Предварительно при обработке экспериментальных данных были определены динамические свойства этих каналов. При этом установлено, что величины постоянных времени T и времени запаздывания τ примерно одинаковы для каждого канала. Для них были получены следующие оценки: $10' \le T \le 20'$ и $25' \le \tau \le 35'$.

Поэтому из указанного массива были выбраны данные, измеренные с дискретностью 30 минут. Кроме того, между измерениями векторов u, ω, r и вектора y принят временной интервал, равный 30 минутам. Всего было выбрано данных 48 измерений векторов y, u, ω, r.

С использованием данных по формуле (7) рассчитано удельное теплосодержание нефти (h_F), циркуляционных орошений на выходе и на входе в колонну (h_{ij}), по формулам (5) и (6) – количество тепла, поступающего в единицу времени в колонну (Q_F), и количество тепла, отводимого с помощью верхнего (Q_1), 1-го (Q_2) и 2-го (Q_3) циркуляционных орошений.

На основании исходных данных по соотношениям (9) были рассчитаны для всех точек измерений значения компонента вектора входных координат X $(X_1 - X_{10})$. По данным с использованием метода наименьших квадратов определены для уравнений математической модели (10), (11), (12) значения подстроечных коэффициентов m_{ij}. Таким образом, математическая модель статики процесса ректификации имеет вид

$$\hat{y}_1 = -0.051652X_1 + 45.876X_2 - 10644X_3 - 1051100X_3^2 - 8.6466X_4 + 170.1; \quad (19)$$

$$\begin{aligned}\hat{y}_2 = &-0.49071X_5 + 7.8907X_2 + 4884.8X_6 + 327040X_6^2 + 432.59X_3 - \\ &-55.74X_7 + 374.76X_4 + 255.43;\end{aligned} \quad (20)$$

$$\begin{aligned}\hat{y}_3 = &-0.070238X_8 + 24.395X_2 + 377.25X_9 + 84989X_9^2 - 528.9X_6 + \\ &+392.18X_3 - 17.534X_{10} - 21.685X_7 + 415.13X_4 + 304.16.\end{aligned} \quad (21)$$

Оценка на адекватность уравнений (19), (20), (21) дала положительный результат. Это означает, что полученная математическая модель может быть использована как для расчета статических режимов работы колонны, так и для прогнозирования значения ее выходных координат по измеренным значениям входных координат.

УДК 621.3.049.77

Д.М. Романенко, аспирант

ГРАНИЧНЫЕ СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ ДЛЯ ТРЕХМЕРНЫХ ИТЕРАТИВНЫХ КОДОВ

The article are considered the results of the synthesis new types of iterative codes: line and three-dimensional iterative codes. Main operation factors, boundary relations between parameters, error corrections up to 4 multiplicity is analyzed.

Полупроводниковые запоминающие устройства (ЗУ) находят широкое применение в вычислительных и управляющих комплексах, системах обработки и хранения информации. Они являются наиболее важными функциональными узлами современной элементной базы.

Разработка новых типов БИС ЗУ идет, в основном, в направлении увеличения степени интеграции и достигается уменьшением размеров элементов и более плотной их компоновкой, что приводит к относительно высокой интенсивности отказов и сбоев в процессе эксплуатации. Для решения указанной проблемы широкое применение получили методы, основанные на введении в полупроводниковые ЗУ избыточных элементов, позволяющие нейтрализовать отказы и сбои, появляющиеся в процессе эксплуатации.

Простые коды характеризуются тем, что для передачи информации используются все кодовые слова (комбинации), количество которых равно $N=q^n$ (q – основание кода, а n – длина кода). В общем случае они могут отличаться друг от друга одним символом (элементом). Поэтому даже один ошибочно принятый символ приводит к замене одного кодового слова другим и, следовательно, к неправильному приему сообщения в целом.

Помехоустойчивыми называются коды, позволяющие обнаруживать и исправлять в кодовых словах ошибки, которые возникают при хранении и передаче информации. Эти коды строятся таким образом, что для передачи сообщения используется некоторое количество избыточных (проверочных) символов, которые, хотя и увеличивают передаваемые сообщения, но и позволяют обнаруживать и корректировать возникшие ошибки. Применение помехоустойчивых кодов для повышения надежности передачи данных связанно с решением задач кодирования и декодирования. Задача кодирования заключается в получении при передаче для каждой k – элементной комбинации из множества q^k соответствующего ей кодового слова длиною n из множества q^n. Задача декодирования состоит в получении k - элементной комбинации из принятого n – разрядного кодового слова при одновременном обнаружении или исправлении ошибок [1].

