



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 128404

(13) C2

(51) МПК

C23C 14/04 (2006.01)

C23C 14/16 (2006.01)

C23C 14/24 (2006.01)

C23C 14/56 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2021 00093	(72) Винахідник(и): Сільберберг Ерік (BE), Рабело Нунес Кампос Тіаго (FR), Гілані Негар (FR)
(22) Дата подання заявки: 23.04.2019	(73) Володілець (володільці): АРСЕЛОРМІТТАЛ, 24-26, Boulevard d'Avranches, L-1160 Luxembourg, Luxembourg (LU)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 04.07.2024	(74) Представник: Слободянюк Алла Василівна, реєстр. №25
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: PCT/IB2018/054302	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: US 2008/245300 A1, 09.10.2008 EP 0909342 A1, 21.04.1999 DE 102013206598 A1, 16.10.2014 US 6202591 B1, 20.03.2001 UA 86943 U, 10.01.2014
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 13.06.2018	
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: IB	
(41) Публікація відомостей про заявку: 07.04.2021, Бюл.№ 14	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 03.07.2024, Бюл.№ 27	
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: PCT/IB2019/053341, 23.04.2019	

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ВАКУУМНОГО ОСАДЖЕННЯ ПОКРИТТІВ І СПОСІБ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТІВ НА ПІДКЛАДКУ**(57) Реферат:**

Винахід стосується способу безперервного осадження на переміщувану підкладку покриттів, сформованих щонайменше з одного металу всередині установки для вакуумного осадження, яка містить вакуумну камеру; підкладки з покриттям, покритої щонайменше одним металом з обох сторін підкладки, а також пристрій для вакуумного осадження.

UA 128404 C2

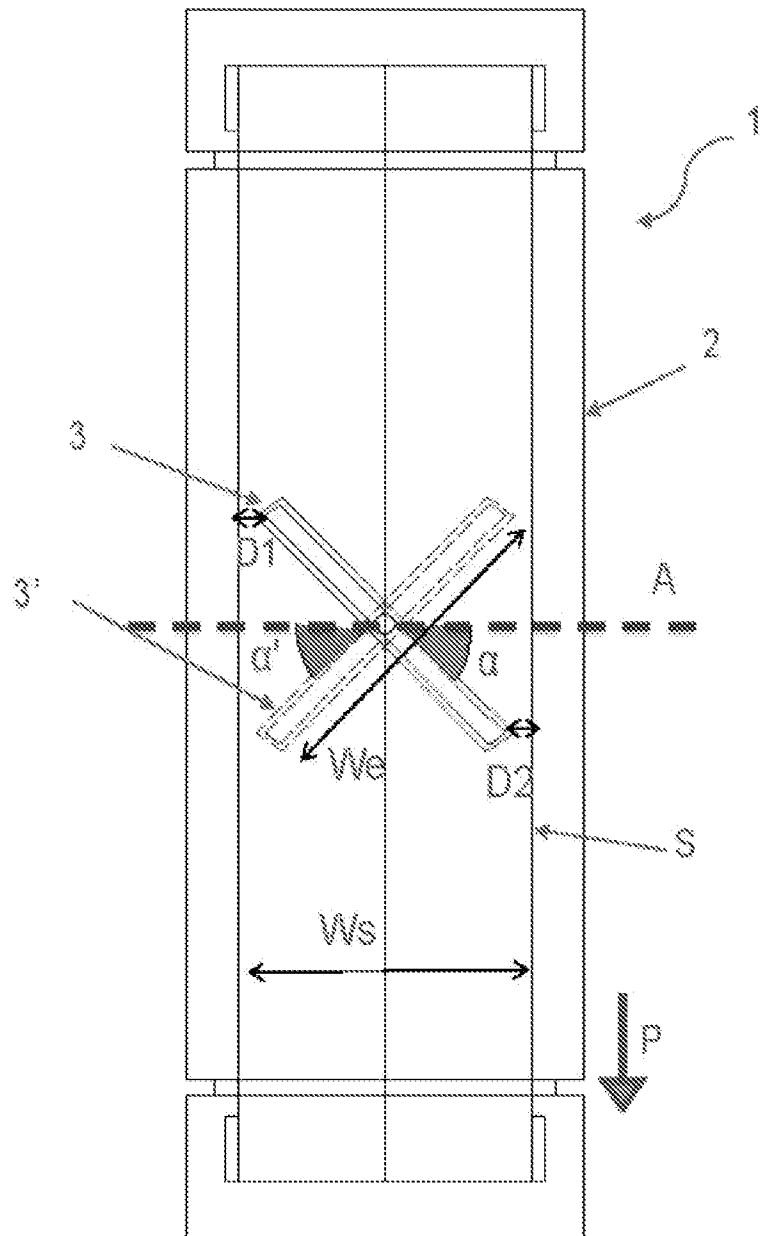


Fig. 1

Винахід стосується способу безперервного нанесення на підкладку покриттів, сформованих з металу або металічних сплавів. Цей винахід також відноситься до установки вакуумного осадження, використовуваної в цьому способі.

