УДК 535.3: 535.212
Сніжной Г.В.[1], Скляр М.С.[2], Сніжна К.Г.[3]
[1] д-р. техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»
[2] студ. гр. БК-423 НУ «Запорізька політехніка»
[3] студ. гр. БАД-533 НУ «Запорізька політехніка»

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ НАБЛИЖЕНОЇ ОЦІНКИ ЕНЕРГІЇ АКТИВАЦІЇ РІВНІВ КРИСТАЛА $BI_{12}SIO_{20}$

Кристал Bi12SiO20 є активним діелектриком, що робить його цікавим об'єктом для функціональної електроніки. Він має гарні п'єзоелектричні, електрооптичні та фотопровідні властивості. Унікальна комбінація таких різних фізичних властивостей зумовлює його застосування в оптоелектроніці в якості активного осередку для просторово-часових модуляторів світла, акустичних ліній затримки, динамічних пристроях запису голограми в реальному часі, змішуванні хвильового сполучення, оптичних кореляторах і оптичних лазерних системах для адаптивної кореляції.

Для інтерпретації зазначених властивостей використовується теорія активних енергетичних рівнів (пасток), які виникають у разі порушення стехіометрії (дефекти), легування різними елементами (наприклад галій, алюміній). Для визначення параметрів активних енергетичних рівнів (глибина заляган-ня, переріз захоплення, концентрація центрів) використовуються різні методи, які включають релаксаційні та спектроскопічні підходи. Це термоактиваційна та ємнісна спектроскопія, вимірювання фотопровідності. Різновидами метода термоактиваційної спектроскопії є методи термостимульованої провідності, термостимульованої поляризації та термостимульованої деполяризації (ТСД).

У випадку ТСД процес міграції заряду відбувається у внутрішньому полі, що самоузгоджено змінюється при нагріванні. Метод ТСД передбачає проведення наступного експерименту. Зразок поляризують зовнішнім електричним полем за підвищеної температури, потім охолоджують до низької температури і відключають поле. При подальшому повільному нагріванні «заморожені» диполі чи заряди повертаються в рівноважний стан, створюючи слабкий струм. Залежність струму деполяризації від температури є кривою ТСД з піками (максимумами), становище і форма яких залежить від енергії активації, величини накопиченого заряду і його релаксації.

Для визначення параметрів активних енергетичних рівнів використовують різні методи: метод наближеної оцінки енергії активації, метод Гарліка-Гібсона, метод Парфіановича-Богуна-Буса, метод Гроссвейнера [1]. Застосування конкретного методу визначається набором параметрів, що входять, а також експериментально отриманими значеннями струму ТСД. Залежність

може містити добре структуровані піки з чітко вираженими підйомом та спадом. Це ідеальна ситуація щодо розрахунків. На практиці спектри можуть мати слабо виражену структуровану форму.

Використання більш простих методів передбачає знання деяких постійних величин (констант), що характеризують процес релаксації заряду. Метою даних досліджень було визначення таких констант, що обумовлює можливість використання більш зручних методів визначення енергії активації.

Експериментальні дослідження струмів ТСД кристалів $Bi_{12}SiO_{20}$ наведено на рис. 1.

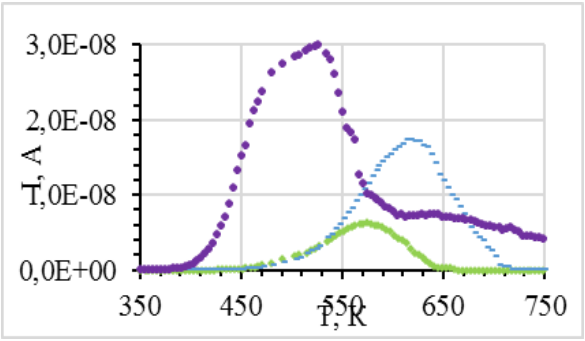


Рисунок 1 – Залежність струмів ТСД від умов поляризації: T_p = 500 К, E_p = 6 кВ·см$^{-1}$, де (♦) освітлення зеленим, (–) синім, (•) ультрафіолетовим світлом.

Отримані методом Гарліка-Гібсона наступні значення енергії активації для освітлення зеленим світлом – 0,77 еВ, синім – 0,88 еВ, ультрафіолетовим – 1,17 еВ. Даний метод є найбільш універсальним (не вимагає знань кінетики перезахоплення) та характеризується мінімальною похибкою. Зіставлення методу Гарлика – Гібсона та методу наближеної оцінки енергії активації показало, що коефіцієнт пропорційності А у методі наближеної оцінки буде 15,49 (для зеленого освітлення), 16,51 (для синього) та 25,88 для ультрафіолетового освітлення кристалу $Bi_{12}SiO_{20}$. Раніше використовували А=20, що, як показано, призводило до більшої невизначеності одержаних значень енергії активації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сніжной Г. В. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни “Методи та засоби вимірювань, випробувань та контролю” для студентів спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна

техніка» денної і заочної форм навчання. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022. 72 с. URL: http://eir.zp.edu.ua/handle/123456789/8395 (дата звернення: 02.03.2026).