



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 155945

(13) U

(51) МПК

G01B 5/06 (2006.01)

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

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

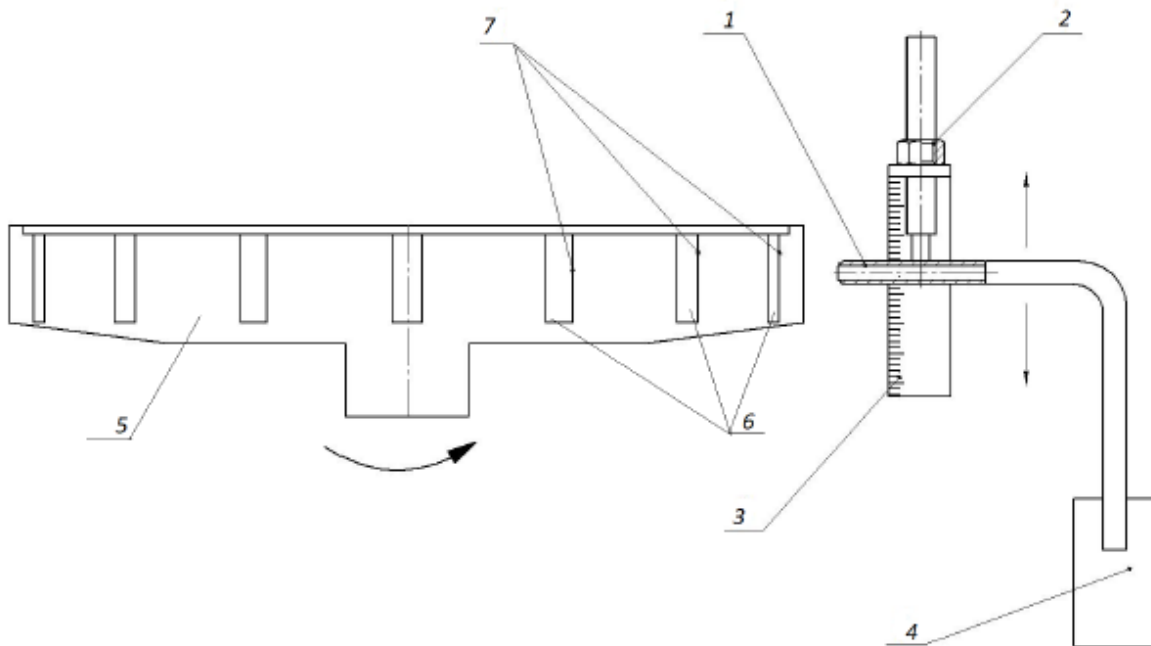
(21) Номер заявки: **u 2023 05662**
(22) Дата подання заявки: **24.11.2023**
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **18.04.2024**
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: **17.04.2024, Бюл.№ 16**

(72) Винахідник(и):
**Хоменко Олексій Віталійович (UA),
Гончаров Олександр Андрійович (UA),
Найда Максим Васильович (UA),
Бадалян Анна Юрїївна (UA),
Трофименко Павло Євгенович (UA)**
(73) Володілець (володільці):
**СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Римського-Корсакова, буд. 2, м. Суми,
40007 (UA)**
(74) Представник:
Гудков Сергій Миколайович

(54) ПРИЛАД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ ТОВЩИН ПЛІВОК, ЩО СТІКАЮТЬ З ПЛІВКОУТВОРЮВАЧА ВІДЦЕНТРОВОГО РОЗПИЛЮВАЧА

(57) Реферат:

Прилад для визначення локальних товщин плівок, що стікають з плівкоутворювача відцентрового розпилювача, складається з приймача рідини, що з'єднаний зі збірником рідини. Приймач рідини виконаний локальним у вигляді Г-подібної трубки, яка закріплена на покажчику положення приймача рідини за допомогою пристрою точного позиціонування.



UA 155945 U

Корисна модель належить до вимірювальної техніки та призначена для визначення локальних товщин плівок, які стікають з плівкоутворювача відцентрового розпилювача.

Із розвитком сучасних технологій все більш актуальною стає задача визначення локальних товщин плівки, а не загальної товщини. Крім того, існують певні технологічні виробничі процеси, які вимагають моніторингу локальних товщин плівок.

Так, наприклад, у ряді виробництв використовуються відцентрові плівкові розпилювачі. Даний тип розпилювача має дуже широку сферу застосування: у харчовій, хімічній, фармацевтичній та інших галузях промисловості для тепло- та масообміну між краплями рідини та газовою фазою в процесах розпилювального сушіння, абсорбції, проведення міжфазних реакцій, охолодження рідин, кондиціювання газів та інших подібних процесів.

