

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202292890** (13) **A1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
2023.04.25

(51) Int. Cl. *A24F 40/57* (2020.01)

(22) Дата подачи заявки  
2021.07.08

**(54) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВОМ, ГЕНЕРИРУЮЩИМ АЭРОЗОЛЬ**

(31) 20185794.3

(72) Изобретатель:

(32) 2020.07.14

Пилатович Гжегож Александер (СН)

(33) ЕР

(74) Представитель:

(86) РСТ/ЕР2021/069069

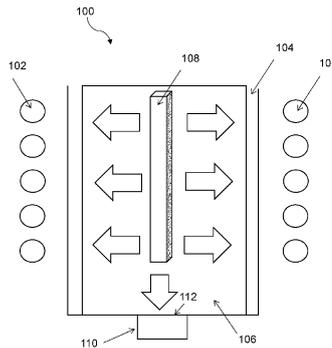
Поликарпов А.В., Соколова М.В.,  
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев  
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В.,  
Бучака С.М., Бельтюкова М.В. (RU)

(87) WO 2022/013073 2022.01.20

(71) Заявитель:

ДЖЕЙТИ ИНТЕРНЕСНЛ СА (СН)

(57) Раскрыт способ (200) управления устройством (100), генерирующим аэрозоль. Способ (200) включает прием функциональных параметров устройства (100), генерирующего аэрозоль, при этом функциональные параметры включают температуру окружающей среды и аспект мощности, подаваемой на индуктор (102) устройства (100), генерирующего аэрозоль; определение оцениваемой температуры токоприемника (108), расположенного внутри расходной части (106) для устройства (100), генерирующего аэрозоль, на основании функциональных параметров, при этом оцениваемая температура определяется во время индукционного нагрева токоприемника (108) индуктором (102); и управление мощностью, подаваемой на индуктор (102), на основании оцененной температуры токоприемника (108).



**202292890**  
**A1**

**202292890**  
**A1**

## **Способ управления устройством, генерирующим аэрозоль**

Настоящее изобретение относится к способу и устройству для управления устройством, генерирующим аэрозоль. В частности, способ включает оценку температуры внутри расходной части для устройства, генерирующего аэрозоль. Настоящее изобретение особенно применимо к портативным устройствам, генерирующим аэрозоль, которые могут нагревать, а не сжигать, табак или другие подходящие материалы субстрата для образования аэрозоля посредством индукционного нагрева токоприемника, расположенного внутри расходной части.

Популярность и использование устройств с уменьшенным риском или модифицированным риском (также известных как испарители) быстро возросли за последние несколько лет как помощь в содействии заядлым курильщикам, желающим бросить курить традиционные табачные продукты, такие как сигареты, сигары, сигариллы и табак для самокруток. Доступны различные устройства и системы, которые нагревают или подогревают вещества, способные образовывать аэрозоль, в противоположность сжиганию табака в обычных табачных продуктах.

Общедоступное устройство с уменьшенным риском или модифицированным риском представляет собой устройство для генерирования аэрозоля из нагреваемого субстрата или устройство нагрева без сжигания (HNB). Устройства этого типа генерируют аэрозоль или пар путем нагревания субстрата для образования аэрозоля (т. е. расходной части), который обычно содержит влажный листовой табак или другой подходящий материал, способный образовывать аэрозоль, до температуры, как правило, в диапазоне от 150 °С до 300 °С. При нагреве субстрата для образования аэрозоля, но не его горении или сжигании, высвобождается аэрозоль, который содержит желаемые для пользователя компоненты, но не побочные продукты горения и сжигания. Кроме того, аэрозоль, образующийся при нагревании табака или другого материала, способного образовывать аэрозоль, обычно не имеет горелого или горького привкуса, который может возникнуть в результате горения и может быть неприятным для пользователя.

В некоторых устройствах нагрева без сжигания индукционная катушка может использоваться для индукционного нагрева токоприемника, расположенного внутри субстрата для образования аэрозоля, и тепловая энергия передается от токоприемника на окружающий субстрат. Однако в таких устройствах, поскольку токоприемник изолирован внутри субстрата для образования аэрозоля, может быть сложно отслеживать процесс нагрева и точно управлять свойствами генерирования аэрозоля устройства.

Например, неадекватная информация об условиях внутри субстрата для образования аэрозоля может привести к слишком высокой или слишком низкой температуре паров, что

может вызвать неприятные ощущения у пользователя или создать угрозу безопасности для пользователя. Кроме того, может оказаться невозможным обеспечить постоянный опыт курения электронных сигарет, т. е. может оказаться невозможным обеспечить одинаковое качество курения электронных сигарет от затяжки к затяжке, от потребления к потреблению и/или от вкуса к вкусу.

Целью настоящего изобретения является решение одной или нескольких из этих проблем.

Согласно первому аспекту настоящего изобретения предоставлен способ управления устройством, генерирующим аэрозоль, включающий: прием эксплуатационных параметров устройства, генерирующего аэрозоль, при этом эксплуатационные параметры включают: температуру окружающей среды; и аспект мощности, подаваемой на индуктор устройства, генерирующего аэрозоль; определение оцениваемой температуры токоприемника, расположенного внутри расходной части для устройства, генерирующего аэрозоль, на основании эксплуатационных параметров, при этом оцениваемая температура определяется во время индукционного нагрева токоприемника индуктором; и управление мощностью, подаваемой на индуктор, на основании оцениваемой температуры токоприемника.

Таким образом обеспечивается способ управления процессом индукционного нагрева, который не требует расположения датчика температуры внутри расходной части. Как следствие, мощность, подаваемая на индуктор, может изменяться в соответствии с оцениваемой температурой токоприемника для регулировки температуры расходной части и управления свойствами генерирования аэрозоля устройства. Температуру токоприемника можно оценить с использованием тепловой модели, выходным результатом которой является значение внутренней температуры внутри расходной части. Преимущественно температура окружающей среды и мощность, подаваемая на индуктор, являются легко измеряемыми параметрами, которые могут обеспечить надежную оценку внутренней температуры расходной части и, таким образом, надежную оценку температуры токоприемника, расположенного внутри расходной части.

