

ОЦІНЮВАННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ЧАСУ ЗАТРИМКИ ПЕРЕМИКАННЯ НА БАЗІ АМОРФНИХ НАПІВПРОВІДНИКІВ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано алгоритм для оцінювання залежності часу затримки перемикаючого пристрою на базі аморфних напівпровідників від температури та концентрації пасток захоплення.

Ключові слова: час затримки, аморфний напівпровідник, порогова напруга, поріг перколяції.

Abstract

An algorithm for estimating the dependence of the delay time of a switching device based on amorphous semiconductors on the temperature and concentration of capture traps is proposed.

Keywords: delay time, amorphous semiconductor, threshold voltage, percolation threshold.

Вступ

В перемикаючих пристроях на базі аморфних напівпровідників (АН) використовуються два фазових стани речовини: кристалевий і аморфний, один із яких відповідає високій провідності, а інший – малій провідності. Різниця між цими станами може становити 4-6 порядків [1].

Одним із найважливіших параметрів таких перемикаючих пристроїв є час затримки перемикавання та порогова напруга. Тому метою цієї праці є дослідження залежності цих параметрів від температури та концентрації пасток захоплення.

Результати дослідження

В праці [2] показано, що для накопичення емісійного заряду, необхідного для утворення замикаючого контакту, тобто провідникового кластера, в перемикаючому пристрої на фазових переходах, необхідний деякий час затримки, величину якого можна визначити за виразом:

$$\tau_3 = \frac{d^2}{\mu_p U_{пор}}, \quad (1)$$

де d – відстань між електродами або товщина плівки АН; μ_p – ефективна рухливість дірок в плівці АН; $U_{пор}$ – порогова напруга

Величину порогової напруги можна розрахувати за виразом:

$$U_{пор} = \frac{(B - KT \ln P_{пер})d}{q\lambda}, \quad (2)$$

де $P_{пер}$ – поріг перколяції; B – іонізаційний бар'єр (ев); λ – довжина вільного пробігу (нм).

Поріг перколяції можна розрахувати за виразом:

$$P_{пер} = A \exp\left(-\frac{B - q\lambda E_{пор}}{KT}\right),$$

де $E_{пор}$ – порогове значення електричного поля (в/см); A – масштабний коефіцієнт.

Підставивши (2) в (1) отримаємо вираз для розрахунку залежності часу затримки від довжини вільного пробігу носіїв заряду та їх рухливості:

$$\tau_3 = \frac{dq\lambda}{\mu_p(T)(B - KT \ln P_{nop})} . \quad (3)$$

Залежність ефективної рухливості дірок від температури для випадку неперервного розподілу пасток в інтервалі енергій до E_0 біля валентної зони можна розрахувати за виразом:

$$\mu_p(T) = \mu_0 \frac{N_v}{N_e} \frac{E_0}{KT} e^{\frac{E}{KT}} , \quad (4)$$

де N_v - ефективна щільність станів у валентній зоні, $E = E_0 - KT \ln(\frac{E_0}{KT})$; N_e - щільність пасток біля рівня Фермі.

Аналіз виразу (3) показує, що час затримки залежить від довжини вільного пробігу, ефективної рухливості носіїв заряду та порогу перколяції, які, в свою чергу, є функціями температури та концентрації часток захоплення. Тому доцільно оцінити залежність довжини вільного пробігу від температури. В праці [2] отримано вирази для оцінювання залежності ефективної довжини вільного пробігу від температури та щільності пасток захоплення біля валентної зони N_t .

$$\lambda = \lambda_0 e^{\frac{E}{KT}} , \quad (5)$$

де $\lambda_0 = \tau_0 \frac{2\sqrt{24}\pi^{3/2} m_p E_0 KT}{n^3 N_t}$ - характеристична довжина, величина якої залежить від концентрації

пасток та їх енергетичного спектру; m_p - ефективна маса дирок, h - постійна Планка; τ_0 - час вільного пробігу без захоплення на пастках.

Таким чином, використовуючи вирази (3), (4) і (5) можна дослідити залежність часу затримки від температури та щільності пасток захоплення біля валентної зони N_t .

Висновки

Отримано аналітичні вирази для розрахунку основних параметрів перемикаючого пристрою на базі АН та оцінювання їх залежності від температури та концентрації пасток захоплення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Богословский Н.А. Физика эффектов переключения и памяти в халькогенидных стеклообразных полупроводниках / Н.А. Богословский, К.Д. Цэндин // Физика и техника полупроводников. – 2012. – Т. 46, вып. 5. – С.577-608.
2. Ануфриев Ю.В. Температурная независимость напряжения включения ячеек энергонезависимой памяти на основе халькогенидных полупроводников / Вестник Московского энергетического института. М.: МЭИ, 2007. - №6. – С. 144-147.

Вовк Віктор Леонідович — аспірант кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет.

Барабан Інна Олександрівна — інженер кафедри комп'ютерних наук, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет.

Кичак Василь Мартинович — доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет

Vovk Viktor L. — postgraduate of the Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University.

Baraban Inna O. — engineer of the Department of Computer Science, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University.

Kychak Vasyl M. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University.