

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **046678**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.04.09

(21) Номер заявки
202292956

(22) Дата подачи заявки
2022.03.29

(51) Int. Cl. **H05B 6/06** (2006.01)
H05B 6/10 (2006.01)
A24F 40/465 (2020.01)

(54) **УСТРОЙСТВО ИНДУКТИВНОГО НАГРЕВА И СПОСОБ ЕГО РАБОТЫ**

(31) **2021-059560**

(32) **2021.03.31**

(33) **JP**

(43) **2023.12.05**

(86) **PCT/JP2022/015249**

(87) **WO 2022/210630 2022.10.06**

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

(72) Изобретатель:
Фудзита Хадзимэ (JP)

(74) Представитель:
**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)**

(56) **JP-A-2016-524777**
JP-A-2020-526181

(57) Предложено устройство индуктивного нагрева, способное автоматически начинать нагрев аэрозольобразующего материала. Устройство 100 индуктивного нагрева, сконфигурированное для индуктивного нагрева токоприемника 110 в аэрозольобразующем материале 108, которое содержит токоприемник 110 и источник 112 аэрозоля, содержит источник 102 электропитания; схему 132 генерирования переменного тока для генерирования переменного тока на основе мощности, подаваемой из источника электропитания 102; схему индуктивного нагрева для индуктивного нагрева токоприемника 110; и блок 118 управления, сконфигурированный для обнаружения токоприемника 110 на основе импеданса схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой 132 генерирования переменного тока, и для начала индуктивного нагрева в ответ на обнаружение токоприемника 110.

B1

046678

046678

B1

Область техники

Настоящее изобретение относится к устройству индуктивного нагрева, способному автоматически начинать нагрев аэрозолеобразующего материала.

Предпосылки создания изобретения

На существующем уровне техники известны устройства, формирующие аэрозоль из аэрозолеобразующего материала с помощью индуктора, расположенного вблизи аэрозолеобразующего материала, содержащего токоприемник, и нагревающие токоприемник при помощи индуктивного нагрева (см. документы PTL 1-3).

Список цитируемых документов

Патентная литература PTL 1: Патент Японии №6623175. PTL 2: Патент Японии №6077145. PTL 3: Патент Японии №6653260.

Сущность изобретения

Техническая задача

Первая задача, решаемая настоящим изобретением, - предложить улучшенное устройство индуктивного нагрева для формирования аэрозоля за счет нагрева аэрозолеобразующего материала.

Вторая задача, решаемая настоящим изобретением, - предложить устройство индуктивного нагрева, способное автоматически начинать нагрев аэрозолеобразующего материала.

Третья задача, решаемая настоящим изобретением, - предложить устройство индуктивного нагрева, допускающее удаление аэрозолеобразующего материала.

Четвертая задача, решаемая настоящим изобретением, - предложить устройство индуктивного нагрева, способное более подходящим образом нагревать аэрозолеобразующий материал.

Решение задачи

Для решения описанной выше первой задачи, в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения, предложено устройство индуктивного нагрева для нагрева аэрозолеобразующего материала, содержащего токоприемник и источник аэрозоля. Устройство индуктивного нагрева содержит: источник электропитания; индуктор для нагрева токоприемника при помощи индуктивного нагрева; схему параллельного соединения, содержащую первую схему и вторую схему, расположенные параллельно между источником электропитания и индуктором, при этом первую схему используют для нагрева токоприемника, а вторую схему используют для получения значения, связанного с электрическим сопротивлением или температурой токоприемника; и схему генерирования переменного тока, расположенную между схемой параллельного соединения и индуктором, или между схемой параллельного соединения и источником электропитания.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения схему генерирования переменного тока располагают между схемой параллельного соединения и индуктором, при этом схема генерирования переменного тока содержит третий переключатель.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения упомянутый третий переключатель содержит MOSFET-транзистор.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения упомянутая первая схема содержит первый переключатель, схема генерирования переменного тока содержит третий переключатель, при этом первый переключатель остается включенным, в то время как третий переключатель включают с заранее заданным периодом.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения упомянутые первый переключатель и второй переключатель содержат MOSFET-транзистор.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения упомянутая вторая схема содержит второй переключатель, схема генерирования переменного тока содержит третий переключатель, при этом второй переключатель остается включенным, в то время как третий переключатель включают с заранее заданным периодом.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения упомянутый второй переключатель содержит биполярный транзистор, при этом третий переключатель содержит MOSFET-транзистор.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения упомянутая первая схема содержит первый переключатель, содержащий MOSFET-транзистор, а упомянутая вторая схема содержит второй переключатель, содержащий биполярный транзистор.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения упомянутая первая схема содержит первый переключатель; упомянутая вторая схема содержит второй переключатель; схема генерирования переменного тока содержит третий переключатель; и при переключении между первым переключателем и вторым переключателем, продолжают переключение третьего переключателя с заранее заданным периодом.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения устройство индуктивного нагрева дополнительно содержит схему измерения тока и схему измерения напряжения, используемые для измерения импеданса схемы, содержащей токоприемник.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения устройство индуктивного нагрева дополнительно содержит интегральную схему (IC) измерения остаточного уровня, сконфигурированную для измерения остаточного уровня в источнике электропитания. Интегральную схему IC измерения оста-

точного уровня не используют в качестве схемы измерения тока и/или схемы измерения напряжения.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения устройство индуктивного нагрева дополнительно содержит схему регулировки напряжения, сконфигурированную для регулировки напряжения источника электропитания и для формирования напряжения, подаваемого на составные элементы устройства индуктивного нагрева. Схема измерения тока расположена на пути между источником электропитания и индуктором, в точке, находящейся к индуктору ближе, чем точка отклонения от пути к схеме регулировки напряжения.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения схему измерения тока не располагают на пути между схемой зарядки, используемой для зарядки источника электропитания, и источником электропитания.

Для решения описанной выше первой задачи, в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения, предложено устройство индуктивного нагрева для индуктивного нагрева токоприемника в аэрозолеобразующем материале, содержащем токоприемник и источник аэрозоля. Устройство индуктивного нагрева содержит: источник электропитания; схему генерирования переменного тока, которая формирует переменный ток на основе мощности, подаваемой из источника электропитания; схему индуктивного нагрева для индуктивного нагрева токоприемника; и блок управления. Блок управления сконфигурирован для обнаружения токоприемника на основе импеданса схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, и для начала индуктивного нагрева в ответ на обнаружение токоприемника.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения блок управления может быть дополнительно сконфигурирован для получения температуры токоприемника на основе импеданса схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока; и для управления индуктивным нагревом на основе полученной температуры.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения блок управления может иметь по меньшей мере первый режим, в котором измеряют импеданс схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, и второй режим, в котором импеданс схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, не измеряют.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения устройство может также содержать блок соединения, сконфигурированный для возможности соединения с зарядным источником электропитания, при этом блок управления может быть дополнительно сконфигурирован для работы в первом режиме до тех пор, пока не пройдет заранее заданное время после обнаружения, что зарядный источник электропитания был отключен от блока соединения.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения устройство индуктивного нагрева может дополнительно содержать кнопку, при этом блок управления может быть дополнительно сконфигурирован для перехода в первый режим в ответ на выполнение заранее заданной операции с упомянутой кнопкой.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения устройство индуктивного нагрева может дополнительно содержать кнопку; при этом блок управления может быть дополнительно сконфигурирован: для запуска таймера таким образом, чтобы его значение со временем увеличивалось или уменьшалось относительно исходного значения, в ответ на переход в первый режим; для перехода во второй режим в ответ на то, что значение таймера достигло заранее заданного значения; и выполнение одного из следующего: возвращение значения таймера в исходное значение, приближение значения таймера к исходному значению, или сдвиг заранее заданного значения дальше от значения таймера в ответ на выполнение заранее заданной операции с упомянутой кнопкой.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения устройство индуктивного нагрева может дополнительно содержать блок соединения, сконфигурированный для возможности соединения с зарядным источником электропитания; при этом блок управления может быть дополнительно сконфигурирован таким образом, чтобы импеданс схемы, в которую подают переменный ток, не измерялся, пока регистрируют, что зарядный источник электропитания обнаружен подключен к блоку соединения.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения блок управления может быть дополнительно сконфигурирован для измерения импеданса схемы, в которую подают переменный ток, на частоте резонанса схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения устройство индуктивного нагрева может дополнительно содержать первую схему и вторую схему, сконфигурированные для избирательного активирования с целью подачи энергии на токоприемник, при этом вторая схема имеет больший импеданс, чем первая схема.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения блок управления может быть сконфигурирован для выполнения индуктивного нагрева и измерения импеданса схемы с использованием первой схемы, когда выполняют индуктивный нагрев.

В дополнение, для решения описанной выше второй задачи, в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения, предложен способ работы устройства индуктивного нагрева для индук-

тивного нагрева токоприемника в аэрозолеобразующем материале, содержащем токоприемник и источник аэрозоля. Устройство индуктивного нагрева содержит: источник электропитания; схему генерирования переменного тока, которая формирует переменный ток на основе мощности, подаваемой из источника электропитания; и схему индуктивного нагрева для индуктивного нагрева токоприемника. Способ содержит: этап обнаружения токоприемника на основе импеданса схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой формирования переменного тока; и этап начала индуктивного нагрева в ответ на обнаружение токоприемника.

Также, для решения описанной выше второй задачи, в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения, предложено устройство индуктивного нагрева для индуктивного нагрева токоприемника в аэрозолеобразующем материале, содержащем токоприемник и источник аэрозоля. Устройство индуктивного нагрева содержит: аэрозолеобразующий материал; источник электропитания; схему генерирования переменного тока, которая формирует переменный ток на основе мощности, подаваемой из источника электропитания; схему индуктивного нагрева для индуктивного нагрева токоприемника; и блок управления. Блок управления сконфигурирован для обнаружения токоприемника на основе импеданса схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, и для начала индуктивного нагрева в ответ на обнаружение токоприемника.

Для решения описанной выше третьей задачи, в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения, предложен блок управления для устройства индуктивного нагрева, сконфигурированного для индуктивного нагрева токоприемника в аэрозолеобразующем материале, содержащем токоприемник и источник аэрозоля. Блок управления сконфигурирован для завершения индуктивного нагрева или выполнения уведомления об ошибке, если токоприемник более не может быть обнаружен во время выполнения индуктивного нагрева.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения блок управления может быть сконфигурирован для завершения индуктивного нагрева, если токоприемник более не может быть обнаружен во время выполнения индуктивного нагрева.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения блок управления может быть дополнительно сконфигурирован для выполнения уведомления об ошибке одновременно с завершением индуктивного нагрева или после него.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения блок управления может быть дополнительно сконфигурирован для возобновления индуктивного нагрева, когда токоприемник снова обнаружен до истечения заранее заданного времени после завершения индуктивного нагрева.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения индуктивный нагрев может быть сконфигурирован для следования профилю нагрева, в котором определена по меньшей мере одна целевая температура нагрева, соответствующая промежутку времени, при этом блок управления может быть сконфигурирован для управления индуктивным нагревом с допущением того, что между завершением индуктивного нагрева и возобновлением индуктивного нагрева также прошло время.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения индуктивный нагрев может быть сконфигурирован для следования профилю нагрева, в котором определена по меньшей мере одна целевая температура нагрева, соответствующая промежутку времени, при этом блок управления может быть сконфигурирован для управления индуктивным нагревом с допущением того, что между завершением индуктивного нагрева и возобновлением индуктивного нагрева времени не прошло.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения блок управления может быть сконфигурирован для выполнения уведомления об ошибке, если токоприемник более не может быть обнаружен во время выполнения индуктивного нагрева.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения блок управления может быть дополнительно сконфигурирован для завершения индуктивного нагрева после выполнения уведомления об ошибке.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения блок управления может быть сконфигурирован для незавершения индуктивного нагрева, если токоприемник снова обнаружен после уведомления об ошибке и до завершения индуктивного нагрева.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения индуктивный нагрев может быть сконфигурирован для следования профилю нагрева, в котором определена по меньшей мере одна целевая температура нагрева, соответствующая промежутку времени, при этом блок управления может быть сконфигурирован таким образом, чтобы период времени от момента, когда токоприемник более не может быть обнаружен, до момента, когда токоприемник снова обнаружен, не влиял на общую длительность профиля нагрева.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения индуктивный нагрев может быть сконфигурирован для следования профилю нагрева, в котором определена по меньшей мере одна целевая температура нагрева, соответствующая промежутку времени, при этом блок управления может быть сконфигурирован для удлинения профиля нагрева в зависимости от периода времени от момента, когда токоприемник более не может быть обнаружен, до момента, когда токоприемник снова обнаружен.

В дополнение, для решения описанной выше третьей задачи, в соответствии с вариантами осуществ-

вления настоящего изобретения, предложено устройство индуктивного нагрева, содержащее: источник электропитания; схему генерирования переменного тока, которая формирует переменный ток на основе мощности, подаваемой из источника электропитания; схему индуктивного нагрева для индуктивного нагрева токоприемника, содержащегося в аэрозолеобразующем материале; и блок управления. Блок управления дополнительно сконфигурирован для обнаружения токоприемника на основе импеданса схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения блок управления может быть дополнительно сконфигурирован для получения температуры токоприемника на основе импеданса схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока; и для управления индуктивным нагревом на основе полученной температуры.

В дополнение, для решения описанной выше третьей задачи, в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения, предложено устройство индуктивного нагрева, содержащее: источник электропитания, который подает электроэнергию для индуктивного нагрева токоприемника, содержащегося в аэрозолеобразующем материале; и блок управления. Блок управления сконфигурирован для задания доступного количества единиц, являющегося количеством единиц аэрозолеобразующего материала, которое может быть нагрето при помощи индуктивного нагрева до перезарядки источника электропитания, исходя из остаточного уровня в источнике электропитания, и для завершения индуктивного нагрева и уменьшения доступного количества стержней, если по меньшей мере часть аэрозолеобразующего материала более не может быть обнаружена во время выполнения индуктивного нагрева.

В дополнение, для решения описанной выше третьей задачи, в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения, предложено устройство индуктивного нагрева, содержащее: источник электропитания, который подает электроэнергию для индуктивного нагрева по меньшей мере части аэрозолеобразующего материала; и блок управления. Блок управления сконфигурирован для задания доступного количества единиц, являющегося количеством единиц аэрозолеобразующего материала, которое может быть нагрето при помощи индуктивного нагрева до перезарядки источника электропитания, исходя из остаточного уровня в источнике электропитания; и если, после того как токоприемник более не мог быть обнаружен во время выполнения индуктивного нагрева, токоприемник обнаруживают снова, для продолжения индуктивного нагрева и не уменьшения доступного количества единиц.

В дополнение, для решения описанной выше третьей задачи, в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения, предложен способ работы устройства индуктивного нагрева, сконфигурированного для индуктивного нагрева токоприемника в аэрозолеобразующем материале, содержащем токоприемник и источник аэрозоля. Способ содержит этап завершения индуктивного нагрева или выполнения уведомления об ошибке, если токоприемник более не может быть обнаружен во время выполнения индуктивного нагрева.

Также, для решения описанной выше третьей задачи, в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения, предложено устройство индуктивного нагрева для индуктивного нагрева токоприемника в аэрозолеобразующем материале, содержащем токоприемник и источник аэрозоля. Устройство индуктивного нагрева содержит: аэрозолеобразующий материал; источник электропитания; схему генерирования переменного тока, которая формирует переменный ток на основе мощности, подаваемой из источника электропитания; схему индуктивного нагрева для индуктивного нагрева токоприемника; и блок управления. Блок управления сконфигурирован для завершения индуктивного нагрева или выполнения уведомления об ошибке, если токоприемник более не может быть обнаружен во время выполнения индуктивного нагрева.

Для решения описанной выше четвертой задачи, в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения, предложено устройство индуктивного нагрева для нагрева аэрозолеобразующего материала, содержащего токоприемник и источник аэрозоля. Устройство индуктивного нагрева содержит схему, содержащую индуктор для нагрева токоприемника при помощи индуктивного нагрева. Токоприемник нагревают при помощи режима нагрева, состоящего из множества фаз, при этом частота переменного тока, подаваемого на индуктор, отличается по меньшей мере в некоторых из упомянутого множества фаз.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения в режиме предварительного нагрева для предварительного нагрева токоприемника, выполняемого перед режимом нагрева, частота переменного тока равна частоте резонанса схемы.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения в режиме предварительного нагрева для предварительного нагрева токоприемника, выполняемого перед режимом нагрева, частоту переменного тока конфигурируют как максимально приближенную к частоте резонанса схемы по сравнению с множеством фаз в режиме нагрева.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения в режиме нагрева частота переменного тока может быть любой частотой помимо частоты резонанса схемы.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения частоту переменного тока увеличивают при прохождении через множество фаз, составляющих режим нагрева, при этом затяжку пользователя регистрируют на основе изменения переменного тока или изменения импеданса схемы.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения частоту переменного тока увеличивают в области частот, лежащей выше частоты резонанса, при прохождении через множество фаз, составляющих режим нагрева.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения частоту переменного тока увеличивают в области частот, лежащей ниже частоты резонанса, при прохождении через множество фаз, составляющих режим нагрева.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения частоту переменного тока уменьшают при прохождении через множество фаз, составляющих режим нагрева.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения в режиме паузы для охлаждения токоприемника, выполняемом между режимом предварительного нагрева и режимом нагрева, частота переменного тока равна частоте резонанса схемы.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения устройство индуктивного нагрева дополнительно содержит источник электропитания. Упомянутая схема содержит параллельного соединения, содержащую первую схему и вторую схему, расположенные параллельно между источником электропитания и индуктором, при этом первую схему используют для нагрева токоприемника, а вторую схему используют для получения значения, связанного с электрическим сопротивлением или температурой токоприемника. Упомянутую вторую схему используют в режиме паузы.

Для решения описанной выше четвертой задачи, в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения, предложено устройство индуктивного нагрева для нагрева аэрозольобразующего материала, содержащего токоприемник и источник аэрозоля. Устройство индуктивного нагрева содержит схему, содержащую индуктор для нагрева токоприемника при помощи индуктивного нагрева. Токоприемник нагревают при помощи режима нагрева, состоящего из множества фаз, при этом частота переменного тока, подаваемого на индуктор, постоянна в течение упомянутого множества фаз.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения частота переменного тока равна частоте резонанса упомянутой схемы.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения в режиме паузы для охлаждения токоприемника, после предварительного нагрева токоприемника, выполняемого перед режимом нагрева, частота переменного тока равна частоте резонанса схемы.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения устройство индуктивного нагрева дополнительно содержит источник электропитания. Упомянутая схема дополнительно содержит схему параллельного соединения, содержащую первую схему и вторую схему, расположенные параллельно между источником электропитания и индуктором, при этом первую схему используют для нагрева токоприемника, а вторую схему используют для получения значения, связанного с электрическим сопротивлением или температурой токоприемника. Упомянутую вторую схему используют в режиме паузы.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения, в режиме нагрева, нагрев токоприемника приостанавливают, если определено, что температура токоприемника достигла по меньшей мере заранее заданной температуры.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения устройство индуктивного нагрева дополнительно содержит источник электропитания. Упомянутая схема дополнительно содержит схему параллельного соединения, содержащую первую схему и вторую схему, расположенные параллельно между источником электропитания и индуктором, при этом первую схему используют для нагрева токоприемника, а вторую схему используют для получения значения, связанного с электрическим сопротивлением или температурой токоприемника. Температуру токоприемника отслеживают при помощи упомянутой второй схемы, когда нагрев токоприемника приостановлен.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения, в режиме нагрева, нагрев токоприемника при помощи упомянутой первой схемы возобновляют, если определено, что температура токоприемника стала ниже по меньшей мере заранее заданной температуры.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения, в режиме нагрева, нагрев токоприемника при помощи упомянутой первой схемы возобновляют, если определено, что температура токоприемника стала ниже упомянутой заранее заданной температуры на заранее заданную температуру.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения упомянутая схема дополнительно содержит схему генерирования переменного тока, расположенную между схемой параллельного соединения и индуктором, или между схемой параллельного соединения и источником электропитания. Схема генерирования переменного тока содержит третий переключатель. Третий переключатель переключают с заранее заданным периодом, когда нагрев токоприемника приостановлен.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 представляет собой общую блок-схему, иллюстрирующую конфигурацию устройства индуктивного нагрева в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 2 представляет собой блок-схему, иллюстрирующую схематехническую структуру устройства индуктивного нагрева в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 3 представляет собой графики, принципиально иллюстрирующие соотношение между напряжением, подаваемым на вывод затвора переключателя Q_1 или вывод базы переключателя Q_2 , напряжени-

ем, подаваемым на вывод затвора переключателя Q_3 , током IDC и током IAC, с отсчетом времени t по горизонтальной оси.

Фиг. 4 представляет собой блок-схему алгоритма для примера операций в режиме SLEEP ("сон"), исполняемых блоком управления в устройстве индуктивного нагрева в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 5 представляет собой блок-схему алгоритма для примера операций в режиме CHARGE ("зарядка"), исполняемых блоком управления в устройстве индуктивного нагрева в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 6 представляет собой график, иллюстрирующий доступное количество стержней.

Фиг. 7 представляет собой блок-схему алгоритма для примера основных операций в режиме ACTIVE ("активно"), исполняемых блоком управления в устройстве индуктивного нагрева в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 8 представляет собой блок-схему алгоритма для примера вспомогательных операций в режиме ACTIVE ("активно"), исполняемых блоком управления в устройстве индуктивного нагрева в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 9 представляет собой блок-схему алгоритма для примера остальных вспомогательных в режиме ACTIVE ("активно"), исполняемых блоком управления в устройстве индуктивного нагрева в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 10 представляет собой блок-схему алгоритма для примера основных операций в режиме PRE-HEAT ("предварительный нагрев"), исполняемых блоком управления в устройстве индуктивного нагрева в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 11 представляет собой блок-схему алгоритма для примера основных операций в режиме INTERVAL ("пауза"), исполняемых блоком управления в устройстве индуктивного нагрева в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 12 представляет собой блок-схему алгоритма для примера основных операций в режиме HEAT ("нагрев"), исполняемых блоком управления в устройстве индуктивного нагрева в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 13A представляет собой блок-схему алгоритма для примера операций, выполняемых в ответ на обнаружение токоприемника, блоком управления в устройстве индуктивного нагрева в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 13B представляет собой блок-схему алгоритма для еще одного примера операций, выполняемых в ответ на обнаружение токоприемника, блоком управления в устройстве индуктивного нагрева в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 13C представляет собой блок-схему алгоритма для еще одного примера операций, выполняемых в ответ на обнаружение токоприемника, блоком управления в устройстве индуктивного нагрева в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 13D представляет собой блок-схему алгоритма для еще одного примера операций, выполняемых в ответ на обнаружение токоприемника, блоком управления в устройстве индуктивного нагрева в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 13E представляет собой блок-схему алгоритма для еще одного примера операций, выполняемых в ответ на обнаружение токоприемника, блоком управления в устройстве индуктивного нагрева в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 14 представляет собой блок-схему, иллюстрирующую график для примера изменения температуры токоприемника в устройстве индуктивного нагрева в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 15 представляет собой блок-схему алгоритма для примера вспомогательных операций в режиме PRE-HEAT ("предварительный нагрев") или в режиме HEAT ("нагрев"), исполняемых блоком управления в устройстве индуктивного нагрева в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 16 представляет собой блок-схему алгоритма для еще одного примера вспомогательных операций в режиме PRE-HEAT ("предварительный нагрев") или в режиме HEAT ("нагрев"), исполняемых блоком управления в устройстве индуктивного нагрева в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 17 представляет собой блок-схему, иллюстрирующую эквивалентные схемы для последовательной RLC-схемы.

