



УКРАЇНА

(19) UA (11) 94768 (13) C2
(51) МПК
A61M 11/04 (2006.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) КАПІЛЯРНИЙ ГЕНЕРАТОР АЕРОЗОЛЮ

1

(21) а200903747
(22) 25.09.2007
(24) 10.06.2011
(86) РСТ/IB2007/003701, 25.09.2007
(31) 11/526,123
(32) 25.09.2006
(33) US
(46) 10.06.2011, Бюл.№ 11, 2011 р.
(72) ХАУЕЛЛ ТОНІ, US, ГАРЯЧИЙ КЛОВЕР, US,
БЕЛЬКАСТРО МАРК, US
(73) ФІЛІП МОРРІС ПРОДАКТС С.А., СН
(56) FR 1568245, 23.05.1969
US 5743251, 28.04.1998
US 2005235991, 27.10.2005
EP 1867357, 19.12.2007
(57) 1. Капілярний генератор аерозолю, який
включає в себе:

2

капілярну трубку, виконану з можливістю утворення аерозолю, коли рідку речовину в трубці нагрівають для випарування принаймні певної частини рідкої речовини всередині неї; та теплоаккумулятор, який містить речовину зі змінюваним фазовим станом, яка перебуває у тепловому контакті з капілярною трубкою, який **відрізняється** тим, що речовина зі змінюваним фазовим станом змінює фазовий стан при температурі, яка приблизно дорівнює температурі, достатній для випаровування рідкої речовини, що міститься у капілярній трубці.

2. Капілярний генератор аерозолю за п. 1, який **відрізняється** тим, що речовина зі змінюваним фазовим станом включає в себе припій, який містить один або більше металів, вибраних із групи, яка складається з олова, срібла, сурми, вісмуту, міді та їх комбінацій.

Винахід має відношення до капілярного генератора аерозолю, його елемента та способу утворення аерозолю.

За одним із варіантів здійснення винаходу теплоаккумулятор для капілярного генератора аерозолю містить речовину, яка змінює фазовий стан при поглинанні та виділенні теплової енергії при постійній температурі (phase change material, PCM, нижче — речовина зі змінюваним фазовим станом), яка змінює фази при температурі, яка приблизно дорівнює температурі, достатній для випаровування рідкої речовини у капілярній трубці капілярного генератора аерозолю.

За іншим варіантом здійснення винаходу передбачений спосіб утворення аерозолю із застосуванням капілярного генератора аерозолю, який включає в себе теплоаккумулятор; згаданий спосіб включає підведення енергії, достатньої для змінювання фаз матеріалу, до речовини зі змінюваним фазовим станом; та подавання рідкої речовини у капілярну трубку. Ця речовина зі змінюваним фазовим станом підводить до рідкої речовини, яка проходить через капілярну трубку, достатньо теплової енергії для випаровування рідкої речовини у капілярній трубці.

За ще одним варіантом здійснення капілярний генератор аерозолю включає в себе капілярну

трубку та теплоаккумулятор, який містить речовину зі змінюваним фазовим станом, яка змінює фази при температурі, яка приблизно дорівнює температурі, достатній для випаровування рідкої речовини у капілярній трубці.

Короткий опис фігури (Fig.).

На фігурі (Fig.) показаний капілярний генератор аерозолю, який вміщує речовину зі змінюваним фазовим станом, яка застосовується як теплоаккумулятор.

Детальний опис варіантів здійснення, яким віддається перевага

У цьому документі описано призначений для використання з капілярним генератором аерозолю теплоаккумулятор, який містить речовину зі змінюваним фазовим станом. У значенні, вжитому у цьому документі, термін "капілярний генератор аерозолю" має відношення до капілярно-аерозольної технології, описаної у документі US-A-5 743 251, зміст якого включено в цей документ шляхом посилання у всій повноті. За потреби капілярна трубка може мати звуження з вихідного кінця, як описано у документі US-A-2005/0235991, зміст якого включено в цей документ шляхом посилання у всій повноті.

