



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **110630** (13) **C2**  
(51) МПК (2016.01)  
**A24F 47/00**  
**A61M 15/06** (2006.01)  
**B65D 83/14** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки:	<b>а 2013 08656</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и):	<b>Кошан Олів'є (CH), Торен Мішель (CH), Флік Жан-Марк (CH), Дегумуа Іван (CH)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки:	<b>22.12.2011</b>	<b>(73)</b> Власник(и):	<b>ФІЛІП МОРРІС ПРОДАКТС С.А., Quai Jeanrenaud 3, CH-2000 Neuchâtel, Switzerland (CH)</b>
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід:	<b>25.01.2016</b>	<b>(74)</b> Представник:	<b>Шляховецький Ілля Олександрович, реєстр. №190</b>
<b>(31)</b> Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>10252235.6</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	<b>WO 2007/078273 A1, 12.07.2007 US 2009/283103 A1, 19.11.2009 EP 0430559 A2, 05.06.1991</b>
<b>(32)</b> Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>24.12.2010</b>		
<b>(33)</b> Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	<b>EP</b>		
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку:	<b>10.09.2013, Бюл.№ 17</b>		
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту:	<b>25.01.2016, Бюл.№ 2</b>		
<b>(86)</b> Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	<b>PCT/EP2011/073791, 22.12.2011</b>		

**(54) СИСТЕМА УТВОРЕННЯ АЕРОЗОЛЮ ІЗ ЗАСОБАМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЗМЕНШЕННЯ КІЛЬКОСТІ РІДКОГО СУБСТРАТУ**

**(57) Реферат:**

Запропонована електрично керована система (100) утворення аерозолю для приймання аерозолетвірного субстрату (115). Ця система включає в себе вмістище (113) для рідини, призначене для зберігання рідкого аерозолетвірного субстрату, електричний нагрівач (119), який включає в себе щонайменше один нагрівальний елемент для нагрівання рідкого аерозолетвірного субстрату, та електрична схема (109) для визначення зменшення кількості рідкого аерозолетвірного субстрату, який нагрівається нагрівачем, виходячи з взаємозв'язку між температурою цього нагрівального елемента та поданою на нагрівальний елемент енергією. Також запропонований спосіб для електрично керованої системи утворення аерозолю, яка включає в себе вмістище для рідини, призначене для зберігання рідкого аерозолетвірного субстрату, та електричний нагрівач, який включає в себе щонайменше один нагрівальний елемент для нагрівання рідкого аерозолетвірного субстрату, цей спосіб включає: визначення зменшення кількості рідкого аерозолетвірного субстрату, який нагрівається нагрівачем, виходячи з взаємозв'язку між температурою нагрівального елемента та поданою на нагрівальний елемент енергією.

UA 110630 C2

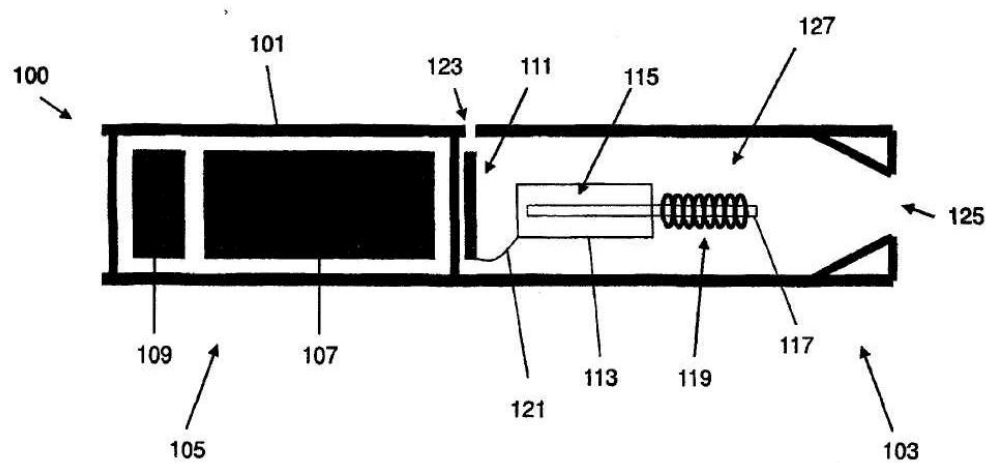


FIG. 1

Цей винахід має відношення до електрично керованої системи утворення аерозолі. Зокрема, цей винахід має відношення до електрично керованої системи утворення аерозолі, в якій аерозолетвірний субстрат є рідким і міститься у вмістищі для рідини.

У WO2009/132793 A1 розкрита електронагрівна курильна система із вмістищем для рідини.

5 Вмістище для рідини вміщує аерозолетвірний субстрат і з'єднане з випарником, який включає в себе електричний нагрівач, який живиться від батареї живлення. Під час користування електричний нагрівач активує споживач шляхом смоктання мундштука з увімкненням батареї живлення. Нагрітий аерозолетвірний субстрат, який міститься у випарнику, буде випаровуватися. Смоктання споживачем мундштука спричинює просмоктування повітря вздовж

10 або крізь випарник, тим самим утворюючи аерозоль, який, як відомо фахівцям в цій галузі, являє собою суспензію твердих частинок або рідких крапель у газі, такому як повітря. Утворений аерозоль всмоктується у мундштук, і потім у ротову порожнину споживача.

Відомі електрично керовані системи утворення аерозолі, включно зі згаданою вище курильною системою, мають численні переваги, водночас залишаючи можливість для

15 вдосконалення, зокрема, стосовно поводження з аерозолетвірним субстратом, вміщеним у вмістище для рідини.

За першим аспектом цього винаходу запропонована електрично керована система утворення аерозолі для приймання аерозолетвірного субстрату, яка включає в себе: вмістище для рідини, призначене для зберігання рідкого аерозолетвірного субстрату; електричний

20 нагрівач, який включає в себе щонайменше один нагрівальний елемент для нагрівання згаданого рідкого аерозолетвірного субстрату; та електрична схема, виконана так, щоб визначати зменшення кількості рідкого аерозолетвірного субстрату, виходячи з взаємозв'язку між поданою на нагрівальний елемент енергією та одержуваною в результаті цього зміною температури цього нагрівального елемента.

Електрична схема за варіантом, якому віддається перевага, виконана так, щоб оцінювати кількість рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини, виходячи з визначеного зменшення його кількості.

Кількість рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини може являти собою абсолютну кількість або відносну кількість, тобто процентне значення, або може являти собою

30 визначення того, чи є кількість рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини більшою або меншою ніж граничне значення.

Впровадженню електричної схеми для визначення зменшення кількості рідкого аерозолетвірного субстрату, який подається до нагрівача, віддається перевага з ряду причин. Наприклад, якщо вмістище для рідини є порожнім або майже порожнім, то до нагрівача може

35 подаватися недостатня кількість рідкого аерозолетвірного субстрату. Це може означати, що створений аерозоль не має потрібних властивостей, наприклад, розміру частинок аерозолі або хімічного складу. В результаті цього споживач може отримати неприємні відчуття. Крім того, якщо існує можливість визначення того, чи є вмістище для рідини порожнім або майже порожнім, то існує можливість повідомити про це споживача. Після цього споживач може

40 підготуватися до заміни або повторного заповнення вмістища для рідини.

Взаємозв'язок між температурою нагрівального елемента та поданою на нагрівальний елемент енергією може являти собою, наприклад, швидкість зміни температури нагрівального елемента для заданої кількості поданої енергії, абсолютну температуру нагрівального елемента в заданий момент часу в циклі нагрівання для заданої кількості поданої енергії, інтеграл

45 температури упродовж частини циклу нагрівання для заданої кількості поданої енергії або енергії, поданої на нагрівальний елемент для підтримання заданої температури. В цілому, чим меншу кількість рідкого аерозолетвірного субстрату подають до нагрівача для випаровування, тим більшою буде температура цього нагрівального елемента для заданої кількості поданої енергії. Для заданої кількості енергії поступова зміна температури нагрівального елемента

50 протягом циклу нагрівання та характер змінення цієї поступової зміни протягом множини циклів нагрівання можуть бути використані для виявлення того, чи відбулося зменшення кількості аерозолетвірного субстрату, який подається до нагрівача.

