

Lavrikov I.N., Ivlev V.Y., Kosarev A.B.
Tambov State Technical University

DEVELOPMENT OF OFFERS ABOUT IMPROVEMENT OF TRAFFIC IN CROSS-ROADS «PROLETARSKAYA – LERMONTOVSKAYA – BAZARNAYA» OF TAMBOV

Summary

This article examines the problem of traffic at the intersection of streets, as it is in these places often have traffic accidents, so this topic is urgent. In this article, we will present proposals for improving traffic at the intersection of streets in the city of Tambov, and specifically at the intersection of «proletarian – Lermontov – Market», Tambov.

Keywords: roads, traffic intersections, streets, traffic movements.

УДК 661

ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАНОЧАСТИНОК СТАНУМУ (IV) ОКСИДУ, ОТРИМАНИХ CVD МЕТОДОМ

Люц В.А., Нагірняк С.В., Донцова Т.А.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Отримано наночастинки стануму (IV) оксиду газотранспортним синтезом в відсутності та присутності кисню в інертному середовищі. Визначено, що синтезовані наночастинки SnO_2 є монокристаллами з розмірами в діапазоні 50÷150 нм. Встановлено, що при переході від округлої форми частинок до витягнутої оптична ширина забороненої зони збільшується. Виявлено, що домішкові кількості феруму значно впливають на фотолюмінесценцію наночастинок SnO_2 .

Ключові слова: стануму (IV) оксид, CVD метод, напівпровідники, наночастинки, ширина забороненої зони, фотолюмінесценція.

Вступ. Напівпровідникові матеріали на основі оксидів металів, завдяки великому значенню відношення площі поверхні до об'єму, а також значною різноманітністю оптико-електронних властивостей, знаходять широке застосування в багатьох прикладних задачах. Серед напівпровідників через наявність унікальних функціональних властивостей особливий інтерес викликає SnO_2 . Стануму (IV) оксид є напівпровідником n-типу з шириною забороненої зони 3,6 eV за температури 300 K [1, 2]. Він володіє низьким електричним опором, високою оптичною прозорістю у видимій області спектра, хімічною стабільністю та інертністю за високих температур [3]. Завдяки цим властивостям, стануму (IV) оксид може застосовуватися як провідні прозорі електроди [4], сонячні батареї [5], транзистори, чутливі шари газових сенсорів [6,7].

Відомо, що морфологія, а відтак і властивості наноструктур SnO_2 багато в чому залежать від способу їх синтезу та типу прекурсора. Метод отримання також впливає на розмір частинок, чистоту та кристалічність матеріалів. Найпоширенішими методами одержання нанодисперсного SnO_2 є хімічне осадження з рідкої фази, золь-гель метод [8], гідротермальний синтез та хімічне осадження з газової фази (CVD-метод) [9-11]. Основною перевагою хімічного осадження та золь-гель методу є простота реалізації процесів. Однак їх вагомий недолік полягає в неможливості одержання монокристалічних частинок.

Гідротермальний синтез дозволяє отримувати монокристали, але апаратне оформлення цього методу є досить коштовним та складним. Найбільш, на наш погляд, перспективним є CVD-метод, який дозволяє варіювати розмірами частинок в більш контрольованих умовах, отримувати монокристалічні частинки різної морфології [9].

Отже, метою даного дослідження було виявлення оптичних властивостей монокристалічних порошків стануму (IV) оксиду, отриманих CVD методом за різного складу газу-носія.

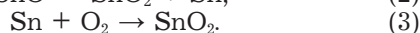
Об'єкти і методи. Як вихідні реагенти використовували стануму (II) оксалат, отриманий шляхом прямого осадження з розчинів [12], амонію оксалат кваліфікації «хч», азот газоподібний підвищеної чистоти.

Синтез стануму (IV) оксид проводили термічним розкладанням прекурсору стануму (II) оксалату в інертному середовищі та з додаванням кисню. Невелику кількість прекурсору засипали в керамічний човник, який розташовували в центрі кварцового реактора. Реактор з човником поміщали в горизонтальну трубчасту піч, після чого проводили продувку реактора азотом впродовж 10 хв.

Перший зразок SnO_2 отримували в інертному середовищі з витратою азоту 150 см³/хв за температури 1323 K впродовж 1 год. Зразки 2÷6 отримували аналогічним чином з адаптованим

температурним режимом: встановивши витрату азоту $150 \text{ см}^3/\text{хв}$, піч нагрівали до температури 873 K і витримували впродовж 30 хв . Після цього до газу-носія підмішували повітря у кількостях, що відповідають $1, 2, 3, 4, 5\%$ об. O_2 (зразки 2÷6, відповідно). Далі проводили термообробку зразків за температури 1323 K протягом 1 години.