Зокрема, капілярний генератор аерозолю включає в себе капілярну трубку із вхідним та ви-

(13) C2
(11) 94768
(19) UA

хідним отворами. Речовина зі змінюваним фазовим станом оточує принаймні частину капілярної трубки, проте за варіантом, якому віддається перевага, так щоб забезпечити утворення нагрітої зони навколо капілярної трубки, що максимально збільшує рівномірне теплопередавання крізь зону нагрівання. Наприклад, за варіантом, якому віддається перевага, речовина зі змінюваним фазовим станом оточує принаймні частину капілярної трубки. За варіантом, якому віддається перевага, ця речовина зі змінюваним фазовим станом розташована усередині трубчастого кожуха. Згаданий трубчастий кожух за варіантом, якому віддається перевага, має такі розміри, щоб підтримувати контакт між речовиною зі змінюваним фазовим станом, зокрема, коли згадана речовина перебуває у рідкій фазі, та капілярною трубкою. Трубчастий кожух за варіантом, якому віддається перевага, обгорнутий факультативно ізолюваним нагрівальним дротом, до якого приєднані електричні виводи. Ці електричні виводи підключають до джерела електричного живлення, яке за варіантом, якому віддається перевага, являє собою джерело постійного струму, таке як акумуляторна батарея, або може являти собою джерело змінного струму, таке як електрична розетка. За варіантом, якому віддається перевага, до речовин зі змінюваним фазовим станом належать, наприклад, припої на основі олова з різними концентраціями олова та/або срібла та/або сурми та/або міді та/або вісмуту.

Хоча електричне живлення може подаватися від електричної розетки, джерело електричного живлення також може бути замінним та перезаряджуваним і може являти собою такі пристрої, як конденсатор або акумуляторна батарея, якій віддається більша перевага. Для застосування в портативних пристроях джерело електричного живлення може являти собою замінну перезаряджувану акумуляторну батарею, наприклад, один або більше елементів акумуляторної батареї, наприклад, літєвих або нікель-кадмієвих елементів акумуляторної батареї, з'єднаних послідовно, із загальною напругою без навантаження приблизно 4,8-5,6 В. Однак характеристики, що вимагаються від джерела електричного живлення, вибирають з урахуванням характеристик інших складових частин капілярного генератора аерозолі.

Під час роботи електричні виводи передають енергію від джерела електричного живлення до нагрівального дроту, обгорнутого навколо трубчастого кожуха, таким чином нагріваючи речовину зі змінюваним фазовим станом та спричиняючи перехід цієї речовини з однієї фази в іншу, наприклад, із твердої фази в рідку фазу. Таким чином, утворена рідка фаза накопичує енергію, яка вивільнюється тоді, коли відбувається зворотне перетворення рідкої фази у тверду фазу. Під час нагрівання речовина зі змінюваним фазовим станом передає теплову енергію до частини капілярної трубки і таким чином нагріває цю частину капілярної трубки до температури, достатньої для випаровування рідкої речовини, яку подають у капілярну трубку, яка нагрівається. Рідка речовина, яку подають у капілярну трубку, нагрівається, випаро-

ується та виходить назовні з вихідного отвору капілярної трубки. Випарувана речовина перемішується з навколишнім повітрям ззовні капілярної трубки, утворюючи аерозоль, який може являти собою або не являти собою конденсаційний аерозоль.

Нагрівальний дріт, тип якого може бути різним залежно від складових частин капілярного генератора аерозолі, має такі характеристики, щоб відповідним чином забезпечувати нагрівання трубчастого кожуха, навколо якого він обгорнутий. Наприклад, нагрівальний дріт може бути ізолюваним та/або мати зовнішній діаметр 0,2 мм (0,008 дюйма), опір 43 Ом/м (13,1 Ом/фут) та питому теплоємність 460 Дж/кг/К (0,110 британська теплова одиниця/фунт/°F). Склад нагрівального дроту, наприклад, може становити 71,7% заліза, 23% хрому та 5,3% алюмінію. Такий нагрівальний дріт виготовляє фірма "Кантал Ферніс Продактс" (Kanthal Furnace Products), Бетел, штат Коннектикут, США.