Для рідкого аерозолетвірного субстрату певні фізичні властивості, наприклад, тиск пари або в'язкість субстрату, вибирають таким чином, щоб цей субстрат був придатним для використання

55 у системі утворення аерозолі. За варіантом, якому віддається перевага, рідина включає в себе тютюнвмісні матеріали, які містять леткі ароматичні і смакові речовини тютюну, які вивільняються зі згаданої рідини в результаті нагрівання. Як альтернативний варіант або на додаток до цього, рідина може містити речовини нетютюнового походження. Рідина може містити воду, етанол або інші розчинники, екстракти рослин, розчини нікотину та ароматичні і

60 смакові речовини природного і штучного походження. За варіантом, якому віддається перевага,

рідина, крім того, містить аерозолеутворювач. Прикладами прийнятих аерозолеутворювачів є гліцерин та пропіленгліколь.

Перевага впровадження вмістища для рідини полягає в тому, що рідина у вмістищі для рідини захищена від навколишнього повітря. У деяких варіантах здійснення цього винаходу навколишнє світло також не може потрапити у вмістище для рідини, так що можна уникнути ризику розкладання рідини внаслідок дії світла. Крім того, може підтримуватися високий рівень гігієни.

За варіантом, якому віддається перевага, вмістище для рідини розраховано на зберігання рідини для заздалегідь визначеної кількості затягувань. Якщо вмістище для рідини є непридатним для повторного заповнення та рідина у вмістищі для рідини була використана, то вмістище для рідини має бути замінено споживачем. Під час такої заміни необхідно запобігти забрудненню споживача рідиною. В альтернативному варіанті здійснення вмістище для рідини може бути придатним для повторного заповнення. В цьому випадку система утворення аерозолу може бути замінена після певної кількості повторних заповнень вмістища для рідини.

Електричний нагрівач може включати в себе єдиний нагрівальний елемент. Альтернативно електричний нагрівач може включати в себе більше ніж один нагрівальний елемент, наприклад, два, або три, або чотири, або п'ять, або шість, або більше нагрівальних елементів. Нагрівальний елемент або нагрівальні елементи можуть бути розташовані так, щоб найбільш ефективно нагрівати аерозолетвірний субстрат.

Щонайменше один електричний нагрівальний елемент за варіантом, якому віддається перевага, включає в себе електрорезистивний матеріал. До прийнятих електрорезистивних матеріалів належать, але без обмеження ними: напівпровідники, такі як легована кераміка, електропровідна кераміка (така як, наприклад, дисиліцид молібдену), вуглець, графіт, метали, металеві сплави, а також композиційні матеріали, виготовлені з керамічного матеріалу та матеріалу з металічними властивостями. Такі композиційні матеріали можуть містити леговану або нелеговану кераміку. Прикладами прийнятої легованої кераміки є леговані карбіди кремнію. Прикладами прийнятих металів є титан, цирконій, тантал і метали платинової групи. Прикладами прийнятих металевих сплавів є нержавіюча сталь, константан, нікель-, кобальт-, хром-, алюміній-, титан-, цирконій-, гафній-, ніобій-, молібден-, тантал-, вольфрам-, олово-, галій-, марганець- та залізовмісні сплави, а також жароміцні сплави на основі нікелю, заліза, кобальту, нержавіючої сталі, сплав Timetal<sup>®</sup>, сплави на основі заліза та алюмінію, а також сплави на основі заліза, марганцю та алюмінію. Timetal<sup>®</sup> є зареєстрованим товарним знаком, який належить Titanium Metals Corporation. До складу композиційних матеріалів електрорезистивний матеріал факультативно може бути введений інкапсульованим або вкритим оболонкою з ізолювального матеріалу, або навпаки, залежно від кінетики перенесення енергії та бажаних зовнішніх фізико-хімічних властивостей. Нагрівальний елемент може включати в себе металеву піддану травленню фольгу, ізолювану між двома шарами інертного матеріалу. У цьому випадку інертний матеріал може включати в себе Kapton<sup>®</sup>, суцільно поліімідну або слюдяну фольгу. Kapton<sup>®</sup> є зареєстрованим товарним знаком, який належить E.I. du Pont de Nemours and Company.

Щонайменше один електричний нагрівальний елемент може мати будь-яку прийнятну форму. Наприклад, щонайменше один електричний нагрівальний елемент може мати форму нагрівального леза. Альтернативно щонайменше один електричний нагрівальний елемент може набувати форми корпусу або підкладки з окремих частин, які мають різні електропровідні властивості, або форму електрорезистентної металевої трубки. Вмістище для рідини може включати в себе одноразовий нагрівальний елемент. Альтернативно також може бути прийнятим варіант здійснення, в якому одна або більше нагрівальних голок або стрижнів простягаються крізь рідкий аерозолетвірний субстрат. Альтернативно щонайменше один електричний нагрівальний елемент може включати в себе гнучкий лист матеріалу. Інші альтернативні варіанти включають в себе нагрівальний дріт або нитку розжарення, наприклад, дріт з платини, вольфраму, сплаву Ni-Cr (нікель-хром) або іншого сплаву, або нагрівальну пластину. Факультативно нагрівальний елемент може бути вкладеним у жорсткий несучий матеріал або розміщеним на ньому.

Щонайменше один електричний нагрівальний елемент може включати в себе поглинач тепла або тепловий акумулятор, який включає в себе матеріал, здатний абсорбувати та зберігати тепло, і потім через деякий час вивільнювати це тепло для нагрівання аерозолетвірного субстрату. Поглинач тепла може бути виготовлений з будь-якого прийнятного матеріалу, такого як прийнятний металевий або керамічний матеріал. За варіантом, якому віддається перевага, цей матеріал має велику теплоємність (матеріал, здатний до накопичення відчутного тепла), або являє собою матеріал, здатний до абсорбування та вивільнення через

деякий час тепла за допомогою оборотного процесу, такого як високотемпературний фазовий перехід. Прийнятними матеріалами, здатними до накопичення відчутного тепла, є силікагель, глинозем, вуглець, скляна мата, скловолокно, мінерали, сплав або метал, такий як алюміній, срібло або свинець, та целюлозний матеріал, такий як папір. Іншим прийнятними матеріалами, які вивільнюють тепло за допомогою оборотного фазового переходу, є парафін, ацетат натрію, нафталін, віск, поліетиленоксид, метал, сіль металу, суміш евтектичних солей або сплав.

Поглинач тепла або тепловий акумулятор може бути розташований так, щоб знаходитись у прямому контакті з рідким аерозолетвірним субстратом і мати змогу передавати накопичене тепло безпосередньо до субстрату. Альтернативно тепло, збережене у поглиначі тепла або тепловому акумуляторі, може бути перенесене до аерозолетвірного субстрату за допомогою провідника тепла, такого як металева трубка.

Щонайменше один нагрівальний елемент може нагрівати аерозолетвірний субстрат за допомогою провідності. Цей нагрівальний елемент може принаймні частково контактувати із субстратом. Альтернативно тепло від нагрівального елемента може бути проведено до субстрату за допомогою теплопровідного елемента.

Альтернативно щонайменше один нагрівальний елемент може передавати тепло у вхідне навколишнє повітря, яке просмокують через електрично керовану систему утворення аерозолі під час її використання, яке, в свою чергу, нагріває аерозолетвірний субстрат. Навколишнє повітря може бути піддане нагріванню перед його проходженням крізь аерозолетвірний субстрат. Альтернативно навколишнє повітря може бути спочатку просмоктане крізь рідкий субстрат, а потім піддане нагріванню.

За варіантом, якому віддається перевага, електрично керована система утворення аерозолі додатково включає в себе капілярний гніт для переміщення рідкого аерозолетвірного субстрату із вмістища для рідини до електричного нагрівача.