Температурой расходной части можно управлять с помощью замкнутой системы управления. Следовательно, температуру и нагрев расходной части можно регулировать без необходимости участия человека. Вырабатываемым токоприемником теплом, которое передается окружающей расходной части, можно управлять в соответствии с оцениваемой температурой токоприемника. Преимущественно это может защитить токоприемник и расходную часть от перегрева или может обеспечить выработку пара при оптимальной температуре. В одном примере нагревом токоприемника можно управлять таким образом,

чтобы температура токоприемника соответствовала предварительно определенному температурному профилю.

Предпочтительно способ дополнительно включает измерение температуры окружающей среды и аспекта мощности, подаваемой на индуктор устройства, генерирующего аэрозоль.

Предпочтительно аспект мощности, подаваемой на индуктор, включает по меньшей мере одно из: тока, подаваемого на индуктор; напряжения, подаваемого на индуктор; и активной мощности, подаваемой на индуктор.

Предпочтительно мощностью, подаваемой на индуктор, управляют с использованием пропорционально-интегрально-дифференциального, ПИД, регулятора. Таким образом, механизм обратной связи контура управления используется для обеспечения точных и оперативных коррекций температуры токоприемника на основании оцениваемой температуры токоприемника.

Предпочтительно мощностью, подаваемой на индуктор, управляют на основании разницы между оцениваемой температурой токоприемника и заданной температурой токоприемника. Например, ПИД-регулятор может непрерывно вычислять значение погрешности как разницу между заданной температурой и оцениваемой температурой и применять коррекцию на основании пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих.

Предпочтительно способ дополнительно включает приостановку подачи мощности на индуктор, если оцениваемая температура токоприемника достигает порогового значения. Таким образом можно предотвратить перегрев расходной части.

Предпочтительно оцениваемую температуру токоприемника определяют на основании эксплуатационных параметров устройства, генерирующего аэрозоль, и на основании тепловых свойств расходной части. Предпочтительно тепловые свойства расходной части включают: теплоемкость и тепловое сопротивление. В частности, тепловые свойства расходной части могут представлять собой свойства субстрата для образования аэрозоля или материала, генерирующего аэрозоль, внутри расходной части, например, теплоемкость и тепловое сопротивление табака. Таким образом, можно использовать тепловую модель для оценки температуры в точке в центре расходной части, используя температуру окружающей среды и мощность, подаваемую на индуктор, в качестве измеряемых переменных, и используя теплоемкость и тепловое сопротивление расходной части в качестве фиксированных параметров.

Предпочтительно способ дополнительно включает обновление тепловых свойств расходной части во время индукционного нагрева токоприемника. Известно, что свойства

(например, тепловые свойства) расходной части могут изменяться в процессе нагрева. Например, известно, что теплоемкость табака увеличивается по мере увеличения содержания влаги в табаке или увеличения температуры табака. Более того, известно, что тепловое сопротивление табака уменьшается по мере увеличения температуры табака. Таким образом, целесообразно корректировать и обновлять тепловые свойства расходной части во время операции нагрева. Таким образом, может быть обеспечена более точная оценка температуры токоприемника.

Предпочтительно способ дополнительно включает измерение, с использованием датчика температуры, температуры на внешней поверхности расходной части; и обновление тепловых свойств расходной части на основании измеренной температуры. Температура, измеренная на внешней поверхности расходной части, зависит от внутренней температуры расходной части, мощности, индуцируемой в токоприемнике, теплоемкости расходной части и теплового сопротивления расходной части. Следовательно, теплоемкость и тепловое сопротивление могут обновляться во время процесса нагрева на основании температуры, измеренной на внешней поверхности расходной части, и ее связи с эксплуатационными параметрами устройства, генерирующего аэрозоль.

Предпочтительно способ дополнительно включает вычисление оцениваемой температуры на внешней поверхности расходной части; и обновление тепловых свойств расходной части на основании разницы между измеренной температурой на внешней поверхности расходной части и оцениваемой температурой на внешней поверхности расходной части.

Предпочтительно, чтобы обновленные свойства расходной части определялись с использованием по меньшей мере одного из: расширенного фильтра Калмана; рекурсивного фильтра наименьших квадратов; метода вариации параметров; или метода характеристического отображения.

Согласно другому аспекту изобретения предоставлено устройство, генерирующее аэрозоль, содержащее схему обработки, выполненную с возможностью выполнения вышеуказанного способа, и датчик температуры, выполненный с возможностью измерения температуры окружающей среды.

Согласно другому аспекту изобретения предоставлен машиночитаемый носитель, содержащий исполняемые команды, которые при исполнении схемой обработки обеспечивают выполнение схемой обработки описанного выше способа.

Согласно другому аспекту изобретения предоставлен компьютерный программный продукт, содержащий команды, которые при исполнении схемой обработки программы обеспечивают выполнение схемой обработки описанного выше способа.

Варианты осуществления изобретения описаны далее в качестве примера со ссылкой на графические материалы, на которых:

на фиг. 1 представлен схематический вид внутренних компонентов устройства, генерирующего аэрозоль, в варианте осуществления изобретения;

на фиг. 2 представлена блок-схема, на которой показаны этапы способа эксплуатации устройства, генерирующего аэрозоль, в варианте осуществления изобретения;

на фиг. 3 представлено схематическое изображение, на котором показана тепловая модель, используемая для оценки температуры токоприемника внутри расходной части устройства, генерирующего аэрозоль; и

на фиг. 4 представлена блок-схема, на которой показаны этапы способа обновления тепловых свойств расходной части в варианте осуществления изобретения.