Фиг. 18 представляет собой блок-схему, иллюстрирующую эквивалентные схемы для последовательной RLC-схеме на частоте резонанса.

Фиг. 19 представляет собой графики, иллюстрирующие соответствующие примеры изменения температуры токоприемника в индуктивном нагревателе, частоты переключения схемы генерирования переменного тока, а также импеданса схемы, в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 20 представляет собой графики, иллюстрирующие соответствующие примеры изменения тем-

пературы токоприемника в индуктивном нагревателе, частоты переключения схемы генерирования переменного тока, а также импеданса схемы, в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 21 представляет собой блок-схему алгоритма для примера операций исполняемых блоком управления в индуктивном нагревателе, преимущественно в режиме HEAT ("нагрев"), в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 22 представляет собой графики, иллюстрирующие соответствующие примеры изменения температуры токоприемника в индуктивном нагревателе, частоты переключения схемы генерирования переменного тока, а также импеданса схемы, в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 23 представляет собой блок-схему алгоритма для примера операций исполняемых блоком управления в индуктивном нагревателе, преимущественно в режиме HEAT ("нагрев"), в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 24 представляет собой блок-схему алгоритма, подробно иллюстрирующую операции нагрева на этапе S2310.

Описание вариантов осуществления изобретения

Далее варианты осуществления настоящего изобретения будут описаны более подробно со ссылкой на приложенные чертежи. Следует отметить, что варианты осуществления устройства индуктивного нагрева в соответствии с настоящим изобретением включают устройство индуктивного нагрева для электронных сигарет и устройство индуктивного нагрева для нагреваемых табачных продуктов, однако не ограничены ими.

Фиг. 1 представляет собой общую блок-схему, иллюстрирующую конфигурацию устройства 100 индуктивного нагрева в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения. Следует отметить, что на фиг. 1 не отображены конкретные варианты размещения составных элементов, их формы, размеры, пространственные соотношения и т.п.

Устройство 100 индуктивного нагрева содержит корпус 101, источник 102 электропитания, схему 104 и индуктор 106. Источник 102 электропитания представляет собой перезаряжаемый аккумулятор, к примеру, литий-ионную аккумуляторную батарею. Схема 104 гальванически связана с источником 102 электропитания. Схема 104 сконфигурирована для подачи электропитания на составные элементы устройства 100 индуктивного нагрева с использованием источника 102 электропитания. Детали конфигурации схемы 104 будут описаны ниже. Устройство 100 индуктивного нагрева содержит блок 116 соединения с зарядным источником электропитания для соединения устройства 100 индуктивного нагрева с зарядным источником электропитания (не показан на чертеже) с целью зарядки источника 102 электропитания. Блок 116 соединения с зарядным источником электропитания может быть приемной частью для проводной зарядки, приемным контуром для беспроводной зарядки или их комбинацией.

Устройство 100 индуктивного нагрева сконфигурировано для возможности помещения в него по меньшей мере части аэрозолеобразующего материала 108, который содержит токоприемник 110, источник 112 аэрозоля и фильтр 114. Аэрозолеобразующий материал 108 может быть, например, изделием для курения.

Источник 112 аэрозоля может содержать летучее вещество, способное формировать аэрозоль при нагреве. Источник 112 аэрозоля может быть твердым, жидким или может содержать одновременно твердые и жидкие вещества. Источник 112 аэрозоля может содержать, к примеру, многоатомный спирт, например, глицерин, пропилен гликоль, или аналогичное вещество, жидкость, например, воду, или смесь подобных жидкостей. Источник 112 аэрозоля может содержать никотин. Источник 112 аэрозоля может также содержать табачный материал, сформированный спеканием табака в твердой форме. Альтернативно, источник 112 аэрозоля может не содержать табачных материалов.

Индуктор 106 встроен в корпус 101 и размещен на его ближнем конце. Индуктор 106 сконфигурирован таким образом, чтобы охватывать часть аэрозолеобразующего материала 108, находящуюся в индуктивном нагревателе 100, когда аэрозолеобразующий материал 108 вставлен в устройство 100 индуктивного нагрева. Индуктор 106 может иметь форму витой спирали. Индуктор 106 гальванически связан со схемой 104 и применяется для нагрева токоприемника 110 при помощи индуктивного нагрева, в соответствии с последующим более подробным описанием. Нагрев токоприемника 110 формирует аэрозоль из источника 112 аэрозоля. Пользователь может вдыхать аэрозоль через фильтр 114.

На фиг. 2 более подробно проиллюстрирована конфигурация схемы 104. Схема 104 содержит блок 118 управления, сконфигурированный для управления составными элементами устройства 100 индуктивного нагрева. Блок 118 управления может быть выполнен на основе микроконтроллерного блока (Micro Controller Unit, MCU). Схема 104 также гальванически связана с источником 102 электропитания при помощи блока соединения с источником электропитания, и гальванически связана с индуктором 106 при помощи блока соединения с индуктором. Схема 104 содержит схему 130 параллельного соединения, которая, в свою очередь, содержит путь, содержащий переключатель Q_1 , размещенный между источником 102 электропитания и индуктором 106 (называемую далее "первой схемой"), и путь, содержащий переключатель Q_2 , размещенный параллельно переключателю Q_1 (называемую далее "второй схемой").

Первую схему используют для нагрева токоприемника 110. В качестве примера, переключатель Q_1 может быть метал-оксид-полупроводниковым полевым транзистором (Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor, MOSFET). Блок 118 управления обеспечивает включение и выключение переключателя Q_1 за счет подачи сигнала переключения нагрева на вывод затвора переключателя Q_1 . К примеру, если переключатель Q является р-канальным MOSFET-транзистором, то переключатель Q_1 включен, когда сигнал переключения нагрева имеет низкий уровень.

Упомянутую вторую схему используют для получения значения, связанного с электрическим сопротивлением или температурой токоприемника 110. Например, значением, связанным с электрическим сопротивлением или температурой, может быть импеданс, температура и т.п. Ток, протекающей через переключатель Q_2 , когда переключатель Q_2 включен, меньше, чем ток, протекающий через переключатель Q_1 , когда переключатель Q_1 включен, благодаря резистору R_{shunt1} , резистору R_{shunt2} и другим элементам, которые будут описаны ниже. Соответственно, в качестве переключателя Q_2 может применяться биполярный транзистор, менее дорогостоящий и более компактный, но не способный выдерживать высокий ток. В соответствии с иллюстрацией, вторая схема может содержать резистор R_{shunt1} и резистор R_{shunt2} . Блок 118 управления обеспечивает включение и выключение переключателя Q_2 за счет подачи сигнала переключения мониторинга на вывод базы переключателя Q_2 . К примеру, если переключатель Q_2 является биполярным транзистором рпн-типа, то переключатель Q_2 включен, когда сигнал переключения мониторинга имеет низкий уровень.

Блок 118 управления может переключаться между режимом, в котором формируют аэрозоль за счет индуктивного нагрева токоприемника 110, и режимом, в котором получают значение, связанное с электрическим сопротивлением или температурой токоприемника 110, при помощи переключения между состоянием "включено" переключателя Q_1 и состоянием "включено" переключателя Q_2 . Переключение между состоянием "включено" переключателя Q_1 и состоянием "включено" переключателя Q_2 может выполняться в любой момент. К примеру, блок 118 управления может включать переключатель Q_1 и выключать переключатель Q_2 во время затяжки пользователя. В этом случае, блок 118 управления может включать переключатель Q_1 и выключать переключатель Q_2 , когда затяжка прекращается. Альтернативно, блок 118 управления может выполнять переключение между состоянием "включено" переключателя Q_1 и состоянием "включено" переключателя Q_2 в любой момент времени во время затяжки пользователя.

Схема 104 содержит схему 132 генерирования переменного тока, которая, в свою очередь, содержит переключатель Q_3 и конденсатор C_1 . К примеру, переключатель Q_3 может быть MOSFET-транзистором. Блок 118 управления обеспечивает включение и выключение переключателя Q_3 за счет подачи сигнала переключения переменного тока (низкого или высокого) на вывод затвора переключателя Q_3 . К примеру, если переключатель Q_3 является р-канальным MOSFET-транзистором, то переключатель Q_3 включен, когда сигнал переключения переменного тока имеет низкий уровень. На фиг. 2 схема формирования 132 переменного тока расположена между схемой 130 параллельного соединения и индуктором 106. В качестве другого примера, схема 132 генерирования переменного тока может быть расположена между схемой 130 параллельного соединения и источником 102 электропитания. Переменный ток, генерируемый схемой 132 генерирования переменного тока, подают на схему индуктивного нагрева, которая содержит конденсатор C_2 , блок соединения с индуктором и индуктор 106.

Фиг. 3 представляет собой график, иллюстрирующий соотношение между напряжением V_1 , подаваемым на вывод затвора переключателя Q_1 или вывод базы переключателя Q_2 , напряжением V_2 , подаваемым на вывод затвора переключателя Q_3 , током I_{DC} и током I_{AC} , протекающим на индуктор 106, когда переменный ток, подаваемый на индуктор 106, формируют при помощи схемы 132 генерирования переменного тока, при этом по горизонтальной оси отсчитывают время t . Отметим, что для простоты описания, напряжение, подаваемое на вывод затвора переключателя Q_1 , и напряжение, подаваемое на вывод базы переключателя Q_2 , проиллюстрированы на одном графике как V_1 .

Когда напряжение V_1 переходит в низкий уровень в момент t_1 времени, переключатель Q_1 или Q_2 включается. Когда напряжение имеет высокий уровень, переключатель Q_3 выключается, ток I_{DC} протекает на конденсатор C_1 , и конденсатор C_1 накапливает заряд. Когда напряжение V_2 переходит в низкий уровень в момент t_2 времени, переключатель Q_3 включается. В этом случае ток I_{DC} прекращается, и заряд, накопленный в конденсаторе C_1 , расходуется. С момента t_3 времени и далее выполняют эти же операции. В результате этих операций формируют переменный ток I_{AC} , который поступает на индуктор 106, в соответствии с иллюстрацией фиг. 3.

В соответствии с иллюстрацией фиг. 3, переключатель Q_1 может оставаться включенным, когда переключатель Q_3 переключают с заранее заданным периодом T . Также, переключатель Q_2 может оставаться включенным, когда переключатель Q_3 переключают с заранее заданным периодом T . Переключение переключателя Q_3 с заранее заданным периодом T может продолжаться во время переключения между переключателем Q_1 и переключателем Q_2 .

Описанная выше конфигурация схемы 132 генерирования переменного тока приведена исключительно для примера. Нужно понимать, что в качестве схемы 132 генерирования переменного тока I_{AC} может применяться множество различных устройств генерирования переменного тока, интегральных схем, таких как DC/AC-инверторы и т.п.

В соответствии с иллюстрацией фиг. 3, частоту f переменного тока I_{AC} регулируют при помощи периода T переключения переключателя Q_3 (т.е. периода переключения сигнала переключения переменного тока). Когда переключатель Q_1 включен, если частота f приближается к частоте f_0 резонанса последовательной RLC-схемы, содержащей токоприемник 110 (или схемы, содержащей токоприемник 110, индуктор 106 и конденсатор C2, эффективность передачи энергии на токоприемник 110 снижается. Подробное описание будет приведено ниже, однако нужно отметить, что токоприемник входит в состав последовательной RLC-схемы, когда аэрозолеобразующий материал 108 вставлен в корпус 101, но токоприемник 110 не входит в состав этой последовательной RLC-схемы, когда аэрозолеобразующий материал 108 не вставлен в корпус 101.

Переменный ток, генерируемый в соответствии с предшествующим описанием, протекает через индуктор 106, который создает переменное магнитное поле вокруг индуктора 106. Сформированное переменное магнитное поле индуцирует вихревой ток в токоприемнике 110. Вихревой ток и электрическое сопротивление токоприемника 110 вызывают резистивный нагрев, который нагревает токоприемник 110. В результате источник аэрозоля вблизи токоприемника 110 нагревается, и формируется аэрозоль.

Вернемся к фиг. 2, схема 104 содержит схему 134 измерения напряжения, которая, в свою очередь, содержит схему делителя напряжения, содержащую резисторы R_{div1} и R_{div2} . Значение напряжения источника 102 электропитания может измеряться при помощи схемы 134 измерения напряжения. Схема 104 содержит также схему 136 измерения напряжения, которая, в свою очередь, содержит резистор R_{sense2} . В соответствии с иллюстрацией, схема 136 измерения напряжения может содержать операционный усилитель. Альтернативно, операционный усилитель может входить в состав блока 118 управления. Значение тока, протекающего в направлении индуктора 106, может измеряться при помощи схемы 136 измерения тока. Схему 134 измерения напряжения и схему 136 измерения тока используют для измерения импеданса схемы. Схема содержит токоприемник 110, когда аэрозолеобразующий материал 108 вставлен в корпус 101, но не содержит токоприемник 110, когда аэрозолеобразующий материал 108 не вставлен в корпус 101. Другими словами, резистивная составляющая токоприемника 110 входит в измеряемый импеданс, когда аэрозолеобразующий материал 108 вставлен в корпус 101, и резистивная составляющая токоприемника 110 не входит в измеряемый импеданс, когда аэрозолеобразующий материал 108 не вставлен в корпус 101. К примеру, в соответствии с иллюстрацией, блок 118 управления получает значение напряжения из схемы 134 измерения напряжения и получает значение тока из схемы 136 измерения тока. Блок 118 управления вычисляет импеданс на основе значения напряжения и значения тока. А именно, блок 118 управления вычисляет импеданс делением среднего значения действующего значения напряжения на среднее значение действующего значения тока.

Когда переключатель Q_1 выключается и переключатель Q_2 включается, последовательная RLC-схема формируется схемой, содержащей резистор R_{shunt1} и резистор R_{shunt2} , вместе с токоприемником 110, индуктором 106 и конденсатором C2. Импеданс этой последовательной RLC-схемы может быть получен в соответствии с предшествующим описанием. Импеданс токоприемника 110 может быть вычислен вычитанием значения сопротивления схемы, включающей значения сопротивлений резистора R_{shunt1} и резистора R_{shunt2} из полученного импеданса. Когда импеданс токоприемника 110 зависит от температуры, температура токоприемника 110 может быть оценена на основе вычисленного импеданса.

Схема 104 может содержать интегральную схему (IC) 124 измерения остаточного уровня. Схема 104 может содержать резистор R_{sense1} , используемый в интегральной схеме 124 измерения остаточного уровня для измерения значения тока, с которым источник 102 электропитания заряжается и разряжается. Резистор R_{sense1} может быть включен между выводом SRN и выводом SRP интегральной схемы 124 измерения остаточного уровня. Интегральная схема 124 измерения остаточного уровня может получать значение, относящееся к напряжению источника 102 электропитания, через вывод V_{AT}. Интегральная схема 124 измерения остаточного уровня представляет собой интегральную схему, сконфигурированную для возможности измерения остаточного уровня в источнике 102 электропитания. Интегральная схема 124 измерения остаточного уровня может быть дополнительно сконфигурирована для записи информации, относящейся к состоянию износа источника 102 электропитания, или аналогичной информации. К примеру, за счет передачи информационного сигнала I_{2C} с вывода SDA блока 118 управления на вывод SDA интегральной схемы 124 измерения остаточного уровня, блок 118 управления может получать значение, относящееся к остаточному уровню в источнике 102 электропитания, значение, относящееся к состоянию износа источника 102 электропитания, и т.п., хранящееся в интегральной схеме 124 измерения остаточного уровня, синхронизировано с тактовым сигналом I_{2C}, подаваемым с вывода SCL блока 118 управления на вывод SCL интегральной схемы 124 измерения остаточного уровня.

Как правило, интегральная схема 124 измерения остаточного уровня сконфигурирована для обновления данных с периодом в одну секунду. Соответственно, если импеданс последовательной RLC-схемы вычисляют с использованием значения напряжения и значения тока, измеренных интегральной схемой 124 измерения остаточного уровня, то на вычисление импеданса потребуется как минимум один секундный цикл. Это означает, что температуру токоприемника 110 также вычисляют как минимум в течение одного секундного цикла. Такие циклы нельзя считать достаточно короткими для корректного управления нагревом токоприемника 110. Соответственно, в настоящем изобретении, желательно не использовать

значение напряжения и значение тока, измеренных интегральной схемой 124, для измерения импеданса последовательной RLC-схемы. То есть, предпочтительно, чтобы интегральная схема 124 измерения остаточного уровня не использовалась в качестве схемы 134 измерения напряжения и схемы 136 измерения тока, описанных выше. Таким образом, интегральная схема 124 измерения остаточного уровня для устройства 100 индуктивного нагрева, соответствующего данному варианту осуществления настоящего изобретения, не является необходимой. Однако применение интегральной схемы 124 измерения остаточного уровня позволяет точно оценивать состояние источника 102 электропитания.

Устройство 100 индуктивного нагрева может содержать светоизлучающий элемент 138, например, светодиод LED или аналогичный элемент. Схема 104 может содержать схему 126 возбуждения светоизлучающего элемента для возбуждения светоизлучающего элемента 138. Светоизлучающий элемент 138 может применяться для предоставления пользователю различной информации о состоянии устройства 100 индуктивного нагрева или аналогичной информации. Схема 126 возбуждения светоизлучающего элемента может хранить информацию, относящуюся к различным режимам излучения света для светоизлучающего элемента 138. Блок 118 управления может управлять схемой 126 возбуждения светоизлучающего элемента для обеспечения излучения им света в требуемом режиме за счет передачи информационного сигнала I2C с вывода SDA блока 118 управления на вывод SDA схемы возбуждения 126 светоизлучающего элемента и задания требуемого режима излучения света.

Схема 104 может содержать схему 122 зарядки. Схема 122 зарядки может быть интегральной схемой, сконфигурированной для регулировки напряжения, подаваемого из зарядного источника электропитания (не показан на чертеже), подключенном при помощи блока 116 соединения с зарядным источником электропитания (разность потенциалов между выводом VBUS и выводом GND), до значения напряжения, подходящего для зарядки источника 102 электропитания, в ответ на сигнал разрешения зарядки от блока управления 118, принятый на выводе CE. Регулируемое напряжение подают с вывода BAT схемы 122 зарядки. Следует отметить, что с вывода BAT схемы 122 зарядки может подаваться регулируемый ток. Схема 104 может также содержать схему 140 делителя напряжения. Когда зарядный источник электропитания подключен, измерительный сигнал VBUS подают с вывода VBUS схемы 122 зарядки в блок 118 управления через схему 140 делителя напряжения. Когда зарядный источник электропитания подключен, измерительный сигнал VBUS имеет значение, полученное делением напряжения, поданного из зарядного источника электропитания, при помощи схемы 140 делителя напряжения, и соответственно, измерительный сигнал VBUS имеет высокий уровень. Когда зарядный источник электропитания не подключен, он заземлен через схему 140 делителя напряжения, и соответственно, измерительный сигнал VBUS имеет низкий уровень. Следовательно, блок 118 управления может определять, когда начинается зарядка. Следует отметить, что вывод CE может иметь нормальную логику или инвертированную логику.

Схема 104 может содержать кнопку 128. Когда пользователь нажимает на кнопку 128, схема заземляется через кнопку 128, и в результате на блок 118 управления подается низкоуровневый сигнал контроля кнопки. За счет этого блок 118 управления может определить, что была нажата кнопка и может обеспечивать начало формирования аэрозоля схемой 104.

Схема 104 может содержать схему 120 регулировки напряжения. Схема 120 регулировки напряжения сконфигурирована для регулирования напряжения VBAT источника 102 электропитания (например, от 3,2 до 4,2 В) и формирования напряжения V_{sys} (например, 3 В), подаваемого на составные элементы схемы 104 или устройства 100 индуктивного нагрева. В качестве одного из примеров схема 120 регулировки напряжения может быть линейным регулятором, например, регулятором с низким падением напряжения (low dropout regulator, LDO). В соответствии с иллюстрацией напряжение V_{sys}, формируемое схемой 120 регулировки напряжения, может подаваться в цепь, содержащую вывод VDD блока 118 управления, вывод VDD интегральной схемы 124 измерения остаточного уровня, вывод VDD схемы 126 возбуждения светоизлучающего элемента и кнопку 128, и т.п.

В соответствии с иллюстрацией схема 136 измерения тока расположена на пути между источником 102 электропитания и индуктором 106, в точке, находящейся к индуктору 106 ближе, чем точка ответвления от этого пути к схеме 120 регулировки напряжения (точка А на фиг. 2). В такой конфигурации схема 136 измерения тока может с высокой степенью точности измерять значения тока, подаваемого на индуктор 106, без влияния тока, подаваемого на схему 120 регулировки напряжения. Соответственно, с высокой степенью точности могут быть измерены, или оценены, импеданс, температуры или другие параметры токоприемника 110.

Схема 104 может иметь такую конфигурацию, чтобы схема 136 измерения тока не располагалась на пути между схемой 122 зарядки и источником 102 электропитания. А именно, в соответствии с иллюстрацией, схема 136 измерения тока может быть расположена на пути между источником 102 электропитания и индуктором 106, в точке, находящейся к индуктору 106 ближе, чем точка ответвления от этого пути к схеме 122 зарядки (точка В на фиг. 2). В такой конфигурации ток, подаваемый из схемы 122 зарядки, не протекает через резистор R_{sense2} в схеме 136 измерения тока, когда источник 102 электропитания заряжается (переключатели Q1 и Q2 выключены). Соответственно, понижается вероятность отказа резистора R_{sense2}. В дополнение, когда источник 102 электропитания заряжается, ток может не протекать через операционный усилитель схемы 136 измерения тока, что позволяет снизить энергопотребление.

Схема 104 может также содержать переключатель Q_4 , который переключат между включенным и выключенным состоянием при помощи сигнала заземляющего переключения, передаваемого из блока 118 управления.