При использовании WSI – wafe scale integration в качестве системы памяти (память с интеграцией на полупроводниковой пластине) естественным является разработка трехмерных кодов. Трехмерные итеративные коды относятся к данному классу, сочетая в себе простоту алгоритмов коррекции ошибок и схожесть со структурой памяти. Данный класс кодов получается на основе прямого (кронекеровского) произведения [2]. Одним из сомножителей является свертка по модулю два, а вторым – линейный итеративный код.

Одной из важнейших задач построения помехоустойчивых кодов с заданными характеристиками является установление соотношения между его способностью обнаруживать или исправлять ошибки и избыточностью. Существуют граничные оценки, связывающие d, n , k и t (d – минимальное кодовое расстояние; n – длина кода; k – длина информационного слова; t – кратность корректируемых ошибок). Основные параметры трехмерных итеративных кодов приведены в [2].

Граница Хэмминга близка к оптимальной для высокоскоростных кодов. Ее можно сформулировать как границу избыточности, необходимой при заданных значениях k и t [3,4]:

$$n-k \ge \log_2\left[\sum_{i=0}^{t} C_n^i\right]. \tag{1}$$

Граница Плоткина, которую целесообразно использовать для низкоскоростных кодов, имеет следующий вид [3,4]:

$$d \le \frac{n \cdot 2^{k-1}}{2^k - 1}. \tag{2}$$

Неравенство (2) удобно для получения максимально возможного d при заданных n и k, но не очень удобно для получения максимального значения k при заданных d и n. Другая форма границы Плоткина записывается в виде [5]

$$k \le n - 2 \cdot d + 2 + \log_2 d. \qquad (3)$$

Согласно границе Варшамова – Гилберта, при [3,4]

$$2^{n-k} > \sum_{i=0}^{d-2} C_{n-1}^{i} \qquad (4)$$

существует (n, k) – код с расстоянием Хэмминга не меньше d и с числом проверок на четность, не превышающим $n - k$.

Результаты расчета граничных условий приведены на рис. 1– 4 (кривая 1 – граничные соотношения для данного кода; 2 – граница Варшамова–Гилберта; 3 – граница Хэмминга). Граничные соотношения изучались с параметрами d=8 и t=3 – для трехмерного линейного кода (ТИК) со стандартной матрицей (рис.1), d=8 и t=2 – для ТИК с усеченной матрицей [2] (рис. 2) и d=10 и t=4 – для трехмерного линейного итеративного кода с диагональными проверками (ДТИК) (рис. 3), d=10 и t=3 – для ДТИК с усеченной матрицей [2] (рис. 4).

