



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **103560** (13) **C2**
(51) МПК (2013.01)
G01R 1/00
G01N 27/68 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2012 07128	(72) Винахідник(и): Томілін Сергій Володимирович (UA), Яновський Олександр Сергійович (UA), Томіліна Ольга Андріївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 12.06.2012	(73) Власник(и): ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ" МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ, вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя, 69600 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.10.2013	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: GB 2195204 A; 30.03.1988 DE 2802196 A1; 26.07.1979 WO 03001219 A2; 03.01.2003 EP 2228646 A2; 15.09.2010 RU 2439587 C1; 10.01.2012 RU 2237890 C2; 10.10.2004 Павлов Л.П. Методы измерения параметров полупроводниковых материалов / 2-е изд. - М.: Высшая школа, 1987. - 239 с. - С. 7-10
(41) Публікація відомостей про заявку: 25.02.2013, Бюл.№ 4	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.10.2013, Бюл.№ 20	

(54) ДВОЗОНДОВА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА КОНТРОЛЮ СУЦІЛЬНОСТІ НАДТОНКИХ ПРОВІДНИХ ПЛІВОК

(57) Реферат:

Двзондова система вимірювання електричних характеристик та контролю суцільності надтонких провідних плівок на напівпровідникових та діелектричних підкладках належить до мікро- і наноелектроніки. Система містить: предметний столик, що складається з двох частин, в яких виконано наскрізні співвісні прорізи, та станини з мікрометричними гвинтами, причому нижня частина столика встановлена на станину, а верхня має змогу вертикального переміщення відносно нижньої вздовж напрямних; двох автономних систем управління зондами; двох голчастих зондів, які мають спіральні пружинні ділянки та мікрометричне загострення; електричної схеми підключення зондів для дослідження вольт-амперних характеристик, яка складається із джерела живлення, цифрового вольтметра та амперметра. Система, призначена для оцінки провідних властивостей тонкоплівкових покриттів, визначення електричних властивостей контакту провідної плівки з напівпровідниковою підкладкою та ступеня структурованості (суцільності) плівки.

UA 103560 C2

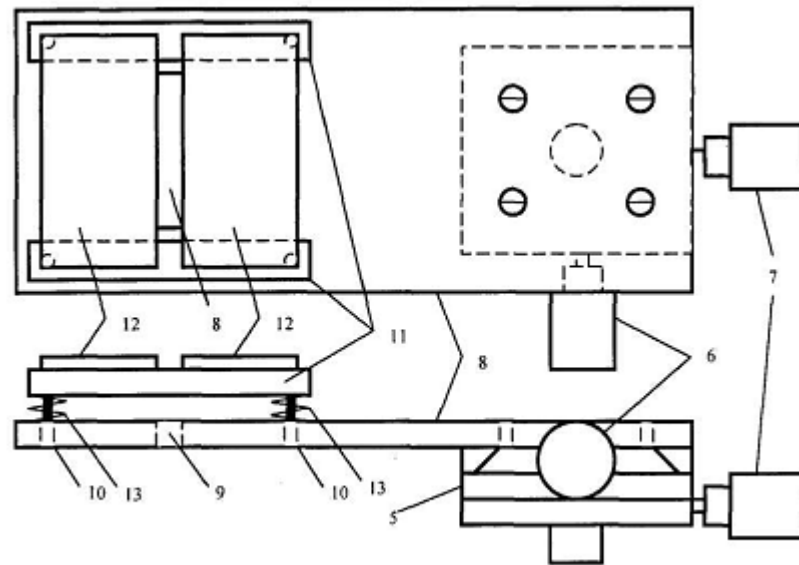


Fig. 2

Винахід належить до галузі мікро- і наноелектроніки, а саме до пристроїв вимірювання електричних характеристик і контролю суцільності структурованих надтонких провідних плівок на напівпровідникових підкладках.