Далее будут описаны примеры операций, исполняемых блоком 118 управления в индуктивном нагревателе 100. Отметим, что в последующем описании подразумевается, что блок 118 управления имеет множество режимов, то есть, по меньшей мере семь следующих режимов SLEEP ("сон"), CHARGE ("зарядка"), ACTIVE ("активно"), PRE-HEAT ("предварительный нагрев"), INTERVAL ("пауза"), HEAT ("нагрев") и ERROR ("ошибка"), при этом для каждого режима будут описаны операции, выполняемые блоком 118 управления. Также, отметим, что индуктивный нагрев токоприемника 100 при помощи устройства 100 индуктивного нагрева состоит из режимов PRE-HEAT ("предварительный нагрев"), INTERVAL ("пауза") и HEAT ("нагрев").

Фиг. 4 представляет собой блок-схему алгоритма для одного из примеров операций 400, выполняемых блоком 118 управления в режиме SLEEP ("сон"). Режим SLEEP ("сон") может быть режимом с пониженным энергопотреблением, когда устройство 100 индуктивного нагрева не используется.

Этап S410 является этапом определения, обнаружено ли, что зарядный источник электропитания подключен к зарядному блоку 116 электропитания. Блок 118 управления может определять, обнаружено ли подключение зарядного источника электропитания на основе описанного выше измерительного сигнала VBUS. Если определено, что подключение зарядного источника электропитания обнаружено ("Да" на этапе S410), блок 118 управления переходит в режим CHARGE ("зарядка"), а если не обнаружено ("Нет" на этапе S410), переходят к выполнению этапа S420. В качестве конкретного примера, на этапе S410 определение "Да" выполняют, когда измерительный сигнал имеет высокий уровень, и выполняют определение "Нет", когда измерительный сигнал VBUS имеет низкий уровень.

Этап S420 - это этап определения, была ли обнаружена заранее заданная операция с кнопкой 128 устройства 100 индуктивного нагрева. Блок 118 управления может определять, что заранее заданная операция была выполнена на кнопке 128 на основе описанного выше сигнала контроля кнопки. Отметим, что примерами заранее заданной операции на этапе S420 могут быть длительное нажатие или последовательность нажатий на кнопку 128. Если определено, что обнаружена заранее заданная операция с кнопкой 128 ("Да" на этапе S420), блок 118 управления переходит в режим ACTIVE ("активно"), а если не обнаружена ("Нет" на этапе S420), возвращаются к этапу S410.

В соответствии с примером операций 400 блок 118 управления переходит в режим CHARGE ("зарядка") в ответ на обнаружение того, что был подключен зарядный источник электропитания, и переходит в состояние ACTIVE ("активно") в ответ на обнаружение операции с кнопкой. То есть, блок 118 управления остается в режиме SLEEP ("сон"), если не обнаружено ни подключение зарядного источника электропитания, ни операция с кнопкой.

Фиг. 5 представляет собой блок-схему алгоритма для одного из примеров операций 500, выполняемых блоком 118 управления в режиме CHARGE ("зарядка"). Данный пример операций 500 может запускаться в ответ на переход блока 118 управления в состояние CHARGE ("зарядка").

На этапе S510 выполняют операции для запуска зарядки источника 102 электропитания. Операции для запуска зарядки источника 102 электропитания могут содержать операцию, которая включает описанный выше сигнал разрешения зарядки или начинает передачу этого сигнала. Под включением сигнала разрешения зарядки понимается установка уровня сигнала разрешения зарядки в требуемый уровень, в зависимости от логики вывода CE. То есть, под этим понимают установку сигнала разрешения зарядки в высокий уровень, когда вывод CE имеет нормальную логику, или установку сигнала разрешения зарядки в низкий уровень, когда вывод CE имеет инвертированную логику.

Этап S520 является этапом определения, обнаружено ли, что зарядный источник отключен от зарядного блока 116 электропитания. Блок 118 управления может обнаруживать, что зарядный источник электропитания отключен от блока 116 соединения с зарядным источником электропитания на основе описанного выше измерительного сигнала VBUS. Если определено, что отключение зарядного источника электропитания обнаружено ("Да" на этапе S520), переходят к выполнению этапа S530, а если не обнаружено ("Нет" на этапе S520), возвращаются к выполнению этапа S520.

Этап S530 является этапом выполнения операций для прекращения зарядки источника 102 электропитания. Операции для прекращения зарядки источника 102 электропитания могут содержать операцию, которая выключает описанный выше сигнал разрешения зарядки или прекращает передачу этого сигнала. Под выключением сигнала разрешения зарядки понимается установка уровня сигнала разрешения зарядки в требуемый противоположный уровень, в зависимости от логики вывода CE. То есть, под этим понимают установку сигнала разрешения зарядки в низкий уровень, когда вывод CE имеет нормальную логику, или установку сигнала разрешения зарядки в высокий уровень, когда вывод CE имеет инвертированную логику.

Этап S40 является этапом задания доступного количества стержней аэрозольобразующего материала 108 на основе уровня заряда источника 102 электропитания (остаточный уровень энергии в источнике 102 электропитания) (предполагается, что аэрозольобразующий материал 108 имеет стержнеобразную форму, однако это не является ограничением). Соответственно, нужно понимать, что выражение "дос-

тупное количество стержней" может быть обобщено до "доступного количества единиц". Доступное количество стержней будет описано ниже на примере фиг. 6, которая представляет собой график, иллюстрирующий доступное количество стержней.

Прямоугольник 610 отражает полную зарядку источника 102 электропитания, соответствующую ситуации, когда источник 102 электропитания еще не был использован (далее "не работавший", при этом его площадь отражает объем полной зарядки неработавшего источника электропитания. Следует понимать, что выражение "источник 102 электропитания не был использован" может означать, что количество зарядок с момента изготовления источника 102 электропитания равно нулю, или что количество его зарядок менее первого заранее заданного количества зарядок.

Примером объема полной зарядки неработавшего источника 102 электропитания может быть емкость 220 мА/ч. Прямоугольник 620 отражает полную зарядку источника 102 электропитания, соответствующую ситуации, когда источник 102 электропитания был использован в индуктивном нагревателе 100, а именно, когда повторные зарядки и разрядки источника 102 электропитания привели к его некоторому износу (далее "при износе"), при этом его площадь отражает объем полной зарядки источника электропитания при износе. Как можно видеть на фиг. 6, объем полной зарядки неработавшего источника 102 электропитания больше, чем объем полной зарядки источника 102 электропитания при износе.

Прямоугольник 630 отражает объем мощности (энергии), необходимый для потребления одной единицы аэрозолеобразующего материала, при этом его площадь отражает соответствующий объем энергии. Все четыре прямоугольника 630 имеют одинаковую площадь, и соответствующие объемы энергии тоже приблизительно равны. В качестве примера, объем 630 энергии, необходимый для потребления одной единицы аэрозолеобразующего материала 108 может быть приблизительно равен 70 мА/ч. Одна единица аэрозолеобразующего материала 108 может считаться употребленной, когда выполнено заранее заданное количество затяжек или нагревов в течение заранее заданного периода времени.

Прямоугольники 640 и 650 отражают уровень заряда источника 102 электропитания после употребления двух единиц аэрозолеобразующего материала 108 (далее называемый "остаточный уровень энергии"), при этом их площади отражают соответствующие объемы энергии. Как можно видеть на фиг. 6, остаточный 640 объем энергии неработавшего источника электропитания больше, чем остаточный объем 650 источника электропитания при износе.

Значение 660 отражает выходное напряжение источника 102 электропитания при полной зарядке, например, оно может быть равно 3,64 В. Значение 660 одинаково для неработавшего (610) источника 102 электропитания и при его износе (620), и это означает, что напряжение источника 102 электропитания при полной зарядке практически постоянно независимо от износа источника 102 электропитания, т.е. его состояния исправности (State of Health, SOH).

Значение 670 отражает конечное напряжение разрядки источника 102 электропитания, например, оно может быть равно 2,4 В. Значение 670 одинаково для неработавшего (610) источника 102 электропитания и при его износе (620), и это означает, что конечное напряжение разрядки источника 102 электропитания практически постоянно независимо от износа источника 102 электропитания, т.е. его состояния исправности (State of Health, SOH).

Предпочтительно, чтобы источник 102 электропитания не продолжал работать до момента, когда напряжение достигает конечного напряжения 670 разрядки, то есть, когда уровень зарядки источника 102 электропитания достигает нуля. Причина состоит в том, что источник 102 электропитания изнашивается более интенсивно, если напряжение источника 102 электропитания опускается ниже конечного напряжения 670 разрядки, или если уровень зарядки источника 102 электропитания достигает нуля. Также, источник 102 электропитания изнашивается более интенсивно, если напряжение источника 102 электропитания приближается к конечному напряжению 670 разрядки.

В дополнение, в соответствии с предшествующим описанием, когда источник 102 электропитания уже был использован, точнее, когда прошли повторяющиеся циклы зарядки и разрядки, объем его полной зарядки снижается, и остаточный объем энергии после употребления заранее заданного количества единиц (две на фиг. 6) аэрозолеобразующего материала становится ниже при износе (650), чем у неработавшего (640).

Соответственно предпочтительно, чтобы блок 118 управления задавал доступное количество стержней на основе оценки износа источника 102 электропитания, чтобы источник 102 электропитания не использовался до момента, когда напряжение достигает конечного напряжения 670 разрядки или приближается к нему, то есть, до момента, когда уровень зарядки источника 102 электропитания достигает нуля или приближается к нулю. Другими словами, доступное количество стержней может задаваться, например, в соответствии со следующей формулой:

$$n = \text{int}((e - S)/C),$$

где n - доступное количество стержней; e - уровень зарядки источника 102 электропитания (измеряемый, например, в мА/ч); S - параметр для определения границы для остаточного уровня 650 энергии источника 102 электропитания при износе (измеряемой, например, в мА/ч); C - объем энергии необходимый для потребления одной единицы аэрозолеобразующего материала (измеряемый, например, в мА/ч);

a int() - функция, которая отбрасывает цифры после десятичной запятой для параметра в скобках. Отметим, что e является переменной и может быть получена блоком 118 управления с интегральной схемой 124 измерения остаточного уровня. S и C являются константами, которые могут быть заранее получены экспериментально и сохранены в памяти (не показана на черте) блока 118 управления. А именно, S может быть остаточным объемом 650 энергии, полученным, когда источник 102 электропитания в ходе эксперимента был разряжен второе заранее заданное количество раз (\gg первого заранее заданного количества раз), т.е. когда возникает допустимый износ, или значением, которое составляет $+a$ к заявленному остаточному объему энергии. Отметим, что, когда значение SOH, полученное блоком 118 управления при помощи связи с интегральной схемой 124 измерения остаточного уровня, достигает заранее заданного количества, может быть определено, что источник 102 электропитания в достаточной степени изношен, и тогда зарядка и разрядка источника 102 электропитания могут быть запрещены. То есть, "при износе" при вычислении S означает более сильный износ, чем у неработавшего источника электропитания, но при этом SOH не достигло заранее заданного значения.

Вернемся к фиг. 5: после этапа S540 блок 118 управления переходит в режим ACTIVE ("активно"). Следует отметить, что в рассмотренном выше варианте осуществления настоящего изобретения на этапе S520 блок 118 управления определяет, обнаружено ли, что зарядный источник отключен от зарядного блока 116 электропитания. Вместо этого схема 122 зарядки может определять, завершена ли зарядка источника 102 электропитания, а также может определять, принял ли блок 118 управления результат этого определения по связи I2C или аналогичным образом.

Фиг. 7 представляет собой блок-схему алгоритма для одного из примеров операций 700 (далее называемых "основными операциями"), выполняемых блоком 118 управления в режиме ACTIVE ("активно"). Основные операции 700 могут запускаться в ответ на переход блока 118 управления в состояние ACTIVE ("активно").

Этап S705 - это этап запуска первого таймера. После запуска первого таймера значение первого таймера увеличивается или уменьшается относительно исходного значения с течением времени. Ниже принято допущение, что значение первого таймера с течением времени увеличивается. Первый таймер может быть остановлен, когда блок 118 управления переходит в другой режим. Это же верно для второго и третьего таймеров, которые будут рассмотрены ниже.

S710 является этапом уведомления пользователя об уровне зарядки источника 102 электропитания. Уведомление об уровне зарядки может выполняться за счет связи блока 118 управления со схемой 126 возбуждения светоизлучающего элемента на основе информации об источнике 102 электропитания, полученной при помощи связи с интегральной схемой 124 измерения остаточного уровня и обеспечения излучения света, светоизлучающим элементом 138, в заранее заданном режиме. Это же относится и к остальным уведомлениям, описанным ниже. Предпочтительно, чтобы уведомление об уровне зарядки выполнялось лишь на определенное время.

S715 - это этап запуска остальных операций (называемых далее "вспомогательными операциями"), выполняемых параллельно основным операциям 700. Вспомогательные операции, запускаемые на данном этапе, будут описаны ниже. Следует отметить, что выполнение вспомогательных операций может быть остановлено, когда блок 118 управления переходит в другой режим. Это же относится и к другим вспомогательным операциям, описанным ниже.

S720 является этапом определения, прошло ли заранее заданное время, на основе значения первого таймера. Если определено, что заранее заданное время прошло ("Да" на этапе S720), блок 118 управления переходит в режим SLEEP ("сон"), а если нет ("Нет" на этапе S720), переходят к выполнению этапа S725.

S725 - это этап подачи управляющего, ненагревающего, питания переменного тока на описанную выше последовательную RLC-схему, т.е. схему для индуктивного нагрева токоприемника 110, который является по меньшей мере частью аэрозолеобразующего материала 108, и измерения импеданса последовательной RLC-схемы. Ненагревающее питание переменного тока может формироваться при помощи выключения переключателя Q_1 , включения переключателя Q_2 и затем переключения переключателя Q_3 . Среднее, или действующее значение энергии, подаваемой на последовательную RLC-схему за счет подачи ненагревающего питания переменного тока меньше, чем среднее, или действующее значение энергии, подаваемой на последовательную RLC-схему при подаче нагревающего питания переменного тока, что будет описано далее. Следует отметить, что в предпочтительном случае ненагревающее питание переменного тока имеет частоту f_0 резонанса последовательной RLC-схемы.

Следует отметить, что ненагревающее электропитание переменного тока подают исключительно для измерения импеданса последовательной RLC-схемы. Соответственно, подача ненагревающего питания переменного тока может быстро прекращаться после получения данных для измерения импеданса последовательной RLC-схемы (например, действующего значения VRMS напряжения и действующего значения IRMS тока, измеряемых схемой 134 измерения напряжения и схемой 136 измерения тока соответственно (описанными ниже)). С другой стороны, подача ненагревающего питания переменного тока может продолжаться до заранее заданного момента времени, например, до перехода блока 118 управления в другой режим. Прекращение подачи ненагревающего питания переменного тока может осуществляться при помощи выключения переключателя Q_2 , остановки переключения переключателя Q_3 и вы-

ключения переключателя Q₃, или обоими этими методами. Следует отметить, что переключатель Q₁ в этот момент времени на этапе S725 может быть исходно выключен.

S730 является этапом определения, является ли измеренный импеданс аномальным. Блок 118 управления может определять, что измеренный импеданс аномален, когда измеренный на этапе 725 импеданс не попадает в диапазон импедансов, включающий погрешность измерения и определенный на основе импеданса, измеренного, когда оригинальный аэрозольобразующий материал корректным образом вставлен в устройство 100 индуктивного нагрева. Если определено, что импеданс аномален ("Да" на этапе S730), переходят к выполнению этапа S735, а если нет ("Нет" на этапе S730), переходят к выполнению этапа S745.

Этап S735 является этапом выполнения заранее заданной операции защиты от отказа. Заранее заданная операция защиты от отказа может содержать выключение всех переключателей Q₁, Q₂ и Q₃.

Этап S740 - это этап предоставления пользователю заранее заданного уведомления об ошибке. После этапа S740 блок 118 управления переходит в режим ERROR ("ошибка") для выполнения заранее заданных операций при ошибке. Отметим, что конкретные операции в режиме ERROR ("ошибка") в настоящем документе не описаны.

Этап S745 является этапом определения, был ли обнаружен токоприемник 110 на основе импеданса, измеренного на этапе S725. Следует отметить, что обнаружение токоприемника 110 может трактоваться как обнаружение аэрозольобразующего материала 108, содержащего токоприемник 110. Обнаружение токоприемника 110 на основе импеданса будет рассмотрено ниже.

Этап S750 является этапом определения, равно ли доступное количество стержней по меньшей мере единице. Если определено, что доступное количество стержней равно по меньшей мере единице ("Да" на этапе S750), блок 118 управления переходит в режим PRE-HEAT ("предварительный нагрев"), а если нет ("Нет" на этапе S750), переходят к выполнению этапа S755.

Этап S755 - это этап предоставления пользователю заранее заданного уведомления о малом остаточном объеме энергии, указывающего на то, что источник 102 электропитания имеет малый остаточный объем энергии. После этапа S755 блок 118 управления переходит в режим SLEEP ("сон").

В соответствии с последующим описанием аэрозольобразующий материал 108 индуктивно нагревают при помощи операций в режиме PRE-HEAT ("предварительный нагрев"), к котором может быть выполнен переход после этапа S750. То есть, в соответствии с основными операциями 700 может быть реализован автоматический индуктивный нагрев аэрозольобразующего материала 108 после его вставки в корпус 101.

Фиг. 24 представляет собой блок-схему алгоритма, подробно иллюстрирующую первые вспомогательные операции 800, запускаемые на этапе S715, при выполнении основных операций 700 в режиме ACTIVE ("активно").

Этап S810 - то этап определения, была ли обнаружена заранее заданная операция с кнопкой 128. Отметим, что примером заранее заданной операции на этапе S810 может быть краткое нажатие на кнопку 128. Если определено, что обнаружена заранее заданная операция с кнопкой 128 ("Да" на этапе S810), переходят к выполнению этапа S820, а если не обнаружена ("Нет" на этапе S810), возвращаются к этапу S810.

Этап S820 - это этап сброса первого таймера и возврата его значения к исходному. Альтернативно данному варианту осуществления настоящего изобретения, значение первого таймера может быть приближено к исходному значению, или заранее заданный момент времени на этапе S720 может быть отодвинут от значения первого таймера.

Этап S830 является этапом уведомления пользователя об уровне зарядки источника 102 электропитания. После этапа S830 может быть выполнен возврат к этапу S810.

В соответствии с основными операциями 700 блок 118 управления может переходить в режим SLEEP ("сон"), когда после перехода в режим ACTIVE ("активно") пройдет заранее заданное время, тогда как в соответствии со вспомогательными операциями 800 пользователь может быть повторно уведомлен об уровне зарядки источника 102 электропитания, и переход в режим SLEEP ("сон") может быть отложен при помощи выполнения заранее заданной операции с кнопкой 128.

Фиг. 9 представляет собой блок-схему алгоритма, иллюстрирующую вторые вспомогательные операции 900, запускаемые на этапе S715, при выполнении основных операций 700 в режиме ACTIVE ("активно").

Этап S910 содержит определение, обнаружен ли зарядный источник электропитания как подключенный к зарядному блоку 116 электропитания. Если определено, что подключение зарядного источника электропитания обнаружено ("Да" на этапе S910), блок 118 управления переходит в режим CHARGE ("зарядка"), а если не обнаружено ("Нет" на этапе S910), возвращаются к этапу S910. Аналогично этапу S410 блок 118 управления может определять, обнаружено ли подключение зарядного источника электропитания на основе описанного выше измерительного сигнала VBUS. Следует отметить, что при переходе режим CHARGE ("зарядка") предпочтительно, чтобы блок 118 управления выключал все переключатели Q₁, Q₂ и Q₃.

В соответствии со вторыми вспомогательными операциями 900 блок 118 управления автоматически переходит в режим CHARGE ("зарядка") в ответ на обнаружение того, что был подключен зарядный ис-

точник электропитания.

Фиг. 10 представляет собой блок-схему алгоритма для одного из примеров (основных) операций 1000, выполняемых блоком 118 управления в режиме PRE-HEAT ("предварительный нагрев"). Основные операции 1000 могут запускаться в ответ на переход блока 118 управления в режим PRE-HEAT ("предварительный нагрев").

Этап S1010 является этапом выполнения управления для начала подачи нагревающего питания переменного тока на последовательную RLC-схему. Нагревающее питание переменного тока формируют при помощи выключения переключателя Q_1 , включения переключателя Q_2 и затем переключения переключателя Q_3 . Среднее, или действующее значение энергии, подаваемой на последовательную RLC-схему за счет подачи нагревающего питания переменного тока выше, чем среднее, или действующее значение энергии, подаваемой на последовательную RLC-схему при подаче описанного выше ненагревающего питания переменного тока.

Этап S1020 - это этап запуска остальных (вспомогательных) операций, выполняемых параллельно основным операциям 1000. Вспомогательные операции, запускаемые на данном этапе, будут описаны ниже.

Этап S1030 - это этап выполнения операций, связанных с обнаружением токоприемника 110. Этот этап будет описан ниже. Он содержит по меньшей мере этап измерения импеданса последовательной RLC-схемы.

Этап S1040 является этапом получения температуры токоприемника 110 или по меньшей части генерирования переменного тока (далее, где это уместно, "температура токоприемника") на основе импеданса, измеренного на этапе S1030. Получение температуры токоприемника 110 на основе импеданса будет рассмотрено ниже. Следует отметить, что этап S1040 может быть опущен в случае использования целевого импеданса предварительного нагрева, соответствующего целевой температуре предварительного нагрева на этапе S1050 (описан ниже), вместе целевой температуры предварительного нагрева. В этом случае полученный импеданс и целевой импеданс предварительного нагрева сравнивают на этапе S1050.

Этап S1050 является этапом определения, достигла ли полученная температура токоприемника заранее заданной целевой температуры предварительного нагрева. Если определено, что температура токоприемника достигла целевой температуры предварительного нагрева ("Да" на этапе S1050), переходят к выполнению этапа S1060, а если нет ("Нет" на этапе S1050), возвращаются к выполнению этапа S1030. Следует отметить, что даже если после начала режима PRE-HEAT ("предварительный нагрев") прошло заранее заданное время, для подтверждения того, что предварительный нагрев завершен, может требоваться решение "Да" на этапе S1050.

Этап S1060 - это этап уведомления пользователя о том, что предварительный нагрев аэрозолеобразующего материала 108 завершен. Это уведомление может выполняться при помощи LED 138 или при помощи вибромотора, дисплея и т.п. После этапа S1060 блок 118 управления переходит в режим INTERVAL ("пауза").

В соответствии с основными операциями 100 может быть реализован предварительный нагрев аэрозолеобразующего материала 108.

