

переходов метастабильных ловушечных центров в другое зарядовое состояние. В этом случае механизм токопереноса в метастабильной области канала пробоя состоит в захвате электронов на ловушечные центры и их освобождении в результате изменения энергии ионизации, при переходе из одного бистабильного состояния в другое.

### Литература

1. Воробьев, Г.А. Электрический пробой твердых диэлектриков / Г.А. Воробьев, С.Г. Еханин, Н.С. Несмелов // ФТТ. – 2005. – Т. 47, № 6. – С.1048–1052.

2. Бабинов, В.В. Метод фазовых функций/ В.В. Бабинов. – Москва : Наука, 1976. – 288 с.

**А.Б. Усатов** (УО «ГГТУ имени П.О.Сухого», Гомель)  
Науч. рук. **В.В. Комраков**, канд. техн. наук, доцент

### **ФОРМИРОВАНИЕ 3D-ИЗОБРАЖЕНИЯ МИКРОРЕЛЬЕФА ПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ ОПТИЧЕСКОГО МИКРОСКОПА**

Задача измерения и визуализации микрорельефа поверхности является актуальной для различных областей науки, промышленности и техники. Кроме известных задач в машиностроении, решение проблемы построения топологической карты поверхности микронной маски также важно для контроля процесса фотолитографии при производстве полупроводниковых интегральных схем [1].

Большая часть методов анализа рельефа (растровая, атомно-силовая и зондовая микроскопия) хорошо работает только в случае мезоскопически плоских поверхностей. В случае сложного субмиллиметрового мезорельефа определение характеристик микроскопической (микронной) шероховатости весьма проблематична и требует специального оборудования и разработки отдельных методик.

В последние годы быстро развиваются методы реконструкции рельефа поверхности с помощью оптических приборов. Основные методы используют несколько изображений, полученных при различных расстояниях до наблюдаемого объекта, которые принято называть положениями фокуса [2]. Такие методы основаны на том, что изображение области объекта наиболее четко, когда область находится в фокусе. В качестве меры четкости области изображения, которая называется мерой фокуса, используют дисперсию яркости или наличие высокочастотной составляющей в пространственном спектре изображения [3].

Таким образом, для каждой области изображения можно построить функцию измерения фокуса, аргументом которой является расстояние до объекта, а значением – мера фокуса. Используя функцию измерения фокуса, можно определять высоту рельефа поверхности любой области изображения. Стандартные методы указывают точку максимума кривой измерения фокуса в качестве высоты рельефа поверхности. Однако часто из-за наличия шума на кривой измерений фокуса реальное значение высоты рельефа поверхности не совпадает с положением максимума. В этом случае существующие методы бесполезны, так как они не могут указать погрешность определения высоты рельефа поверхности.

Предлагается строить микрорельеф поверхности, основываясь на фотографиях рассматриваемой области, полученных с помощью оптического микроскопа. При этом на каждой фотографии присутствуют области резкого и размытого изображения. Области резкого изображения возникают в тех местах рельефа поверхности, которые располагаются на расстоянии наилучшего видения относительно объектива микроскопа. При изменении расстояния между объективом и предметным столиком микроскопа другие области объекта располагаются на этом расстоянии и становятся резкими. Получив несколько фотографий с частично резкими изображениями различных участков, и зная шаг перемещения предметного столика микроскопа, можем построить карту высот микрорельефа рассматриваемой поверхности.

### Литература

1. Пытьев, Ю.П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. – М. : Физматлит, 2002. – 400 с.
2. Мирошников М.М. Теоритические основы оптико-электронных приборов. – Л. : Машиностроение, 2010 – 704 с.
3. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. – М. : Наука, 1970. – 720 с.

**М.В. Федоренко** (МГПУ им. И.П. Шамякина, Мозырь)  
Науч. рук. **В.В. Шепелевич**, д-р физ.-мат. наук, профессор

### **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АЛГОРИТМА МЕТОДА FDTD И ОСОБЕННОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ**

Метод конечных разностей во временной области (FDTD – Finite Difference Time Domain) является простым в применении. Он содержит не очень сложный алгоритм для численного решения прикладных задач оптики и фотоники. Этот метод может быть эффективно использован на электронно-вычислительных машинах, обладающих высоким быстродействием и сравнительно большой оперативной памятью.