УДК 621.397

І.В. Слободян

Пристрій для програмування елемента пам‘яті на базі ХСН

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто стан і проблеми розвитку енергонезалежних цифрових пристроїв зберігання інформації на базі халькогенідного склоподібного напівпровідника. Запропоновано нову структурну схему пристрою для читання/запису інформації комірки пам’яті на базі халькогенідного склоподібного напівпровідника, в яку додатково введено блок перевірки даних, що дозволить підвищити надійність та радіаційну стійкість цифрових пристроїв зберігання інформації.

Ключові слова: цифрова пам’ять, халькогенідний склоподібний напівпровідник, структурна схема.

Abstract

The aim of the research – to improve the reliability and radiation hardness of digital storage devices by creating a new scheme of read-write storage elements based on chalcogenide glassy semiconductor (CGS).

In this new design of scheme of device introduced additional a block of control programmable data of storage element, which connected to the scheme of limiting voltage and to MC on the basis CGS, allows to control current phase state of the MC based on CGS (logical "0" or "1") in transactions programming (read / write) by measuring the exact value of the current after application of the reference voltage several hundred millivolts. This approach allows to detect an error and establish its cause. The reason for failure can be defect programming of the storage element or an error of the amplifier. Also, application of the reference voltage initiates the process of to-crystallization of material of CHF that allows to fix crystalline state in the storage element and this increases the stability of the device.

Thus, new design of device for reading and writing data of memory cell which based on chalcogenide glassy semiconductors allows provide enhanced functionality of the device, its reliability and accuracy of transactions read-write.

Keywords: digital memory, chalcogenide glassy semiconductor, block diagram.

Вступ

Принцип використання матеріалів для електронної пам'яті, що стирається і записується під дією електричних сигналів, при цьому змінюючи фазовий стан даного матеріалу є давно відомим. Такі фазозмінні матеріали можуть перемикатися під дією електричного струму між першим фазовим станом, у якому матеріал є аморфним і другим, де матеріал, як правило, є кристалічним. Матеріал з таким фазовим переходом проявляє різні електричні властивості залежно від його стану. Наприклад, в аморфному стані, фазозмінний матеріал виявляє низьку електричну провідність, на противагу до кристалічного стану. Матеріал з фазовим переходом може перемикатися між різними визначеними електричними станами згідно локального порядку по всьому спектру значень в діапазоні від повністю аморфного стану до повністю кристалічного. Іншими словами, перемикання станів фазозмінних матеріалів не обмежується або повністю аморфним, або повністю кристалічним станами, а поетапними кроками, забезпечуючи "сіру шкалу", яка представлена безліччю станів локального порядку, що охоплює спектр від повністю аморфного стану до повністю кристалічного [1].

Запам'ятовуючий матеріал комірки пам’яті (КП), що є монолітною, однорідною структурою, сформованою з халькогенідних матеріалів, що містять хімічні елементи: телур (Te), селен (Se), сурма (Sb), нікель (Ni), і германій (Ge). Використання таких хімічних елементів зводить до мінімуму радіаційну та електромагнітну залежність КП на базі халькогенідного склоподібного напівпровідника (ХСН). Такий пристрій може перемикатися між двома різними фазовими станами провідності за наносекунди у відповідь на прикладення невеликої кількості електричної енергії вимірюваної пікоджоулями. Досліди показують, що вплив жорсткого електромагнітного випромінювання наближеного до космічного практично не вносять змін до фазового стану КП. Також даний тип пам’яті дійсно енергонезалежний і може зберігати інформацію без необхідності періодичного її оновлення, як, наприклад, у flash-технології. Більш того, записана інформація зберігається навіть при відключенні живлення безпосередньо від КП на базі ХСН [2].

Метою розробки даного пристрою є підвищення надійності та радіаційної стійкості цифрових пристроїв зберігання інформації.

