

REFERENCES

1. Manevich, L.I., Pavlenko, A.V. & Koblik S.G. (1982). Asymptotic methods in the theory of elasticity of an orthotropic body. Kiev-Donetsk: Vishcha shk.
2. Manevich, L.I. & Pavlenko, A.V. (1991). Asymptotic method in micromechanics of composite materials. K.: Vishcha shk.
3. Kagadiy, T.S. (1998). The perturbation method in the mechanics of elastic (viscoelastic) anisotropic and composite materials. Dnepropetrovsk: RIK NGA Ukrainy.
4. Kagadiy, T.S. (2000). Load transfer to bilayer bodies of finite dimensions. Visnyk Dnipropetrovs'koho universytetu. Mekhanika. Iss. 3, Vol. 2, pp. 38-46.
5. Siasev, A.V. (2003). Determination of the optimal shape of a stackable reinforced column under creep conditions. Visnyk Dnipropetrovs'koho universytetu. Seriya: Mekhanika. No. 11, Iss. 7, pp. 153-160.
6. Kagadiy, T.S., Belova, O.V. & Sherbina, I.V. (2015), The effectiveness of the application of the asymptotic method for solving certain problems of mechanics. Vestnik ZNU. No. 2, pp. 35-40.
7. Siasev, A.V. & Kostashchuk, M.V. (2015), Modeling of the process of crystallization of the rod taking into account the mutual influence of temperature and mechanical fields. Visnyk Dnipropetrovs'koho universytetu. Seriya: Modelyuvannya. No. 23, Iss. 7, pp. 9-28.

УДК: 546.815.23

ЗМІНА ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ GaSe ЗА РАХУНОК МОДИФІКАЦІЇ ПОВЕРХНІ

Квашнівська Н. М.

*Львівський національний університет ім. Івана Франка,
вул. Університетська, 1, Львів, 79000, Україна*

Natalka522@gmail.com

У повітрі чи в іншому середовищі на поверхні напівпровідника з'являється окисний шар, що призводить до зниження швидкості проходження процесів, які можуть відбуватися на поверхневих шарах при окисно-відновлювальних реакціях. У кристалі можна використати розчинник хімічних реакцій, що впливає на зміни у процесі реакції, а саме утворення та розрив хімічних зв'язків між атомами поверхневих шарів, що утворюють пасивацію, при цьому не змінюючи структури кристалу, тим самим пришвидшити процес передачі електронів при окисно-відновлюваних реакціях.

Ключові слова: селенід галію, наноструктури, поверхнева рекомбінація, фотосинтез.

ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ GaSe ЗА СЧЕТ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ

Квашневська Н. М.

*Львовский национальный университет им. Ивана Франко,
ул. Университетская, 1, Львов, 79000, Украина*

Natalka522@gmail.com

В воздухе или в другой среде на поверхности полупроводника появляется окислительный слой, приводит к снижению скорости прохождения процессов, которые могут происходить на поверхностных слоях при окислительно-восстановительных реакциях. В кристалле можно использовать растворитель химических реакций, что влияет на изменения в процессе реакции, а именно образование и разрыв химических связей между атомами поверхностных слоев, образующие пассивацию при этом не меняя структуры кристалла, тем самым ускорит процесс передачи электронов при окислительно-восстановительных реакциях.

Ключевые слова: селенид галлия, наноструктуры, поверхностная рекомбинация, фотосинтез.

CHANGING THE ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF GaSe DUE TO MODIFICATIONS SURFACE

Kvashnivska N. M.

*Ivan Franko National University of Lviv,
1, Universytetska St., Lviv, 79000, Ukraine*

Natalka522@gmail.com

The purpose of this work is to study the changes of the electrochemical characteristics of intercalated gallium selenide surface modification by chemical solvent - dimethylformamide, depending on the type of electrolyte and the presence of solar radiation by a scanning potentiostat.

In the air or other medium on the surface of the semiconductor layer appears oxidation that leads to passivation processes that may occur in the surface layers during oxidation-reduction reactions. In the chip can be used solvent chemical reactions. What influences changes in the reaction, namely the formation and breaking of chemical bonds between the surface layers of atoms forming the passivation without changing the crystal structure, thereby speed up the transfer of electrons in redox reactions renewable.

