

В.В. ІЛЬЧЕНКО, О.М. КОСТЮКЕВИЧ, В.В. ЛЕНДЄЛ, В.І. РАДЬКО,
Н.С. ГОЛОБОРОДЬКО

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
(Вул. Володимирська, 64, Київ 01033; e-mail: mirror@ukr.net)

**ПРО МЕХАНІЗМ ВПЛИВУ ГАЗОВОГО
СЕРЕДОВИЩА НА ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ПАРАМЕТРИ
ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВІ БАР'ЄРА ШОТТКІ
З НАНОСТРУКТУРОВАНИМИ ПЛІВКАМИ
СКЛАДУ (95% In_2O_3 + 5% SnO_2)**

УДК 621.382

Проведено експериментальні дослідження електрофізичних властивостей газочутливих гетероструктур складу $\text{Ni} - (95\% \text{In}_2\text{O}_3 + 5\% \text{SnO}_2) - p\text{-Si}$. Аналіз їх вольт-амперних характеристик, отриманих у різних газових середовищах, виявив суттєве зростання зворотних струмів крізь зразки в присутності пари етилового та ізопропілового спиртів. Для пояснення цих змін розглянуті різні механізми протікання струму крізь гетероперехід. Було показано, що суттєву роль у зсувах зворотних гілок ВАХ даних зразків відіграють зміни висоти потенціального бар'єра гетеропереходу, спричинені зміною дії сил електростатичного зображення в інтерфейсі. А зміни дії сил електростатичного зображення, в свою чергу, зумовлені впливом адсорбату на діелектричну проникність оксидних плівок.

Ключові слова: газові сенсори, адсорбція, діелектрична проникність, електричні сили зображення, бар'єр Шотткі.

1. Вступ

Потреба в якісному та кількісному аналізі складу газового середовища стає все більш гострою у зв'язку з актуалізацією ряду проблем, що мають відношення до різноманітних галузей промисловості, сільського господарства, постають перед науковцями і медиками.

Останнім часом широко розробляються напівпровідникові сенсори, які базуються на різних принципах роботи і містять у своєму складі найрізноманітніші трансдюсери: акустичні, мікрокалориметричні, оптичні, люмінесцентні, резистивні, ємнісні тощо [1]. Використовується широкий клас напівпровідникових матеріалів у вигляді пре-

сованих порошків, монокристалів, тонких плівок, поруватих утворень [2]. Значна увага приділяється дослідженню нанокристалічних оксидних матеріалів, які характеризуються унікальними властивостями та широкими можливостями застосування. На основі ZnO , SnO_2 , TiO_2 , In_2O_3 , WO_x , AgVO_3 , CdO , MoO_3 , CuO , Fe_2O_3 створено високоефективні сенсори для детектування H_2S , CO , H_2 , NO_2 , воднево-вуглецевих сполук, спиртів та інш. [3–9]. Найбільш детально розробленими є сенсори на основі метал-оксидів, які базуються на використанні резистивного ефекту. В той самий час відомо, що поверхнево-бар'єрні структури є більш ефективними при детектуванні малих концентрацій газів у *ppm*-діапазоні, а також при функціонуванні за температур газочутливого елемента, близьких до кімнатної, що наочно було продемонстровано для кремнієвих гетероструктур з

© В.В. ІЛЬЧЕНКО, О.М. КОСТЮКЕВИЧ,
В.В. ЛЕНДЄЛ, В.І. РАДЬКО,
Н.С. ГОЛОБОРОДЬКО, 2016

порувавши шаром [10, 11]. В теоретичних роботах [12–14], наприклад, показано, що молекулярна адсорбція змінює висоту потенціального бар'єра та параметри проміжного шару (діелектричну проникність та густину поверхневих станів) в таких структурах, що і зумовлює їх відгук на газове середовище.

Однак, незважаючи на це, сенсорні структури на основі гетеропереходів із бар'єром Шоттки все ще лишаються відносно новим науковим об'єктом. Фізичні принципи формування їх функціонально важливих параметрів є недостатньо вивченими.