Такий широкий спектр використання відцентрових плівкових розпилювачів говорить про високу ефективність роботи пристрою. Висока ефективність роботи плівкових розпилювачів залежить від параметрів плівки, яка стікає з країв розпилювача, зокрема від швидкості руху плівки і розподілу її товщини на краю плівкоутворювача. Однак вивчення процесу розтікання плівки рідини при її русі по стінці плівкоутворювача, що обертається, процес розпаду плівки, що стікає з країв плівкоутворювача, а також вимірювання її товщини ще недостатньо вивчений.

Існують різні методи та прилади для визначення товщини плівок, але більшість з них призначена для вимірювання загальної товщини плівки, а не локальних значень. Принцип роботи яких ґрунтується на використанні різних фізичних явищ та характеристик досліджуваних матеріалів (зміна хімічного складу, електричного опору, ємності, оптичної, радіаційної або магнітної провідності первинного давача тощо) [1-3]. При підходах, описаних у цих роботах, для визначення товщини використовують відповідні рівняння, які зв'язують характеристики, що вимірює прилад та різні фізичні константи матеріалу. Ці методи визначення товщини характеризуються помірною точністю і використовують наперед відомі константи матеріалів. Для новітніх наноматеріалів, які знаходяться в процесі розробки, значення основних констант часто є невідомими, що робить визначення товщини покриттів з таких матеріалів досить наближеним. Задача ще більше ускладнюється у випадку багатощарових нанометрових покриттів.

Прямі методи вимірювання товщини, такі як оптична [4], растрова [5-6] і просвічуюча [6] електронна мікроскопія та механічна профілометрія [7-9] позбавлені зазначених вище недоліків, оскільки визначають висоту сходинки "шар-підкладка", яка може бути утворена або неконтрольованими дефектами покриття [1, 3]. При цьому виникає проблема коректного вимірювання локальних товщин плівки. Крім того, цим методам бракує точності при визначенні товщини ультратонких шарів (товщиною 1-10 нм), а методи просвічуючої електронної мікроскопії є високозатратними і мають малу статистичну вибірку.

Найближчим аналогом корисної моделі є відома конструкція приладу для виміру щільності розподілу дисперсної фази в поперечному перерізі струменя [10]. Відомий прилад має приймач рідини, що виконаний у вигляді вертикального каскаду комірок з приймачами рідини, що з'єднані зі збірником рідини.

Недоліком відомого приладу для виміру щільності розподілу дисперсної фази в поперечному перерізі струменя є те, що пробовідбірник не уловлює дрібні краплі рідини, оскільки розташований на відносно великій відстані від відцентрового розпилювача, а в процесі розпилювання відбувається інтенсивне випаровування дрібних крапель рідини. Також пробовідбірник не уловлює великі краплі, тому що він має обмеження за розмірами. Ці недоліки впливають на точність результатів дослідження.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення приладу, який би більш точно вимірював локальну товщину плівки, що утворює відцентровий розпилювач.

Поставлена задача вирішується тим, що у приладі для визначення локальних товщин плівок, що стікають з плівкоутворювача відцентрового розпилювача, який складається з приймача рідини, що з'єднаний зі збірником рідини, згідно з корисною моделлю, приймач рідини виконаний локальним у вигляді Г-подібної трубки, яка закріплена на покажчику положення приймача рідини за допомогою пристрою точного позиціонування.

Використання усіх суттєвих ознак пристрою, включаючи відмінні, дозволяє більш точно вимірювати товщину плівки, розташовувати приймач якомога ближче до відцентрового розпилювача і при цьому уловлювати повний об'єм рідини, що розпилюється у заданій площині.

Корисна модель дозволяє проводити визначення товщини дуже тонких плівок товщиною до декількох нанометрів, зокрема, які використовуються як мастило у нано- та мікроелектромеханічних конструкціях.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, на якому зображена схема приладу для визначення локальних товщин плівок, що стікають з плівкоутворювача відцентрового розпилювача.

5 Прилад для визначення локальних товщин плівок, що стікають з плівкоутворювача складається з локального приймача 1 рідини, у вигляді Г-подібної трубки, який зафіксований на показчику 3 положення приймача рідини за допомогою пристрою 2 точного позиціонування приймача. Нижній кінець локального приймача 1 рідини опущений у збірник рідини 4. Прилад для визначення локальних товщин плівок розташований на відстані від 1 до 10 мм від плівкоутворювача 5 відцентрового розпилювача. У плівкоутворювачі 5 відцентрового розпилювача виконані канали 6 плівкоутворювача з кромками 7.

