

СЖАТИЕ СИММЕТРИЧНЫХ ТЕСТОВЫХ РЕАКЦИЙ СХЕМ ПАМЯТИ

А.П. Занкович

Научный руководитель – д.т.н., профессор *В.Н. Ярмолик*

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Развитие электронной цифровой техники в последнее время идет по пути уменьшения размеров элементов и увеличению плотности их расположения на кристалле. Это неизбежно ведет к снижению надежности устройства из-за возрастания вероятности появления неисправностей. В современных системах на кристалле количество вентиляей, задействованных для построения компонентов, хранящих информацию, составляет половину или более от их общего числа. Этот факт актуализирует задачу тестирования памяти для обеспечения надежного функционирования всей системы в целом.

Для большинства практических приложений тестирование схемы памяти достаточно проводить один раз в процессе производства (заводской контроль) и периодически непосредственно после ее инициализации. Поскольку в эти моменты в памяти не хранится никакой полезной информации, то тесты могут произвольно манипулировать ее содержимым. Для этого случая наиболее широкое применение получили маршевые тесты [1]. Однако для ряда систем, рассчитанных на непрерывную работу в течение длительного периода времени, требуется обеспечение периодического контроля, для чего разработаны неразрушающие аналоги маршевых тестов. Активизация неисправностей памяти в них производится за счет обратимого инвертирования ее содержимого. Считанная до выполнения инвертирований последовательность данных (начальная), сравнивается с последовательностью, получаемой после инвертирований (тестовой). Несовпадения отдельных значений в них позволяет говорить о наличии неисправностей. Для снижения затрат на хранение начальной и тестовой последовательностей данных их сравнивают не целиком, а в виде компактных оценок – сигнатур, получаемых с помощью различных схем сжатия: счетчиков числа единиц, счетчиков количества переходов, анализаторов четности, сдвиговых или адаптивных сигнатурных анализаторов.

Предложенный в [Ошибка! Источник ссылки не найден.] метод основан на сравнении не полных сигнатур потоков данных, а отдельных их фрагментов, обладающих одним из четырех видов симметрии. В данной работе рассматривается адаптация указанных выше схем сжатия для различных симметричных потоков данных – прямых, взаимноинверсных и взаимобратных. Наибольшие трудности вызвало построение такой схемы для линейных сдвиговых регистров с обратной связью (LFSR). В этом случае для задания обратных связей анализаторов обратных последовательностей данных используются полиномы, обратные использованным для построения анализаторов прямых последовательностей.

Для всех рассмотренных схем сжатия проведена оценка аппаратных затрат на их реализацию, для чего построены описания на языке VHDL и произведен синтез в среде Exemplar Leonardo Spectrum для библиотеки заказных БИС SCL05u. Мерой сложности схемы выступило количество элементарных вентиляей, использованных для ее имплементации. Минимальное их количество было получено для сдвиговых и адаптивных сигнатурных анализаторов, которые обладают также наименьшей вероятностью маскирования ошибок (их скрытия в результате наложения друг на друга при сжатии) среди всех рассматриваемых схем.

Результатом данной работы является адаптация существующих схем сжатия для случая симметричных потоков данных, а также сравнение их эффективности по аппаратным затратам и вероятности маскирования. Наилучшие результаты по этим параметрам показаны сдвиговыми и адаптивными сигнатурными анализаторами. Для целей тестирования схем памяти можно использовать любые из них. Свойство адаптивных сигнатурных анализаторов помимо обнаружения ошибок запоминающих элементов получать их физические адреса в схеме ОЗУ позволяет использовать их и для диагностики неисправностей.

Литература

- 1.V. de Goor, "Testing Semiconductor Memories: Theory and Practice", J.Wiley&Sons, 1991.
- 2.A.Zankovich, V.Yarmolik, "Local symmetric transparent memory testing", In Proc. of 6th Int. Workshop on Design and Diagnostic Circuits and Systems (DDECS'2003), pp. 203-204.