На фиг. 1 представлен схематический вид внутренних компонентов устройства 100, генерирующего аэрозоль, в варианте осуществления изобретения. Устройство 100, генерирующее аэрозоль, представляет собой устройство нагрева без сжигания, в котором используется система индукционного нагрева для генерирования аэрозоля (также известного как пар). В частности, устройство 100, генерирующее аэрозоль, содержит один или несколько индукторов 102 и нагревательную камеру 104, выполненную с возможностью размещения расходной части 106. Каждый индуктор 102 обычно содержит проволоку или другой проводник, намотанный в виде катушки вокруг магнитного сердечника. Расходная часть 106 содержит материал, генерирующий аэрозоль, такой как табак или другой подходящий материал, который выделяет аэрозоль при нагревании до температуры образования аэрозоля. Токоприемник 108 расположен внутри расходной части 106 таким образом, что токоприемник 108 окружен материалом, генерирующим аэрозоль. Предпочтительно токоприемник 108 размещен в центре или сердцевине расходной части 106. Например, расходная часть 106 может содержать стержень из материала, генерирующего аэрозоль, и токоприемник 108 может быть размещен в среднем положении вдоль цилиндрической оси стержня. Токоприемник 108 содержит электропроводящий материал, такой как графит, карбид кремния, молибден или нержавеющая сталь.

При использовании источник питания, такой как батарея (не изображена), используется для генерирования высокочастотного переменного тока. Ток подается на один или несколько индукторов 102, и генерируется меняющееся во времени магнитное поле. Токоприемник 108 размещен внутри генерируемого магнитного поля, и переменное электромагнитное поле индуцирует вихревые токи в токоприемнике 108. Это нагревает токоприемник 108, и токоприемник 108 передает тепловую энергию окружающему материалу, генерирующему аэрозоль, расходной части 106, тем самым увеличивая

температуру расходной части 106. Когда температура расходной части 106 (т. е. материала, генерирующего аэрозоль) превышает температуру образования аэрозоля, образуется аэрозоль, который пользователь может вдохнуть.

Устройство 100, генерирующее аэрозоль, дополнительно содержит датчик 110 температуры, расположенный внутри нагревательной камеры 104 (или смежно с ней). Датчик 110 температуры выполнен с возможностью взаимодействия с расходной частью 106, размещенной внутри нагревательной камеры 104, и измерения температуры расходной части 106. Таким образом, датчик 110 температуры выполнен с возможностью измерения температуры расходной части 106 на внешней поверхности 112 расходной части 106. Предпочтительно внешняя поверхность 112 представляет собой открытую поверхность материала, генерирующего аэрозоль, так что датчик 110 температуры соприкасается с материалом, генерирующим аэрозоль, который содержится внутри расходной части 106.

В одном примере датчик 110 температуры может представлять собой термометр сопротивления, такой как платиновый термометр сопротивления (PRT). В других примерах датчик 110 температуры может представлять собой датчик температуры альтернативного типа, такой как термопара, термистор с отрицательным температурным коэффициентом (NTC) или датчик на основе полупроводника.

Специалисту в данной области техники будет понятно, что в некоторых вариантах осуществления датчик 110 температуры может отсутствовать.

Устройство 100, генерирующее аэрозоль, может дополнительно содержать схему обработки (не изображена) для управления работой компонентов устройства 100, генерирующего аэрозоль.

На фиг. 2 проиллюстрирован способ 200 эксплуатации устройства 100, генерирующего аэрозоль, в варианте осуществления изобретения.

На этапе 202 заданная температура токоприемника 102 поступает в устройство 100, генерирующее аэрозоль. Например, заданная температура может быть предварительно определена в схеме обработки. Дополнительно или альтернативно на устройстве 100, генерирующем аэрозоль, может быть получен такой заданный температурный профиль, что заданная температура изменяется на протяжении всей операции нагрева. Например, заданная температура может быть выше на начальной стадии операции нагрева.

На этапе 204 вычисляется погрешность (например, разница) между заданной температурой и оцениваемой температурой токоприемника 108. Расчетная температура токоприемника 108 будет дополнительно рассмотрена ниже. Погрешность может быть вычислена схемой обработки.

На этапе 206 мощностью, подаваемой на один или несколько индукторов 102, управляют на основании оцениваемой температуры токоприемника 108. В частности, мощностью, подаваемой на один или несколько индукторов 102, управляют на основании погрешности между заданной температурой и оцениваемой температурой токоприемника 108. Например, если оцениваемая температура токоприемника 108 ниже заданной температуры токоприемника 108, мощность, подаваемая на один или несколько индукторов 102, может быть увеличена. Аналогичным образом, если оцениваемая температура токоприемника 108 выше заданной температуры токоприемника 108, мощность, подаваемая на один или несколько индукторов 102, может быть уменьшена. Таким образом, температура токоприемника 108 может быть определена без необходимости расположения температурного зонда внутри расходной части 106, и температура расходной части 106 может впоследствии регулироваться для защиты токоприемника 108 и расходной части 106 от перегрева и/или для обеспечения того, чтобы пар производился при оптимальной температуре.

Мощностью, подаваемой на один или несколько индукторов 102, можно управлять с использованием пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регулятора. ПИД-регулятор вычисляет значение погрешности как разницу между заданной температурой и оцениваемой температурой токоприемника 109 и регулирует мощность, подаваемую на один или несколько индукторов 102, на основании пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих.

В некоторых примерах величиной мощности, подаваемой на один или несколько индукторов 102, также можно управлять на основании эффективности передачи энергии от одного или нескольких индукторов 102 к токоприемнику 108. Эффективность передачи энергии представляет собой отношение энергии, которая передается для полезной тепловой энергии в токоприемнике 108, по сравнению с общей энергией, подаваемой на один или несколько индукторов 102. Например, если эффективность передачи энергии равна 0,4, то 40 Вт мощности, подаваемой на один или несколько индукторов, будут производить 16 Вт мощности на токоприемнике. Эффективность передачи энергии устройства 100, генерирующего аэрозоль, может быть предварительно определена во время разработки продукта.