За варіантом, якому віддається перевага, капілярний гніт розташований так, щоб він контактував із рідиною у вмістищі для рідини. За варіантом, якому віддається перевага, капілярний гніт простягається у вмістище для рідини. У цьому випадку при використанні рідина переноситься із вмістища для рідини до електричного нагрівача під дією капілярних сил у капілярному гніті. В одному з варіантів здійснення цього винаходу капілярний гніт має перший кінець та другий кінець, перший кінець простягається у вмістище для рідини для контактування у ньому з рідиною, а електричний нагрівач виконаний так, щоб нагрівати рідину на другому кінці. Коли нагрівач увімкнений, рідина на другому кінці капілярного гніта випаровується згаданим щонайменше одним нагрівальним елементом нагрівача з утворенням перенасиченої пари. Перенасичена пара переміщується з повітрям та переноситься потоком повітря. Під час руху потоку повітря ця пара конденсується з утворенням аерозолі, й цей аерозоль спрямовується у ротову порожнину споживача. Рідкий аерозолетвірний субстрат має фізичні властивості, включаючи в'язкість і поверхневий натяг, які надають можливість переміщення цієї рідини крізь капілярний гніт під дією капілярних сил.

Капілярний гніт може мати волокнисту або губчасту структуру. За варіантом, якому віддається перевага, капілярний гніт включає в себе пучок капілярів. Наприклад, капілярний гніт може включати в себе множину волокон або ниток, або інших трубчастих елементів з невеликим діаметром отвору. Волокна або нитки можуть бути загалом вирівняні у поздовжньому напрямку системи утворення аерозолі. Альтернативно капілярний гніт може включати в себе губкоподібний або піноподібний матеріал, якому надана форма стрижня. Цей стрижень може простягатись у повздовжньому напрямку системи утворення аерозолі. Структура гніта утворює множину невеликих отворів або трубок, через які рідина може бути переміщена під дією капілярних сил. Капілярний гніт може включати в себе будь-який прийнятний матеріал або комбінацію матеріалів. Прикладами прийнятних матеріалів є капілярні матеріали, наприклад, губчастий або спінений матеріал, матеріали на основі кераміки або графіту у формі волокнин або спечених порошків, спінений матеріал із металічними властивостями або спінена пластмаса, волокнистий матеріал, наприклад, виготовлений із прядених або екструдованих волокон, таких як ацетатцелюлозні волокна, поліефірні волокна, волокна зі зв'язаних поліолефінів, поліетиленові волокна, териленові волокна або поліпропіленові волокна, нейлонові волокна або кераміка. Капілярний гніт може мати будь-яку прийнятну капілярність та пористість, щоб бути придатним до використання з рідинами, які мають різні фізичні властивості. Рідина має фізичні властивості, включаючи, але без обмеження ними, в'язкість, поверхневий натяг, густину, теплопровідність, температуру кипіння та тиск пари, які надають можливість переміщення цієї рідини крізь капілярний пристрій під дією капілярних сил.

За варіантом, якому віддається перевага, щонайменше один нагрівальний елемент

виконаний у вигляді нагрівального дроту або нитки розжарення, яка знаходиться навколо капілярного гнота та факультативно є опорою для нього. Капілярні властивості гнота у поєднанні з властивостями рідини забезпечують постійну вологість гнота в зоні нагрівання під час нормального режиму використання системи утворення аерозолі, коли в ній знаходиться достатня кількість аерозолетвірного субстрату.

Капілярний гніт і нагрівач та факультативне вмістище для рідини можуть бути відокремлюваними від системи утворення аерозолі у вигляді єдиної складової частини.

У першому варіанті здійснення цього винаходу електрично керована система утворення аерозолі додатково включає в себе датчик температури для вимірювання температури щонайменше одного нагрівального елемента, а електрична схема виконана так, щоб контролювати температуру згаданого щонайменше одного нагрівального елемента, виміряну датчиком температури, та визначати зменшення кількості рідкого аерозолетвірного субстрату, який нагрівається нагрівачем, виходячи з температури щонайменше одного нагрівального елемента, виміряної датчиком температури.

Якщо кількість рідкого аерозолетвірного субстрату зменшилась, наприклад, якщо вмістище для рідини є порожнім або майже порожнім, то до нагрівача може подаватися недостатня кількість рідкого аерозолетвірного субстрату. Це може призвести до підвищення температури нагрівального елемента. Отже, температура нагрівального елемента, виміряна датчиком температури, може надати електричній схемі можливість визначити, що кількість рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини зменшилась до заздалегідь визначеного граничного значення, та, крім того, можливість індикації абсолютної кількості рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини.

В іншому варіанті здійснення цього винаходу електрична схема виконана так, щоб вимірювати електричний опір згаданого щонайменше одного нагрівального елемента з метою встановлення температури нагрівального елемента, виходячи з цього виміряного електричного опору.

Якщо кількість рідкого аерозолетвірного субстрату зменшилась, наприклад, якщо вмістище для рідини є порожнім або майже порожнім, то до нагрівача може подаватися недостатня кількість рідкого аерозолетвірного субстрату. Це може призвести до підвищення температури нагрівального елемента. Якщо цей щонайменше один нагрівальний елемент має прийнятні значення температурного коефіцієнта опору, то вимірювання електричного опору щонайменше одного нагрівального елемента надає можливість встановлення температури цього нагрівального елемента. Отже, температура нагрівального елемента, встановлена електричною схемою, виходячи з виміряного електричного опору, може надати електричній схемі можливість визначити кількість рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини.

Перевага цього варіанта здійснення полягає у тому, що відсутня необхідність у наявності датчика температури, який може займати корисний простір у системі утворення аерозолі, а також може мати велику вартість. Необхідно підкреслити, що електричний опір у цьому варіанті здійснення використовують не тільки як "виконавчий елемент" (нагрівальний елемент), але також як "датчик" (вимірювання температури).

У цьому варіанті здійснення електрична схема може бути виконана так, щоб вимірювати електричний опір згаданого щонайменше одного нагрівального елемента шляхом вимірювання електричного струму крізь цей щонайменше один нагрівальний елемент та напруги на цьому щонайменше одному нагрівальному елементі, і визначення електричного опору згаданого щонайменше одного нагрівального елемента, виходячи з виміряних струму та напруги. У цьому випадку електрична схема може включати в себе з'єднаний послідовно зі згаданим щонайменше одним нагрівальним елементом резистор з відомим опором, й ця електрична схема може бути виконана так, щоб вимірювати електричний струм крізь згаданий щонайменше один нагрівальний елемент шляхом вимірювання напруги на згаданому резисторі з відомим опором та визначення струму крізь згаданий щонайменше один нагрівальний елемент, виходячи з виміряної напруги та відомого опору.

Електрична схема може бути виконана так, щоб визначати зменшення кількості рідкого аерозолетвірного субстрату, який нагрівається нагрівачем, шляхом контролювання підвищення виміряної або встановленої температури протягом послідовних циклів нагрівання у міру споживання рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини.

Електрична схема може бути виконана так, щоб визначати зменшення кількості рідкого аерозолетвірного субстрату, який нагрівається нагрівачем, шляхом контролювання швидкості підвищення виміряної або встановленої температури на початку циклу нагрівання протягом послідовних циклів нагрівання у міру споживання рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини.

Електрична схема може бути виконана так, щоб визначати кількість рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини шляхом контролювання збільшення значення інтегралу за часом вимірної або встановленої температури упродовж частини кожного циклу нагрівання протягом послідовних циклів нагрівання у міру споживання рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини.

В іншому варіанті здійснення цього винаходу електрична схема виконана так, щоб обмежувати температуру нагрівального елемента до максимальної температури та визначати зменшення кількості аерозолетвірного субстрату, який нагрівається нагрівачем, шляхом контролювання кількості енергії, поданої на нагрівальний елемент для підтримання цієї максимальної температури.

У цьому варіанті здійснення електрична схема може бути виконана так, щоб подавати енергію на нагрівальний елемент у формі сигналу широтно-імпульсної модуляції, причому ця електрична схема виконана так, щоб контролювати кількість поданої на нагрівальний елемент енергії шляхом контролювання коефіцієнта заповнення сигналу широтно-імпульсної модуляції.

