

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Микроскопы сканирующие электронные Hitachi TM4000/TM4000Plus с приставкой для энергодисперсионного микроанализа

Назначение средства измерений

Микроскопы сканирующие электронные Hitachi TM4000/TM4000Plus с приставкой для энергодисперсионного микроанализа (далее - микроскопы) предназначены для измерений линейных размеров элементов микрорельефа и электроннозондового рентгеноспектрального качественного и количественного микроанализа состава образца.

Описание средства измерений

Принцип действия микроскопа основан на взаимодействии сфокусированного электронного пучка с поверхностью объекта. Электронный луч по точкам сканирует участок поверхности исследуемого объекта, изображение которого формируется микроскопом. Каждая точка поверхности объекта в границах поля зрения микроскопа отображается соответствующей точкой на формируемом изображении. При взаимодействии электронного луча с поверхностью объекта одновременно возникает сразу несколько типов ответного сигнала и, в зависимости от того, какой детектор сигнала в данный момент используется, происходит формирование того или иного конкретного изображения.

Конструктивно микроскоп представляет собой стационарный лабораторный прибор, который состоит из основной консоли, включающей в себя электронно-оптическую колонну, камеру образцов и вакуумную систему, отдельного безмасляного форвакуумного насоса, а также управляющего компьютера с программным обеспечением (ПО). Микроскоп измеряет длину проекции геометрических расстояний на горизонтальную плоскость, то есть расстояние между соответствующими точками на плоской и горизонтально ориентированной поверхности.

Микроскопы выпускаются в двух модификациях Hitachi TM4000 и Hitachi TM4000Plus, которые отличаются тем, что модификация TM4000Plus оснащена дополнительным низковакуумным детектором вторичных электронов, который позволяет более эффективно исследовать поверхность образцов, имеющих низкий контраст в обратно-отраженных электронах.

Источником электронов является электронная пушка микроскопа с термо-эмиссионным вольфрамовым катодом. Микроскоп оборудован детекторами вторичных и отраженных электронов, позволяющими получать электронно-микроскопические изображения. Микроскоп оснащен моторизованным предметным столиком SEMover с двумя осями перемещения (X, Y), который предназначен для перемещения образца в микроскопе с помощью двух шаговых двигателей, смонтированных на передней панели камеры микроскопа. Вакуумная система микроскопа полностью автоматизирована и включает в себя безмасляный форвакуумный насос и турбо-молекулярный насос. Микроскоп работает в трёх операционных вакуумных режимах: высокого, среднего и низкого вакуума.

Управление микроскопом, его настройка и обработка данных измерений осуществляются с помощью серверного компьютера со специализированным ПО TM4000 Tabletop Microscope, подключаемым к блоку электроники. Все данные и изображения могут быть выведены на монитор серверного компьютера.

Дополнительно микроскоп может быть укомплектован приставкой для энергодисперсионного микроанализа Quantax 75 на базе беззотного (Пельтье-охлаждаемого) кремний-дрейфового детектора, которая позволяют проводить рентгеновское картирование, элементный анализ по линии и мультиэлементный анализ в точке. Принцип действия приставки для энергодисперсионного микроанализа основан на методе рентгеновского микроанализа, сущность которого заключается в возбуждении атомов анализируемого вещества электронным пучком (зондом) высокой энергии с одновременной регистрацией характеристического рентгеновского излучения атомов, входящих в состав этого вещества. Управление работой приставки для энергодисперсионного микроанализа, выбор режимов измерений и контроль параметров, обработка спектров и получение результатов измерений осуществляется с помощью компьютера под управлением ПО Esprit Compact.

Общий вид микроскопа и приставки для энергодисперсионного микроанализа представлен на рисунках 1 и 2.

Место нанесения знака
утверждения типа



Рисунок 1 – Общий вид микроскопа



Рисунок 2 – Приставка для энергодисперсионного микроанализа Quantax 75.
Слева – детектор, справа – блок контроля сканирования

Программное обеспечение

Управление микроскопом осуществляют с помощью серверного компьютера, на котором установлено специализированное ПО TM4000 Tabletop Microscope. Управление работой приставки для энергодисперсионного микроанализа осуществляют с помощью серверного компьютера, на котором установлено специализированное ПО Esprit Compact.

Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «средний» по Р 50.2.077-2014.

