

Лебеза Я.П.

ДВНЗ «Ужгородський Національний Університет», м.Ужгород

ФІЗИЧНІ МЕТОДИ ОДЕРЖАННЯ ТОНКИХ ПЛІВОК

Актуальність теми. Розвиток технології одержання матеріалів у вигляді тонких плівок можна віднести до найбільш пріоритетних напрямів матеріалознавства. Цей факт зумовлений тим, що в тонких плівках властивості матеріалів часто значно відрізняються від тих, які були типові для тих самих матеріалів у вихідному стані.

Актуальність зумовлена тим, що від досконалості технологічних процесів нанесення тонких плівок у значній мірі залежать надійність та якість виробів мікроелектроніки, технічний рівень і економічні показники їхнього виробництва.

Мета роботи полягає у дослідженні методів отримання тонких плівок, їх схем роботи, а також у описанні основних методів одержання наноплівки.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ.

1. Термовакuumне наплення

Термовакuumний метод отримання тонких плівок заснований на нагріванні в вакуумі речовини до його активного випаровування і конденсації випаровування атомів на поверхні підкладки[1].

Суть методу термовакuumного наплення можна пояснити за допомогою спрощеної схеми установки, представленої на рис.1.1

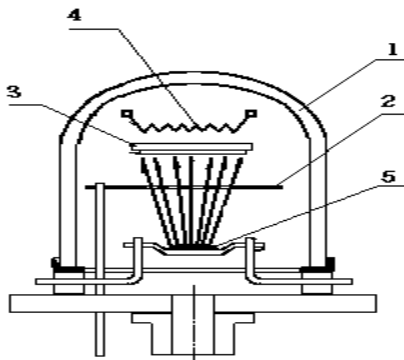


Рис 1.1 Схема установки термовакuumного випаровування:

1 - вакуумний ковпак; 2 - заслінка; 3 - підложкотримач з підкладкою, на якій може бути розміщена маска; 4 - нагрівач підкладки; 5 - випарник з розміщеним в ньому речовиною і нагрівачем;

2. Іонно-плазмові методи отримання тонких плівок

Іонно-плазмові методи набули широкого поширення в технології електронних засобів завдяки своїй універсальності і ряду переваг у порівнянні з іншими технологічними методами. Універсальність визначається тим, що з їх допомогою можна здійснювати різні технологічні операції: формувати тонкі плівки на поверхні підкладки, травити поверхню підкладки з метою створення на ній заданого рисунка інтегральної мікросхеми, здійснювати очищення поверхні. До переваг іонно-плазмових методів відносяться [4]:

- 1) висока керованість процесом;
- 2) можливість отримання плівок тугоплавких матеріалів, а також хімічних сполук і сплавів заданого складу;
- 3) найкраща адгезія плівок до поверхні тощо.

Суть методів іонно-плазмового розпилення тонких плівок полягає в обробці поверхні мішені з потрібної речовини іонами і вибиванні атомів (молекул) з мішені. Енергія іонів при цьому становить величину порядку сотень і тисяч електрон-вольт. Утворений атомний потік направляється на підкладку, де відбувається конденсація речовини і формується плівка. Розрізняють іонно-променеве розпорошення, здійснюване бомбардуванням мішені пучком прискорених іонів, сформованим в автономному іонному джерелі, і власне іонно-плазмове розпилення, при якому мішень є одним з електродів в газорозрядної камері і її бомбардування здійснюється іонами, що утворюються в результаті газового розряду.

Для розпилення мішені використовуються іони інертних газів (зазвичай аргон високої чистоти). Джерелом іонів служить або самостійний тліючий розряд, або плазма несамотійного розряду (дугового або високочастотного).

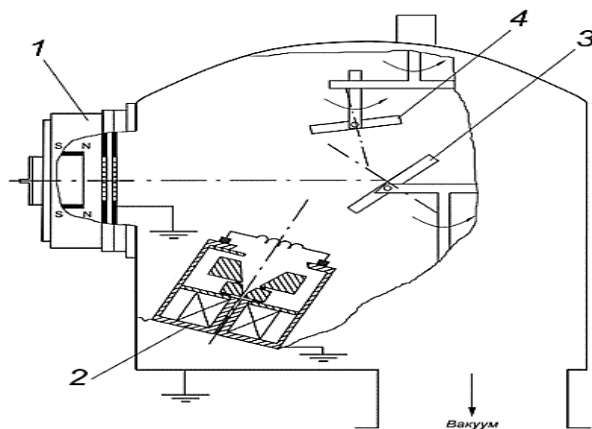
3. Іонно-променеві методи отримання тонких плівок

Тонкі плівки різних матеріалів можна наносити на підкладку, випаровуючи матеріал мішені пучком іонів інертних газів. Основні переваги цього методу

нанесення плівок у порівнянні з методом іонно-плазмового розпилення полягають у наступному[1]:

- можливість нанесення плівок матеріалів складного складу із збереженням компонентного складу мішені;
- малий робочий тиск у технологічній камері, обмежене лише швидкістю відкачування вакуумної системи, а не умовами підтримки розряду;
- відсутність електричних полів в області підкладки, що особливо важливо при нанесенні діелектричних плівок на підкладки з провідних матеріалів;
- можливість управління зарядами в осаджується діелектричної плівці за допомогою електронів, що емітуються катодом нейтралізації.