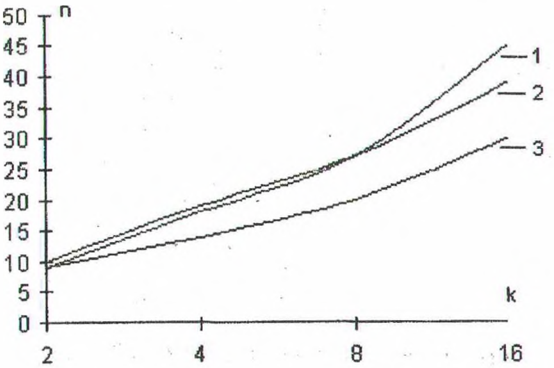

Рис.1. Граничные соотношения для стандартной матрицы ТИК

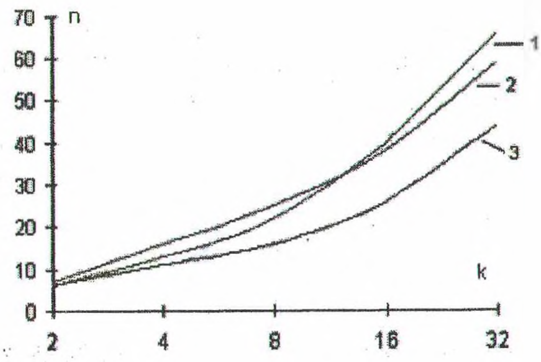

Рис.2. Граничные соотношения для усеченной матрицы ТИК

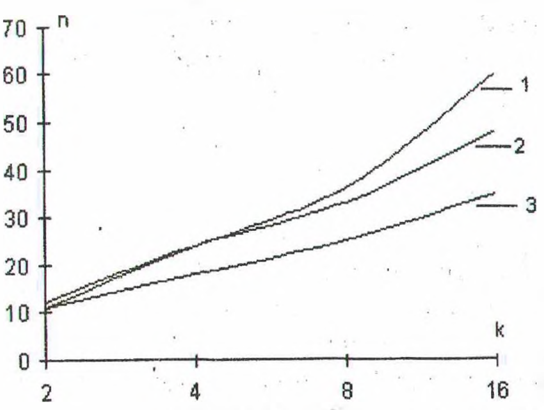

Рис.3. Граничные соотношения для стандартной матрицы ДТИК

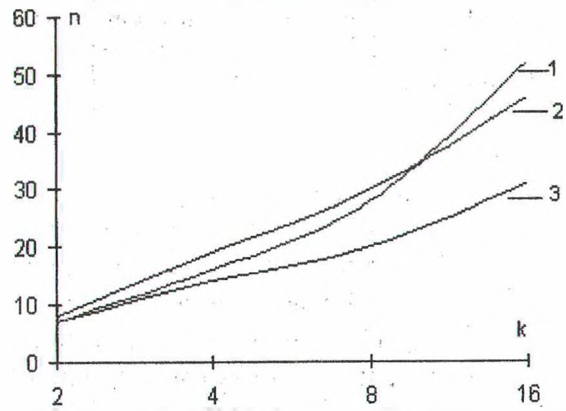

Рис.4. Граничные соотношения для усеченной матрицы ДТИК

Как видно из графиков на рис. 1–2, трехмерный итеративный код, как со стандартной, так и с усеченной проверочной матрицей, при значениях k от 2 до 8 является совершенным (кривая граничных соотношений данного кода расположена между границами Хэмминга и Варшамова–Гилберта). Трехмерный итеративный код с диагональными проверками в случае стандартной матрицы является совершенным при значениях k от 2 до 4, а в случае усеченной матрицы – при значениях k от 2 до 8. Хотя при остальных значения k с точки зрения избыточности, как трехмерный итеративный код, так и трехмерный итеративный код с диагональными проверками не являются совершенными, но у них есть иное достоинство – структура кодов близка к архитектуре полупроводниковой памяти.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мак-Вильямс Ф., Слоэн Н. Теория кодов, исправляющих ошибки / Пер. с англ. под ред. Л.А. Басалыго.– М.:Связь, 1979. –746 с.

2. Урбанович П.П., Романенко Д.М. Свойства и алгоритмы аппаратной реализации нового вида итеративных кодов для систем памяти / Новые информационные технологии: Третья Международная конференция NITE'2000.– Мн.: БГЭУ, 2000. Т. 2 – С. 159–164.

3. Fuja T., Heegard C., Goodman R. Liner sum codes for random acces memories // IEEE Transaction on computers. Vol.37. No.9, September 1988.– P.1030–1041.

4. Майоров С.А., Урбанович П.П. Декодирование кодов, основанных на двойном прямом произведении кодов на четность // Научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, посвященная 30-летию БГУИР: Тез. докл.– Минск, 1994.–354 с.

5. Петерсон У., Уэлдон Э. Коды, исправляющие ошибки // Москва: Мир, 1976. – 321 с.

УДК 681.3.07

С.Б. Макась, ассистент

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ МАТРИЧНЫХ ИГР ПРИ ПОСТРОЕНИИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НАДЕЖНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ПАМЯТИ С АППАРТНОЙ ИЗБЫТОЧНОСТЬЮ

The matrix game algorithm for creating a statistical model of DRAM reliability described. It examines the selection of optimal method for error logging and handling as well as simple and fast analysis for the case of hardware memory fault when the next simulated error occurs.

Введение

В настоящее время существует достаточно широкий круг программных алгоритмов, реализующих статистические модели надежности полупроводниковой памяти. Эти алгоритмы различаются как по уровню сложности, принципу построения, так и по объему решаемой задачи. Большинство из них в своей реализации либо совсем не учитывают применение технологий повышения надежности хранения данных, либо реализуют одну из них. Это ставит актуальной проблему создания динамически компонуемых моделей, поддерживающих одновременно несколько способов повышения надежности полупроводниковой памяти. Как следствие, особое внимание нужно уделить процессу оптимального выбора конкретной стратегии резервирования в соответствии с текущим событием из потока ошибок.