

**НАНОКОМПОЗИТНІ ІОНОТРОННІ
СТРУКТУРИ, СФОРМОВАНІ НА ОСНОВІ 2D ШАРУВАТОГО
НАПІВПРОВІДНИКА InSe І ІОННОЇ СОЛІ RbNO₃**

Ткачук І. І.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАНУ, Чернівецьке
відділення, вул. І. Вільде, 5, Чернівці
chimsp@ukrpost.ua

Селенід індію є одним з найбільш перспективних 2D матеріалів. Структурно досконалі 2D кристали InSe характеризуються більш високими значеннями рухливості електронів ($>10^3 \text{ см}^2 \cdot \text{В}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ при $T = 300 \text{ K}$) в порівнянні з іншими 2D матеріалами. В свою чергу нітрат рубідія має найвищу іонну провідність серед нітратів. Для цього матеріалу спостерігається серія фазових переходів в діапазоні температур 437–583 K, які супроводжуються різкими змінами іонної провідності. Тому саме ці матеріали є привабливими для створення даних структур.

Виготовлення нанокompозитних іонотронних структур проводилось за наступною технологією. Розплавлена іонна сіль RbNO₃ впроваджувалась між шарами кристалів InSe при температурах 360 °C і 412 °C, час експозиції складав 12 хвилин. Значення температури вибиралися з врахуванням можливості протікання процесу окислення поверхонь шарів кристалу при їх взаємодії з розплавленою іонною сіллю. Відомо, що воно може мати місце як з участю розчиненого в іонних солях кисню, так і при термічному розкладанні солей. Термічне розкладання розплаву RbNO₃ на нітрити і нітрати має місце при нормальних умовах при температурах $>380 \text{ °C}$. Цей процес протікає згідно хімічній реакції $\text{RbNO}_3 = 2 \text{ RbNO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$ і супроводжується бурним виділенням молекулярного кисню. Бінарний іонний нанокompозит RbNO₃–RbNO₂, який формується при цьому, має значну іонну провідність. В нанокompозитних структурах “InSe – іонна сіль” вона спостерігається навіть при зменшенні розмірів нанокристалів іонної солі до величини $\sim 0,35 \text{ нм}$ (ширини ван-дер-ваальсової щілини InSe).

Вперше досліджено зв'язок між морфологією, хімічним складом і фотоелектричними властивостями вертикальних іонотронних наноструктур, сформованих на основі шаруватого напівпровідника InSe і іонної солі RbNO₃. Встановлено, що максимальну фоточутливість мають наноструктури, які складаються з 2D шарів InSe, ультратонких шарів оксиду In₂O₃ і кільцевих наноструктур іонної солі, які розташовані в площинах (0001) кристалу InSe періодично вздовж його кристалічної вісі C. Вони можуть бути виготовлені за принципом формування ван-дер-ваальсівських гетероструктур шляхом самоорганізації при температурах, які перевищують значення температури розпаду іонної солі RbNO₃ на нітрити і нітрати рубідію. Необхідною умовою для досягнення високої фоточутливості в іонотронних структурах є створення іонного нанокompозиту з високою іонною провідністю на гетерограницях між іонною сіллю і оксидом $n\text{-In}_2\text{O}_3$, який добре проводить електричний струм.

В рамках сучасної моделі формування таких твердих електролітів розглянуті процеси формування твердого електроліту на основі InSe і RbNO₃ на ван-дер-ваальсовій поверхні (0001) InSe. Показано, що при прикладанні до іонотронних структур вздовж вісі кристалу C постійної напруги, вибраної з інтервала (5÷10 В), в них спостерігається збільшення електричної ємності. Вона обумовлена електричним подвійним шаром, сформованим іонами Rb⁺ і електронами напівпровідника In₂O₃ на гетерограницях іонного нанокompозиту.