



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **118439** (13) **C2**
(51) МПК (2018.01)
G05D 23/19 (2006.01)
A24F 47/00
H05B 1/02 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2015 02695	(72) Винахідник(и):	Фаріне Робін (CH), Талон Паскаль (FR)
(22) Дата подання заявки:	10.09.2013	(73) Власник(и):	ФІЛІП МОРРІС ПРОДАКТС С.А., Quai Jeanrenaud 3, CH-2000 Neuchâtel, Switzerland (CH)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.01.2019	(74) Представник:	Шляховецький Ілля Олександрович, реєстр. №190
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	12183837.9	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	EP 0358002 A2, 14.03.1990 US 6040560 A, 21.03.2000 EP 2468118 A1, 27.06.2012 US 2008092912 A1, 24.04.2008 CA 2391688 A1, 08.10.2003 KR 100838859 B1, 10.06.2008 CA 2084229 A1, 02.03.1994
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	11.09.2012		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	EP		
(41) Публікація відомостей про заявку:	27.07.2015, Бюл.№ 14		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.01.2019, Бюл.№ 2		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/EP2013/068722, 10.09.2013		

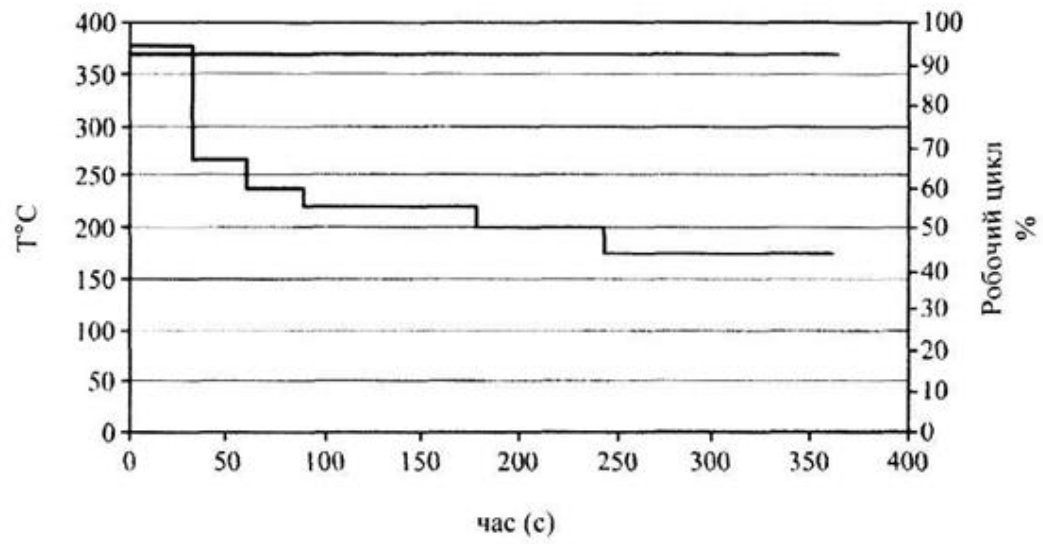
**(54) ПРИСТРІЙ І СПОСІБ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ НАГРІВАЧЕМ ДЛЯ ОБМЕЖЕННЯ
ТЕМПЕРАТУРИ**

(57) Реферат:

Розкривається спосіб керування електричним нагрівальним елементом, що включає: підтримку температури нагрівального елемента на рівні цільової температури шляхом подання імпульсів електричного струму на нагрівальний елемент; відстеження робочого циклу імпульсів електричного струму; і визначення того, чи відрізняється робочий цикл від передбачуваного робочого циклу або діапазону робочих циклів, і якщо так, то зниження цільової температури, або припинення подання струму на нагрівальний елемент, або обмеження робочого циклу імпульсів електричного струму, що подається на нагрівальний елемент.

Оскільки температура підтримується на відомому рівні цільової температури, будь-яка зміна в робочому циклі або діапазоні робочих циклів, передбачуваному для підтримки цільової температури, вказує на ненормальні умови.

UA 118439 C2



Фіг.3

Цей опис належить до електричного нагрівача, а також до способу та пристрою для керування нагрівачем для запобігання піків температури. Опис відноситься, зокрема, до електричного нагрівача, виконаного для нагрівання субстрату, що утворює аерозоль, і до способу та пристрою для запобігання небажаного згорання субстрату, що утворює аерозоль.

Описані пристрій і спосіб особливо застосовні до курильних пристроїв, що електрично нагріваються.

Традиційні сигарети виробляють дим у результаті згорання тютюну й обгортки, яке виникає при температурах, які можуть перевищувати 800 градусів за Цельсієм під час затягування. За таких температур тютюн термічно руйнується за допомогою піролізу та згорання. Теплота згорання вивільняє й генерує з тютюну різні газоподібні продукти згорання й дистилляти. Продукти проходять через сигарету та охолоджуються, а також конденсуються для утворення диму, що має смакові якості й аромати, пов'язані з палінням. За температур згорання генеруються не тільки смакові якості й аромати, але й деяка кількість небажаних сполук.

Відомі курильні пристрої, що електрично нагріваються, які працюють при більш низьких температурах. За допомогою нагрівання за більш низькою температури субстрат, що утворює аерозоль (який у випадку курильного пристрою заснувано на тютюні), не згорає, і генерується набагато менша кількість небажаних сполук.

У таких курильних пристроях, що електрично нагріваються, а також в інших пристроях, що генерують аерозоль й електрично нагріваються, бажаним є забезпечення в міру можливості того, щоб субстрат не згорав, навіть при надзвичайних зовнішніх умовах і надзвичайних особливостях використання. Отже, є бажаним керування температурою нагрівального елемента або елементів у пристрої для зниження ризику згорання з одночасним нагріванням до достатньої температури для забезпечення необхідного аерозолу. Також бажаним є надання можливості виявлення або визначення заздалегідь згорання субстрату й керування нагрівальним елементом, відповідно.

У одному аспекті цього винаходу наданий спосіб керування електричним нагрівальним елементом, що включає:

підтримку температури нагрівального елемента на рівні цільової температури шляхом подання імпульсів електричного струму на нагрівальний елемент;

відстеження робочого циклу імпульсів електричного струму; і

визначення того, чи відрізняється робочий цикл від передбачуваного робочого циклу або діапазону робочих циклів, і якщо так, то зниження цільової температури або припинення подання струму на нагрівальний елемент, або обмеження робочого циклу імпульсів електричного струму, що подається на нагрівальний елемент.

Нагрівальний елемент може бути частиною пристрою, що генерує аерозоль, такого як курильний пристрій, що електрично нагрівається. Нагрівальний елемент може бути виконаний для нагрівання субстрату, що утворює аерозоль, безупинно під час роботи пристрою. Субстрат, що утворює аерозоль, у даному контексті є субстратом, здатним до вивільнення при нагріванні летючих сполук, які можуть утворювати аерозоль. "Безупинно" у даному контексті означає, що нагрівання не залежить від потоку повітря через пристрій. Складові, що утворюють аерозоль, субстрату, що утворює аерозоль, витрачаються під час нагрівання, а живлення, необхідне для підтримки заданої цільової температури, знижується. Залежно від поступової зміни цільової температури під час роботи нагрівального елемента робочий цикл може бути обмежений для зниження виникаючого ризику згорання субстрату.

Оскільки температура підтримується на рівні відомої цільової температури, будь-яка зміна в робочому циклі або діапазоні робочих циклів, передбачуваному для підтримки цільової температури, указує на ненормальні умови. Наприклад, якщо при підтримці температури робочий цикл перебуває набагато нижче, ніж передбачалося, то це може бути наслідком зовнішнього джерела тепла, такого як субстрат, що згорає. Якщо робочий цикл перебуває вище, ніж передбачалося, то це може бути наслідком ненормального охолодження нагрівального елемента в результаті надмірного потоку повітря, що проходить через нагрівач, що у випадку курильного пристрою означає інтенсивні затягування з боку користувача. Інтенсивні затягування можуть привести до більш високої концентрації кисню, яка збільшує ймовірність небажаного згорання субстрату, що утворює аерозоль.

Нагрівальний елемент може бути електрично резистивним нагрівальним елементом й етап підтримки температури нагрівального елемента на рівні цільової температури може включати визначення електричного опору нагрівального елемента й регулювання електричного струму, що подається на нагрівальний елемент, залежно від певного електричного опору. Етап підтримки температури нагрівального елемента на рівні цільової температури може включати використання контуру ПІД-керування. У якості альтернативи можуть бути використані інші

механізми для підтримки температури, наприклад механізм керування вмиканням/вимиканням термостата простого типу, який дешевше контуру ПІД-керування. Крім того, можуть бути використані механізми для визначення температури, відмінного від виявлення електричного опору нагрівального елемента, наприклад біметалічні пластинки, термопари або спеціально

5 призначений термістор або електрично резистивний елемент, який електрично відділений від нагрівального елемента. Ці альтернативні механізми визначення температури можуть бути використані на додаток до або замість визначення температури за допомогою відстеження електричного опору нагрівального елемента. Наприклад, окремий механізм визначення температури може бути використаний у механізмі керування для зниження живлення, що

10 подається на нагрівальний елемент, якщо температура нагрівального елемента перевищує цільову температуру.