Одним із основних матеріалів для проміжного шару у гетероперехідних структурах є суміші оксидів індію (In_2O_3) та олова (SnO_2) у різних пропорціях, що добре зарекомендували себе у цій якості завдяки своїй високій адсорбційній чутливості і добре відпрацьованим технологіям осадження.

Метою даної роботи є з'ясування домінуючого механізму впливу газового середовища на процеси проходження струму крізь поверхнево-бар'єрні структури з нанорозмірними плівками складу (95% In_2O_3 + 5% SnO_2).

2. Теоретичні відомості

Як відомо, в загальному випадку, як для діодної, так і для дифузійної теорії випроствання, вольт-амперна характеристика контакту метал-напівпровідник описується таким виразом [15]:

$$I = I_s \left(\exp \left(\frac{eV_2}{kT} \right) - \exp \left(\frac{-eV_1}{kT} \right) \right), \quad (1)$$

де I_s – узагальнений параметр, який може бути по-різному записаний у явному вигляді в залежності від переважаючого механізму переносу струму крізь контакт, k – стала Больцмана, T – температура, V_1 – падіння напруги на перехідному шарі; V_2 – падіння напруги на області просторового заряду напівпровідника.

У випадку наближення діодної теорії випроствання для визначення I_s застосовується формула Річардсона-Дешмана, що описує струм термоелектронної емісії:

$$I_s = eP_n AT^2 \exp \left(\frac{-\varphi_b}{kT} \right), \quad (2)$$

де e – заряд електрона, P_n – коефіцієнт прозорості потенціального бар'єра, A – стала Річардсона,

$\varphi_b = \varphi_0 + \mu$, де μ – положення рівня Фермі. Із врахуванням сил дзеркального зображення, в рамках наближення діодної теорії, вираз (1) набуває вигляду

$$I = \frac{e\nu_n n_0}{4} P_n \exp \left(\frac{-\varphi_0}{kT} \right) \exp \left(\frac{\pm \Delta\varphi}{kT} \right) \times \left(\exp \left(\frac{eV_2}{kT} \right) - \exp \left(\frac{-eV_1}{kT} \right) \right), \quad (3)$$

де ν_n – середня швидкість руху носіїв струму, n_0 – концентрація домішок в напівпровіднику, $\Delta\varphi$ (знак “+” відповідає випадку, коли $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$, а “-” – коли $\varepsilon_1 < \varepsilon_2$) – величина зміни висоти потенціального бар'єра):

$$\Delta\varphi = \frac{2e^2}{\varepsilon_0\varepsilon_2} \left(\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2} Ln_0 \right)^{1/2}, \quad (4)$$

де $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – діелектричні проникності перехідного шару і напівпровідника відповідно, L – ширина області просторового заряду напівпровідника:

$$L = \sqrt{\frac{\varepsilon_0\varepsilon_2 (\varphi_0 - eV_2)}{2\pi e^2 n_0}}. \quad (5)$$

Найбільш цікавим і важливим, з точки зору пояснення закономірностей поведінки вольт-амперної характеристики в присутності газового середовища, є з'ясування питання про механізм переносу струму крізь гетероперехід.

У випроствуючих контактах метал-напівпровідник реалізуються такі шляхи переносу струму [16]: емісія електронів над бар'єром, тунелювання крізь бар'єр (польовий та термопольовий механізми), перехід носіїв крізь межу поділу за участю електронних станів, тунельно-резонансний механізм переносу носіїв заряду через глибокий рівень, що розташований в ОПЗ напівпровідника, генераційно-рекомбінаційний механізм переносу. Для кожного з них є характерними певні особливості ходу вольт-амперних характеристик і поведінка параметра I_s , що дає змогу на основі їх аналізу зробити висновки про те, який саме з наведених вище механізмів переважає при тих чи інших умовах функціонування і хімічному складі сенсорної структури. В ролі кількісної міри зростання струму при зміні прикладеної напруги зазвичай використовуються параметри неідеальності ВАХ:

$$\alpha = \frac{d \ln I}{dV}, \quad (6)$$

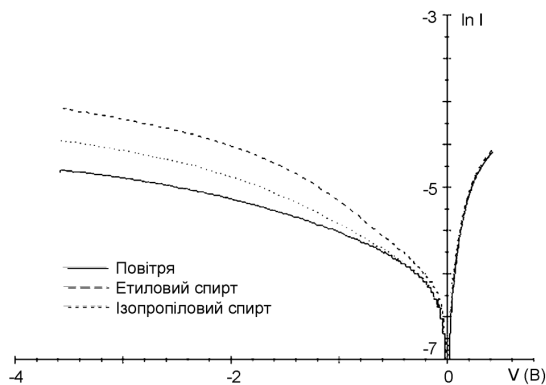


Рис. 1. Вольт-амперні характеристики зразка із оксидною плівкою товщиною 12 нм, отримані в різних середовищах

$$\alpha^* = \frac{d \ln I^*}{dV}, \quad (7)$$

де I , I^* – величини прямого і зворотного струмів відповідно, V – прикладена напруга.

У випадку надбар'єрного шляху струмопереносу крізь гетероперехід, механізм впливу адсорбованого шару на хід як прямих, так і зворотних гілок ВАХ, як правило, реалізується за рахунок зміни висоти потенціального бар'єра під дією електростатичного поля адсорбованих молекул. Цей вплив, зокрема, може бути зумовлений виникненням додаткового електричного поля, утвореного шаром поляризованих атомів адсорбату біля межі поділу елементів структури, як це має місце у розроблених раніше газочутливих МОН-конденсаторах [17] або зміною заряду поверхневих рівнів, локалізованих біля цієї межі, що також вже досліджувалося іншими авторами [10].

3. Експериментальна частина

Експериментальні зразки були створені на основі пластин розміром $5 \times 5 \times 0,5$ мм, виготовлених із кремнію марки КДБ-1, на які було напилено оксидні плівки складу (95% $\text{In}_2\text{O}_3 + 5\% \text{SnO}_2$) із товщинами 4, 6, 8 і 12 нм. Поверх оксидного шару сформовані нікелеві контакти з діаметром 0,8 мм.

Осадження оксидного шару здійснювалось з використанням методу реактивного магнетронного напилення в промисловій вакуумній установці ВУП-5 з металевої мішені із відповідним співвідношенням вмісту індію та олова. Процес здійснювався при постійному розрядному струмі 200 мА і при тиску залишкових газів у вакуумній каме-

рі на рівні $(3-5) \cdot 10^{-5}$ торр. Робоча газова суміш складалася з аргону, що містив доданок O_2 у співвідношенні 1/3 за тиском. Загальний тиск газової суміші в процесі напилення становив $6 \cdot 10^{-3}$ торр. Товщина оксидних плівок контролювалась в процесі напилення за часом осадження.

Металеві контакти були створені в тій же вакуумній установці шляхом магнетронного розпилення з металічної мішені в атмосфері аргону.

Отримання вольт-амперних характеристик зразків здійснювалось в експериментальній камері при концентраціях, що відповідають тискам насичених парів відповідних речовин, за допомогою вимірювальної установки на основі двох цифрових мультиметрів, під'єднаних до ЕОМ.

4. Результати та їх обговорення

На рис. 1 наведено вольт-амперні характеристики, отримані для гетеропереходу на основі тонкої плівки з товщиною 12 нм, виміряні в різних середовищах. Залежності струму для гетероструктур із плівками інших товщин мають подібний вигляд.

Зростання зворотного струму крізь зразок при збільшенні прикладеної напруги часто є свідченням впливу паразитного витoku струму по його бічній поверхні, однак, враховуючи відстань від країв контактів до краю зразка (близько декількох міліметрів), а також малу товщину плівки, можна стверджувати, що навряд чи витік та пов'язані з ним ефекти є суттєвим чинником, що зумовлює поведінку зворотних гілок ВАХ.