Розкладання стануму (II) оксалату відбувалося за реакціями (1) та (2) для зразку 1, для зразків 2÷6 – за реакціями (1), (2) і (3).



Отримані зразки SnO_2 досліджували методом рентгенофазового аналізу на рентгенівському дифрактометрі IV Rigaku з $\text{CuK}\alpha$ випромінюванням. Морфологію отриманих зразків досліджували методом скануючої електронної мікроскопії РЕМ 106И, а розмір частинок SnO_2 – на просвічуючому електронному мікроскопі ПЕМ 100-01. Оптичні властивості вивчали вимірюванням оптичного поглинання суспензій стануму (IV) оксиду на двопробеновому спектрофотометрі Spеcоrd 210. Спектри фотолюмінесценції зразків SnO_2 були отримані на люмінесцентному спектрометрі LS 55 (Perkin Elmer, США). Хімічний склад всіх отриманих зразків визначали за допомогою приладу EXPERT 3L.

Результати і обговорення. Дифрактограма зразку 1 SnO_2 зображена на рисунку 1.

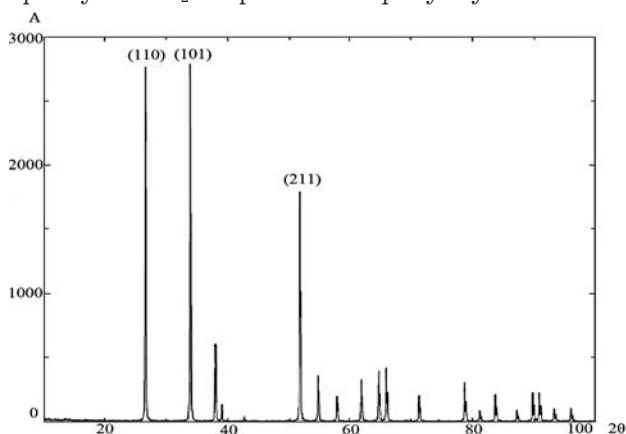


Рис. 1. Дифрактограма зразку 1 SnO_2

Згідно рисунку 1, найінтенсивніші піки на дифрактограмі (кути 2θ : $26,6; 33,9; 51,8$ град) відповідають фазі каситериту – стануму (IV) оксиду. Отже, запропонований метод синтезу SnO_2 дозволяє отримувати порошки з високим ступенем чистоти. Дифрактограми зразків 2÷6 аналогічні.

СЕМ-зображення зразків 2, 4, 5, 6 стануму (IV) оксиду наведені на рисунку 2. Як видно з рисунку 2, структура та морфологія частинок стануму (IV) оксиду у зразків 2÷5 схожа і вони мають пористу структуру. При цьому, зразок 6 різко відрізняється від зразків 2-5, який має витягнуту пластинчасту форму.

ПЕМ-зображення зразків 2 і 4 стануму (IV) оксиду наведені на рисунку 3. З рисунку 3 можна побачити, що частинки стануму (IV) оксиду характеризуються монокристалічною структурою та мають округлу форму з розмірами $50\div 150 \text{ нм}$.

Для дослідження оптичних властивостей зразків стануму (IV) оксиду були отримані спектри

поглинання суспензій з концентрацією $0,1 \text{ г}/\text{дм}^3$ в діапазоні довжин хвилі $\lambda = 200\div 400 \text{ нм}$ (рисунк 4).

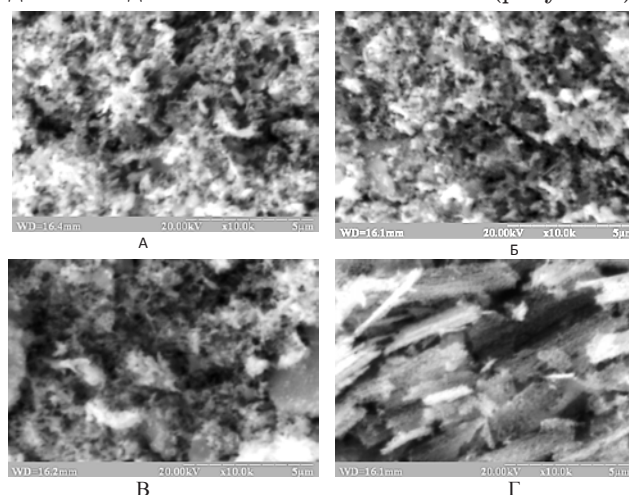


Рис. 2. СЕМ-зображення порошків SnO_2 : А – зразок 2, Б – зразок 4, В – зразок 5, Г – зразок 6