Відомі різні процеси нанесення металічних покриттів, в деяких випадках зі сплавів, на підкладку, таку як-от сталеву смугу. Серед них можна згадати нанесення покриттів зануренням у розплав, гальванічне осадження, а також різні процеси вакуумного осадження, такі як-от вакуумне випаровування і магнетронне розпилення.

З документа WO 97/47782 відомий спосіб безперервного нанесення покриття на сталеву підкладку, в якому струмінь парів металу, який переміщується зі швидкістю понад 500 м/с, входить в контакт з підкладкою. Спосіб осадження називають "осадження струменем пари" (Jet Vapor Deposition).

Документ EP 2940191 розкриває спосіб виготовлення сталевих листів, покритих за способом осадження цинк-магнієвим сплавом Zn-Mg. Спосіб включає: підготовку сталевих листів в якості основи; і формування цинк-магнієвого шару покриття за допомогою випаровування джерела Zn-Mg сплаву для осадження на поверхню основи із сталевих листів, при цьому вміст магнію у шарі покриття Zn-Mg сплаву становить 8 мас. % або менше (але вище 0 мас. %), а температура основи зі сталевих листів перед і після осадження на нього покриття шаром Zn-Mg сплаву становить 60 °C або нижче.

У цій заявці на патент згадується, що для регулювання температури основи зі сталевих листів виконується спосіб охолодження основи зі сталевих листів перед і після процесу осадження з допомогою встановлення охолоджувальних роликів. Коли лист підходить до охолоджувальних пристроїв, для того щоб одержати хорошу ефективність охолодження в стані вакууму, може бути встановлена множина охолоджувальних роликів замість одного охолоджувального ролика, щоб значно збільшити границю розділу між роликками і листом. Зокрема, збільшення температури сталевих листів може бути значним після процесу покриття за рахунок ентальпії конденсації при покритті. Таким чином, після процесу покриття можуть бути бажаними збільшення ефективності охолодження і керування температурою охолоджувальних роликів, яка має бути відносно низькою, шляхом збільшення кількості і розміру охолоджувальних роликів.

Проте, при використанні декількох охолоджувальних роликів існує ризик того, що температура основи зі сталевих листів не буде досить однорідною, призводячи до проблем з площинністю внаслідок неоднорідності охолодження. Дійсно, коли пари металів конденсуються на підкладці, теплова енергія вивільняється, що призводить до пружної деформації підкладки. Пружна деформація може призводити до проблем з площинністю після охолоджувальних роликів, оскільки контактний тиск між покритою металічною підкладкою і охолоджувальними роликками не є однорідним. Отже, існує ризик, що множина охолоджувальних роликів, які використовуються в документі EP 2940191, буде деформувати сталь, оскільки границя розділу між покривним сталевим листом і охолоджувальними роликками значно збільшується.

У тому випадку, коли покриття осідає на обох сторонах металічної підкладки, також важливо контролювати температуру металічної підкладки. І дійсно, коли площинність покритої металічної підкладки покращується, якість покритої металічної підкладки збільшується, включаючи, наприклад, однорідність механічних властивостей, яка є властивістю поверхні покриття.

Тому метою цього винаходу є забезпечення оптимізованого способу осадження покриттів на обох сторонах переміщуваної підкладки, який значно покращує площинність покритої металічної підкладки.

Це досягається з допомогою способу для осадження покриттів на переміщувану підкладку за п. 1. Спосіб також може містити будь-яку характеристику за пп. 2-14.

Винахід також включає в себе покриття підкладку за пп. 15-17.

Винахід також включає в себе установку вакуумного осадження за пп. 18-19.

