

ХАРАКТЕРИСТИКИ P-N ПЕРЕХОДІВ НА ОСНОВІ InGaN ЯК ГАЗОВИХ СЕНСОРІВ

Птащенко О. О.¹, Птащенко Ф. О.², Блажнова О. А.¹

¹ Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова, вул. Дворянська, 2, м. Одеса,

² Одеська національна морська академія, вул. Дідріхсона, 8, м. Одеса, 65029

Досліджено вплив парів аміаку, води та етилену в навколишній атмосфері на стаціонарні вольт-амперні характеристики (ВАХ) прямого і зворотного струмів у р-п переходах на основі InGaN. Вимірювання проводилися на р-п структурах, оптимізованих для виготовлення світлодіодів (СВД). Ширина забороненої зони потрійної сполуки в р-п структурах складала 2,46 еВ (для зелено-голубих СВД), 2,64 еВ (для синіх СВД) і 3,1 еВ (для фіолетових СВД). Парціальний тиск парів аміаку змінювався зміною концентрації NH₃ у його водному розчині, над яким знаходився р-п перехід. Аналізувалась кінетика прямого і зворотного струмів у р-п переходах при зміні складу навколишньої атмосфери.

В області струмів 10 нА - 1 мА ВАХ прямого струму р-п переходів, виміряні в сухому повітрі, відповідали виразу

$$I(V) = I_0 \exp(qV/nkT), \quad (1)$$

де I_0 - стала; q - заряд електрона; k - стала Больцмана; T - температура; $n \approx 2$ - коефіцієнт неідеальності. Такі ВАХ пов'язані з рекомбінацією на глибоких рівнях. Адсорбція молекул NH₃ суттєво підвищувала прямий струм при низьких напругах зміщення (до $V < 2$ В), а також зворотний струм. ВАХ додаткового струму, зумовленого адсорбцією молекул NH₃, не відповідали виразу (1). При напругах $V < 1,5$ В ВАХ і прямого, і зворотного додаткових струмів мали лінійні ділянки. Тому вплив парів аміаку на ВАХ р-п структур на основі InGaN можна пояснити формуванням поверхневого провідного каналу, який закорочує р-п перехід. Додатковий струм лінійно залежав від парціального тиску парів аміаку.

При напругах $V < 1,5$ В ВАХ прямого додаткового струму мали надлінійну ділянку, яку можна пов'язати зі стимулюванням поверхневої рекомбінації поперечним електричним полем, зумовленим адсорбованими позитивними іонами аміаку. При подальшому підвищенні прямого зміщення додатковий струм зменшувався, що можна пояснити руйнуванням поверхневого провідного каналу. Даний ефект спостерігався, коли концентрація носіїв заряду, інжекттованих у канал, перевищувала концентрацію електронів, зумовлену дією електричного поля адсорбованих іонів. При підвищенні ширини забороненої зони InGaN протяжність лінійної ділянки ВАХ і напруга, що відповідає максимуму прямого додаткового струму, зростали, що узгоджується з висновками модельних розрахунків.

Додатковий зворотний струм, зумовлений адсорбцією молекул NH₃, монотонно зростав при підвищенні напруги зміщення.

Зміни прямого і зворотного струмів у р-п переходах на основі InGaN під дією парів NH₃ були оборотними, що свідчить про фізичний (а не хімічний) механізм адсорбції молекул аміаку, а також про можливість використовувати дані структури як газові сенсори.

Закономірності впливу парів аміаку на характеристики р-п переходів на основі InGaN подібні до тих, що спостерігалися на напівпровідниках A³B⁵ з меншою шириною забороненої зони. Перевагами р-п переходів на основі InGaN як сенсорів парів аміаку є висока чутливість, низький фоновий струм, велика протяжність лінійної ділянки ВАХ.