

ПРО ЛІНІЙНІСТЬ РОБОЧОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЄМНІСНИХ СЕНСОРІВ ВОЛОГОСТІ ГАЗОВИХ СЕРЕДОВИЩ НА ОСНОВІ КРЕМНІЄВИХ МОН - СТРУКТУР З НАНОРОЗМІРНИМ ОКСИДНИМ ШАРОМ

П.П.Фастиковський, М.А.Глауберман

Навчально-науково-виробничий центр Одеського національного університету імені І.І.Мечникова, Україна, м. Одеса, 65009, вул. Маршала Говорова, 4, fpp@te.net.ua

Кремнієві МОН – структури (метал – оксид – напівпровідник) з нанорозмірним пористим оксидним шаром дуже перспективні для виготовлення на їх основі ємнісних сенсорів вологості газових середовищ, так як мають високу вологочутливість, малий гістерезис та лінійність робочої характеристики [1]. Механізми вологочутливості структур були розкриті раніше [2], однак причини лінійності робочої характеристики з'ясовані не були.

На основі розбору еквівалентних схем в роботі отримані вирази, які установлюють зв'язок між вимірюваними низько (C_m^{LF})- та високочастотними (C_m^{HF}) ємностями структури та її електричними і електрофізичними параметрами. Аналіз цих виразів дозволив установити розрахункові залежності ємностей від відносної вологості оточуючого газового середовища ϕ . Показано, що при великій густині «біографічних» поверхневих станів $D_{ss}(0)$ на межі розділу кремній n-типу – оксид, коли поверхневий потенціал структур лінійно зменшується при збільшенні вологості [3], та з урахуванням експериментально встановленого лінійного збільшення густини поверхневих станів $D_{ss}(\phi)$, пов'язаних з адсорбованими молекулами води [2,3], низько - та високочастотна ємність структур лінійно збільшуються:

$$C_m^{LF}(\phi) = C_m^{LF}(0)[1 + k\phi]; \quad C_m^{HF}(\phi) \approx C_m(0) \left[1 + \frac{\gamma\phi}{2[\Psi_s(0) - kT/q]} \right],$$

$$\text{де } k = \frac{q dD_{ss}(\phi)/d\phi}{C_m(0)[1 + qD_{ss}(0)/C_i]}, \quad \gamma = \frac{q[\Psi_s(0) + \xi][dD_{ss}(\phi)/d\phi]}{\epsilon_i / \delta + qD_{ss}(0) + (0.5q\epsilon_s N_d)^{0.5} [\Psi_s(0) - kT/q]^{-0.5}}.$$

У цих виразах: $\Psi_s(0)$ – поверхневий потенціал структури при $\phi = 0$; C_i, ϵ_i, δ – питома ємність, абсолютна діелектрична проникність та товщина оксидного шару, відповідно; ξ – відстань від рівня Фермі до дна зони провідності кремнію у нейтральній області; ϵ_s, N_d – абсолютна діелектрична проникність кремнію та концентрація донорів у ньому, відповідно; решта позначень – загальноприйняті.

Порівняння експериментальних залежностей низько- та високочастотної ємності від вологості повітря для однієї з характерних досліджених структур з розрахунковими залежностями за приведеними вище виразами дозволило зробити висновки про коректність виконаного аналізу структур і одержаних на його основі виразів для розрахунку низько - та високочастотної ємності при зміні вологості повітря.

- [1] P.P.Fastykovsky, A.A.Mogilnitsky, *Sensors & Actuators*, **B57**, 51 (1999).
- [2] П.П.Фастиковський, А.А.Могильницький, М.А.Глауберман, Н.Н.Майко, *Фотоелектроніка*, №9, 133 (2000).
- [3] П.П.Фастиковський, М.А.Глауберман, *ФТП*, **48**, 1070 (2014).