Фиг. 11 представляет собой блок-схему алгоритма для одного из примеров (основных) операций 1100, выполняемых блоком 118 управления в режиме INTERVAL ("пауза"). Основные операции 1100 могут запускаться в ответ на переход блока 118 управления в состояние INTERVAL ("пауза").

Этап S1110 является этапом выполнения управления для прекращения подачи нагревающего питания переменного тока на последовательную RLC-схему. Прекращение подачи ненагревающего питания переменного тока может осуществляться при помощи выключения переключателя Q_1 , остановки переключения переключателя Q_3 и выключения переключателя Q_3 , или обоими этими методами. Следует отметить, что переключатель Q_2 в этот момент времени на этапе S1110 может быть исходно выключен.

Этап S1120 - это этап запуска остальных (вспомогательных) операций, выполняемых параллельно основным операциям 1100. Вспомогательные операции, запускаемые на данном этапе, будут описаны ниже.

Этап S1130 - это этап осуществления управления таким образом, чтобы на последовательную RLC-схему подавалось ненагревающее питание переменного тока и был измерен импеданс последовательной RLC-схемы. Этот этап может быть аналогичен этапу S725 основных операций 700 в режиме ACTIVE ("активно").

Этап S1040 является этапом получения температуры токоприемника на основе измеренного импеданса. Следует отметить, что этап S1140 может быть опущен в случае использования целевого импеданса охлаждения, соответствующего целевой температуре охлаждения на этапе S1150 (описан ниже), вместе целевой температуры охлаждения. В этом случае полученный импеданс и целевой импеданс охлаждения сравнивают на этапе S1150.

Этап S1150 является этапом определения, достигла ли полученная температура токоприемника заранее заданной целевой температуры охлаждения. Если определено, что температура токоприемника достигла целевой температуры охлаждения ("Да" на этапе S1150), блок 118 управления переходит в режим HEAT ("нагрев"), а если нет ("Нет" на этапе S1150), возвращаются к выполнению этапа S1130. Следует отметить, что даже если после начала режима INTERVAL ("пауза") прошло заранее заданное время, для подтверждения того, что охлаждение завершено, может требоваться решение "Да" на этапе S1150.

В режиме PRE-HEAT ("предварительный нагрев") токоприемник быстро нагревают для быстрой подачи аэрозоля. С другой стороны, такой быстрый нагрев несет риски формирования избыточного объема аэрозоля. Соответственно, за счет выполнения режима INTERVAL ("пауза") перед режимом HEAT ("нагрев") формируемый объем аэрозоля после завершения режима PRE-HEAT ("предварительный нагрев") может быть стабилизирован для выполнения режима HEAT ("нагрев"). Другими словами, в соответствии с основными операциями 1100 предварительно нагретый аэрозолеобразующий материал 108 может охлаждаться перед режимом HEAT ("нагрев") с целью стабильного формирования аэрозоля.

Фиг. 12 представляет собой блок-схему алгоритма для одного из примеров (основных) операций 1200, выполняемых блоком 118 управления в режиме HEAT ("нагрев"). Основные операции 1200 могут запускаться в ответ на переход блока 118 управления в режим HEAT ("нагрев").

Этап S1205 - это этап запуска второго таймера.

Этап S1210 - это этап запуска остальных (вспомогательных) операций, выполняемых параллельно основным операциями 1200. Вспомогательные операции, запускаемые на данном этапе, будут описаны ниже.

Этап S1215 является этапом выполнения управления для начала подачи нагревающего питания переменного тока на последовательную RLC-схему.

Этап S1220 - это этап выполнения операций, связанных с обнаружением токоприемника 110. Этот этап будет описан ниже, однако можно отметить, что он содержит по меньшей мере этап измерения импеданса последовательной RLC-схемы.

Этап S1125 является этапом получения температуры токоприемника на основе импеданса, измеренного на этапе S1220. Следует отметить, что этап S1225 может быть опущен в случае использования целевого импеданса нагрева, соответствующего целевой температуре нагрева на этапе S1230 (описан ниже), вместо целевой температуры нагрева. В этом случае полученный импеданс и целевой импеданс нагрева сравнивают на этапе S1230.

Этап S1230 является этапом определения, достигла ли полученная температура токоприемника по меньшей мере заданной целевой температуры нагрева. Если определено, что температура токоприемника достигла по меньшей мере целевой температуры нагрева ("Да" на этапе S1230), переходят к выполнению этапа S1235, а если нет ("Нет" на этапе S1230), возвращаются к выполнению этапа S1240.

Этап S1235 является этапом осуществления управления для прекращения подачи нагревающего питания переменного тока на последовательную RLC-схему и затем ожидания в течение заранее заданного времени. Этот этап предназначен для временного прекращения подачи нагревающего питания переменного тока на последовательную RLC-схему и понижения температуры токоприемника. Которая достигла по меньшей мере целевой температуры нагрева.

Этап S1240 - это этап определения, было ли удовлетворено заранее заданное условие окончания нагрева. Примерами заранее заданного условия окончания нагрева являются условие о том, что прошло заранее заданное время, на основе значения второго таймера; условие о том, что было выполнено заранее заданное количество затяжек с использованием текущего аэрозолеобразующего материала 108; или условие ИЛИ из этих условий. Способ обнаружения затяжки будет описан ниже. Если определено, условие окончания нагрева выполнено ("Да" на этапе S1240), переходят к выполнению этапа S1245, а если нет ("Нет" на этапе S1240), возвращаются к этапу S1220.

Этап S1245 является этапом уменьшения доступного количества стержней на единицу. После этапа S1245 блок 118 управления переходит в режим SLEEP ("сон").

В соответствии с основными операциями 1200 температура токоприемника может поддерживаться равной заранее заданной температуре для формирования аэрозоля в требуемом режиме.

Ниже будут описаны операции, выполняемые в ответ на обнаружение токоприемника 110, описанное выше в связи с основными операциями 1000 в режиме PRE-HEAT ("предварительный нагрев") и основными операциями 1200 в режиме HEAT ("нагрев").

Фиг. 13А является блок-схемой алгоритма для одного из примеров операций 1300А, выполняемых в ответ на обнаружение токоприемника 110.

Этап S1305 является этапом измерения импеданса последовательной RLC-схемы. Следует отметить, что подачу нагревающего питания переменного тока на последовательную RLC-схему начинают до этапа S1305.

Этап S1310 является этапом определения, был ли обнаружен токоприемник 110 на основе измеренного импеданса. Если токоприемник 110 был обнаружен на основе импеданса ("Да" на этапе S1310), то данный пример операций 1300А завершается, и возвращаются к основным операциям 1000 или основным операциям 1200, а если нет ("Нет" на этапе S1310), переходят к этапу S1315.

Этап S1315 является этапом прекращения подачи нагревающего питания переменного тока на последовательную RLC-схему.

Этап S1320 является этапом уменьшения доступного количества стержней на единицу. После этапа S1320 блок 118 управления переходит в режим ACTIVE ("активно").

В соответствии с примером операций 1300А, когда аэрозолеобразующий материал 108 удаляют во время индуктивного нагрева, или аналогичной операции, индуктивный нагрев может быть прекращен. Это позволяет повысить безопасность устройства 100 индуктивного нагрева и снизить непродуктивный

расход энергии, накопленной в источнике 102 электропитания. В дополнение, в соответствии с примером операций 1300А, блок 118 управления уменьшает доступное количество стержней на единицу, когда аэрозольобразующий материал 108 удаляют. В результате, напряжение источника 102 электропитания медленнее достигает конечного напряжения разрядки или приближается к нему, после потребления доступного количества единиц, чем если бы доступное количество стержней не уменьшали. Следовательно, сокращается интенсивность износа источника 102 электропитания.

Фиг. 13А является блок-схемой алгоритма для еще одного из примеров операций 1300В, выполняемых в ответ на обнаружение токоприемника 110. Некоторые из этапов в этом примере операций 1300В идентичны примеру операций 1300А, при этом ниже будут описаны отличия.

В примере процедур 1300В после этапа S1315. Выполняют этап S1325.

Этап S1325 - это этап предоставления пользователю заранее заданного уведомления об ошибке. Это заранее заданное уведомление об ошибке соответствует неуспешному обнаружению токоприемника 110 во время индуктивного нагрева из за случайного удаления аэрозольобразующего материала 108, или аналогичной ситуации. Такое заранее заданное уведомление об ошибки может быть выполнено при помощи LED 138 или аналогичного устройства.

Этап S1330 - это этап запуска третьего таймера.

Этап S1335 - это этап выполнения управления таким образом, чтобы на последовательную RLC-схему подавалось ненагревающее питание переменного тока и был измерен импеданс последовательной RLC-схемы. Этот этап может быть аналогичен этапу S725 основных операций 700 в режиме ACTIVE ("активно").

Этап S1340 является этапом определения, был ли обнаружен токоприемник 110 на основе измеренного импеданса. Если определено, что токоприемник 110 обнаружен на основе импеданса ("Да" на этапе S1340), переходят к выполнению этапа S1350, а если нет ("Нет" на этапе S1340), переходят к выполнению этапа S1345.

Этап S1315 является этапом возобновления подачи нагревающего питания переменного тока на последовательную RLC-схему, которое было прекращено на этапе S1315.

S1345 является этапом определения, прошло ли заранее заданное время, на основе значения третьего таймера. Если определено, что заранее заданное время прошло ("Да" на этапе S1345), переходят к выполнению этапа S1320, а если нет ("Нет" на этапе S1345), возвращаются к этапу S1335.

Пример операций 1300В будет рассмотрен более подробно с помощью фиг. 14, которая представляет собой график, отражающий изменения температуры токоприемника. На графике вертикальная ось соответствует температуре, а горизонтальная - времени.

Точка 1410 обозначает заранее заданную целевую температуру предварительного нагрева, описанную выше в связи с основными операциями 700 в режиме PRE-HEAT ("предварительный нагрев").

Точка 1415 обозначает заранее заданную целевую температуру охлаждения, описанную выше в связи с основными операциями 1100 в режиме INTERVAL ("пауза").

Точка 1420 обозначает заранее заданную целевую температуру нагрева, описанную выше в связи с основными операциями 1200 в режиме HEAT ("нагрев"). Следует отметить, что в соответствии с последующим описанием, режим HEAT ("нагрев") имеет профиль нагрева, содержащий множество фаз, на которых применяют различные целевые температуры нагрева. То есть, точка 1420 обозначает целевую температуру нагрева на первой фазе профиля нагрева в режиме HEAT ("нагрев").

Интервал 1430 обозначает период режима PRE-HEAT ("предварительный нагрев"). То есть, период режима PRE-HEAT ("предварительный нагрев") завершается, приблизительно, когда температура токоприемника достигает заранее заданной целевой температуры 1410 предварительного нагрева.

Интервал 1435 обозначает период режима INTERVAL ("пауза"). То есть, период режима INTERVAL ("пауза") начинается, приблизительно, когда температура токоприемника достигает заранее заданной целевой температуры 1410 предварительного нагрева, и завершается, когда температура токоприемника достигает целевой температуры 1415 охлаждения.

Интервал 1440 обозначает период режима HEAT ("нагрев"). То есть, период режима PRE-HEAT ("предварительный нагрев") начинается, приблизительно, когда температура токоприемника достигает заранее заданной целевой температуры 1410 охлаждения и завершается в момент 1445 времени. Точка 1445 означает момент, когда удовлетворено условие окончания нагрева (этап S1240 основных операций 1200).

Точка 1450 означает момент, когда токоприемник 110 более не может быть обнаружен, т.е. когда на этапе S1310 примера операций 1300В не определено, что токоприемник обнаружен, на основе импеданса ("Нет" на этапе S1310). Точка 1455 означает момент, когда токоприемник 110 снова может быть обнаружен, т.е. когда на этапе S1340 примера операций 1300В определено, что токоприемник обнаружен, на основе импеданса ("Да" на этапе S1310). Интервал 1460 обозначает период, в течение которого токоприемник 110 не может быть обнаружен.

В соответствии с примером операций 1300В, несмотря на следование профилю нагрева, в котором определена по меньшей мере одна целевая температура нагрева, соответствующая промежутку времени, управление индуктивным нагревом может осуществляться с допущением того, что между этапом S1315, где завершают индуктивный нагрев, и этапом S1350, где возобновляют индуктивный нагрев, также про-

шло время. Профиль нагрева, соответствующий периоду 1460, когда токоприемник 110 не может быть обнаружен, может быть, по существу, пропущен.

Фиг. 13А является блок-схемой алгоритма для еще одного из примеров операций 1300С, выполняемых в ответ на обнаружение токоприемника 110. Некоторые из этапов в этом примере операций 1300С идентичны примерам операций 1300А или 1300В, при этом ниже будут описаны отличия.

Этап S1355 является этапом обнаружения токоприемника 110 на основе измеренного импеданса. Этот этап аналогичен этапу S1310, однако отличается тем, что переходят к этапу S1325, если не определено, что токоприемник 110 обнаружен ("Нет" на этапе S1355).

В примере процедуры 1300С после этапа S1330 переходят к этапу S1360.

Этап S1360 является этапом измерения импеданса последовательной RLC-схемы. Этап S1360 аналогичен этапу S1335, однако на этапе S1360 нет необходимости обеспечивать подачу нагревающего питания переменного тока на последовательную RLC-схему. Причина заключается в том, что в момент времени этапа S1360 подача нагревающего питания переменного тока не остановлена.

Этап S1365 является этапом определения, был ли обнаружен токоприемник 110 на основе измеренного импеданса. Этот этап аналогичен этапу S1340, однако отличается тем, что, если определено, что токоприемник 110 обнаружен, на основе импеданса ("Да" на этапе S1365), возвращаются к этапу S1305, а если нет ("Нет" на этапе S1355), переходят к выполнению этапа S1370.

S1370 является этапом определения, прошло ли заранее заданное время, на основе значения третьего таймера. Этот этап аналогичен этапу S1345, однако отличается тем, что если определено, что заранее заданное время прошло ("Да" на этапе S1370), переходят к этапу S1315, а если нет ("Нет" на этапе S1370), возвращаются к этапу S1360.

Пример операций 1300С будет рассмотрен более подробно с помощью фиг. 14. Далее будут описаны отличия от предшествующего описания примера операций 1300В.

Точка 1450 означает момент, когда токоприемник 110 более не может быть обнаружен, т.е. когда на этапе S1355 примера операций 1300С не определено, что токоприемник обнаружен, на основе импеданса ("Нет" на этапе S1355). Точка 1455 означает момент, когда токоприемник 110 снова может быть обнаружен, т.е. когда на этапе S1365 примера операций 1300С определено, что токоприемник обнаружен, на основе импеданса ("Да" на этапе S1365).

Как отмечалось выше, режим HEAT ("нагрев") имеет профиль нагрева, содержащий множество фаз, на которых применяют различные целевые температуры нагрева. При этом операции изменения целевой температуры нагрева в один или более моментов времени (например, этап S2115 на фиг. 21, описанный ниже) могут входить в состав операций в режиме HEAT ("нагрев"). Тогда, в соответствии с примером 1300С операций, период 1460, в котором токоприемник 110 не может быть обнаружен, не влияет на упомянутые один или более моментов времени. Причина заключается в том, что операции 1300С не включают этапов S1315 и S1350 из примера операций 1300В. То есть, в соответствии с примером 1300С операций, можно достичь того, чтобы период 1460, в котором токоприемник 110 не может быть обнаружен, не влиял на общую длительность профиля нагрева.

Фиг. 13D является блок-схемой алгоритма для еще одного из примеров операций 1300D, выполняемых в ответ на обнаружение токоприемника 110.

Некоторые из этапов в этом примере операций 1300С идентичны примерам операций 1300А, 1300В или 1300С при этом ниже будут описаны отличия.

Этап S1375 аналогичен этапу S1340, однако отличается тем, что если определено, что токоприемник 110 обнаружен, на основе импеданса, переходят к выполнению этапа S1385.

В примере процедур 1300С после этапа S1325 переходят к этапу S1380.

Этап S1380 является этапом остановки второго таймера, который был запущен, и запуска третьего таймера. Остановка второго таймера гарантирует, что значение второго таймера не будет увеличиваться с течением времени. То есть, приостанавливают выполнение профиля нагрева.

Этап S1385 - это этап определения, был ли остановлен второй таймер. Этот этап может быть этапом определения, был ли выполнен этап S1380. Если определено, что второй таймер был остановлен ("Да" на этапе S1345), переходят к выполнению этапа S1390, а если нет ("Нет" на этапе S1385), пример операций 1300D завершают, и возвращаются к основным операциями 1000 или основным операциям 1200.

Этап S1390 - это этап перезапуска остановленного второго таймера. При перезапуске второго таймера его значение снова увеличивается со временем относительно значения, в котором второй таймер был остановлен. То есть, выполнение профиля нагрева возобновляется.

Пример операций 1300D будет рассмотрен более подробно с помощью фиг. 14. Далее будут описаны отличия от предшествующего описания примера операций 1300В.

Точка 1450 означает момент, когда токоприемник 110 более не может быть обнаружен, т.е. когда на этапе S1375 примера операций 1300D не определено, что токоприемник обнаружен, на основе импеданса ("Нет" на этапе S1375).

То есть, в соответствии с примером операций 1300D, несмотря на следование профилю нагрева, в котором определена по меньшей мере одна целевая температура нагрева, соответствующая промежутку времени, управление индуктивным нагревом может осуществляться с допущением того, что между эта-

пом S1315, где завершают индуктивный нагрев, и этапом S1350, где возобновляют индуктивный нагрев, времени не прошло. В результате выполнение профиля нагрева может быть по существу прервано.

Фиг. 13Е является блок-схемой алгоритма для еще одного из примеров операций 1300Е, выполняемых в ответ на обнаружение токоприемника 110. Некоторые из этапов в этом примере операций 1300С идентичны примерам операций 1300А 1300В, 1300С и 1300D, при этом ниже будут описаны отличия.

Этап S1392 аналогичен этапу S1340, однако отличается тем, что, если определено, что токоприемник 110 обнаружен на основе импеданса, переходят к выполнению этапа S1394.

Этап S1394 - это этап определения, был ли запущен третий таймер. Этот этап может быть этапом определения, был ли выполнен этап S1330. Если определено, что третий таймер был запущен ("Да" на этапе S1394), переходят к выполнению этапа S1396, а если нет ("Нет" на этапе S1394), пример операций 1300Е завершают, и возвращаются к основным операциями 1000 или основным операциям 1200.

S1396 является этапом выполнения заранее заданных операций на основе значения третьего таймера. Заранее заданные операции могут быть операциями, которые удлиняют одну или более из множества фаз режима HEAT ("нагрев") на значение третьего таймера, т.е. длину периода, в течение которого токоприемник 110 не мог быть обнаружен. То есть, такие заранее заданные операции могут быть операциями, которые отдают по меньшей мере один или более моментов времени для изменения целевой температуры нагрева на длину периода, в течение которого токоприемник 110 не мог быть обнаружен. Это может быть реализовано, например, задержкой момента времени, в котором принимают решение об изменении на этапе S2105 на фиг. 21, который будет описан ниже. Отметим, что задержка фазы и/или задержка момента изменения целевой температуры нагрева не обязательно должны выполняться на длительность периода, в котором токоприемник 110 не мог быть обнаружен. Фаза или момент времени для изменения целевой температуры нагрева могут быть задержаны на значение, полученное в результате выполнения такой операции, как добавления или вычитания заранее заданного значения из длительности периода, в течение которого токоприемник 110 не мог быть обнаружен, или значения, не связанного с длительностью периода, в течение которого токоприемник 110 не мог быть обнаружен, и т.п.

Пример операций 1300Е будет рассмотрен более подробно с помощью фиг. 14. Далее будут описаны отличия от предшествующего описания примера операций 1300Е.

Точка 1450 означает момент, когда токоприемник 110 более не может быть обнаружен, т.е. когда на этапе S1392 примера операций 1300Е не определено, что токоприемник обнаружен, на основе импеданса ("Нет" на этапе S1392).

В соответствии с примерами операций 1300Е момент времени для изменения целевой температуры нагрева могут быть задержаны в зависимости от периода 1460 из этапа S1392, когда аэрозольобразующий материал не мог быть обнаружен, до этапа S1392, когда аэрозольобразующий материал обнаружен снова, и соответственно, эта фаза профиля нагрева может быть скомпенсирована, или удлинена. То есть, в соответствии с примером 1300Е операций, можно достичь того, чтобы длительность профиля нагрева была увеличена в зависимости от периода 1460, в котором токоприемник 110 не мог быть обнаружен.

Фиг. 15 является блок-схемой алгоритма, иллюстрирующей пример первых вспомогательных операций 1500, которые запускают на этапе S1020 основных операций 1000 в режиме PRE-HEAT ("предварительный нагрев"), этапе S1120 основных операций 1100 режима INTERVAL ("пауза") или этапе S1210 основных операций 1200 режима HEAT ("нагрев").

Этап S1510 - это этап определения, была ли обнаружена заранее заданная операция с кнопкой 128. Заранее заданная операция может быть аналогичной заранее заданной операции на этапах S420 и S810 или может отличаться. Отметим, что примерами заранее заданной операции на этапе S1510 могут быть длительное нажатие или последовательность нажатий на кнопку 128. Если определено, что обнаружена заранее заданная операция с кнопкой ("Да" на этапе S1510), переходят к выполнению этапа S1520, а если не обнаружена ("Нет" на этапе S1510), возвращаются к этапу S1510.

Этап S1520 является этапом выполнения управления для прекращения подачи питания переменного тока. Если первые вспомогательные процедуры запущены на этапе S1020 или S1210, то это питание переменного тока является нагревающим питанием переменного тока, тогда как если первые вспомогательные операции 1500 запущены на этапе S1120, это питание переменного тока является ненагревающим питанием переменного тока.

Этап S1530 является этапом уменьшения доступного количества стержней на единицу. В соответствии со вспомогательными операциями 1500, когда подача питания переменного тока остановлена в результате операции пользователя, блок 118 управления уменьшает доступное количество стержней на единицу. В результате, напряжение источника 102 электропитания медленнее достигает конечного напряжения разрядки или приближается к нему, после потребления доступного количества стержней аэрозольобразующего материала 108, чем если бы доступное количество стержней не уменьшали. Следовательно, сокращается интенсивность износа источника 102 электропитания.

Фиг. 16 является блок-схемой алгоритма, иллюстрирующей пример вторых вспомогательных операций 1600, которые запускают на этапе S1020 основных операций 1000 в режиме PRE-HEAT ("предварительный нагрев"), этапе S1120 основных операций 1100 режима INTERVAL ("пауза") или этапе S1210 основных операций 1200 режима HEAT ("нагрев").

Этап S1610 является этапом измерения тока разрядки. Ток разрядки может измеряться при помощи схемы 136 измерения тока.

