

УДК 621.586

ЗОНДОВИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАПІВПРОВІДНИКОВИХ СТРУКТУР

Б. Павлик, Р. Дідик, Й. Шикоряк, Р. Лис,
Д. Слободзян, А. Грипа, М. Кушлик

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Ген. Тарнавського, 107, 79017 Львів, Україна
pavlyk@electronics.lnu.edu.ua*

Дислокації, домішки та інші дефекти ґратки можуть по-різному впливати на електрофізичні властивості напівпровідникового монокристалу. Напівпровідникові матеріали (наприклад, вимірювання розподілу профілю концентрації електрично-активних центрів і визначення основних параметрів глибоких рівнів у напівпровідникових структурах методом вимірювання ємності $p-n$ -переходу) доцільно досліджувати на зразках з різною концентрацією дефектів. Виникає проблема підведення випробувальних сигналів від генератора до металізованих контактів, спеціально нанесених у конкретні місця на поверхні напівпровідника. Для збільшення точності вимірювань діаметр нанесених контактів не повинен перевищувати 0,5 мм. Ми спроектували та виготовили спеціальний пристрій, який забезпечує потрапляння зондів на нанесені на дослідний зразок контакти. Це дає змогу отримувати вимірювальну інформацію з декількох контактів за один цикл зміни зовнішніх чинників. Описано склад та принцип роботи пристрою.

Ключові слова: напівпровідникова структура, вимірювальна інформація, зондовий пристрій.

З огляду на визначальну роль точкових дефектів у формуванні електрофізичних, оптичних і термоелектричних властивостей технічно актуальних напівпровідникових кристалів типу Si, Ge, GaAs та інших учені світу затратили багато зусиль для детального їхнього вивчення. Результати цих досліджень ретельно обговорені в науковій періодиці та в узагальненому вигляді широко представлені значною кількістю добре відомих науковцям монографій і джерелах довідникового характеру. Аналогічна ситуація і з протяжними дефектами, типу дислокацій, якими визначені передусім механічні властивості кристалів. Вплив точкових і протяжних дефектів (дислокацій) на властивості напівпровідникових кристалів, як можна судити з кількості узагальнювальних монографій (надрукованих у нашій країні та за кордоном), і надалі інтенсивно досліджують.

Концентрації дислокацій, домішки й інші дефекти ґратки можуть по-різному впливати на електрофізичні властивості напівпровідникового монокристалу. Тому такі дослідження доцільно проводити на зразках з різною концентрацією дефектів [1].

У праці [2] описано пристрій, здатний створювати в монокристалах кремнію різну густину дислокацій, причому густина дислокацій уздовж зразка нерівномірна. Максимальною є густина біля торців, а мінімальною – по середині зразка.

Під час дослідження напівпровідникових матеріалів (наприклад, вимірювання розподілу профілю концентрації електрично-активних центрів і визначення основних параметрів глибоких рівнів у напівпровідникових структурах методом вимірювання ємності $p-n$ -переходу) необхідно вирішити проблему підведення випробувальних сигналів від генератора до металізованих контактів, спеціально нанесених у конкретні місця (наприклад, з різною концентрацією дислокацій) на поверхні напівпровідника, причому для збільшення точності вимірювань діаметр нанесених контактів не повинен перевищувати 0,5 мм.

Для вирішення цієї проблеми автори спроектували та виготовили спеціальний пристрій [4], який забезпечує потрапляння зондів на нанесені на дослідний зразок контакти. У цьому пристрої шаблон для нанесення контактів на дослідний зразок застосовують як трафарет, щоб визначити місце для зондів і фіксувати розміщення дослідного зразка. Це дає змогу забезпечити потрапляння зондів на нанесені на дослідний зразок контакти й отримувати вимірювальну інформацію з декількох контактів за один цикл зміни зовнішніх чинників.

Опис та використання зондового пристрою

Для проведення досліджень у зразок p -Si пластичною деформацією, як описано в [2], вносять певну кількість дислокацій та вибирають і позначають місця з різною густиною дислокацій, на яких за допомогою установки ВУП-5 та з використанням пристрою [3] створюють бар'єрні контакти напленням бісмуту площею $0,78 \text{ мм}^2$ кожний, а поряд – алюмінієвий омичний контакт (рис. 1). Товщина плівок становить близько 100 нм.

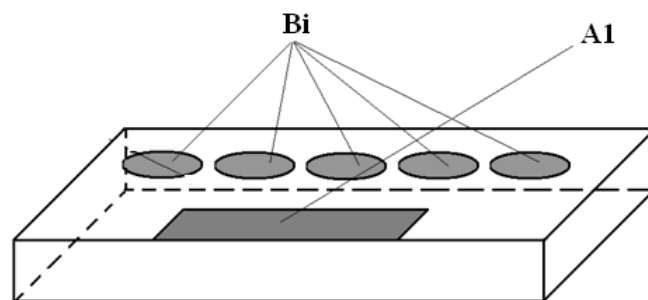


Рис. 1. Схематичне зображення кристала кремнію з напиленими контактами.

