

ВПЛИВ СТРУКТУРИ P-N ПЕРЕХОДІВ НА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯК ГАЗОВИХ СЕНСОРІВ

Птащенко О. О.¹, Птащенко Ф. О.², Шугарова В. В.¹

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

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

Досліджено вплив парів води, етанолу, ацетону та аміаку на вольт-амперні характеристики (ВАХ) *p-n* переходів на основі напівпровідників A^3B^5 і кремнію. Вивчався вплив ширини забороненої зони напівпровідників та структури *p-n* переходів на їх характеристики як газових сенсорів. В області струмів 1мкА–1 мА ВАХ прямого струму *p-n* переходів у 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. При менших зміщеннях ВАХ мали область надлишкових струмів з коефіцієнтом неідеальності $n > 2$, що відповідає тунельній рекомбінації через глибокі центри за участю фононів. Така рекомбінація локалізована на неоднорідностях *p-n* переходів.

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_3 на поверхні напівпровідників A^3B^5 і Si.

ВАХ прямого струму *p-n* переходів на основі напівпровідників A^3B^5 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 поверхневого 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 ще більших рівнях інжекції спостерігалась ділянка ВАХ, що відповідає виразу (1). При цьому змінювався механізм газової чутливості *p-n* переходів. Зростання прямого струму в *p-n* переходах при адсорбції молекул NH_3 в області високих рівнів інжекції було пов'язано з підвищенням інтенсивності поверхневої рекомбінації. Відносну роль вказаних механізмів газової чутливості можна було змінювати зміною ширини забороненої зони і рівня легування напівпровідника в *p-n* переходах. Із температурної залежності газової чутливості при вказаних двох її механізмах оцінено глибину поверхневих рівнів у *p-n* структурах.

Наявність приконтактного виродженого p^+ -шару в *p*-області *p-n* структури вело до різкої зміни механізму газової чутливості при високих концентраціях донорних парів. Під дією електричного поля адсорбованих позитивних іонів у приконтактній *p*-області формувався p^+ -*n* перехід, який має ВАХ, подібні до характеристик оберненого *p-n* переходу. Зміною концентрації парів аміаку можна було змінювати напругу відсічки зворотного тунельного струму. При достатньо високих концентраціях парів аміаку на ВАХ прямого струму з'являвся максимум, характерний для ВАХ тунельних діодів.

Таким чином, зміною структури *p-n* переходів можна реалізувати різні механізми їх газової чутливості, отримувати різні характеристики газових сенсорів.