

АЩЕУЛОВ А.А., ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ Ю.Г., РОМАНЮК І.С.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЕВНИХ КОМБІНАЦІЙ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТА МАГНІТНОГО ПОЛІВ НА ВЛАСТИВОСТІ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПРИЛАДІВ

Досліджено вплив певної комбінації електричного та магнітного полів на параметри термоелектричних модулів на основі телуриду вісмуту та кремнієвих фотодіодів. Виявлено, що добротність модулів при цьому не змінюється, а темновий струм фотодіодів зменшується до 30%.

Теорія полів, що виникають в результаті комбінації електричного та магнітного полів різної природи описана в різних джерелах [1,2].

Для дослідження впливу згаданих полів авторами була розроблена конструкція пристрою, яка забезпечує комбінацію неоднорідного магнітного поля тороїального характеру певним чином зорієнтованого відносно електричного постійного поля напруженістю від 50 до 1500 В/см.

Комбінація полів взаємодіяла з напівпровідниковими приладами через поверхні різної кривизни від кулеподібної до конічної, зведеної до голки.

Дослідження провадилися на однокаскадних термоелектричних модулях на основі телуриду вісмуту та серійних низьковольтних кремнієвих фотодіодах типу УФД01, УФД02, яким властиві низькі значення темнового струму.

Джерело комбінованого поля знаходилося від приладів на відстані 90 мм. До випробовувань було залучено 5 зразків термоелектричних модулів з добротністю на рівні $2,9 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$. Зразки опрацьовувались комбінованим полем від однієї до п'яти годин. Змін величини добротності не спостерігалось.

Для досліджень фотодіодів було відібрано 27 приладів, темновий струм яких перевищував норми не більше, як у двічі.

Для оцінки впливу комбінації полів знімалися вольт-амперні характеристики фотодіодів до впливу, в процесі, через кожні 30 хвилин, та після нього. Для оцінки стабільності отриманих результатів вольт-амперні характеристики з опрацьованих фотодіодів знімалися також через 7, 15 та 30 днів після впливу комбінації полів. Результати досліджень приведені на рисунку 1.

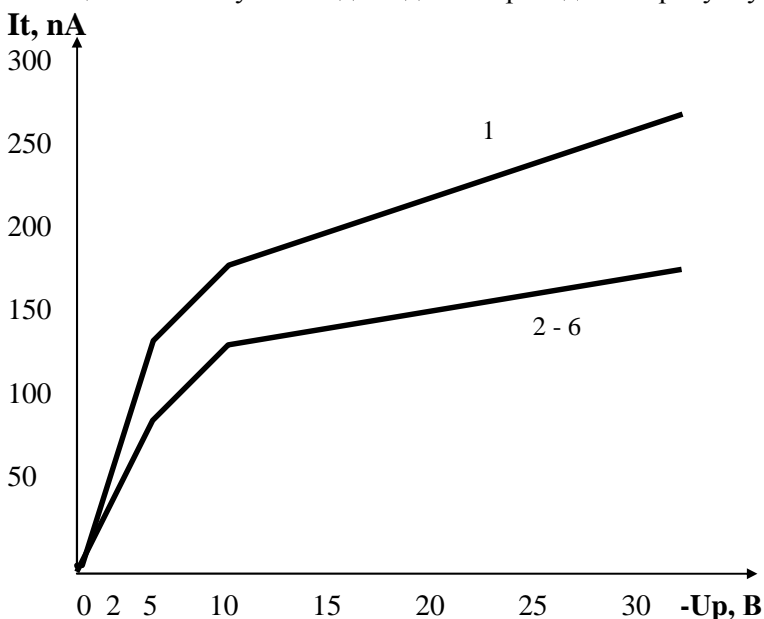


Рис.1. Усередненні вольт-амперні характеристики фотодіодів до впливу комбінації полів (1), через 30(2), 60(3), 90(4), 120(5) та 180(6) хвилин впливу комбінації полів.