Пристрій складається (рис. 2, 3) з П-подібної платформи 3, по якій під дією притискних гвинтів 4 рухається мідна пластина 6 з Г-подібним виступом 12 (див. рис. 3) для фіксації положення дослідного зразка 11. У штифти 7 мідної пластини 6 вставляють фторопластову пластину 9 і закріплюють до мідної пластини фіксувальними болтами 10. До фторопластової пластини 9 товщиною 6–8 мм кріплять пружини 1, які натискають на металеві зонди 8, поміщені в напрямні отвори фторопластової пластини. Отвори

фторопластової пластини зроблені за тим же шаблоном, що й контактні майданчики 13, 14 на дослідному зразку 11. Порівняно товста фторопластова пластина забезпечує перпендикулярність руху стрижнів 8 відносно поверхні зразка 11 з контактами 13, 14 (див. рис. 3), що запобігає їхньому пошкодженню (здряпуванню). З цією метою торці стрижнів, які торкаються нанесених контактів на поверхні зразка, відполіровані й мають форму півкулі, що запобігає продавленню контактної плівки сферичною поверхнею торця стрижня 8.

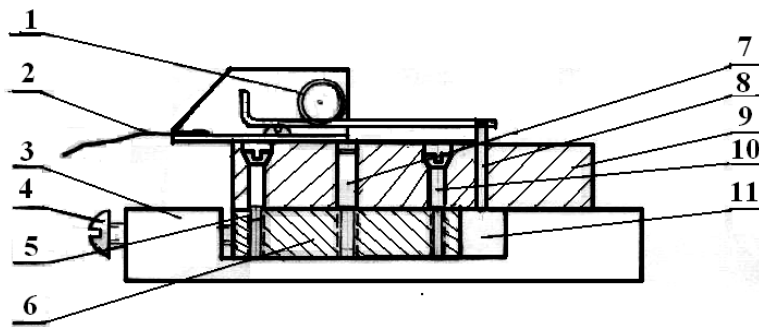


Рис. 2. Поперечний переріз зондового пристрою для вимірювання електрофізичних характеристик напівпровідникових структур.

Фторопластову пластину 9 (див. рис. 2) кріплять гвинтами 10 до мідної пластини 6, а їхнє взаємне положення фіксують напрямними штифтами 7 (див. рис. 2, 3). Фіксування положення пластини 9 та зразка 11 з нанесеними контактами 13, 14 відносно пластини 6 забезпечує контакт зондів і нанесених контактів, що важливо в разі невеликих розмірів нанесених контактів 14 (див. рис. 3). Напрямні отвори для зондів 8 у пластині 9 висвердлюють за допомогою металевого шаблона, який застосовують як трафарет для нанесення контактних площадок на досліджуваний зразок.

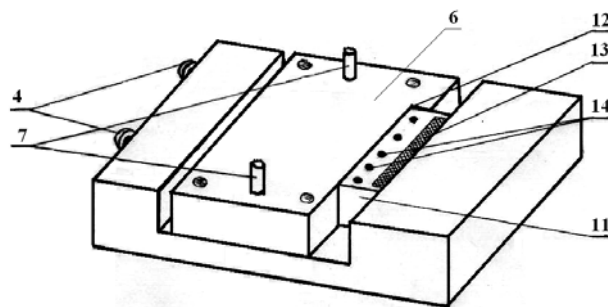


Рис. 3. Кріплення дослідного зразка в зондовому пристрої.

Вимірювальні сигнали до нанесених контактів 13, 14 дослідного зразка 11 (див. рис. 3) підводять притисканням до контактів металевих стрижнів (наприклад, сталевих дротин діаметром 0,8 мм) пружинками 1, які розміщують у виїмки на протилежних

торцях стрижнів 8. Протилежний кінець пружинки 1 прикріплюють до металевої пластинки, до якої також прикріплений вивідний провідник 2 для підведення вимірювальних сигналів до дослідного зразка, а саму металеву пластинку кріплять до фторопластової пластини 9 болтом.

Методика експерименту

Принцип дії зондового пристрою полягає в послідовному виконанні таких дій:

- виймають зонди 8 з напрямних у фторопластовій пластині 6;
- у отвір, утворений між мідною пластиною 6 та П-подібною платформою 3, вставляють дослідний зразок 11 так, щоб поверхня з нанесеними контактами 13, 14 була повернута до фторопластової пластини 9. Ширину отвору регулюють гвинтами 4;
- зразок 11 притискають до Г-подібного виступу 12 мідної пластини 6. За такої умови нанесені контакти 13, 14 будуть розміщені проти напрямних отворів фторопластової пластини 9;
- у такому положенні дослідний зразок 11 фіксують притискними гвинтами 4;
- зонди 8 вставляють у напрямні отвори фторопластової пластини і притискають до зразка 11 за допомогою пружин 1. Силу притискання підбирають експериментально залежно від матеріалу нанесених контактів;
- на зонди через підвідні провідники 2 подають від зовнішніх приладів вимірювальні сигнали та знімають визначені умовами експерименту відповідні характеристики утворених структур дослідного зразка.