Крім того, з цих кривих видно, що параметр неідеальності прямої гілки ВАХ (6) залишається незалежним від роду атмосфери, в якій перебуває зразок, у всьому діапазоні прикладених напруг. На рисунку це проявляється як збіг ВАХ для різних середовищ в області прямих напруг.

Параметр неідеальності зворотної гілки ВАХ (7), як виявилось, навпаки суттєво залежить від того, в якому середовищі перебувають гетероструктури, і це спостерігається у вигляді зміни ВАХ одного і того ж зразка при послідовному введенні пари різних речовин у об'єм експериментальної установки.

Значення a_{max}^* та a_{max} суттєво відрізняються від значень, характерних для контактних структур без врахування впливу електронних станів межі поділу та проміжного шару ($a = e/kT$). То-

му подальший розгляд закономірностей змін ВАХ потребує обов'язкового врахування цих факторів.

Застосовуючи до цих залежностей підхід, що був використаний в [18], можна, з урахуванням виразів (1), (2), спробувати з'ясувати домінуючий шлях переносу струму в експериментальних зразках, а також механізм впливу газового середовища на хід ВАХ.

Оцінюючи внесок тунельного струму у формування газової чутливості досліджуваних структур можна відразу зробити висновок, що він не є суттєвим, враховуючи значення концентрації носіїв у матеріалі, використаному як субстрат. Тунельно-резонансний механізм переносу крізь глибокі акцепторні рівні також можна виключити з розгляду через відсутність таких рівнів у матеріалі субстрату.

Оскільки зворотний струм у зразках не відповідає залежності $I \sim \sqrt{\varphi_0 + eV_2}$, очевидно, що генераційно-рекомбінаційний механізм проходження носіїв так само не є суттєвим.

Для з'ясування ролі поверхневих станів у зміні струму крізь гетероперехід при зміні газового середовища досліджувалися залежності параметра неідеальності ВАХ a^* від прикладеної напруги.

Величина a^* може бути записана у вигляді:

$$\alpha^* = \frac{e}{kT} \left(\frac{\varepsilon_2 d}{\varepsilon_1 L} + \frac{eD}{\varepsilon_0 \varepsilon_1} \frac{dm_i}{dV} \right) \left(1 + \frac{\varepsilon_2 d}{\varepsilon_1 L} \right)^{-1}, \quad (8)$$

де $m_i = n_i / \left(1 + \exp \left(\frac{e_i - \mu - eV_1}{kT} \right) \right)$ – ступінь заповнення дискретного рівня, n_i – концентрація поверхневих станів.

Аналіз поведінки n_i , розрахованих із значень параметра неідеальності a^* , показав, що із збільшенням прикладеної зворотної напруги концентрація поверхневих станів зменшується. Отже, враховуючи це, а також той факт, що із збільшенням зворотних напруг вплив газового середовища на зворотні струми зростає, можна зробити висновок, що це зростання не є зумовленим струмами крізь поверхневі рівні. Крім того, в разі суттєвої ролі струмів за участю поверхневих рівнів, зміна n_i при зміні оточуючого середовища повинна була б вплинути на параметр I_s , що на залежностях, в тому числі і на рис. 1, не спостерігається.

Припускаючи те, що вплив газового середовища на хід ВАХ зразків пов'язаний із зміною висоти потенціального бар'єра за рахунок електричного

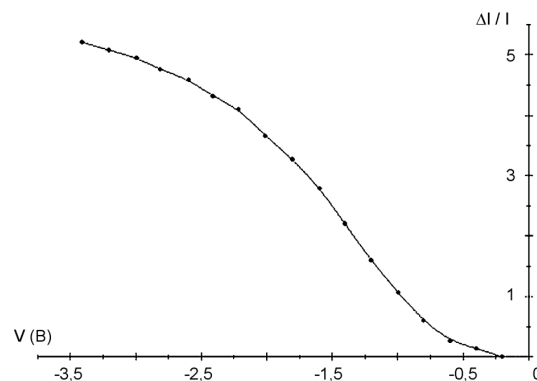


Рис. 2. Залежність $\frac{\Delta I}{I} = f(V)$ для зразка із плівкою товщиною 8 нм у присутності пари ізопропілового спирту

