

окончательного вывода требуются дополнительные экспериментальные исследования.

УДК 681.32

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ПОДГОНКИ ПЛЕНОЧНЫХ РЕЗИСТОРОВ

Д.А. Горбунов

Самарский университет, г. Самара

Интегральные схемы (ИС), изготовленные по гибридной технологии, применяются во многих областях электронной техники, где предъявляются высокие требования к рабочим характеристикам электронных устройств: аэрокосмическая техника, военная аппаратура, схемы СВЧ, автомобилестроение, телекоммуникации и т.д.

Качество гибридных ИС зависит от точности параметров пассивных компонентов, особенно пленочных резистивных элементов (РЭ). Лазерная подгонка, повышающая точность сопротивления РЭ, является одним из методов увеличения выхода годных плат гибридных ИС и регулирования ТП их изготовления. В настоящее время выбор проекта подгонки осуществляется на основе опыта и имеющихся практических прецедентов. Однако, использование только экспериментальных данных, из-за ограниченности их объема, не позволяет квалифицировать выбираемый вариант проекта подгонки как оптимальный.

При анализе зарубежных и отечественных материалов можно сделать выводы, что технология гибридных ИС является перспективным направлением микроэлектроники и обеспечивает высокий уровень надежности. Главной проблемой применения подгонки, как с программным, так и с ручным управлением является выбор формы лазерной врезки и исходных координат (проектирование подгонки), при которых достигается нормативное значение сопротивления. Поэтому цель исследования – разработка методологии и системы математического моделирования и проектирования лазерной подгонки РЭ для настройки механизма регулирования ТП изготовления гибридных ИС.

Для достижения данной цели решаются следующие задачи:

- 1) системный анализ моделей, этапов и критериев управления эффективностью ТП изготовления плат гибридных ИС;
- 2) исследование математических методов и средств оптимизации ТП изготовления плат гибридных ИС;
- 3) спецификация задач подгонки пленочных РЭ существующих лазерных установок, решаемых при реализации механизма регулирования ТП изготовления плат гибридных ИС;

4) разработка математических моделей данных, применяемых при оценке текущего состояния объектов топологии в условиях реального времени подгонки и регулирования ТП изготовления плат гибридных ИС;

5) систематизация расчетных методов получения характеристик РЭ для отображения результатов подгонки при ее имитации;

6) разработка алгоритма моделирования лазерной подгонки на основе анализа системного и индуктивного подходов и структуры топологии гибридных ИС;

7) идентификация пленочных РЭ по данным моделирования и натурального эксперимента лазерной подгонки;

8) разработка баз данных для формирования и представления знаний о топологии гибридных ИС для моделирования и проектирования подгонки при настройке механизма регулирования ТП;

9) создание методики настройки механизма регулирования ТП изготовления плат гибридных ИС проектированием подгонки РЭ;

10) разработка комплекса программ автоматизированной системы моделирования и проектирования подгонки для настройки механизма регулирования ТП изготовления плат гибридных ИС;

11) разработка специализированного языка для редактирования сценариев моделирования и представления результатов.

Теоретическая часть работы выполнена на основе методов процессного управления, уравнений электромагнитного поля Максвелла, теории нечетких множеств, гибридной технологии микроэлектроники.

В экспериментальной части работы применяются численные и аналитические модели, теория электрических цепей, методы теории аппроксимации и интерполяции, методология искусственного интеллекта и экспертных систем.

УДК 621.3

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПЕРВИЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ КОНТРОЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

Д.П. Михайлов

Самарский университет, г. Самара

Было предложено использовать 11 измерений. Результаты измерений обрабатываются следующим образом:

1) по полученным выборкам (11 измерений) в каждой точке рассчитывается среднее значение по формуле

$$X_{\text{ср}} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_{11}}{11},$$

где $X_{\text{ср}}$ – среднеарифметическое значение результатов измерений;