Електрична схема може бути виконана так, щоб калібрувати інші системи, призначені для визначення кількості аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини, виходячи із цієї визначеної кількості.

На додаток до надання можливості оцінювання кількості аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини ті самі принципи контролювання поступової зміни температури нагрівального елемента протягом кожного циклу нагрівання можуть бути використані для уберігання споживача від перегрівання та відмови нагрівального елемента, якщо, наприклад, в'язкість рідкого аерозолетвірного субстрату змінилась внаслідок екстремальних зовнішніх умов, так що він не може бути доставлений до нагрівального елемента в достатній кількості.

У варіанті здійснення цього винаходу, якому віддається перевага, електрична схема виконана так, щоб відключати електричний нагрівач, коли кількість рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини зменшується до заздалегідь визначеного граничного значення.

Цьому варіанту здійснення віддається перевага, оскільки споживач більше не може користуватися системою утворення аерозолі, коли в ній міститься недостатня кількість аерозолетвірного субстрату. Це дозволить уникнути утворення аерозолі, який не має потрібних властивостей. Це дозволить споживачу уникнути неприємних відчуттів.

Електрична схема може бути виконана так, щоб відключати електричний нагрівач шляхом спричинення перегорання електричного запобіжника між електричним нагрівачем та джерелом електроживлення. Електрична схема може бути виконана так, щоб відключати електричний нагрівач шляхом вимикання перемикача між електричним нагрівачем та джерелом електроживлення. Альтернативні способи відключення електричного нагрівача будуть очевидні фахівцю в цій галузі.

У варіанті здійснення цього винаходу, якому віддається перевага, електрична схема виконана так, щоб інформувати споживача про зменшення кількості рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини до заздалегідь визначеного граничного значення. Цьому варіанту здійснення віддається перевага, оскільки це інформування надає можливість споживачу повторно заповнити або замінити вмістище для рідини.

Електрично керована система утворення аерозолі може включати в себе користувацький дисплей. У цьому випадку згадане інформування споживача може включати в себе надання інформації на користувацькому дисплеї. Альтернативно інформування може включати в себе звукову індикацію або будь-який інший прийнятний вид інформування споживача.

Система утворення аерозолі може, крім того, включати в себе джерело електроживлення. За варіантом, якому віддається перевага, система утворення аерозолі включає в себе корпус. За варіантом, якому віддається перевага, корпус є довгастим. Якщо система утворення аерозолі включає в себе капілярний гніт, то повздовжня вісь капілярного гніта та повздовжня вісь корпусу можуть бути по суті паралельні. Корпус може включати в себе гільзу та мундштук. У цьому випадку всі складники можуть бути вміщені або у гільзу, або у мундштук. В одному з варіантів здійснення цього винаходу корпус включає в себе знімну вставку, яка включає в себе вмістище для рідини, капілярний гніт та нагрівач. У такому варіанті здійснення ці частини системи утворення аерозолі можуть бути відокремлюваними від корпусу у вигляді єдиної складової частини. Це може бути корисним, наприклад, для повторного заповнення або заміни вмістища для рідини.

Корпус може включати в себе будь-який прийнятний матеріал або комбінацію матеріалів. Прикладами прийнятних матеріалів є метали, сплави, пластмаси або композиційні матеріали, які містять один або більшу кількість зазначених матеріалів, або ж термопластичні матеріали, прийнятні для харчового або фармацевтичного застосування, наприклад, поліпропілен,

поліетілен. За варіантом, якому віддається перевага, матеріал є легким і некрихким.

За варіантом, якому віддається перевага, система утворення аерозолі є портативною. Система утворення аерозолі може бути курильною системою й мати розмір, який є порівнянним із розміром традиційної сигари або сигарети. Загальна довжина курильної системи може становити від приблизно 30 мм до приблизно 150 мм. Зовнішній діаметр курильної системи може становити від приблизно 5 мм до приблизно 30 мм.

За варіантом, якому віддається перевага, електрично керована система утворення аерозолі є електронагрівною курильною системою.

За другим аспектом цього винаходу запропонований спосіб, який включає: надання електрично керованої системи утворення аерозолі, яка включає в себе вмістище для рідини, призначене для зберігання рідкого аерозолетвірного субстрату, та електричний нагрівач, який включає в себе щонайменше один нагрівальний елемент для нагрівання рідкого аерозолетвірного субстрату; та визначення зменшення кількості рідкого аерозолетвірного субстрату, який нагрівається нагрівачем, виходячи з взаємозв'язку між поданою на нагрівальний елемент енергією та одержуваною в результаті цього зміною температури нагрівального елемента.

Кількість рідкого аерозолетвірного субстрату може являти собою абсолютну кількість або відносну кількість, тобто процентне значення, або може являти собою визначення того, чи є кількість рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини більшою або меншою, ніж граничне значення.

За третім аспектом цього винаходу запропонована електрична схема для електрично керованої системи утворення аерозолі, яка призначена для виконання способу за другим аспектом цього винаходу.

За четвертим аспектом цього винаходу запропонована комп'ютерна програма, яка при її виконанні програмовною електричною схемою для електрично керованої системи утворення аерозолі спричинює виконання цієї програмовною електричною схемою способу за другим аспектом винаходу.

За п'ятим аспектом цього винаходу запропонований машино-зчитуваний носій даних із розміщеною на ньому комп'ютерною програмою за четвертим аспектом цього винаходу.

Особливості, наведені в описі системи утворення аерозолі за цим винаходом, можуть також бути застосовані до способу за цим винаходом. Особливості, наведені в описі способу за цим винаходом, можуть також бути застосовані до системи утворення аерозолі за цим винаходом.

Нижче цей винахід буде описаний тільки у вигляді прикладу, із посиланнями на прикладені фігури, на яких:

Фіг. 1 – один із прикладів електрично керованої системи утворення аерозолі, яка має вмістище для рідини;

Фіг. 2 – графік, на якому показані п'ять медіан температурних режимів нагрівального елемента протягом множинних затягувань із електрично керованої системи утворення аерозолі;

Фіг. 3 – графік, на якому показана швидкість підвищення температури нагрівального елемента протягом усього строку використання вмістища для рідини, розрахована у три різні періоди часу;

Фіг. 4 – графік, на якому показані опір (на осі ординат) нагрівального елемента та температура (на осі абсцис) нагрівального елемента електричного нагрівача електрично керованої системи утворення аерозолі; та

Фіг. 5 – принципова електрична схема, яка дозволяє вимірювання опору нагрівального елемента за одним із варіантів здійснення цього винаходу.

На Фіг. 1 показаний один із прикладів електрично керованої системи утворення аерозолі, яка має вмістище для рідини. Показана на Фіг. 1 система являє собою курильну систему. Курильна система 100 з Фіг. 1 включає в себе корпус 101, який має мундштучний кінець 103 та корпусний кінець 105. У корпусному кінці розташовані джерело електроживлення у вигляді батареї 107 та електрична схема 109. Також надана система 111 виявлення затягувань, яка взаємодіє з електричною схемою 109. У мундштучному кінці розташовані вмістище для рідини у вигляді картриджа 113, який вміщує рідину 115, капілярний гніт 117 та нагрівач 119. Слід зазначити, що нагрівач лише схематично зображений на Фіг. 1. В ілюстративному варіанті здійснення, показаному на Фіг. 1, один кінець капілярного гніта 117 простягається в картридж 113, а другий кінець капілярного гніта 117 оточений нагрівачем 119. Нагрівач з'єднаний з електричною схемою через контакти 121, які можуть простягатися вздовж зовнішнього боку



картриджа 113 (не показано на Фіг. 1). Корпус 101 також включає в себе вхідний отвір 123 для повітря, вихідний отвір 125 для повітря на мундштучному кінці та камеру 127 утворення аерозолі.