Nanostructures formed on the photoelectrodes surface when using chemical solvents, as a result of rupture of chemical bonds between the atoms of the surface layers that forms a passivation (as a result of oxidation of the semiconductor surface) without changing the crystal structure, thereby speed up the transfer of electrons in redox reactions. The products that will be formed will accumulate on the additional electrode thus conversion velocity and energy conversion efficiency will be higher. Nanostructures formed on the photoanodes surface leads to decreasing of the surface-recombination rate generate by the light carrier and consequently it leads to the growth of the photoanodes photopotential.

Key words: gallium selenide, nanostructures, surface recombination, photosynthesis.

ВСТУП

Монокристали GaSe відносяться до шаруватих сполук із різко анізотропними властивостями [1-9]. Фізичні властивості цих матеріалів вказують на їх перспективність практичного застосування в елементах сучасної електроніки, і ці властивості важко передбачити, оскільки вони залежать від багатьох технологічних чинників. У роботі [10] описані електрохімічні характеристики моноселеніду галію залежно від типу електролітів та за умов дії сонячних променів. Показано, що у воді анодні і катодні процеси в темряві, без доступу сонячних променів, проходять з нижчою швидкістю, ніж на сонячному світлі і потенціал поляризації на світлі зсувається у від'ємний бік, аналогічні результати спостерігалися і для інших середовищ. У результаті інтеркаляції воднем кристалу були отримані результати, що підтверджують, а також покращують вплив сонячного випромінювання на швидкість катодних і анодних реакцій на поверхні напівпровідника у нейтральному середовищі. У результаті інтеркаляції воднем у кислому середовищі на поверхні GaSe утворюється окисна плівка, яка гальмує катодні та анодні процеси, і при освітленні процеси пасивації знижуються. Тому постає питання, за рахунок чого можливо уникнути такої реакції?

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТУ

Мета роботи полягає в дослідженні змін електрохімічних характеристик інтеркальованого селеніду галію за рахунок модифікації поверхні хімічним розчинником – диметилформамід, залежно від типу електроліту і присутності сонячного випромінювання.

Об'єктом дослідження є монокристали селеніду галію при електрохімічній поляризації в розчинах з різним показником рН. Дослідження потенціостатичних і потенціодинамічних характеристик проведені за допомогою скануючого потенціостата. Для складання поляризаційних діаграм застосували досліджуваний електрод («робочий»), електрод порівняння, додатковий (платиновий) електрод. Поляризаційні дослідження виконані в середовищах дистильованої води, та розчинах кислот H_2SeO_3 , H_2SO_4 під впливом сонячного випромінювання (у видимому діапазоні) і в темряві.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У процесі фотосинтезу, при перетворенні сонячної енергії рослини використовують мембрану. Порівняно з рослинами, у штучних системах ККД він малий. Недоліком такої системи є слабе поглинання світла в тонкому шарі, що містить фотоактивні молекули пігменту, у рослин – це мембрана, що складається з тилакоїдів. Тилакоїди регулюють швидкість перенесення електронів у фотосистемі під дією світла. Тонкий шар потрібний для зменшення значних витрат енергії при проходженні електронів через мембрану, яку в штучних системах заміняє потенціальний бар'єр. Процес фотосинтезу зберігається у варіанті пристрою на основі напівпровідникового електроду для фотоелектрохімічного перетворення енергії. У повітрі чи в іншому середовищі на поверхні напівпровідника з'являється окисний шар, що призводить до пасивування процесів які можуть відбуватися на поверхневих шарах при окисно-відновлювальних реакціях. Оскільки в рослинах цього не спостерігається через те, що мембрана багат шарова, і на процеси передачі електронів при цій реакції не діє сповільнення. У кристалі можна використати розчинник хімічних реакцій. Що впливає на зміни у процесі реакції, а саме утворення та розрив хімічних зв'язків між атомами поверхневих шарів, що утворюють пасивацію, при цьому не змінюючи структури кристалу, тим самим пришвидшить процес передачі електронів при окисно-відновлюваних реакціях. Продукти, що утворюються в результаті, будуть накопичуватися на додатковому електроді і таким чином швидкість перетворення і ККД перетворення енергії буде більшою. Під дією сонячного світла крізь тонкий шар прозорого електроліту на поверхні фотоаноду на границі з електролітом генеруються електронно-діркові пари. Під дією електричного поля, що існує на границі фотоаноду з електролітом, вони розділяються – дірки йдуть на окислення, а електрони по зовнішньому колу йдуть до катода, де відбувається реакція відновлення.