Використання запропонованого зондового пристрою дає змогу одержати вимірювальну інформацію з декількох контактів дослідного зразка за один цикл зміни зовнішніх чинників (зміни температури, збільшення дози опромінення тощо).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Павлик Б. Мікроскопічні дослідження дефектної структури приповерхневого шару кристалів р-Si / Б. Павлик, Р. Дідик, Й. Шикоряк [та ін.] // Теоретична електротехніка. – 2010. – Вип. 61. – С. 164–170.
2. Павлик Б. Генерування дислокацій в напівпровідникових кристалах методом пластичної деформації / Б. Павлик, Р. Дідик, Й. Шикоряк [та ін.] // Електроніка та інформаційні технології. – 2012. – Вип. 2. – С. 27–32.
3. Патент 58771 Україна (корисна модель), МПК H01L 21 / 02, C23C 14 / 50. Пристрій для нанесення покриттів у вакуумі / Павлик Б. В., Дідик Р. І., Шикоряк Й. А. [та ін.] ; заявник і власник ЛНУ імені Івана Франка. – № u201011474; заявл.27.09.2010 ; опубл. 26.04.2011, Бюл.№ 8, 2011 р.
4. Патент 68570 Україна (корисна модель), МПК G01R 1 / 00, H01L 21 / 02. Зондовий пристрій для вимірювання електрофізичних характеристик напівпровідникових структур / Павлик Б. В., Дідик Р. І., Шикоряк Й. А. [та ін.] ; заявник і власник ЛНУ імені Івана Франка. – № u201112260; заявл.19.11.2011 ; опубл. 26.03.2012, Бюл. № 6, 2012 р.

Стаття: надійшла до редакції 04.03.2015,
доопрацьована 23.03.2015,
прийнята до друку 24.03.2015.

**PROBE DEVICE FOR MEASURING OF ELECTROPHYSICS DESCRIPTIONS
OF SEMICONDUCTOR STRUCTURES****B. Pavlyk, R. Didyk, J. Shykoryak, R. Lys, D. Slobodzyan, A. Hrypa, M. Kushlyk**

*Ivan Franko National University of Lviv,
Tarnavskogo Str. 107, UA - 79017 Lviv, Ukraine
pavlyk@electronics.lnu.edu.ua*

Dislocations, impurities and other defects of the lattice may differently affect the electrophysical properties of semiconductor single crystal. The research of semiconductor materials (such as measuring the distribution concentration profile of electrically active centers and determine the main parameters of deep levels in semiconductor structures by measuring the p-n-junction capacitance) to carry out on samples with different defects concentration. There is a problem to output signals from the generator to the metallic contacts specifically applied in specific areas on the semiconductor surface. To increase the measuring accuracy the diameter of applied contacts must not exceed 0.5 mm. The authors have designed and produced a special device that provides penetration of probes on the contacts. This allows to obtain measurement information from multiple contacts in one cycle of external factors changes. The structure and principle of the device is described.

Key words: semiconductor structure, measuring information, probe device

**ЗОНДОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР****Б. Павлык, Р. Дидык, И. Шикоряк, Р. Лыс, Д. Слободзян, А. Грыпа, М. Кушлык**

*Львовский национальный университет имени Ивана Франко,
ул. Ген. Тарнавского, 107, 79017, Львов, Украина
pavlyk@electronics.lnu.edu.ua*

Дислокации, примеси и другие дефекты решётки могут по-разному влиять на электрофизические свойства полупроводникового монокристалла. Исследования полупроводниковых материалов (например измерение распределения профиля концентрации электрически активных центров и определение основных параметров глубоких уровней в полупроводниковых структурах методом измерения ёмкости p-n перехода) целесообразно проводить на образцах с разной концентрацией дефектов. Возникает проблема подведения испытательных сигналов от генератора к металлизированным контактам, специально нанесённым в определённые места на поверхности полупроводника. Для увеличения точности измерений диаметр нанесённых контактов не должен превышать 0,5 мм. Мы спроектировали и изготовили специальное устройство, обеспечивающее попадание зондов на нанесённые на опытный образец контакты. Это даёт возможность получать измерительную информацию от нескольких контактов за один цикл изменения внешних факторов. Описано состав и принцип действия устройства.

Ключевые слова: полупроводниковая структура, измерительная информация, зондовое устройство.