

Звіт по проходженню наукової практики

Іван Сергієнко

група ФФ-11

ФТІ, КПІ

ВСТУП

Під час практики в інституті фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України я ознайомився з методами нанесення тонких плівок та відповідним обладнанням. За моєї участі були отримані тонкі плівки алюмінію на скляних підклаках дзеркала. Також я ознайомився з методами вимірювання люмінесценції та відповідним обладнанням. Були проведені вимірювання електролюмінесцентних легованих плівок ZnS. Також я ознайомився з методом атомно-силової мікроскопії, за допомогою якої була досліджена морфологія поверхні плівок алюмінію на склі. Я опрацював відповідну літературу по цим напрямках. В рамках практики я розробляв програму розрахунку оптичних сталих по спектрам пропускання та відбивання (за методом Сванполя).

1. НАНЕСЕННЯ ТОНКИХ ПЛІВОК

В процесі ознайомчої практики я брав участь в роботах по нанесенню на різноманітні підкладки тонких плівок металів та неметалів шляхом резистивного випаровування у вакуумі.

Роботи проводились на установках УВН2М-1 і ВУ-1А. Попередньо я ознайомився з будовою вказаних вакуумних установок: конструкцією відкачної системи з насосами попереднього та остаточного вакуума, камери наплення і електричної частини.

На установці УВН2М-1 були нанесені плівки Al товщиною 1300-1700 Å на підкладці скла АК-7. При нанесенні Al був виготовлений випаровувач з W -дроту діаметром 1мм з безпосереднім підігрівом. Струм пропускався через W -випаровувач, на якому знаходився Al -матеріал. При нагріванні до температури $\sim 600^{\circ}C$ Al розплавляється, легко розтікається по поверхні випаровувача і при температурі $\sim 1000^{\circ}C$ починає випаровуватися. Процес відбувається у вакуумній камері, відкачаній до тиску порядку 10^{-5} мм рт. ст.

Нанесені на підкладку плівки Al світлосірого кольору. Міцність зчеплення алюмінієвих плівок зі склом (попередньо очищеним) дуже велика. Ці плівки є доволі тверді і корозійно стійки через постійну присутність самовільно виникаючої в повітрі поверхневої плівки окису алюмінію ($\sim 80\text{\AA}$).

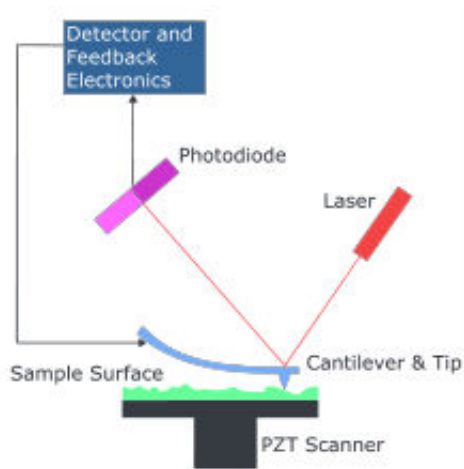
При нанесенні плівок SiO на установці ВУ-1А методом резистивного випаровування я був ознайомлений з влаштуванням контролю оптичних товщин тонких плівок в процесі їх нанесення.

Принцип дії пристрою оснований на фотоелектричному методі реєстрації променистого потоку відбитого від зразку, який напильється. При цьому про оптичну товщину матеріалу, що напильється, можна судити по зміні відбиття від зразку. Екстремальним значенням відбиття відповідає товщини плівки (d), кратна значенням $n \cdot \frac{\lambda}{4}$, де λ - довжина хвилі випромінювання на виході монохроматора, n - коефіцієнт заломлення ре-

човини, що наноситься.

З використанням цього пристрою були нанесені плівки SiO товщиною 1800 – 2000Å.