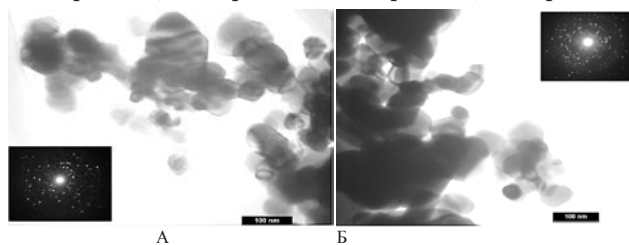


Рис. 3. ПЕМ зображення зразків SnO_2 : А – зразок 2, Б – зразок 4

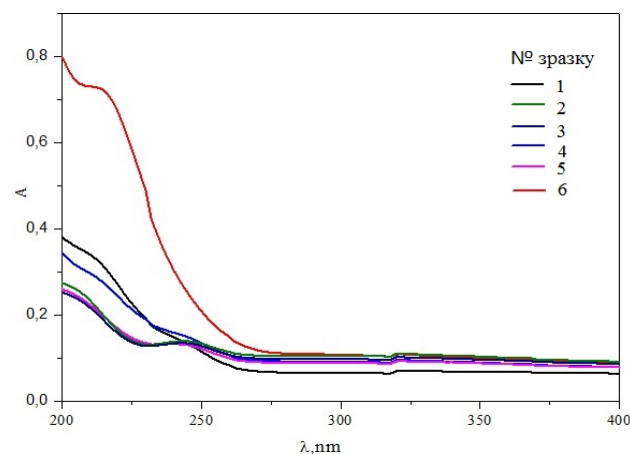


Рис. 4. Спектри поглинання зразків SnO_2 1÷6

Як можна побачити з рисунку 4, зразок 5 значно інтенсивніше поглинає УФ-випромінювання в порівнянні з іншими зразками SnO_2 . Це можна пояснити тим, що частинки стануму (IV) оксиду цього зразку мають іншу в порівнянні зі зразками 1÷4 морфологію.

Оптичну ширину забороненої зони зразків 1÷6 визначали графічним методом в координатах $(ah\nu)^2 = f(h\nu)$ (рисунк 5), значення яких представлено в таблиці 1.

Виходячи з даних, наведених в таблиці 1, значення оптичної ширини забороненої зони для всіх зразків SnO_2 є дещо завищеними, що можна пояснити ефектом Бурштейна-Мосса-Урбаха [13].

На рисунку 6 зображені спектри фотолюмінесценції для зразків 1÷6, зняті за кімнатної

температури. Довжина хвилі, що використовува-
лась для збудження частинок SnO₂, становила
230 нм (5,395 еВ).

Таблиця 1
Оптична ширина забороненої зони
наночастинок SnO₂

№ зразку	1	2	3	4	5	6
ΔE, eV	4,6	4,5	4,4	4,5	4,4	4,9

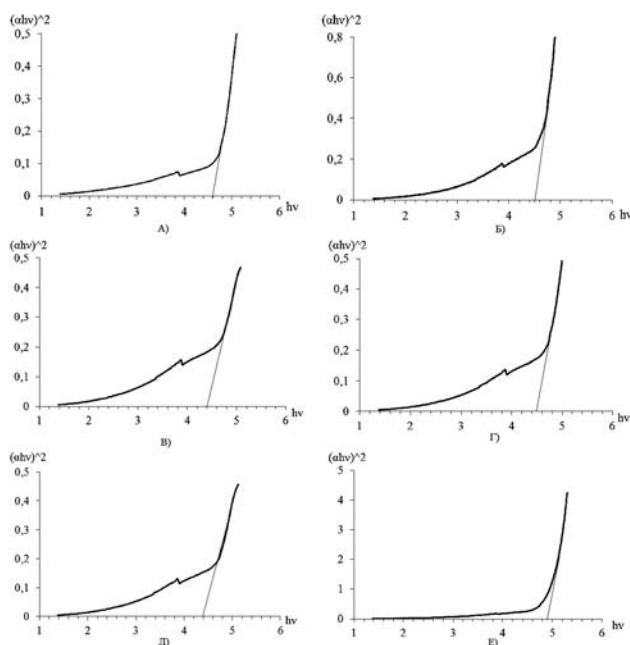


Рис. 5. $(ahv)^2$ як функція від $hv(\Delta E)$: А – зразок 1,
Б – зразок 2, В – зразок 3, Г – зразок 4,
Д – зразок 5, Е – зразок 6

