

Система оптичного контролю напівпровідникових пластин

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено порівняльний аналіз існуючих модуляторів поляризації, обґрунтовано вибір компонентів, розроблено структурну та оптичну схеми комп'ютеризованої системи поляриметричного контролю напівпровідникових пластин. Також розраховано параметри схеми фотоелектричного перетворювача.

Ключові слова: лазер, оптичний контроль, поляриметр, напівпровідник.

Abstract

A comparative analysis of existing polarization modulators was carried out, the choice of components was substantiated, and the structural and optical schemes of a computerized system for polarimetric control of semiconductor wafers were developed. The parameters of the photovoltaic converter circuit are also calculated.

Keywords: laser, optical control, polarimeter, semiconductor.

Вступ

Напівпровідникові матеріали є основними компонентами активних структур більшості електронних і фотонних пристроїв, зокрема інтегральних мікросхем (ІМС). Проте навіть на сучасному етапі розвитку мікроелектронної техніки такі структури ще недосконалі. Процеси, що відбуваються на атомно-молекулярному рівні відповідної структури поверхні, мають істотний вплив на основні параметри мікро- та оптоелектронних виробів. Розробка методів і засобів контролю поверхні напівпровідникових матеріалів є актуальною науково-технічною задачею [1,2].

Для розвитку матеріалознавства важливе значення має вдосконалення методів і засобів контролю внутрішніх напружень, що виникають в напівпровідникових матеріалах в процесі виконання технологічних операцій та їх виробництва. Вимірювання параметрів оптичного поля таких напруг є складним процесом. Для вирішення практичних завдань зручно проводити вимірювання та контроль за допомогою комп'ютеризованого поляриметричного пристрою, що дозволяє позиційне сканування локальних ділянок пластин, забезпечує автоматизацію збору та обробки основної інформації про об'єкт вимірювання та подання результатів вимірювань у зручній для аналізу формі.

Результати дослідження

Схему вимірювального каналу засобу поляриметричного контролю наведено на рис.1.

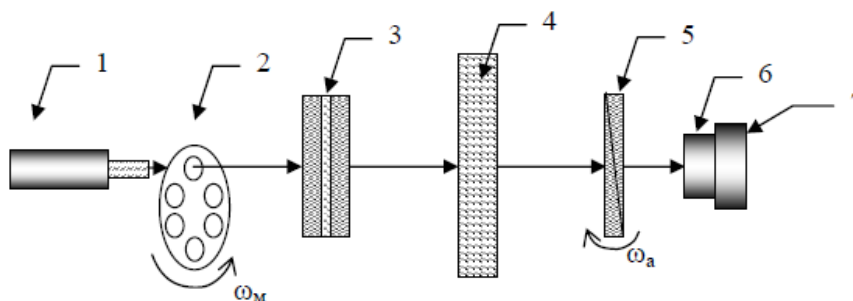


Рисунок 1. Структурна схема поляриметричного блоку контролю: 1 – лазер, 2 – оптомеханічний модулятор, 3 – $\lambda/4$ -пластинка, 4 – зразок, 5 – аналізатор, 6 – об'єктив, 7 – фотодетектор

При проходженні модульованого світла через пластину складові поля одержать додаткову різницю фаз, що становить [3]:

$$\delta = \frac{n_1 - n_2}{\lambda} d \cdot 2\pi \cdot \quad (1)$$

Як доведено у [3], різниця головних показників заломлення пов'язана із напруженістю матеріала:

$$n_1 - n_2 = C(\sigma_1 - \sigma_2) \cdot \quad (2)$$

Вимірюючи постійну і змінну напругу на фотодетекторі, визначаємо різницю головних напруг, яку обчислює мікроконтролер

$$\sigma_1 - \sigma_2 = \frac{\lambda \arcsin \frac{U_{d\pm}}{U_{d0}}}{2\pi C d} \cdot \quad (3)$$