Щоб проілюструвати винахід, будуть описуватися різні варіанти здійснення винаходу і випробування необмежувальних прикладів, зокрема, з посиланнями на такі фігури:

Фіг. 1 ілюструє вид зверху підкладки, покритої з допомогою двох ежекторів пари всередині установки вакуумного осадження, у відповідності до цього винаходу,

Фіг. 2 ілюструє вид зверху іншого прикладу підкладки, покритої з допомогою двох ежекторів пари всередині установки вакуумного осадження, відповідно до цього винаходу,

Фіг. 3 ілюструє бічний вид підкладки, покритої щонайменше одним металом всередині установки вакуумного осадження, відповідно до цього винаходу,

Фіг. 4 ілюструє вид збоку підкладки, покритої щонайменше одним металом всередині установки вакуумного осадження, відповідно до варіанту здійснення винаходу,

Фіг. 5a і 5b ілюструють максимальну деформацію, як визначено в цьому винаході,

Фіг. 6а-6с, ілюструє вид зверху підкладки покритої з допомогою двох ежекторів пари, які мають різні положення всередині установки вакуумного осадження.

Інші характеристики і переваги винаходу будуть більш зрозумілими з подальшого докладного опису винаходу.

5 Винахід відноситься до способу безперервного осадження на переміщувану підкладку S покриттів, утворених з щонайменше одного металу всередині установки вакуумного осадження, яка містить вакуумну камеру, при цьому спосіб включає:

- етап, на якому в зазначеній вакуумній камері пари металу викидаються через щонайменше два ежектора в напрямку обох сторін переміщуваної підкладки, при цьому шар щонайменше
10 одного металу формується на кожній стороні шляхом конденсації викидної пари металу причому, щонайменше два ежектора звернені один до одного і позиціонуються відповідно під кутом α і α' між ежектором пари і віссю А, перпендикулярною напрямку переміщення підкладки, причому вісь знаходиться у площині підкладки, а кути α і α' задовольняють наступним рівнянням:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{Ws - (D1 + D2)}{We}\right) \text{ для } 0^\circ < \alpha < 82^\circ \text{ та}$$

$$\alpha' = \arccos\left(\frac{Ws - (D1 + D2)}{We}\right) \text{ для } 0^\circ < \alpha' < 82^\circ ,$$

20 D1 і D2 - це відстані між ежекторами і кожним краєм підкладки вздовж осі (А), Ws - ширина підкладки, зазначені ежектори пари мають подовжену форму і містять проріз, який визначається шириною We прорізу, зазначені ежектори пари мають однакову вісь обертання.

Щоб не обмежуватися будь-якою теорією, передбачається, що з допомогою способу відповідного цього винаходу можливо одержати плоску покриття металічну підкладку. Дійсно, автори виявили, що два ежектора пари мають бути позиціоновані під певним кутом, а два
25 ежектора звернені один до одного так, що під час процесу осадження металу розподіл температури по ширині підкладки є симетричним під час осадження металу. Термічний профіль вздовж ширини підкладки є рівномірним. Таким чином, профіль пружної деформації вздовж підкладки після осадження цинку є симетричним, що призводить до рівномірного контактного тиску між підкладкою і першим охолоджувальним роликком. Тому, покриття підкладка
30 залишається плоскою.

З посиланням на Фіг. 1, установка 1, відповідна цьому винаходу, в першу чергу містить вакуумну камеру 2 і засіб для переміщення підкладки через камеру. Вакуумна камера 2 являє собою герметично закритий корпус, в якому переважно підтримується тиск від 10^{-8} до 10^{-3} бар. Він має вхідну шлюзову камеру і вихідну шлюзову камеру (вони не показані), між якими
35 підкладка S, така як-от, наприклад, сталева смуга, може переміщатися по заданій траєкторії Р в напрямку переміщення.

Щонайменше, два ежектора пари 3, 3' які викидають металічні пари зі швидкістю звуку з обох сторін переміщуваної підкладки. Обидва ежектора пари позиціонуються відповідно під кутом α і α' між ежектором пари і віссю А, перпендикулярною напрямку переміщення підкладки, причому вісь знаходиться в площині підкладки, а обидва кути α і α' задовольняють наступним
40 рівнянням:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{Ws - (D1 + D2)}{We}\right) \text{ для } 0^\circ < \alpha < 82^\circ ;$$

$$\alpha' = \arccos\left(\frac{Ws - (D1 + D2)}{We}\right) \text{ для } 0^\circ < \alpha' < 82^\circ ,$$

45 Ежектори пари можуть мати різні форми, наприклад, прямокутну або трапецієподібну форму. Можуть бути різні значення відстаней D1 і D2, як показано на Фіг. 1. Переважно, D1 і D2 являють собою найменшу відстань між краями ежектора і краями підкладки вздовж осі А.