Пристрій для програмування елемента пам‘яті

Відомий пристрій статичної оперативної пам'яті (SRAM), складається із лінії команд перемикання, що з’єднана з елементом зберігання, який в свою чергу з'єднаний з підсилювачем зчитування. Лінія команд перемикання управляє вхідною і вихідною інформацією елемента зберігання. Елемент зберігання виготовлений з перехресно-з’єднаних перетворювачів, як це добре відомо фахівцям в даній області. Під час операції запису, лінія команд перемикання переходить на відповідний рівень сигналу, щоб дозволити запис інформації в елемент зберігання. Операція читання даних із елементу зберігання здійснюється через підсилювач зчитування [3].

Пристрій халькогенідної оперативної пам’яті (CRAM) включає в себе перемикач командної шини, халькогенідний елемент зберігання, лінію команд перемикання розрядної шини, обмежувач напруги, дзеркало струму, перетворювач струм-напруга і буфер. Халькогенідний елемент зберігання (ХЕЗ) інформації включає в себе комірку пам'яті (КП), виконану із матеріалу, що містить халькогенідні хімічні елементи, вибрані з груп телуру (Te), селену (Se), сурми (Sb) і германію (Ge) [4].

Основними недоліком вищеописаного пристрою пам’яті типу SRAM, що обмежує його надійність є те, що інформація записана в елемент зберігання буде втрачена, якщо подача електричної енергії на весь пристрій перерветься хоча б на мить. Недоліком пам’яті типу CRAM є обмежені функціональні можливості пристрою, так як неможливо відрізнити помилку зчитування інформації з КП (дефект підсилювача зчитування) від дефекту самої КП та відсутність операції перевірки записаної або зчитаної інформації у КП, що створює необхідність додатково вводити в структуру пристрою блок контролю даних.

В основу дослідження поставлена задача створення пристрою для читання/запису інформації енергонезалежної КП на базі ХСН, у якому за рахунок спрощення загальної структури та введення нових елементів і зв’язків розширюються функціональні можливості, підвищується надійність та радіаційна стійкість пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для читання/запису інформації енергонезалежної КП на базі ХСН, який містить ХЕЗ, обмежувач напруги, перетворювач струм-напруга, буфер, введено вхід дозволу запису, вхід стовпця адрес запису, вхід введення інформації, блок управління записом, блок живлення, вхід рядка адрес, вхід лічильника, декодер рядків, рядково-пропускний польовий n-канальний транзистор, блок контролю даних, що містить підсилювач зчитування і електронно-керовані ключі програмування, читання, запису, часу, лічильника та обмеження напруги, вихід виведення інформації, блок управління зчитуванням, вхід дозволу зчитування та вхід стовпця адрес зчитування.

Халькогенідний елемент зберігання (ХЕЗ) може перемикатися між двома різними фазовими станами провідності, величина якої змінюється у 10^5 разів за наносекунди, у відповідь на прикладення лише декількох пікоджоулів електричної енергії.