Відомий голчастий зонд для вимірювання електричних характеристик планарних елементів інтегральних схем (Патент RU № 2439587 МПК G01R1/067 опубл. 10.01.2012 г.), який містить металеві притискні голчасті контакти, вмонтовані в діелектричний корпус.

Недоліком технічного рішення є неможливість контролю сили притиснення зондів до вимірюваного зразка, що призводить до неможливості відтворення властивостей контакту при проведенні серії вимірів в різних точках зразка.

Спільними, з рішенням, що заявляється, ознаками, є використання металевих притискних голчастих контактів, вмонтованих в діелектричний корпус.

Відомий пристрій для контролю суцільності покриттів з діелектричних матеріалів на електропровідній основі (Патент RU №2237890 МПК G01N27/68, G01R31/12 опубл. 10.10.2004 г.), який містить електричний трубчастий зонд, через який пропускається потік інертного газу і до якого підведено змінну електричну напругу.

Недоліком технічного рішення є принципова неможливість контролю суцільності провідних покриттів на напівпровідникових підкладках. Система має також обмеження по товщині досліджуваних покриттів.

Спільними, з рішенням, що заявляється, ознаками, є використання зонда, до якого підведено електричну напругу, для виявлення дефектів суцільних покриттів, нанесених на основу (підкладку).

Прототипом вибрано двозондову систему вимірювання питомого опору напівпровідникових структур з використанням голчастих електричних зондів (Л.П. Павлов / Методы измерения параметров полупроводниковых материалов / 2-е изд. - М.: Высшая школа, 1987.-239 с. - С. 7), яка включає два притискних голчастих зонди з мікрометричним загостренням та електричну схему підключення зондів, яка складається з джерела живлення, цифрового вольтметра та амперметра.

Недоліком цієї системи є необхідність дотримання вимоги до параметрів вимірюваних зразків (правильна геометрична форма з постійної площею перерізу), необхідність попередньої підготовки зразків (нанесення металізації на торцях зразка для організації омичних контактів), неможливість вимірювання параметрів структурованості надтонких провідних плівок на напівпровідникових підкладках.

Спільними, з рішенням, що заявляється, ознаками, є використання двох притискних голчастих зондів з мікрометричним загостренням та електричної схеми підключення зондів, що складається з джерела живлення, цифрового вольтметра та амперметра.

В основу винаходу поставлено технічну задачу розробити двозондову систему вимірювання електричних характеристик та контролю суцільності надтонких провідних плівок, яка шляхом вимірювання вольт-амперних характеристик забезпечує можливість в одному технологічному циклі оцінити провідні властивості плівки, властивості електричного контакту плівки з напівпровідниковою підкладкою та ступінь суцільності (структурованості) плівки, що дозволяє здійснювати експрес-контроль зазначених параметрів для зразків надтонких провідних плівок на напівпровідникових підкладках, в тому числі і для зразків неоднорідних провідних покриттів з можливістю сканування вздовж зразка.

Суттєвими ознаками винаходу є наявність:

- предметного столика, що складається з двох частин, в яких виконано наскрізні співвісні прорізи, та станини з мікрометричними гвинтами, причому нижня частина столика встановлена на станину, а верхня має змогу вертикального переміщення вздовж напрямних відносно нижньої;

- двох автономних систем управління зондами;
- двох голчастих зондів, які мають спіральні пружинні ділянки та мікрометричне загострення;
- електричної схеми підключення зондів для дослідження вольт-амперних характеристик, яка складається з джерела живлення, цифрового вольтметра та амперметра.

Відмінними від прототипу ознаками є:

- наявність предметного столика, що складається з двох частин, в яких виконано наскрізні співвісні прорізи, та станини з мікрометричними гвинтами, причому нижня частина столика встановлена на станину, а верхня має змогу вертикального переміщення вздовж напрямних відносно нижньої;

- наявність двох автономних систем управління зондами;
- виконання зондів зі спіральними пружинними ділянками.

