

О.В. Осадчук
В.В. Мартинюк
Г.І. Мартинюк

ЗАЛЕЖНІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГЕТЕРОМЕТАЛІЧНОГО АЛКОКСОКОМПЛЕКСУ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація. Досліджено напівпровідниковий матеріал такого складу: $[\text{Cu}_3\text{Dy}(\text{AA})_5(\text{OCH}_3)_4\text{CH}_3\text{OH}]$, де $\text{HAA} = \text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{O})-\text{CH}_2-\text{C}(\text{O})-\text{CH}_3$. Вимірювання електропровідності отриманого матеріалу проводили в спресованому вигляді. В інтервалі температур 30 – 140 С питомий опір пресованого зразка зменшується від $9 \cdot 10^8$ до 700 Ом·м, це підтверджує, що виділена сполука є напівпровідником, з шириною забороненої зони 1,38eВ. Досліджено електропровідні властивості комплексної сполуки, як термочутливого елемента, для цього використовували експериментальний зразок з геометричними розмірами $1 \cdot 10^{-3} \text{ м} \times 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м} \times 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Ключові слова: температура, концентрація, напівпровідник, комплексна сполука, електропровідні властивості.

Вступ

Сучасне виробництво потребує удосконалення існуючих та розробки нових засобів управління технологічними процесами. В наш час для вирішення різних технічних задач в автоматичній, телемеханічній, термометрії, електроніці, електротехніці, телефонії широко застосовують композитні напівпровідникові матеріали [1-3]. Серед них чільне місце посідають напівпровідникові терморезистори. Їх перевагою є висока температурна чутливість, стабільність характеристик у часі, малі габарити і майже повна відсутність спеціального догляду при експлуатації.

Тому, актуальним є пошук нових матеріалів, дослідження природи їх електропровідності, що дозволить на їх основі розробляти елементи з високою чутливістю до змін температури. Серед таких сполук особливий інтерес викликають гетерометалічні алкоксосокомплекси, що в якості ліганда містять β-дикетон, які володіють напівпровідниковими властивостями [4].

Теоретичні та експериментальні та дослідження

Метою даної роботи є дослідження зміни електричних параметрів (купрум, диспрозій)вмісної гетерометалічної комплексної сполуки при дії на них температури

Встановлено, що досліджувана сполука (I) відповідає такому складу $[\text{Cu}_3\text{Dy}(\text{AA})_5(\text{OCH}_3)_4\text{CH}_3\text{OH}]$, де $\text{HAA} = \text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{O})-\text{CH}_2-\text{C}(\text{O})-\text{CH}_3$ і має назву – тетракіс-μ₃-(метоксо)(метанол)-пентакіс(ацетилацетонато) (трику-прум(II), диспрозій(III)) (I) [4].

Експеримент показав, що в інтервалі температур 30 – 140 С питомий опір пресованого зразка досліджуваного матеріалу сполуки (I) зменшується від $9 \cdot 10^8$ до $7 \cdot 10^2$ Ом·м, тобто виділена сполука є напівпровідником. На основі цих розрахунків було розраховано ширину забороненої зони

$$\Delta E = \frac{k \ln \frac{\sigma_1}{\sigma_2}}{\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)} = 2,208 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 1,38 \text{ eV}, \quad (1)$$

де ΔE – ширина забороненої зони комплексної сполуки $[\text{Cu}_3\text{Dy}(\text{AA})_5(\text{OCH}_3)_4\text{CH}_3\text{OH}]$ (I) (I); k – стала Больцмана; T – абсолютна температура; σ – питома провідність матеріалу.

Знаючи ширину забороненої зони комплексної сполуки та на основі проведених досліджень, було отримано залежність питомої провідності від температури в межах 0-220 °С (рис.1).

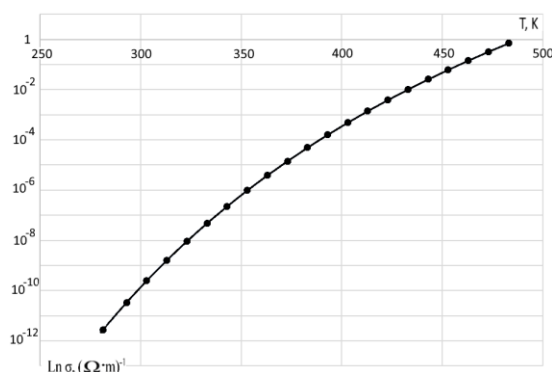


Рис. 1. Залежність питомої провідності напівпровідникового матеріалу від температури

З графіка на рисунку 1 видно, що питома провідність досліджуваної структури зростає від $3,3 \cdot 10^{-12}$ (Ом·м)⁻¹ до $0,76$ (Ом·м)⁻¹ при підвищенні температури від 273 К до значення 493 К.

Залежність опору комплексної сполуки від температури подано на рис. 2.