Этап S1620 является этапом определения, является ли измеренный ток разрядки слишком большим. Если определено, что ток разрядки слишком велик ("Да" на этапе S1620), переходят к выполнению этапа S1630, а если нет ("Нет" на этапе S1620), возвращаются к этапу S1610.

Этап S1630 является этапом выполнения заранее заданной операции защиты от отказа.

Этап S1640 - это этап предоставление пользователю заранее заданного уведомления об ошибке. Заранее заданное уведомление об ошибке соответствует слишком большому току разрядки. После этапа S1640 блок 118 управления переходит в режим ERROR ("ошибка"). Уведомление об ошибке может быть выполнено при помощи LED 138.

Фиг. 17 является схемой, иллюстрирующей принцип обнаружения токоприемника 110, который является по меньшей мере частью аэрозолеобразующего материала 108, на основе импеданса, и принцип получения температуры токоприемника 110, который является по меньшей мере аэрозолеобразующего материала 108, на основе импеданса.

Схема 1710 - это эквивалентная схема для последовательной RLC-схемы, когда аэрозолеобразующий материал 108 не вставлен в устройство 100 индуктивного нагрева.

L - значение индуктивности последовательной RLC-схемы. Несмотря на то, что, строго говоря, L является составным значением из составляющих индуктивности множества элементов в последовательной RLC-схеме, L может быть равно значению индуктивности индуктора 106.

C_2 - значение емкости последовательной RLC-схемы. Несмотря на то, что, строго говоря, C_2 является составным значением из составляющих емкости множества элементов в последовательной RLC-схеме, C_2 может быть равно значению емкости конденсатора 106.

R_{Circuit} - это значение сопротивления последовательной RLC-схемы. R_{Circuit} является составным значением из составляющих сопротивления множества элементов в последовательной RLC-схеме.

Значения L , C_2 и R_{Circuit} могут быть получены заранее из спецификации электронного устройства или измерены заранее экспериментально и сохранены заранее в памяти (не показана на чертеже) блока 118 управления.

Импеданс Z_0 последовательной RLC-схемы, когда аэрозолеобразующий материал 108 не вставлен в устройство 100 индуктивного нагрева, может быть вычислен при помощи приведенной ниже формулы.

Формула 1

$$Z_0 = \sqrt{R_{\text{circuit}}^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C_2}\right)^2}$$

где ω - круговая частота питания переменного тока, подаваемого на последовательную RLC-схему ($\omega = 2\pi f$;

f - частота питания переменного тока).

С другой стороны, схема 1720 - это эквивалентная схема для последовательной RLC-схемы, когда аэрозолеобразующий материал 108 вставлен в устройство 100 индуктивного нагрева. Схема 1720 отличается от 1710 наличием резистивной составляющей токоприемника 110 ($R_{\text{susceptor}}$), который является по меньшей мере частью аэрозолеобразующего материала 108. Импеданс Z_1 последовательной RLC-схемы, когда аэрозолеобразующий материал 108 вставлен в устройство 100 индуктивного нагрева, может быть вычислен при помощи приведенной ниже формулы.

Формула 2

$$Z_1 = \sqrt{(R_{\text{circuit}} + R_{\text{susceptor}})^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C_2}\right)^2}$$

То есть, импеданс последовательной RLC-схемы, когда аэрозолеобразующий материал 108 вставлен в устройство 100 индуктивного нагрева, выше, чем когда он не вставлен. Импеданс Z_0 , когда аэрозолеобразующий материал 108 не вставлен в устройство 100 индуктивного нагрева, и импеданс Z_1 , когда аэрозолеобразующий материал 108 вставлен, получают экспериментально заранее, и пороговое значение, расположенное между ними, сохраняют в памяти (не показана на чертеже) блока 118 управления. Это позволяет определять, вставлен ли аэрозолеобразующий материал 108 в устройство индуктивного нагрева, т.е. обнаружен ли токоприемник 110, исходя из того, превышает ли измеренный импеданс Z упомянутый порог. Как отмечалось, обнаружение токоприемника 110 может трактоваться как обнаружение аэрозолеобразующего материала 108.

Отметим, что блок 118 управления может вычислять импеданс Z последовательной RLC-схемы на основе действующего значения V_{RMS} и действующего значения I_{RMS} тока, измеряемых, соответственно, схемой 134 измерения напряжения и схемой 136 измерения тока.

Формула 3

$$Z = \frac{V_{RMS}}{I_{RMS}}$$

При этом, решением приведенного выше уравнения для Z_1 относительно $R_{susceptor}$ получают следующую формулу.

Формула 4

$$\begin{aligned} Z_1^2 &= R_{susceptor}^2 + 2R_{susceptor} \cdot R_{circuit} + R_{circuit}^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2 \\ R_{susceptor}^2 + 2R_{circuit} \cdot R_{susceptor} + R_{circuit}^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2 - Z_1^2 &= 0 \\ R_{susceptor} &= \frac{-2R_{circuit} \pm \sqrt{4R_{circuit}^2 - 4\left(R_{circuit}^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2 - Z_1^2\right)}}{2} \\ &= \pm \sqrt{Z_1^2 - \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} - R_{circuit} \end{aligned}$$

Здесь, исключением отрицательных значений сопротивления и заменой Z_1 на Z , получают следующую формулу.

Формула 5

$$R_{susceptor} = \sqrt{Z^2 - \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} - R_{circuit}$$

Экспериментально получив соотношение между $R_{susceptor}$ и температурой токоприемника заранее и сохранив это соотношение в памяти (не показана на чертеже) блока 118 управления, может быть получена температура токоприемника, на основе дальнейшего вычисления $R_{susceptor}$ на основе импеданса Z последовательной RLC-схемы.

На фиг. 18 показана эквивалентная схема для последовательной RLC-схемы, когда питание переменного тока подают на частоте f_0 резонанса последовательной RLC-схемы. Схемы 1810 и 1820 - это, соответственно, эквивалентные схемы для последовательной RLC-схемы, когда аэрозолеобразующий материал 108 не вставлен, или вставлен, в устройство 100 индуктивного нагрева. Частота f_0 резонанса может быть вычислена следующим образом.

Формула 6

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}}$$

При этом приведенное ниже соотношение удовлетворяется частотой f_0 резонанса, и следовательно, индуктивной и емкостной составляющими последовательной RLC-схемы можно пренебречь в отношении импеданса последовательной RLC-схемы.

Формула 7

$$\omega L = \frac{1}{\omega C_2}$$

Соответственно, импеданс Z_0 последовательной RLC-схемы, когда аэрозолеобразующий материал 108 не вставлен в устройство 110 индуктивного нагрева, и импеданс Z_1 последовательной RLC-схемы, когда аэрозолеобразующий материал 108 вставлен, на частоте f_0 резонанса, могут быть получены следующим образом.

Формула 8

$$\begin{aligned} Z_0 &= R_{circuit} \\ Z_1 &= R_{circuit} + R_{susceptor} \end{aligned}$$

При этом значение $R_{susceptor}$ резистивной составляющей, привносимой токоприемником 110, который является по меньшей мере частью аэрозолеобразующего материала 108, когда аэрозолеобразующий материал 108 вставлен в устройство 100 индуктивного нагрева, на частоте f_0 резонанса, может быть вычислено при помощи следующей формулы.

Формула 9

$$R_{susceptor} = Z - R_{circuit}$$

Таким образом, при обнаружении токоприемника 110, когда получают температуру токоприемника на

основе импеданса, или оба этих значения, использование частоты f_0 резонанса последовательной RLC-схемы является предпочтительным с точки зрения простоты вычислений. Очевидно, использование частоты f_0 резонанса последовательной RLC-схемы также предпочтительно с точки зрения подачи энергии, накопленной в источнике 102 электропитания, в токоприемник 110 с высокой эффективностью и скоростью.

Конкретный пример 1 профиля нагрева.

Ниже будет описан один из конкретных примеров профиля нагрева.

В данном примере устройство 100 индуктивного нагрева может соответствующим образом нагревать аэрозолеобразующий материал 108 при помощи изменения частоты переключения схемы 132 генерирования переменного тока в режиме PRE-HEAT ("предварительный нагрев"), режиме INTERVAL ("пауза") и режиме HEAT ("нагрев"), состоящем из множества фаз.

На фиг. 19 показаны графики (a), (b) и (c), отражающие изменение температуры токоприемника 110, частоты переключения схемы 132 генерирования переменного тока и импеданса схемы 104, соответственно, в индуктивном нагревателе 100 в соответствии с данным примером. Аналогично фиг. 14, на фиг. 19 стрелка 1430 обозначает период режима PRE-HEAT ("предварительный нагрев"), стрелка 1435 обозначает периода режима INTERVAL ("пауза"), а стрелка 1440 обозначает период режима HEAT ("нагрев"). При этом, на графике (a) сплошной линией показана температура токоприемника 110, а прерывистой линией показана целевая температура (целевая температура предварительного нагрева, целевая температура охлаждения и целевая температура нагрева) для каждого периода.

На фиг. 19 показано, что температура 110 (температура токоприемника) достигает целевой температуры нагрева в момент переключения фаз, однако это является лишь идеальным случаем. То есть, с точки зрения примера операций, показанных на фиг. 21 и описанных ниже, поведение, проиллюстрированное на фиг. 19, соответствует случаю, когда момент времени изменения частоты переключения выключателя Q_3 совпадает с моментом времени первоначального достижения температурой токоприемника 110 целевой температуры нагрева. В общем случае после достижения целевой температуры нагрева температура токоприемника 110 повторно опускается вследствие временного прекращения нагревающего питания переменного тока и затем снова растет. Соответственно, в общем случае, достижение температурой токоприемника 110 целевой температуры нагрева не обязательно должно совпадать с переключением фазы. То же самое относится и к фиг. 20, и к фиг. 22.

Как показано на графике (b) в данном примере, частота переключения переключателя Q_3 в схеме 132 генерирования переменного тока равна частоте f_0 резонанса в течение периода 1430 в режиме PRE-HEAT ("предварительный нагрев") и в течение периода 1435 в режиме INTERVAL ("пауза") и остается постоянной в этих периодах. В периоде 1440 режима HEAT ("нагрев") частотой переключения переключателя Q_3 управляют так, чтобы она увеличивалась ступенями при переходе между фазами (моменты времени для переключения на повышенную частоту переключателя Q_3 запланированы заранее; это же относится и к конкретному примеру 2, описанному ниже. Когда частота переключения переключателя Q_3 меняется, меняется также импеданс схемы 104. В результате ступенчатого увеличения частоты переключения переключателя Q_3 , импеданс схемы 104 также продолжает увеличиваться, что показано на графике (c). В данном примере временный спад температуры может регистрироваться, когда пользователь втягивает аэрозоль, сформированный из источника аэрозоля, на основе изменения импеданса схемы 104 (или изменения переменного тока, подаваемого на индуктор 106). То есть, определение того, что пользователь втянул аэрозоль, может выполняться на основе обнаружения спада температуры.

При этом управление частотой переключения переключателя Q_3 в течение периода 1440 в режиме HEAT ("нагрев") может выполняться таким образом, чтобы она начиналась с частоты f_0 резонанса и постепенно отходила от частоты f_0 резонанса, как показано сплошной линией на графике (b), или таким образом, чтобы она существенно падала относительно частоты f_0 резонанса перед постепенным приближением к частоте f_0 резонанса, как показано прерывистой линией на графике (b). В первом случае частота переключения переключателя Q_3 повышается в области частот выше частоты резонанса на протяжении множества фаз, составляющих режим HEAT ("нагрев") 1440, а во втором случае частота переключения переключателя Q_3 повышается в области частот ниже частоты резонанса на протяжении множества фаз, составляющих режим HEAT ("нагрев") 1440. Быстрый нагрев необходим только в режиме PRE-HEAT ("предварительный нагрев"), при этом такой интенсивный индуктивный нагрев не подходит для постепенного увеличения температуры в режиме HEAT ("нагрев"). Соответственно, в данном примере частоту переключения переключателя Q_3 удаляют от частоты f_0 резонанса, что позволяет обеспечить более плавный рост температуры. Токоприемник 110 может нагреваться требуемым образом с переключением частоты при переходе от фазы к фазе.

В дополнение, на фиг. 20 показан еще один пример изменения температуры токоприемника 110, частоты переключения схемы 132 генерирования переменного тока и импеданса схемы 104 в индуктивном нагревателе 100. В данном примере также частота переключения переключателя Q_3 в схеме 132 генерирования переменного тока равна частоте f_0 резонанса в течение периода 1430 в режиме PRE-HEAT ("предварительный нагрев") и в течение периода 1435 в режиме INTERVAL ("пауза") и остается постоянной в этих периодах. Однако в периоде 1440 режима HEAT ("нагрев") в данном примере частотой переключения переключателя Q_3 управляют так, чтобы она уменьшалась ступенями при переходе между фа-

зами. При этом, в результате ступенчатого понижения частоты переключения переключателя Q_3 , импеданс схемы 104 также продолжает снижаться. Когда втягивание аэрозоля пользователем не регистрируют, может обеспечиваться понижение частоты переключения переключателя Q_3 с переходами между фазами в режиме HEAT ("нагрев"), как в данном примере, и результатом может быть постепенное увеличение температуры.

При этом управление частотой переключения переключателя Q_3 в течение периода 1440 в режиме HEAT ("нагрев") может выполняться таким образом, чтобы она существенно выросла относительно частоты f_0 резонанса перед постепенным приближением к частоте f_0 резонанса, как показано сплошной линией на графике (b), или таким образом, чтобы она начиналась с частоты f_0 резонанса и постепенно отходила от частоты f_0 резонанса, как показано прерывистой линией на графике (b). В первом случае частота переключения переключателя Q_3 понижается в области частот выше частоты резонанса на протяжении множества фаз, составляющих режим HEAT ("нагрев") 1440, а во втором случае частота переключения переключателя Q_3 понижается в области частот ниже частоты резонанса на протяжении множества фаз, составляющих режим HEAT ("нагрев") 1440.

Фиг. 21 представляет собой блок-схему алгоритма для одного из примеров операций 1200, выполняемых, в основном, блоком 118 управления в режиме HEAT ("нагрев"). В алгоритме на фиг. 21 к алгоритму, показанному на фиг. 12, добавлено выполнение этапов S2105, S2110 и S2115. Остальные этапы идентичны фиг. 12 и, следовательно, описаны не будут.

Этап S2105 является этапом определения, находится ли второй таймер в моменте времени для изменения частоты переключения переключателя Q_3 . Если определено, что настал момент времени для изменения частоты переключения переключателя Q_3 ("Да" на этапе S2105), на этапе S2110, изменяют частоту переключения переключателя Q_3 (повышают или понижают). Затем на этапе S2115 целевую температуру нагрева повышают на заранее заданное значение. Если на этапе S2105, что не настал момент времени для изменения частоты переключения переключателя Q_3 ("Нет" на этапе S2105), выполнение этапов S2110 и S2115 пропускают (т.е. частоту переключения переключателя Q_3 не изменяют). Следует отметить, что выполнение этапов S2110 и S2115 может осуществляться в обратном порядке, или параллельно.

Конкретный пример 2 профиля нагрева.

Ниже будет описан еще один из конкретных примеров профиля нагрева. В данном примере частота переключения схемы 132 генерирования переменного тока фиксирована и равна конкретной частоте и не меняется в режиме PRE-HEAT ("предварительный нагрев"), режиме INTERVAL ("пауза") и режиме HEAT ("нагрев"), состоящем из множества фаз, а именно, в данном примере она фиксирована и равна частоте резонанса.

На фиг. 22 показаны графики (a), (b) и (c), отражающие изменение температуры токоприемника 110, частоты переключения схемы 132 генерирования переменного тока и импеданса схемы 104, соответственно, в индуктивном нагревателе 100 в соответствии с данным примером. В соответствии с графиком (b) в данном примере частота переключения схемы 132 генерирования переменного тока в индуктивном нагревателе 100 фиксирована и равна частоте резонанса в режиме PRE-HEAT ("предварительный нагрев"), режиме INTERVAL ("пауза") и режиме HEAT ("нагрев"), состоящем из множества фаз.

Фиг. 23 и фиг. 24 представляют собой блок-схемы алгоритмов для одного из примеров операций, выполняемых, в основном, блоком 118 управления в режиме HEAT ("нагрев"). Алгоритм на фиг. 23 отличается от фиг. 12 тем, что вместо этапа S1235 выполняют управление нагревом на этапе S2310, а также добавленными этапами S2320 и S2325. Остальные этапы идентичны фиг. 12 и, следовательно, описаны не будут.

Этап S2320 является этапом определения, находится ли второй таймер в моменте времени для изменения целевой температуры нагрева. Если определено, что настал момент для изменения целевой температуры нагрева ("Да" на этапе S2320), то на этапе S2325 целевую температуру нагрева повышают на заранее заданное значение. Если на этапе S2320 определяют, что не настал момент времени для изменения целевой температуры нагрева ("Нет" на этапе S2320), выполнение этапа S2325 пропускают (т.е. целевую температуру нагрева не изменяют).

Фиг. 24 представляет собой блок-схему алгоритма, подробно иллюстрирующую управление нагревом на этапе S2310. Этап S23101 является этапом выполнения управления для прекращения подачи нагревающего питания переменного тока на последовательную RLC-схему. На этапе S23102 управление выполняют таким образом, чтобы ненагревающее электропитание переменного в последовательную RLC-схему начало подаваться для измерения импеданса последовательной RLC-схемы. Этап S23103 является этапом измерения импеданса последовательной RLC-схемы. Этап S23104 является этапом выполнения управления для прекращения подачи ненагревающего питания переменного тока на последовательную RLC-схему. Этап S23105 является этапом получения температуры токоприемника на основе импеданса, измеренного на этапе S23103. Следует отметить, что выполнение этапов S23101-S23105 может быть аналогично этапам упомянутых выше алгоритмов. В дополнение, этап S23106 является этапом определения, не превышает ли температура токоприемника, полученная на этапе S23105, значения ("заранее заданная целевая температура нагрева" - Δ). Если температура токоприемника не превышает зна-

чения ("заранее заданная целевая температура нагрева" - Δ), управление нагревом завершают, и переходят к выполнению этапа S1215 на фиг. 23. Если температура токоприемника выше, чем значение ("заранее заданная целевая температура нагрева" - Δ), возвращаются к выполнению этапа S23102. То есть, если температура токоприемника выше, чем значение ("заранее заданная целевая температура нагрева" - Δ), температуру токоприемника продолжают отслеживать при помощи второй схемы, включающей переключатель Q_2 и обладающей высоким сопротивлением. В этот момент времени третий переключатель могут переключать с заранее заданным периодом, даже когда нагрев токоприемника 110 приостановлен. Затем, когда температура токоприемника станет не выше, чем значение ("заранее заданная целевая температура нагрева" - Δ), переключатель Q_1 снова включают и токоприемник 110 нагревают с помощью первой схемы. Если Δ имеет значение больше "0", то в управление нагревом оказывается введен гистерезис. В частности, значение Δ может иметь максимум около 5°C .

Выше были рассмотрены конкретные варианты осуществления настоящего изобретения, однако нужно понимать, что они приведены исключительно в качестве примеров и не ограничивают объем настоящего изобретения. Нужно понимать, в рассмотренных вариантах осуществления настоящего изобретения могут быть внесены модификации, добавления, улучшения и т.п., которые остаются в пределах сущности и объема настоящего изобретения. Объем настоящего изобретения не может быть ограничен ни одним из рассмотренных выше вариантов осуществления настоящего изобретения и определяется исключительно объемом пунктов формулы изобретения и их эквивалентами.

В рассмотренных выше вариантах осуществления настоящего изобретения описано управление с использованием частоты f_0 резонанса последовательной RLC-схемы, однако в составных элементах последовательных RLC-схем неизбежно присутствуют производственные допуски, и следовательно, использовать в точности частоты f_0 резонанса не является необходимым. К примеру, может присутствовать около $\pm 5\%$ отклонения от частоты f_0 резонанса, вычисленной на основе фактических параметров составных элементов последовательной RLC-схемы.

В рассмотренных выше вариантах осуществления настоящего изобретения обнаружение затяжки пользователя было основано на изменении импеданса, однако вместо этого оно может выполняться при помощи датчика затяжки (не показан на фиг. 2).

В рассмотренных выше вариантах осуществления настоящего изобретения блок 118 управления обнаруживает аэрозолеобразующий материал на основе токоприемника 110, однако аэрозолеобразующий материал 108 может вместо этого обнаруживаться на основе специального маркера, RFID-устройства, или аналогичного элемента в аэрозолеобразующем материале 108. Очевидно, что подобный маркер, RFID-устройство, или аналогичный элемент, должны быть по меньшей мере частью аэрозолеобразующего материала 108.

Ниже будет описана первая модификация для рассмотренных выше вариантов осуществления настоящего изобретения.

В соответствии с первой модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения предложено устройство формирования аэрозоля для индуктивного нагрева токоприемника в аэрозолеобразующем материале, который содержит токоприемник и источник аэрозоля. Устройство для формирования аэрозоля содержит корпус, в который может быть вставлен аэрозолеобразующий материал. Корпус содержит: источник электропитания; схему генерирования переменного тока для генерирования переменного тока на основе мощности, подаваемой из источника электропитания; схему индуктивного нагрева для индуктивного нагрева токоприемника; и блок управления, сконфигурированный для обнаружения напряжения и тока схемы, содержащей схему индуктивного нагрева, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, и для начала индуктивного нагрева в случае, когда, на основе импеданса, полученного на основе обнаруженных напряжения и тока, определено, что токоприемник находится внутри корпуса устройства формирования аэрозоля.

В дополнение, в соответствии с первой модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, блок управления сконфигурирован также для получения температуры токоприемника на основе импеданса схемы, содержащей схему индуктивного нагрева, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, и для управления индуктивным нагревом на основе полученной температуры.

В дополнение, в соответствии с первой модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, блок управления дополнительно сконфигурирован для исполнения по меньшей мере следующего: первый режим, в котором измеряют импеданс схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, и второй режим, в котором импеданс схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, не измеряют.

В дополнение, в соответствии с первой модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, устройство дополнительно содержит блок соединения, сконфигурированный для обеспечения соединения с зарядным источником электропитания, при этом блок управления дополнительно сконфигурирован для выполнения операций в первом режиме до истечения заранее заданного периода времени

после обнаружения отключения зарядного источника электропитания от блока соединения.

В дополнение, в соответствии с первой модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, устройство дополнительно содержит кнопку, при этом блок управления дополнительно сконфигурирован для перехода в первый режим в ответ на выполнение заранее заданной операции с упомянутой кнопкой.

В дополнение, в соответствии с первой модификацией данного варианта осуществления настоящего изобретения, устройство дополнительно содержит кнопку, при этом блок управления возвращается в первый режим в ответ на выполнение заранее заданной операции с упомянутой кнопкой после перехода во второй режим, в ответ на истечение заранее заданного периода времени после перехода в первый режим.