Етап визначення того, чи відрізняється робочий цикл від передбачуваного робочого циклу, може включати періодичне порівняння робочого циклу з першим граничним робочим циклом і використання контуру гістерезисного керування для визначення точки спрацьовування, у якій

15 слід знижувати цільову температуру або обмежувати робочий цикл імпульсів електричного струму. Використання контуру гістерезисного керування гарантує, що дуже короткочасні флуктуації в робочому циклі не викличуть зниження температури або живлення, що подається. Точка спрацьовування досягається тільки після тривалого періоду режиму ненормального робочого циклу.

Спосіб може включати зниження подання електричного струму на нагрівальний елемент, якщо робочий цикл нижче іншого граничного робочого циклу, за температури, яка дорівнює або перевищує цільову температуру. Як було описано, дуже низький робочий цикл із постійною температурою вказує на зовнішнє джерело тепла та може бути результатом згорання субстрату, що прилягає до або оточує нагрівальний елемент. У такому випадку живлення, що

25 подається на нагрівальний елемент, може бути знижене для забезпечення того, щоб користувач пристрою не підпадав під вплив більшої кількості небажаних сполук.

Спосіб може включати обмеження робочого циклу імпульсів електричного струму до граничного значення максимального робочого циклу. Граничне значення максимального робочого циклу може змінюватися на підставі попередньо запрограмованого принципу керування. Наприклад, максимальний робочий цикл може бути знижений за допомогою збільшення часу, або поступово, або безупинно, за який субстрат випаровується. Перше або

30 друге граничне значення або як перше, так і друге граничні значення можуть бути пропорційні граничному значенню максимального робочого циклу. Наприклад, перше граничне значення може бути граничним значенням максимального робочого циклу. Друге граничне значення може бути фіксованою пропорційною частиною від граничного значення максимального робочого циклу або може бути фіксованим робочим циклом. У якості альтернативи як перше, так і друге граничне значення можуть бути абсолютними граничними значеннями.

У іншому аспекті винаходу надано пристрій для керування електричним нагрівальним елементом, що містить:

40 схему керування, з'єднану з нагрівальним елементом, виконану для підтримки температури нагрівального елемента на рівні цільової температури шляхом подання імпульсів електричного струму на нагрівальний елемент; і

схему виявлення, виконану для відстеження робочого циклу імпульсів електричного струму і, якщо робочий цикл імпульсів електричного струму відрізняється від передбачуваного

45 робочого циклу або діапазону робочих циклів, видачі команди схемі керування на зниження цільової температури, або припинення подання струму на нагрівальний елемент, або обмеження робочого циклу або імпульсів електричного струму.

Нагрівальний елемент може бути електрично резистивним нагрівальним елементом, і схема керування виконана для підтримки температури нагрівального елемента на рівні цільової

50 температури шляхом визначення електричного опору нагрівального елемента й регулювання електричного струму, що подається на нагрівальний елемент, залежно від певного електричного опору. Схема керування може містити контур ПІД-керування.

Схема виявлення може бути виконана з можливістю періодичного порівняння робочого циклу з першим граничним робочим циклом і може містити контур гістерезисного керування, виконаний для визначення точки спрацьовування, у якій слід знижувати цільову температуру

55 або обмежувати робочий цикл імпульсів електричного струму.

Схема виявлення може бути виконана так, щоб, якщо робочий цикл нижче іншого граничного робочого циклу за температури, що дорівнює або перевищує цільову температуру, схема виявлення видавала команду схемі керування на зниження подання електричного струму

60 на нагрівальний елемент.

Цільова температура може бути постійною або може змінюватися з часом.

Схема керування може бути виконана для обмеження робочого циклу імпульсів електричного струму до граничного значення максимального робочого циклу, де для заданої цільової температури граничне значення максимального робочого циклу поступово знижується зі збільшенням часу після активації нагрівального елемента. Якщо передбачене збільшення цільової температури з часом у будь-який момент після активації нагрівального елемента, то максимальний робочий цикл може також збільшитися. У одному варіанті здійснення змінна А, де А дорівнює максимальному робочому циклу, розділеному на цільову температуру, поступово знижується зі збільшенням часу після активації нагрівального елемента.

Схема керування може бути виконана для зниження подання електричного струму на нагрівальний елемент, якщо температура нагрівального елемента перевищує граничне значення температури. Наприклад, якщо виявлена температура нагрівального елемента, що на 7 °C або більше вища за цільову температуру, то подання живлення може бути знижене, оскільки інакше ризик згорання буде занадто великий.

Пристрій може бути пристроєм, що генерує аерозоль, що містить нагрівальний елемент, таким як курильний пристрій, що електрично нагрівається. Нагрівальний елемент може бути виконаний для безперервного нагрівання субстрату, що утворює аерозоль, під час роботи пристрою.

Пристрій, що генерує аерозоль, може бути виконано для вміщення субстрату, що утворює аерозоль, і при цьому передбачуваний робочий цикл або діапазон робочих циклів настраюється залежно від властивості субстрату, що утворює аерозоль.

У ще одному аспекті винаходу надана система, що генерує аерозоль, що містить:

пристрій, що генерує аерозоль, що містить нагрівальний елемент, і виріб, що генерує аерозоль, що містить субстрат, що утворює аерозоль, при цьому нагрівач виконаний для нагрівання субстрату, що утворює аерозоль, для генерування аерозолу і при цьому пристрій, що генерує аерозоль, містить схему керування, з'єднану з нагрівальним елементом, виконану для підтримки температури нагрівального елемента на рівні цільової температури шляхом подання імпульсів електричного струму на нагрівальний елемент;

схему виявлення, виконану для відстеження робочого циклу імпульсів електричного струму і, якщо робочий цикл імпульсів електричного струму відрізняється від передбачуваного робочого циклу або діапазону робочих циклів, видачі команди схемі керування на зниження цільової температури, або припинення подання струму на нагрівальний елемент, або обмеження робочого циклу або імпульсів електричного струму.

Пристрій, що генерує аерозоль, може бути виконаним так, щоб передбачуваний робочий цикл або діапазон робочих циклів залежав від властивості субстрату, що утворює аерозоль. Виріб, що генерує аерозоль, може містити засіб для визначення властивості за допомогою пристрою, що генерує аерозоль, такого як електрично резистивний компонент, пристрій індикації, що оптично виявляється, або характерної форми чи розміру. Різні субстрати можуть згорати за різних умов і можуть містити різні кількості речовини для утворення аерозолу або рідини, а отже, можуть бути піддані ризику згорання за різних температур і в різний час.

У іншому аспекті винаходу надано спосіб керування електричним нагрівальним елементом, що включає:

підтримку температури нагрівального елемента на рівні цільової температури під час декількох фаз нагрівання шляхом подання електроживлення на нагрівальний елемент;

обмеження живлення, що подається на нагрівальний елемент під час кожної фази нагрівання, до граничного рівня живлення, так що змінна В, де В дорівнює граничному рівню живлення, розділеному на цільову температуру, поступово знижується зі збільшенням часу після активації нагрівального елемента.

Нагрівальний елемент може бути частиною пристрою, що генерує аерозоль, такого як курильний пристрій, що електрично нагрівається. Нагрівальний елемент може бути виконаний для нагрівання субстрату, що утворює аерозоль, безупинно під час роботи пристрою. "Безупинно" у даному контексті означає, що нагрівання не залежить від потоку повітря через пристрій. У міру того як складові, що утворюють аерозоль, субстрату, що утворює аерозоль, витрачаються під час нагрівання, живлення, необхідне для підтримки заданої цільової температури, знижується. Цільова температура нагрівального елемента може змінюватися під час роботи нагрівального елемента, і робочий цикл може бути відповідно обмежений для зниження виникаючого ризику згорання субстрату. Якщо передбачене збільшення цільової температури з часом у будь-який момент після активації нагрівального елемента, то максимальний робочий цикл може також збільшитися.

Етап підтримки може включати подання живлення у вигляді імпульсів електричного струму, а етап обмеження живлення, що подається, може включати обмеження робочого циклу імпульсів електричного струму до рівня нижче граничного робочого циклу, де граничний робочий цикл, розділений на цільову температуру, поступово знижується з кожною наступною фазою нагрівання після активації нагрівального елемента.

У якості альтернативи або доповнення етап обмеження живлення, що подається, може включати обмеження напруги, що підводиться до нагрівального елемента, до рівня нижче граничної напруги.

У додатковому аспекті винаходу надано пристрій для керування електричним елементом, що містить:

схему керування, з'єднану з нагрівальним елементом, де схема керування виконана для підтримки температури нагрівального елемента на рівні цільової температури під час ряду фаз нагрівання шляхом подання електричного струму на нагрівальний елемент і для обмеження живлення, що подається на нагрівальний елемент під час кожної фази нагрівання, до граничного рівня живлення, так що змінна V , де V дорівнює граничному рівню живлення, розділеному на цільову температуру, поступово знижується зі збільшенням часу після активації нагрівального елемента.

Схема керування може бути виконана для подання живлення у вигляді імпульсів електричного струму й обмеження живлення, що подається на нагрівальний елемент, шляхом обмеження робочого циклу імпульсів електричного струму до рівня нижче граничного робочого циклу, де граничний робочий цикл, розділений на цільову температуру, поступово знижується з кожною наступною фазою нагрівання після активації нагрівального елемента.

