

Приложение № 13
к сведениям о типах средств
измерений, прилагаемым
к приказу Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «15» декабря 2020 г. № 2120

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Микроскоп электронно-ионный сканирующий Helios G4 PFIB UXe

Назначение средства измерений

Микроскоп электронно-ионный сканирующий Helios G4 PFIB UXe (далее – микроскоп) предназначен для измерений линейных размеров элементов микро- и нанорельефа поверхности твердотельных образцов, исследования их элементного состава и кристаллографической структуры, проведения локальной структурной модификации поверхности твердотельных объектов сфокусированным пучком ионов Хе, а также подготовки поперечных срезов для просвечивающего электронного микроскопа.

Описание средства измерений

Принцип действия микроскопа основан на совместном использовании сфокусированного электронного пучка для визуализации и измерения характерных размеров элементов поверхностного рельефа и сфокусированного пучка ионов Хе для локального контролируемого травления поверхности твердотельных объектов по заданной программе. Формирование изображения в микроскопе происходит за счет модуляции яркости соответствующей точки монитора видеоконтрольного устройства сигналами, пропорциональными числу зарегистрированных вторичных или обратноотраженных электронов, возникающих при сканировании сфокусированного электронного или ионного зонда по поверхности объекта. Отношение размера изображения на мониторе к размеру растра на образце определяет увеличение микроскопа.

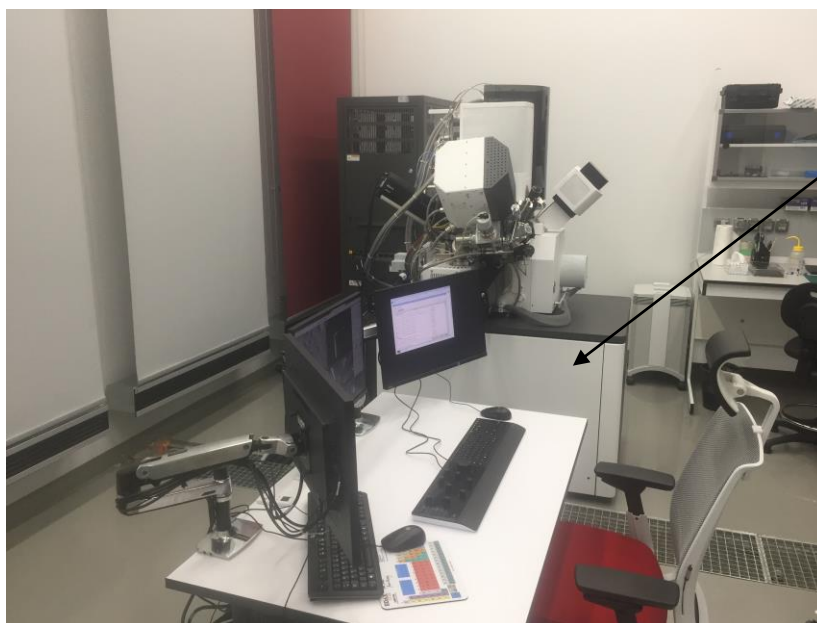
Микроскоп может работать в следующих режимах:

- вторичной электронной эмиссии;
- детектирования обратно отраженных электронов,
- сканирующей просвечивающей электронной микроскопии, в том числе темнопольном и светлопольном режимах;
- дифракции обратно-рассеянных электронов,
- картирования элементного состава, в том числе объемного с использованием послойного травления образца ионами Хе.

Для повышения разрешения в микроскопе предусмотрена магнитная иммерсионная линза, используемая с детектором электронов установленным внутри электронной колонны, за полюсным наконечником. Так же, есть возможность подавать дополнительный потенциал на столик в пределах от -4 кВ до 50 В.

Конструктивно микроскоп выполнен в напольном варианте и состоит из основного блока, стойки электроники, рабочего стола с управляющим компьютером и отдельно стоящих форвакуумного насоса, чиллера и компрессора. Основной блок включает электронно-оптическую систему (колонну) с полевым катодом типа Шоттки с монохроматором, ионную колонну с плазменным источником ионов Хе, камеру образцов с механизмом их перемещения на основе предметного столика с пьезоприводом, детекторы вторичных, отраженных и прошедших электронов, вакуумную систему на основе безмасляных турбомолекулярного и магниторазрядного насосов, блок электроники, энергодисперсионный спектрометр EDAX Octane Elite Super, систему анализа дифракции отраженных электронов на основе EBSD системы EDAX Hikari Plus, манипулятор EasyLift Nanomanipulator, встроенный в камеру образцов, систему впрыска газов для осаждения Pt, W и C. Вакуумная камера оборудована системой плазменной очистки образцов и содержимого камеры от углеводородных загрязнений.

