

Аналіз перемикання фазових станів плівки ХСН при зміні прикладеної напруги U_n від часу t та опору аморфної фази R

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі наведено нові дані часового коливання параметрів комірок пам'яті таких, як порогова напруга U_n та опір аморфної фази R . Отримані результати доповнюють інформацію про відхилення робочих параметрів пам'яті PCM. Показано залежність порогової напруги U_n і опору аморфної фази R від часу t .

Ключові слова: комірка пам'яті, халькогенідний склоподібний напівпровідник (ХСН), залежність параметрів.

Abstract

In this paper, new data is given on the time variation of memory cell parameters such as threshold voltage U_n and resistance of amorphous phase R . These results supplement the information on the deviation of the working parameters of the memory of the PCM. The dependence of the threshold voltage U_n and resistance of the amorphous phase R on time t is shown.

Keywords: memory cell, chalcogenide glassy semiconductor (CGS), dependence of parameters.

Вступ

Аморфний стан з'являється в PCM при швидкому охолодженні розплавленої частини матеріалу, що створюється проходженням через пристрій імпульсу стираючого струму (струму скидання). Цей імпульс складає основну енергію розігріву плівки ХСН, що призводить до її розплаву, хоча для завершення зміни фаз необхідно ще деякий час подавати напругу вищу за порогову. Якщо імпульсу струму недостатньо для розплавлення матеріалу, то залежність напруги від часу прикладення залишається подібною між собою, як зображено на рисунку 1.

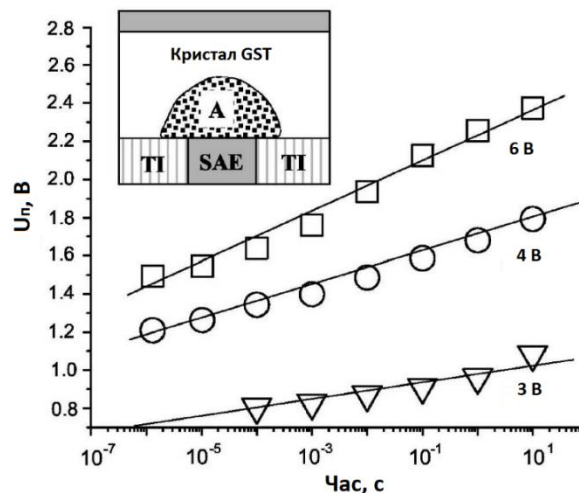


Рисунок 1 - Залежність $U_n(t)$ для трьох частково стертих комірок пам'яті, в яких аморфна область була створена під різними напругами скидання, які позначені поруч із кривими. Вкладена схема PCM [1] показує кристалічні та аморфні (A) фази GST, електрод малої площі (SAE) та тепловий ізолятор (TI).

Величина імпульсу струму скидання залежить від опору навантаження, внутрішнього опору плівки ХСН та від порогової напруги U_n , питоме значення якої в свою чергу залежить лише від типу матеріалу GST. Це пояснює отримані результати на рисунку 2, де порогова напруга перемикання зростає

та її коливання залежать від тривалості дії [1]. Таку залежність часто називають частковим перемиканням. Залежність напруги перемикання від часу стає стабільною (насичується), коли об'єм аморфного матеріалу стає достатньо великим, після чого КП повністю перемикається між фазовими станами.

Аналіз результатів

Повне скидання опору R не залежить від напруги чи струму перемикання. У більшості експериментів використовуються КП фірми Intel, що повністю переведені на рівень насиченого опору. Варто відзначити, що структури з частковим перемиканням майже не мають залежності від напруги перемикання, як показано на рисунку 2.