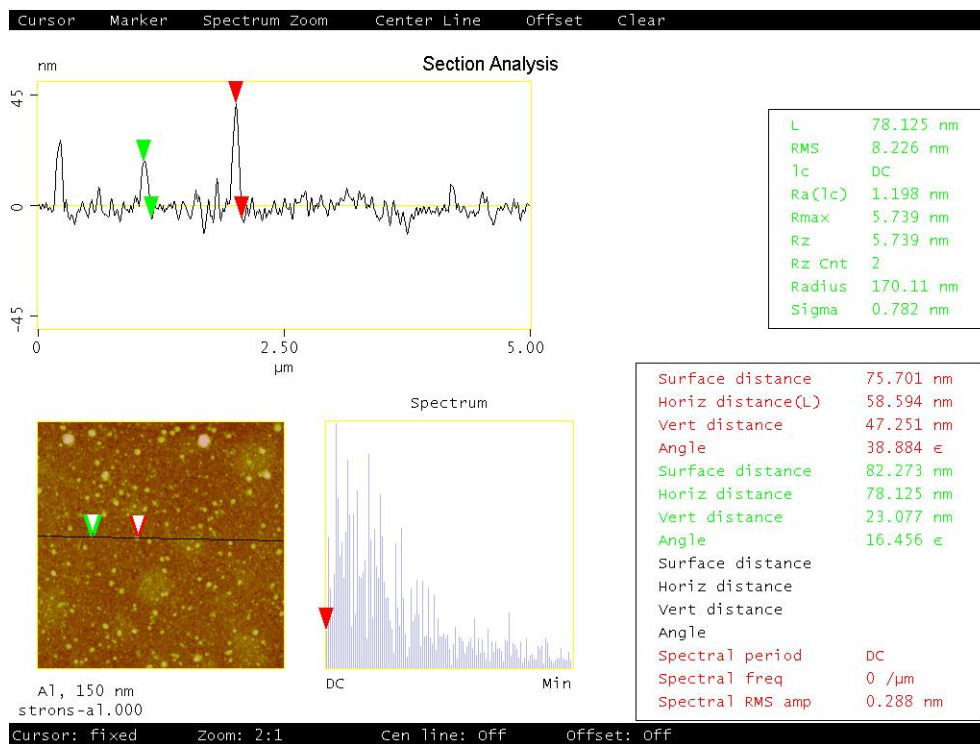
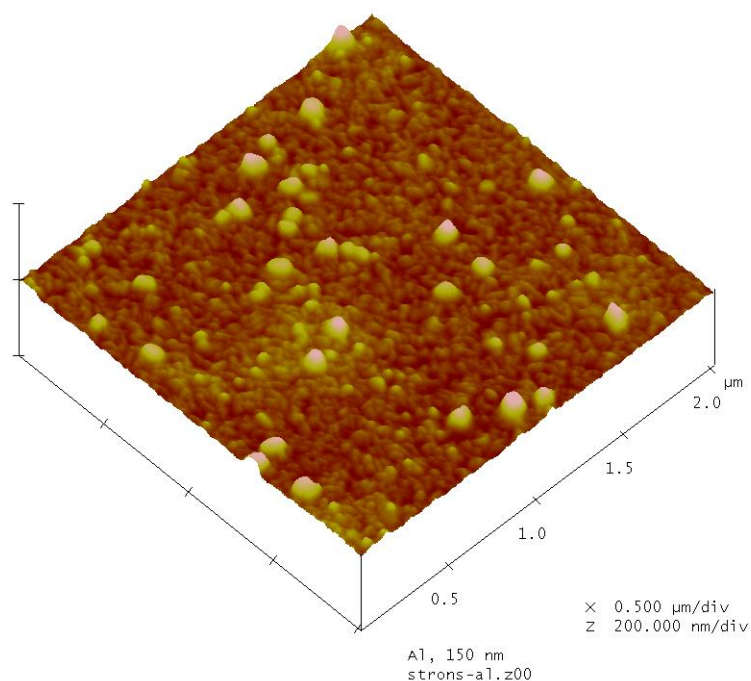
2. АТОМНО-СИЛОВА МІКРОСКОПІЯ



Принцип дії атомно-силового мікроскопу базується на силах, що виникають між атомами на близьких відстанях. Це сила відштовхування Паулі, викликана перекриттям електронних орбіталей, та сила притягування Ван Дер Ваальса. Разом вони формують потенціал Леннарда-Джонса. Скануючий щуп мікроскопа вносять в зону дії описаних сил, від чого він деформується. Деформація фіксується датчиками і програмне забезпечення відновлює зображення поверхні по відомим значенням діючої на щуп сили.