Під час користування система функціонує як описано нижче. Рідина 115 переноситься під дією капілярних сил з картриджа 113, а саме з кінця капілярного гнота 117, який простягається у картридж, до іншого кінця капілярного гнота 117, який оточений нагрівачем 119. Коли споживач всмоктує повітря із системи утворення аерозолі крізь вихідний отвір 125 для повітря, навколишнє повітря всмоктується крізь вхідний отвір 123 для повітря. У зображеному на Фіг. 1 варіанті конструкції система 111 виявлення зтягувань визначає зтягування і активує нагрівач 119. Батарея 107 подає електричну енергію на нагрівач 119 для нагрівання кінця гнота 117, оточеного нагрівачем. Рідина на цьому кінці гнота 117 випаровується нагрівачем 119 із утворенням перенасиченої пари. Водночас із цим випарена рідина заміщується новою рідиною, яка переміщується вздовж гнота 117 під дією капілярних сил. (Це явище інколи називають "підкачуванням"). Утворена перенасичена пара переміщується із повітрям, яке надходить крізь вхідний отвір 123 для повітря, і переноситься цим потоком повітря. У камері 127 утворення аерозолі відбувається конденсація пари з утворенням вдихуваного аерозолі, який переноситься до вихідного отвору 125 для повітря та у ротову порожнину споживача.

У показаному на Фіг. 1 варіанті здійснення електрична схема 109 та система 111 виявлення зтягувань за варіантом, якому віддається перевага, є програмовними. Електрична схема 109 та система 111 виявлення зтягувань можуть бути використані для керування роботою системи утворення аерозолі. Це допомагає керувати розміром частинок в аерозолі.

На Фіг. 1 показаний один із прикладів електрично керованої системи утворення аерозолі за цим винаходом. Однак є можливими багато інших прикладів. Крім того, слід зазначити, що Фіг. 1 є схематичною. Зокрема, складові частини показані без додержання масштабу, і не співвідносяться за розміром ані окремо, ані між собою. Електрично керована система утворення аерозолі має включати в себе або приймати рідкий аерозолетвірний субстрат, який міститься у вмістищі для рідини. Для електрично керованої системи утворення аерозолі є необхідним електричний нагрівач певного типу, який має щонайменше один нагрівальний елемент для нагрівання рідкого аерозолетвірного субстрату. Нарешті, для електрично керованої системи утворення аерозолі є необхідною електрична схема для визначення кількості рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини. Це буде описано нижче із посиланнями на Фіг. 2-5. Наприклад, система не обов'язково має бути курильною системою. Наприклад, може не надаватися система виявлення зтягувань. Замість цього системою можна керувати шляхом ручного активування, наприклад, споживач керує перемикачем, коли виконує зтягування. Наприклад, існує можливість зміни форми і розміру корпусу в цілому. Крім того, система може не включати в себе капілярний гніт. У такому випадку система може включати в себе інший механізм доставки рідини для випаровування.

Однак у варіанті здійснення цього винаходу, якому віддається перевага, система включає в себе капілярний гніт для перенесення рідини зі вмістища для рідини до щонайменше одного нагрівального елемента. Капілярний гніт може бути виготовлений з різних пористих або капілярних матеріалів і за варіантом, якому віддається перевага, має відому, заздалегідь визначену, капілярність. Прикладами таких матеріалів є матеріали на основі кераміки або графіту у формі волокнин або спечених порошоків. Для пристосування до різних фізичних властивостей рідини, таких як густина, в'язкість, поверхневий натяг і тиск пари, можуть використовуватися гноти різної пористості. Гніт має бути придатним для доставляння потрібної кількості рідини до нагрівача. За варіантом, якому віддається перевага, нагрівач включає в себе щонайменше один нагрівальний дріт або нитку розжарення, що простягається навколо капілярного гнота.

Надалі з посиланнями на Фіг. 2-5 буде наведений опис численних варіантів здійснення цього винаходу. Ці варіанти здійснення ґрунтуються на прикладі, показаному на Фіг. 1, хоча вони можуть бути застосовані для інших варіантів виконання електрично керованих систем утворення аерозолі.

Як вже зазначалося, система утворення аерозолі за цим винаходом включає в себе електричну схему для визначення кількості рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини. Цьому варіанту здійснення віддається перевага, оскільки, якщо вмістище для рідини є порожнім або майже порожнім, то до нагрівача може подаватися недостатня кількість рідкого аерозолетвірного субстрату. Це може означати, що створений та вдихуваний споживачем аерозоль не має бажаних властивостей, наприклад, розміру частинок аерозолі. В результаті цього споживач може отримати неприємні враження. Крім того, перевага віддається впровадженню засобу, за допомогою якого споживач може бути інформований про те, що

вмістище для рідини є порожнім або майже порожнім. Після цього споживач може підготуватися до заміни або повторного заповнення вмістища для рідини. Якщо надається капілярний гніт, то це означає, що цей капілярний гніт стане сухим. Температура нагрівального елемента підвищиться. Це підвищення температури нагрівального елемента використовують у першому і

другому варіантах здійснення цього винаходу.

Фіг. 2 являє собою графік, на якому показані п'ять медіан температурних режимів, які вимірювали протягом множинних затигувань із системи утворення аерозолію. Температура  $T$  нагрівального елемента показана на осі ординат, а час  $t$  затигування показаний на осі абсцис. Крива 201 являє собою медіану першої множини затигувань, тривалість кожного затигування становить 2 с. Подібним чином крива 203 являє собою медіану другої множини затигувань, крива 205 являє собою медіану третьої множини затигувань, крива 207 являє собою медіану четвертої множини затигувань, та крива 208 являє собою медіану п'ятої множини затигувань. На кожній кривій вертикальні смуги (наприклад, позначені позицією 209) позначають стандартне відхилення від медіани для цих температур. Отже, показана поступова зміна вимірюваної температури протягом строку використання вмістища для рідини. Така поведінка спостерігається та підтверджується для усіх випаровуваних рідких сумішей та для усіх використовуваних рівнів енергії.

Як видно з Фіг. 2, температурний відклик нагрівального елемента є досить стабільним для кривих 201, 203 та 205. Тобто стандартне відхилення від медіани для перших трьох множин затигувань є досить невеликим. Для кривої 207 є помітними дві відмінності. По-перше, стандартне відхилення від медіани для третьої множини затигувань є більшим. По-друге, температура нагрівального елемента протягом кожного затигування значно підвищилась. Ці дві відмінності означають, що вмістище для рідини стає порожнім.

Для кривої 208 стандартне відхилення від медіани для п'ятої множини затигувань знову є невеликим. Тобто діапазон температури протягом цих затигувань є досить стабільним. Однак температура нагрівального елемента протягом кожного затигування підвищилась на ще більшу величину. Це означає, що вмістище для рідини є по суті порожнім.

Підвищення температури на кривій 207 порівняно із кривою 205 є особливо помітним після приблизно 0,4 с від початку затигування (показано пунктирною лінією 211). Отже виявлення того, що кількість рідини у вмістищі для рідини зменшилась до граничного значення, може точно ґрунтуватися на рівні температури нагрівального елемента після 0,4 с тривалості затигування.

Емпіричні дані для конкретних варіантів виконання аерозолетвірного субстрату та для конкретної конструкції системи можуть бути збережені в пам'яті, передбаченій в згаданій електричній схемі. Ці емпіричні дані можуть встановлювати зв'язок між температурою нагрівального елемента у конкретний момент затигування або циклу нагрівання при заданій потужності та кількості рідини, яка залишається у вмістищі для рідини. Потім ці емпіричні дані можуть бути використані для визначення того, скільки рідини залишилось, та можуть бути використані для надання споживачу даних, коли оцінка кількості затигувань, які залишились, є меншою, ніж заздалегідь визначена кількість затигувань.

Отже, на Фіг. 2 продемонстровано, що спостерігається явне підвищення температури нагрівального елемента у міру того, як вмістище для рідини спорожнюється. Це підвищення температури стає особливо очевидним після перших 0,4 с затигування. Це підвищення температури може бути використане для визначення моменту часу, коли вмістище для рідини є порожнім або майже порожнім.