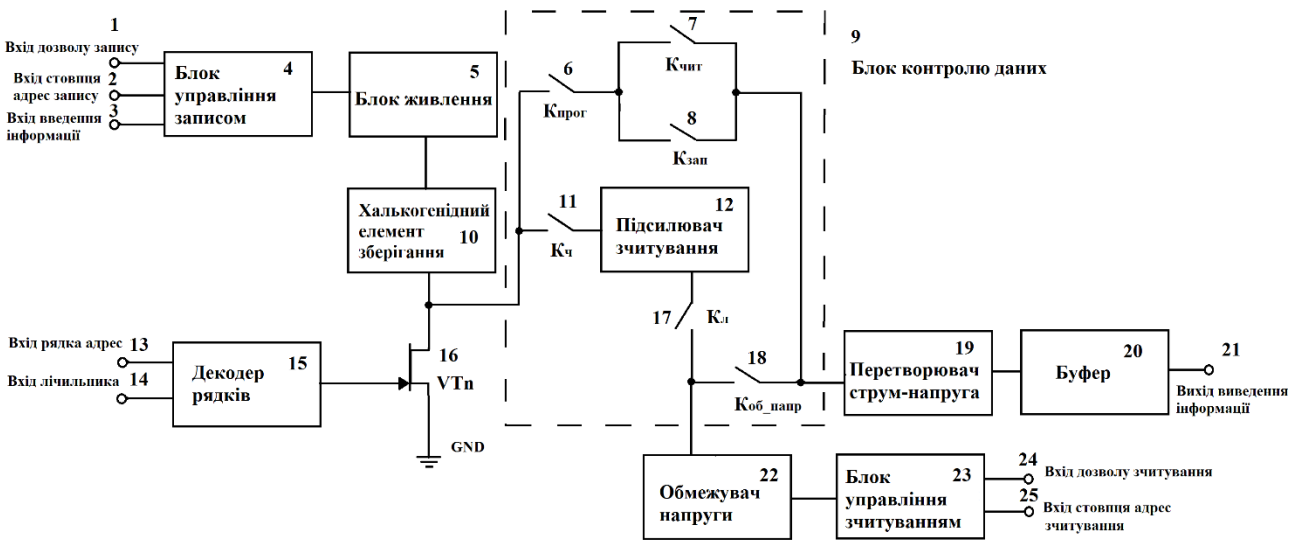

Рис.1 – Блок-схема пристрою

Отримано блок-схему пристрою, що зображена на рис. 1, описано її роботу у режимах запису та зчитування. Доведено доцільність введення блоку контролю даних, що управляє струмом

запису/читання з використанням обмежувача напруги, і це дозволяє здійснювати процес докристалізації, який підвищує стійкість фаз вже запрограмованих ХЕЗ та точність зчитування даних за рахунок унеможливлення флуктуацій напруги між логічними «0» та «1». Блок контролю даних здійснює Перетворювач струм-напруга змінює імпульс струму зчитування ХЕЗ у імпульс напруги. Буфер здійснює визначення фазового стану ХЕЗ, тобто логічного «0» чи «1», шляхом зондування імпульсу напруги.

Досліди показують, що вплив жорсткого електромагнітного випромінювання наближеного до космічного практично не вносять змін до фазового стану ХЕЗ. Також даний тип пам'яті енергонезалежний і може зберігати інформацію без джерела живлення та необхідності її періодичного оновлення.

Висновки

Таким чином, даний пристрій забезпечує зчитування та запис для доступу до однієї КП на базі ХСН з високою точністю перевірки програмованих даних. Хоча для ілюстрації даного пристрою показано лише один елемент зберігання 10, слід розуміти, що два халькогенідні елементи зберігання 10 можуть бути пов'язані з логічним бітом інформації, використовуючи подвійне з'єднання або "диференціальну" версію з'єднання описаної вище несиметричної схеми. Подвійна диференціальна схема аналогічна до вищеописаної одиночної за винятком того, що там існує додаткове введення даних з власною схемою читання і записом для зберігання інформації із доповненням кожного біта вхідних даних в елементі зберігання 10, також додатково введена схема диференціального підсилювача для зондування додаткових бітів збереженої інформації. Диференціальний варіант виконання є більш кращим і доповненим для кожного логічного біта інформації і забезпечує більш високу завадостійкість і тим самим забезпечує більш високу надійність збереження для кожного записаного біта інформації в разі дефекту вхідних сигналів або загального кристалу енергонезалежної пам'яті на базі ХСН.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кичак В.М. Математична модель комірки пам'яті на базі халькогенідних склоподібних напівпровідників / В.М. Кичак, Н.Г. Курилова, І.В. Слободян // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах». – 2009. – №1 (33). – С. 113–116.

2. Слободян І.В. Швидкість програмування енергонезалежної пам'яті на базі ХСН [Електронний ресурс]: Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2014. – №3. – С. 1–10. – Режим доступу до статті : http://praci.vntu.edu.ua/article/view/3753.

3. Касперски К. Техника оптимизации программ. Эффективное использование памяти / Крис Касперски. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2003. – 464 с.

4. Попович А. Халькогенидная энергонезависимая память CRAM / Александр Попович // Компоненты и технологии. – 2010. – № 2 (103). – С. 52-54.

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

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