Пристрій може бути пристроєм, що генерує аерозоль, що містить нагрівальний елемент, таким як курильний пристрій, що електрично нагрівається.

Пристрій, що генерує аерозоль, може бути виконаний для вміщення субстрату, що утворює аерозоль, і тривалість фаз нагрівання та граничного робочого циклу для кожної фази нагрівання може бути такою, що настраюється залежно від уведених користувачем даних у схему керування, або залежно від визначеної властивості субстрату, що утворює аерозоль, або залежно від визначеного параметра зовнішнього середовища. Отже, для конкретного субстрату може бути необхідний відмінний профіль нагрівання для надання необхідних результатів, і різні користувачі можуть віддавати перевагу різним профілям нагрівання.

У додатковому аспекті винаходу надана система, що генерує аерозоль, що містить:

пристрій, що генерує аерозоль, що містить нагрівальний елемент, і виріб, що генерує аерозоль, що містить субстрат, що утворює аерозоль, при цьому нагрівач виконаний для нагрівання субстрату, що утворює аерозоль, для генерування аерозолу і при цьому пристрій, що генерує аерозоль, містить схему керування, з'єднану з нагрівальним елементом, де схема керування виконана для підтримки температури нагрівального елемента на рівні цільової температури під час ряду фаз нагрівання шляхом подання електричного струму на нагрівальний елемент і для обмеження живлення, що подається на нагрівальний елемент під час кожної фази нагрівання, до граничного рівня живлення, так що змінна V , де V дорівнює граничному рівню живлення, розділеному на цільову температуру, поступово знижується зі збільшенням часу після активації нагрівального елемента.

Пристрій, що генерує аерозоль, може бути виконаний таким чином, щоб граничний рівень живлення залежав від властивості субстрату, що утворює аерозоль. Виріб, що генерує аерозоль, може містити засіб для визначення властивості за допомогою пристрою, що генерує аерозоль, такого як електрично резистивний компонент, пристрій індикації, що оптично виявляється, або характерної форми або розміру. Різні субстрати можуть згорати за різних умов і можуть містити різні кількості речовини для утворення аерозолу або рідини, а отже, можуть бути піддані ризику згорання за різних температур і в різний час.

Керування нагрівальним елементом, як описано в будь-якому з попередніх аспектів винаходу, може бути реалізоване в комп'ютерній програмі, яка при запуску на програмовуваному електричному колі для електрично керованого пристрою, що генерує аерозоль, викликає виконання способу керування програмовуваною електричною схемою. Комп'ютерна програма може бути надана на машинопрочитуваному носії даних.

У ще одному додатковому аспекті винаходу наданий пристрій, що генерує аерозоль, що містить:

електричний нагрівальний елемент;

схему виявлення, виконану з можливістю виявлення температури нагрівального елемента; і

схему керування, з'єднану з нагрівальним елементом і схемою виявлення, де схема керування виконана для керування поданням живлення на нагрівальний елемент від джерела

живлення і де схема керування виконана для припинення подання живлення на нагрівальний елемент від джерела живлення, якщо схема виявлення виявляє, що температура нагрівального елемента перевищує граничну температуру.

Гранична температура може змінюватися з часом після активації нагрівального елемента.

5 Пристрій, що генерує аерозоль, може бути курильним пристроєм, що електрично нагрівається.

У ще одному додатковому аспекті винаходу надана система, що генерує аерозоль, що містить:

пристрій, що генерує аерозоль, що містить нагрівальний елемент, і виріб, що генерує аерозоль, що містить субстрат, що утворює аерозоль, при цьому нагрівач виконаний для нагрівання субстрату, що утворює аерозоль, для генерування аерозолі і при цьому пристрій, що генерує аерозоль, містить схему виявлення, виконану для виявлення температури нагрівального елемента; і схему керування, з'єднану з нагрівальним елементом і схемою виявлення, де схема керування виконана для керування поданням живлення на нагрівальний елемент від джерела живлення і де схема керування виконана для припинення подання живлення на нагрівальний елемент від джерела живлення, якщо схема виявлення виявляє, що температура нагрівального елемента перевищує граничну температуру.

У всіх аспектах винаходу нагрівальний елемент може містити електрично резистивний матеріал. Підходящі електрично резистивні матеріали включають, крім усього іншого: напівпровідники, такі як легована кераміка, електрично "провідна" кераміка (така як, наприклад, дисиліцид молібдену), вуглець, графіт, метали, металеві сплави та композиційні матеріали, виготовлені з керамічного матеріалу й металевого матеріалу. Такі композиційні матеріали можуть містити леговану або нелеговану кераміку. Приклади підходящої легованої кераміки включають леговані карбіди кремнію. Приклади підходящих металів включають титан, цирконій, тантал, платину, золото та срібло. Приклади підходящих металевих сплавів включають нержавіючу сталь, сплави, що містять нікель, кобальт, хром, алюміній, титан, цирконій, гафній, ніобій, молібден, тантал, вольфрам, олово, галій, марганець, золото та залізо, і суперсплави на основі нікелю, заліза, кобальту, нержавіючої сталі, Timetal® і сплави на основі заліза, марганцю й алюмінію. У композиційних матеріалах електрично резистивний матеріал може бути факультативно вбудованим в, інкапсульованим або покритим ізолюючим матеріалом або навпаки залежно від кінетики передачі енергії й необхідних зовнішніх фізико-хімічних властивостей.

Як було описано, у будь-якому з аспектів винаходу нагрівальний елемент може бути частиною пристрою, що генерує аерозоль. Пристрій, що генерує аерозоль, може містити внутрішній нагрівальний елемент або зовнішній нагрівальний елемент або як внутрішній, так зовнішній нагрівальний елемент, де "внутрішній" і "зовнішній" відносяться до субстрату, що утворює аерозоль. Внутрішній нагрівальний елемент може приймати будь-яку підходящу форму. Наприклад, внутрішній нагрівальний елемент може приймати форму нагрівальної пластини. У якості альтернативи внутрішній нагрівач може приймати форму оболонки або субстрату, що мають різні електропровідні частини, або електрично резистивної металевої трубки. У якості альтернативи внутрішній нагрівач може бути однією або декількома нагрівальними голками або стрижнями, які проходять через центр субстрату, що утворює аерозоль. Інші альтернативи включають нагрівальний дріт або нитку, наприклад Ni-Cr (хромонікелевий), платиновий, вольфрамовий дріт або дріт зі сплавів, або нагрівальну пластину. Факультативно внутрішній нагрівальний елемент може бути вкладеним в або нанесеним на твердий матеріал підкладки. У одному такому варіанті здійснення електрично резистивний нагрівальний елемент може бути сформований з використанням металу, що має певне співвідношення температури й опору. У такому наведеному як приклад пристрої метал може бути сформований у вигляді доріжки на підходящому ізолюючому матеріалі, такому як керамічний матеріал, а потім покритий іншим ізолюючим матеріалом, таким як скло. Нагрівачі, сформовані таким чином, можуть бути використані як для нагрівання, так і для відстеження температури нагрівальних елементів під час роботи.

Зовнішній нагрівальний елемент може приймати будь-яку підходящу форму. Наприклад, зовнішній нагрівальний елемент може приймати форму одного або декількох видів гнучкої нагрівальної фольги на діелектричному субстраті, такому як поліімід. Гнучка нагрівальна фольга може мати таку форму, щоб відповідати периметру порожнини, що вміщає субстрат. У якості альтернативи зовнішній нагрівальний елемент може приймати форму металевих решітки або решіток, гнучкої друкованої плати, литого сполучного пристрою (MID), керамічного нагрівача, гнучкого нагрівача з вуглецевого волокна або може бути сформований з використанням методу покриття, такого як плазмове осадження з газової фази, на субстраті, що має підходящу форму. Зовнішній нагрівальний елемент може бути також сформований з використанням металу, що

має певне співвідношення температури й опору. У такому наведеному як приклад пристрої метал може бути сформований у вигляді доріжки між двома шарами підходящих ізолюючих матеріалів. Зовнішній нагрівальний елемент, сформований таким чином, може бути використаний як для нагрівання, так і для відстеження температури зовнішнього нагрівального елемента під час роботи.

Внутрішній або зовнішній нагрівальний елемент може містити тепловідвід або тепловий резервуар, що містить матеріал, здатний поглинати та зберігати тепло, а потім з часом вивільняти тепло на субстрат, що утворює аерозоль. Тепловідвід може бути сформований з будь-якого підходящого матеріалу, такого як підходящий металевий або керамічний матеріал. У одному варіанті здійснення матеріал має високу теплоємність (чутливий матеріал, що акумулює теплоту нагрівання) або є матеріалом, здатним поглинати й потім вивільняти тепло за допомогою зворотного процесу, такого як зміна високотемпературної фази. Підходящі чутливі матеріали, що акумулюють теплоту нагрівання, включають силікагель, глинозем, вуглець, скломат, скловолокно, мінеральні речовини, метал або сплав, такий як алюміній, срібло або свинець, і целюлозний матеріал, такий як папір. Інші підходящі матеріали, які вивільняють тепло через зміну зворотної фази, включають парафін, ацетат натрію, нафталін, віск, поліетиленоксид, метал, металеву сіль, евтектичну суміш солей або сплав. Тепловідвід або тепловий резервуар може бути розташований таким чином, щоб перебувати в безпосередньому контакті з субстратом, що утворює аерозоль, і може передавати збережене тепло безпосередньо на субстрат. У якості альтернативи тепло, збережене в тепловідводі або тепловому резервуарі, може бути передане на субстрат, що утворює аерозоль, за допомогою провідника тепла, такого як металева трубка.