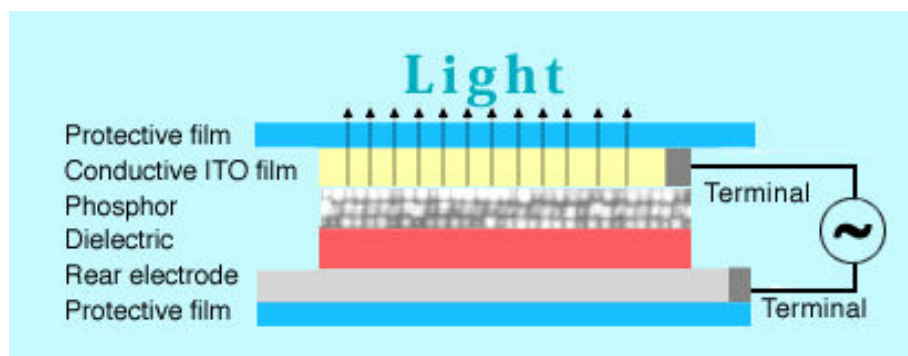
Високоточне переміщення поверхні під щупом забезпечують п'єзоелектричні елементи, які змінюють свою довжину в залежності від прикладеної напруги. Рухаючись над нерівною поверхнею, щуп підіймається і опускається, і ці дуже малі вертикальні переміщення детектуються за допомогою лазерного променя, який падає на верхню поверхню консольної балки з прикріпленим дзеркалом. Хоча вертикальні переміщення дзеркала дуже малі, відбитий від нього промінь відхиляється на кут, досить значний, щоб його можна було виміряти за допомогою матричного фотодетектора. Отриманий сигнал аналізується за допомогою електроніки й перетворюється в зображення поверхні. Для забезпечення постійної сили між поверхнею та щупом і запобігання пошкоджень, використовується електронний механізм зворотного зв'язку.

За допомогою атомно-силового мікроскопу було отримане зображення нанесеної шляхом випаровування плівки *Al*:



3. ТОНКОПЛІВКОВІ ЕЛЕКТРОЛЮМІНІСЦЕНТНІ СТРУКТУРИ

Тонкоплівкові електролюмінісцентні структури представляють собою послідовно нанесені на скляні підкладки шари:



1. прозорий електрод ITO ($In_2O_3 : Sn$) нижній електрод, через який і спостерігається світіння;
2. нижній діелектричний шар SiO_2/Al_2O_3 (270 нм);
3. електролюмінісцентний шар $ZnS : Mn$ (600-650 нм);
4. верхній діелектричний шар Al_2O_3/SiO_2 ;
5. верхній електрод-плівка Al .

Електролюмінісценція (ЕЛ) - це люмінісценція, що збуджується електричним полем, здатним змінити потенціальну або кінетичну енергію електронів та дірок. По механізму збудження вона підрозділяється на інжекційну і передпробійну. Передпробійна ЕЛ виникає в сильних електричних полях ($\geq 10^5$ В/см). Найбільше розповсюджена та має найбільше практичне значення ударна ЕЛ, особливо в тонкоплівкових МПДМ та МДПДМ структурах. В них робочий шар - це високоомний ($10^5 - 10^{12}$ ом \cdot см) напівпровідник або напівізолятор, що містить центри світіння, наприклад, $ZnS:Mn$, $ZnS:PЗЕ$ (Su, Tb, та ін.), укладений між двома діелектриками. В перепробійній ЕЛ існують наступні основні стадії:

1. Інжекція вільних носіїв в область сильного поля з електродів та/або поверхневих станів на границі діелектрик- ZnS , або генерація їх в

результаті удраної або тунельної іонізації глибоких донорів, пасток і т.д.

2. прискорення носіїв до необхідної енергії.
3. Збудження центрів світіння безпосередньо при непружному зіткненні.
4. Випромінення.

Найбільш ефективними є внутрішньоцентрові випромінюючі переходи в перехідних (Mn^{2+}) або РЗ йонах (Tb^{3+} , Su^{3+} , та ін.).

ВИСНОВОК

Дякуючи практиці я познайомився з процесом роботи наукової установи, високотехнологічним обладнанням, сучасними методами розрахунку параметрів тонких оптичних плівок. Завдяки цьому у мене склалося уявлення про роботу науковців та призначення випускників моєї спеціальності. Я отримав перший досвід вивчення наукових статей та літератури. Збільшилося моє розуміння слова "високотехнологічний".