применяется линейный регулятор. Следует отметить, что вместо повышающего преобразователя можно также применить понижающий преобразователь или повышающий/понижающий преобразователь.

Другие примеры.

Искомый объект для нагревания аэрозоль-генерирующим устройством может быть жидким источником ароматизатора, который содержит никотин и другие дополнительные материалы. В данном случае, образуемый аэрозоль вдыхается пользователем без прохождения через участок, содержащий дополнительный компонент. В случае когда используется такой источник ароматизатора, остаточное количество также может точно оцениваться с использованием вышеописанного аэрозоль-генерирующего устройства.

Блок 22 управления выполняет управление таким образом, чтобы ключи Q1 и Q2 не включались одновременно. А именно блок 22 управления выполняет управление таким образом, чтобы цепь образования аэрозоля и цепь определения остаточного количества не функционировали одновременно. Возможна также конфигурация, в которой обеспечивается время бестоковой паузы, в течение которой оба ключа Q1 и Q2 выключены, при переключении, размыкающем и замыкающем ключи Q1 и Q2. Тем самым можно исключить ситуацию, в которой ток протекает по двум цепям. С другой стороны, время бестоковой паузы предпочтительно сократить по возможности, чтобы не позволять температуре нагрузки 33 снижаться во время бестоковой паузы.

Обработка, показанная на фиг. 6, описана в предположении, что обработка для оценки остаточного количества выполняется однократно для одной затяжки, выполняемой пользователем. Однако возможна также конфигурация, в которой обработка для оценки остаточного количества выполняется однократно для множества затяжек вместо выполнения для каждой затяжки. Возможна также конфигурация, в которой после смены участка 3 источника аэрозоля обработка для оценки остаточного количества начинается после предварительно заданного числа затяжек, потому что после замены остается достаточное количество источника аэрозоля. А именно возможна также конфигурация, в которой частота подачи мощности в цепь определения остаточного количества ниже частоты подачи мощности в цепь образования аэрозоля. В данной конфигурации обработка для оценки остаточного количества блокируется от избыточного выполнения и выполняется только в подходящие сроки и, соответственно, эффективность использования величины заряда источник 21 питания повышается.

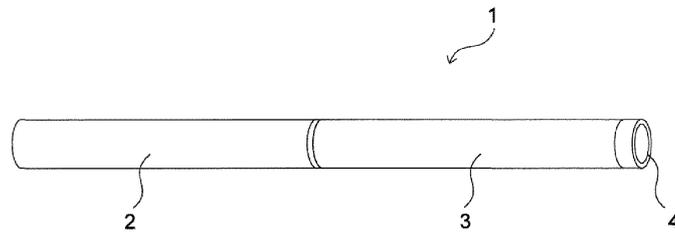
Список позиций

- 1 - Аэрозоль-генерирующее устройство;
- 2 - основной корпус;
- 21 - источник питания;
- 211 - схема питания;
- 212 - схема питания;
- 22 - блок управления;
- 23 - датчик вдоха;
- 3 - участок источника аэрозоля;
- 31 - участок хранения;
- 32 - подводящий участок;
- 33 - нагрузка;
- 34 - датчик остаточного количества;
- 341 - шунтирующий резистор;
- 342 - вольтметр;
- 4 - участок дополнительного компонента;
- 41 - ароматический компонент;

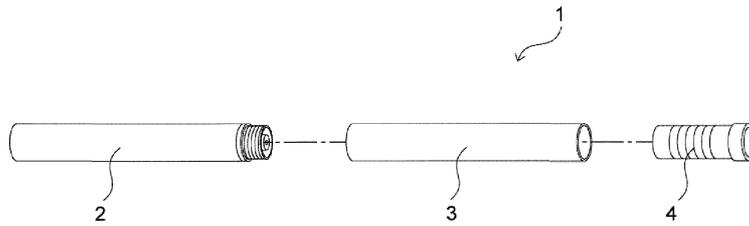
51 - первый узел;
52 - второй узел.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

