

## Інжекційна спектроскопія глибоких пасток у плівках SnS<sub>2</sub>, отриманих методом термічного випаровування у КЗО

Возний А.А., Косяк В.В., Опанасюк А.С. Тиркусова Н.М.

Сумський державний університет, вул. Римського-Корсакова, 2, Суми, Україна,  
andrey.vozny@gmail.com

Дисульфид олова (SnS<sub>2</sub>) належить до сімейства шаруватих напівпровідників MX<sub>2</sub>-типу (де М-метал, Х-халькогенід) та включає в себе ряд унікальних властивостей. Сполука має *n*-тип провідності та ширину забороненої зони  $E_g = 2,12\text{-}2,44$  еВ, не містить токсичних і рідкоземельних елементів, що робить її перспективною для використання як віконний шар пліткових фотоперетворювачів сонячної енергії широкомасштабного використання.

Для практичного застосування плівок SnS<sub>2</sub> необхідна оптимізація їх оптичних та електрофізичних характеристик які, у значній мірі, визначаються ансамблем власних точковими дефектів та неконтрольованих домішок. Ці дефекти будучи зарядженими можуть утворювати у забороненій зоні (ЗЗ) матеріалу пасткові та рекомбінаційні локалізовані стани (ЛС). Одним з інформативних методів дослідження ЛС у високоомних матеріалах є метод, що базується на аналізі стаціонарних вольт-амперних характеристик (ВАХ) у режимі струмів, обмежених просторовим зарядом (СОПЗ) [1], який і використаний у цій роботі.

Плівки SnS<sub>2</sub> були отримані на скляних підкладках покритих підшаром Мо у вакуумній установці ВУП-5 М методом термічного вакуумного випаровування шихти у квазізамненому об'ємі (КЗО). Товщина досліджених шарів складала ~ 1 мкм. Температура підкладки при отриманні зразків змінювалась в інтервалі від 473-723 К. ВАХ знімалися та оброблялися за методикою викладеною у [2]. На рис.1 а наведена типова ВАХ та її перша похідна  $\eta$ . Результати обробки залежності струм-напруга представлені на рис. 1 б.

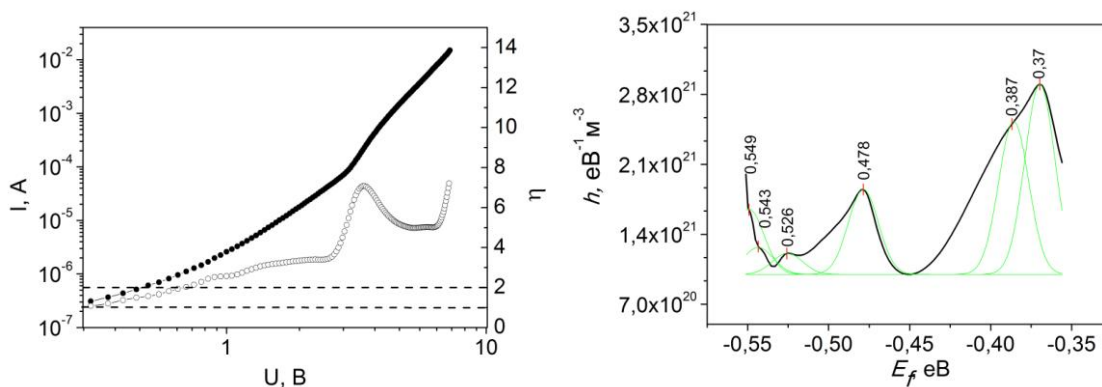


Рис.1 Типова ВАХ СОПЗ (·) від плівки SnS<sub>2</sub> у подвійних логарифмічних координатах та результати її диференціювання  $\eta = d(\lg I)/d(\lg U)$  (–) (а), та розподіл густини ЛС ( $h = dN_i/dE_f$ ) за енергіями ( $E_f$ ) у ЗЗ матеріалу (б)

Методом аналізу ВАХ у режимі СОПЗ, у плівках SnS<sub>2</sub>, були виявлені ЛС з енергіями:  $E_{t1} = (0,52\text{-}0,53)$ ,  $E_{t2} = (0,46\text{-}0,48)$ ,  $E_{t3} = (0,43\text{-}0,45)$  та  $E_{t4} = (0,37\text{-}0,39)$  еВ. Точність визначення  $E_t$  не перевищувала  $kT \sim 0,026$  еВ ( $T \sim 300$  К). Концентрація цих ЛС лежить в інтервалі  $N_t = 2 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3} - 1 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ .

1. N.N. Opanasyuk, A.S. Opanasyuk, N.V. Tirkusova, *Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics* V.6 (4), 444-449 (2003)
2. А.С. Опанасюк, Н.В. Тиркусова, І.Ю. Проценко, *Журнал фізичних досліджень* Т.4, №2, С.208-215 (2000)