

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОСТОЯННО ЗАПОМИНАЮЩИХ УСТРОЙСТВ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРОГРАММИРОВАНИЕМ И СТИРАНИЕМ FLASH ROM

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Пискун Г.А., Бортник Н.И., Шаплыко А.С.

Алексеев В.Ф. – канд. техн. наук, доцент

Представлена структура современных микроконтроллеров (МК), построенных на базе электрически стираемых постоянно запоминающих устройств (ПЗУ) типа flash. Выявлено, что данный функциональный блок является одним из наиболее чувствительных к воздействию электростатических разрядов.

Электрически программируемые и электрически стираемые ПЗУ типа flash были предназначены для заполнения ниши между дешевыми однократно программируемыми ПЗУ большой емкости и дорогими EEPROM ПЗУ малой емкости.

На данный момент выделяют следующие типы ПЗУ:

- ПЗУ масочного типа – mask-ROM;
- ПЗУ, программируемые пользователем, с ультрафиолетовым стиранием – EPROM (Erasable Programmable ROM);
- ПЗУ, однократно программируемые пользователем, – OTPROM;
- ПЗУ, программируемые пользователем, с электрическим стиранием – EEPROM.

Современные ПЗУ типа flash сохранили такие преимущества EEPROM, как возможность многократного стирания и программирования посредством повышенного напряжения, но для увеличения объема памяти транзистор адресации каждой элементарной ячейки был удален, что не дает возможности программировать каждый бит отдельно.

Функционально flash-память мало отличается от EEPROM, однако есть ряд достаточно конструктивно-технологических различий, таких как:

- стирание, запись и чтение flash-памяти всегда происходит относительно крупными блоками разного размера, при этом размер блока стирания всегда больше блока записи, а размер блока записи не меньше, чем размер блока чтения;
- EEPROM ПЗУ никогда не используется для хранения программ, оно имеет режим побайтного программирования;
- память типа flash требует в процессе стирания/программирования приложения повышенного напряжения;

Рассмотрим наиболее важный параметр flash-памяти – стирание/запись.

Принцип работы полупроводниковой технологии flash-памяти основан на изменении и регистрации электрического заряда в изолированной области (кармане) полупроводниковой структуры. Изменение заряда («запись» и «стирание») производится приложением между затвором и истоком большого потенциала, чтобы напряженность электрического поля в тонком диэлектрике между каналом транзистора и карманом оказалась достаточна для возникновения туннельного эффекта. Для усиления эффекта туннелирования электронов в карман при записи применяется небольшое ускорение электронов путем пропускания тока через канал полевого транзистора (рисунок 1).



Рисунок 1 – Принцип стирания (а) и программирования (б) flash-памяти современных МК

Стремление к повышению эффективности МК привело к тому, что на сегодняшний день они обладают интегрированными на кристалле сразу двумя модулями энергозависимой памяти: flash – для хранения программ и EEPROM – для хранения перепрограммируемых констант.

В исследованиях авторами установлено, что наиболее уязвимым функциональным блоком МК при воздействии на него ЭСР является flash-память. Это проявляется как частичной потере функциональных свойств (записи, обработки и стирания данных, идентификация данных и т.д.), так и отказе самого МК. Таким образом, исследование чувствительности МК к воздействию ЭСР является достаточно актуальной задачей.