На этапе 208 эксплуатационные параметры устройства 100, генерирующего аэрозоль, принимаются в устройстве 100, генерирующем аэрозоль. Эксплуатационные параметры включают мощность, подаваемую на один или несколько индукторов 102, и температуру окружающей среды устройства 100, генерирующего аэрозоль (и необязательно состоят из них). В частности, температура окружающей среды соответствует температуре

устройства 100, генерирующего аэрозоль, вдали от нагревательной камеры 104 (т. е. в местоположении, на которое не влияет тепловое воздействие токоприемника 108). Например, температура окружающей среды может соответствовать температуре, измеренной на схеме обработки (например, печатной плате или контроллере) устройства 100, генерирующего аэрозоль. Таким образом, температура окружающей среды предпочтительно соответствует начальной температуре расходной части 106 перед началом процесса нагрева.

Необязательно способ 200 может дополнительно включать измерение мощности, подаваемой на один или несколько индукторов 102, и измерение температуры окружающей среды устройства 100, генерирующего аэрозоль. Например, мощность, подаваемая на один или несколько индукторов 102, может быть измерена с использованием ваттметра (например, датчика тока и напряжения) на одном или нескольких индукторах 102. Температура окружающей среды может быть измерена с использованием датчика температуры, расположенного в положении, которое находится вдали от нагревательного воздействия токоприемника 108, например, в схеме обработки.

На этапе 210 определяется оцениваемая температура токоприемника 108. Это достигается путем оценки внутренней температуры расходной части 106. В частности, можно оценить температуру в одной точке внутри расходной части 106, соответствующей местоположению токоприемника 108. В одном примере можно оценить температуру в центре расходной части 106.

Оцениваемая температура токоприемника 108 вычисляется на основании мощности, подаваемой на один или несколько индукторов 102, и температуры окружающей среды устройства 100, генерирующего аэрозоль, т. е. эксплуатационных параметров. Вычисление также основано на тепловых свойствах расходной части 106. В частности, тепловые свойства включают (и необязательно состоят из них) тепловое сопротивление и теплоемкость расходной части 106 (т. е. тепловое сопротивление и теплоемкость материала, генерирующего аэрозоль, внутри расходной части 106, например, табака).

Начальные значения (например, значения по умолчанию) для теплового сопротивления и теплоемкости могут быть измерены и/или вычислены до первого функционирования устройства 100, генерирующего аэрозоль, то есть до того, как расходная часть 106 будет нагрета. Например, начальные значения могут быть предварительно определены во время разработки продукта в виде устройства 100, генерирующего аэрозоль.

Однако известно, что тепловые свойства расходной части 106 могут изменяться во время процесса нагрева. Например, известно, что теплоемкость табака увеличивается по мере увеличения содержания влаги в табаке или увеличения температуры табака. Более

того, известно, что тепловое сопротивление табака уменьшается по мере увеличения температуры табака. Таким образом, в некоторых вариантах осуществления тепловые свойства расходной части 106 могут быть обновлены или отрегулированы во время операции нагрева, т. е. способ 200 может дополнительно включать этапы 212 и 214.

На этапе 212 температура на внешней поверхности 212 расходной части 106 измеряется детектором 110 температуры. Предпочтительно внешняя поверхность 212 представляет собой открытую поверхность материала, генерирующего аэрозоль, так что температура материала, генерирующего аэрозоль, измеряется детектором 110 температуры.

На этапе 214 обновляются тепловые свойства расходной части 106 (например, тепловые свойства материала, генерирующего аэрозоль). В частности, тепловое сопротивление и теплоемкость расходной части 106 обновляются на основании температуры, измеренной на внешней поверхности 212 расходной части 108. Это может быть достигнуто путем сравнения измеренной температуры на внешней поверхности 112 расходной части 108 с оцениваемой температурой на внешней поверхности 112 расходной части 108 и вычисления скорректированных значений теплового сопротивления и теплоемкости на основании погрешности, например, вычисления скорректированных значений теплового сопротивления и теплоемкости, минимизирующих погрешность. Процесс обновления тепловых свойств будет более подробно рассмотрен далее со ссылкой на фиг. 4.

Обновленные тепловые свойства затем используются на этапе 210, где оцениваемая температура токоприемника 108 вычисляется на основании эксплуатационных параметров устройства 100, генерирующего аэрозоль, и тепловых свойств расходной части 106.

Конечно, специалисту в данной области техники будет понятно, что этапы 212 и 214 являются необязательными, и в некоторых вариантах осуществления тепловые свойства расходной части 106 могут не обновляться во время процесса нагрева. В этом случае начальные значения (например, значения по умолчанию) для теплового сопротивления и теплоемкости всегда будут использоваться на этапе 210 при вычислении оцениваемой температуры токоприемника 108, а не только во время первого цикла способа 200.

Оценка температуры может быть выполнена в схеме обработки, которая может использовать тепловую модель, такую как рассмотрена со ссылкой на фиг. 3. Например, тепловая модель может принимать мощность, подаваемую на один или несколько индукторов 102, и температуру окружающей среды устройства 100, генерирующего аэрозоль (т. е. эксплуатационные параметры), в качестве входных данных. Тепловая модель также может принимать и/или иметь доступ к тепловому сопротивлению и теплоемкости расходной части 106. Вначале тепловая модель может принять начальные значения

(например, значения по умолчанию) для теплового сопротивления и теплоемкости расходной части 106. Однако после начала операции нагрева тепловая модель может принимать обновленное значение для теплового сопротивления и теплоемкости расходной части 106. Используя эти значения, тепловая модель может вывести оцениваемую температуру токоприемника 108.