Технічний результат використання запропонованої системи забезпечує вимірювання електричних характеристик та дозволяє здійснювати контроль суцільності надтонких провідних плівок на напівпровідникових підкладках, в тому числі, і для зразків неоднорідних провідних покриттів з можливістю сканування вздовж зразка.

5 Перелік фігур креслення.

На фіг. 1 наведено схему запропонованої системи.

На фіг. 2 наведено схему предметного столика.

На фіг. 3 наведено схему нижнього зонда з системою управління.

На фіг. 4 наведено схему верхнього зонда з системою управління.

10 На фіг. 5 наведено електричну схему підключення зондів.

Наявність у запропонованій системі двох автономних систем управління зондами дозволяє позиціонувати кожен зонд відносно досліджуваного зразка. Наявність двох голчастих зондів, які мають спіральні пружинні ділянки та мікрометричне загострення, дозволяє контролювати та відтворювати параметри контакту зондів зі зразком. Наявність предметного столика, який складається з двох частин (нижньої, встановленої на станину з мікрометричними гвинтами, та верхньої, рухомої відносно нижньої) дозволяє переміщувати зразок відносно зондів та виконувати сканування вздовж зразка.

20 Двוזондова система вимірювання електричних характеристик та контролю суцільності надтонких провідних плівок на напівпровідникових та діелектричних підкладках складається із змонтованих на платформі 1 предметного столика 2 і систем управління (позиціонування) нижнім 3 і верхнім 4 зондами.

Направляюча станина 5 з мікрометричними гвинтами 6 та 7 дозволяє здійснювати позиціонування столика 2 в його площині по двох ступенях вільності. До станини 5 закріплено нижню частину 8 столика 2, яка виконана з діелектричного матеріалу (текстоліт, фторопласт, плексиглас і т. і.).

У нижній частині 8 столика 2 виконано наскрізний поперечний проріз 9, довжину якого обумовлює довжина мікрометричного гвинта 6. В нижній частині 8 столика 2 також виконано чотири наскрізні отвори для напрямних 10 верхньої частини столика 2. Верхня частина предметного столика 2 складається з двох тримачів 11, на які закріплено приладове скло 12 (складається з двох скляних пластин, між якими залишається зазор), так що зазор між пластинами співвісний по вертикалі з серединою прорізу в нижній частині 8 столика 2. Верхня частина предметного столика 2 має змогу вільного переміщення по вертикалі відносно нижньої частини 8 по напрямних 10, спираючись на чотири м'яких пружини 13, співвісних з напрямними 10. Така конструкція столика 2 дозволяє здійснювати регульоване переміщення досліджуваного зразка відносно нижнього 3 і верхнього 4 зондів, при цьому притискання верхнього зонда 4 до зразка приводить до опускання верхньої частини предметного столика 2 і забезпечує контакт досліджуваного зразка з нижнім зондом 3.

Система управління нижнім зондом 3 складається зі станини 14, на яку встановлена діелектрична рамка 15 з трубчастою напрямною 16. Зонд 3 закріплений жорстко нижнім кінцем у рамці 15, а верхній кінець може здійснювати вільне переміщення вздовж трубчастої напрямної 16. Зонд 3 виконаний у вигляді вольфрамової голки з пружинною спіральною ділянкою. Така конструкція дозволяє регулювати ступінь притискання зонда 3 до контактної поверхні досліджуваного зразка. Кінець зонда 3 має мікрометричне загострення у вигляді тригональної піраміди з нанесеним срібленням. Підключення зонда 3 здійснюється через контакт 17.

45 Система управління верхнього зонда 4 складається з основи 18 і станини 19, з'єднаних шарнірним з'єднанням 20. Гвинти 21, 22 і 23 дозволяють здійснювати позиціонування зонда 4 за трьома ступенями вільності. На станині 19 встановлено діелектричну рамку 24, в якій розміщений верхній зонд 4. Кінець верхнього зонда 4 виконаний ідентично з кінцем нижнього зонда 3. Підключення зонда 4 здійснюється через контакт 25.