Утворений потенціальний бар'єр напівпровідникового кристалу з електролітом перешкоджає проходженню зарядів. Якщо використати розчинник, то потенціальний бар'єр не буде впливати на окисно-відновлювальну реакцію, тому що цей бар'єр буде долатися не вихідною енергією, яку ми бажаємо отримати, а саме продуктами, які отримуємо в результаті хімічної реакції як наслідок дії розчинника. А віддача енергії буде відбуватися в наслідок переходу з одного рівня кристалу на інший і ця відстань буде долатися швидше за рахунок енергії, що отримується від сонячного світла. У таблиці 1 наведені значення для кристалу GaSe, інтеркальованого воднем у різних середовищах, з тим же кристалом GaSe, на поверхню якого нанесено розчинник диметилформамід (DMF).

Таблиця 1

	GaSe				GaSe з шаром DMF-A			
	На світлі		У темряві		На світлі		У темряві	
	E, V	J, mA/mm ²	E, V	J, mA/mm ²	E, V	J, mA/mm ²	E, V	J, mA/mm ²
H ₂ O	-0,296	8,13*10 ⁷	-0,265	1,65*10 ⁷	-0,476	3,63 *10 ⁷	-0,476	5,71*10 ⁷
H ₂ SO ₄	-0,345	2,006*10 ⁷	-0,376	1,9*10 ⁷	-0,454	3,615*10 ⁷	-0,454	1,69*10 ⁷
H ₂ SeO ₃	-0,167	1,24*10 ⁷	-0,199	6,04*10 ⁷	0,111	7,07*10 ⁷	0,111	5,37*10 ⁷

ВИСНОВКИ

Отже, окисно-відновлювальна реакція буде проходити з меншими витратами. Нанесення наночастинок платини на поверхню фотоаноду призводить до зменшення швидкості поверхневої рекомбінації генерованих світлом носіїв (електронів та дірок) і, як наслідок, призводить до збільшення фотопотенціалу фотоанода.

ЛІТЕРАТУРА

1. Боledзюк В. Б., Заслонкін А. В., Ковалюк З. Д., Пирля М. М., Юрценюк С. П. Вплив відпалу на оптичні властивості шаруватих кристалів GaSe та InSe. *Physics and chemistry of solid state*. 2008. Т. 9, № 2. С. 338–347.
2. Ковалюк З. Д., Боledзюк В. Б., Шевчик В. В., Дубик О. М., Камінський В. М. Електричні властивості моно селеніду індію, легованого селенідом ванадію. *ФІП*. 2012. Т. 10, № 4. С. 448–452.
3. Ковалюк З. Д., Шевчик В. В., Боledзюк В. Б., Нетяга В. В. Дослідження електричних властивостей InSe інтеркальованого кобальтом. *Журнал нано- та електронної фізики*. 2014. Т. 6, № 4. С. 368–372.
4. Боledзюк В. Б., Ковалюк З. Д., Кудринський З. Р., Кушнір Б. В., Литвин О. С., Шевченко А. Д. Вплив інтеркалювання нікелем на властивості шаруватих кристалів InSe. *ФІП*. 2014. Т. 12, № 2. С. 184–189.
5. Стахира Й. М., Товсюк Н. К., Фоменко В. Л., Цмоць В. М., Щупляк А. Н. Структура и магнитные свойства монокристалов InSe, интеркальированных никелем. *Физика и техника полупроводников*. 2011. Т. 45, вып. 10. С. 44–47.
6. Balitskii O., Porowski S., Elias Jacek, Gryshchenko S., Kvashnivska N., Polishchuk N. Electrochemical Investigation of Hydrogen Influence of Crystals of Gallium Nitride. URL: <http://myprogram14.isonline.org/symp/S06.html>.
7. Balitskii O., Elias Jacek, Gryshchenko S., Kvashnivska N., Polishchuk N. Hydrogen Influence on Electrochemical Properties of Gallium Monoselenide. *Solid State Phenomena*. 2015. Vol. 225. P. 53–58.
8. Балицький О. О., Яцек Еліаш, Грищенко С., Квашнівська Н., Поліщук Н. Виростання шаруватих кристалів у водневій енергетиці. *Нетрадиційні і поновлювальні джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні*. Праці VIII між нар. наук.-практ. конф. (Львів, 10 березня 2015). Львів, 2015. С. 152–154.
9. Ковалюк З. Д., Пирля М. М., Боledзюк В. Б., Шевчик В. В. Барична та тензочутливість шаруватих напівпровідників InSe та GaSe. *Укр. фіз. журн.* 2011. Т. 56, № 4. С. 368–372.
10. Квашнівська Н. Електрохімічні властивості селеніду галію. *VI Всеукраїнська науково-практична конференція «Перший крок у науку»*. Т. 5. Луганськ, 2011. С. 37.