Нагрівальний елемент переважно нагріває субстрат, що утворює аерозоль, за допомогою провідника. Нагрівальний елемент може щонайменше частково контактувати з субстратом або підкладкою, на якій субстрат нанесено. У якості альтернативи тепло або від внутрішнього, або від зовнішнього нагрівального елемента може бути передане на субстрат за допомогою теплопровідного елемента.

Під час роботи субстрат, що утворює аерозоль, може повністю вміщуватись усередині пристрою, що генерує аерозоль. У такому випадку користувач може зробити затягування через мундштук пристрою, що генерує аерозоль. У якості альтернативи під час роботи курильний виріб, що містить субстрат, що утворює аерозоль, може частково перебувати усередині пристрою, що генерує аерозоль. У такому випадку користувач може зробити затягування безпосередньо через курильний виріб.

Курильний виріб може в основному мати циліндричну форму. Курильний виріб може бути в основному витягнутим. Курильний виріб може мати довжину та довжину кола, в основному перпендикулярну довжині. Субстрат, що утворює аерозоль, може в основному мати циліндричну форму. Субстрат, що утворює аерозоль, може мати в основному витягнуту форму. Субстрат, що утворює аерозоль, може також мати довжину та довжину кола, в основному перпендикулярну довжині.

Курильний виріб може мати загальну довжину від приблизно 30 мм до приблизно 100 мм. Курильний виріб може мати зовнішній діаметр від приблизно 5 мм до приблизно 12 мм. Курильний виріб може містити штранг фільтра. Штранг фільтра може бути розміщений на нижньому кінці курильного виробу. Штранг фільтра може бути штрангом фільтра з ацетату целюлози. Штранг фільтра в одному варіанті здійснення має довжину приблизно 7 мм, але може мати довжину від приблизно 5 мм до приблизно 10 мм.

У одному варіанті здійснення курильний виріб має загальну довжину приблизно 45 мм. Курильний виріб може мати зовнішній діаметр приблизно 7,2 мм. Крім того, субстрат, що утворює аерозоль, може мати довжину приблизно 10 мм. У якості альтернативи субстрат, що утворює аерозоль, може мати довжину приблизно 12 мм. Крім того, діаметр субстрату, що утворює аерозоль, додатково може становити від приблизно 5 мм до приблизно 12 мм. Курильний виріб може містити зовнішню паперову обгортку. Крім того, курильний виріб між субстратом, що утворює аерозоль, і штрангом фільтра може містити розділовий елемент. Розділовий елемент може становити приблизно 18 мм, але може перебувати в діапазоні від приблизно 5 мм до приблизно 25 мм.

Субстрат, що утворює аерозоль, може бути твердим субстратом, що утворює аерозоль. У якості альтернативи субстрат, що утворює аерозоль, може містити як тверді, так і рідкі компоненти. Субстрат, що утворює аерозоль, може містити матеріал, що містить тютюн, а також містить летучі смакові та ароматичні сполуки тютюну, які вивільняються з субстрату при нагріванні. У якості альтернативи субстрат, що утворює аерозоль, може містити матеріал, що не містить тютюну. Субстрат, що утворює аерозоль, може додатково містити речовину для

утворення аерозолі. Прикладами підходящих речовин для утворення аерозолі є гліцерин і пропіленгліколь.

Якщо субстрат, що утворює аерозоль, є твердим субстратом, що утворює аерозоль, то твердий субстрат, що утворює аерозоль, може містити, наприклад, одне або декілько з: порошку, гранул, кульок, крупиць, тонких трубок, смужок або аркушів, що містять одне або декілько з трав'яного листа, тютюнового листа, шматочків тютюнових жилок, відновленого тютюну, гомогенізованого тютюну, екструдованого тютюну, формованного листового тютюну та зірваного тютюну. Твердий субстрат, що утворює аерозоль, може мати вільну форму або може бути наданий у підходящій ємності або картриджі. Факультативно твердий субстрат, що утворює аерозоль, може містити додаткові летучі смакові та ароматичні з'єднання, що містять або не містять тютюну, які вивільняються при нагріванні субстрату. Твердий субстрат, що утворює аерозоль, може також містити капсули, які, наприклад, включають додаткові летучі смакові та ароматичні сполуки, що містять або не містять тютюну, і такі капсули можуть танути під час нагрівання твердого субстрату, що утворює аерозоль.

Факультативно твердий субстрат, що утворює аерозоль, може бути також наданий на або вбудований у термостійку підкладку. Підкладка може приймати форму порошку, гранул, кульок, крупиць, тонких трубок, смужок або листів. У якості альтернативи підкладка може бути трубчастою підкладкою, що містить тонкий шар твердого субстрату, нанесений на її внутрішню поверхню, або на її зовнішню поверхню, або як на внутрішню, так і на зовнішню поверхню. Така трубчаста підкладка може бути сформована, наприклад, з паперу або подібного до паперу матеріалу, нетканого вуглецевого фіброліта, легені сітчастого металевих екрана, або перфорованої металевої фольги, або будь-якої іншої термостійкої полімерної матриці.

Твердий субстрат, що утворює аерозоль, може бути нанесений на поверхню підкладки у формі, наприклад, листа, піни, гелю або суспензії. Твердий субстрат, що утворює аерозоль, може бути нанесений на всю поверхню підкладки або в якості альтернативи може бути нанесений у вигляді візерунка для надання забезпечення неоднорідного смаку та аромату під час використання.

Незважаючи на те, що вище наводилося посилання на тверді субстрати, що утворюють аерозоль, фахівцям в даній області техніки буде зрозуміло, що інші форми субстрату, що утворює аерозоль, можуть бути використані з іншими варіантами здійснення. Наприклад, субстрат, що утворює аерозоль, може бути рідким субстратом, що утворює аерозоль. Якщо наданий рідкий субстрат, що утворює аерозоль, то пристрій, що генерує аерозоль, переважно містить засіб для втримання рідини. Наприклад, рідкий субстрат, що утворює аерозоль, може втримуватися в ємності. У якості альтернативи або доповнення рідкий субстрат, що утворює аерозоль, може бути поглинений пористим матеріалом підкладки. Пористий матеріал підкладки може бути виготовлений з будь-якої поглинаючої заглушки або тіла, наприклад, пінометалевого або пластмасового матеріалу, поліпропілену, терилена, нейлонових волокон або кераміки. Рідкий субстрат, що утворює аерозоль, може втримуватися в пористому матеріалі підкладки перед використанням пристрою, що генерує аерозоль, або в якості альтернативи матеріал рідкого субстрату, що утворює аерозоль, може бути вивільнений у пористий матеріал підкладки під час або безпосередньо перед використанням. Наприклад, рідкий субстрат, що утворює аерозоль, може бути наданий у капсулі. Оболонка капсули переважно тане при нагріванні й вивільняє рідкий субстрат, що утворює аерозоль, у пористий матеріал підкладки. Капсула може факультативно містити тверде тіло в комбінації з рідиною.

У якості альтернативи підкладка може бути нетканим полотном або пучком волокон, у які включені тютюнові компоненти. Неткане полотно або пучок волокон можуть містити, наприклад, вуглецеві волокна, природні целюлозні волокна або волокна з похідних целюлози.

Пристрій, що генерує аерозоль, може додатково містити джерело живлення для подання живлення на нагрівальний елемент. Джерело живлення може бути будь-яким підходящим джерелом живлення, наприклад джерелом живлення постійної напруги. У одному варіанті здійснення джерело живлення є літій-іонною батареєю. У якості альтернативи джерело живлення може бути нікель-металогідридною батареєю, нікель-кадмієвою батареєю або літійовою батареєю, наприклад літій-кобальтової, літій-залізо-фосфатної, літій-титанової або літій-полімерною батареєю.

Незважаючи на те, що винахід був описаний з посиланням на різні аспекти, слід розуміти, що особливості, описані щодо одного аспекту винаходу, можуть бути застосовані до інших аспектів винаходу.

Приклади винаходу будуть далі докладно описані з посиланням на супровідні графічні матеріали, на яких:

на Фіг. 1 показана схематична діаграма пристрою, що генерує аерозоль;

на Фіг. 2 показана схематична діаграма схеми керування температурою для пристрою типу, показаного на Фіг. 1;

на Фіг. 3 проілюстрована зміна граничного значення максимального робочого циклу під час сеансу паління з використанням пристрою типу, показаного на Фіг. 1;

на Фіг. 4 показана блок-схема, що ілюструє один процес для виявлення ознак ненормального робочого циклу;

на Фіг. 5 проілюстрований приклад зниження температури нагрівального елемента після виявлення надмірного затягування з боку користувача;

на Фіг. 6 показана блок-схема, що ілюструє один процес для виявлення згорання субстрату;

на Фіг. 7 проілюстрований приклад виявлення згорання з використанням процесу, що зображено на Фіг. 6; і

на Фіг. 8 показана блок-схема, що ілюструє процес для зниження живлення, що подається на нагрівальний елемент, після виявлення небажано високої температури.