поля адсорбованих на поверхні молекул, з виразів (1), (2) можна записати, що:

$$I \sim \exp \left(\frac{\varphi_0}{kT} \right) \left(\exp \left(\frac{-(\varphi'_0 - \varphi_0)}{kT} \right) - 1 \right), \quad (9)$$

$$\frac{\Delta I}{I} = \exp \left(\frac{-(\varphi'_0 - \varphi_0)}{kT} - 1 \right), \quad (10)$$

де φ'_0 – висота бар'єра в газовому середовищі. Звідси видно, що такий ефект мав би дві важливі ознаки:

1. Оскільки $\varphi'_0 - \varphi_0 = \text{const}$, то величина $\frac{\Delta I}{I}$ теж повинна бути сталою із зміною прикладеної напруги.

2. Поява молекул адсорбату на поверхні оксидної плівки повинна спричинити зміни як зворотної, так і прямої гілок ВАХ зразків.

Як видно з рис. 1, друга ознака вже відсутня, а для перевірки першої ознаки були побудовані залежності $\frac{\Delta I}{I} = f(V)$ для всіх зразків. На рис. 2 наведено ВАХ для гетероструктури з товщиною плівки 8 нм в присутності пари ізопропілового спирту, для інших товщин спостерігалась аналогічна поведінка.

Характер кривої на рис. 2 свідчить про те, що $\frac{\Delta I}{I}$ не є константою і перша ознака також відсутня. Таким чином, можна стверджувати, що газова чутливість досліджуваних зразків не може бути пояснена лише зміною висоти потенціального бар'єра за рахунок поля молекул, адсорбованих на поверхні оксидної плівки.

Як відомо, форма та висота потенціального бар'єра, локалізованого в проміжному шарі контактів метал–напівпровідник із надтонкими оксидними шарами, а також класичних МОН-струк-

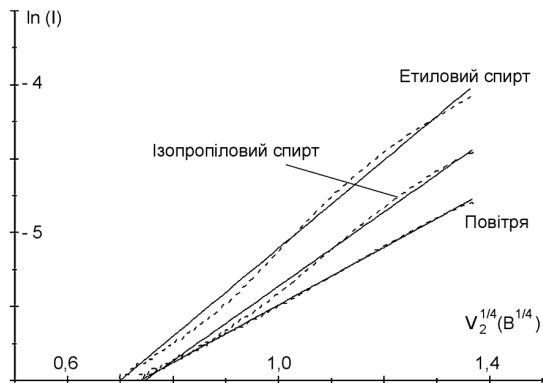


Рис. 3. Залежності $\ln(I) = f(V_2^{1/4})$ для зразка із плівкою товщиною 12 нм

тур, може певною мірою залежати від прикладеної напруги [19], що, в свою чергу, позначається на їх електрофізичних характеристиках, спричиняючи суттєву неідеальність ВАХ діодів, побудованих на їх основі. Поряд із впливом поверхневих станів, дія сил дзеркального зображення є найважливішим фактором, що зумовлює несталість зворотних струмів при зміні прикладеної напруги у випадку надбар'єрного механізму струмопереносу [16].

Якщо мова йде про гетероструктури, проміжний шар яких є достатньо товстим або сформованим із таких широкозонних матеріалів, як діоксид кремнію, то вплив сил дзеркального зображення зазвичай не є суттєвим на фоні домінуючих тунельних та інших ефектів. Однак, у разі надтонких плівок, як у нашому випадку, зменшення висоти потенціального бар'єра за рахунок ефекту Шотткі набуває суттєвого значення і ним вже не можна нехтувати [19].