REFERENCE

1. Boledzyuk, V. B., Zasloukin, A. V., Kovalyuk, Z. D., Pyrlya, N. M. & Yurtsenyuk, S.P. (2008). Influence of annealing on the optical properties of layered crystals GaSe and InSe. *Physics and chemistry of solid state*, Vol. 9, No. 2, pp. 338-347.
2. Kovalyuk, Z. D., Boledzyuk, V. B., Szewczyk, V. V., Dubyk, A. & Kaminsky, V. M. (2012). The electric properties of indium selenide mono doped selenide vanadium. *FIP*, Vol. 10, No. 4, pp. 448-452.
3. Kovalyuk, Z. D., Szewczyk, V. V., Boledzyuk, V. B. & Netyaga, V. V. (2014). Research electrical properties of InSe intercalated cobalt. *Journal nano-physics and electronics*, Vol. 6, No. 4, pp. 368-372.
4. Boledzyuk, V. B., Kovalyuk, Z., Kudrynsky, S. G., Kushnir, B., Lytvyn, O. S. & Shevchenko, A. D. (2014). Nickel intercalation Influence on properties to properties of layered crystals of InSe. *FIP*, Vol. 12, No. 2, pp. 184-189.
5. Stahyra, J. M., Tovsyuk, N. K., Fomenko, V. L., Tsmots, V. N. & Schuplyak, A. N. (2011). Structure and properties of monocrystals InSe mahnytnye, unterkalyrovannih Nickel. *Physics and technics polkprovodnykov*, Vol. 45, iss. 10, pp. 44-47.
6. Balitskii O., Porowski, S., Elias Jacek, Gryshchenko, S., Kvashnivska, N. & Polishchuk, N. Electrochemical Investigation of Hydrogen Influence of Crystals of Gallium Nitride. doi: <http://myprogram14.isonline.org/symp/S06.html>.
7. Balitskii O., Elias Jacek, Gryshchenko, S., Kvashnivska, N. & Polishchuk, N. (2015). Hydrogen Influence on Electrochemical Properties of Gallium Monoselenide. *Solid State Phenomena*, Vol. 225, pp. 53-58.
8. Balitskii O., Eliash, Jacek, Grishchenko, S., Kvashnivska, N. & Polishchuk, N. (2015, March). Layered crystals of growth in vodnevyi enerhetytsi. 8th International Conference “Non-traditional and renewable sources of energy as an alternative to primary sources of energy in the region”, (pp. 152-154), Lviv.
9. Kovalyuk, Z. D., Pyrlya, N. M., Boledzyuk, V. B. & Szewczyk, V. V. (2011). The pressure and tenzochutlyvist layered semiconductor InSe and GaSe. *Eng. nat. Zh.*, Vol. 56, No. 4, pp. 368-372.
10. Kvashnivska, N. M. (2011). Electrochemical Properties of Gallium Monoselenide. VI National scientific-practical conference “The first step in science”, (Vol. 5, p. 37), Luhansk.