

## **P-N ПЕРЕХОДИ НА ОСНОВІ InGaN З КВАНТОВОЮ ЯМОЮ ЯК ГАЗОВІ СЕНСОРИ**

**Птащенко О. О.<sup>1</sup>, Птащенко Ф. О.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова, вул. Дворянська, 2, м. Одеса,

<sup>2</sup>Одеська національна морська академія, вул. Дідріхсона, 8, м. Одеса, 65029

Досліджено вплив парів води, етанолу та аміаку на характеристики *p-n* переходів на основі InGaN з квантовою ямою. Атоми азоту входять до даних сполук, що сприяє хімічній стійкості *p-n* переходів у атмосфері NH<sub>3</sub>. Наявність у *p-n* переході квантової ями забезпечує різкість зміни ширини забороненої зони і рівня легування при переході від *n-* до *p-* області. Вимірювання проводилися на *p-n* структурах, оптимізованих для виготовлення світлодіодів (СВД). Ширина забороненої зони потрійної сполуки в *p-n* структурах складала 2,46 еВ (для зелено-голубих СВД), 2,64 еВ (для синіх СВД) і 3,1 еВ (для фіолетових СВД). Вимірювались ВАХ *p-n* переходів у сухому повітрі та в атмосфері, що містила насичені пари води і етанолу над відповідними рідинами, а також у парах аміаку над його водними розчинами різних концентрацій. Аналізувалась кінетика прямого і зворотного струмів *p-n* переходів при зміні складу навколишньої атмосфери.

В області струмів 10 нА – 1 мА ВАХ прямого струму *p-n* переходів, виміряні в сухому повітрі, були експоненціальні та відповідали моделі, яка враховує рекомбінацію носіїв заряду на глибоких рівнях. Коефіцієнт неідеальності ВАХ становив  $n \approx 2$ .

Спостерігалось значне зростання прямого і зворотного струмів у *p-n* переходах під дією парів аміаку і набагато менше зростання у парах інших досліджених речовин. Зміни ВАХ були оборотними. Це свідчить про фізичну (а не хімічну) природу адсорбції молекул NH<sub>3</sub> на поверхні GaN та InGaN.

ВАХ прямого струму *p-n* переходів на основі GaN та InGaN у парах аміаку звичайно мали три ділянки. В області низьких рівнів інжекції спостерігались лінійні ділянки ВАХ і прямого, і зворотного струмів. Лінійність ВАХ поверхневого струму пояснюється утворенням провідного каналу з електронною провідністю в *p-*області під дією електричного поля адсорбованих позитивних іонів. При подальшому підвищенні напруги прямого зміщення спостерігалось надлінійне зростання струму, яке можна пояснити подвійною інжекцією носіїв заряду в поверхневий канал. При високих рівнях інжекції газова чутливість прямого струму зменшувалася, що обумовлено руйнуванням поверхневого каналу внаслідок екранування електричного поля адсорбованих іонів інжекттованими в канал носіями заряду.

ВАХ прямого струму *p-n* переходів на основі GaN та InGaN у парах аміаку відрізнялися від аналогічних характеристик інших напівпровідників A<sup>3</sup>B<sup>5</sup> суттєво більшою протяжністю лінійної ділянки та значно вищою відносною газовою чутливістю. Дану особливість ВАХ, пов'язану з великою шириною забороненої зони GaN, можна використати для зниження порогу чутливості газових сенсорів. 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.

Таким чином, *p-n* переходи на основі InGaN з квантовою ямою як газові сенсорі мають суттєві переваги перед *p-n* переходами на основі інших напівпровідників A<sup>3</sup>B<sup>5</sup>: більшу відносну чутливість, менший поріг чутливості, більшу протяжність лінійної ділянки ВАХ, більшу хімічну стійкість до парів аміаку.