Також на Фіг. 2 можна бачити, що нахил кривої температурного режиму протягом часового проміжку від 0 с до 0,2 с збільшується у міру того, як вмістище для рідини спорожнюється. Тому вимірювання швидкості збільшення температури в початковий момент затигування протягом строку використання вмістища для рідини може надати альтернативні або додаткові засоби для виявлення кількості решти рідини у вмістищі для рідини. Це вимірювання дійсно може бути більш прийнятним вимірюванням, ніж вимірювання за Фіг. 2, оскільки його можна здійснити протягом більш короткого проміжку часу, тобто за 0,2 с замість 2 с. Це може забезпечити більш швидке розуміння зміни рівня температури та може сприяти зменшенню ризику неякісних властивостей аерозолію.

Фіг. 3 являє собою графік, на якому показана швидкість підвищення температури, розрахована для різних часових діапазонів протягом споживання аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини з використанням постійного рівня енергії. Точки на графіку були розраховані із застосуванням формули:

$$a = \frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{T_1 - T_0}{t_1 - t_0} .$$

На графіку 301 показана швидкість збільшення температури або коефіцієнт нахилу між моментами часу  $t_1=2$  мс та  $t_2=50$  мс від початку кожного зтягування, на графіку 302 показаний коефіцієнт нахилу між моментами часу  $t_1=20$  мс та  $t_2=100$  мс від початку кожного зтягування, та на графіку 303 показаний коефіцієнт нахилу між моментами часу  $t_1=20$  мс та  $t_2=200$  мс від початку кожного зтягування. Можна бачити, що коефіцієнт нахилу протягом зтягування є досить постійним для усіх трьох графіків від зтягування номер 0, коли вмістище для рідини є повним, до приблизно зтягування номер "X1". Між зтягуванням номер "X1" та зтягуванням номер "X2" має місце збільшення коефіцієнта нахилу у міру збільшення кількості зтягувань. Можна бачити, що для усіх трьох графіків це збільшення коефіцієнта нахилу є приблизно лінійним зі збільшенням кількості зтягувань. Це збільшення швидкості підвищення температури для заданої поданої енергії є результатом зменшення кількості аерозолетвірного субстрату в безпосередній близькості від нагрівача як результат спорожнення вмістища для рідини. У цьому прикладі це призводить до висихання гнота. Далі від зтягування номер "X2" коефіцієнт нахилу знову є досить постійним. Це відповідає порожньому вмістищу для рідини та сухому гноту. Аерозолетвірний субстрат для випаровування відсутній, і тому вся енергія, яку подають на нагрівальний елемент, спрямовується просто на нагрівання. Така поведінка спостерігається та підтверджується для усіх використовуваних рідких сумішей та для усіх рівнів енергії.

Лінійний характер швидкості підвищення температури на ділянці "спорожнення" між зтягуваннями X1 та X2 може бути використаний для вимірювання кількості аерозолетвірного субстрату, який залишився у вмістищі для рідини. Він також може бути використаний для калібрування будь-яких інших засобів, які використовують для вимірювання або оцінювання решти аерозолетвірного субстрату. На Фіг. 3 можна бачити, що крива 301, яка відповідає швидкості підвищення температури на проміжку часу від 2 мс до 50 мс від початку кожного зтягування, надає найбільшу зміну між зтяжками X1 та X2, і тому може бути використана для надання найбільш точної оцінки кількості аерозолетвірного субстрату, який залишився у вмістищі для рідини. Це також надає можливість дуже швидкого виконання розрахунку решти аерозолетвірного субстрату після початку кожного зтягування.

Слід розуміти, що момент початку ділянки спорожнення та швидкість збільшення температури на цій ділянці спорожнення залежать від композиції аерозолетвірного субстрату та фізичних властивостей системи, таких як розміри системи. Таким чином, використання іншої конструкції пристрою або іншого субстрату змінить поведінку пристрою на ділянці спорожнення. Граничне значення для прийняття рішення, що вмістище для рідини є "порожнім", може бути встановлене у відповідності з конструкцією системи та використовуваним субстратом.

Альтернатива вимірюванню нахилу показаної на Фіг. 3 кривої являє собою обчислення інтегралу температури під кривими на Фіг. 2. Це може бути виконано протягом того самого часового проміжку від 0 с до 0,2 с кожного зтягування. Це також було б більш прийнятним вимірюванням, ніж вимірювання за Фіг. 2, оскільки це вимірювання може бути здійснене протягом лише 0,2 с і, отже, може забезпечити більш швидке розуміння зміни рівня температури.

Таким чином, на Фіг. 2 та Фіг. 3 показано, що вимірювання температури згаданого нагрівального елемента, або вимірювання швидкості змінення температури, або інтеграл температури за часом можуть забезпечити достатньо точне визначення моменту часу, коли кількість рідини у вмістищі для рідини зменшилась до граничного значення.

За першим варіантом здійснення цього винаходу кількість рідини у вмістищі для рідини визначають за допомогою вимірювання температури поруч із нагрівальним елементом. Як зазначалося вище, якщо виміряна температура підвищується від зтягування до зтягування, то це може означати, що вмістище для рідини є порожнім або майже порожнім.

За першим варіантом здійснення цього винаходу в системі утворення аерозолі поруч із нагрівальним елементом встановлений датчик температури. Електрична схема може контролювати температуру, виміряну цим датчиком температури, і, отже, визначати кількість рідини у вмістищі для рідини. Перевага цього варіанта здійснення полягає у тому, що відсутня необхідність у розрахунках або диференціюванні, оскільки датчик температури безпосередньо вимірює температуру поруч із нагрівальним елементом.

Як тільки було встановлено, що кількість рідини у вмістищі для рідини зменшилась до граничного значення, то може бути вжитий ряд дій, які будуть описані нижче.

За другим варіантом здійснення цього винаходу кількість рідини у вмістищі для рідини визначають за допомогою вимірювання опору електричного нагрівального елемента. Якщо нагрівальний елемент має прийнятні значення температурного коефіцієнта опору (наприклад, дивись нижче рівняння (5)), то вимірювання опору може забезпечити визначення температури електричного нагрівального елемента.

Фіг. 4 являє собою графік, на якому показана залежність опору  $R$  нагрівального елемента електричного нагрівача на осі ординат від температури  $T$  нагрівального елемента на осі абсцис. Як можна бачити на Фіг. 4, у міру підвищення температури  $T$  нагрівального елемента так само зростає його опір  $R$ . В межах обраного діапазону значень (між значеннями  $T_1$  і  $T_2$  температури та значеннями  $R_1$  і  $R_2$  опору на Фіг. 4) температура  $T$  та опір  $R$  можуть бути пропорційними одне одному.

Як зазначалось вище по відношенню до першого варіанта здійснення цього винаходу, якщо вмістище для рідини є порожнім або майже порожнім, то до нагрівача подається недостатня кількість рідкого аерозолетвірного субстрату. Це означає, що капілярний гніт стає сухим, а температура нагрівального елемента підвищується. На Фіг. 4 показано, що таке підвищення температури може бути визначене за допомогою вимірювання опору нагрівального елемента, оскільки із підвищенням температури зростає і вимірюваний опір.

Фіг. 5 являє собою принципову електричну схему, на якій показано, як опір нагрівального елемента може бути виміряний за другим варіантом здійснення цього винаходу. На Фіг. 5 нагрівач 501 з'єднаний із батареєю 503, яка подає напругу  $V_2$ . Опір нагрівача, який вимірюють при конкретній температурі, дорівнює  $R_{heater}$ . Послідовно із нагрівачем 501 включений додатковий резистор 505 з відомим опором  $r$ , під'єднаний до напруги  $V_1$ , проміжної між землею та напругою  $V_2$ . Для визначення мікропроцесором 507 опору  $R_{heater}$  нагрівача 501 можуть бути визначені і струм крізь нагрівач 501, і напруга на нагрівачі 501. Після цього для визначення опору може бути використана така добре відома формула:

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

На Фіг. 5 напруга на нагрівачі дорівнює  $V_2-V_1$ , а струм крізь нагрівач дорівнює  $I$ . Звідси:

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

Додатковий резистор 505, чий опір  $r$  є відомим, використовують для визначення струму  $I$ , знову застосовуючи наведену вище формулу (1). Струм крізь резистор 505 дорівнює  $I$ , а напруга на резисторі 505 дорівнює  $V_1$ . Звідси:

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

Таким чином, поєднуючи формулу (2) та формулу (3), отримуємо:

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

Отже, мікропроцесор 507 може вимірювати  $V_2$  та  $V_1$  під час використання системи утворення аерозолі та, знаючи значення  $r$ , може визначити опір  $R_{heater}$  нагрівача при конкретній температурі. Шляхом моніторингу опору  $R_{heater}$  протягом строку використання згаданого вмістища для рідини може бути визначене збільшення  $R_{heater}$ . Отже, збільшення опору, яке може свідчити про підвищення температури внаслідок того, що капілярний гніт є сухим, може бути виявлене.