Переважно, D1 і D2 можуть бути меншими, рівними або більшими 0 мм. У тому випадку, коли D1 і D2 більше 0 мм, це означає, що краї ежектора пари не виходять за краї підкладки. У
50 тому випадку, коли D1 і D2 менше 0 мм, краї ежектора пари виходять за краї підкладки, як ілюструється на Фіг. 2. У тому випадку, коли D1 і D2 рівні 0 мм, краї підкладки знаходяться в тій самій площині, що і краї ежектора. Переважно, D1 і D2 більші або менші 0 мм.

Переважно, D1 і D2 незалежно один від одного і більші 1 мм, переважно від 5 до 100 мм і більш переважно становлять від 30 до 70 мм. У переважному варіанті здійснення винаходу значення D1 ідентичне D2.

5 Переважно, ширина Ws підкладки становить максимум 2200 мм. Переважно, Ws становить мінімум 200 мм. Наприклад, Ws становить від 1000 до 2000 мм.

Переважно, We становить максимум 2400 мм. Переважно, We становить мінімум 400 мм.

У переважному варіанті здійснення винаходу Ws менше або дорівнює We.

Переважно, кут α' є таким, що $\alpha - \alpha' < 10^\circ$, більш переважно $\alpha - \alpha' < 5^\circ$ і переважно $\alpha - \alpha' < 3^\circ$ в абсолютному вираженні. Наприклад, $\alpha - \alpha'$ дорівнює 0° .

10 Переважно кут α становить від 0° до 60° , переважно від 10° до 50° в абсолютному вираженні і, наприклад, від 20° до 35° в абсолютному вираженні.

Вакуумна камера може містити три або декілька ежекторів пари, які позиціонують по обидва боки переміщуваної підкладки. Наприклад, вакуумна камера може містити два ежектора пари, які позиціонують з кожного боку металічної підкладки.

15 Як проілюстровано на Фіг. 3, підкладку S можна змусити переміщатися за допомоги будь-яких відповідних засобів, в залежності від природи і форми зазначеної підкладки. Зокрема, можна використовувати обертальний опорний ролик 4, на який може спиратися сталева смуга.

Як проілюстровано на Фіг. 4, вакуумний корпус 2 може додатково містити центральний корпус 6. Цей корпус охоплює траєкторію Р підкладки на заданій довжині в напрямку переміщення, зазвичай довжиною від 2 до 8 м у випадку одного ежектора на кожній стороні. Його стінки відокремлюють порожнину. Корпус містить два отвори, тобто вхід 7 для підкладки і вихід 8 для підкладки, які розташовані на двох протилежних сторонах центрального корпусу. Переважно, центральний корпус являє собою паралелепіпед, ширина якого трохи перевищує ширину покриваних підкладок.

25 Переважно, внутрішні стінки центрального корпусу придатні для нагрівання до температури, яка перевищує температуру конденсації парів металу або металічного сплаву. Нагрівання може здійснюватися будь-якими відповідними засобами, такими як-от, наприклад, індукційний нагрівач, нагрівальні резистори або електронний пучок. Нагрівальні засоби придатні для нагрівання внутрішніх стінок центрального корпусу до температури, достатньо високої, щоб уникнути конденсації на них парів металу або металічних сплавів. Переважно, стінки центрального корпусу придатні для нагрівання вище температури конденсації металічних елементів, які утворюють осаджуване покриття, зазвичай вище 500°C , наприклад, між 500°C і 700°C , щоб уникнути конденсації парів цинку або парів цинк-магнієвого сплаву. Завдяки цим засобам нагрівання, внутрішні стінки центрального корпусу не забиваються, і немає необхідності часто зупиняти установку для її чищення. Крім того, запобігається конденсація парів металів або металічних сплавів на внутрішніх стінках.

Зокрема, з допомогою способу відповідного цьому винаходу можна одержати металічну підкладку, покриту щонайменше одним металом з обох сторін підкладки, яка має середню товщину, причому підкладка виконана так, що максимальна поздовжня деформація становить менше 2 мм, а максимальна поперечна деформація становить менше 5 мм. Як проілюстровано на Фіг. 5a, максимальна поздовжня деформація являє собою різницю між висотою максимального піка і висотою мінімального піка по довжині покритої підкладки. Як проілюстровано на Фіг. 5b, максимальна поперечна деформація являє собою різницю між висотою максимального піка і висотою мінімального піка по ширині покритої підкладки.