Іонно-променевий метод найбільш ефективний для нанесення плівок багатокомпонентних матеріалів, різних діелектриків, магнітних матеріалів.



Установка іонно-променевого розпилення представлена на рис. 1.2.

Рис. 1.2 Схема установки іонно-променевого розпилення: 1 – катод; 2 – джерело іонів Кауфмана; 3 – мішень; 4 – підкладка[9].

4. Молекулярно – променева епітаксія

Молекулярно – променева епітаксія (МПЕ) – це метод орієнтованого нарощування речовин при конденсації молекулярних пучків у вакуумі.

При цьому методі нарощування епітаксійних шарів проходить при більш низьких температурах ($400....800^{\circ}C$). Це зменшує вплив дифузії з підкладки. Крім того, цей метод дозволяє легко варіювати профіль легування[10].

Молекулярно – променева епітаксія проводиться в спеціальних установках, в яких використовуються два способи легування. Один з них основний на легуванні атомами домішки, яка випаровується, а другий – на іонній імплантації.

Після випаровування атоми кремнію і легуючої домішки досягають поверхні і вбудовуються в кристалічні ґратки. Основними перевагами методу є: низька температура процесу і висока точність управління рівнем легування. Зниження температури процесу зменшує дифузію домішки з підкладки і автолегування. Це дозволяє отримувати якісні тонкі шари.

5 Лазерне розпилення

Лазерне розпилення - унікальний технологічний процес, що дозволяє нанести на поверхню деталей матеріали, що володіють спеціальними властивостями, (метали, карбіди і т.д.), досягаючи, таким чином, відновлення геометрії, підвищення поверхневої міцності, корозійної стійкості, зниження тертя і інших ефектів. На відміну від технології, що використовує тепло електричної дуги чи згоряння суміші пального і кисню, лазерне розпилення забезпечує менший термічний вплив і змішування матеріалу підкладки з напилюваним матеріалом, при більш міцному їх скріпленні

ВИСНОВКИ

Оптимальним з фізичних методів отримання тонких плівок є метод термовакуумного напилення. Хоча цей метод і має такі недоліки, як неоднорідність одержаних плівок недостатню їх стабільність і щоб одержати високий вакуум для напилення потрібно важку схему, то він є найпоширенішим через те, що він має відносну простоту, високу швидкість осадження і можливість одержання плівок з мінімальними забрудненнями в умовах високого вакууму ($1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-7}$ Па).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Смирнов В. И. Физико-химические основы технологии электронных средств: учебное пособие/ Смирнов В. И.- Ульяновск: УлГТУ, 2005.- 112 с.
2. Термическое вакуумное напыление [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ecm-zink.ru/info/stati/termicheskoe-vakuumnoe-napylenie.html>.

3. Калинушкін Є. П. , Федоркова Н. М., Синиціна Ю. П. та ін. Тонкоплівкові матеріали та технології їх одержання: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2009. – 175 с.
4. Петухов В.Ю. Ионно-лучевые методы получения тонких пленок: учебно-методическое пособие для студентов физического факультета/ Петухов В.Ю., Гумаров Г.Г.- Казань, 2010.- 87 с.
5. Кузьмичев А. И. Магнетронные распылительные системы. Книга 1. Введение в физику и технику магнетронного распыления/ Кузьмичев А. И.- М.: Аверс, 2008. – 244 с.
6. Фізичні основи нанесення покриттів методом розпилення | високочастотний розпорошення | У несамотійному газовому розряді | Методи контролю параметрів осадження покриттів | Вакуумна МЕТАЛІЗАЦІЯ полімерних матеріалів | Особливості вакуумної металізації [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://um.co.ua/5/5-1/5-109224.html>.
7. 33.3 Реактивне розпилення [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://studfile.net/preview/9229425/page:4/>.
8. 4.3. Магнетронное распыление [Електронний ресурс] // Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://studfile.net/preview/2493747/page:3/>.
9. Аброян И.А. Физические основы электронной и ионной технологии/ Аброян И.А., Андронов А.Н., Титов А.И.- М.: Высшая школа, 1984.- 320с.
10. Молекулярно – променева епітаксія [Електронний ресурс] // Сумский государственный университет. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://studfile.net/preview/9229422/page:5/>.