В одном примере подача питания на один или несколько индукторов 102 может быть приостановлена, если оцениваемая температура токоприемника 108 достигает порогового значения. Например, это может предотвратить перегрев расходной части 106 или может обеспечить адаптируемый период предварительного нагрева расходной части, при котором расходный материал 106 предварительно нагревается до тех пор, пока внутренняя температура расходной части 106 не достигнет порогового значения.

После этапа 210 способ 200 возвращается к этапу 204, где оцениваемая температура токоприемника 108, определенная на этапе 210, сравнивается с заданной температурой токоприемника 108 и вычисляется новая погрешность. Мощность, подаваемая на один или несколько индукторов 102, регулируется на этапе 206 с использованием вновь вычисленной погрешности, на этапе 208 принимается скорректированное значение мощности, подаваемой на один или несколько индукторов 102, и так далее.

На фиг. 3 представлено схематическое изображение, на котором показана тепловая модель 300, которую можно использовать для оценки температуры токоприемника 108. Тепловая модель 300 может быть реализована с использованием схемы обработки устройства 100, генерирующего аэрозоль. Например, тепловая модель 300 может быть реализована с использованием программного обеспечения или может быть реализована с помощью физической схемы, например, без необходимости использования внешнего контроллера.

Тепловая модель 300 представляет собой модель тепловой цепи, которая моделирует тепловой поток по аналогии с электрической цепью. Тепловой поток представлен током, температуры представлены напряжениями, источники тепла представлены источниками постоянного тока, тепловые сопротивления представлены резисторами и теплоемкости представлены конденсаторами.

Как видно на фиг. 3:

- $\dot{Q}_1$  – мощность, рассеиваемая на токоприемнике 108 (т. е. интенсивность теплового потока от токоприемника 108);
- $C_T$  – теплоемкость расходной части 106;
- $R_{cond}$  – тепловое сопротивление расходной части 106 для передачи тепла путем теплопроводности;

- $R_{conv}$  – тепловое сопротивление расходной части 106 для передачи тепла путем конвекции;
- $R_{rad}$  – тепловое сопротивление расходной части 106 для передачи тепла путем излучения;
- $T_{int}$  – внутренняя температура расходной части 106 (которая соответствует температуре токоприемника 108);
- $T_{sensor}$  – температура, измеренная на внешней поверхности 112 расходной части 108 датчиком 110 температуры; и
- $T_{amb}$  – температура окружающей среды, измеренная вдали от нагревательного воздействия токоприемника 108.

Мощность, рассеиваемая на токоприемнике 108, равна интенсивности теплового потока по двум параллельным путям:

$$\dot{Q}_1 = \dot{Q}_2 + \dot{Q}_3$$

Теплоемкость расходной части 106 определяется как:

$$C_T = \lim_{\Delta T \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

где  $\Delta Q$  количество тепла, которое необходимо передать объекту в виде расходной части 106 (массой  $M$ ), чтобы повысить его температуру на  $\Delta T$ . Следовательно,  $\dot{Q}_2$  может быть записано как:

$$\dot{Q}_2 = C_T \frac{\partial T_{int}}{\partial t}$$

где  $t$  – время. Общее тепловое сопротивление  $R_{total}$  задано по:

$$R_{total} = R_{cond} + \frac{R_{conv} R_{rad}}{R_{conv} + R_{rad}}$$

Используя общий принцип, согласно которому падение температуры  $\Delta T$  на заданном абсолютном тепловом сопротивлении  $R$  с заданным тепловым потоком  $\dot{Q}$  задано по:

$$\Delta T = \dot{Q} \times R$$

Из этого следует, что:

$$\dot{Q}_3 = \frac{T_{int} - T_{amb}}{R_{total}}$$

Следовательно,  $\dot{Q}_1$  можно переписать как:

$$\dot{Q}_1 = C_T \frac{\partial T_{int}}{\partial t} + \frac{T_{int} - T_{amb}}{R_{total}}$$

Внутренняя температура расходной части  $T_C$  затем может быть оценена со знанием  $\dot{Q}_1$ ,  $R_{total}$ ,  $T_{amb}$  и  $C_T$ . Специалисту в данной области техники будет понятно, что  $\dot{Q}_1$  можно вычислить на основании мощности, подаваемой на один или несколько индукторов 102, и

предварительно определенного значения эффективности передачи энергии на токоприемник 108.

Тепловая модель 300 также может использоваться для обновления значений для теплового сопротивления и теплоемкости на основании температуры, измеренной на внешней поверхности 112 расходной части 108. Опять же, используя общий принцип, согласно которому падение температуры  $\Delta T$  на заданном абсолютном тепловом сопротивлении  $R$  с заданным тепловым потоком  $\dot{Q}$  задано по:

$$\Delta T = \dot{Q} \times R$$

Из этого следует, что:

$$T_{sensor} = T_{int} - (\dot{Q}_2 \times R_{cond})$$

Замена  $\dot{Q}_2$  дает:

$$T_{sensor} = T_{int} - (C_T \frac{\partial T_C}{\partial t} \times R_{cond})$$

Следовательно, используя это соотношение, значения  $C_T$  и  $R_{cond}$  могут быть обновлены на основании измеренного значения  $T_{sensor}$ , т. е. температуры, измеренной на внешней поверхности 112 расходной части 106. Например, измеренное значение  $T_{sensor}$  можно сравнить с оцениваемым значением  $T_{sensor}$ , которое оценивается с использованием приведенного выше уравнения. Значения  $C_T$  и  $R_{cond}$  могут быть скорректированы для минимизации погрешности между измеренным и оцениваемым значением.