На Фіг. 1 у спрощеному вигляді показані компоненти варіанта здійснення пристрою 100, що електрично нагрівається та генерує аерозоль. Зокрема, елементи пристрою 100, що електрично нагрівається та генерує аерозоль, на Фіг. 1 зображені не в масштабі. Елементи, які не актуальні для розуміння цього варіанта здійснення, були опущені для спрощення Фіг. 1.

Пристрій 100, що електрично нагрівається та генерує аерозоль, містить корпус 10 і субстрат 12, що утворює аерозоль, наприклад сигарету. Субстрат 12, що утворює аерозоль, проштовхується усередину корпусу 10 для термічного зіткнення з нагрівальним елементом 14. Субстрат 12, що утворює аерозоль, вивільняє ряд летючих сполук за різних температур. За допомогою керування максимальною робочою температурою пристрою 100, що електрично нагрівається та генерує аерозоль, таким чином, щоб вона була нижче температури вивільнення деяких летючих сполук, може бути відвернене вивільнення або утворення цих димових складових.

Усередині корпусу 10 перебуває джерело 16 електроенергії, наприклад літій-іонна батарея, що перезаряджається. З нагрівальним елементом 14, джерелом 16 електроенергії й інтерфейсом 20 користувача, наприклад кнопкою або дисплеєм, з'єднаний контролер 18. Контролер 18 керує живленням, що подається на нагрівальний елемент 14, для регулювання його температури. Субстрат, що утворює аерозоль, як правило, нагрівається до температури від 250 до 450 градусів за Цельсієм.

На Фіг. 2 проілюстрована схема керування, що використовується для забезпечення описаного регулювання температури, відповідно до одного варіанта здійснення винаходу.

Нагрівач 14 з'єднаний з батареєю через з'єднання 22. Від батареї 16 надходить напруга V2. Послідовно з нагрівальним елементом 14 підключений і з'єднаний з напругою V1 у проміжку між землею й напругою V2 додатковий резистор 24 з відомим опором R. Керування частотною модуляцією струму здійснюється за допомогою мікроконтролера 18, і подання здійснюється через його аналоговий вихід 30 на транзистор 26, який виконує функцію простого перемикача.

Регулювання засноване на ПІД-регуляторі, який є частиною програмного забезпечення, включеного в мікроконтролер 18. Температура (або показник температури) нагрівального елемента визначається за допомогою зміни електричного опору нагрівального елемента. Температура використовується для регулювання робочого циклу, у цьому випадку частотної модуляції, імпульсів струму, що подається на нагрівальний елемент, для підтримки нагрівального елемента на рівні цільової температури. Температура визначена при частоті, обраної для відповідності керуванню робочого циклу, і може бути визначена не частіше одного разу на 100 мс.

Аналоговий вхід 28 на мікроконтролері 18 використовується для одержання напруги на опорі 24 і надає зображення електричного струму, що протікає в нагрівальному елементі. Напруга V+ батареї й напруга на резисторі 24 використовуються для обчислення зміни опору нагрівального елемента та/або його температури.

Опір нагрівача, який необхідно виміряти за конкретної температури, являє собою R_{нагрівача}. Для вимірювання мікропроцесором 18 опору R_{нагрівача} нагрівача 14 може бути визначений як струм, що протікає через нагрівач 14, так і напруга на нагрівачі 14. Потім може бути використана наступна добре відома формула для визначення опору:

$$V = IR \quad (1)$$

На Фіг. 2 напруга на нагрівачі являє собою V2-V1, а струм, що протікає через нагрівач, являє собою I. У такий спосіб:

$$R_{\text{нагрівач}} = \frac{V_2 - V_1}{I} \quad (2)$$

Додатковий резистор 24, опір r якого є відомим, використовується для визначення струму I з повторним використанням вищевказаної формули (1). Струм, що протікає через резистор 24, являє собою I , а напруга на резисторі 24 являє собою V_1 . У такий спосіб:

$$I = \frac{V_1}{r} \quad (3)$$

Отже, об'єднання формул (2) і (3) дає:

$$R_{\text{нагрівач}} = \frac{(V_2 - V_1)}{V_1} r \quad (4)$$

Таким чином, мікропроцесор 18 може виміряти V_2 і V_1 під час використання системи, що генерує аерозоль, і у разі відомого значення r може визначити опір нагрівача за конкретної температури $R_{\text{нагрівача}}$.

Опір нагрівача корелюється з температурою. Для установки співвідношення між температурою T і обмірюваним опором $R_{\text{нагрівача}}$ за температури T у відповідності з наступною формулою може бути використане лінійне наближення:

$$T = \frac{R_{\text{нагрівач}}}{AR_0} + T_0 - \frac{1}{A} \quad (5)$$

де A – коефіцієнт термічного опору матеріалу нагрівального елемента і R_0 – опір нагрівального елемента за кімнатної температури T_0 .

Для наближення співвідношення між опором і температурою можуть бути використані інші більш складні способи, якщо просте лінійне наближення не є досить точним у діапазоні робочих температур. Наприклад, в іншому варіанті здійснення співвідношення може бути отримане на підставі комбінації двох або більш лінійних наближень, кожне з яких охоплює різний діапазон температур. Ця схема заснована на трьох або більше точках калібрування температури, у яких вимірюється опір нагрівача. Для температур між точками калібрування значення опору інтерполюються зі значень у точках калібрування. Температури крапок калібрування вибираються для охоплення передбачуваного діапазону температур нагрівача під час роботи.

Перевагою цих варіантів здійснення є те, що не потрібен датчик температури, який може бути громіздким і дорогим. Також значення опору може бути безпосередньо використане ПІД-регулятором замість температури. Якщо значення опору перебуває в необхідному діапазоні, то температура нагрівального елемента також буде перебувати в необхідному діапазоні. Відповідно, немає необхідності обчислювати дійсну температуру нагрівального елемента. Однак можна використовувати окремий датчик температури та підключити його до мікроконтролера для надання необхідної інформації про температуру.

Мікроконтролер може бути запрограмований на обмеження максимального дозволеного робочого циклу. Максимально дозволений робочий цикл може змінюватися з часом після активації нагрівального елемента. На Фіг. 3 проілюстрована зміна сеансу паління з використанням пристрою типу, показаного на Фіг. 1. Цільова температура нагрівального елемента вказується за допомогою лінії 30 і, як можна бачити, підтримується на рівні 375 °C протягом сеансу паління, який у цілому триває шість хвилин. За допомогою мікроконтролера сеанс паління розділений на фази з різними граничними значеннями максимального робочого циклу в різних фазах. Робочий цикл у даному контексті означає відсоток часу, коли здійснюється подання живлення, при замкненому перемикачі 26. У прикладі, проілюстрованому на Фіг. 3, у першій фазі робочий цикл обмежено 95 % протягом 30 секунд. Під час цього періоду нагрівальний елемент нагрівається до цільової температури. У другій фазі, що теж триває 30 секунд, робочий цикл обмежено 65 %. Для підтримки температури нагрівального елемента необхідна менша кількість живлення, ніж необхідно для його нагрівання. У третій фазі, що триває 30 секунд, робочий цикл обмежено 60 %. У четвертій фазі, що триває 90 секунд, робочий цикл обмежено 55 %; у п'ятій фазі, що триває 60 секунд, робочий цикл обмежено 50 %; і в шостій фазі, що триває 120 секунд, робочий цикл обмежено 45 %.

З витрачанням субстрату за допомогою випару відводиться менша кількість тепла, і, отже, необхідна менша кількість живлення для підтримки температури нагрівального елемента на рівні цільової температури. Крім того, температура навколишніх частин пристрою збільшується з часом, і, отже, поглинається менше енергії з часом. Відповідно, для зниження ймовірності згорання максимально допустимого живлення знижується з часом для заданої цільової температури. Як правило, максимально дозволене живлення або максимальний робочий цикл, розділений на цільову температуру, з часом поступово знижуються після активації нагрівального елемента під час окремого сеансу паління.

Також може бути визначена манера робити надмірні затягування. Щоразу, коли користувач робить затягування через пристрій, витягуючи повітря через нагрівальний елемент, кількість кисню, що контактує з субстратом, збільшується, збільшуючи ймовірність згорання за заданої температури. З кожним затягуванням нагрівальний елемент охолоджується. Контур керування температурою компенсує це охолодження за допомогою тимчасового підвищення робочого циклу імпульсів струму. Тривалі періоди на рівні або поруч із граничним значенням робочого циклу можуть вказувати на надмірні затягування й викликати зниження граничного значення робочого циклу.

Шляхом обмеження максимального робочого циклу до рівня, який передбачається в рамках "нормальної" манери користувача й зовнішніх умов, можна запобігти виникненню температурних піків. Очевидно, що граничне значення робочого циклу та характер його зміни в часі можуть бути експериментально визначені для відповідності конкретним конструкціям пристрою, субстратам і сценаріям використання.

Робочий цикл імпульсів струму може бути відстежений за допомогою мікроконтролера, і якщо робочий цикл відрізняється від передбачуваного робочого циклу протягом тривалого періоду, то мікроконтролер може почати коригувальну дію або може обмежити подання живлення на нагрівальний елемент.