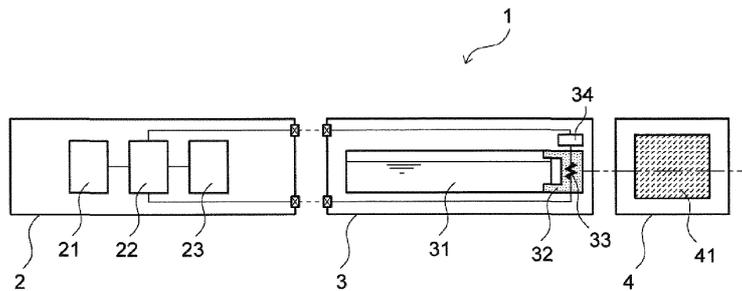
Аэрозоль-генерирующее устройство, содержащее
источник питания;
нагреватель, выполненный с возможностью генерирования аэрозоля посредством нагрева источника аэрозоля при подаче на нагреватель мощности от источника питания;
резистор, соединенный последовательно с нагревателем; и
блок управления, выполненный с возможностью управления подачей мощности от источника питания на нагреватель и приема измеренного значения, которое является значением тока, протекающего через резистор, или значением напряжения, поданного на резистор,
причем блок управления выполнен с возможностью определения наличия источника аэрозоля по разности измеренного значения и значения, соответствующего израсходованию источника аэрозоля,
при этом резистор имеет значение сопротивления, которое больше значения сопротивления нагревателя.