В дополнение, в соответствии с первой модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, устройство дополнительно содержит блок соединения, сконфигурированный для обеспечения соединения с зарядным источником электропитания, при этом блок управления дополнительно сконфигурирован, пока соединение зарядного источника электропитания с блоком соединения обнаруживаются, для не измерения напряжения и тока схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока.

В дополнение, в соответствии с первой модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, блок управления дополнительно сконфигурирован для измерения напряжения и тока схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, на частоте резонанса этой схемы.

В дополнение, в соответствии с первой модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, устройство дополнительно содержит первую схему и вторую схему, сконфигурированные для избирательного активирования с целью подачи энергии на токоприемник, при этом вторая схема имеет большее сопротивление, чем первая схема.

В дополнение, в соответствии с первой модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, блок управления сконфигурирован, при выполнении индуктивного нагрева, для использования первой схемы с целью выполнения индуктивного нагрева и измерения напряжения и тока схемы.

В дополнение, в соответствии с первой модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, блок управления в случае, когда импеданс, полученный на основе измеренных напряжения и тока, превосходит заранее заданное значение, для начала индуктивного нагрева.

В дополнение, в соответствии с первой модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, предложен способ работы устройства формирования аэрозоля для индуктивного нагрева токоприемника в аэрозолеобразующем материале, который содержит токоприемник и источник аэрозоля. Устройство для формирования аэрозоля содержит корпус, в который может быть вставлен аэрозолеобразующий материал. Корпус содержит источник электропитания; схему генерирования переменного тока для генерирования переменного тока на основе мощности, подаваемой из источника электропитания; и схему индуктивного нагрева для индуктивного нагрева токоприемника. Способ содержит этап обнаружения напряжения и тока схемы, содержащей схему индуктивного нагрева, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, и этап начала индуктивного нагрева в ответ на обнаружение, на основе импеданса, полученного на основе обнаруженных напряжения и тока, того, что токоприемник находится внутри корпуса устройства формирования аэрозоля.

В дополнение, в соответствии с первой модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, способ дополнительно содержит по меньшей мере одно из следующего: этап, из первого режима, в котором измеряют импеданс схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, и второго режима, в котором импеданс схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, не измеряют, выполнения операций в первом режиме до истечения заранее заданного периода времени после обнаружения, что зарядный источник электропитания отключен от блока соединения, входящего в состав устройства формирования аэрозоля и сконфигурированного для обеспечения соединения с зарядным источником электропитания; этап перехода в первый режим из второго режима в ответ на выполнение заранее заданной операции с кнопкой, входящей в состав устройства формирования аэрозоля; и этап измерения напряжения и тока схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, на частоте резонанса этой схемы.

В дополнение, в соответствии с первой модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, предложено устройство формирования аэрозоля для индуктивного нагрева токоприемника в аэрозолеобразующем материале, который содержит токоприемник и источник аэрозоля. Устройство для формирования аэрозоля содержит аэрозолеобразующий материал; и корпус, в который аэрозолеобразующий материал может быть вставлен. Корпус содержит источник электропитания; схему генерирования переменного тока для генерирования переменного тока на основе мощности, подаваемой из источника электропитания; схему индуктивного нагрева для индуктивного нагрева токоприемника; и блок управления, сконфигурированный для обнаружения напряжения и тока схемы, содержащей схему индуктивного нагрева, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, и для начала индуктивного нагрева в случае, когда, на основе импеданса, полученного на ос-

нове обнаруженных напряжения и тока, определено, что токоприемник находится внутри корпуса устройства формирования аэрозоля.

Ниже будет описана вторая модификация для рассмотренных выше вариантов осуществления настоящего изобретения.

В соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, предложено устройство индуктивного нагрева, сконфигурированное для индуктивного нагрева токоприемника в аэрозолеобразующем материале, который содержит токоприемник и источник аэрозоля. Устройство индуктивного нагрева содержит источник электропитания; схему индуктивного нагрева для индуктивного нагрева токоприемника; схему генерирования переменного тока для генерирования переменного тока на основе мощности, подаваемой из источника электропитания, при этом переменный ток подают в схему индуктивного нагрева; и блок управления, сконфигурированный для обнаружения токоприемника на основе импеданса схемы, содержащей схему индуктивного нагрева, и для начала индуктивного нагрева в ответ на обнаружение токоприемника.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, устройство индуктивного нагрева содержит средства обнаружения напряжения и тока упомянутой схемы, содержащей схему индуктивного нагрева, и при этом блок управления сконфигурирован для получения импеданса этой схемы на основе обнаруженных тока и напряжения.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, средства обнаружения напряжения и тока содержат схему обнаружения напряжения и схему обнаружения тока.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, схема обнаружения тока сконфигурирована для обнаружения тока, протекающего в индукторе, входящем в состав схемы индуктивного нагрева.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, схема обнаружения напряжения сконфигурирована для обнаружения напряжения, подаваемого источником электропитания.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, блок управления сконфигурирован для обнаружения токоприемника, и это включает, что он сконфигурирован для обнаружения того, что токоприемник вставлен в устройство индуктивного нагрева, на основе импеданса.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения токоприемник входит в состав аэрозолеобразующего материала, при этом устройство индуктивного нагрева содержит корпус и блок управления, сконфигурированный для обнаружения токоприемника, и это включает, что он сконфигурирован для обнаружения того, что аэрозолеобразующий материал вставлен в корпус, на основе импеданса.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, устройство индуктивного нагрева содержит кнопку, при этом блок управления сконфигурирован для обнаружения токоприемника после операции с кнопкой.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, блок управления дополнительно сконфигурирован для получения температуры токоприемника на основе импеданса схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, блок управления сконфигурирован для управления индуктивным нагревом на основе полученной температуры.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, блок управления имеет первый режим, в котором измеряют по меньшей мере импеданс схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, и второй режим, в котором импеданс схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, не измеряют.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, устройство дополнительно содержит блок соединения, сконфигурированный для обеспечения соединения с зарядным источником электропитания, при этом блок управления дополнительно сконфигурирован для выполнения операций в первом режиме до истечения заранее заданного периода времени после обнаружения отключения зарядного источника электропитания от блока соединения.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, устройство дополнительно содержит кнопку, при этом блок управления дополнительно сконфигурирован для перехода в первый режим в ответ на выполнение заранее заданной операции с упомянутой кнопкой.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, устройство дополнительно содержит кнопку, при этом блок управления сконфигурирован: в ответ на переход в первый режим, для запуска таймера таким образом, чтобы значение увеличивалось

или уменьшалось с течением времени, относительно исходного значения; в ответ на то, что значение таймера достигло заранее заданного значения, для перехода во второй режим; и в ответ на выполнение заранее заданной операции с упомянутой кнопкой, для выполнения одного из следующего: возвращение значения таймера в исходное значение, приближение значения таймера к исходному значению, или сдвиг заранее заданного значения дальше от значения таймера.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения устройство дополнительно содержит кнопку, при этом блок управления возвращается в первый режим в ответ на выполнение заранее заданной операции с упомянутой кнопкой после перехода во второй режим, в ответ на истечение заранее заданного периода времени после перехода в первый режим.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, устройство дополнительно содержит блок соединения, сконфигурированный для обеспечения соединения с зарядным источником электропитания, при этом блок управления дополнительно сконфигурирован, пока соединение зарядного источника электропитания с блоком соединения обнаруживают, для не измерения или обнаружения напряжения и тока схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, устройство дополнительно содержит блок соединения, сконфигурированный для обеспечения соединения с зарядным источником электропитания, при этом блок управления дополнительно сконфигурирован, пока соединение зарядного источника электропитания с блоком соединения обнаруживают, для не импеданса схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, блок управления дополнительно сконфигурирован для измерения импеданса схемы, в которую подают переменный ток, на частоте резонанса схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, блок управления дополнительно сконфигурирован для обнаружения напряжения и тока схемы, в которую подают переменный ток, на частоте резонанса схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока.

В дополнение, в соответствии с первой модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, устройство дополнительно содержит первую схему и вторую схему, сконфигурированные для избирательного активирования с целью подачи энергии на токоприемник, при этом вторая схема имеет большее сопротивление, чем первая схема.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, блок управления дополнительно сконфигурирован, при выполнении индуктивного нагрева, для использования первой схемы с целью выполнения индуктивного нагрева и измерения импеданса схемы.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, блок управления в случае, когда импеданс, полученный на основе измеренных напряжения и тока схемы, содержащей схему индуктивного нагрева, превосходит заранее заданное значение, для начала индуктивного нагрева.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения устройство дополнительно содержит средства определения импеданса схемы, содержащей схему индуктивного нагрева.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, предложено устройство индуктивного нагрева, сконфигурированное для индуктивного нагрева токоприемника в аэрозолеобразующем материале, который содержит токоприемник и источник аэрозоля. Устройство индуктивного нагрева содержит аэрозолеобразующий материал; источник электропитания; схему индуктивного нагрева для индуктивного нагрева токоприемника; схему генерирования переменного тока для генерирования переменного тока на основе мощности, подаваемой из источника электропитания, при этом переменный ток подают в схему индуктивного нагрева; и блок управления, сконфигурированный для обнаружения токоприемника на основе импеданса схемы, содержащей схему индуктивного нагрева, и для начала индуктивного нагрева в ответ на обнаружение токоприемника.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, предложен способ работы устройства индуктивного нагрева, сконфигурированного для индуктивного нагрева токоприемника в аэрозолеобразующем материале, который содержит токоприемник и источник аэрозоля. Устройство индуктивного нагрева содержит аэрозолеобразующий материал; источник электропитания; схему индуктивного нагрева для индуктивного нагрева токоприемника; и схему генерирования переменного тока для генерирования переменного тока на основе мощности, подаваемой из источника электропитания, при этом переменный ток подают в схему индуктивного нагрева. Способ содержит этап обнаружения токоприемника на основе импеданса схемы, содержащей схему индуктивного нагрева; и этап начала индуктивного нагрева в ответ на обнаружение токоприемника.

В дополнение, в соответствии со второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения,

брения, предложены компьютерная программа, содержащая инструкции, которые при выполнении этой компьютерной программы на компьютере обеспечивают функционирование, этого компьютера, в качестве устройства индуктивного нагрева в соответствии с описанной выше второй модификацией вариантов осуществления настоящего изобретения, и машиночитаемый носитель данных, на котором хранят упомянутую компьютерную программу.

Список обозначений:

- 100 - устройство индуктивного нагрева;
- 101 - корпус;
- 102 - источник электропитания, 104 схема;
- 106 - индуктор;
- 108 - аэрозолеобразующий материал;
- 110 - токоприемник;
- 112 - источник аэрозоля;
- 114 - фильтр;
- 116 - блок соединения с зарядным источником электропитания;
- 118 - блок управления;
- 120 - схема регулировки напряжения;
- 122 - зарядная схема;
- 126 - схема возбуждения светоизлучающего элемента;
- 128 - кнопка;
- 130 - параллельная схема;
- 132 - схема генерирования переменного тока;
- 134 - схема измерения напряжения;
- 136 - схема измерения тока;
- 138 - светоизлучающий элемент;
- 140 - схема делителя напряжения;
- 610 - не использованный источник;
- 620 - изношенный источник;
- 630 - объем энергии, необходимый для потребления одной единицы аэрозолеобразующего материала;
- 640 - остаточный уровень энергии (не использованный источник);
- 650 - остаточный уровень энергии (изношенный источник);
- 660 - напряжения разрядки при полном заряде;
- 770 - конечное напряжения разрядки;
- 1410 - целевая температура предварительного нагрева;
- 1415 - целевая температура охлаждения;
- 1420 - целевая температура нагрева;
- 1430 - период режима PRE-HEAT ("предварительный нагрев");
- 1435 - период режима INTERVAL ("пауза");
- 1440 - период режима HEAT ("нагрев");
- 1445 - когда удовлетворено условие окончания нагрева;
- 1450 - когда токоприемник более не может быть обнаружен;
- 1455 - когда токоприемник снова может быть обнаружен;
- 1460 - период, в котором токоприемник не мог быть обнаружен;
- 1710 - эквивалентная схема для последовательной RLC-схемы, когда аэрозолеобразующий материал не вставлен в устройство индуктивного нагрева;
- 1720 - эквивалентная схема для последовательной RLC-схемы, когда аэрозолеобразующий материал вставлен в устройство индуктивного нагрева;
- 1710 - эквивалентная схема для последовательной RLC-схемы, когда аэрозолеобразующий материал не вставлен в устройство индуктивного нагрева (частота резонанса);
- 1720 - эквивалентная схема для последовательной RLC-схемы, когда аэрозолеобразующий материал вставлен в устройство индуктивного нагрева (частота резонанса).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство формирования аэрозоля для индуктивного нагрева токоприемника в аэрозолеобразующем материале, которое содержит токоприемник и источник аэрозоля, при этом устройство формирования аэрозоля содержит
 - корпус, в который может быть вставлен аэрозолеобразующий материал,
 - при этом корпус содержит источник электропитания;
 - схему генерирования переменного тока для генерирования переменного тока на основе мощности, подаваемой из источника электропитания;
 - схему индуктивного нагрева для индуктивного нагрева токоприемника; и

блок управления, сконфигурированный

для обнаружения напряжения и тока схемы, содержащей схему индуктивного нагрева, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, и

для начала индуктивного нагрева в случае, когда, на основе импеданса, полученного на основе обнаруженных напряжения и тока, определено, что токоприемник находится в корпусе устройства формирования аэрозоля.

2. Устройство формирования аэрозоля по п.1, в котором блок управления дополнительно сконфигурирован

для получения температуры токоприемника на основе импеданса схемы, содержащей схему индуктивного нагрева, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, и

для управления индуктивным нагревом на основе полученной температуры.

3. Устройство формирования аэрозоля по п.1 или 2, в котором блок управления дополнительно сконфигурирован для работы, по меньшей мере, в следующих режимах:

первый режим, в котором измеряют импеданс схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, и

второй режим, в котором не измеряют импеданс схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока.

4. Устройство формирования аэрозоля по п.3, дополнительно содержащее блок соединения для обеспечения соединения с зарядным источником электропитания,

при этом блок управления дополнительно сконфигурирован для выполнения операций в первом режиме до истечения заранее заданного периода времени после обнаружения того, что зарядный источник электропитания отключен от блока соединения.

5. Устройство формирования аэрозоля по п.3, дополнительно содержащее кнопку,

при этом блок управления дополнительно сконфигурирован для перехода в первый режим в ответ на выполнение заранее заданной операции с упомянутой кнопкой.

6. Устройство формирования аэрозоля по п.3, дополнительно содержащее кнопку,

при этом блок управления возвращается в первый режим в ответ на выполнение заранее заданной операции с кнопкой после перехода во второй режим, в ответ на истечение заранее заданного периода времени после перехода в первый режим.

7. Устройство формирования аэрозоля по любому из пп.1-6, дополнительно содержащее блок соединения для обеспечения соединения с зарядным источником электропитания,

при этом блок управления дополнительно сконфигурирован, пока соединение зарядного источника электропитания с блоком соединения обнаруживают, не измерять напряжения и тока схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока.

8. Устройство формирования аэрозоля по любому из пп.1-7, в котором блок управления дополнительно сконфигурирован для измерения напряжения и тока схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, на частоте резонанса этой схемы.

9. Устройство формирования аэрозоля по любому из пп.1-8, дополнительно содержащее первую схему и вторую схему, сконфигурированные для избирательного активирования для подачи энергии на токоприемник, при этом вторая схема имеет большее сопротивление, чем первая схема.

10. Устройство формирования аэрозоля по п.9, в котором блок управления дополнительно сконфигурирован, при выполнении индуктивного нагрева, для использования первой схемы для выполнения индуктивного нагрева и измерения напряжения и тока схемы.

11. Устройство формирования аэрозоля по любому из пп.1-10, в котором блок управления в случае, когда импеданс, полученный на основе измеренных напряжения и тока, превосходит заранее заданное значение, начинает индуктивный нагрев.

12. Способ работы устройства формирования аэрозоля для индуктивного нагрева токоприемника в аэрозолеобразующем материале, которое содержит токоприемник и источник аэрозоля, при этом устройство формирования аэрозоля содержит

корпус, в который может быть вставлен аэрозолеобразующий материал,

при этом корпус содержит источник электропитания;

схему генерирования переменного тока для генерирования переменного тока на основе мощности, подаваемой из источника электропитания; и

схему индуктивного нагрева для индуктивного нагрева токоприемника,

при этом способ содержит

этап обнаружения напряжения и тока схемы, содержащей схему индуктивного нагрева, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, и

этап начала индуктивного нагрева в ответ на обнаружение, на основе импеданса, полученного на основе обнаруженных напряжения и тока, что токоприемник находится в корпусе устройства формирования аэрозоля.

13. Способ по п.12, дополнительно включающий по меньшей мере одно из следующего:

этап, из первого режима, в котором измеряют импеданс схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, и второго режима, в котором импеданс схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, не измеряют, выполнения операций в первом режиме до истечения заранее заданного периода времени после обнаружения того, что зарядный источник электропитания отключен от блока соединения, входящего в состав устройства формирования аэрозоля и сконфигурированного для обеспечения соединения с зарядным источником электропитания;

этап перехода в первый режим из второго режима в ответ на выполнение заранее заданной операции с кнопкой, входящей в состав устройства формирования аэрозоля; и

этап измерения напряжения и тока схемы на частоте резонанса этой схемы, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока.

14. Устройство формирования аэрозоля для индуктивного нагрева токоприемника в аэрозолеобразующем материале, который содержит токоприемник и источник аэрозоля, при этом устройство индуктивного нагрева содержит

аэрозолеобразующий материал; и

корпус, в который может быть вставлен аэрозолеобразующий материал,

при этом корпус содержит источник электропитания;

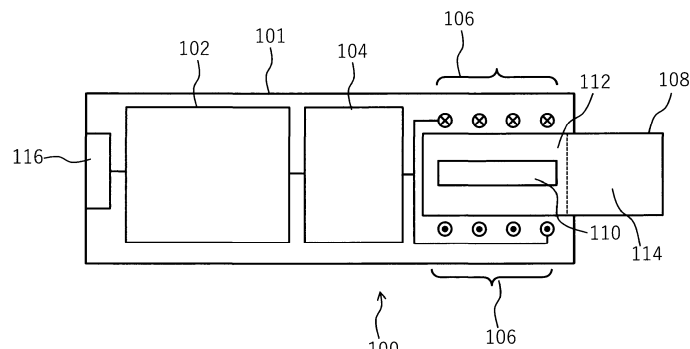
схему генерирования переменного тока для генерирования переменного тока на основе мощности, подаваемой из источника электропитания;

схему индуктивного нагрева для индуктивного нагрева токоприемника; и

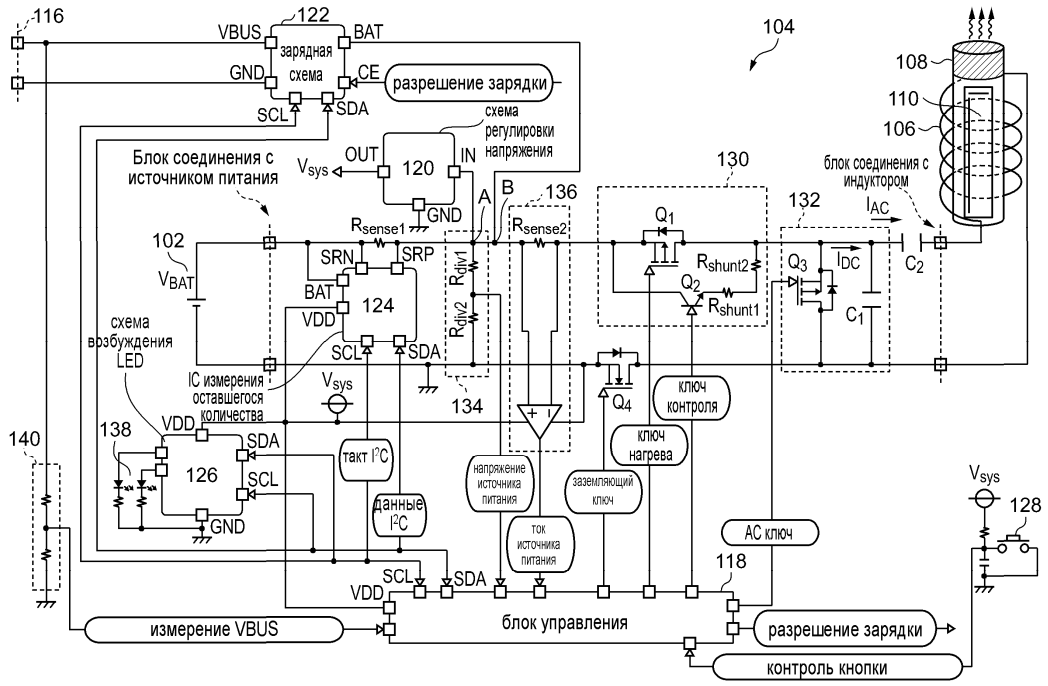
блок управления, сконфигурированный

для обнаружения напряжения и тока схемы, содержащей схему индуктивного нагрева, в которую подают переменный ток, генерируемый схемой генерирования переменного тока, и

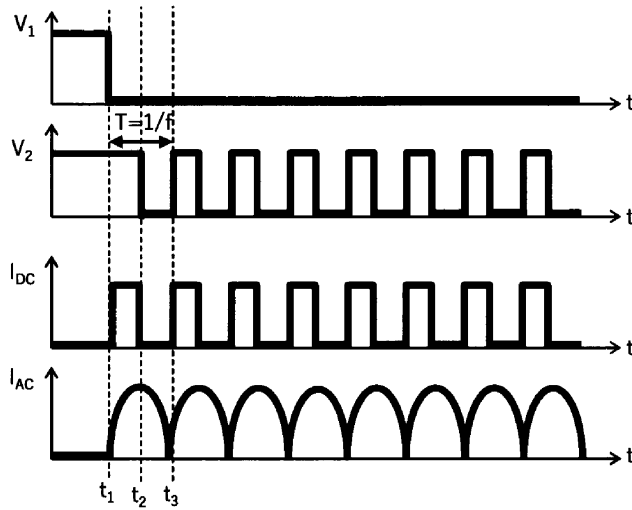
для начала индуктивного нагрева в случае, когда, на основе импеданса, полученного на основе обнаруженных напряжения и тока, определено, что токоприемник находится в корпусе устройства формирования аэрозоля.