Граничне значення максимального робочого циклу може бути встановлене таким чином, щоб бути верхнім граничним значенням передбачуваного рівня робочого циклу для нормальної манери користувача, або встановлене таким чином, щоб відповідати конкретному користувачеві відповідно до того, чому він або вона віддає перевагу. Якщо дійсний робочий цикл потім зберігає граничне значення максимального робочого циклу протягом більшої частини часу, то це вказує на те, що система охолоджується сильніше, ніж передбачалося надмірними затягуваннями з боку користувача. Відповідно вищеописаному у разі надмірних затягувань існує підвищений ризик згорання в результаті збільшеної кількості кисню, що контактує з субстратом. На Фіг. 4 проілюстрований контур гістерезисного керування, у якому застосовується метод усунення деренчання за допомогою тригера Шмітта, для виявлення такої ненормальної манери затягування і зниження цільової температури або граничного значення робочого циклу, якщо такі ненормальні затягування виявлені. Проте слід розуміти, що існують альтернативи контуру керування, у якому застосовується тригер Шмітта, такі як керування вікном передачі змінної тривалості, фільтри з нескінченною імпульсною характеристикою (IIR) і фільтри з кінцевою імпульсною характеристикою (FIR).

Процес, що зображено на Фіг. 4, починається й переходить до етапу 400, на якому довільна змінна стану "стан", яка спочатку встановлена в якості 0, модифікується за допомогою фактора f , який менше одиниці, наприклад 0,75. На етапі 410 робочий цикл порівнюють із граничним значенням DC_1 робочого циклу. Якщо робочий цикл перевищує або дорівнює граничному значенню робочого циклу, то змінна стану збільшується на величину s , наприклад 0,25, на етапі 420 перед переходом на етап 430. Граничне значення DC_1 робочого циклу може бути граничним значенням максимального робочого циклу деякої пропорційної частини граничного значення максимального робочого циклу. Якщо робочий цикл нижче граничного робочого циклу, то змінна стану залишається незмінною та процес переходить на етап 430. Змінну стану потім порівнюють із граничним значенням ST стану на етапі 430. Граничне значення стану може бути встановлене, наприклад, у якості 0,8. Якщо змінна стану менша або дорівнює граничному значенню стану, то процес вертається на етап 400. Якщо змінна стану перевищує граничне значення стану, то виявляється умова попереднього згорання, і або цільова температура нагрівального елемента, або граничне значення максимального робочого циклу знижуються на етапі 440. Змінна стану потім відновлюється на етапі 450 перед поверненням процесу на етап 400.

Процес, що зображено на Фіг. 4, гарантує, що короточасні флуктуації не викличуть виявлення умови попереднього згорання. Умова попереднього згорання буде виявлена, тільки якщо робочий цикл перевищує граничний робочий цикл протягом декількох циклів процесу

керування. Контур керування, що зображено на Фіг. 4, періодично запускається повторно, наприклад кожні 100 мс, відповідно до частоти контуру керування ПІД-регулятором.

На Фіг. 5 проілюстровано зниження цільової температури в результаті процесу керування, проілюстрованого на Фіг. 4. Верхня лінія 50 вказує температуру нагрівального елемента. Нижня лінія 55 є робочим циклом струмового сигналу. На Фіг. 5 показано, що на приблизно 275 секунді після початку сеансу паління спрацював механізм виявлення попереднього згорання, оскільки, починаючи з приблизно 240 секунди, нижнє граничне значення робочого циклу викликало більше падіння температури під час затягувань і система компенсувала це за допомогою підтримки робочого циклу на рівні його верхнього граничного значення протягом більш тривалого часу. Цільова температура потім була знижена до 350 °C.

На Фіг. 6 проілюстровано контур гістерезисного керування, у якому знову використовується метод усунення деренчання за допомогою тригера Шмітта, для виявлення згорання субстрату. На етапі 600 довільна змінна стану "стан", яка спочатку встановлена в якості 0, модифікується за допомогою фактора f , який менше одиниці, наприклад 0,9. На етапі 610 робочий цикл порівнюють з іншим граничним значенням DC₂ робочого циклу. Друге граничне значення робочого циклу встановлюється на рівні 75 % від граничного значення максимального робочого циклу. Якщо робочий цикл нижче іншого граничного значення робочого циклу, то змінна стану збільшується на b , у цьому прикладі на 0,3, на етапі 620 перед переходом на етап 630. Якщо робочий цикл перевищує або дорівнює іншому граничному значенню робочого циклу, то змінна стану залишається незмінною й процес переходить безпосередньо на етап 630. На етапі 630 змінну стану порівнюють із граничним значенням ST змінної стану, який у цьому прикладі дорівнює одиниці. Якщо змінна стану перевищує ST, то знижується подання живлення на нагрівальний елемент. Мікропроцесор просто втримує перемикач 26 у відкритому стані. Потім процес завершується. Якщо змінна стану менша або дорівнює ST, то процес вертається на етап 600.

На Фіг. 7 проілюстровано виявлення згорання з використанням процесу типу, показаного на Фіг. 6. На Фіг. 7 показано значне падіння робочого циклу на приблизно 140 секунді, але цього було недостатньо для спрацювання механізму виявлення згорання. Однак на приблизно 155 секунді робочий цикл впав нижче мінімального граничного значення фільтра виявлення згорання та залишався низьким протягом деякого часу, поки температура залишалася на рівні або вище заданої цільової температури. Порівняння дійсної температури з заданою цільовою температурою може бути включене в контур керування, показаний на Фіг. 6, або може бути реалізоване в якості окремого процесу. Це викликає негайне припинення подання живлення на нагрівальний елемент. На практиці механізм виявлення згорання виявив енергію, яка починає виходити від субстрату, аніж від його джерела електроживлення, і припинив сеанс паління до того, як субстрат почав автоматично згорати.

На додаток до процесів виявлення попереднього згорання та згорання, описаних з посиланням на Фіг. 4 і 6, живлення, що подається на нагрівальний елемент, може бути знижене окремо на підставі виявленої температури. На Фіг. 8 проілюстровано приклад контуру керування для зниження живлення на підставі виявлення надмірної температури. Контур керування, що показано на Фіг. 8, може бути включений у контур керування, що показано на Фіг. 4 або Фіг. 6. Наприклад, у процесі, показаному на Фіг. 4, етап 800, що показано на Фіг. 8, може бути виконаний безпосередньо перед етапом 400 у будь-якому контурі. У якості альтернативи контур керування, що показано на Фіг. 8, може бути реалізований у якості окремого контуру керування. На етапі 800 дійсну виявлену температуру $T_{\text{дійсна}}$ (як визначено за допомогою опору нагрівального елемента або окремого датчика температури) порівнюють із цільовою температурою $T_{\text{цільова}}$. Якщо дійсна температура менша за цільову температуру, то процес повторюється або, якщо його включено в інший процес керування, виконується етап процесу керування, що залишився. Якщо дійсна температура дорівнює або перевищує цільову температуру, то процес переходить на етап 810, на якому знижується живлення, що подається на нагрівальний елемент. Живлення, що подається на нагрівальний елемент, може бути знижене за допомогою мікроконтролера, що керує перемикачем, таким як перемикач 26, показаний на Фіг. 2. Потім робота пристрою може бути припинена протягом заданого періоду часу, під час якого нагрівальний елемент охолоджується до прийнятної температури. Використання простого граничного значення температури для зниження живлення, що подається на нагрівальний елемент, надає безпосередній спосіб для запобігання або зниження ймовірності згорання субстрату.

Наведені як приклад варіанти здійснення, описані вище, представлені для ілюстрації, а не обмеження. На підставі вищеописаних, наведених як приклад варіантів здійснення фахівцями в

цій області техніки будуть зрозумілі інші варіанти здійснення, що відповідають вищевказаним наведеним як приклад варіантам здійснення.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

5

1. Спосіб керування електричним нагрівальним елементом, що включає підтримку температури нагрівального елемента на рівні цільової температури шляхом подання імпульсів електричного струму на нагрівальний елемент, відстеження робочого циклу імпульсів електричного струму, і визначення того, чи відрізняється робочий цикл від передбачуваного робочого циклу або

10

діапазону робочих циклів, і якщо так, то зниження цільової температури або припинення подання струму на нагрівальний елемент, або обмеження робочого циклу імпульсів електричного струму, що подають на нагрівальний елемент.

15

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що нагрівальний елемент є електрично резистивним нагрівальним елементом і етап підтримки температури нагрівального елемента на рівні цільової температури включає визначення електричного опору нагрівального елемента та регулювання електричного струму, що подають на нагрівальний елемент, залежно від певного електричного опору.

20

3. Спосіб за будь-яким попереднім пунктом, який **відрізняється** тим, що етап визначення того, чи відрізняється робочий цикл від передбачуваного робочого циклу, включає періодичне порівняння робочого циклу з першим граничним робочим циклом і застосування контуру гістерезисного керування для визначення точки спрацьовування, у якій слід знижувати цільову температуру або обмежувати робочий цикл імпульсів електричного струму.

25

4. Спосіб за будь-яким попереднім пунктом, який **відрізняється** тим, що включає зниження подання електричного струму на нагрівальний елемент, якщо робочий цикл нижче другого граничного робочого циклу, а температура вища за цільову температуру.

30

5. Спосіб за пп. 3 або 4, який **відрізняється** тим, що включає обмеження робочого циклу імпульсів електричного струму до граничного значення максимального робочого циклу, при цьому перше або друге граничне значення або як перше, так і друге граничні значення пропорційні граничному значенню максимального робочого циклу.

