

Винахід належить до технології нанесення пористих плівок і покриттів і може бути використаний в електронній техніці, наприклад, для металізації матеріалів (лавсан, капрон, напівпровідникові сполуки).

Відомий спосіб одержання пористих плівок [1] згідно з яким плівку утворюють при осадженні на підкладку комплексів атомів (кластерів) за рахунок їх власної кінетичної енергії.

Самі кластери утворюються внаслідок охолодження при адіабатичному розширенні потоку атомів, які з надзвучовою швидкістю через отвір малого діаметру (сопла Лавалля) витікають з розігрітого тиглю, при цьому температура пару в середині тигля (T_m) і на виході із сопла (T_a) повинна задовольняти нерівності

$$T_m/T_a \geq 10^4.$$

Однак, при такому способі осадження адгезія плівок недостатня, тому що вона обумовлена дуже малою кінетичною енергією кластерів, яка дорівнює $W=kT_a N$, де N - число атомів в одному кластері, k - постійна Больцмана.

Для покращення адгезії плівок кластери іонізують електронними ударами з подальшим прискоренням позитивно заряджених кластерів в електричному полі і їх осадженням при більшій кінетичній енергії.

У відомому також способі нанесення пористих плівок [1], який включає прискорення в електричному полі і осадження заряджених кластерів в вакуумі на підкладку, обраному як прототип, кластери іонізують електронними ударами, завдяки використанню кільцевої електронної гармати, прискорюють в напрямку руху до підкладки в електричному полі, що утворюють завдяки подачі від'ємної різниці потенціалів між підкладкою та катодом кільцевої гармати, і осаджують на підкладку з підвищеною кінетичною енергією.

Недоліком відомого способу є обов'язкове використання електронної гармати для іонізації кластерів, що суттєво ускладнює спосіб, тому що доводиться вводити складний електронний елемент у вакуумну зону. При цьому ступінь іонізації кластерів електронним ударом не перевищує 20-50%, що веде до осадження на підкладку не тільки іонізованих, а й нейтральних кластерів з малою кінетичною енергією. Крім того, заряд іонізованого кластера дорівнює +1. Як відомо, енергія зарядженої частинки в електричному полі прямо пропорційна заряду, тому для придбання кінетичної енергії, що забезпечує потрібну адгезію покриття, необхідно використовувати більш значення прискорюючого електричного поля.

В основу винаходу поставлена задача спростити спосіб нанесення плівок з одночасним підвищенням адгезії пористих плівок за рахунок збільшення кінетичної енергії кластерів при осадженні їх на підкладку.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі нанесення пористих плівок шляхом прискорення в електричному полі і осадженні заряджених кластерів в вакуумі на підкладку згідно з винаходом, що заявляється кластери до прискорення вносять до плазми розряду, де вони отримують від'ємний заряд, потім їх вилучають з плазми.

При цьому, згідно з винаходом, кластери вилучаються з плазми за допомогою металеві сітки з великою прозорістю, на яку подають потенціал, приблизно рівний потенціалу плазми поблизу цієї сітки.

Запропонований спосіб дає можливість спростити спосіб нанесення плівок шляхом використанням плазми розряду для забезпечення електричного зарядження кластерів, що не потребує внесення додаткових елементів в вакуумну зону.

Як відомо, коли в плазму вносять сторонні частинки, то вони за рахунок швидких електронів плазми одержують від'ємний заряд [2], який визначає їх плаваючий електричний потенціал, величина якого залежить від температури плазми [3]. Ці заряджені кластери рухаються в плазмі як за рахунок електричного поля (якщо воно є), так і під дією гравітаційних сил і таким чином їх вилучають з плазми. Потім заряджені частинки прискорюють в електричному полі в напрямку руху до підкладки і осаджують на ній. Як відомо, використання плазми розряду веде до 100%-го негативного зарядження кластерів, причому середня величина заряду залежить від розміру кластерів і при розмірах порядку 10^{-6} мкм дорівнює приблизно 100 [4]. Таким чином, всі кластери, після вилучення з зони плазми, прискорюють електричним полем, що покращує адгезію і, відповідно, якість покриття.

Винахід пояснюється кресленням, показаним на Фіг.

Фігура містить послідовно розташовані:

- пристрій 1 для подачі мікрочастинок (кластерів) (наприклад, камера в якій розміщують кластери і використовують механічну вібрацію для забезпечення їх переміщення);
- вакуумну камеру 2, в якій реалізують газовий розряд (наприклад, тліючий або високочастотний);
- металеву сітку 3 з великою прозорістю;
- камеру 4, в якій забезпечують вакуумне розрідження і де розташовані прискорюючий електрод 5 і підкладка 6.

Заявлений спосіб реалізують таким чином. У плазму розряду, яку створюють в камері 2, подають мікрочастинки (кластери) за допомогою пристрою 1. В плазмі кластери одержують негативний заряд і під дією гравітаційного та електричного поля плазми прямують вниз до сітки 3, на яку подають потенціал, близький до потенціалу плазми, і виходять в камеру 4. Тут їх прискорюють за допомогою електроду 5 до потрібної енергії і осаджують на підкладку 6.

Відомо, що кінетична енергія зарядженої частинки в електричному полі дорівнює $W=qE$, де q - заряд частинки, а E - значення напруженості електричного поля. Запропонований спосіб нанесення покриттів з використанням плазми забезпечує як 100% зарядження кластерів, так і суттєве збільшення величини їх середнього заряду, що в тому ж самому електричному полі веде до суттєвого збільшення кінетичної енергії кластерів.

Приклад.

При подачі прискорюючого потенціалу, який дорівнює 500 В, кінетична енергія кластерів в прототипі дорівнює 500 еВ. В запропонованому способі заряд кластерів дорівнює ≈ 100 і, відповідно, кінетична енергія кластерів дорівнює ≈ 50000 еВ. При осадженні кластери з такою енергією мають суттєво кращий зв'язок з підкладкою. Таким чином, при використанні запропонованого способу осадження, адгезія плівки, яка безпосередньо залежить від кінетичної енергії осаджувальних частинок, буде суттєво вища.

Джерела інформації:

1. Готра З.Ю. Технология микроселектронных устройств. Справочник. М.: Радио и связь, 1991. с. 278.
2. Фортон В. Е., Храпак А. Г., Молотков В. И., Петров О. Ф. Пылевая плазма // Успехи физических наук. Т. 174, №5. 2004, с. 495.
3. Энгель А. Ионизованные газы. Физиздат, 1959.
4. Goree J. Charging of particles in a plasma // Plasma Sources. Sci. Technol, V. 3 (1994), p. 400-406.

