

Разработка скрипта автоматической расстановки CD меток на изображении кадра Маркелов М. А.¹, Будин Д. И.², Татарчук А. В.³

¹Маркелов Максим Алексеевич / *Markelov Maksim Alexeevich* – магистр,
кафедра проектирования и конструирования интегральных микросхем,
факультет электроники и компьютерных технологий;

²Будин Дмитрий Иванович / *Budin Dmitry Ivanovich* – магистр,
кафедра систем автоматического управления и контроля, факультет интеллектуальных технических систем;

³Татарчук Александр Викторович / *Tatarchuk Alexandr Viktorovich* – магистр,
кафедра проектирования и конструирования интегральных микросхем,
факультет электроники и компьютерных технологий,
Московский институт электронной техники
Национальный исследовательский университет, г.Москва

Аннотация: статья посвящена разработке метода автоматической расстановки меток контроля критических размеров. Предложена реализация на основе волнового алгоритма поиска, позволяющая реализовать метод и добиться выполнения требований, предъявляемых к расстановке CD меток.

Ключевые слова: автоматизация, фотошаблоны, метки контроля, волновой алгоритм.

Фотолитография – ключевой технологический процесс в производстве полупроводниковых приборов и микросхем. Суть процесса заключается в переносе оригинала топологии интегральной схемы на поверхность полупроводниковой пластины. Характеристики микросхем зависят от точности изготовления их минимальных элементов. Задача фотолитографии – обеспечить качественное формирование элементов на всем поле кремниевой пластины с соблюдением допустимых отклонений размеров элементов и их расположения [1].

В производственной практике такие минимальные размеры называются критическими (*critical dimension* – CD). Контроль критических размеров предполагает измерение определённого числа точек и сравнение получившихся размеров с номинальными значениями. Чем меньше разница – тем качественнее фотошаблон. Разницу в размерах можно заметить только за мерами в различных местах шаблона. Чем более критичный слой, тем больше точек нужно расставить для достоверного контроля, причем точки контроля должны быть расставлены максимально равномерно по полю кадра (с одной плотностью). Расстановка меток требует внимания и длительных временных затрат.

В данной работе было разработано и рассмотрено программное решение для автоматизации расстановки меток контроля. Разработка велась с помощью скриптового языка высокого уровня – Tcl, который нашел широкое применение в сфере САПР [2]. Полученная реализация стала возможной благодаря встроенному в систему автоматизированного проектирования Calibre WORKbench компании Mentor Graphics интерпретатору Tcl.

Выбор продукта Calibre WORKbench оправдан его широкими возможностями. Данная платформа отвечает всем основным современным требованиям, реализуя комплексный подход к задаче подготовки проекта к производству [3]. Следует отметить, что программный продукт имеет специальный режим командной строки (называемый *batch-mode* в официальной документации). Этот режим позволяет выполнять все доступные из графического интерфейса пользователя (*Graphics User Interface, GUI*) команды редактирования топологии. Всего Calibre WORKbench дает доступ к более чем 100 различным командам, связанных с обработкой топологии.

Таким образом, возможно создание различных расширений, позволяющих в значительной степени автоматизировать процесс как проектирования непосредственно самих СБИС, тестовых структур, а также их подготовку к производству.

Для поиска мест расположения меток контроля были рассмотрены различные алгоритмы, такие как алгоритм поиска A*, алгоритм Дейкстры, волновой алгоритм [4]. В связи с надежностью и простотой работы был выбран волновой алгоритм. Реализация алгоритма позволила добиться необходимого результата. На рис. 1 приведен результат работы предложенного решения.

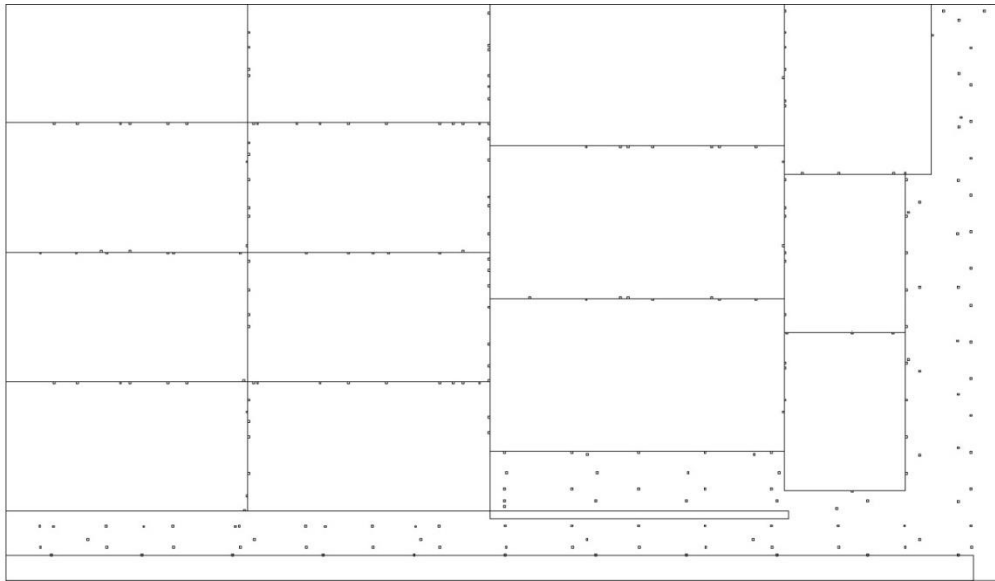


Рис. 1. Результат автоматической расстановки CD меток

Внедрение предложенного решения позволяет автоматизировать процесс расстановки большого числа CD меток, уменьшить число ошибок при ручной расстановки меток, сократить общее время подготовки управляющей информации для изготовления фотошаблонов.

Литература

1. *Трапашко Г.* Контроль микроразмеров в производстве ИС. Задачи и особенности: Электроника: НТБ Выпуск #3, 2011. 96 с.
2. *Гладких А. А.* Использование языка программирования PYTHON для разработки расширений систем автоматизированного проектирования: Вестник Екатеринбургского института, 2014. № 3 (27). 7 с.
3. *Лохов А.* Главный калибр компании Mentor Graphics: Электроника: НТБ Выпуск №2, 2006. 64 с.
4. *Goldberg A. V., Harrelson C.* Computing the shortest path: A *-search meets graph theory: Proc. Sixteenth Annual ACM—SIAM Symp. on Discrete Algorithms, January 23—25, Vancouver, BC, (2005). P. 156.
5. *Козадаев А. С. , Дубовицкий Е. В.* Реализация волнового алгоритма для определения кратчайшего маршрута на плоскости при моделировании трасс с препятствиями: Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки, 2010. № 6. Т. 15. 196 с.