Для з'ясування ролі сил зображення у механізмі змін зворотних струмів крізь гетероструктури досліджувались залежності $\ln(I) = f(V_2^{1/4})$. Зокрема було виявлено, що ці залежності для усіх зразків і у різних середовищах добре апроксимуються прямими лініями в широкому діапазоні зворотних напруг, як це видно на прикладі зразка із плівкою товщиною 12 нм (рис. 3). Це дозволило зробити припущення про те, що зміна висоти бар'єра у плівці, зумовлена саме зміною дії сил зображення, має вирішальний вплив на хід вольт-амперних характеристик досліджуваних зразків.

Беручи до уваги вираз для величини зміни висоти бар'єра (4) і вираз для ширини області про-

сторового заряду напівпровідника (5), можна записати, що:

$$\Delta\varphi \sim \left(\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2} \right)^{1/2} (\varphi_0 + eV_2)^{1/4}. \quad (11)$$

В (11) параметром, що керує зворотним струмом крізь гетероперехід, є діелектрична проникність перехідного шару ε_1 . Було зроблено припущення, що саме вона визначає вплив сил зображення на зміни висоти потенціального бар'єра у плівці. І, таким чином, вплив газового середовища на струм неосновних носіїв у гетеропереході здійснюється опосередковано саме через зміни діелектричної проникності перехідного шару. Ці зміни, в свою чергу, є наслідком процесу адсорбції молекул газового середовища на поверхні оксиду і подальшої їх дифузії у об'єм плівки.

5. Висновки

Дослідження електрофізичних параметрів газочутливих гетероструктур на основі випростуючого переходу Шотткі з нанорозмірними шарами складу (95% In_2O_3 + 5% SnO_2) виявили суттєве зростання зворотних струмів крізь них у присутності пари етилового та ізопропілового спиртів.

Показано, що основним механізмом газової чутливості досліджених зразків є зміна висоти потенціального бар'єра у оксидній плівці, зумовлена зміною дії сил зображення на неосновні носії заряду у гетеропереході. Саме ця зміна має вирішальний вплив на хід вольт-амперних характеристик гетеропереходів і, по суті, є найважливішим функціональним параметром, який визначає відгук на адсорбцію молекул етилового та ізопропілового спиртів у досліджених сенсорних структурах.

Показано, що вплив газового середовища на струм неосновних носіїв заряду у даних гетероструктурах здійснюється опосередковано через зміни діелектричної проникності перехідного шару. Ці зміни, в свою чергу, можуть бути зумовлені дифузиею адсорбату у об'єм оксидної плівки.

1. D. Kohl, J. Phys. D: Appl. Phys. **34**, R125 (2001).
2. G. Korotcenkov and B.K. Cho, Critic. Rev. Solid State and Mater. Sci. **35**, 1 (2010).
3. G. Eranna, B.C. Joshi, D.P. Runthala, and R.P. Gupta, Critic. Rev. Solid State and Mater. Sci. **29**, 111 (2004).
4. M. M. Arafat, B. Dinan, S.A. Akbar, and A.S.M.A. Haseeb, Sensors **12**, 7207 (2012).

