

КОНТРОЛЬ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПРИСТРОЇВ ПАМ'ЯТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИКЛІЧНИХ КОДІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто типи дефектів і моделі помилок в пристроях динамічної напівпровідникової пам'яті з позицій завадостійкого кодування. Проведено аналіз використання завадостійких кодів для різних типів помилок: випадкових, пакетів помилок і байтових помилок. Запропоновано використання циклічних кодів для контролю напівпровідникової пам'яті.

Ключові слова: напівпровідникова пам'ять, м'які помилки, пакети помилок, циклічні коди.

Abstract

The types of failures and models of errors in dynamic semiconductor memory (DRAM) from point of view of the error correcting coding are considered. The analysis of using of error correcting codes is carried for the different types of errors: random errors, bursts errors and byte errors. Cyclic codes for check of DRAM are suggested.

Keywords: Semiconductor memory, soft errors, burst errors, cyclic codes.

Останнім часом в напівпровідникових запам'ятовуючих пристроях (НЗП) часто використовують різноманітні коректуючі коди. Правомірність використання в технічній діагностиці завадостійкого кодування базується на правомірності аналогії елементів пам'яті як особливого каналу передачі даних (рис.1), в якому інформація передається не в просторі, а в часі [1].

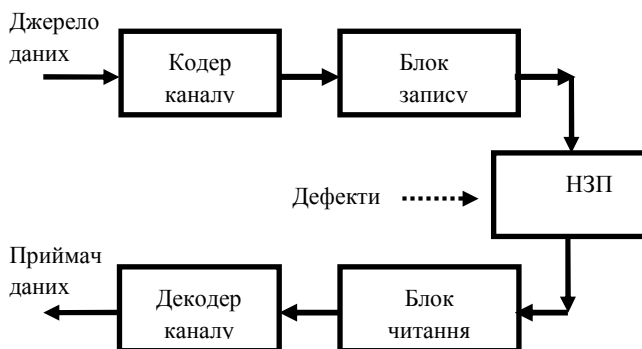


Рисунок 1 – Модель каналу передачі даних через пристрій пам'яті

В такому каналі дефекти поділяють на відмови (або жорсткі (*hard*) дефекти) та збої (або м'які (*soft*) дефекти) [2,3]. Відмови мають статичний характер і бувають наперед відомі, тому перед практичним використанням НЗП можна ліквідувати їх вплив за рахунок резервування.

Складніша ситуація з м'якими дефектами. Збої мають динамічний характер і їх появу неможливо наперед передбачити. Це пояснюється тим, що основною причиною їх появи є радіація. Важкі заряджені частинки можуть призвести до пошкодження даних багатьох комірок в мікросхемах пам'яті. Відомі приклади аварій космічних апаратів внаслідок фізичного виведення з ладу НЗП радіаційним випромінюванням.

Ефективним способом контролю пристроїв комп'ютерної пам'яті є використання кодів для виявлення та виправлення помилок. В завадостійкому кодуванні розрізняють інверсні помилки (зміну правильних значень на інші із заданого алфавіту значень) і стирання (помилки, в яких відоме їх розташування, але невідомі правильні значення). Помилки можуть бути або випадковими (тобто

знаходитись по всій довжині кодового слова), або пакетними (зосередженими в обмеженій області кодового слова).

В НЗП, які випускались в минулі роки, найбільш адекватною моделлю помилок для всіх типів фізичних дефектів була модель випадкових інверсних помилок. В сучасних НЗП комірки пам'яті розташовуються дуже щільно, тому один фізичний дефект, наприклад одна α -частинка, може вивести з ладу декілька комірок, що робить більш вірогідною пакетну модель помилок. Окрім того, пакети можуть мати різну структуру: розріджену або суцільну [4].

В сучасних НЗП великої ємності використовується b -байтова ($b = 4, 8, 16, 32$) організація, коли в одному кристалі зберігається b послідовних біт. Дефекти одного кристала вже можуть викликати пакети помилок довжиною b . В цьому випадку необхідно використовувати коди типу $SbEC-DbED$ (виправлення одного b -бітового байту помилок або виявлення подвійного b -бітового байту помилок).

Суцільний пакет помилок довжиною τ біт може бути частиною розрідженого пакету помилок довжиною b . Для таких конфігурацій помилок відповідають коди типу $S\tau/bEC-D\tau/bED$ (виправлення τ сусідніх біт в одному b -бітовому байті помилок або виявлення τ сусідніх біт в двох b -бітових байтах помилок).

В системах зв'язку зазначені типи помилок окремо не розглядались, тому і не існувало для них спеціалізованих методів контролю. З іншого боку варто зауважити, що не може бути доцільним з практичної точки зору використання різних типів кодів для окремих типів помилок.

Як з позицій теорії, так і з позицій практики найбільш оптимальним є використання циклічних кодів для виявлення та виправлення помилок різних типів в сучасних ПЗП [5]. З цією метою розроблено єдиний математичний апарат на основі автоматного представлення циклічних кодів [6]. Додатковою перевагою циклічних кодів є проста структура кодерів та декодерів, причому їх можна максимально сумістити, оскільки в кристалі НЗП вони одночасно не працюють.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Конопелько В. К. Надежное хранение информации в полупроводниковых запоминающих устройствах: / В. К. Конопелько, В. В. Лосев. – М. : Радио и связь, 1986. – 240 с.
2. Fujiwara E. Code Design for Dependable Systems. Theory and Practical Applications. USA: John Willy & Sons, Inc., 2006.
3. Lylod W. Massengil. "Cosmic and Terrestrial Single Event Radian Effects in Dynamic Random Access Memories," *IEEE Trans. on Nuclear Science*, Vol 43, No 2, pp. 576-593, April 1996.
4. Semerenko, V. P. Burst-Error Correction for Cyclic Codes [Text] / V. P. Semerenko // Proceeding of International IEEE Conference EUROCON2009, S.Petersburg, Russia – pp.1646-1651.
5. Семеренко, В. П. Оценка корректирующей способности циклических кодов на основе автоматных моделей [Текст] / В. П. Семеренко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2015. – Т. 2, № 9 (74). – С. 16–24.
6. Семеренко В. П. Теорія циклічних кодів на основі автоматних моделей : монографія / В. П. Семеренко. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 444 с.

Василь Петрович Семеренко – канд. техн. наук, доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vasilsemerenko@gmail.com

Олександр Юрійович Войналович – студент групи ІКІ-16мс, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sashavoinalovich@gmail.com

Vasyl P. Semerenko – PhD, Associate Professor, Department of computer technique, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vasilsemerenko@gmail.com

Oleksandr Y. Voinalovich – student, Department of computer technique, Vinnytsia National Technical University Vinnytsia, e-mail: sashavoinalovich@gmail.com