

Программный комплекс для систем дифрактометрического контроля и измерения геометрических параметров элементов топологии ИМС

С.Б.Беневоленский, Н.Л.Истомина, А.А.Смирнова, М.В.Спыну

«МАТИ» – Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского

Непрерывное уменьшение геометрических размеров элементов топологии (ЭТ) интегральных микросхем и изделий микромеханики привело к тому, что характерные размеры ЭТ находятся в субмикро- и нанодиапазоне [1–3]. Создание технологической базы и методов формирования поверхности с таким высоким разрешением требует совершенствования метрологической базы, используемой в системах управления для контроля и измерения геометрических размеров ЭТ. В дифрактометрических системах измерения основным достоинством является привязка к эталону длины. В качестве эталона выступает длина волны зондирующего излучения. Измерение геометрических параметров ЭТ в дифрактометрических системах осуществляется путем сравнения экспериментальной функции углового распределения интенсивности отраженного от периодической тест-структуры зондирующего монохроматического излучения с расчетными данными, получаемыми на этапе модельного анализа с использованием математического описания объекта измерения.

В настоящей работе описано программное обеспечение, позволяющее автоматизировать функции получения расчетных данных по дифракции зондирующего излучения, формирования базы данных с расчетными значениями и использования этих данных в системах измерений.

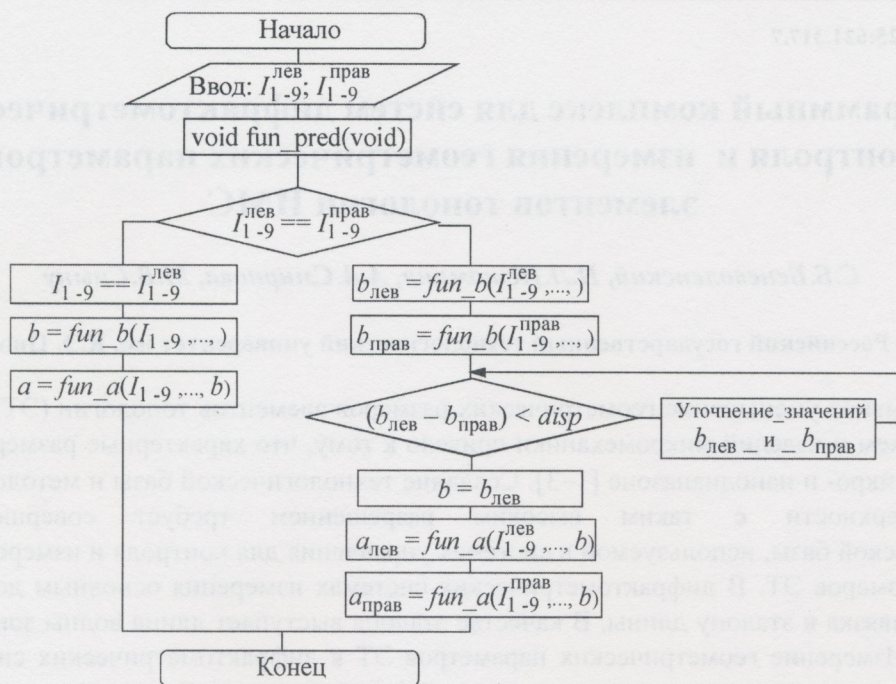
Программный комплекс разработан с использованием среды программирования C++. Он включает в себя основной программный модуль, в котором проводятся расчеты на основе закладываемой в него математической модели, модуль, содержащий синтезируемый программным комплексом банк данных параметров виртуальных тест-структур, вспомогательную поисковую систему, а также комплекс процедур для визуализации полученных результатов.

Основной программный модуль реализует алгоритм, представленный на рисунке. В данном модуле осуществляется расчет интенсивности дифракционных спектров и синтез спектров, имитирующих образ реального тест-объекта. Геометрические характеристики рабочего образца находятся по экспериментальным значениям отраженного от него спектра дифрагировавшего когерентного монохроматического излучения. В качестве математической основы для проведения расчетов используется функция углового распределения интенсивности дифрагирующего излучения плоской монохроматической волны единичной амплитуды на ЭТ трапециевидного профиля [4].

В модуле банка данных осуществляется запись параметров, рассчитанных в основном модуле. Полученные данные подвергаются дальнейшей сортировке для удобства работы с ними.

В вспомогательном поисковом модуле происходит оценивание каждой интенсивности I_n согласно принятой шкале оценок и из всего массива синтезированных спектров выбираются те, которые имеют наибольшее соответствие с экспериментальным дифракционным спектром. На основе полученной выборки определяются искомые параметры исследуемого образца.

В модуле визуализации с помощью компьютерного моделирования были синтезированы виртуальные объекты, позволяющие изучать особенности дифракции на непрозрачных тест-структурах с трапециевидной топологией и разными коэффициентами отражения.



Укрупненная схема работы функции определения геометрических параметров

Применение разработанного программного комплекса в различных областях промышленности, в частности в микро- и нанoeлектронике, прецизионном машиностроении и медицинской технике, как показывают предварительные оценки, должно привести к увеличению выхода годных изделий при калибровке измерительных оптических микроскопов в 1,5–2,5 раза и сокращению времени экспериментальной отладки технологических процессов на этапе его проектирования в лаборатории на 20%.

Литература

1. Нанотехнологии в электронике / Под ред. Ю.А. Чаплыгина. – М.: Техносфера, 2005. – 448 с.
2. Тодуа П.А., Быков В.А., Волк Ч.П. Метрологическое обеспечение измерений длины в микрометровом и нанометровом диапазонах и их внедрение в микроэлектронику и нанотехнологию // Микросистемная техника. – 2004. – Ч. 1. – №1. – С. 38–46; Ч. 2. – № 2. – С. 24–39.
3. Виноградова Г.Н., Вознесенский Н.Б. Дифракционные методы контроля геометрических параметров // Оптический журнал. – 2002. – Т. 69. – № 2. – С. 76–81.
4. Волков В.В., Герасимов Л.Л., Капаев В.В., Ларионов Ю.В. Оптические методы измерения размеров БИС и СБИС // Микроэлектроника. – 1980. – Т. 9. – Вып. 6. – С. 554–563.

Поступило 7 октября 2008 г.

Беневоленский Сергей Борисович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой электроники и информатики «МАТИ» – Российского государственного технологического университета им К.Э. Циолковского. *Область научных интересов:* микро- и нанoeлектроника, математическое моделирование, разработка прикладного программного обеспечения.

Истомина Наталья Леонидовна – доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры электроники и информатики «МАТИ» – Российского государственного технологического университета им К.Э. Циолковского. *Область научных интересов:* микро- и нанoeлектроника, математическое моделирование, разработка прикладного программного обеспечения.

Смирнова Анна Андреевна – инженер кафедры электроники и информатики «МАТИ» – Российского государственного технологического университета им К.Э. Циолковского. *Область научных интересов:* микро- и нанoeлектроника, математическое моделирование, разработка прикладного программного обеспечения.

Спину Марина Валерьевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электроники и информатики «МАТИ» – Российского государственного технологического университета им К.Э. Циолковского. *Область научных интересов:* микро- и нанoeлектроника, математическое моделирование, разработка прикладного программного обеспечения.