

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ НА ПОРОГОВУ НАПРУГУ КОМІРКИ ПАМ'ЯТІ НА БАЗІ АМОΡФНИХ НАПІВПРОВІДНИКІВ

У розвитку і впровадженні сучасних інформаційних технологій особливе значення приділяється розробці принципово нових типів пам'яті, які характеризуються розширеними функціональними можливостями, оскільки пристрої Flash пам'яті впритул наблизились до граничних значень масштабування [1,2]. Виробники мікроелектронних пристроїв для Flash пам'яті, такі як Intel, Samsung, ST Electronics, останнім часом займаються розробкою принципово нових комірок пам'яті для зберігання інформації, які відрізняються від тих, принцип дії яких базується на зберіганні заряду. Одним з перспективних видів такої пам'яті є комірки пам'яті на фазових переходах, зберігання інформації в яких базується на відмінності провідностей кристалічної та аморфної фаз аморфного напівпровідника. Впровадження такого виду пам'яті може привести до значного збільшення швидкості запису та об'єму інформації, що зберігається. Радіаційна стійкість буде сприяти розширенню областей застосування пам'яті на базі фазових переходів, підвищенню швидкодії зовнішніх пристроїв, зменшенню їх енергоспоживання, габаритів та маси. Відкриття нових халькогенідних сплавів з високою швидкістю кристалізації та створення субмікронних технологій відкрили нові можливості для розробки високонадійних запам'ятовуючих пристроїв.

Одним із важливих параметрів комірки пам'яті на базі фазових переходів, який визначає процеси перемикання з високоомного аморфного стану в низькоомний кристалічний, є порогова напруга, яка тісно пов'язана з температурою рекристалізації. Вираз для визначення порогової напруги та її залежності від температури можна записати так [1,3]:

$$U_{\text{п}} = \frac{B - 1,2 \cdot k \cdot T}{q \cdot \lambda} \cdot d, \quad (1)$$

де d – товщина плівки аморфного напівпровідника, або відстань між електродами,

λ – довжина вільного пробігу носіїв заряду,

B – іонізаційний бар'єр (eV), який може змінюватись в межах не більше 0,1 eV,

k – стала Больцмана,

T – температура (K).

Для оцінювання залежності порогової напруги від температури необхідно, як видно з (1), враховувати залежність величини іонізаційного бар'єру та довжини вільного пробігу носіїв заряду від температури.

Залежність ефективної довжини вільного пробігу носіїв заряду від температури можна визначити за виразом [3]:

$$\lambda = \tau_0 \cdot \bar{v}_p = A \cdot e^{-\frac{E}{kT}}, \quad (2)$$

$$\text{де } A = \tau_0 \frac{4\sqrt{6} \cdot (\pi)^{3/2} \cdot m_p \cdot E_0 \cdot k \cdot T}{n^3 \cdot N_t} \quad - \text{ характеристична довжина вільного пробігу,}$$

величина якої залежить від концентрації пасток в аморфному напівпровіднику та їх енергетичного спектру;

\bar{v}_d - середня швидкість дирок;

m_p - ефективна маса дирок;

$$E = E_0 - k \cdot T \cdot \ln\left(\frac{E_0}{k \cdot T}\right) \quad - \text{ напруженість електричного поля;}$$

E_0 – енергетичний проміжок, в якому рівномірно розподілені мілкі пастки;

N_t – щільність пасток у валентній зоні аморфного напівпровідника.

З використанням наведених виразів проведені дослідження залежності порогової напруги від температури для випадку, коли довжина вільного пробігу обмежується захопленням носіїв заряду – дирок – на пастках захоплення, а також проведена оцінка величини перетину захоплення дирок.

Дослідження залежності перетину захоплення від температури показує, що його величина залежить від спектральної щільності пасток захоплення та з ростом температури – спадає. Порогова напруга з ростом температури зменшується і залежність має експоненціальний характер.

Література

1. Ануфриев Ю.В. Температурная зависимость напряжения включения ячеек энергонезависимой памяти на основе халькогенидных полупроводников// Вестник Московского Энергетического института -М.: МЭИ, 2007. -№6, С.144-147.
2. Кичак В.М., Курилова Н.Г., Кичак В.В. Оцінювання технічного рівня перспективних за-пам'ятовуючих пристроїв // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. № 1(14). – 2009. – с.13-22
3. Воронков Э.Н. Напряжение переключения элементов памяти с фазовыми переходами./Вестник МЭИ, 2007, №4 С.105-108.