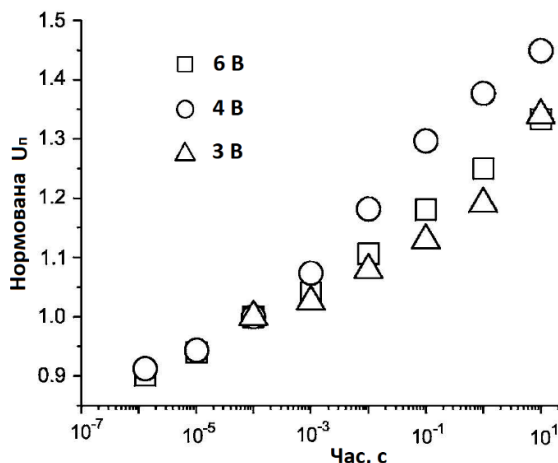


Рисунок 3 - Залежність $U_n(t)$ для трьох частково стертих комірок пам'яті, аналогічно до рисунку 2, нормовані до абсолютних значень відповідних напруг на 0,1 мс.

Експериментальна установка та визначення часу коливання параметрів наведені в [1]. Для кожної експериментальної точки виконано від 30 до 100 вимірювань. Для уникнення ефектів коливання температури після вимірювання для $U_n(t)$ було обрано менший часовий крок вимірювання – 0,1 мкс, хоча для експериментальних досліджень зазвичай використовують крок у розмірі 1 с.

Як впливає з нахилу гілки результатів, що наведена на рисунку 3, типові значення опору апроксимуються енергетичною залежністю

$$R(t) = R(t_0) \left(\frac{t}{t_0} \right)^\alpha. \quad (1)$$

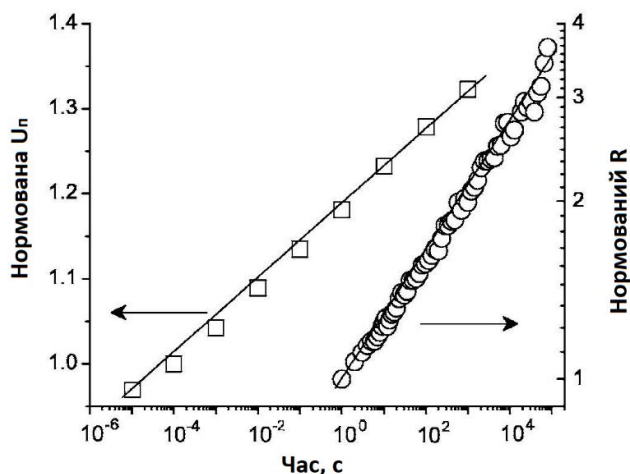


Рисунок 3 - Залежності $U_n(t)$ та $R(t)$, що довільно нормовані до $t = 0,1$ мс і $t = 2$ с відповідно. Шкала осі R має логарифмічний масштаб.

Висновки

Отримана залежність подібна до раніше опублікованих результатів [2,3] де t_0 - довільно вибраний нульовий час, α - у діапазоні від 0,03 до 0,1 в залежності від типу пристрою та рівня насиченості ХСН. Це дає можливість застосовувати отримані результати для побудови математичної моделі перемикання фазових станів плівки ХСН, що використовується як запам'ятовуючий елемент.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. D. A. Baker, M. A. Paesler, G. Lucovsky, S. C. Agarwal, and P. C. Taylor. The mechanism of threshold switching in amorphous alloys. / W. Wenig, A. Pamungkas, R. Detemple, C. Steimer, S. Blugel, and M. Wuttig, Nat. Mater. 5 // Phys. Rev. Lett. 96, p.56, 2006.
2. S. R. Ovshinsky, Reversible Electrical Switching Phenomena in Disordered Structures. // Phys. Rev. Lett. 21, p.1450, 1968.
3. V. G. Karpov, Y. A. Kryukov, S. D. Savransky, and I. V. Karpov, Nucleation switching in phase change memory // Appl. Phys. Lett. 90, p.504, 2007.

Іван Володимирович Слободян – асистент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, e-mail: slobodyan.i.v@vntu.edu.ua.

Сергій Юрійович Боржемський — студент групи ТКТ-15б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sergiibor@gmail.com;

Ivan Slobodyan – Assistant of Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, e-mail: slobodyan.i.v@vntu.edu.ua.

Sergiy Borzhiemskiy – Department of Infocommunications, Radio electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sergiibor@gmail.com.