Для визначення азимута головних напруг на блок фазових детекторів подається U_{\pm} . Сюди ж подається опорна напруга, прив'язана по фазі до азимута осі пропускання аналізатора. Блок фазових детекторів виробляє напруги:

$$U_1 = U_a \sin 2\alpha \sin \delta \cdot \quad (4)$$

$$U_2 = U_a \cos 2\alpha \sin \delta \cdot \quad (5)$$

Після перетворення цих напруг контролер здійснює ділення U_1 і U_2 :

$$\frac{U_1}{U_2} = \operatorname{tg} 2\alpha \cdot \quad (6)$$

і визначає параметр орієнтації головних напруг α :

$$\alpha = \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \frac{U_1}{U_2} \cdot \quad (7)$$

Схему методу оптичного контролю наівпрвідникових пластин наведено на рис.2

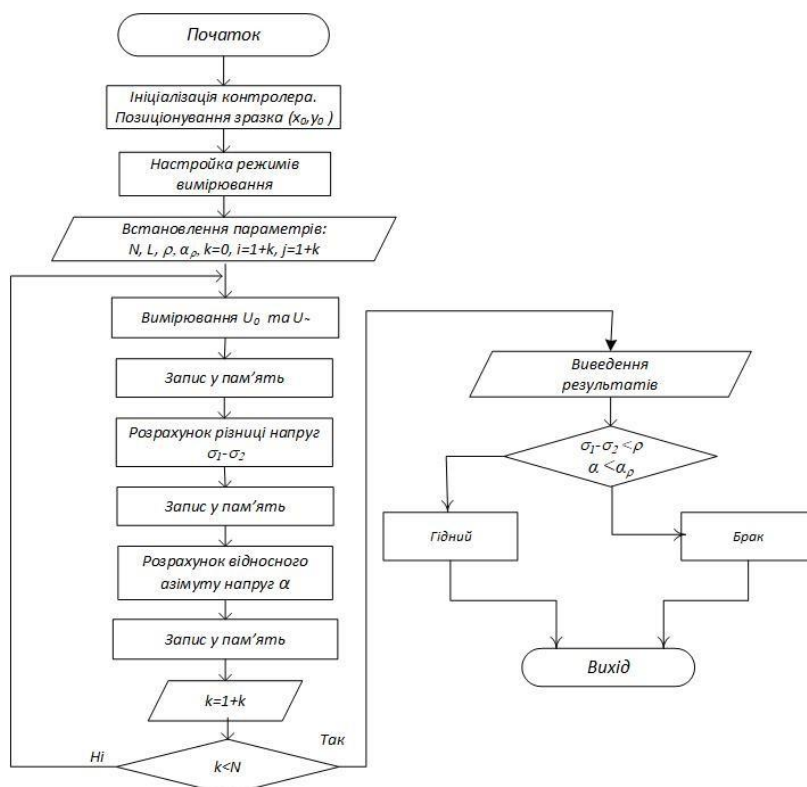


Рис. 2 Блок-схема методу оптичного контролю наівпрвідникових пластин

Висновки

Більшість сучасних технологій контролю механічної напруги напівпровідникових матеріалів, зокрема пластин GaAs, не забезпечують високу чутливість та достатній рівень точності вимірювань. Крім того, інформативність вимірювань при неруйнівному контролі та надійність існуючих методів ще не розв'язані повністю. Запропонований метод і блок-схема оптичного контролю параметрів напівпровідникових пластин є доволі простими, але ефективними.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бондарчук Я.М. Технологія і обробка оптичних матеріалів. Львів: Ліга-Прес, 2001. 242 с.
2. Тужанський С. Є., Лисенко Г. Л. Системи лазерної відеополяриметрії для автоматизованого контролю параметрів неоднорідних біотканин : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2011. 156 с.
3. Оксанич А.П. Промислові методи і пристрої дослідження напружено-деформованого стану напівпровідникових матеріалів. Харків: Інститут монокристалів, 2001. 206 с.

Фельчин Владислав Максимович — студент групи КОІС 19-б, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, місто Вінниця

Науковий керівник: **Тужанський Станіслав Євгенович** Кандидат технічних наук, доцент кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Vladyslav Maksymovych Felchyn - student of the group KOIS 19-b, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email: hyperion956@gmail.com.

Supervisor: **Stanislav Yevhenovych Tuzhanskyi** - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city.