35

6. Спосіб за п. 5, який **відрізняється** тим, що зі збільшенням часу після активації нагрівального елемента поступово знижують змінну A , де A дорівнює максимальному робочому циклу, розділеному на цільову температуру.

40

7. Пристрій для керування електричним нагрівальним елементом, що містить схему керування, з'єднану з нагрівальним елементом, виконану для підтримки температури нагрівального елемента на рівні цільової температури шляхом подання імпульсів електричного струму на нагрівальний елемент, і схему виявлення, виконану для відстеження робочого циклу імпульсів електричного струму і, якщо робочий цикл імпульсів електричного струму є відмінним від передбачуваного робочого циклу або діапазону робочих циклів, видачі команди схемі керування на зниження цільової температури або припинення подання струму на нагрівальний елемент, або обмеження робочого циклу чи імпульсів електричного струму.

45

8. Пристрій за п. 7, який **відрізняється** тим, що нагрівальний елемент є електрично резистивним нагрівальним елементом і схема керування виконана для підтримки температури нагрівального елемента на рівні цільової температури шляхом визначення електричного опору нагрівального елемента та регулювання електричного струму, що подається на нагрівальний елемент, залежно від певного електричного опору.

50

9. Пристрій за пп. 7 або 8, який **відрізняється** тим, що схема виявлення виконана для періодичного порівняння робочого циклу з першим граничним робочим циклом і містить контур гістерезисного керування, виконаний для визначення точки спрацьовування, у якій слід знижувати цільову температуру або обмежувати робочий цикл імпульсів електричного струму.

55

10. Пристрій за будь-яким із пп. 7-9, який **відрізняється** тим, що схема виявлення виконана таким чином, що, якщо робочий цикл нижче другого граничного робочого циклу, тоді як температура дорівнює або перевищує цільову температуру, схема виявлення видає команду схемі керування на зниження подання електричного струму на нагрівальний елемент.

11. Пристрій за будь-яким із пп. 7-10, який **відрізняється** тим, що схема керування виконана для обмеження робочого циклу імпульсів електричного струму до граничного значення максимального робочого циклу, так що зі збільшенням часу після активації нагрівального елемента відбувається поступове зниження змінної A , де A дорівнює максимальному робочому циклу, розділеному на цільову температуру.

12. Пристрій за будь-яким із пп. 7-11, який **відрізняється** тим, що схема керування виконана для зниження подання електричного струму на нагрівальний елемент при перевищенні температурою нагрівального елемента граничного значення температури.

13. Пристрій за будь-яким із пп. 7-12, який **відрізняється** тим, що пристрій є пристроєм, що генерує аерозоль, що містить нагрівальний елемент, таким як курильний пристрій, що електрично нагрівається.

14. Пристрій за п. 13, який **відрізняється** тим, що пристрій, що генерує аерозоль, виконаний для вміщення субстрату, що утворює аерозоль, і при цьому передбачуваний робочий цикл або діапазон робочих циклів є таким, що настроюється залежно від властивості субстрату, що утворює аерозоль.

15. Система, що генерує аерозоль, що містить пристрій, що генерує аерозоль, що містить нагрівальний елемент, і виріб, що генерує аерозоль, що містить субстрат, що утворює аерозоль, при цьому нагрівач виконаний для нагрівання субстрату, що утворює аерозоль, для генерування аерозолі і при цьому пристрій, що генерує аерозоль, містить: схему керування, з'єднану з нагрівальним елементом, виконану для підтримки температури нагрівального елемента на рівні цільової температури шляхом подання імпульсів електричного струму на нагрівальний елемент, схему виявлення, виконану для відстеження робочого циклу імпульсів електричного струму і, якщо робочий цикл імпульсів електричного струму є відмінним від передбачуваного робочого циклу або діапазону робочих циклів, видачі команди схемі керування на зниження цільової температури або припинення подання струму на нагрівальний елемент, або обмеження робочого циклу чи імпульсів електричного струму.

16. Система за п. 15, яка **відрізняється** тим, що пристрій, що генерує аерозоль, виконаний таким чином, що передбачуваний робочий цикл або діапазон робочих циклів залежить від властивості субстрату, що утворює аерозоль.

17. Машинопрочитуваний носій даних, що містить збережену на ньому комп'ютерну програму, яка при виконанні із застосуванням програмовуваної електричної схеми для електрично керованого пристрою, що генерує аерозоль, викликає здійснення програмовуваною електричною схемою способу за будь-яким із пп. 1-6.