Потім для визначення температури  $T$  на основі виміряного при температурі  $T$  опору  $R_{heater}$  може бути використана така формула:

$$T = \frac{R_{heater}}{\alpha R_0} + T_0 - \frac{1}{\alpha} \quad (5)$$

де  $\alpha$  являє собою коефіцієнт теплового опору матеріалу нагрівального елемента, а  $R_0$  являє собою опір нагрівального елемента при кімнатній температурі  $T_0$ . Отже, можна виявити збільшення температури, яке може відповідати порожньому або майже порожньому вмістищу для рідини.

Перевага цього варіанта здійснення полягає у тому, що відсутня необхідність у датчику температури, який може бути громіздким і мати велику вартість.

Отже, може бути обчислена величина температури нагрівального елемента. Це може бути використано для визначення зменшення кількості рідини у вмістищі для рідини до граничного значення та для оцінювання абсолютної кількості аерозолетвірного субстрату, який залишився у вмістищі для рідини.

У третьому варіанті здійснення цього винаходу система утворення аерозолі може бути виконана так, щоб підтримувати або регулювати температуру нагрівального елемента під час затягування, або може бути виконана так, щоб обмежувати температуру нагрівального елемента до максимальної температури з метою уникнення небажаного хімічного розкладання. У цьому варіанті здійснення замість використання температури як показник рівнів зменшення

кількості рідини для розрахунку кількості аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини може бути використана енергія, необхідна для підтримання заздалегідь визначеної температури. Наприклад, якщо використовують капілярний гніт, то у міру висихання гнота для підтримання заздалегідь визначеної температури буде необхідна менша кількість енергії.

5 Енергію можна подавати на нагрівач у вигляді сигналу широтно-імпульсної модуляції (PWM) із заздалегідь визначеною амплітудою. Далі коефіцієнт заповнення сигналу енергії, тобто відношення періоду часу з присутнім сигналом енергії до періоду часу з відсутнім сигналом енергії, можна використовувати як параметр для розрахунку кількості аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини. Знову, емпіричні дані, які встановлюють зв'язок між енергією та  
10 кількістю аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини, можуть бути збережені в пам'яті, передбаченій в згаданій електричній схемі.

В усіх описаних вище варіантах здійснення цього винаходу, як тільки було встановлено, що кількість рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини зменшилась до граничного значення, то може(-уть) бути виконана(-і) одна або більше дій. Електричний нагрівач може  
15 бути відключений. Наприклад, система може почати сприймати вмістище для рідини як непридатне для використання. Наприклад, електрична схема при визначенні того, що кількість рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини зменшилась до граничного значення, може спричинити перегорання електричного запобіжника між щонайменше одним нагрівальним елементом електричного нагрівача та джерелом електроживлення. Електричний запобіжник  
20 може бути виконаний як частина відокремлюваної складової частини, яка включає в себе вмістище для рідини. Альтернативно електрична схема при визначенні того, що кількість рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини зменшилась до граничного значення, може вимкнути перемикач між щонайменше одним нагрівальним елементом електричного нагрівача та джерелом електроживлення. Звичайно, можливі й альтернативні способи відключення електричного нагрівача. Перевага відключення електричного нагрівача полягає у тому, що після цього систему утворення аерозолу неможливо використовувати. Це унеможливорює вдихання споживачем аерозолу, який не має потрібних властивостей.

Як тільки було встановлено, що кількість рідини у вмістищі для рідини зменшилась до граничного значення, про це може бути повідомлено споживачу. Наприклад, електрична схема  
30 при визначенні того, що кількість рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини зменшилась до граничного значення, може інформувати про це споживача. Наприклад, якщо система утворення аерозолу включає в себе користувацький дисплей, то споживачу через користувацький дисплей може надаватися інформація про те, що вмістище для рідини є порожнім або майже порожнім, та може надаватися оцінка кількості решти затягувань. Альтернативно або на додаток до цього, чутний звук може повідомити споживача, що вмістище  
35 для рідини є порожнім або майже порожнім. Звичайно, можливі й альтернативні способи інформування споживача про те, що вмістище для рідини є порожнім або майже порожнім. Перевага інформування споживача полягає у тому, що після цього споживач має змогу підготуватися до заміни або повторного заповнення вмістища для рідини.

40 Отже, за цим винаходом електрично керована система утворення аерозолу включає в себе електричну схему для визначення того, що кількість рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини зменшилась до заздалегідь визначеного граничного значення. Були описані, із посиланнями на Фіг. 2-5, різні способи визначення того, що кількість рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини зменшилась до заздалегідь визначеного граничного значення. Особливості, наведені в описі одного із варіантів здійснення, можуть також бути перенесені на інший варіант здійснення.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

50 1. Електрично керована система утворення аерозолу, придатна до вміщення аерозолетвірного субстрату, яка включає в себе:  
вмістище для рідини, призначене для зберігання рідкого аерозолетвірного субстрату;  
електричний нагрівач, який включає в себе щонайменше один нагрівальний елемент для нагрівання рідкого аерозолетвірного субстрату; та  
55 електричну схему, виконану так, щоб визначати зменшення кількості рідкого аерозолетвірного субстрату, виходячи з взаємозв'язку між поданою на нагрівальний елемент енергією та одержуваною в результаті цього зміною температури нагрівального елемента.  
2. Електрично керована система утворення аерозолу за п. 1, яка **відрізняється** тим, що електрична схема виконана так, щоб оцінювати кількість рідкого аерозолетвірного субстрату у  
60 вмістищі для рідини, виходячи з визначеного зменшення його кількості.

3. Електрично керована система утворення аерозолі за п. 1 або п. 2, яка **відрізняється** тим, що додатково включає в себе датчик температури для вимірювання температури щонайменше одного нагрівального елемента, і тим, що згадана електрична схема виконана так, щоб контролювати температуру цього щонайменше одного нагрівального елемента, виміряну

5 згаданим датчиком температури, та визначати зменшення кількості рідкого аерозолетвірного субстрату, який нагрівається нагрівачем, виходячи з температури, виміряної згаданим датчиком температури.

4. Електрично керована система утворення аерозолі за будь-яким із попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що електрична схема виконана так, щоб подавати заздалегідь встановлену

10 кількість енергії на згаданий нагрівальний елемент.

5. Електрично керована система утворення аерозолі за будь-яким із попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що електрична схема виконана так, щоб вимірювати електричний опір згаданого щонайменше одного нагрівального елемента з метою встановлення температури цього нагрівального елемента, виходячи з цього виміряного електричного опору.

15 6. Електрично керована система утворення аерозолі за п. 5, яка **відрізняється** тим, що електрична схема виконана так, щоб вимірювати електричний опір згаданого щонайменше одного нагрівального елемента шляхом вимірювання електричного струму крізь цей щонайменше один нагрівальний елемент та напруги на цьому щонайменше одному нагрівальному елементі, і визначення електричного опору цього щонайменше одного

20 нагрівального елемента, виходячи з виміряних струму та напруги.

7. Електрично керована система утворення аерозолі за будь-яким із попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що електрична схема виконана так, щоб визначати зменшення кількості рідкого аерозолетвірного субстрату, який нагрівається нагрівачем, шляхом контролювання підвищення виміряної або встановленої температури протягом послідовних циклів нагрівання у

25 міру споживання рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини.

8. Електрично керована система утворення аерозолі за будь-яким із попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що електрична схема виконана так, щоб визначати зменшення кількості рідкого аерозолетвірного субстрату, який нагрівається нагрівачем, шляхом контролювання швидкості підвищення виміряної або встановленої температури упродовж частини кожного

30 циклу нагрівання протягом послідовних циклів нагрівання у міру споживання рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини.