Конечно, следует понимать, что тепловая модель 300 является просто одной возможной тепловой моделью согласно изобретению, и альтернативные тепловые модели также могут использоваться для определения оцениваемой температуры токоприемника 108 и обеспечения обновленных значений для тепловых свойств.

На фиг. 4 проиллюстрирован способ 400 обновления тепловых свойств расходной части 106 в варианте осуществления изобретения. Способ 400 может образовывать часть способа 200.

Хотя начальные значения (например, значения по умолчанию или предварительно определенные значения) для теплового сопротивления и теплоемкости расходной части 106 могут использоваться для оценки температуры токоприемника 108, поскольку известно, что тепловые свойства расходной части 106 меняются со временем, целесообразно постоянно обновлять тепловые свойства во время функционирования устройства 100, генерирующего аэрозоль. Например, такие факторы, как грязь внутри нагревательной камеры 104, старение компонентов, содержание влаги, производственные допуски или изменение составов расходной части 106, могут привести к изменению значений теплового сопротивления и теплоемкости в течение срока службы устройства 100, генерирующего аэрозоль.

Следовательно, обновление значений теплового сопротивления и теплоемкости во время функционирования устройства 100, генерирующего аэрозоль, приводит к более точной оценке температуры токоприемника 106 и, таким образом, к улучшению характеристик устройства 100, генерирующего аэрозоль.

Первоначально значения теплового сопротивления и теплоемкости, используемые для вычисления оцениваемой температуры токоприемника 108, могут быть исходными значениями (например, значениями по умолчанию), которые были предварительно определены во время разработки продукта. Однако после начала операции нагрева устройства 100, генерирующего аэрозоль, можно использовать способ 400 предоставления обновленных значений для теплового сопротивления и теплоемкости, которые затем можно использовать для вычисления оцениваемой температуры токоприемника 108.

Способ 400 начинается с этапа 402, и вычисляется оцениваемая температура на внешней поверхности 112 расходной части 106. Например, температура на внешней поверхности 112 расходной части 106 может быть рассчитана с использованием тепловой модели, такой как тепловая модель 300, описанная выше.

На этапе 404 фактическая температура на внешней поверхности 112 расходной части 106 измеряется с использованием датчика 110 температуры.

На этапе 406 измеренная температура на внешней поверхности 112 расходной части 106 сравнивается с оцениваемой температурой на внешней поверхности 112 расходной части 106, и тепловые свойства расходной части 106 обновляются на основании разницы между значениями. В частности, значения для теплоемкости и теплового сопротивления расходной части 106 могут быть скорректированы для минимизации погрешности между измеренной и оцениваемой температурой на внешней поверхности 112 расходной части 106.

В одном примере погрешность может быть минимизирована (и обновлены тепловые свойства) с использованием расширенного фильтра Калмана. В другом примере может использоваться рекурсивный фильтр наименьших квадратов. В другом примере может использоваться метод вариации параметров. В другом примере может использоваться метод характеристического отображения.

Обновленные значения для теплового сопротивления и теплоемкости затем можно использовать на этапе 210 способа 200 для вычисления оцениваемой температуры токоприемника 108. Например, обновленные значения для теплового сопротивления и теплоемкости могут быть возвращены в тепловую модель 300 или другую подходящую тепловую модель. Обновленные значения заменят начальные значения для теплового

сопротивления и теплоемкости или заменят текущие значения для теплового сопротивления и теплоемкости (т. е. ранее обновленные значения).

Конечно, специалисту в данной области техники будет понятно, что, если начальные (или текущие) значения для теплового сопротивления и теплоемкости оптимальны, т. е. значения уже минимизируют погрешность между измеренной и оцениваемой температурой на внешней поверхности 112 расходной части 106, значения для теплового сопротивления и теплоемкости могут не обновляться.

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

1. Способ управления устройством, генерирующим аэрозоль, включающий:  
прием эксплуатационных параметров устройства, генерирующего аэрозоль, при этом эксплуатационные параметры включают:  
температуру окружающей среды; и  
аспект мощности, подаваемой на индуктор устройства, генерирующего аэрозоль;  
определение оцениваемой температуры токоприемника, расположенного внутри расходной части для устройства, генерирующего аэрозоль, на основании эксплуатационных параметров, при этом оцениваемая температура определяется во время индукционного нагрева токоприемника индуктором; и  
управление мощностью, подаваемой на индуктор, на основании оцениваемой температуры токоприемника.
2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что аспект мощности, подаваемой на индуктор, включает по меньшей мере одно из:  
тока, подаваемого на индуктор;  
напряжения, подаваемого на индуктор; и  
активной мощности, подаваемой на индуктор.
3. Способ по п. 1 или п. 2, отличающийся тем, что мощностью, подаваемой на индуктор, управляют с использованием пропорционально-интегрально-дифференциального, ПИД, регулятора.
4. Способ по любому предыдущему пункту, отличающийся тем, что мощностью, подаваемой на индуктор, управляют на основании разницы между оцениваемой температурой токоприемника и заданной температурой токоприемника.
5. Способ по любому из любого предыдущего пункта, отличающийся тем, что дополнительно включает:  
приостановку подачи мощности на индуктор, если оцениваемая температура токоприемника достигает порогового значения.
6. Способ по любому предыдущему пункту, отличающийся тем, что оцениваемую температуру токоприемника определяют на основании эксплуатационных параметров устройства, генерирующего аэрозоль, и на основании тепловых свойств расходной части.
7. Способ по п. 6, отличающийся тем, что тепловые свойства расходной части включают:  
теплоемкость и  
тепловое сопротивление.
8. Способ по п. 6 или п. 7, отличающийся тем, что дополнительно включает:

обновление тепловых свойств расходной части во время индукционного нагрева токоприемника.