50 Схему підключення зондів для зняття вольт-амперних характеристик та аналізу суцільності структурованих надтонких провідних плівок на напівпровідникових і діелектричних підкладках зображено на фіг. 5. Схема підключення зондів складається з регульованого джерела живлення постійного струму 26, цифрового вольтметра 27 та амперметра 28.

Приклад конкретного виконання:

55 На текстолітовій платформі 1 закріплені: станина 5 з мікрометричними гвинтами 6 та 7, які дозволяють здійснювати переміщення складових елементів станини в горизонтальній площині з точністю до 10 ± 5 мкм, для встановлення нижньої частини 8 предметного столика 2, станина 14 системи управління нижнім зондом 3 та основа 18 системи управління верхнім зондом 4.

60 Нижня частина 8 столика 2 виконана у вигляді плексигласової плити розміром 9×14 см і кріпиться до станини 5 болтовим з'єднанням. В нижній частині столика 8 виконано наскрізний

отвір 9 довжиною $30 \pm 0,5$ мм та шириною $3 \pm 0,5$ мм. Також в нижній частині 8 столика 2 виконано чотири отвори для напрямних 10 верхньої частини предметного столика 2.

Верхня частина предметного столика 2 складається з двох пластикових тримачів 11, які жорстко закріплені до напрямних 10. На тримачі 11 за допомогою клею закріплено дві скляні пластини 12, між якими утворюється зазор $1,5 \pm 0,5$ мм для підводу нижнього зонда 3 до досліджуваного зразка. При цьому зазор між стеклами співвісний по вертикалі з серединою прорізу в нижній частині 8 столика 2. Верхня частина предметного столика 2 має змогу вільного переміщення по вертикалі відносно нижньої частини 8 по напрямних 10, спираючись на чотири м'яких пружини 13, співвісних з напрямними 10.

На станину 14 закріплено фторопластову рамку 15, в яку вмонтовано керамічну трубку 16. Трубка 16 відіграє роль напрямної для нижнього зонда 3.

На основу 18 закріплена станина 19 за допомогою шарнірного з'єднання 20, причому гвинт 21 дозволяє здійснювати регульоване кутове переміщення станини 19 відносно основи 18. Гвинти 22 та 23 здійснюють переміщення станини 19 за двома ступенями вільності. В сукупності гвинти 21, 22 та 23 дозволяють системі управління позиціонувати верхній зонд 4 за трьома ступенями вільності.

До станини 19 закріплено фторопластову рамку 24 для верхнього зонда 4.

Рамки 15 та 24 мають розбірну конструкцію для встановлення зондів.

Зонди 3 та 4 виготовлені з вольфрамового дроту товщиною $0,6 \pm 0,05$ мм. На кінцях зондів виконане мікрометричне загострення у вигляді тригональної піраміди. Загострення виконане шляхом механічної заточки з полірковкою під мікроскопом. На поверхні пірамідального загострення виконане посріблення методом термічного напилення у вакуумі з подальшим вакуумним відпалом. На обох зондах методом механічного скручення виконані спіральні пружинні ділянки. Електричні контакти з зондами виконані у вигляді латунних затискачів.