5. V.A. Skryshevsky, O.V. Tretiak, V.A. Vikulov, V.M. Zinchuk, F. Koch, and Th. Dittrich, *Phys. Status Solidi A* **197**, 534 (2003).
6. G. Zhang and M. Liu, *Sensor. Actuat. B – Chem.* **69**, 144 (2000).
7. S. Elouali, L.G. Bloor, R. Binions, I.P. Parkin, C.J. Carmalt, and J.A. Darr, *Langmuir* **28**, 1879 (2012).
8. H. Wang, K. Dou, W.Y. Teoh, Y. Zhan, T.F. Hung, F. Zhang, J. Xu, R. Zhang, and A.L. Rogach, *Adv. Funct. Mater.* **23**, 4847 (2013).
9. S.K. Gupta, A. Joshi, and M. Kaur, *J. Chem. Sci.* **122**, 57 (2010).
10. V.G. Litovchenko, T.I. Gorbanyuk, V.S. Solntsev, and A.A. Evtukh, *Appl. Surf. Sci.* **234**, 262 (2004).
11. V. Strikha, V.A. Skryshevsky, V. Polishchuk, E. Souteyrand, and J.-R. Martin, *J. Porous Mat.* **7**, 111 (2000).
12. D.B. Dimitrov, *Phys. Rev. B* **51**, 1562 (1995).
13. D. Stievenard and D. Deresmes, *J. Appl. Phys. Lett.* **67**, 1570 (1995).
14. V.A. Vikulov, V.I. Strikha, V.A. Skryshevsky, S.S. Kilchitskaya, E. Souteyrand, and J.-R. Martin, *J. Phys. D: Appl. Phys.* **33**, 1957 (2000).
15. В.И. Стриха, *Контактные явления в полупроводниках* (Вища школа, Киев, 1982).
16. Э.Х. Родерик, *Контакты металл-полупроводник* (Радио и связь, Москва, 1982).
17. V.S. Solntsev, V.G. Litovchenko, T.I. Gorbanyuk, and A.A. Evtukh, *SPQEO* **11**, 381 (2008).
18. О.Й. Бомк, Л.Г. Ильченко, В.В. Ильченко, Г.В. Кузнецов, В.М. Пинчук, О.М. Пинчук, В.И. Стриха, *УФЖ* **44**, 759 (1999).
19. Y. Hijikata, *Physics and Technology of Silicon Carbide Devices* (InTech, 2002).

Одержано 27.01.14

*В.В. Ильченко, А.Н. Костюкевич,
В.В. Лендел, В.И. Радько, Н.С. Голобородько*

О МЕХАНИЗМЕ ВЛИЯНИЯ ГАЗОВОЙ
СРЕДЫ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ
ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ БАРЬЕРА ШОТТКИ
С НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМИ ПЛЕНКАМИ
СОСТАВА (95% In₂O₃ + 5% SnO₂)

Резюме

Проведено экспериментальное исследование электрофизических свойств газочувствительных гетероструктур состава

Ni – (95% In₂O₃ + 5% SnO₂) – p-Si. Анализ вольт-амперных характеристик образцов, полученных в разных газовых средах, выявил существенный рост обратных токов через образцы в присутствии паров этилового и изопропилового спиртов. Для объяснения этих изменений рассмотрены разные механизмы токопереноса через гетеропереход. Было показано, что существенную роль в сдвигах обратных ветвей ВАХ данных образцов играют изменения высоты потенциального барьера гетероперехода, вызванные изменением действия сил электростатического изображения в интерфейсе. А изменения действия сил электростатического изображения, в свою очередь, обусловлены влиянием адсорбата на диэлектрическую проницаемость оксидных пленок.

*V.V. Il'chenko, O.M. Kostiukevych,
V.V. Lendiel, V.I. Radko, N.S. Goloborodko*

EFFECT OF GAS
ENVIRONMENT ON ELECTROPHYSICAL
PARAMETERS OF HETEROJUNCTIONS
ON THE BASIS OF SCHOTTKY BARRIER
WITH NANO-STRUCTURED
(95% In₂O₃ + 5% SnO₂) OXIDE FILMS

Summary

Electrophysical characteristics of gas-sensitive Ni – (95% In₂O₃ + 5% SnO₂) – p-Si heterojunctions have been studied experimentally. The analysis of their current-voltage characteristics (CVCs) registered in various gas environments reveals a significant increase of the reverse current through specimens in the atmosphere of ethanol or isopropyl vapor. Various mechanisms of current flow through the heterojunction are considered to explain this phenomenon. Variations in the potential barrier height under the action of image forces are demonstrated to play a significant role in shifts of the reverse CVC branches of examined specimens. The image force changes are explained by the influence of the adsorbate on the dielectric permittivity of oxide films.