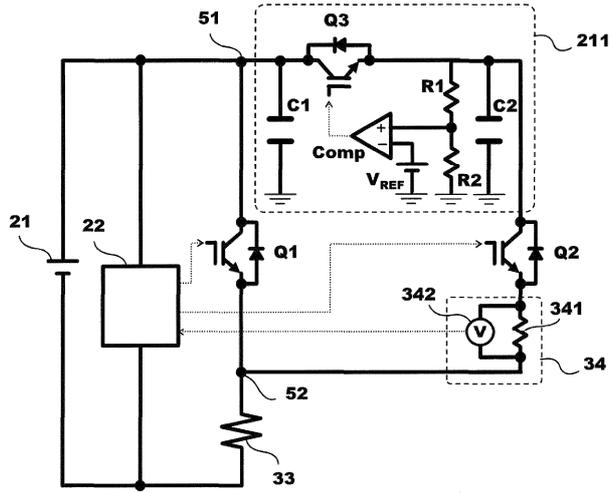
Фиг. 1



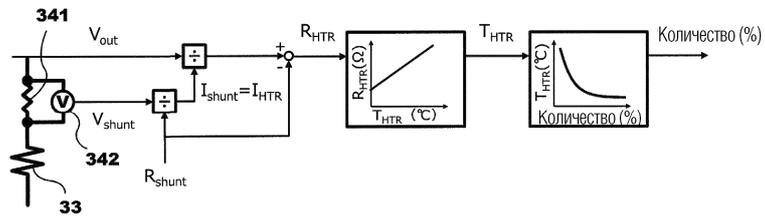
Фиг. 2



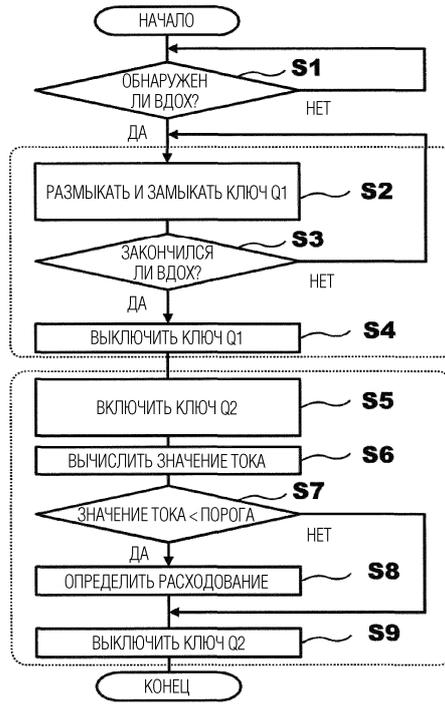
Фиг. 3



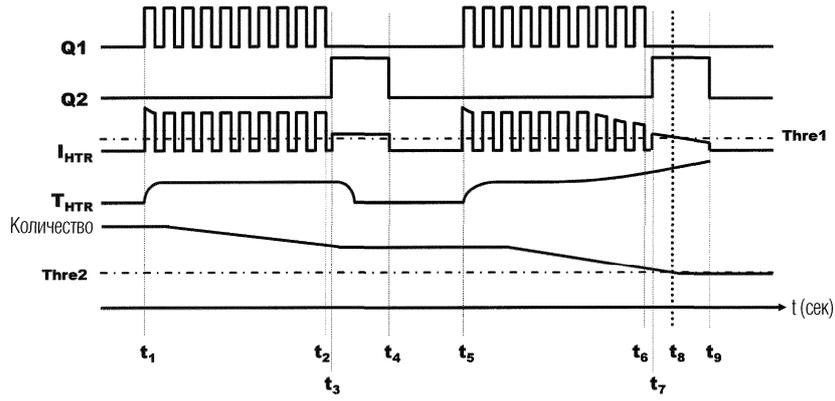
Фиг. 4



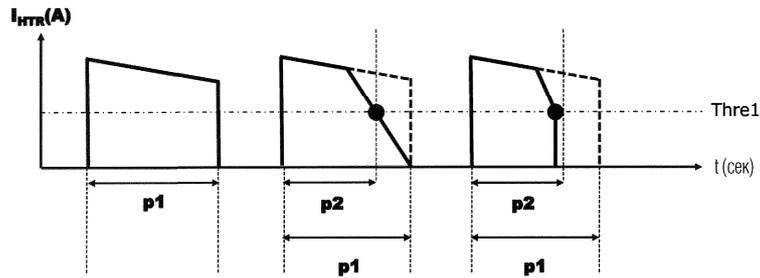
Фиг. 5



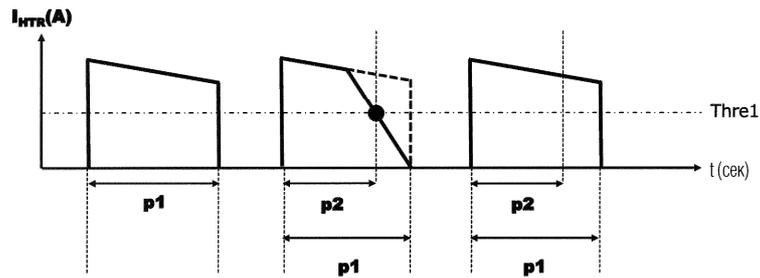
Фиг. 6



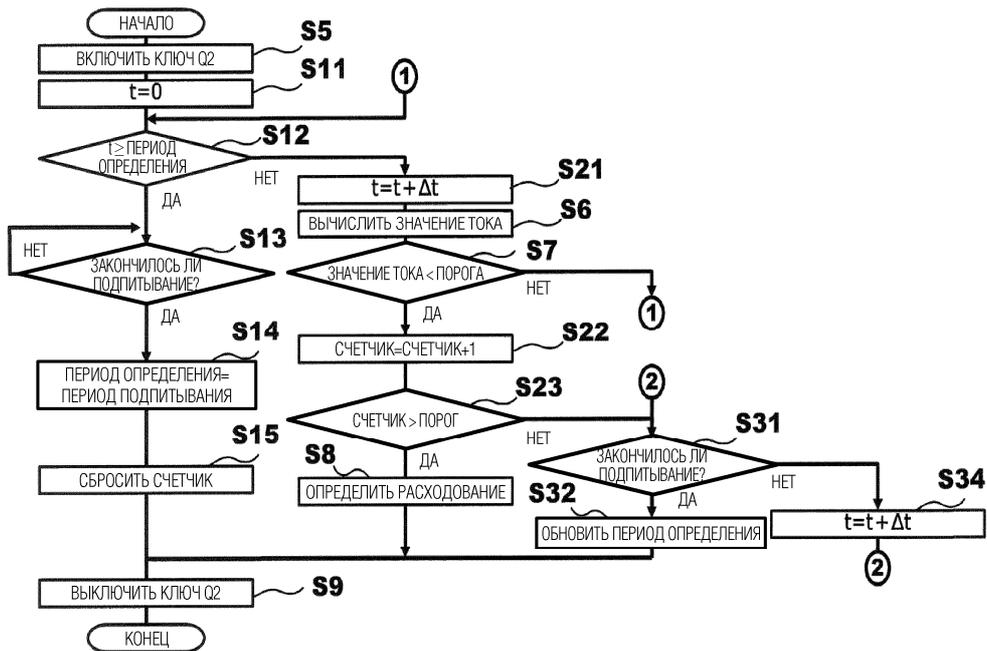
