

АЛГОРИТМ ВЫБОРА МЕТОДА АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ТОПОЛОГИИ ПЛАНАРНЫХ СТРУКТУР

Д.С. ТИТКО, Е.А. ТИТКО, И.В. ДАЙНЯК

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь
dainiak@bsuir.by*

Одной из основных задач, возникающих при макропроектировании оборудования для автоматического контроля топологии интегральных схем и других изделий электронной техники, является выбор метода контроля. Для обоснованного выбора необходимо на основе классификации методов автоматического контроля топологии определить алгоритм, позволяющий сделать правильный выбор метода контроля в зависимости от характеристик контролируемых объектов и условий контроля, что и является целью работы.

Ключевые слова: планарная структура, дефект, топология, автоматический контроль топологии, микроэлектроника.

При выборе метода автоматического контроля топологии планарных структур необходимо учитывать следующие факторы: множество типов дефектов, подлежащих автоматическому контролю (M); размер минимального обнаруживаемого дефекта для изолированных дефектов ($S_{и}$); размер минимального обнаруживаемого дефекта для прилегающих дефектов ($S_{п}$); допуск на положение (координаты) элементов топологии, их размеры и неровность края ($S_{кр}$); возможная точность совмещения координатных систем сравниваемых изображений (ΔK); контраст изображения контролируемого оригинала в виде длины перехода тёмное/светлое в бинаризованной или полутоновой модели (L); размер минимального элемента топологии (R).

На первом этапе необходимо правильно выбрать группу методов автоматического контроля топологии. Ошибка на первом этапе может привести к катастрофическим последствиям, т.е. к созданию неработающей установки. Выбор конкретного метода из группы производится на следующем этапе и, как правило, диктуется конструктивными возможностями разработчика, хотя в некоторых случаях решение о конкретном методе принимается уже на первом этапе.

Метод контроля можно представить в виде дискретной функции семи переменных

$$F = f(M, \Delta K, S_{и}, S_{п}, S_{кр}, L, R). \quad (1)$$

Параметр M , входящий в формулу (1), представляет собой целочисленную характеристику множества типов дефектов. С точки зрения определения метода контроля существенными являются только три из них: изолированные дефекты I , прилегающие дефекты P , уход координат и размеров S . Поэтому переменную M представим булевым вектором, состоящим из трёх двоичных переменных, каждая из которых соответствует необходимости контроля дефектов определённого типа. Область определения переменной M состоит из семи значений:

$$M(I, P, S) = \{ [1,0,0], [1,1,0], [1,0,1], [1,1,1], [0,1,0], [0,1,1], [0,0,1] \}. \quad (2)$$

Переменные $S_{и}$, $S_{п}$, $S_{кр}$, ΔK , L , R задаются в микрометрах и используются для вычисления значений трёх коэффициентов K_1 , K_2 , K_3 , на основании анализа значений которых принимается решение о выборе метода. Эти коэффициенты рассчитываются по формулам

$$K_1 = \frac{S_{и}}{R}; \quad (3)$$

$$K_2 = \frac{S_{п}}{S_{кр} + \Delta K + L}; \quad (4)$$

$$K_3 = \frac{S_{и}}{S_{кр} + \Delta K + L}. \quad (5)$$

Если $K_1 \leq 0,5$, то контроль можно производить любым из известных методов [1], хотя метод сравнения с эталоном является более предпочтительным, т.к. даёт в этом случае меньшее количество ложных дефектов (при дальнейшем уменьшении значения коэффициента K_1 количество ложных дефектов будет уменьшаться и при значениях порядка 0,2 это количество будет практически одинаковым для обоих методов).

Если $K_2 \geq 2$, то контроль можно производить любым из методов [1] в соответствии с анализом коэффициента K_1 . В противном случае – только методом сравнения с проектными данными с динамическим автосовмещением изображений.

Если $K_3 \leq 1$, то наиболее эффективным будет метод анализа топологии, в противном случае следует выбрать один из методов сравнения с эталоном [1].

Таким образом, используя реальные значения аргументов функции F можно получить численную оценку параметров K_1 , K_2 , K_3 , анализ которых позволит сделать вывод о степени соответствия требуемых условий контроля тому или иному методу.

В случае наличия больших допусков на месторасположение элементов топологии, а также в случае невозможности совмещения реального и эталонного изображений, целесообразно использовать методы анализа топологии. При этом для однородных изображений, например, полупроводниковая пластина или фотошаблон с маскирующим покрытием, целесообразно использовать метод группового анализа, а для неоднородных – метод индивидуального анализа элементов рисунка.

Таким образом, на основании анализа и исследований существующего в нашей стране и за рубежом оборудования разработан алгоритм выбора метода автоматического контроля топологии планарных структур, соответствующий условиям контроля. Способ автоматического контроля определяется путём вычисления соответствующего значения дискретной функции семи переменных (2) с учётом коэффициентов K_1 , K_2 , K_3 . При этом в группе методов сравнения с эталоном наиболее точным и функционально полным является метод сравнения с проектными данными. Этот метод является наиболее предпочтительным, если контролируемый объект выполнен с соблюдением жёстких требований к месторасположению элементов топологии на подложке. Ограничением для использования этого метода является также сложность совмещения реального и искусственного изображений, в том числе по причине плохого контраста.

Список литературы

1. Аваков С.М. Автоматический контроль топологии планарных структур. Минск, 2007.