За варіантом, якому віддається перевага, капілярна трубка має внутрішній діаметр від 0,05 мм до 0,53 мм. За варіантом, якому віддається особлива перевага, внутрішній діаметр капілярної трубки становить приблизно 0,1 мм. Хоча капілярна трубка може бути виготовлена з кварцового скла або алюмосилікатної кераміки, можуть також бути застосовані й інші по суті не реакційноздатні матеріали, які здатні витримувати повторювані цикли нагрівання та утворювані тиски, а також мають придатну теплопровідність. За бажанням або необхідністю внутрішня стінка капілярної трубки може мати покриття для зменшення тенденції речовини до налипання на стінки капілярної трубки, що може викликати її засмічення. За варіантом, якому віддається перевага, капілярна трубка виготовлена з нержавіючої сталі або скла.

Рідку речовину за варіантом, якому віддається перевага, подають у капілярну трубку через вхідний отвір капілярної трубки, приєднаний до джерела рідкої речовини. Випарувана речовина виходить назовні з капілярної трубки через вихідний отвір капілярної трубки.

Під час роботи речовину зі змінюваним фазовим станом нагрівають до температури фазового переходу із застосуванням потужного джерела енергії. Таким чином речовина зі змінюваним фазовим станом накопичує теплову енергію (тобто теплова енергія накопичується у рідкій фазі, коли речовина зі змінюваним фазовим станом переходить із твердої фази в рідку фазу, та вивільнюється, коли відбувається зворотне перетворення рідкої фази у тверду фазу), яку використовують для утворення аерозолі протягом проміжку часу, наприклад, більшого ніж приблизно 10с, за варіантом, якому віддається перевага, щонайменше приблизно 1 хв, за варіантом, якому віддається більша перевага, приблизно 5 хв або більше. Використання тепла, - накопиченого у речовині зі змінюваним фазовим станом, для утворення аерозолі протягом згаданого проміжку часу уможливає застосування капілярного генератора аерозолі на відстані від потужного джерела енергії. Джерело енергії невеликої потужності, наприклад, невелика акумуляторна батарея, може бути застосоване для підведення додаткової енергії до речо-

вини зі змінюваним фазовим станом для поповнення втрат енергії поповнення енергії, використаної для утворення аерозолі, та за варіантом, якому віддається перевага, збереження у рідкій фазі речовини зі змінюваним фазовим станом. Додаткова енергія може подаватися, наприклад, шляхом підведення невеликих кількостей електричної енергії імпульсами через нагрівальний дріт, обгорнутий навколо трубчастого кожуха.

За варіантом, якому віддається перевага, речовина зі змінюваним фазовим станом змінює фази при температурі, яка приблизно дорівнює температурі, достатній для випаровування рідкої речовини у капілярній трубці капілярного генератора аерозолі. Зокрема, у значенні, вжитому у цьому документі, термін "приблизно дорівнює" за варіантом, якому віддається перевага, означає діапазон температур від температури, на 30°C вищої за температуру, достатню для випаровування рідкої речовини, до температури, достатньої для випаровування рідкої речовини, за варіантом, якому віддається більша перевага, діапазон температур від температури, на 20°C вищої за температуру, достатню для випаровування рідкої речовини, до температури, достатньої для випаровування рідкої речовини, та за варіантом, якому віддається ще більша перевага, діапазон температур від температури, на 10°C вищої за температуру, достатню для випаровування рідкої речовини, до температури, достатньої для випаровування рідкої речовини.

Як показано на фігурі капілярна трубка 10 капілярного генератора аерозолі має вхідний отвір 30 та вихідний отвір 20, описані вище. Капілярна трубка 10 оточена речовиною 40 зі змінюваним фазовим станом. Температура речовини 40 зі змінюваним фазовим станом може контролюватися із застосуванням термопари 50. За варіантом, якому віддається перевага, речовина 40 зі змінюваним фазовим станом розташована усередині трубчастого або подібного до трубчастого кожуха 60. За варіантом, якому віддається перевага, трубчастий кожух 60 обгорнутий нагрівальним дротом. За варіантом, якому віддається перевага, до нагрівальних дротів прикріплені електричні виводи 70. За варіантом, якому віддається перевага, трубчастий кожух 60 оточений ізолювальною оболонкою 80.