Фиг. 7



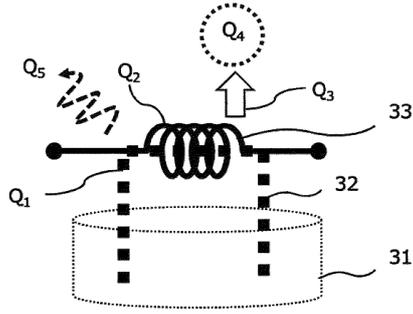
Фиг. 8



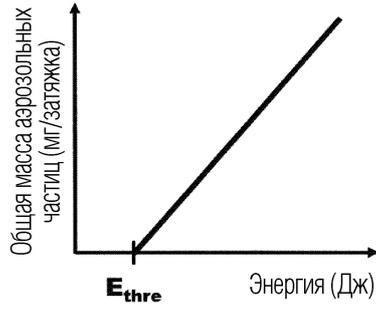
Фиг. 9



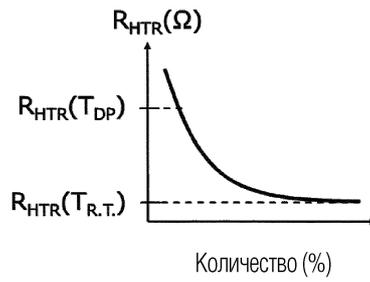
Фиг. 10



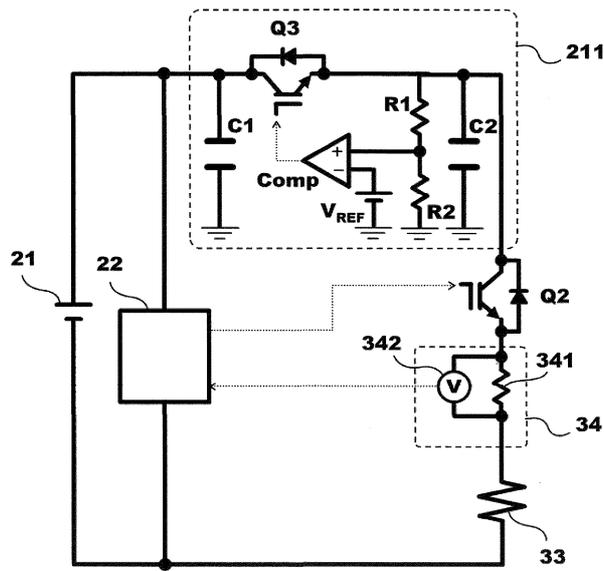
Фиг. 11



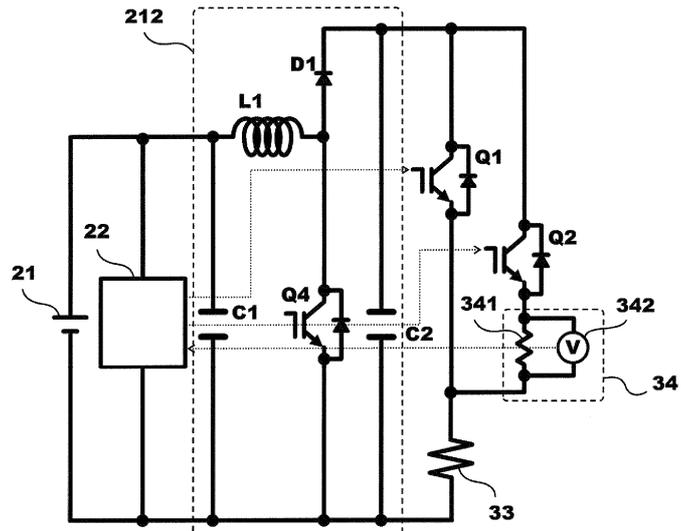
Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15

