



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 81328

(13) C2

(51) МПК (2006)
G01N 21/41МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ГУСТИНИ НЕКРИСТАЛІЧНИХ ТОНКИХ ПЛІВОК

1

2

(21) а200600364

(22) 16.01.2006

(24) 25.12.2007

(72) СТУДЕНЯК ІГОР ПЕТРОВИЧ, UA, ШПАК ІВАН
ІВАНОВИЧ, UA, КОЗАК МИРОСЛАВ ІВАНОВИЧ,
UA, ЛОЯ ВАСИЛЬ ЮРІЙОВИЧ, UA(73) УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ, UA(56) Заявка UA 20041109270, 15.03.2005
Борец А.Н. Об оптико-рефрактометрической
закономерности для неметаллических изотропных
веществ // Украинский физический журнал. - 1983.
- №9. -С.1346-1350.RU 2185684 C2, 20.07.2002
SU 1115564 A1, 20.10.1996
SU 1492908 A1, 27.02.1996
JP 2002296013, 09.10.2002
US 6304326 B1, 16.10.2001(57) Спосіб визначення густини некристалічних
тонких плівок, який включає експериментальні
вимірювання фізичних величин некристалічних
тонких плівок, який **відрізняється** тим, що
еліпсометричним вимірюванням визначають
показник заломлення n , після чого густину
некристалічної тонкої плівки ρ знаходять за
формулою:

$$\rho = \frac{\mu}{R} \times \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2},$$

де μ - відоме значення молярної маси
досліджуваної плівки, R - значення молярної рефракції для конкретного
типу хімічного зв'язку, n - експериментально визначене значення
показника заломлення.

Винахід відноситься до області фізики
твердого тіла, зокрема до способів дослідження
параметрів тонких плівок, і може бути
використаний як ефективний та високоточний
спосіб визначення густини некристалічних тонких
плівок шляхом еліпсометричного вимірювання
показників заломлення.

Відомо, що для дослідження густини твердих
тіл використовуються різноманітні методи, в тому
числі метод гідростатичного зважування,
підометричний метод, рентгенівський метод і т.д.
[1]. В той же час, число методів визначення
густини тонкопліткових некристалічних твердих тіл
є обмеженим.

Найбільш близьким до запропонованого
способу визначення густини тонких плівок є
рентгенівський метод [2], який полягає у
знаходженні параметрів ґратки кристалічної тонкої
плівки і подальшому розрахунку густини ρ за
відомою формулою, яка у випадку кубічної
кристалічної структури має вигляд

$$\rho = \frac{Z \cdot \mu}{N_A \cdot a^3}, \quad (1)$$

де a - параметр кубічної кристалічної ґратки, μ -
молярна маса, N_A - стала Авогадро, Z - число
формульних одиниць на елементарну комірку.

Недоліком методу є те, що він не може бути
застосований для випадку некристалічних тонких
плівок.

Завданням винаходу є створення способу
визначення густини тонких плівок, який дозволяв
би надійно та ефективно визначати густину не
тільки кристалічних, але й некристалічних тонких
плівок шляхом еліпсометричного вимірювання
показників заломлення.

Поставлене завдання досягається таким
чином, що запропоновано спосіб визначення
густини некристалічних тонких плівок, який
включає експериментальні вимірювання фізичних
величин некристалічних тонких плівок, зокрема
густини, який, згідно винаходу відрізняється тим,
що еліпсометричним вимірюванням визначають
показник заломлення n , після чого густину
некристалічної тонкої плівки ρ знаходять за
формулою:

$$\rho = \frac{\mu}{R} \times \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2}, \quad (2)$$

(13) C2

(11) 81328

(19) UA

де μ - відоме значення молярної маси досліджуваної плівки,

R - значення молярної рефракції для конкретного типу хімічного зв'язку,

n - експериментально визначене значення показника заломлення.

Запропонований спосіб визначення густини некристалічних тонких плівок, у порівнянні зі способом-прототипом, дозволяє надійно та ефективно шляхом еліпсометричного вимірювання показників заломлення визначати густину некристалічних тонких плівок.

Спосіб здійснюється наступним чином: за допомогою еліпсометра вимірюються еліпсометричні кути і розраховуються товщина плівки, показники заломлення та коефіцієнти екстинкції плівки та підкладки на певній довжині хвилі. Використовуючи значення показника заломлення та молярної рефракції за формулою (2) знаходять густину некристалічної плівки.

Приклад конкретного використання запропонованого способу.

За допомогою запропонованого способу визначено густину некристалічної тонкої плівки As_2S_3 , нанесеної на кремнієву підкладку. Еліпсометричні параметри вимірювалися при кімнатній температурі за допомогою лазерного еліпсометра ЛЕФ-3М-1 ($\lambda = 0.6328$ мкм). Розв'язуючи основне еліпсометричне рівняння [3], були отримані товщина плівки, показники заломлення та коефіцієнти екстинкції плівки та підкладки на довжині хвилі $\lambda = 0.6328$ мкм. Використовуючи табличне значення молярної маси $\mu = 246.03$ г/моль, еліпсометрично отримане значення показника заломлення $n = 2.525$ та розраховане по Бальмакову [4] значення молярної рефракції для склоподібних матеріалів $R = 59.5$ см³/моль, було визначено за формулою (2) густину некристалічної тонкої плівки As_2S_3 , яка виявилася рівною $\rho = 2.65$ г/см³. Слід відмітити, що отримане значення густини некристалічної тонкої плівки As_2S_3 закономірно менше густини склоподібного об'ємного матеріалу As_2S_3 ($\rho = 3.18-3.22$ г/см³) із-за меншого ступеня однорідності, більшого ступеня дефектності та меншої щільності пакування.

Винахід може бути використаний у науково-дослідних лабораторіях при дослідженні структурних параметрів тонкоплівкових оптичних елементів з метою їх використання у ролі оптичних покриттів лазерної техніки.

Джерела інформації:

1. Физика твердого тела. Энциклопедический словарь, т. 2. / Под ред. В.Г. Барьяхтара. - К.: Наукова думка, 1998. - 644 с.
2. Розенберг Г.В. Оптика тонкослойных покрытий. - М.: Физ.-мат. лит, 1958. - 572 с. - прототип
3. Dobrowolski I.A., Ho F.C., Waldort A. Determination of optical constants of thin film coating materials based on inverse synthesis. - Appl. Optics. - 1983. - Vol.22.-P. 3191-3200.
4. Бальмаков М.Д., Гутенев М.С., Байдаков М.А. Рефракции атомов халькогенидных

стеклообразных полупроводников. - Физика и химия стекла. -1977.-Т.3,№5.-С.537-539.