

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КОМІРКИ ПАМ'ЯТІ НА АМОРФНИХ НАПІВПРОВІДНИКАХ

Слободян І.В.

Науковий керівник – проф., д.т.н. Кичак В.М.

Розглянемо зразок комірки пам'яті (плівку ХСН) товщиною a та довжиною b . Визначаємо статичний опір. Виходячи з рівняння теплового балансу прикладеної та відданої коміркою пам'яті потужності записуємо рівняння, що описує її ВАХ у параметричній формі. Звідки визначаємо диференціальний опір комірки пам'яті та коефіцієнт нелінійності, який визначається як відношення статичного опору R до диференціального опору r . Далі проведено дослідження екстремумів ВАХ, для цього продиференціюємо параметричний вираз по температурі та прирівняємо до нуля.

$$\frac{dU}{dT} = \frac{\frac{a\sigma_0}{b \cdot R_{Tnc}} \cdot \exp\left(\frac{B}{T}\right) \cdot \left(1 - \frac{(T-T_0) \cdot B}{T^2}\right)}{2 \sqrt{\frac{a\sigma_0(T-T_0)}{b \cdot R_{Tnc}} \cdot \exp\left(\frac{B}{T}\right)}} = 0 \quad (1)$$

де E_F – рівень Фермі, $\sigma_0 \approx 10^3 \dots 10^4$ 1/(Ом·см), W – енергія активації стрибка, $\sigma_0 \leq 10$ Ом⁻¹·см⁻¹, R_{Tnc} – тепловий опір між зразком і навколишнім середовищем, який визначається величиною потужності, яка відводиться від зразка в навколишнє середовище при різниці температур в 1К; T – температура каналу, по якому проходить електричний струм, T_0 – температура середовища, що оточує активну область зразка.

Отримані вирази не є повністю вірними, тому вносимо поправку на опір розтікання в підкладці. Далі після значних математичних перетворень визначаємо падіння напруги на зразку комірки пам'яті:

$$U_{nid} = \frac{T - T_0}{R_{Tnc} \cdot I_0} \exp\left(\frac{\Delta E}{kT}\right). \quad (2)$$

Провівши дослідження на екстремум виразу (2) по аналогії з (1), отримаємо значення температури для екстремальних точок:

$$T = \frac{\Delta E}{2kT} \pm \sqrt{\left(\frac{\Delta E}{2k}\right)^2 - \frac{\Delta E}{k} \cdot T_0}. \quad (3)$$

Аналіз виразу (3) показує, що ВАХ комірки пам'яті може мати два екстремуми при умові, що корені рівняння (3.11) будуть дійсними та різними, тобто якщо

$$\left(\frac{\Delta E}{2k}\right)^2 > \frac{\Delta E}{k} \cdot T_0, \quad (4)$$

або $\Delta E > 4kT_0$.

Прості підрахунки показують, що умова (12) виконується при значеннях T_0 до 1000 К, тому можна вважати, що вираз (10) якісно повторює хід ВАХ комірки пам'яті на аморфних напівпровідниках.