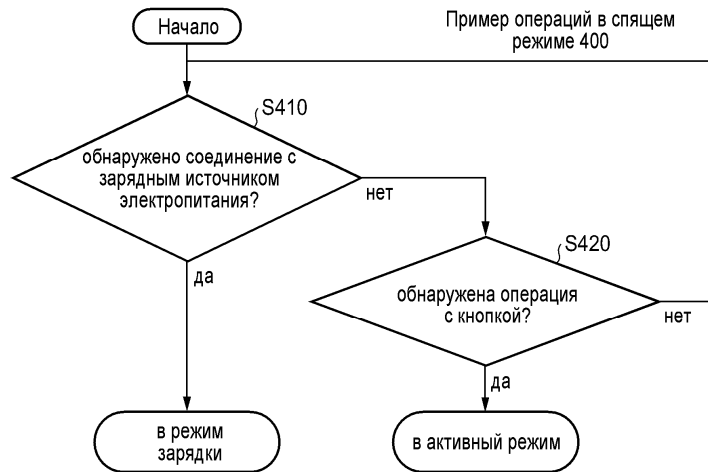
Фиг. 1



Фиг. 2

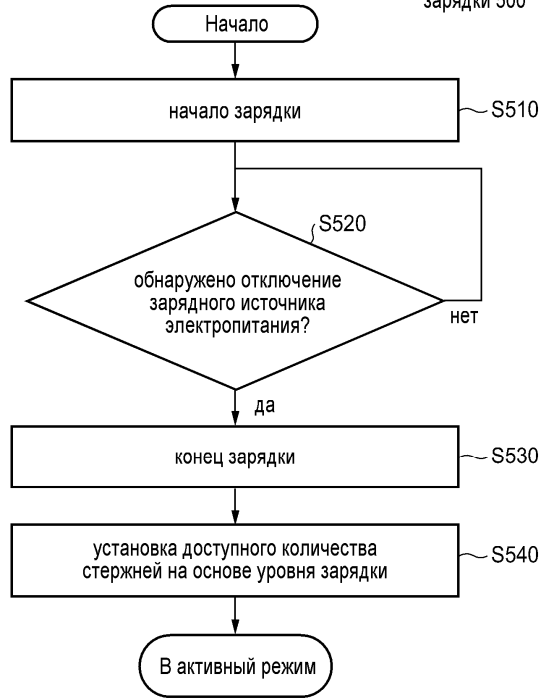


Фиг. 3

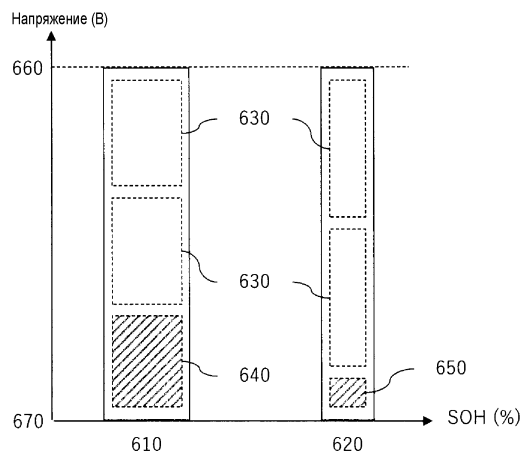


Фиг. 4

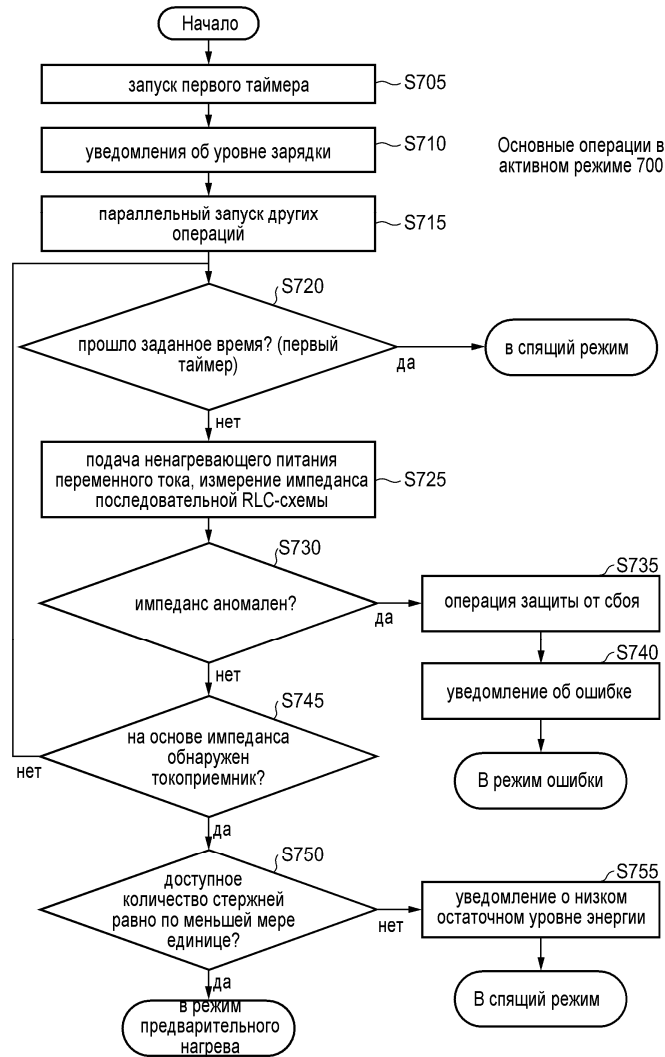
Пример операций в режиме зарядки 500



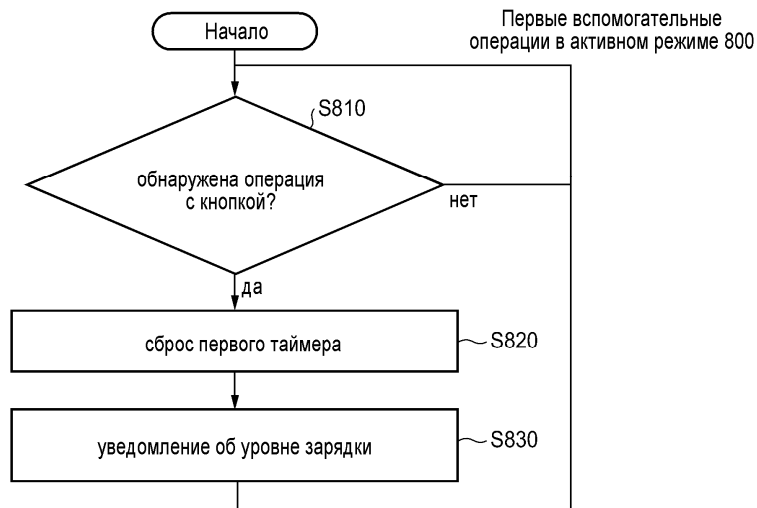
Фиг. 5



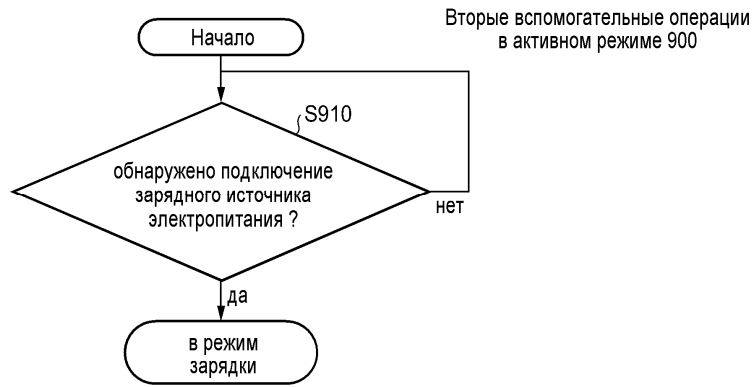
Фиг. 6



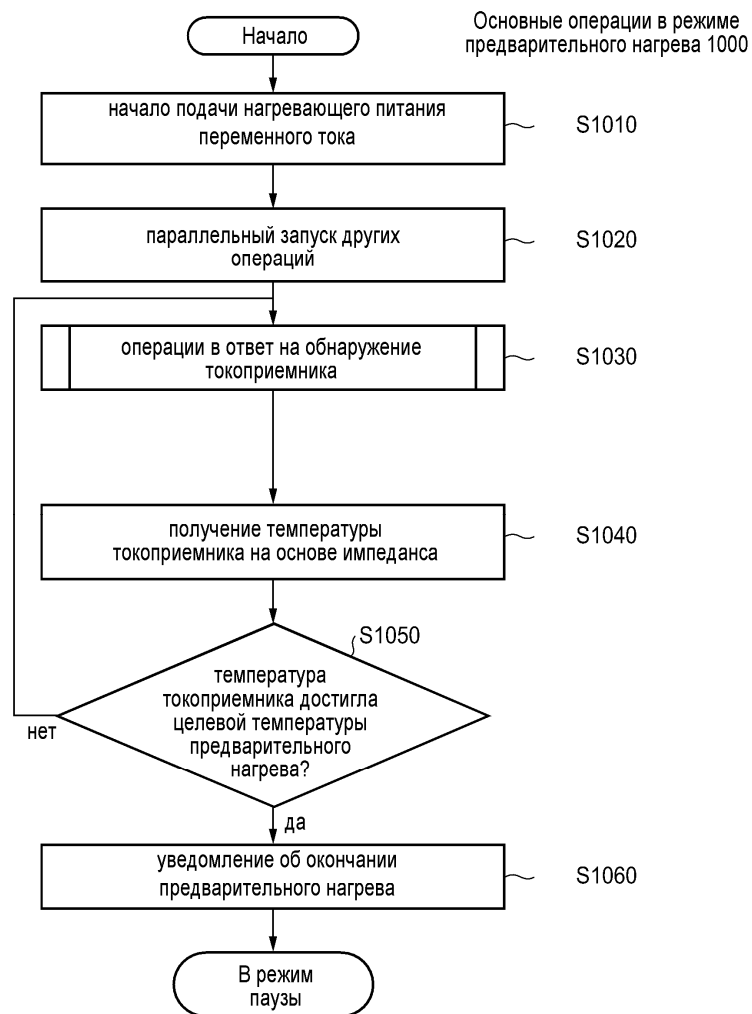
Фиг. 7



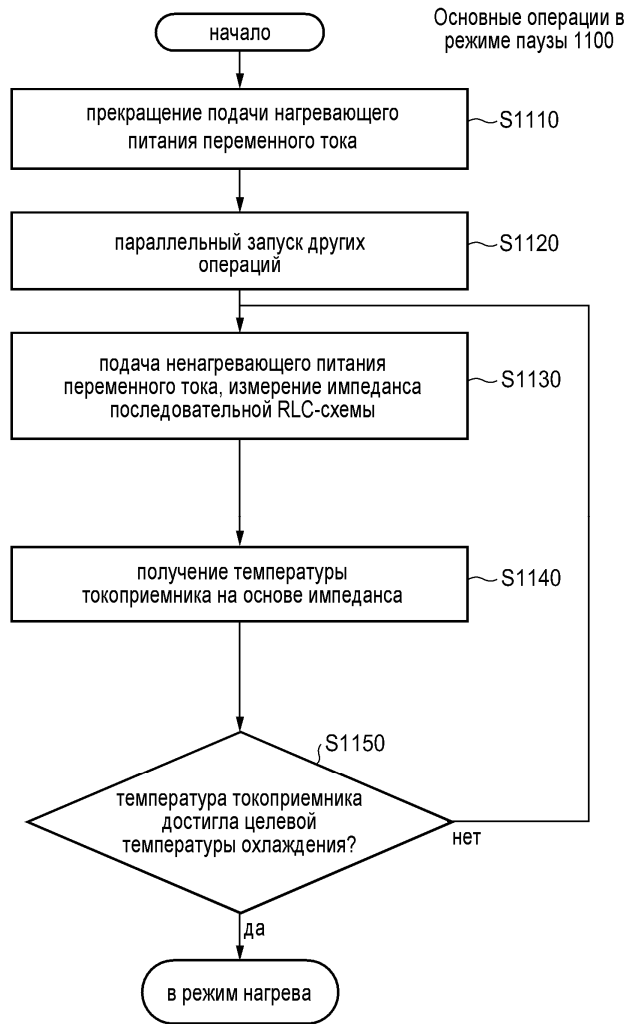
Фиг. 8



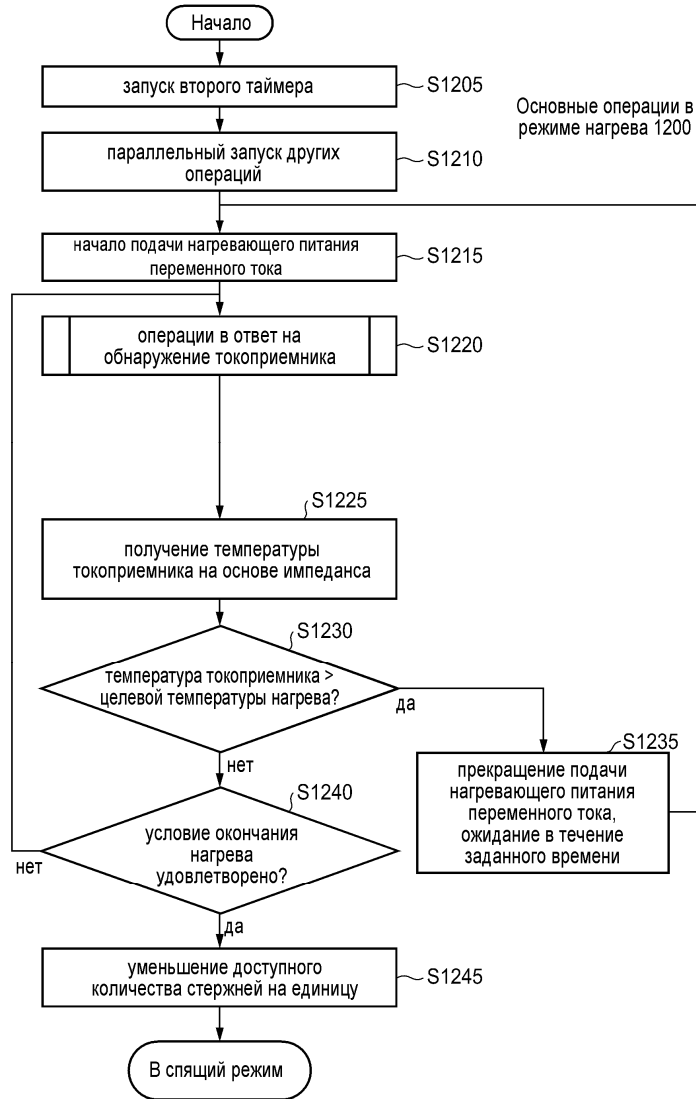
Фиг. 9



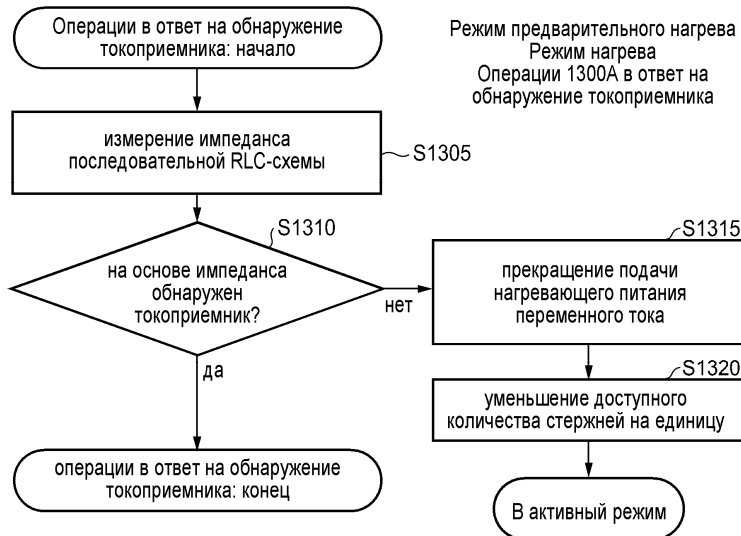
Фиг. 10



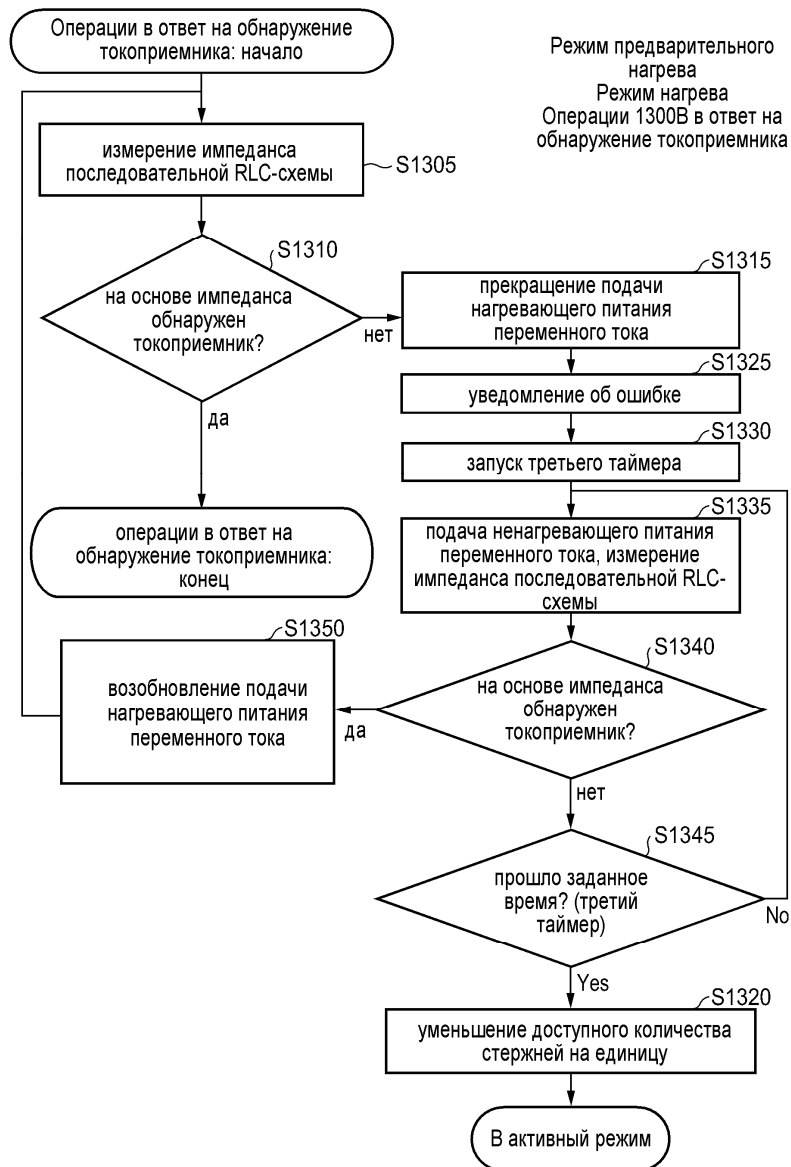
Фиг. 11



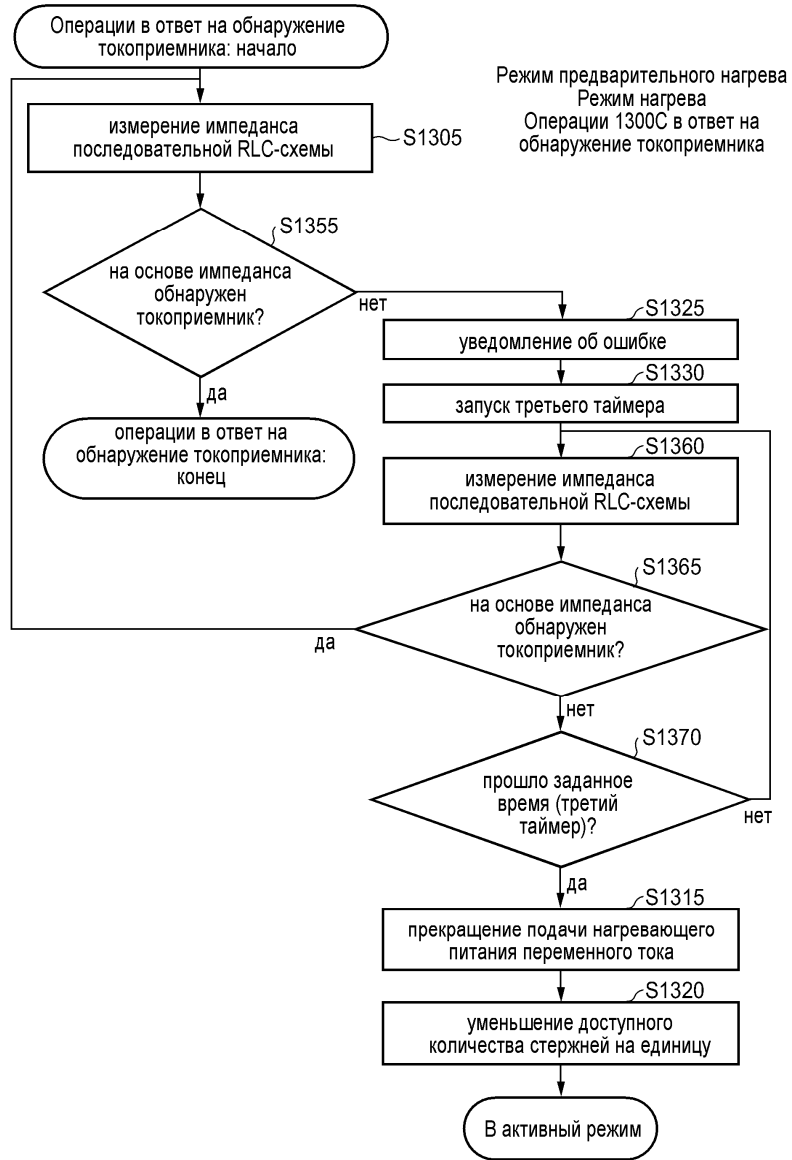
Фиг. 12



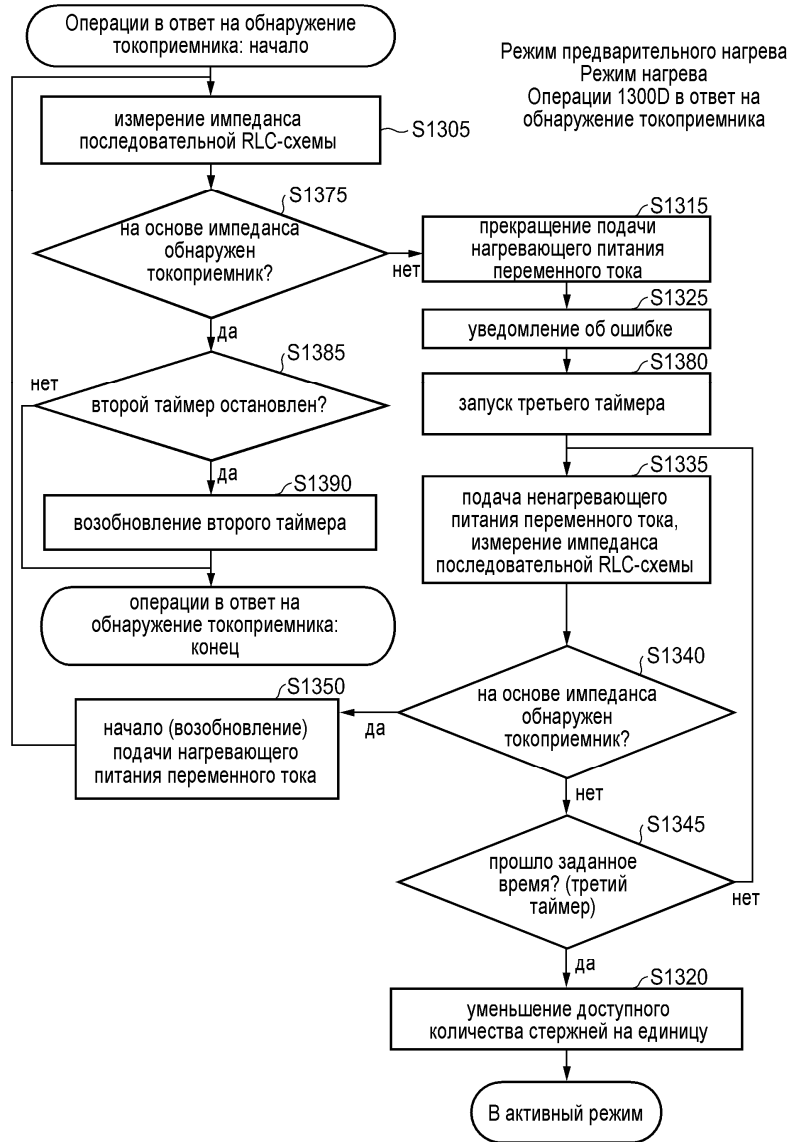
