

УДК 533.9.08

ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГУФ ДИАПАЗОНА ДЛЯ ИНСПЕКЦИОННОГО МИКРОСКОПА

Сербин И.Н.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Трапашко Г.А.. –доцент, канд. техн. наук

Аннотация. Рассмотрено оптико-механическое устройство для оптических микроскопов для повышение разрешающей способности.

Ключевые слова: оптический микроскоп, инспекционный микроскоп, глубокий ультрафиолет, 248нм, разрешающая способность, микроэлектроника.

Введение. Одной из основных тенденций в микроэлектронике является уменьшение топологических норм изделий при одновременном повышении их производительности и функциональности.

Кремниевая технология осваивает изготовление микросхем с минимальными размерами элементов в диапазоне нанометров, в связи с чем сталкивается с вызовами сохранения существующих темпов развития полупроводниковой промышленности при постоянно возрастающей сложности формирования наноразмерных структур, выполнение контрольных операций и в результате ростом стоимости производства.

Применение оптической микроскопии для контроля интегральных структур ограничено по причине недостаточного разрешения оптической системы. Увеличение разрешающей способности определяется используемыми объективами и источниками света.

Использование микроскопа оснащенного источником света с длиной волны 248нм, позволит расширить область применения микроскопии так как возможно рассмотреть объект размером 100нм. Сейчас для этих целей используют электронные микроскопы.

Основная часть. Оптическая система ГУФ диапазона. Инспекционный микроскоп, оснащенный оптической системой ГУФ (глубокий ультрафиолет), представленной на рисунке 1, позволяет повысить разрешение.



Рисунок 1 – Оптическая система для инспекционных микроскопов Olympus, Япония [1]

Использование длины волны 248 нм, позволяет получать самые качественные изображения благодаря применению специализированных оптических материалов предотвращающих остаточную хроматическую aberrацию. Способность микроскопа выдавать четкое раздельное изображение двух близко расположенных точек объекта характеризуется разрешающей способностью r , определяемой согласно критерию Релея формулой:

$$r = 0,61\lambda/\Delta \quad (1)$$

где A – апертура используемого объектива, а λ – длина волны падающего света [2].

Рассмотренный подход реализован также в виде модульной конструкции. На рисунке 2 представлены ее системообразующие элементы для исследования разрешающей способности ГУФ микроскопа.



Рисунок 2 – Системообразующие элементы для исследования разрешающей способности ГУФ микроскопа

Модуль визуализации использует удаленный источник света с уникальной регулировкой интенсивности для минимизации нагрева системы с исследуемым образцом. Освещение осуществляется с помощью специального ГУФ оптоволоконна, обеспечивающего удобное расположение источника света и его контроль.

Для оптимальной производительности вся система визуализации ГУФ должна устанавливаться на виброизолирующей платформе.



Рисунок 3 – Микроскоп МА300, ОАО «Оптоэлектронные системы»

Для быстрой регистрации изображений используется цифровая УФ-камера высокого разрешения совместима с оптической системой с помощью адаптера. Управление цифровой камерой осуществляется от компьютера. Изображения, переданные на компьютер, можно легко обработать, проанализировать и количественно определить для упрощения создания баз данных и составления отчетов.

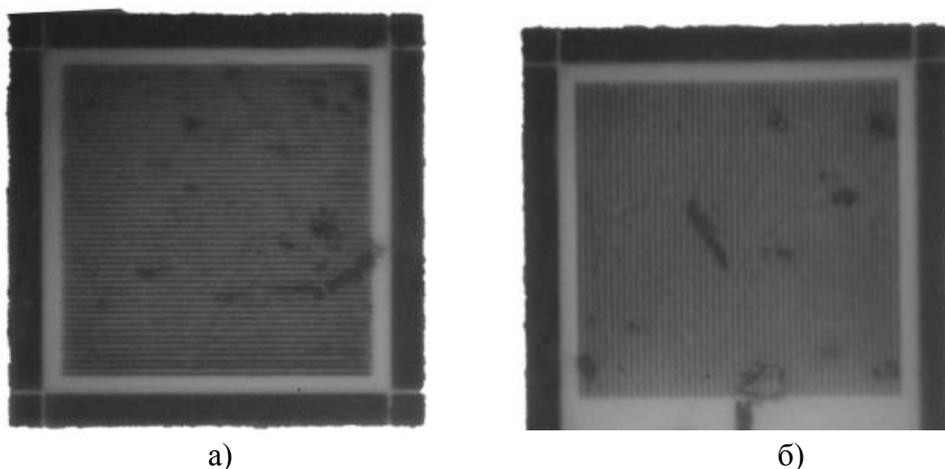


Рисунок 4 – Тест-объект под микроскопом:
а) горизонтальная составляющая;
б) вертикальная составляющая

На рисунке 3 представлена реализация описанной системы на базе микроскопа MA300, ОАО «Оптоэлектронные системы». Испытания показали, что при контроле структур интегральных микросхем на полупроводниковых пластинах в ультрафиолетовой области спектра ($\lambda=248$ нм) подтверждается разрешающая способность 0,02 мкм для слабоконтрастных элементов топологического рисунка, что согласуется с формулой (1) и подтверждается тест-объектом (рисунок 2). На рисунке 4 изображен тест объект (100нм) рассмотрен под микроскопом в ультрафиолетовой области спектра ($\lambda=248$ нм), увеличение 250^{\times} .

Заключение. Приведен обзор оптической системы ГУФ диапазона для оптического микроскопа, предназначенной для повышения разрешающей способности до 5000 лин/мм, что позволяет увидеть и различать объекты размером до 100 нм. Данная ГУФ оптическая системы была разработана в ОАО «Оптоэлектронные системы», Беларусь. Применение ее в составе оптического микроскопа обеспечит повышение качества контроля наноразмерных структур, что повлияет на качество выпускаемых интегральных микросхем.

Список литературы

1. Представительство Олимпус в Канаде [электронный ресурс]: официальный сайт –Токио, Япония, 2021 – . – режим доступа к сайту: свободный http://www.olympuscanada.com/files/seg_industrial/U-UVF248%20%20Brochure.pdf
2. Б.Н.Бегунов, Геометрическая оптика. 2-е, изд., перераб. — Москва: МГУ, 1966. — 212 с.

UDC 533.9.08

OPTICAL SYSTEM DUV RANGE FOR INSPECTION MICROSCOPE

Serbin I.N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Trapashko G.A. – associate professor, candidate of technical sciences

Annotation. An optical-mechanical device for optical microscopes for increasing the resolution is considered.

Keywords: optical microscope, inspection microscope, deep ultraviolet, 248nm, resolution, microelectronics.