

ВИМІРЮВАННЯ ОПТИЧНОЇ ТОВЩИНИ ПЛІВОК ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА ІНТЕРФЕРОМЕТРІ ЛІННІКА

Ст. М.О. Сіробаба

Кер.: Н.Л. Дьяконенко, О.П. Овчаренко¹

Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут"

¹Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна

У сучасній мікро- і наноелектроніці для вимірювання висоти мікронерівностей та товщини плівок по скривленню інтерференційних смуг використовують мікроінтерферометри. Найбільше розповсюдження має мікроінтерферометр Лінніка МП-4, який являє собою сполучення інтерферометра Майкельсона з мікроскопом [1].

Відбиті від поверхні зразка і від дзеркала промені, пройшовши мікрооб'єктиви, з'єднуються напівпрозорим шаром пластини і спрямовуються в окуляр. У фокальній площині окуляра спостерігають зображення перевіряємої поверхні і систему інтерференційних смуг на ній. При наявності мікронерівностей інтерференційні смуги прогнуться, тому що довжина шляху відповідного променя збільшиться на подвоєну глибину подряпини (або зменшиться при наявності виступу над поверхнею). Інтерференційна картина утворюється плоскими хвилями, відбитими від еталонного дзеркала й поверхні досліджуваного зразка. Відстань між сусідніми смугами в полі зору окулярного мікрометра відповідає зміні відстані від мікрооб'єктива до зразка на половину довжини хвилі λ . Для проведення вимірювань геометричної товщини в плівці при її осадженні залишається непокритим вузький канал, а для вирівнювання умов відбиття на поверхнях плівки й підкладки необхідну ділянку зразка покривають додатково добре відбиваючим шаром металу, наприклад срібла. Точність методу при проведенні візуальних вимірів ~ 27 нм для середини видимої області спектра й може бути поліпшена до 2-3 нм при використанні цифрової камери з наступною комп'ютерною обробкою [2].

Застосування дзеркала, що рухається [3], у інтерферометрі Майкельсона дозволяє досліджувати інтенсивність залежно від зміщення

дзеркала. При цьому потрібно знати коефіцієнт заломлення матеріалу плівки.

У даній роботі розглянуто спектри пропускання, коли об'єкт дослідження - плівка на підкладці - розташовано після апертурної діафрагми та об'єктиву у інтерферометрі МП-4. Для розрахунку оптичної товщини плівки по-перше треба зробити каліброву: пов'язати різницю ходу з кількістю крапок. Для цього сфотографувати інтерференційну картину крізь вузько смуговий світлофільтр ($\lambda = \text{const}$). Відстань між сусідніми максимумами $\lambda/2$ відповідає різниці ходу та відстані між деякою кількістю крапок. По-друге змінити фільтр на підкладку, а потім на підкладку з плівкою, що досліджується, сфотографувати та опрацювати на комп'ютері за допомогою програми MathCad.

Виконавши умови нормування, тобто поділивши усі I на I_{max} отримаємо залежності інтенсивності від різниці ходу окремо для підкладки та підкладки з плівкою.

Якщо знайти різницю цих двох залежностей (рис.1), то на графіку виявляється чіткий мінімум при різниці ходу, яка відповідає оптичній товщині плівки. Знаючи матеріал плівки, тобто показник заломлення знаходимо товщину плівки $t = \Delta/n$.

Встановлення Web камери дозволяє проводити комп'ютерну обробку інтерференційних картин здійснюючи неруйнівні вимірювання товщини діелектричних прозорих плівок з великим ступенем точності. Тому ця методика може знайти практичне застосування у галузі наноелектроніки.

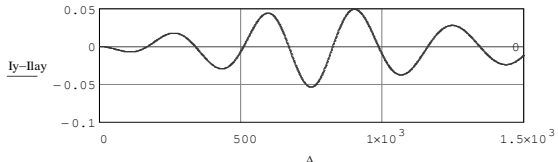


Рис. 1. Залежність різниці відносної інтенсивності інтерференційної картини від різниці ходу.

1. Макаровський М.О., Овчаренко О.П. Методичні вказівки до лабораторного практикуму «Двопроменева інтерференція» Х. 2010. с.37-44.
2. Повышение точности измерения толщины тонких пленок на двулучевом интерферометре. А.П.Овчаренко, Н.Л.Дьяконенко др. Вестник Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина, №739, серия «Физика», вып. 9, 2006, с.145-148.
3. J Raif, N Ben-Yosef and Moshe Ovon. Rapid nondestructive method for measuring the refractive index and thickness of thin dielectric films. Journal of Physics E: Scientific Instruments. 1973. V. 6. P.48-50.