ПРИКЛАДИ

Нижченаведені приклади не обмежують обсяг винаходу і мають суто ілюстративну мету.

Приклад 1

Оскільки пропіленгліколь випаровується/кипить при приблизно 190°C, то речовина зі змінюваним фазовим станом, яка має температуру плавлення, яка дорівнює приблизно 230°C, забезпечує достатню енергію для утворення пропіленглікольного аерозолі. Диференціальна сканувальна калориметрія сплаву з 98% олова та 2% срібла показала питому теплоту плавлення 55 Дж/г та температуру плавлення 221°C. Відповідно 1,55 г припою з 98% олова та 2% срібла вміщено у трубчастий кожух, показаний на фігурі. Капілярна трубка являє собою трубку з нержавіючої сталі. Припій нагрівають до температури 237°C, вимірної термопарою, шляхом подавання електричного живлення потужністю 16 Вт до трубчастого кожуха від електричних виводів через нагрівальний дріт. Після того як припій витримують при температурі 237°C протягом 10с, подавання електричного живлення до трубчастого кожуха вимикають. Насос подає пропіленгліколь у капіляр зі швидкістю 0,1 мл/хв. Аерозоль утворюється протягом 1 хв завдяки тепловій енергії, накопиченій у припої, а не під дією активного нагрівача.

Приклади 2-5

Припій у згаданій кількості вміщують у трубчастий кожух, показаний на фігурі. Припій нагрівають вище його температури плавлення так, щоб припій рівномірно розтікся навколо капіляра, а після охолодження до твердого стану залишився у безпосередньому контакті з капіляром. Припій нагрівають шляхом пропускання електричного струму через нагрівальний дріт, обгорнутий навколо трубчастого кожуха. Коли температура припою досягає температури його плавлення, то температура припою, а отже й трубки з нержавіючої сталі залишається по суті постійною, доки увесь припій не розплавиться. Коли ж увесь припій розплавиться, то продовження нагрівання підвищує температуру припою вище його температури плавлення до температури нагрівача. Отже, коли температура припою починає зростати, показуючи розплавлення, електричний струм вимикають, та запускають насос, який подає пропіленгліколь у капіляр з визначеною масовою витратою. Контролюють час, температуру припою та якість аерозолі (візуально). Результати показані у Таблиці 1 та Таблиці 2.

Таблиця 1

| Приклад | Припій | | | |
|---------|---|---------------------|--------------------------------|---------|
| | Склад | Точка плавлення, °C | Питома теплота плавлення, Дж/г | Маса, г |
| 2 | 98% олова, 2% срібла | 221 | 55 | 4,752 |
| 3 | 98% олова, 2% срібла | 221 | 55 | 4,752 |
| 4 | 97% олова, 2% міді, 0,8% срібла, 0,2% сурми | 230 | 61 | 3,858 |
| 5 | 97% олова, 2% міді, 0,8% срібла, 0,2% сурми | 230 | 61 | 3,858 |

| Приклад | Масова витрата пропіл енгліколю, мг/с | Час, с | Випаруваний пропіленгліколь, мг | Енергія, потрібна для випарування*, Дж |
|---------|---------------------------------------|--------|---------------------------------|--|
| 2 | 0,86 | 113 | 97 | 117 |
| 3 | 1,72 | 94 | 162 | 194 |
| 4 | 1,72 | 131 | 225 | 270 |
| 5 | — | 171 | — | — |