Пломбирование микроскопа не предусмотрено. Общий вид микроскопа и место нанесения знака поверки приведены на рисунке 1.



Место нанесения
знака поверки

Рисунок 1 - Общий вид микроскопа электронно-ионного сканирующего Helios G4 PFIB UXe

Программное обеспечение

Управление микроскопом и обработка результатов измерений осуществляется с помощью ПЭВМ с использованием специализированного программного обеспечения (ПО) «ХТ UI». ПО «ХТ UI» позволяет проводить измерения линейных размеров элементов рельефа по осям X и Y. ПО «ХТ UI» не может быть использовано отдельно от микроскопа.

Идентификационные данные программного обеспечения указаны в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационное наименование ПО	ХТ UI
Номер версии (идентификационный номер) ПО	14.5.0.3707
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	-

Уровень защиты ПО соответствует типу «средний» согласно Р 50.2.077-2014.

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений линейных размеров, мкм	от 0,005 до 1000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров, нм (L – линейный размер, нм)	$\pm(1+0,04 \cdot L)$
Пространственное разрешение для электронной колонны в режиме вторичной эмиссии при ускоряющем напряжении 15 кВ, нм, не более	0,6
Энергетическое разрешение энергодисперсионного спектрометра на линии $K\alpha$ марганца, эВ, не более	125

Таблица 3 - Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон регулирования увеличения, крат	от 30 до 1000000
Диапазон регулировки ускоряющего напряжения для электронной пушки, кэВ	от 0,35 до 30
Разброс энергий электронов пучка от установленного значения после монохроматора, эВ, не более	0,2
Диапазон регулировки ускоряющего напряжения для ионной пушки, кэВ	от 0,5 до 30
Диапазон значений токов электронного пучка, нА	от 0,0008 до 100
Диапазон значений токов ионного пучка, нА	от 0,001 до 2500
Максимальный размер изображения, пикселей	6144x4096
Минимальный шаг перемещения иглы микроманипулятора, нм, не более	50
Активная площадь детектора энергодисперсионного спектрометра, мм	70
Диапазон определяемых элементов	от С до Am
Максимальная скорость счета импульсов энергодисперсионного спектрометра, импульсов/сек	1600000
Масса, включая все комплектующие, кг, не более	1150
Габаритные размеры основных составных частей (ДхШхВ), мм, не более: - основной блок - стойка электроники; - рабочий стол с управляющим компьютером - форвакуумный насос	1185×1332×1907 660×1055×1949 1300×800×1200 730×500×700
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха, %, не более	от +18 до +22 80
Напряжение питания от однофазной сети переменного тока частотой 50/60 Гц, В	от 110 до 240
Потребляемая мощность, не более, Вт	3500

Знак утверждения типа

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

Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Микроскоп электронно-ионный сканирующий	Helios G4 PFIB UXe	1 шт.
Руководство по эксплуатации	-	1 экз.
Методика поверки	-	1 экз.

Поверка

осуществляется по документу МП 80056-20 «ГСИ. Микроскоп электронно-ионный сканирующий Helios G4 PFIB UXe. Методика поверки», утвержденному АО «НИЦПВ» 18 марта 2020 г.

Основные средства поверки:

- мера ширины и периода специальная МШПС-2.0К (рег. №33598-06);
- мера длины концевая плоскопараллельная номинальным значением 1 мм 3-го разряда согласно Государственной поверочной схеме (Приказ Росстандарта от 29.12.2018 №2840);
- стандартный образец состава марганца металлического типа Mn95 (Ф5) ГСО 1095-90П.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого микроскопа с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на лицевую панель основного блока микроскопа в виде наклейки, как показано на рисунке 1 и на свидетельство о поверке.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационной документации.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к микроскопу электронно-ионному сканирующему Helios G4 PFIB UXe

Техническая документация фирмы Thermo Fisher Scientific Electron Microscopy, США

Изготовитель

Фирма Thermo Fisher Scientific Electron Microscopy, США

Адрес: 5350 NE Dawson Creek Drive, Hillsboro, OR 97124, USA

Тел./Факс: +1 5037267500/+1 503 726 2570

Заявитель

Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования «Сколковский институт науки и технологий»

Адрес: 121205, Москва, Большой бульвар д.30 стр.1

Тел./факс: (495) 280-14-81

E-mail: inbox@skoltech.ru

Испытательный центр

Акционерное общество «Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума» (АО «НИЦПВ»)

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

Тел./Факс: (495) 935-97-77

E-mail: nicpv@mail.ru

Аттестат аккредитации АО «НИЦПВ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа №РА.RU.311409 от 19.11.2015 г.