

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Микроскоп электронный сканирующий Verios 460 XHR SEM с системами для энергодисперсионного микроанализа и анализа обратно-рассеянных электронов

Назначение средства измерений

Микроскоп электронный сканирующий Verios 460 XYR SEM с системами для энергодисперсионного микроанализа и анализа обратно-рассеянных электронов (далее – микроскоп) предназначен для измерений линейных размеров элементов микрорельефа, электроннозондового рентгеноспектрального микроанализа и регистрации и анализа картин дифракции обратно рассеянных электронов.

Описание средства измерений

В микроскопе использован растровый принцип получения изображений – сфокусированный электронно-оптической системой электронный пучок сканирует по поверхности исследуемого объекта, развертка монитора осуществляется по тому же закону. Яркость изображения модулируется сигналом обратно-рассеянных электронов с полупроводникового детектора. Отношение размера изображения на мониторе к размеру раstra на образце определяет увеличение микроскопа. Микроскоп обеспечивает получение электронно-микроскопических изображений в режиме регистрации вторичных электронов (ВЭ) и обратно-рассеянных электронов (ОРЭ).

Микроскоп представляет собой стационарный лабораторный прибор, состоящий из основной консоли, включающей электронно-оптическую колону, камеру образцов, вакуумную систему, отдельного блока электроники и управляющих компьютеров. Камера образцов оборудована специальными устройствами для перемещения объекта. На портах камеры образцов установлены энергодисперсионный спектрометр (ЭДС) рентгеновского излучения и система регистрации и анализа картин дифракции обратно рассеянных электронов (ДОРЭ). Программное обеспечение позволяет проводить рентгеноспектральный микроанализ и расшифровку картин ДОРЭ. ЭДС и система ДОРЭ управляются совместно.

Вакуумная система микроскопа включает безмаслянный форвакуумный насос, турбомолекулярный насос и два ионно-гетерных насоса. Вакуумная система полностью автоматизирована.

Микроскоп оборудован следующими детекторами ВЭ и ОРЭ: детектор типа Эверхарта-Торнли для регистрации ВЭ, внутрилинзовый детектор ОРЭ и ВЭ, внутриколонный детектор, зеркальный детектор.

В качестве источника электронов использован катод с эмиссией Шоттки и электронным монохроматором, что обеспечивает получение потока электронов с энергетическим разбросом менее 0,2 эВ. Это позволяет получать электронно-микроскопические изображения с ультравысоким разрешением.

Микроскоп снабжен системой замедления первичных электронов, чтобы получить диапазон энергий электронов, достигающих поверхности образца от 20 эВ до 30 кэВ.

В микроскоп интегрирован ЭДС с кремниевым дрейфовым детектором, охлаждаемым элементом Пельтье. Принцип действия детектора рентгеновского излучения основан на явлении генерации электронно-дырочных пар носителей тока в полупроводниках под воздействием фотонов рентгеновского диапазона спектра. В результате генерации пар носителей тока в области р-п перехода происходит их разделение и формирования импульса заряда, амплитуда которого пропорциональна энергии рентгеновского фотона. Далее импульс заряда преобразуется в импульс напряжения, амплитуда которого также пропорциональна энергии попавшего в детектор фотона. В результате поток рентгеновских фотонов различной энергии преобразует-

ся в последовательность импульсов напряжения с амплитудами, пропорциональными энергии попавших в детектор фотонов. Данная последовательность поступает на многоканальный анализатор напряжения, в результате чего формируется цифровая гистограмма амплитудного распределения импульсов. Пропорциональность амплитуды импульса энергии фотонов позволяет однозначно связать номер канала с энергией рентгеновских фотонов, а число попавших фотонов в данный канал отражает спектральную интенсивность поступающего на детектор рентгеновского излучения. Таким образом формируют цифровой спектр рентгеновского излучения. Обработка данного спектра по специальной программе позволяет получить сведения об элементном составе облучаемого микрообъема вещества (электронно-зондовый микроанализ).

При работе микроскопа обеспечиваются безопасные условия труда оператора. При максимальных значениях ускоряющего напряжения и тока зонда мощность эквивалентной дозы рентгеновского излучения в любой доступной точке на расстоянии 10 см от поверхности колонны и камеры объектов микроскопа не превышает 1 мкЗв/ч.

Внешний вид микроскопа приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Общий вид микроскопа Verios 460 XHR SEM

Программное обеспечение

Управление микроскопами осуществляют с помощью встроенного контроллера и внешней ПЭВМ с использованием специализированного программного обеспечения (ПО).

Уровень защиты от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО указаны в таблице 1.