45 В цьому винаході щонайменше один метал переважно вибирають з наступних металів: цинк, хром, нікель, титан, марганець, магній, кремній, алюміній або з їх сумішей. Переважно, метал є цинком або необов'язково містить магній.

Переважно, металічна підкладка являє собою сталеву підкладку. Фактично, не бажаючи бути пов'язаними будь-якою теорією, передбачається, що площинність додатково покращується з використанням сталеві підкладки.

50 Товщина покриття переважно становить від 0,1 до 20 мкм. З одного боку, нижче 0,1 мкм існує ризик того, що захист підкладки від корозії буде недостатнім. З іншого боку, немає необхідності перевищувати 20 мкм, щоб одержати потрібний рівень корозійної стійкості, зокрема, в автомобільній або будівельній галузі. Зазвичай товщина може бути обмежена 10 мкм для застосувань в автомобільній галузі.

55 І нарешті, винахід відноситься до установки вакуумного осадження для способу відповідного цьому винаходу безперервного осадження на переміщувану підкладку S покриттів, сформованих щонайменше з одного металу, причому установка 1 містить вакуумну камеру 2, через яку підкладка 3 може проходити вздовж заданої траєкторії, при цьому вакуумна камера додатково містить:

- щонайменше, два ежектора пари, звернених один до одного, які позиціонують відповідно під кутом α і α' , перебуваючи між ежектором пари і віссю А, перпендикулярною напрямку переміщення підкладки, причому вісь знаходиться в площині підкладки, а обидва кута α і α' задовольняють наступним рівнянням:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{Ws - (D1 + D2)}{We}\right) \text{ для } 0^\circ < \alpha < 82^\circ ;$$

$$\alpha' = \arccos\left(\frac{Ws - (D1 + D2)}{We}\right) \text{ для } 0^\circ < \alpha' < 82^\circ ,$$

D1 і D2 - це відстані між ежекторами і кожним краєм підкладки вздовж осі (А), Ws - ширина підкладки, зазначені ежектори пари мають подовжену форму і містять проріз, який визначається шириною We прорізу, зазначені ежектори пари мають однакову вісь обертання.

У переважному варіанті здійснення винаходу щонайменше два ежектора пари встановлені з можливістю обертання навколо подавальної труби, пов'язаної з джерелом пари, в результаті чого регулюються кути α і α' .

Приклади

Були виконані випробування установки вакуумного осадження для оцінки ефективності способу, яка містить два ежектори пари, які викидають пари цинку.

Для всіх випробувань були протестовані різні положення кутів α і α' для визначення ефективності способу, відповідно до цього винаходу.

Для всіх випробувань ширина Ws сталеві підкладки варіювалася від 1000 до 1719 мм у вакуумній камері, яка містить два ежектори пари, які мають We=1710 мм. D1 і D2 були ідентичними і рівні 0 мм. Тиск вакууму становило 10^{-1} мбар.

Площинність була визначена за допомогою піку покритої підкладки, що має максимальну деформацію після першого охолоджувального ролика. Результати представлені в наступній таблиці 1:

Таблиця 1

Випробування	Ws (мм)	Конфігурація ежекторів пари	α і α' (градуси)	α задовольняє рівнянню	Максимальна поперечна деформація (мм)	Максимальна поздовжня деформація (мм)
1*	1000	Перетинні, центровані, звернені один до одного (Фіг. 1)	54	Так	0	0
2	1000	нахилені, паралельні, чи не звернені один до одного (Фіг. 6a)	54	Так	12	22
3*	1710	звернені один до одного, паралельні і горизонтальні (Фіг. 6b)	0	Так	1,5	0,6
4	1710	Не звернені один до одного, паралельні і горизонтальні (Фіг. 6c)	0	Так	5,5	2

*: Відповідні цьому винаходу

Випробування відповідні цьому винаходу не мали або майже не мали деформації у порівнянні із прикладом порівняння. Тому площинність є кращою з використанням способу відповідного цьому винаходу.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб безперервного осадження на переміщувану підкладку (S) покриттів, сформованих щонайменше з одного металу всередині установки (1) для вакуумного осадження, яка містить вакуумну камеру (2), при цьому спосіб включає:

етап, на якому в зазначеній вакуумній камері металічна пара викидається через щонайменше два ежектори пари (3, 3') у напрямку до обох сторін переміщуваної підкладки і шар щонайменше одного металу формується на кожній стороні шляхом конденсації викиданої пари, причому щонайменше два ежектори пари, які звернені один до одного, позиціонують, відповідно, під кутами α і α' , які утворені між ежектором пари і віссю (A), перпендикулярною напрямку переміщення підкладки, вісь якої знаходиться в площині підкладки, причому обидва кути α і α' задовольняють наступним рівнянням:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{Ws - (D1 + D2)}{We}\right) \quad \text{для } 0^\circ < \alpha < 82^\circ ;$$

$$\alpha' = \arccos\left(\frac{Ws - (D1 + D2)}{We}\right) \quad \text{для } 0^\circ < \alpha' < 82^\circ ,$$

D1 і D2 - це відстані між ежекторами і кожним краєм підкладки вздовж осі (A), W_s - ширина підкладки, зазначені ежектори пари мають подовжену форму і містять проріз, який визначається шириною W_e прорізу, зазначені ежектори пари мають однакову вісь обертання.

2. Спосіб за п. 1, в якому відстані між ежектором і краями D1 і D2 підкладки перевищують 0 мм, тобто край ежектора не виходять за межі країв підкладки.

3. Спосіб за п. 1, в якому D1 і D2 рівні 0 мм, тобто краї підкладки знаходяться в тій самій площині, що і краї ежектора.

4. Спосіб за п. 1, в якому D1 і D2 становлять менше 0 мм, тобто краї ежектора виходять за межі країв підкладки.

5. Спосіб за будь-яким з пп. 1-4, в якому ширина W_s підкладки становить максимум 2200 мм.

6. Спосіб за будь-яким з пп. 1-5, в якому W_s становить мінімум 200 мм.

7. Спосіб за будь-яким з пп. 1-6, в якому кут α' є таким, що $\alpha - \alpha' < 10^\circ$ в абсолютному вираженні.

8. Спосіб за п. 7, в якому кут α становить менше 60° в абсолютному вираженні.

9. Спосіб за п. 8, в якому кут α становить від 10° до 50° в абсолютному вираженні.

10. Спосіб за п. 9, в якому кут α становить від 20° до 35° в абсолютному вираженні.

11. Спосіб за будь-яким з пп. 1-10, в якому ежектори (3, 3') у поперечному перерізі мають прямокутну форму або трапецієподібну форму.

12. Спосіб за будь-яким з пп. 1-11, в якому значення D1 ідентичне D2.

13. Спосіб за будь-яким з пп. 1-12, в якому вакуумна камера додатково містить центральний корпус (6), який охоплює підкладку, зазначений центральний корпус містить вхід (7) для підкладки і вихід (8) для підкладки, які розташовані на двох протилежних сторонах центрального корпусу, і щонайменше два ежектори пари.

14. Спосіб за п. 13, в якому внутрішні стінки центрального корпусу (6) придатні для нагрівання до температури, яка перевищує температуру конденсації парів металу або металічного сплаву.

15. Металічна підкладка, одержана способом за будь-яким з пп. 1-14, яка покрита щонайменше одним металом на обох сторонах підкладки, причому підкладка виконана так, що максимальна поздовжня деформація становить менше 2 мм, а максимальна поперечна деформація становить менше 5 мм.

16. Металічна підкладка за п. 15, в якій метал вибраний з наступних металів: цинку, хрому, нікелю, титану, марганцю, магнію, кремнію, алюмінію або з їх сумішей.

17. Металічна підкладка за п. 15 або 16, при цьому металічна підкладка являє собою сталеву підкладку.

18. Установка вакуумного осадження для способу за будь-яким з пп. 1-14 безперервного осадження на переміщувану підкладку (S) покриттів, сформованих щонайменше з одного металу, причому установка (1) містить вакуумну камеру (2), через яку підкладка (3) може проходити вздовж заданої траєкторії, при цьому вакуумна камера містить:

щонайменше два ежектори пари, звернених один до одного, які позиціонують, відповідно, під кутами α і α' , утвореними між ежектором пари і віссю A, перпендикулярною напрямку переміщення підкладки, причому зазначена вісь знаходиться в площині підкладки, а обидва кути α і α' задовольняють наступним рівнянням:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{Ws - (D1 + D2)}{We}\right) \quad \text{для } 0^\circ < \alpha < 82^\circ ;$$

$$\alpha' = \arccos\left(\frac{Ws - (D1 + D2)}{We}\right) \quad \text{для } 0^\circ < \alpha' < 82^\circ ,$$