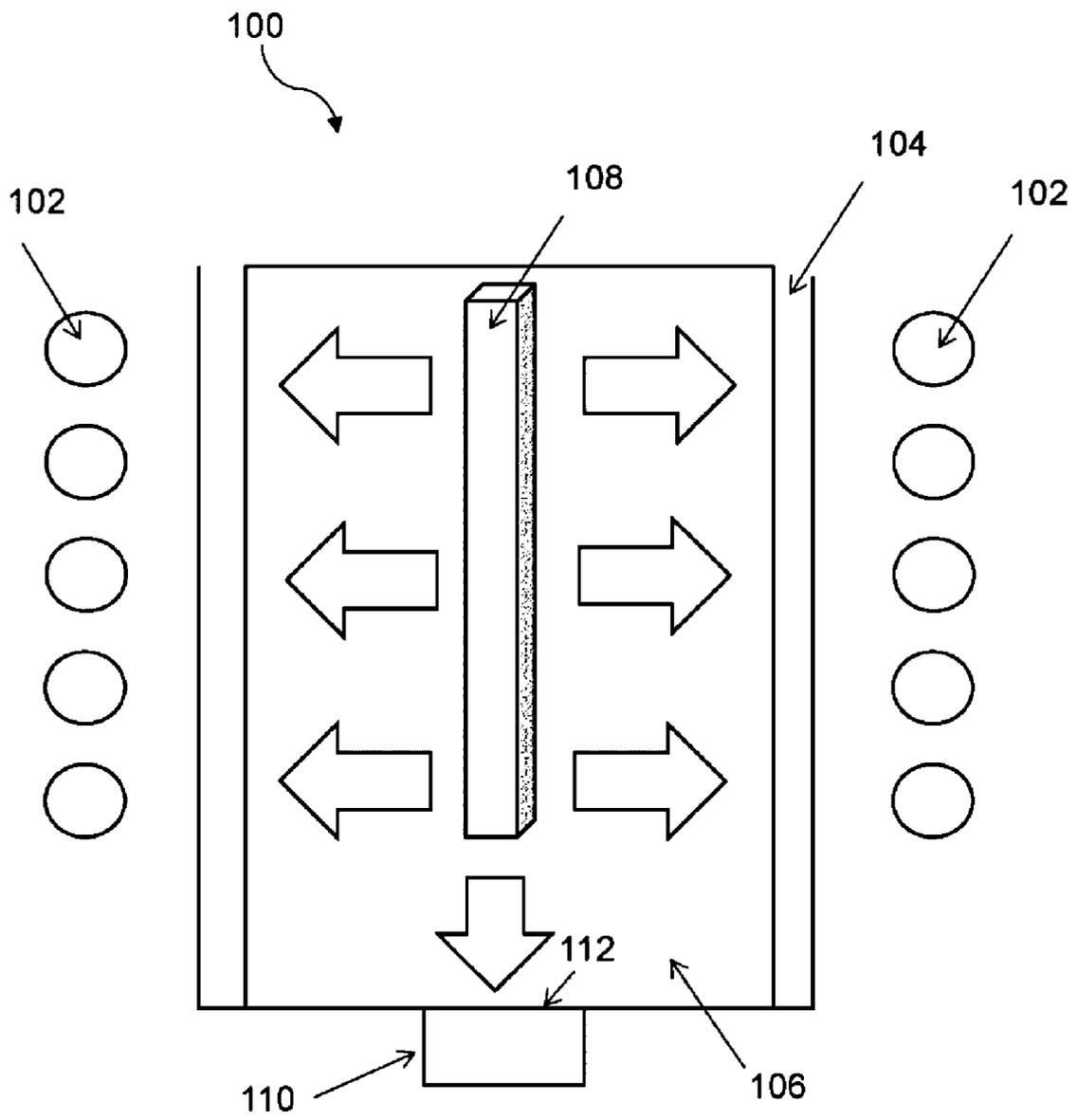
9. Способ по п. 8, отличающийся тем, что дополнительно включает:  
измерение, с использованием датчика температуры, температуры на внешней поверхности расходной части; и  
обновление тепловых свойств расходной части на основании измеренной температуры.

10. Способ по п. 9, отличающийся тем, что дополнительно включает:  
вычисление оцениваемой температуры на внешней поверхности расходной части; и  
обновление тепловых свойств расходной части на основании разницы между измеренной температурой на внешней поверхности расходной части и оцениваемой температурой на внешней поверхности расходной части.

11. Способ по любому из пп. 8–10, отличающийся тем, что обновленные тепловые свойства расходной части определяют с использованием по меньшей мере одного из:  
расширенного фильтра Калмана;  
рекурсивного фильтра наименьших квадратов;  
метода вариации параметров; или  
метода характеристического отображения.

12. Устройство, генерирующее аэрозоль, содержащее схему обработки, выполненную с возможностью выполнения способа по любому из пп. 1–11.