Як можна бачити з рисунку 6, в зразках 1, 4,
6 спостерігається емісія з довжиною хвилі 404 нм
(3,071 еВ), що відповідає фіолетовому кольору
спектру. Для зразків 2, 3, 5 спостерігається дуже
низький рівень випромінювання. З рисунку 6 та-

кож вочевидь, що для зразку 4 пік фотолюмінес-
ценції найінтенсивніший. Це можна пояснити тим,
що для цього зразку вміст феруму є найбільшим
серед всіх досліджених зразків (таблиця 2). До
того ж, окрім заліза, в усіх зразках виявлено слі-
дові кількості цинку, кадмію та свинцю. При-
сутність цих домішок, скоріше за все, пов'язано з
переходом їх з попередніх прекурсорів.

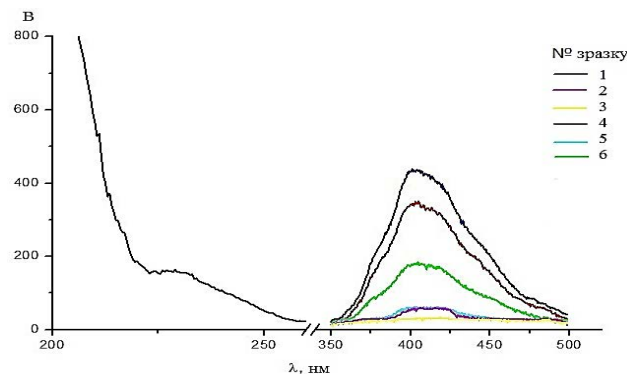


Рис. 6. Спектри фотолюмінесценції зразків SnO₂

Таблиця 2
Масовий склад всіх зразків SnO₂

№ зразку	1	2	3	4	5	6
Вміст, % мас.						
Sn	99,89	99,90	99,83	99,64	99,85	99,86
Fe	0,11	0,10	0,17	0,36	0,15	0,14

Висновки. Методом CVD синтезовано мо-
нокристалічні наночастинок SnO₂ з розмірами
50–150 нм. Встановлено, що морфологія частинок
значно впливає на значення оптичної ширини
забороненої зони: для частинок витягнутої фор-
ми вона більша. Виявлено, що домішки суттєво
впливають на фотолюмінесцентні властивості
порошків SnO₂. Для пояснення винайдених ефек-
тів необхідно досліджувати сенсорні властивості
наночастинок SnO₂.

Список літератури:

1. Кочергинская П. Б., Иткин Д. М., Гудилин Е. А. и др. Особенности роста и анализ сенсорных свойств нитевидных кристаллов SnO₂ // Альтернативная энергетика и экология. – 2007. – № 9. – С. 11–15.
2. Munnix S., Schmeits M. Surface electronic structure of tin (IV) oxide // Solid State Commun. – 1982. – Vol. 43. – P. 867–873.
3. Lin T. Hydrothermal Synthesis of SnO₂ nanostructures with different morphologies and their optical properties // J. of Nanomaterials. – 2011. – Vol. 11 – P. 10–17.
4. Batzill M., Diebold U. The surface and material science of tin oxide // Progress in Surface Science. – 2005. – Vol. 79. – P. 7–154.
5. Wang B., Yang Y. H., Yang G. W. Growth mechanisms of SnO₂/Sn nanocables // Nanotechnology. – 2006. – № 17. – P. 4682–4688.
6. Обвинцева Л. А. Полупроводниковые металлооксидные сенсоры для определения химически активных газовых примесей в воздушной среде // Российский химический журнал. – 2008. – Т. LII. – № 2. – С. 113–121.
7. Румянцова М. Н., Коваленко В. В., Гасков А. М. и др. Наноконтроли на основе оксидов металлов как материалы для газовых сенсоров // Российский химический журнал. – 2007. – Т. LI. – № 6. – С. 61–70.
8. Suryakanth J., Arivazhagan V., Manonmani M. et. al. Functionalisation of MWCNT with SnO₂ through sol-gel route // Journal of Optoelectronics and Biomedical Materials. – 2011. – Vol. 3. – № 2. – P. 31–38.
9. Ansari S. G., Ansari Z., Khang G. Urea sensor based on tin oxide thin films prepared by modified plasma enhanced CVD // Sensors and actuators in chemical. – 2008. – № 132. – P. 265–271.
10. Khanh L. D., Binh N. T., Long N. N. et. al. SnO₂ nanostructures synthesized by using a thermal evaporation method // Journal of the Korean Physical Society. – 2008. – Vol. 52. – № 5. – P. 1689–1692.
11. Bongani S., Gerald F., David E. et. al. Self-Catalytic Growth of Tin Oxide Nanowires by Chemical Vapor Deposition Process // Journal of Nanomaterials. – 2013. – № 5. – P. 3–10.
12. Нагірняк С. В., Донцова Т. А., Астрелін І. М. та ін. Синтез і характеристика нанодисперсних порошків оксиду стануму (IV) з оксалату стануму (II) // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2012. – № 2. – С. 151–155.