Як видно на рисунку, темновий струм суттєво зменшується в перші тридцять хвилин впливу. В цей інтервал часу струм зменшується від 20 до 30% в діапазоні напруг 10-30 В відповідно. При напрузі 5 В струм зменшується від 17 до 25%, а при 2 В - від 11 до 17%. В подальшому темновий струм продовжує зменшуватись, однак з часом його зменшення відбувається практично на рівні похибок вимірів (5% при довірчій ймовірності 95 %).

Зміна темного струму через 7 та 15 днів після впливу комбінації полів практично не спостерігалось. Максимальне збільшення темного струму за цей період у окремих фотодіодів складає 5-7%, що відповідає точності вимірювання, а саме $\pm 5\%$.

Фотодіоди вимірювались зібраними в герметичні, металоскляні, заземлені корпуси, що усувало вплив зовнішнього середовища як сторонніх електромагнітних наводок, так і різноманітних хімічних чинників.

Таким чином, можна стверджувати, що ефект зменшення темного струму опрацьованих фотодіодів зумовлений не зовнішніми електромагнітним або хімічним факторами, а саме впливом комбінації неоднорідного магнітного поля тороїдального характеру та постійного електричного поля.

Діапазон напруг, при яких відбувалось вимірювання вольт-амперних характеристик, визначався вимогами до режиму експлуатації фотодіодів.

Суттєве зменшення темного струму в перші 30 хвилин опрацювання та послідуочу практичну незмінність отриманого результату можливо пояснити виходячи з тих міркувань, що темновий струм взагалі має поверхневу та об'ємну складові. Основний внесок в його величину дає поверхнева складова, яка в основному, є наслідком наявності вбудованих зарядів на межі розподілу кремній - окисел кремнію (який є захисним прошарком та просвітлюючим покриттям), які утворюються внаслідок механічних напружень на вказаній межі [3]. Саме впливом на поверхневу складову темного струму можна пояснити його зменшення, оскільки саме поверхнева складова більш чутлива до зовнішніх впливів.

Крім того, мале зменшення темного струму при напрузі на фотодіодах від 0 до 5 В також підтверджує наведений висновок про природу явища. Оскільки величина зміщення на фотодіоді також впливає на механізм утворення вбудованих зарядів.

Ще одним поясненням отриманого ефекту може бути такий випадок, коли зменшення темного струму фотодіодів, опрацьованих комбінацією полів, може бути обумовлено

дислокаційним механізмом.

При отриманні додаткової енергії дислокації, які містяться в об'ємі матеріалу (кремнію), та сприяють збільшенню темного струму фотодіодів, можуть більш активно рухатись в об'ємі кристалу фотодіода та виходити з впливу області просторового заряду p-n переходу.

Ефект покращення темного струму спостерігався при впливі комбінації полів на фотодіоди через конічну поверхню. Спроби отримати аналогічний ефект при впливі комбінації полів на прилади через кулеподібні та плоскі поверхні показали, що темновий струм і в цих випадках зменшується, але не суттєво.

Отриманий ефект дозволяє розробити заходи для покращення темного струму та проценту виходу годних фотодіодів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Губарев Е.А., Сидоров А.М., Шипов Г.И.-Фундаментальные модели элементарных взаимодействий и теория физического вакуума.-Москва, 1992.- (Препр./ МНТЦ ВЕНТ; №17).
2. Шипов Т.И.-Теория физического вакуума.-Москва: Мир, 1993.
3. Основы технологии кремниевых интегральных схем. Окисление, диффузия, эпитаксия / Под ред. Р. Бургера, Р. Донована.-М.:Мир, 1969.-84с.

SUMMARY

ASCHEULOV A.A., DOBROVOLSKY U.G., ROMANIJK I.S. THE STUDY BY THE INFLUENCE SOME COMBINATIONS OF THE ELECTRICITY AND MAGNETICS FIELDS TO THE PARAMETERS OF SEMICONDUCTOR DEVICE

The study by the influence some combinations of the electricity and magnetic fields to the parameters of thermoelectricity device on the base of $W_{12}Te_3$ and silicon photodiodes. The parameters of the thermoelectricity device doesn't change, but the dark current is diminished to 30%.