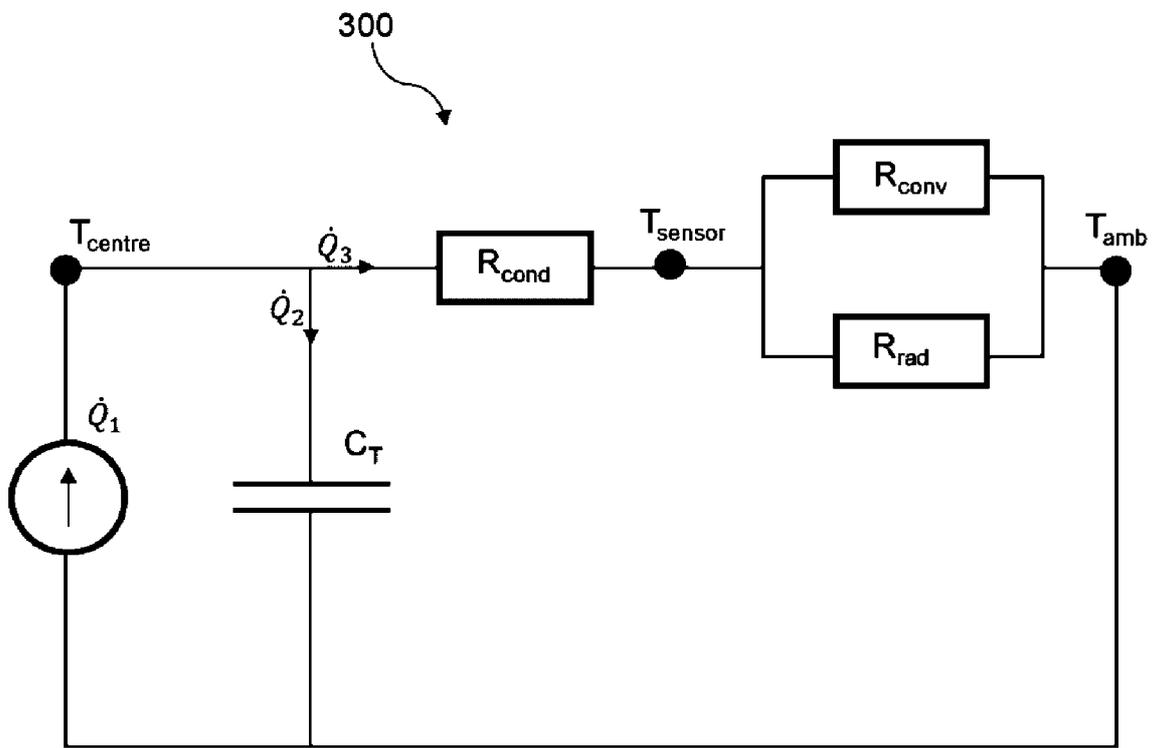
13. Машиночитаемый носитель, содержащий исполняемые команды, которые при исполнении схемой обработки обеспечивает выполнение схемой обработки способа по любому из пп. 1–11.



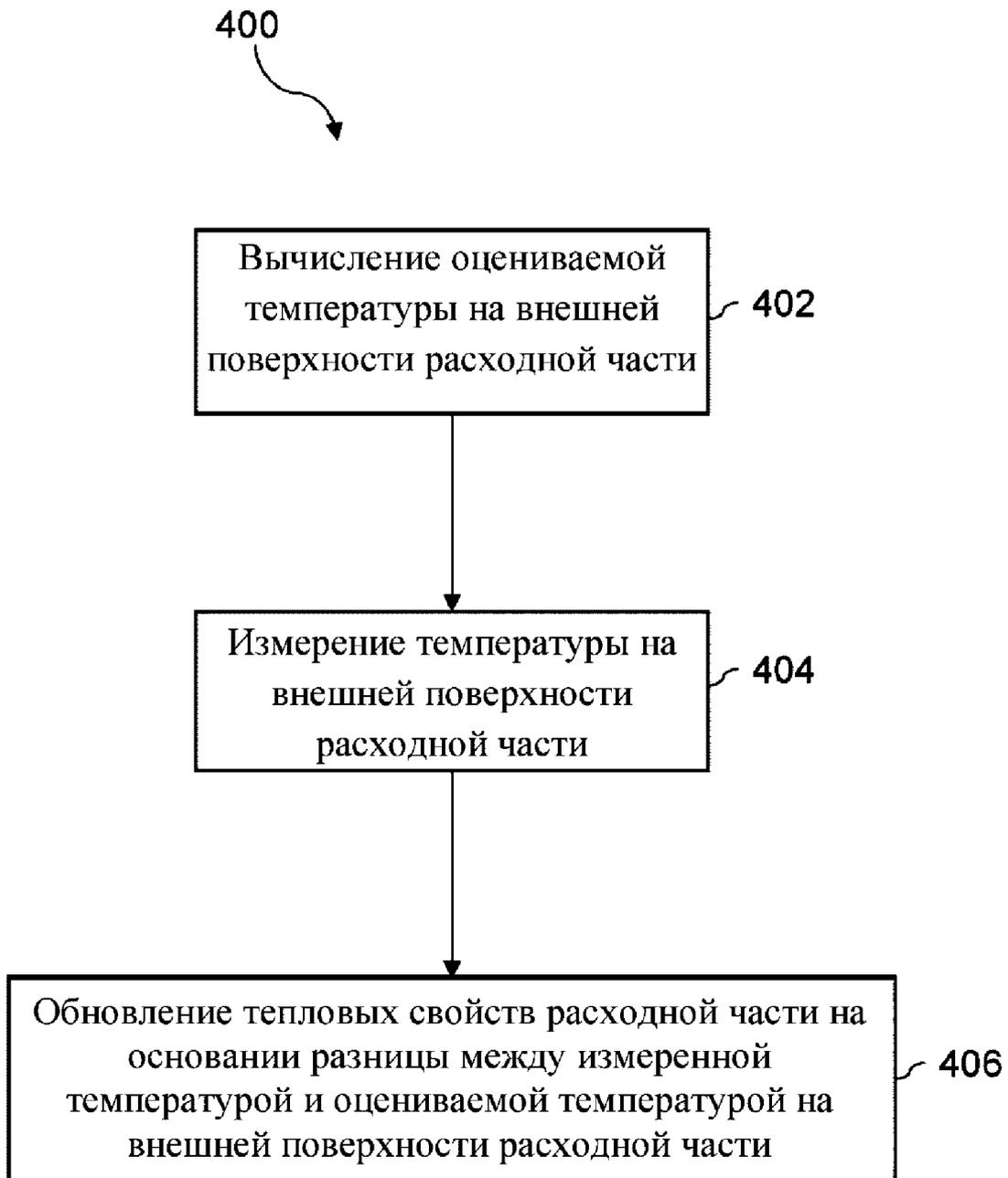
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4