13. Wang Y., Ramos I., Santiago-Aviles J. J. Optical bandgap and photoconductance of electrospun tin oxide nanofibers // Journal Of Applied Physics. – 2007. – Vol. 102. – P. 1–7.

Люц В.А., Нагірняк С.В., Донцова Т.А.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ СТАНУМА (IV) ОКСИДА, ПОЛУЧЕННЫХ CVD МЕТОДОМ

Аннотация

Получено наночастицы станума (IV) оксида газотранспортным синтезом в отсутствие и присутствие кислорода в инертной атмосфере. Определено, что синтезированные наночастицы SnO₂ являются монокристаллами с размерами в диапазоне 50÷150 нм. Установлено, что при переходе от округлой формы частиц к вытянутой значение оптической ширины запрещенной зоны увеличивается. Обнаружено, что примесные количества железа значительно влияют на фотолюминесценцию наночастиц SnO₂.

Ключевые слова: олова (IV) оксид, CVD метод, полупроводники, наночастицы, ширина запрещенной зоны, фотолюминесценция.

Lutz V.A., Nagirnyak S.V., Dontsova T.A.

National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

OPTICAL PROPERTIES OF THE NANO-AGENTS OF TIN (IV) OXIDE IS RECEIVED WITH CVD METHOD

Summary

The tin (IV) oxide nanoparticles by transport method in absence and presence of oxygen in inert atmosphere were obtained. The synthesized SnO₂ nanoparticles are monocrystalline with size in the range 50÷150 nm. It was established that at the transition from the rounded shape of the particles to the elongated value of the optical band gap increases. It was found that impurity of iron significantly influences at the photoluminescence of SnO₂ nanoparticles.

Keywords: tin (IV) oxide, CVD method, semiconductors, nanoparticles, bandgap, photoluminescence.

УДК 681.5.015

АЛГОРИТМ ДИНАМІЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ СКЛАДНИХ БАГАТОВИМІРНИХ ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ В ЧАСОВІЙ ОБЛАСТІ

Рогач А.О.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Висвітлено проблеми керування багатовимірними об'єктами управління термодинамічними процесами. Досліджено питання по алгоритму динамічної ідентифікації складних динамічних об'єктів в часовій області. Перехідні характеристики термодинамічних об'єктів управління. Проведено структурну та параметричну ідентифікацію кліматичної камери. Проведено порівняльну характеристику математичної та реальної моделі. **Ключові слова:** ідентифікація багатомірних об'єктів, параметрична ідентифікація, крива розгону, кліматична камера, термодинамічні процеси.

Постановка проблеми. В останні десятиліття завдяки бурхливому розвитку цифрової техніки управління проникає в усі галузі діяльності людини не тільки у виробничих умовах, а й у побуті. Якщо раніше автоматизувались окремі операції і агрегати, то тепер автоматизуються виробничі процеси, процеси проектування виробів і технологій, підготовки виробництва і повністю їхнього автоматичного управління, включаючи рішення задач

планування виробництва, придбання сировини, управління збутом і т.д. і т.п. Глобальні мережі надають нові широкі можливості для подальшого поглиблення завдань управління в економіці і в соціальній сфері. Природно, що вирішення завдань управління, отримання законів управління базується на деяких формально-математичних основах, що утворюють теорію управління. В основному це математика, орієнтована на потреби завдань управління.