

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Ширяева Бориса Владимировича «Программно-аппаратный комплекс автоматизированного визуального контроля при производстве монолитных интегральных схем», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Контроль монолитных интегральных схем (далее МИС) по внешнему виду является важным этапом выходного технологического контроля. При небольших объемах производства данный вид контроля часто проводится вручную визуальным контролем с использованием микроскопа. Даже при условиях работы по СанПиН длительная работа за микроскопом приводит к утомляемости зрения оператора и снижает качество данного контроля. Автоматизация позволяет устранить человеческий фактор и существенно ускорить данный процесс. Однако не каждое производство нуждается в готовых дорогих решениях. С учётом высокой стоимости готового оборудования и того, что оно импортное и существуют программы с государственной поддержкой импортозамещения программного и аппаратного обеспечения, диссертационная работа Ширяева Б.В. по автоматизации контроля МИС по внешнему виду является актуальной.

2. Новые научные результаты диссертационной работы

Новыми научными результатами проведенного исследования, на мой взгляд, являются следующие:

1. Проведен системный подход выбора точек смещения, отличительной особенностью которого является применение критерия повторяемости геометрического взаиморасположения на микрофотографии монолитных

интегральных схем (МИС), который позволил исключить дефектные точки совмещения.

2. Применен классификатор на основе искусственной нейронной сети и метод вычисления пиксельного расстояния, позволяющие эффективно определять дефекты топологии разнородных покрытий.

3. Разработана специализированная аппаратно-программная система температурной компенсации с гибкой программной настройкой, что позволило исключить влияние эффекта температурного расширения механических узлов под воздействием внешних факторов.

4. Разработан алгоритм автоматизированного визуального контроля, позволяющий повысить производительность визуального контроля мелкосерийного производства за счет сравнения микрофотографии МИС с фотошаблоном.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Диссертационная работа имеет чёткую структуру: обзор современных методов контроля МИС по внешнему виду, разработка алгоритма визуального контроля и проработка каждого его шага, особенности реализации программного и аппаратного обеспечения, исследование эффективности работы разработанного комплекса. Защищаемые положения и выводы логично следуют из проделанной работы, промежуточные выводы по каждой главе позволяют качественно оценить достижения автора на каждом этапе проделанной работы по каждому компоненту разработанного программно-аппаратного комплекса.

4. Достоверность и новизна полученных результатов

Основная новизна диссертационной работы связана с разработкой нового подхода к выполнению технологического контроля МИС по внешнему виду (сравнение микрофотографии изготовленной МИС с исходным фотошаблоном) и применёнными методами при его реализации.

Результаты, полученные в диссертационном исследовании, согласуются с существующими теоретическими и практическими решениями и не противоречат им.

Достоверность результатов подтверждена апробацией на научных семинарах и конференциях, основные результаты опубликованы в ряде печатных изданий в т.ч. в журналах, рекомендованных ВАК.

5. Теоретическая и практическая значимость диссертации для науки и практики

Теоретическая значимость полученных автором результатов заключается в использовании особой комбинации существующих методов обработки изображения для получения нового метода автоматизированного визуального контроля МИС сравнением микрофотографии МИС и фотошаблона. Данный метод позволяет в условиях мелкосерийного производства эффективно проводить контроль по внешнему виду разных топологий МИС при небольшом их количестве, сравнивая их с исходными конструкторскими данными. Таким образом, можно выявить не только дефекты технологии изготовления МИС, но и дефекты изготовления проекционного фотошаблона.

Практическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в создании непосредственно программно-аппаратного комплекса контроля МИС по внешнему виду. Данный комплекс может позволить ускорить производство МИС за счёт ускорения ручного визуального контроля.

Также следует отметить разработанную полуавтоматическую зондовую станцию, которая имеет функционал контроля МИС по внешнему виду и контроля электрофизических параметров. Данная станция, как отдельное изделие, может использоваться в условиях производства МИС любой серийности для контроля электрофизических параметров.

6. Оценка содержания диссертации, её завершенность

Во *введении* изложена актуальность темы диссертационного исследования, сформулированы цель и задачи исследования, представлена научная новизна, основные положения, выносимые на защиту, практическая значимость и структура диссертационной работы.

Первая глава посвящена обзору существующих решений для осуществления автоматизированного контроля МИС по внешнему виду.

Во второй главе разработан алгоритм автоматизированного визуального контроля, его реализация в программное обеспечение.

Третья глава посвящена разработке аппаратных решений, разработанных автором. Описана структура программно-аппаратного комплекса.

В четвёртой главе представлена эффективность разработанного алгоритма, приведены результаты тестирования на МИС с различной топологией.

В *заключении* приведены основные результаты работы.

Автор оставляет открытым вопрос об оптимизации программного обеспечения, что не мешает считать диссертацию в целом законченной научно-квалификационной работой.

7. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Постановлением N 842 «О порядке присуждения ученых степеней»:

9 – на основании теоретической и практической значимости, а также положений, выносимых на защиту, работа может быть квалифицировано как важное научное достижение, в которой изложено новое научно обоснованное техническое решение и разработка в виде программно-аппаратного комплекса автоматизированного визуального контроля;

10 – диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. Диссертация имеет прикладной характер, приведены сведения о практическом

использовании полученных автором диссертации научных результатов в производственном процессе в АО «НИИПП» и ТУСУР;

11 – основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научно-технических журналах, входящих в рекомендованный Перечень ВАК на момент рецензирования;

14 – при заимствовании автором материалов или отдельных результатов других авторов в тексте присутствует ссылка на источник.

Исследования, изложенные в диссертационной работе Ширяева Б.В. соответствуют паспорту специальности 2.3.3 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, а именно пунктам:

1 – Автоматизация производства заготовок, изготовления деталей и сборки;

7 – Формализованные методы анализа, синтеза, исследования и оптимизация модульных структур систем сбора и обработки данных в АСУТП, АСУП, АСТПП и др.

Замечания по диссертационной работе

1. В диссертации не представлена сравнительная оценка характеристик разработанной полуавтоматической зондовой станции и существующих аналогов и не приведена структурная схема установки визуального контроля.

2. Не обосновано применение искусственной нейронной сети в качестве классификатора цвета пикселя.

3. Неясно каким образом оценивались результаты работы алгоритма визуального контроля на различных группах микрофотографий МИС.

4. В основных результатах работы пункт №5 звучит не совсем корректно:

- что такое качественная оптическая система;

- неясно в чем (по каким характеристикам) разработанные станции не уступают зарубежным аналогам.

5. Имеются незначительные орфографические и стилистические ошибки.