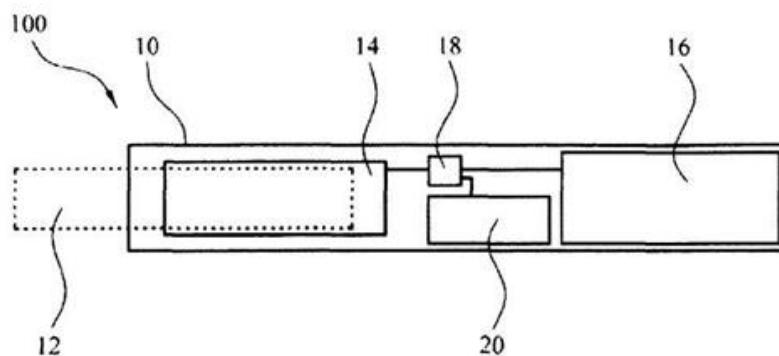


Fig. 1

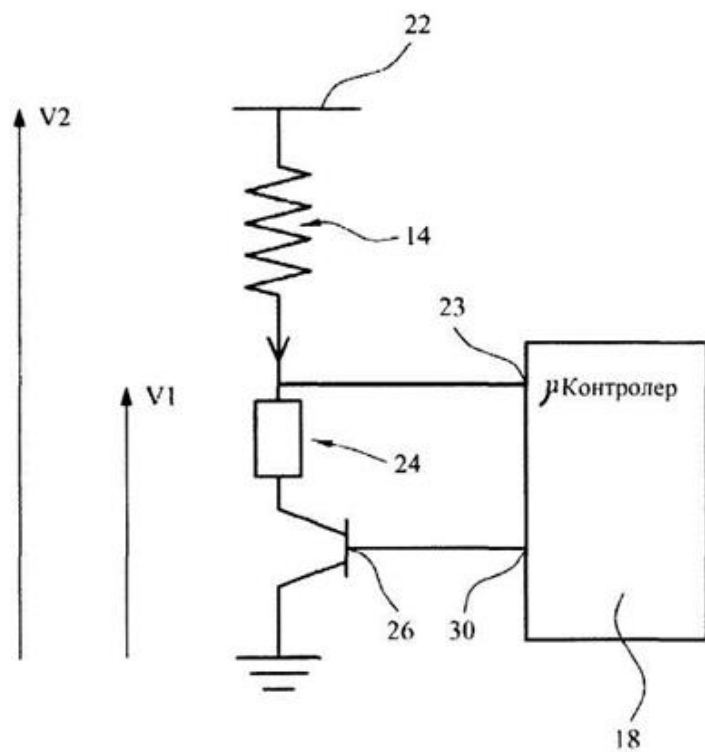


Fig.2

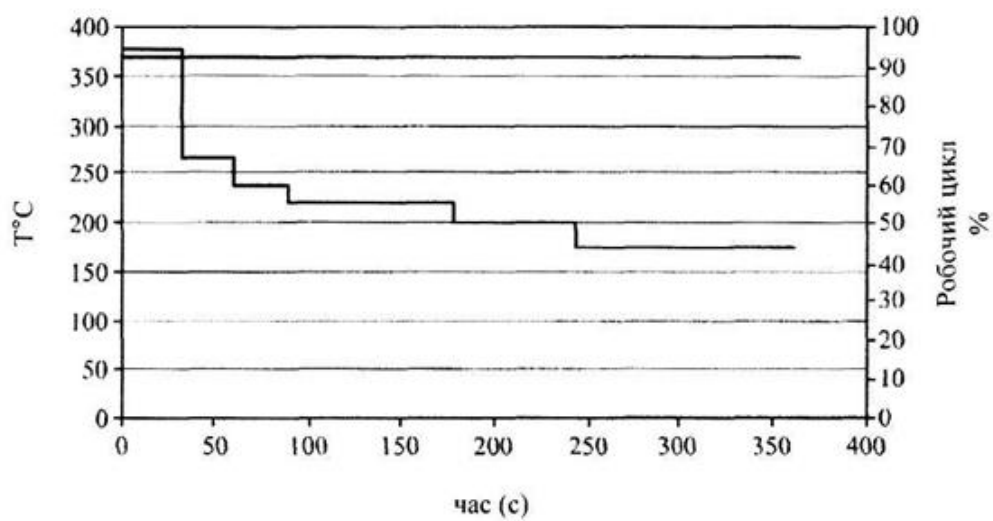
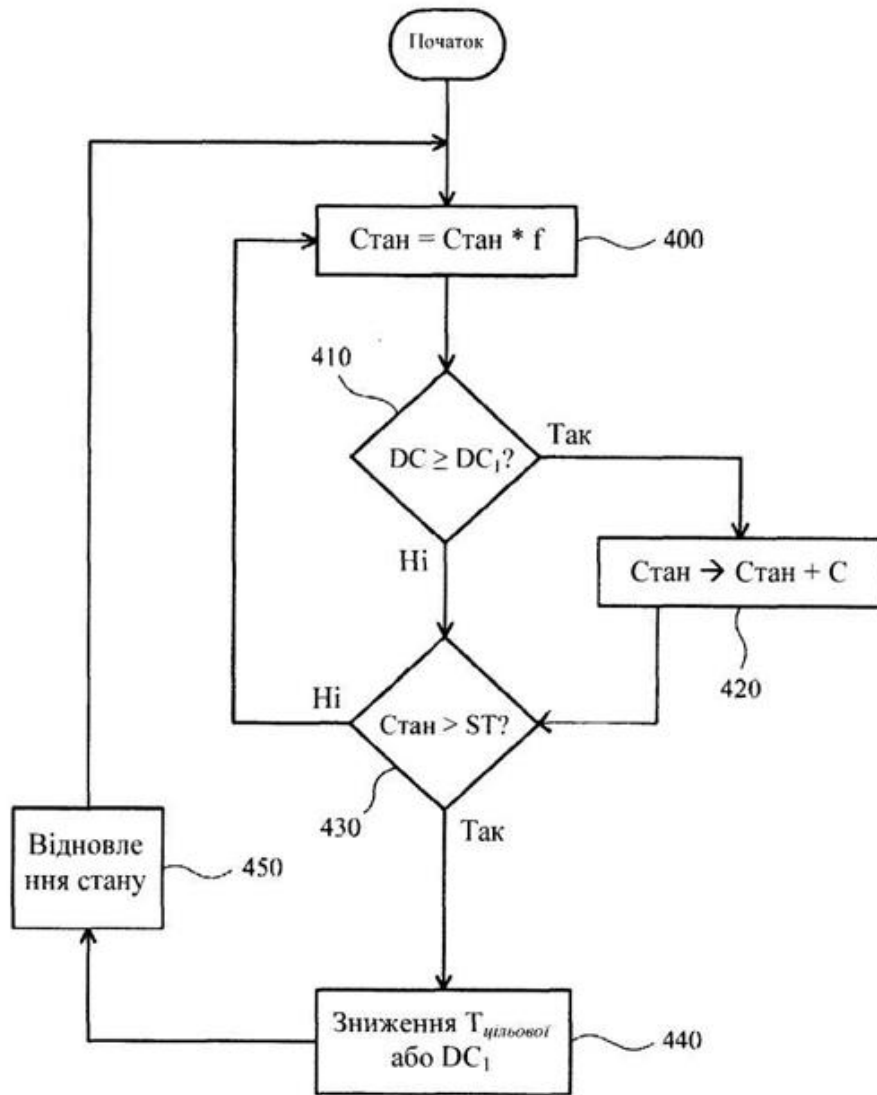
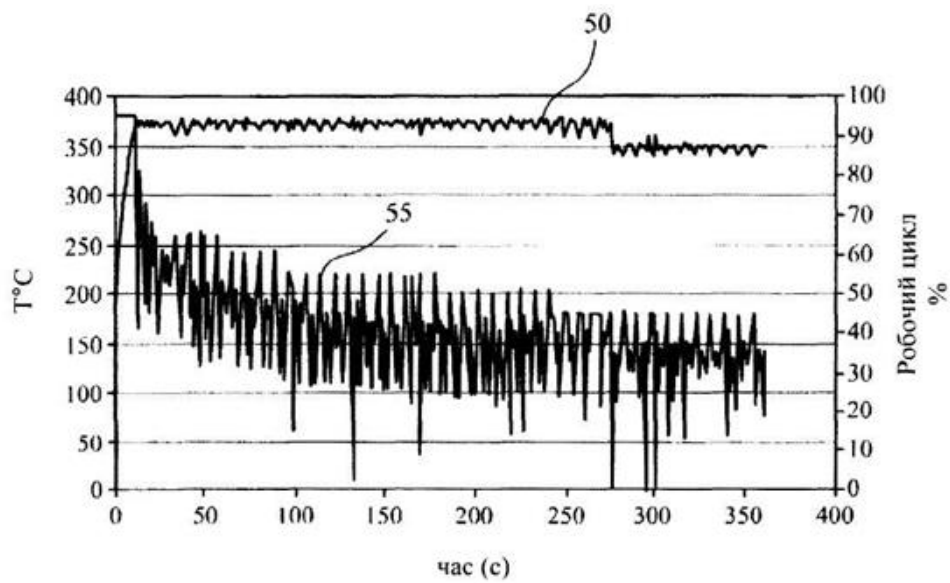


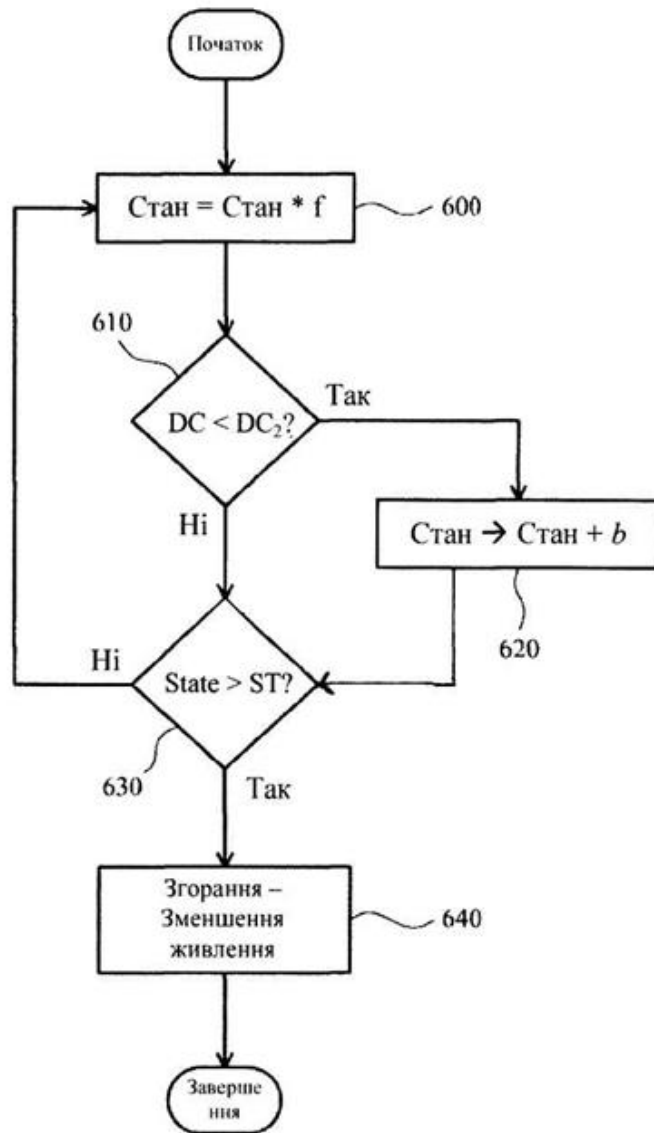
Fig.3



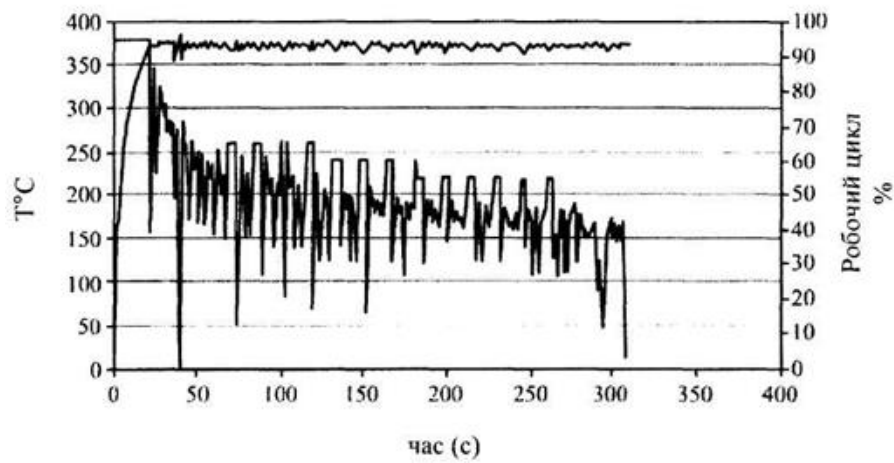
Фіг.4



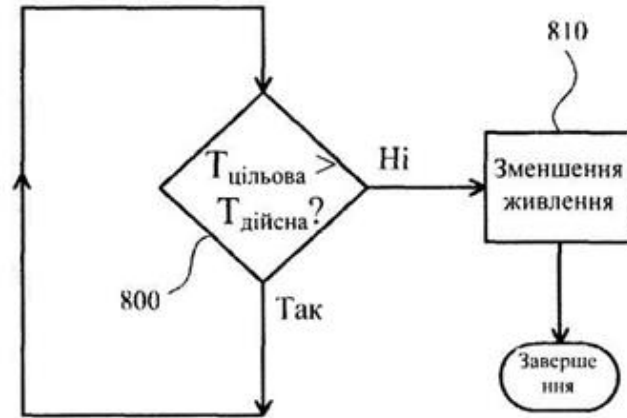
Фіг.5



Фиг.6



Фиг.7



Фіг.8

Комп'ютерна верстка М. Шамоніна

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601