9. Електрично керована система утворення аерозолі за будь-яким із попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що електрична схема виконана так, щоб визначати зменшення кількості рідкого аерозолетвірного субстрату, який нагрівається нагрівачем, шляхом контролювання збільшення значення інтегралу за часом виміряної або встановленої температури упродовж частини кожного циклу нагрівання протягом послідовних циклів нагрівання у міру споживання рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини.

35 10. Електрично керована система утворення аерозолі за п. 1, яка **відрізняється** тим, що електрична схема виконана так, щоб обмежувати температуру нагрівального елемента до максимальної температури та визначати зменшення кількості аерозолетвірного субстрату, який нагрівається нагрівачем, шляхом контролювання кількості енергії, поданої на цей нагрівальний елемент для підтримання цієї максимальної температури.

11. Електрично керована система утворення аерозолі за будь-яким із попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що додатково включає в себе капілярний гніт для переміщення рідкого аерозолетвірного субстрату із вмістища для рідини до електричного нагрівача.

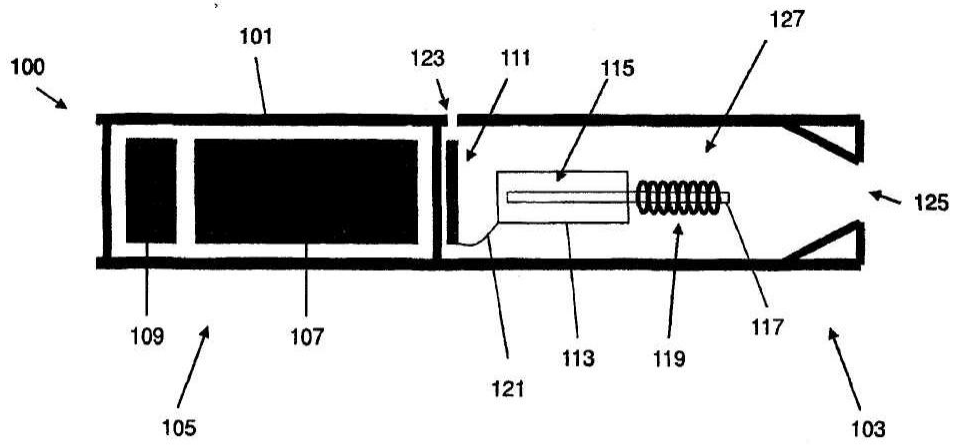
45 12. Спосіб оцінювання кількості рідкого аерозолетвірного субстрату у вмістищі для рідини системи утворення аерозолі, який включає:

надання електрично керованої системи утворення аерозолі, яка включає в себе вмістище для рідини, призначене для зберігання рідкого аерозолетвірного субстрату, та електричний

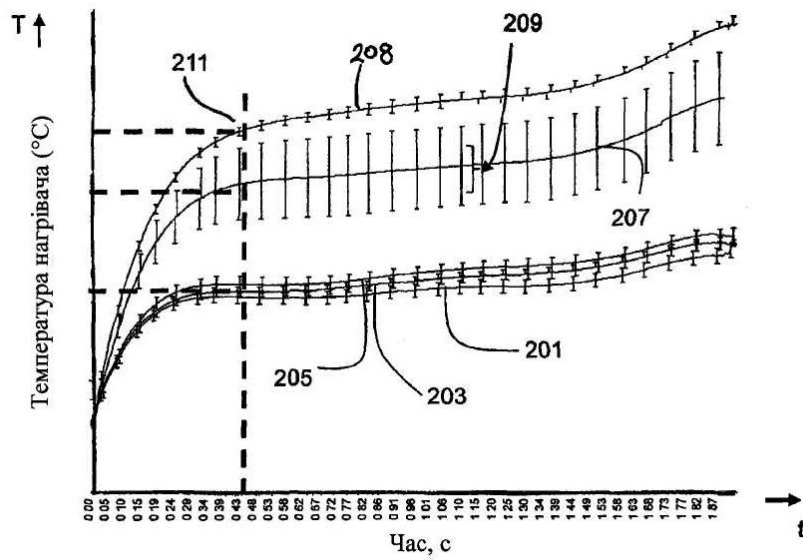
50 нагрівач, який включає в себе щонайменше один нагрівальний елемент для нагрівання рідкого аерозолетвірного субстрату; та

визначення зменшення кількості рідкого аерозолетвірного субстрату, який нагрівається нагрівачем, виходячи з взаємозв'язку між поданою на згаданий нагрівальний елемент енергією та одержуваною в результаті цього зміною температури цього нагрівального елемента.

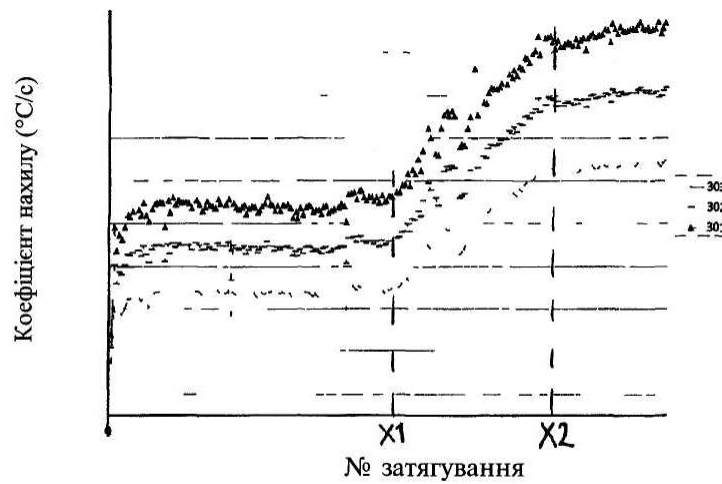
55 13. Машинозчитуваний носій даних із розміщеною на ньому комп'ютерною програмою, виконання якої програмовною електричною схемою для електрично керованої системи утворення аерозолі спричинює реалізацію цієї програмовою електричною схемою способу за п. 12.



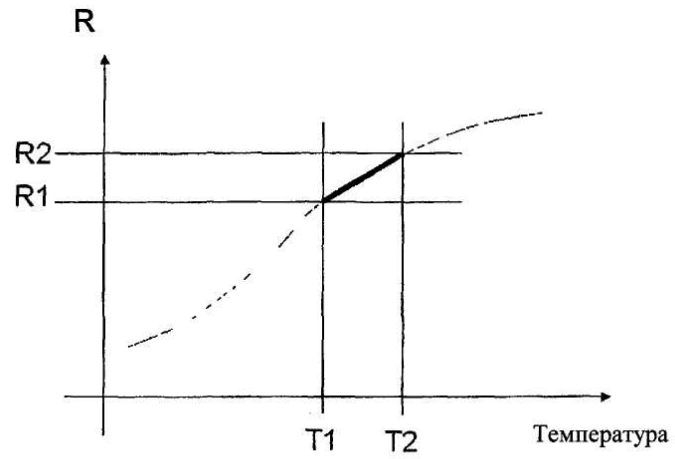
ФІГ. 1



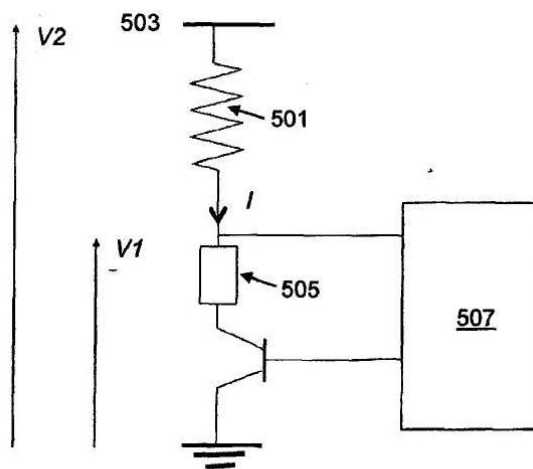
ФІГ. 2



ФІГ. 3



ФІГ. 4



ФІГ. 5