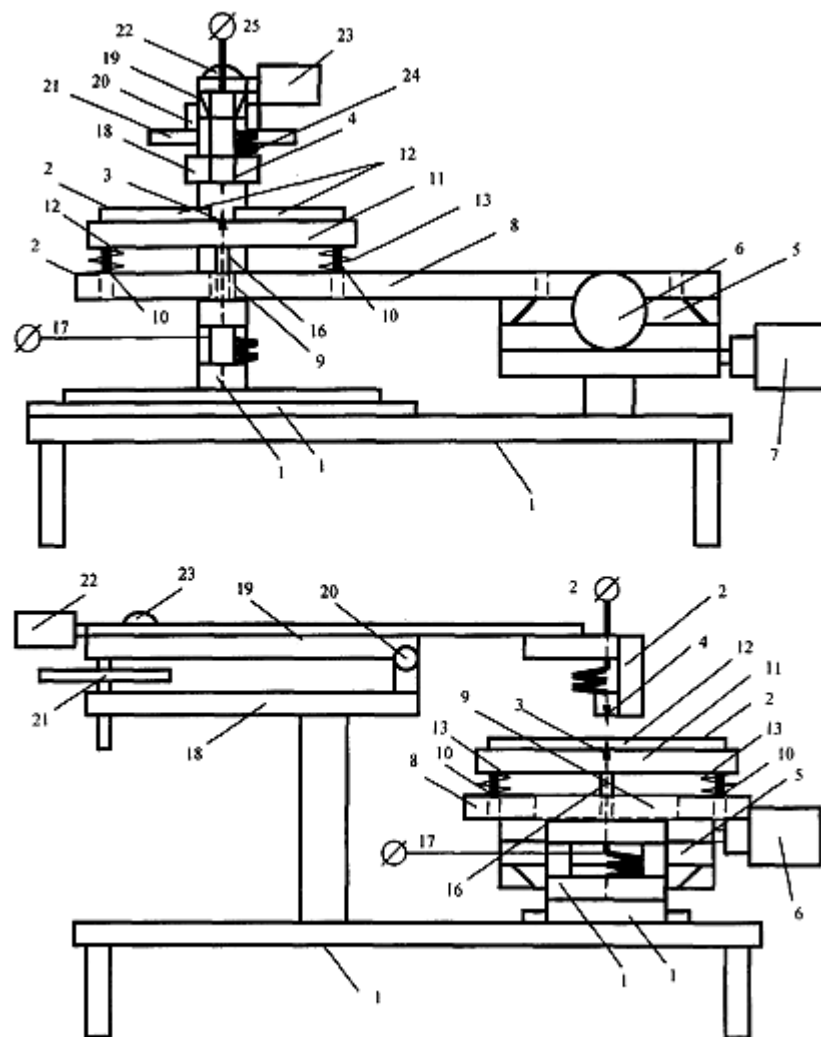
Електрична схема містить регульоване джерело живлення постійного струму 26 до якого підключені цифровий вольтметр 27 та амперметр 28.

Діапазон вимірювань визначається параметрами зразка та можливостями структурних елементів електричної схеми підключення зондів.