- 5 D1 і D2 - це відстані між ежекторами і кожним краєм підкладки вздовж осі (A), Ws - ширина підкладки, зазначені ежектори пари мають подовжену форму і містять проріз, який визначається шириною We прорізу, зазначені ежектори пари мають однакову вісь обертання.
19. Установка за п. 18, в якій щонайменше два ежектори пари встановлені з можливістю обертання навколо подавальної труби, пов'язаної з джерелом пари, для регулювання кутів α і α' .

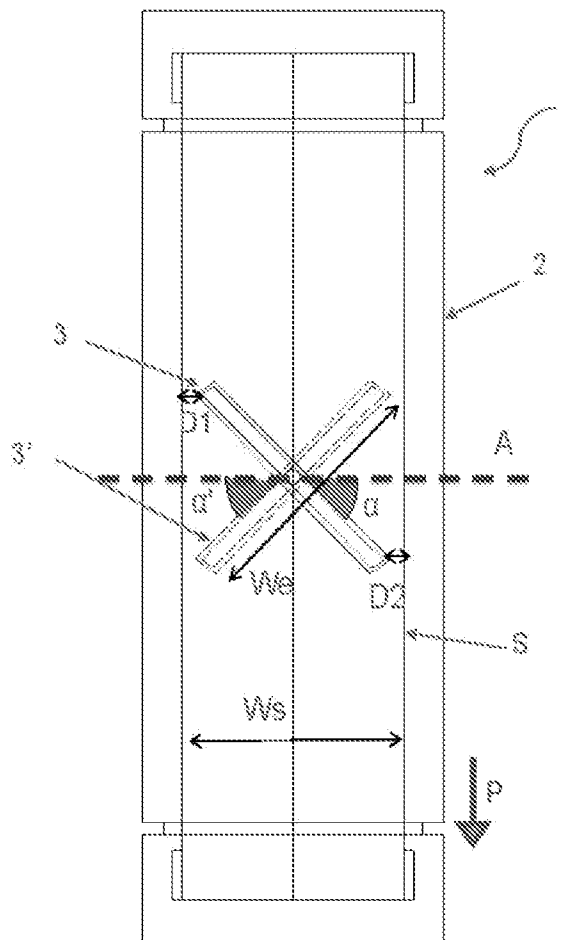


Fig. 1

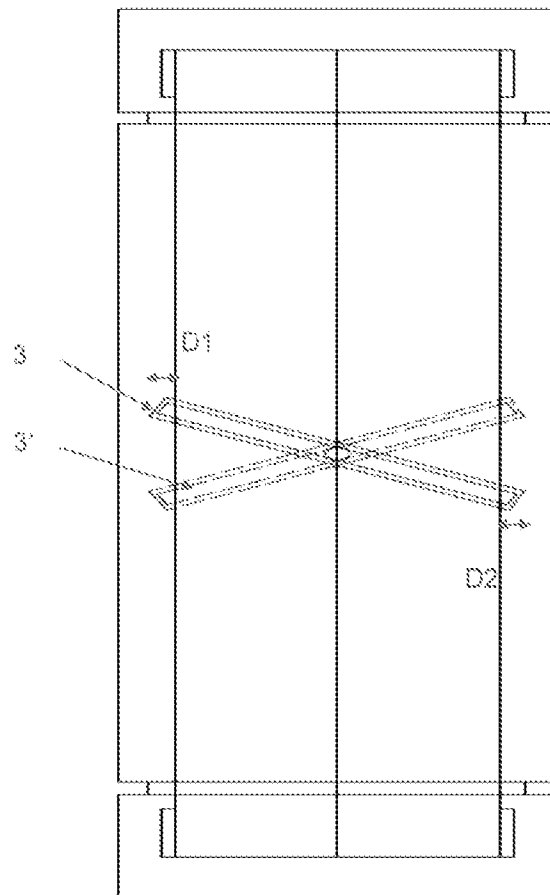


Fig. 2

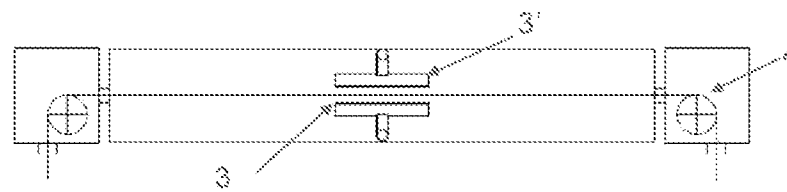


Fig. 3

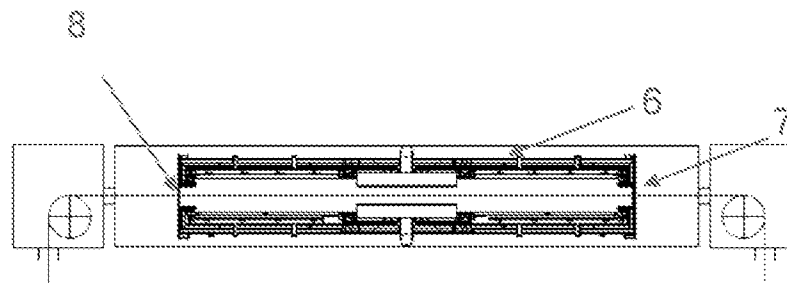
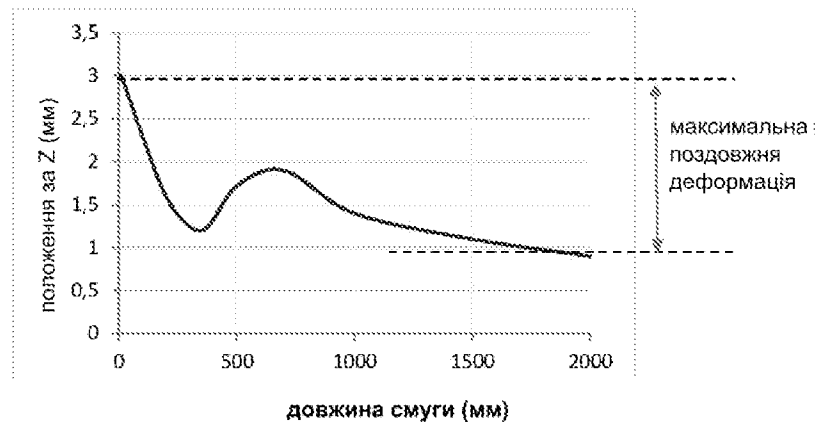
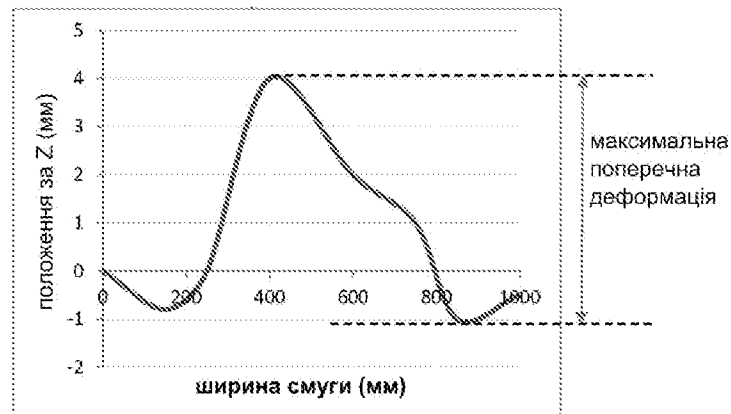


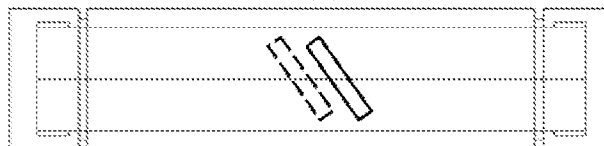
Fig. 4



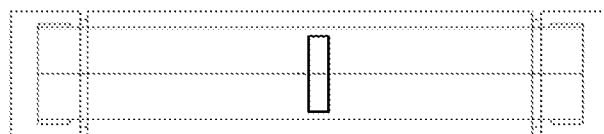
Фіг. 5a



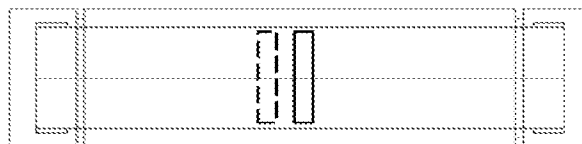
Фіг. 5b



Фіг. 6a



Фіг. 6b



Фіг. 6c