

Эвристический подход к анализу результатов контроля интегральных схем

Формулируются особенности прогнозирующего контроля современных микроэлектронных устройств.

Ключевые слова: информативные параметры, критические питающие напряжения, контроль технических свойств.

Определение длительного безотказного функционирования микроэлектронных устройств в эксплуатационных условиях является весьма актуальной проблемой, общего решения которой пока не найдено. Однако поэтапный контроль материалов, технологических режимов изготовления, выходной и входной контроль готовой продукции могут дать высокие результаты в прогнозировании надежного функционирования указанных устройств. Особенно важно применение новых подходов к контролю и анализу его результатов (вплоть до эвристических сведений), если этот контроль должен быть неразрушающим устройством. Имеется в виду тот факт, что контролируемые устройства будут устанавливаться в изделия ответственного применения, которые в свою очередь функционируют в сложных эксплуатационных условиях.

Один из подходов к контролю современных микроэлектронных устройств, в том числе программируемых больших интегральных схем, обеспечивается способом контроля, разработанным на основе метода, ядром которого является многоуровневая модель информативных параметров (ИП). В качестве информативного параметра первого уровня выступают критические питающие напряжения ($E_{кр}$), а последующих уровней – их зависимости от режимов измерений или внешних воздействий, а также особенности этих зависимостей (линейность/нелинейность, скорость изменения, характеристики гистерезиса), чем определяется повышение информативности результатов контроля относительно прогнозирования безотказного функционирования контролируемых устройств.

В работе использованы в качестве ИП второго уровня зависимости $E_{кр}$ от частоты тестовых воздействий $E_{кр}(f)$ [1, 2]. В ходе последних исследований были протестированы несколько партий интегральных схем (ИС) таймеров и операционных усилителей. На основе полученных данных построены графики зависимостей $E_{кр}(f)$, анализ которых позволяет группировать протестированные устройства по классам надежности. Для построения графиков были выбраны две микросхемы с минимальным запасом по $E_{кр}$ в области низких частот и две – с максимальным запасом.

Эвристическая составляющая анализа полученных практических данных заключается в том, что предлагается упрощенный двухчастотный способ тестирования ИС. Выбор двух частот для тестирования предваряется определением переломной частоты f_n из графиков зависимостей $E_{кр}(f)$, снятых для установочной партии ИС. Переломная частота – это та точка на графике, после которой следует резкий спад запаса по $E_{кр}$ у наименее быстродействующей ИС из партии. В зависимости от объема установочной партии первая и вторая частоты тестирования должны выбираться с некоторым запасом, учитывающим, что реальный разброс параметров ИС несколько выше разброса, зафиксированного в выборке. Объемы выборок для исследованных ИС довольно малы, и первая частота берется с большим запасом вниз: $f_1 < 0,8f_n$. Вторая частота тестирования должна находиться в диапазоне $f_n < f_2 < Lf_n$. Множитель L к максимуму f_2 выбирается из анализа $E_{кр}(f)$ для выборки таким образом, чтобы на максимально возможной частоте тестирования ИС с минимальным быстродействием продолжали работать с нулевым запасом по $E_{кр}$. Далее исследования $E_{кр}(f)$ как информативного параметра будут направлены на уточнение величин запасов по частотам тестирования в зависимости от объемов выборки ИС.

Вышеприведенный подход к контролю применим для выбора высоконадежных полупроводниковых интегральных микроэлектронных устройств по значениям ИП, в которых отражаются индивидуальные характеристики технических свойств последних. Многочисленные эксперименты с устройствами цифрового и аналогового типов и результаты долгосрочного практического использования их в составе систем ответственного применения доказали, что $E_{кр}$ являются информативными

относительно таких скрытых дефектов, как: токи утечки, нестабильность пороговых напряжений, задержка распространения сигнала.

Литература

1. Номоконова Н.Н. Контроль микроэлектронных устройств методом критических питающих напряжений / Н.Н. Номоконова, В.Ю. Гаврилов, Н.А. Алмина // Информатика и системы управления. – 2010. – № 1(23). С. 115–120.

2. Номоконова Н.Н. Особенности контроля технического состояния программируемых больших интегральных схем /Н.Н. Номоконова, В.Ю. Гаврилов, Д.С. Пивоваров //Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. - 2012. - № 1(25), ч. 1. С. 15–18.

Номоконова Наталья Николаевна

Д-р. техн. наук, доцент, проф. каф. электроники Владивостокского государственного университета экономики и сервиса (ВГУЭС)

Тел.: +79147045248

Эл. почта: Natalya.Nomokonova@vvsu.ru

Пивоваров Дмитрий Сергеевич

Аспирант ВГУЭС

Тел.: +79147227124

Эл. почта: diamante_gdi-1@mail.ru

Nomokonova N.N., Pivovarov D.S.

A heuristic approach to the analysis of the integrated circuits quality inspection results

The aspects of the predictive quality inspection for the contemporary microelectronic devices were formulated

Keywords: informative parameters, marginal voltages, quality inspection

Для редакции: Номоконова Наталья Николаевна - моб. тел.: +7914 704 52 48