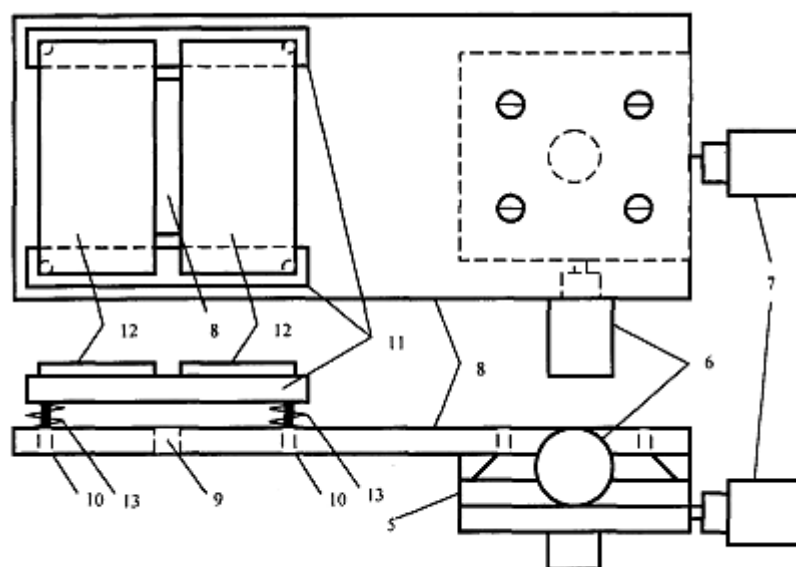
Таким чином, чином запропонована система дозволяє вимірювати вольт-амперні характеристики зразків надтонких провідних покриттів на напівпровідникових підкладках та забезпечує можливість в одному технологічному циклі оцінити провідні властивості плівки, властивості електричного контакту плівки з напівпровідниковою підкладкою та ступінь суцільності (структурованості) плівки. Заявлені властивості дозволяють здійснювати експрес-контроль зазначених параметрів, в тому числі і для зразків неоднорідних провідних покриттів з можливістю сканування вздовж зразка.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Двзондова система вимірювання електричних характеристик і контролю суцільності надтонких провідних плівок, яка містить два притискних голчастих зонди з мікрометричним загостренням для контролю та відтворення параметрів контакту зондів зі зразком та електричну схему підключення зондів, що складається з джерела живлення, цифрового вольтметра та амперметра, яка **відрізняється** тим, що містить предметний столик, який складається з двох частин, в яких виконано наскрізні співвісні прорізи, та станини з мікрометричними гвинтами, причому нижня частина столика встановлена на станину, а верхня, що складається з двох тримачів, на яких закріплено дві пластини, між якими утворено зазор для підводу зонда до зразка, виконана з можливістю вертикального переміщення вздовж напрямних відносно нижньої; та дві автономні системи управління зондами, які мають спіральні пружинні ділянки та розташовані відповідно під та над столиком, причому нижній зонд проходить через наскрізні отвори в столику.



Фиг. 1



Фиг. 2

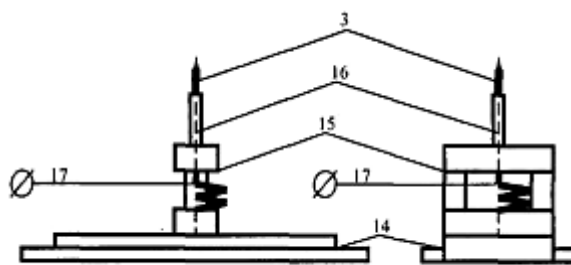


Fig. 3

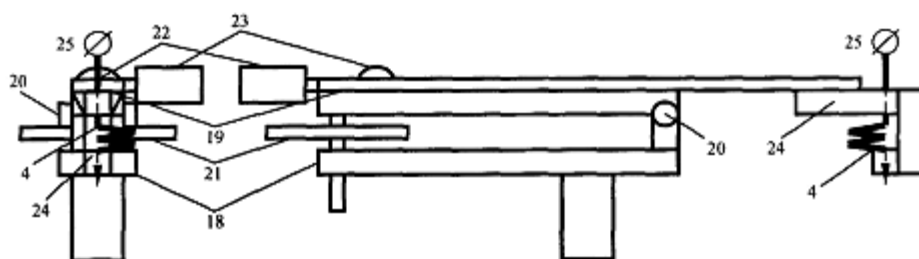


Fig. 4

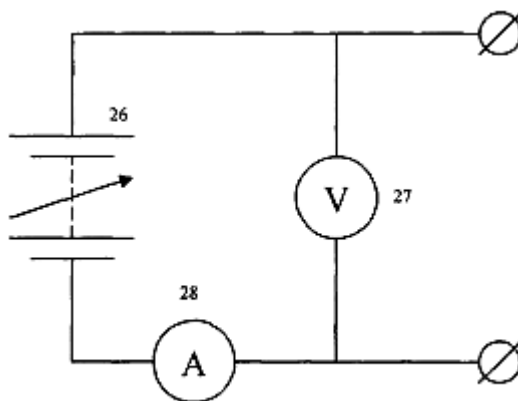


Fig. 5

Комп'ютерна верстка І. Мироненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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