Таблица 1

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления идентификатора ПО
xT microscope Server	feisystemcontrol.exe	5.5.0.3305	17AA8C9EE007B2291F54 A7DBE98E8978DAC07552 E52AD84D4CEB14216FF2 1B77	По ГОСТ Р 34.11-94

Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики микроскопов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование характеристик	Значения характеристик
Диапазон измерений линейных размеров, нм	от 10 до $1 \cdot 10^6$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений линейных размеров, %	± 7
Пространственное разрешение, нм, не хуже: - при ускоряющем напряжении от 2 до 15 кВ; - при ускоряющем напряжении 1 кВ; - при ускоряющем напряжении 500 В	0,6 0,7 1,0
Диапазон энергий первичных электронов, достигающих поверхности образца, эВ	от 20 до $3 \cdot 10^4$
Диапазон токов электронного зонда, А	от $0,8 \cdot 10^{-12}$ до 10^{-7}
Остаточное давление в камере образцов после 24 часов откачки, Па, не более	$2,6 \cdot 10^{-4}$
Энергетическое разрешение энергодисперсионного спектрометра, эВ, не более: - на линии характеристического излучения марганца Mn $K\alpha_{1,2}$ - на линии характеристического излучения фтора F $K\alpha_{1,2}$ - на линии характеристического излучения углерода C $K\alpha_{1,2}$	124 58 48
Пределы допускаемой погрешности измерений положения линий характеристического излучения, эВ	$\pm 0,3$
Относительное среднее квадратическое отклонение результатов измерений интенсивности рентгеновского излучения, %	2
Масса основной консоли, кг, не более	850
Напряжение питания от сети переменного тока частотой 50/60 Гц, В	от 100 до 240
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %, не более - атмосферное давление, кПа	20 ± 3 80 от 84 до 107

Знак утверждения типа

наносится на лицевую панель блока измерительного в виде наклейки и на титульный лист эксплуатационной документации типографским способом.

Комплектность средства измерений

В комплект поставки входят:

- микроскоп электронный сканирующий Verios 460 XHR SEM;
- система для энергодисперсионного микроанализа с безазотным детектором;
- система для регистрации и анализа картин дифракции обратно рассеянных электронов;
- комплект эксплуатационной документации;
- одиночный комплект ЗИП;
- методика поверки.

Поверка

осуществляется по документу МП 62122-15 «Микроскоп электронный сканирующий Verios 460 XHR SEM с системами для энергодисперсионного микроанализа и анализа обратно-рассеянных электронов фирмы FEI Company, США. Методика поверки», утвержденному руководителем ГЦИ СИ ОАО «НИЦПВ» 26.06.2015 г.

Основные средства поверки: образец – Agar Gold on Carbon Ultra High Resolution Calibration Specimen AGS1987 фирмы Agar Scientific, Великобритания (размер частиц менее 2 нм); образец - Calcium fluoride, Product number 378801, CAS number 7789-75-5 фирмы Sigma Aldrich, США (содержание фторида кальция не менее 99,99 %); мера длины концевая плоско-параллельная с номинальным значением 1 мм (кл.т. 3 по ГОСТ 9038-90); мера ширины и периода специальная МШПС-2.0К (Госреестр № 33598-06); катодная медь марок М0к, М1к или М2к по ГОСТ 859-2001; марганец марок Мн998 или Мн997 по ГОСТ 6008-90; графит марок ГСМ-1, ГСМ-2 по ГОСТ 17022-81.

Сведения о методиках (методах) измерений

Микроскоп электронный сканирующий Verios 460 XHR SEM. Руководство по эксплуатации.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к микроскопу электронному сканирующему Verios 460 XYR SEM с системами для энергодисперсионного микроанализа и анализа обратно-рассеянных электронов

Техническая документация фирмы-изготовителя.

Изготовитель

Фирма FEI Company, США
5350 NE Dawson Creek Drive
Hillsboro, Oregon 97124 USA

Заявитель

Общество с ограниченной ответственностью «Мелитэк»
Адрес: 117342, Москва, ул. Обручева, д. 34/63, строение 2
Тел./факс: (495) 781-07-85
E-mail: info@melytec.ru

Испытательный центр

ГЦИ СИ АО «НИЦПВ»

Адрес: 119421, г. Москва, ул. Новаторов 40, корп. 1.

Тел. (495) 935-97-77, 935-97-66. Тел./Факс: 935-96-90

E-mail: fgupnicpv@mail.ru

Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ОАО «НИЦПВ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30036-10 от 10.06.2010 г.

Заместитель
руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

« ____ » _____ 2015 г.