Прилад для визначення локальних товщин плівок, що стікають з плівкоутворювача відцентрового розпилювача, працює наступним чином.

3 кромки 7 каналів 6 плівкоутворювача 5 витікає рідини у вигляді плівки, яка на невеликій відстані від кромки 7 починає перетворюватися на краплі. Ці краплі мають радіальну та тангенціальну складову швидкості руху, що визначають швидкість руху плівки. Частина плівки потрапляє через локальний приймач 1 рідини у збірник 4 рідини. Кількість крапель в середньому за один прохід плівки дорівнює обсягу плівки, яка перетворюється на краплі. Маса рідини, що уловлюється приймачем, дорівнює:

$$\Delta m = \rho \cdot h \cdot s \cdot v \cdot t \cdot N,$$

20 де: ρ - густина рідини;
 h - локальна товщина плівки;
 s - площа перерізу приймача;
 v - частота обертів розпилювача;
 t - час відбору;
 25 N - кількість плівкоутворювачів.

Визначаючи масу рідини на електронних вагах, яка опинилася в збірнику 4 рідини, знаючи густину рідини, частоту обертання відцентрового розпилювача, площу перерізу локального приймача 1 рідини, час відбору рідини та кількість плівкоутворювачів 5, можна визначити середню локальну товщину плівки на кожному плівкоутворювачі:

$$30 \quad h = \frac{\Delta m}{\rho \cdot s \cdot v \cdot t \cdot N}.$$

За допомогою пристрою 2 точного позиціонування локального приймача 1 рідини вимірюється локальна товщина плівки в заданій точці.

35 При вимірюванні товщини плівки цим приладом рідини повинні бути обов'язково чистими, без домішок. Результати вимірювання товщини плівки можна використовувати для промислового проектування розпилювачів рідини.

Джерела інформації:

1. P. Trofimenko and M. Naida, *Int. Appl. Mech.*, 53, No. 1: 116 (2017); <https://doi.org/10.1007/s1077>.
2. Криночкін Р.В. Проблеми вимірювання товщини нанесеного покриття та методи підвищення його точності / Р.В. Криночкін, О.В. Осадчук // *Науковий вісник КУЕІТУ. Нові технології*. - 2009. - № 1 (23). - С. 102-105.
3. J.Zh. Cheng, L. Sh. Dan, K.Y. Kwan, L.Y. Wei. Method of nano thin film thickness measurement by Auger electron spectroscopy: United States Patent 7582868, September 1, 2009.
4. L. S. Metlov, M. M. Myshlyayev, A. V. Khomenko, and I. A. Lyashenko, *Tech. Phys. Lett.*, 38, Iss. 11: 972 (2012); <http://dx.doi.org/10.1134/S1063785012110107>.
- 45 5. Л.М. Черняк, М.В. Найда, С.Г. Гончарук, П.М. Трактиренко, *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*, № 2: 54 (2015). <https://journals.khnu.km.ua/index.php/MeasComp/issue/download/126/vottp-2015-2>.
- 50 6. P.E. Trofimenko, M.V. Naida, and A.V. Khomenko, *Nanosistemi, Nanomateriali, Nanotehnologii*, 18, No. 3: 565 (2020); https://www.imp.kiev.ua/nanosys/media/pdf/2020/3/nano_vol18_iss3_p565p576_2020.pdf.
7. Method and a system for film thickness sample assisted surface profilometry: United States Patent № 5757502. - May 26, 1998.
8. Dektak 150 with 200 mm Wafer Support. Unmatched Performance and Versatility [Electronic resource]. - Mode of access: http://www.bruker-axs.com/uploads/tx_linkselectorforpdfpool/Dektak-150_Stylus_Profilometer_brochure.pdf. - 2010. - 4 p.
- 55 9. Binnig G. Atomic Force Microscope / G. Binnig, C.F. Quate, C Gerber. // *Physics Review Letters*. - 1986. - Vol. 56. - P. 930-933.

10. Пажи Д.Г., Корягин А.А., Ламм Э.Л. Распыливающие устройства в химической промышленности. - М.: Химия, 1975. - С. 189-191.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5

Прилад для визначення локальних товщин плівок, що стікають з плівкоутворювача відцентрового розпилювача, що складається з приймача рідини, що з'єднаний зі збірником рідини, який **відрізняється** тим, що приймач рідини виконаний локальним у вигляді Г-подібної трубки, яка закріплена на покажчику положення приймача рідини за допомогою пристрою точного позиціонування.

10