*Для випарування 1 мг пропіл енгліколю потрібні 1,2 Дж

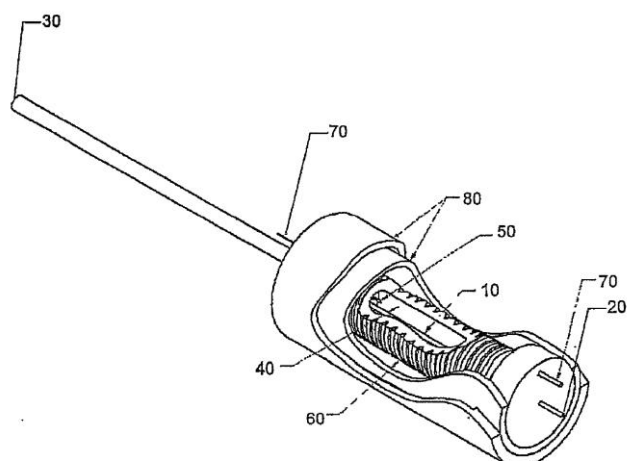
У Прикладі 4 припій був нагрітий значно вище своєї температури плавлення. Енергія, теоретично доступна від теплоти плавлення припою, становила приблизно 235 Дж (61 Дж/гх3,858 г). Однак енергія, потрібна для випарування пропіленгліколю протягом 131 с, перевищувала 235 Дж та становила 270 Дж. Таким чином, фактичний час, за який пропіленгліколь був випаруваний (131 с), є довшим за очікуваний час (тобто 235 Дж/1,2 Дж/мг/1,72 мг/с=114 с). Не заглиблюючись у теорію, можна вважати, що увесь пропіленгліколь був випаруваний протягом цього часу; також вважають, що енергія, доступна від припою, перевищує його питому теплоту плавлення, яка становить 61 Дж/г. Вважаючи, що втрати енергії у Прикладі 4 відсутні, припій повинен був забезпечувати 70 Дж/г (270 Дж/3,858 г) для випарування пропіленгліколю; таким чином, припій ймовірно забезпечує більше за 70 Дж/г. Згідно із цим зазначені величини питомої теплоти плавлення забезпечують мінімальну величину енергії, яка передається припоєм. Нагрівання припою вище його температури плавлення може викликати погіршення утворення аерозолю, яке може бути визначене візуальним спостереженням або за запахом, викликаним розкладанням пропіленгліколю.

Приклад 5 без потоку пропіленгліколю (тобто рідина не подавалася у капіляр), був виконаний для визначення втрат енергії, тобто енергії, не переданої до пропіленгліколю, із застосуванням певної маси відомого припою у описаній вище конфігурації трубчастого кожуха. Припій нагрівали, і коли температура припою досягала температури його плавлення, то температура припою залишалася по суті постійною, доки увесь припій не розплавився. Коли ж температура припою почала зростати, показуючи повне розплавлення, то електри-

чний струм був вимкнений та запущений таймер. Оскільки електричний струм був вимкнений, коли температура припою почала зростати, то припій не мав бути нагрітий вище своєї точки плавлення, і енергія, доступна від припою, має дорівнювати 61 Дж/г - його питомій теплоті плавлення. Таймер був зупинений, коли температура припою знову досягла його температури плавлення. Виходячи з цього, для Прикладу 5 можуть бути розраховані втрати потужності 1,4 Вт. Відповідно теоретична потреба енергії може бути розрахована шляхом додавання розрахованих втрат потужності до розрахованої потреби енергії на випарування визначеної маси пропіленгліколю із застосуванням такої самої маси відомого припою при такій самій конструкції трубчастого кожуха.

Незважаючи на те, що у попередніх Прикладах описане утворення аерозолю з пропіленгліколю, застосування теплоаккумулятора як складової частини капілярного генератора аерозолю не обмежено таким варіантом застосування та може бути корисним у різноманітних варіантах застосування, пов'язаних із подаванням аерозолю, оскільки, як зазначено вище, його застосування забезпечує функціонування капілярного генератора аерозолю на відстані від потужного джерела енергії. Наприклад, такий теплоаккумулятор може бути корисним для застосування в інгаляторах, наприклад, для приймання ліків. Також теплоаккумулятор може бути застосований для утворення ароматизованих аерозолів, які, наприклад, можуть бути застосовані для імітації відчуттів під час куріння.

Незважаючи на те, що описані різноманітні варіанти здійснення, слід розуміти, що можуть бути виконані вдосконалення та модифікації, очевидні для фахівця.



ФІГ.