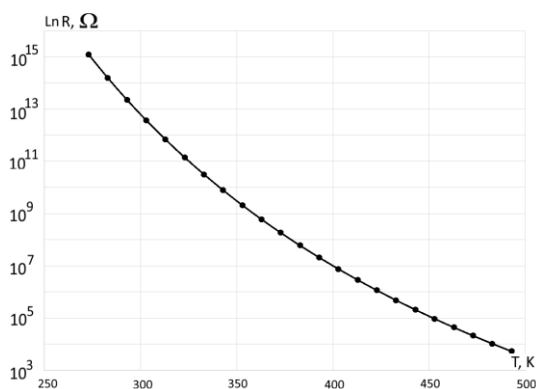


Рис. 2. Залежність опору матеріалу, з геометричними розмірами зразка $1 \cdot 10^{-3} \text{ м} \times 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м} \times 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, від температури

Як видно з рисунка 2, опір зразка стрімко падає: так при температурі 273 К він рівний $1,2 \cdot 10^{15}$ Ом, при 303 К – $3,63 \cdot 10^{12}$ Ом, тоді як при 493 К – $5257,9$ Ом. Це говорить про те, що даний матеріал можна використовувати для створення термочутливих резисторів.

Висновки

Досліджено залежність електрофізичних параметрів нової синтезованої комплексної сполуки тетракіс- μ_3 -(метоксо)(метанол)-пентакіс(ацетила-цетонато) (трикупрум(II), диспрозій(III)).

Дослідження електропровідних властивостей синтезованої комплексної сполуки в інтервалі температур $0^\circ\text{C} - 220^\circ\text{C}$, у спресованому вигляді, показало, що при збільшенні температури його питомий опір різко зменшується від $3,01 \cdot 10^{13} \text{ Ом}\cdot\text{см}$ до $131 \text{ Ом}\cdot\text{см}$, з шириною забороненої зони $1,38 \text{ eV}$.

Концентрація носіїв заряду зростає з $2,09 \cdot 10^{14} \text{ м}^{-3}$ при 273 K до $4,8 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ при 493 K ; значення густини струму змінюється від $3,31 \cdot 10^{-8} \text{ A/м}^2$ до $7607,57 \text{ A/м}^2$, при зміні температури від 273 K до 493 K ; опір зразка при температурі 273 K рівний $1,2 \cdot 10^{15} \text{ Ом}$, при $303 \text{ K} - 3,63 \cdot 10^{12} \text{ Ом}$, тоді як при $493 \text{ K} - 5257,9 \text{ Ом}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Koksharova T. V. Solid State Conductivity and Catalytic Activity of Hexacyanoferrate(II)-Thiosemicarbazide Complexes of 3d-Metals / [T. V. Koksharova, N. V. Masleeva, A. A. Ptashchenko, S. V. Fel'dman] // Theoretical and Experimental Chemistry. – 2002. – Vol. 38, No 4. – P. 263–267.
2. O. Osadchuk, V. Martyniuk, O. Semenova, I. Osadchuk, M. Evseeva, T. Yushchenko, 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), art. no. 19668871, 43 (2020).
3. N.J. Blasdel, C.N. Monty, Smart Sensors, Measurement and Instrumentation 15, 193 (2015).
4. Гетероядерные μ -метоксо(медь, иттрий или лантаноид) ацетилацетонаты / [Н. М. Самусь, М. В., Гандзий, В. И. Цапков,] // Журнал общей химии.– 1992. – Т. 62, В. 3. – С. 510-515.

Олександр Володимирович Осадчук – д.т.н., професор, завідувач кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: osadchuk.av69@gmail.com

Володимир Валерійович Мартинюк – к.т.н, доцент, доцент кафедри загальної фізики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: martynyuk.v.v@vntu.edu.ua

Галина Іванівна Мартинюк – асистент кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: martunyukg@gmail.com

DEPENDENCE OF ELECTRICAL PARAMETERS OF HETEROMETALLIC ALKOXO COMPLEX ON TEMPERATURE

Abstract. A semiconductor material with the following composition was studied: $[\text{Cu}_3\text{Dy}(\text{AA})_5(\text{OCH}_3)_4\text{CH}_3\text{OH}]$, where $\text{HAA} = \text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{O})-\text{CH}_2-\text{C}(\text{O})-\text{CH}_3$. The electrical conductivity of the obtained material was measured in compressed form. In the temperature range of $30 - 140 \text{ C}$, the resistivity of the pressed sample decreases from $9 \cdot 10^8$ to $700 \text{ }\Omega\cdot\text{m}$, which confirms that the selected compound is a semiconductor with a band gap of 1.38 eV . The conductive properties of the complex compound as a heat-sensitive element were investigated, for this purpose an experimental sample with geometric dimensions of $1 \cdot 10^{-3} \text{ m} \times 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ m} \times 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ was used.

Key words: temperature, concentration, semiconductor, complex compound, conductive properties.

Oleksandr Volodymyrovych Osadchuk - Ph.D., Professor, Head of the Department of Information Radio-Electronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: osadchuk.av69@gmail.com

Volodymyr Valeriyovych Martyniuk - Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of General Physics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: martynyuk.v.v@vntu.edu.ua

Halyna Ivanivna Martyniuk - assistant professor of the Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: martunyukg@gmail.com