Фиг. 13А



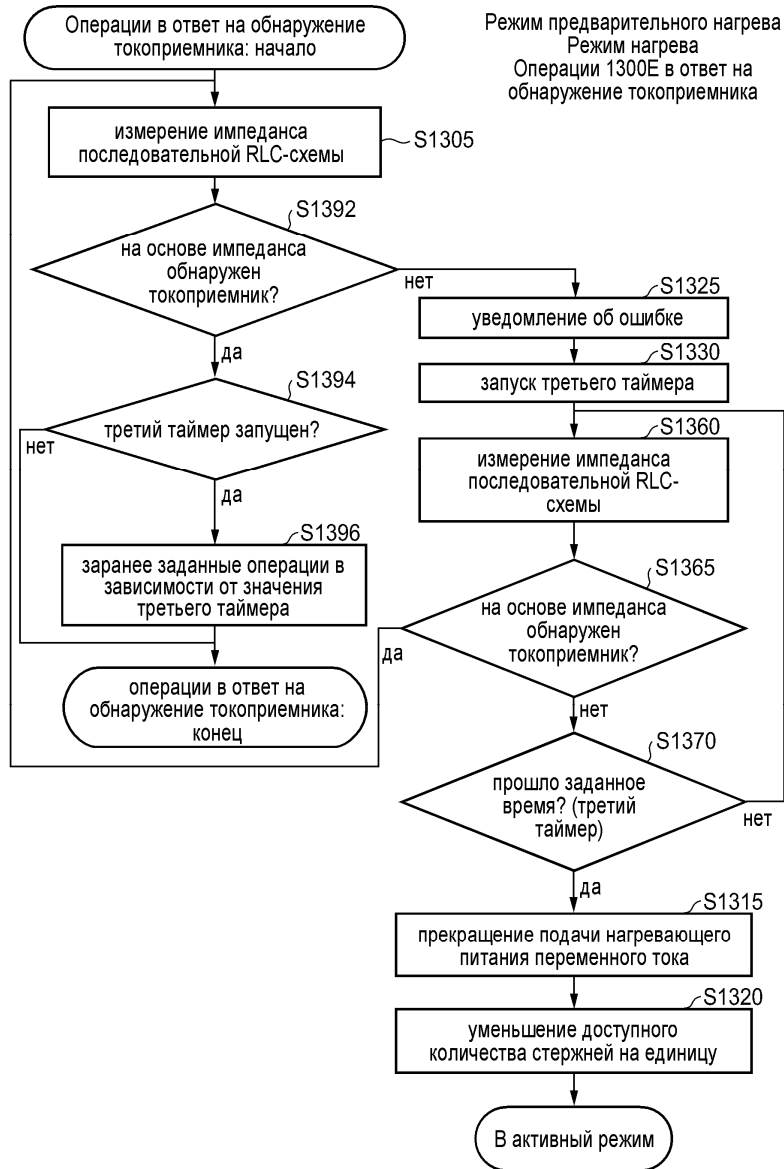
Фиг. 13В



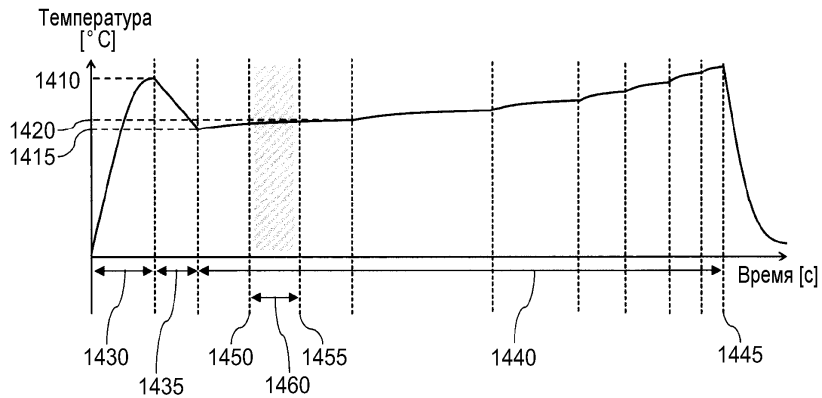
Фиг. 13С



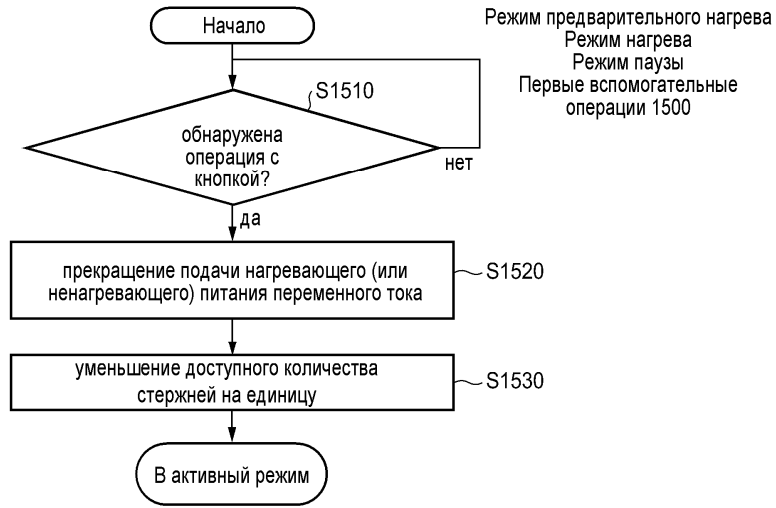
Фиг. 13D



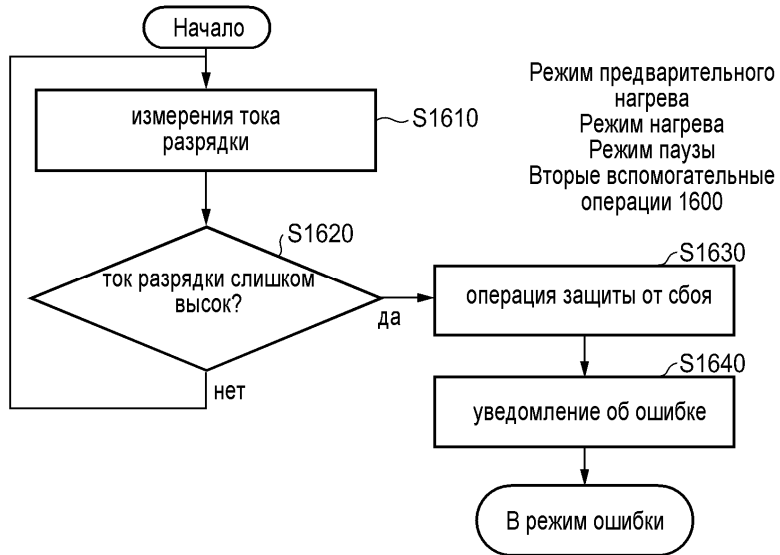
Фиг. 13Е



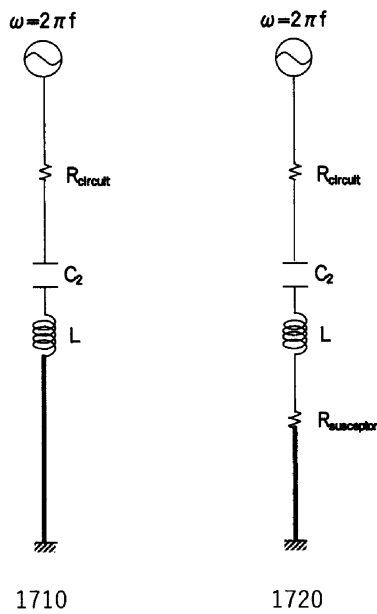
Фиг. 14



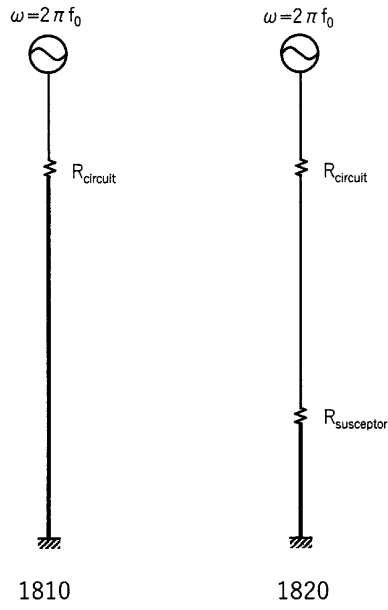
Фиг. 15



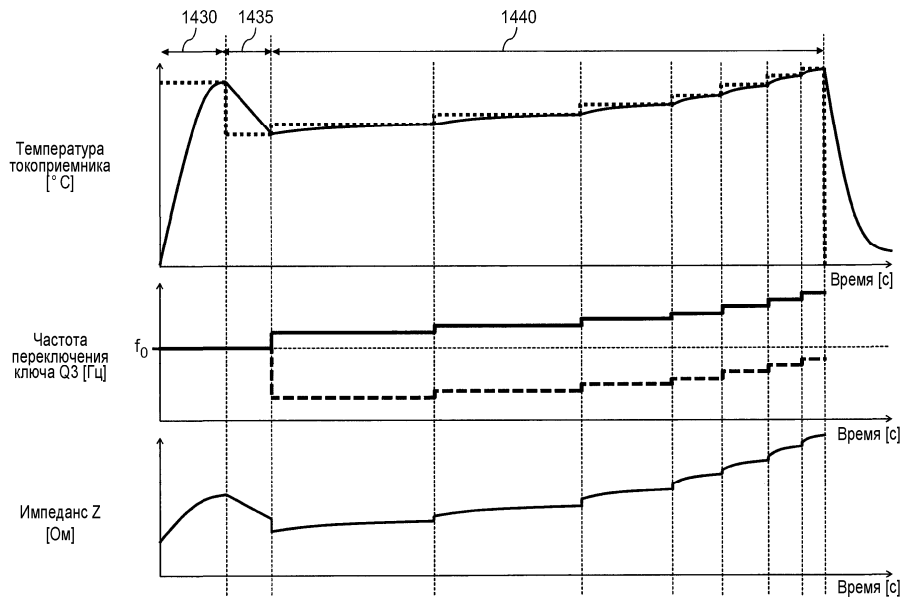
Фиг. 16



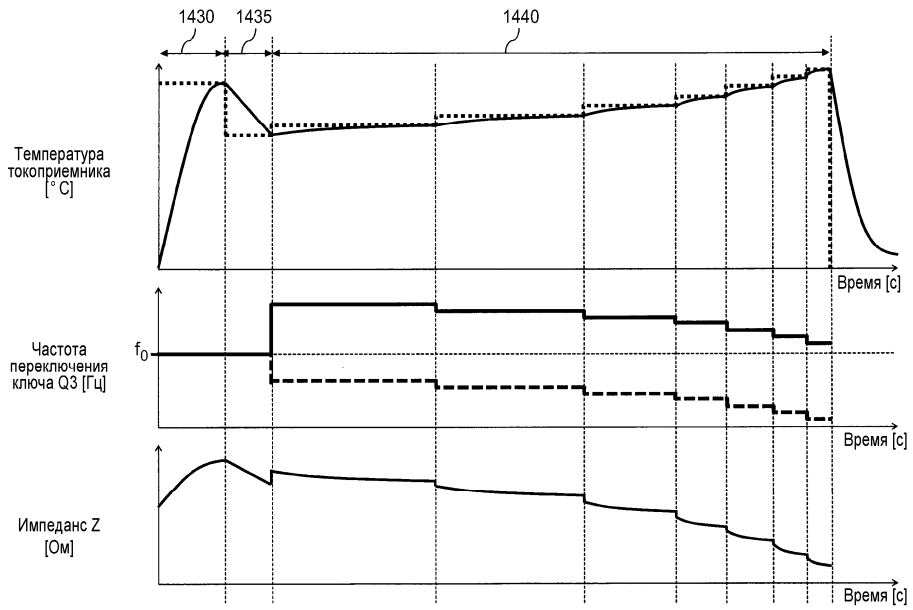
Фиг. 17



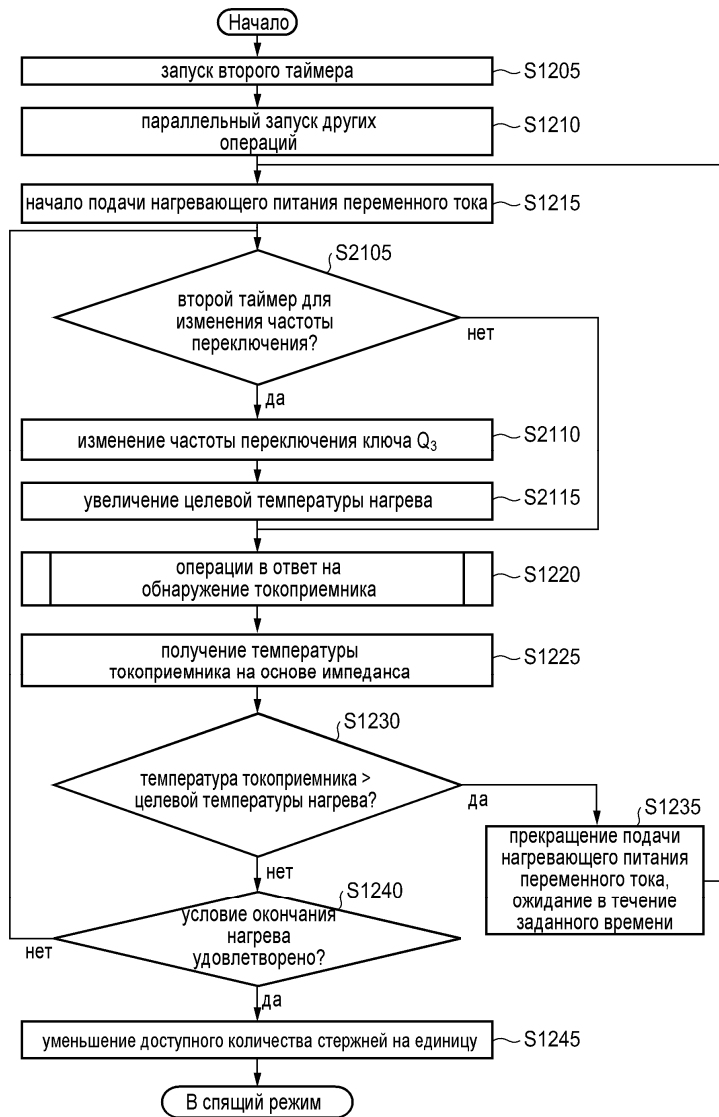
Фиг. 18



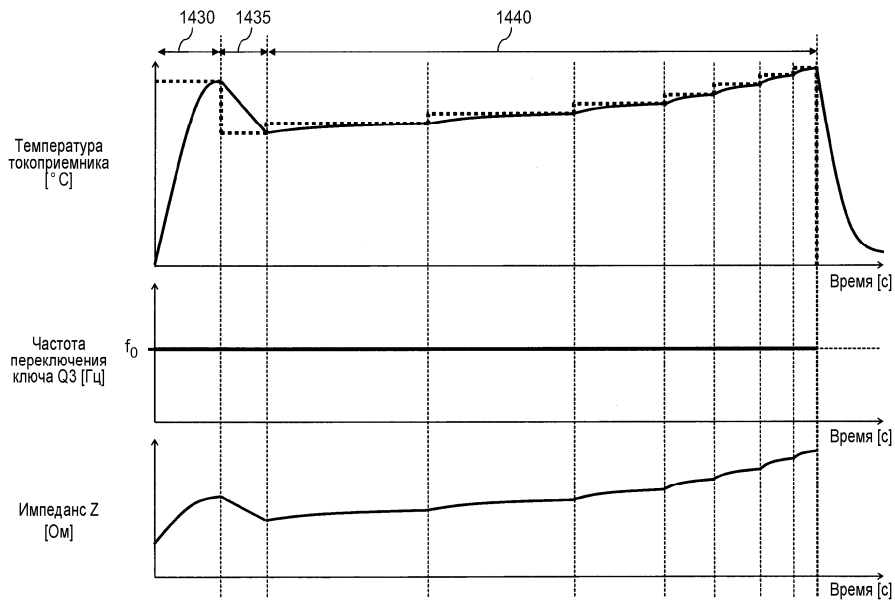
Фиг. 19



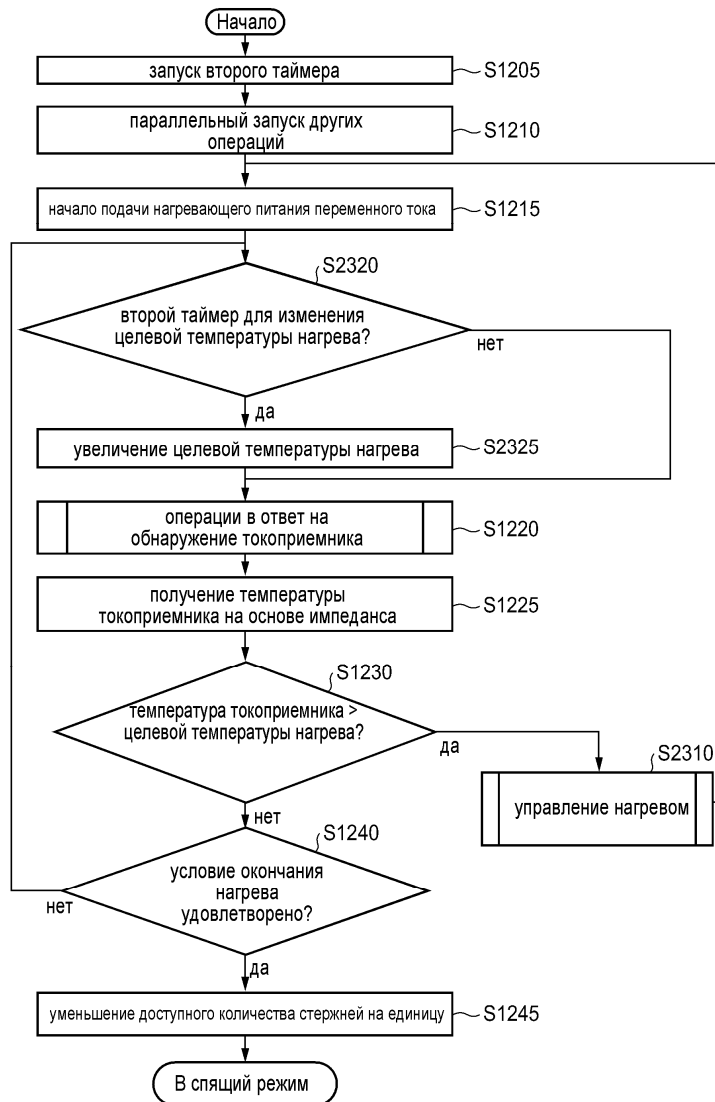
Фиг. 20



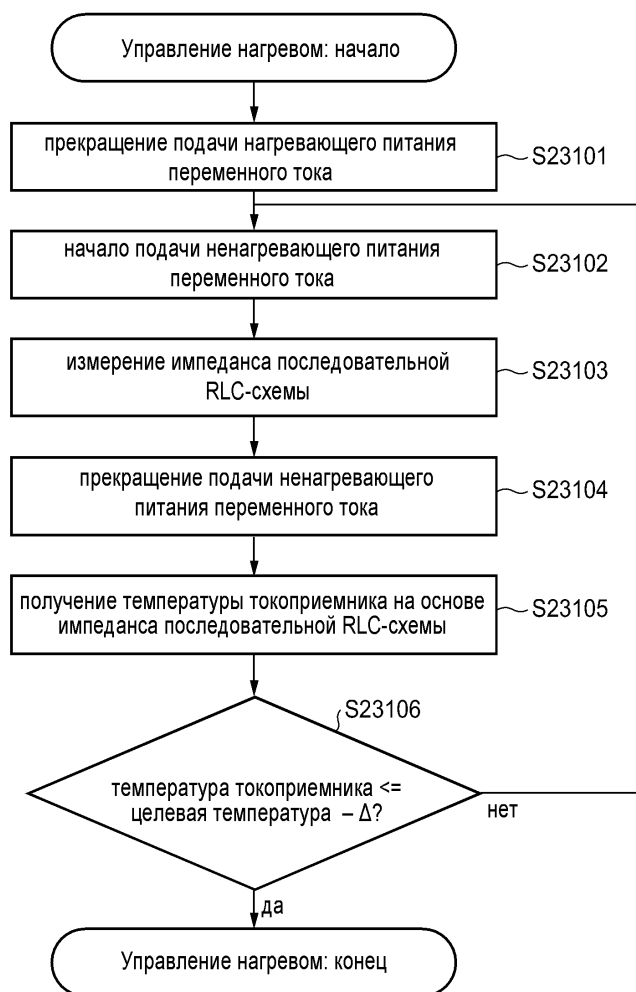
Фиг. 21



Фиг. 22



Фиг. 23



Фиг. 24