Таблица 1 – Идентификационные данные ПО микроскопа

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	TM4000 Tabletop Microscope
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.5

Таблица 2 – Идентификационные данные ПО приставки для энергодисперсионного микроанализа

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Esprit Compact
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 2.1.1.17347

Метрологические и технические характеристики

Таблица 3 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений линейных размеров, мкм	от 0,278 до 3000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений линейных размеров, %	±5
Диапазон измерений массовой доли, %	от 0,5 до 100
Энергетическое разрешение приставки для энергодисперсионного микроанализа на линии характеристического излучения Mn Kα1,2, эВ, не более	129
Предел допускаемого СКО случайной составляющей относительной погрешности измерений массовой доли элементов в диапазоне, %: - от 0,5 до 1,5 % включ. - св. 1,5 до 10 % включ. - св.10 до 20 % включ. - св. 20 до 100 % включ.	20 15 10 5
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массовой доли элементов в диапазоне, %: - от 0,5 до 1,5 % включ. - св. 1,5 до 10 % включ. - св.10 до 20 % включ. - св. 20 до 100 % включ.	±40 ±30 ±10 ±5

Таблица 4 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон регулирования увеличения, крат	от 10 до 100 000
Масса основной консоли, кг, не более	60
Напряжение сети переменного тока, В	от 198 до 242
Габаритные размеры основной консоли, мм, не более: - высота - ширина - длина	550 330 620
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность окружающего воздуха, % - атмосферное давление, кПа	от +15 до +30 от 20 до 70 от 84 до 106

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист руководства по эксплуатации и на заднюю панель корпуса микроскопа.

Комплектность средства измерений

Таблица 5 – Комплектность микроскопа

Наименование	Обозначение	Количество
Микроскоп сканирующий электронный Hitachi TM4000/TM4000Plus с приставкой для энергодисперсионного микроанализа в составе:	—	—
- микроскоп сканирующий электронный	Hitachi TM4000 или Hitachi TM4000Plus*	1 шт.
- моторизованный столик образца	SEMover	1 шт.
- приставка для энергодисперсионного микроанализа Quantax 75**	—	1 шт.
Микроскоп сканирующий электронный Hitachi TM4000/TM4000Plus. Руководство по эксплуатации	—	1 экз.
Приставка для энергодисперсионного микроанализа Quantax 75. Руководство по эксплуатации**	—	1 экз.
Микроскопы сканирующие электронные Hitachi TM4000/TM4000Plus с приставкой для энергодисперсионного микроанализа. Методика поверки	651-19-017 МП	1 экз.
* Модификация по согласованию с заказчиком		
** Комплектация по согласованию с заказчиком		

Поверка

осуществляется по документу 651-19-017 МП «Микроскопы сканирующие электронные Hitachi TM4000/TM4000Plus с приставкой для энергодисперсионного микроанализа. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИФТРИ» 15.01.2019 г.

Основные средства поверки:

- меры периода линейные TDG01 (рег. № 41679-09), номинальное значение шага шаговой структуры меры 0,278 мкм, допустимое отклонение от номинального значения шага периодической структуры $\pm 0,001$ мкм, пределы допускаемой относительной погрешности при формировании периодической структуры $\pm 0,03$ %;

- меры периода и высоты линейные TGZ1 (рег. № 41678-09), номинальное значение шага шаговой структуры меры 3,00 мкм, допустимое отклонение от номинального значения шага периодической структуры $\pm 0,01$ мкм;

- меры длины концевые плоскопараллельные Horex модификаций 480450 и 481050 (рег. 35997-07), мера с номинальным значением длины 3,0 мм (набор 480450 – 103), допускаемое отклонение от номинального значения длины $\pm 0,20$ мкм;

- стандартные образцы сталей легированных типов 12X18H9T, 12X18H10T, 17X18H9, 12X18H12T (комплект СО ЛГ32 – ЛГ36), ГСО 4506-92П/4510-92П, интервал аттестованных значений массовой доли элементов от 0,002 до 21 %, интервал границ абсолютной погрешности аттестованных значений от $\pm 0,0012$ % до $\pm 0,24$ % при доверительной вероятности 0,95;

- стандартные образцы состава латуни оловянно-свинцовой ЛЦ25С2 (комплект М171), ГСО 6319-92/6323-92, интервал аттестованных значений массовой доли элементов от 0,045 % до 72,5 %, интервал границ абсолютной погрешности аттестованных значений от $\pm 0,005$ % до $\pm 0,7$ % при доверительной вероятности 0,95.

Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых микроскопов с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки.

Сведения о методиках (методах) измерений
приведены в эксплуатационной документации.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к микроскопам сканирующие электронные Hitachi TM4000/TM4000Plus с приставкой для энергодисперсионного микроанализа

ГОСТ Р 8.763-2011 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 50 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм

Техническая документация фирмы-изготовителя

Изготовитель

Фирма «Hitachi High-Technologies Corporation», Япония
Адрес: 24-14, Nishi-Shimbashi 1-chome, Minato-ku, Tokyo, 105-8717, Japan
Телефон (факс): +81-3-3504-7111
Web-сайт: www.hitachi-hightech.com
E-mail: contact@hitachi-hightech.com

Заявитель

Общество с ограниченной ответственностью «ИНТЕРЛАБ» (ООО «ИНТЕРЛАБ»)
ИНН 7743082052
Адрес: 143441, Московская область, Красногорский район, дер. Гаврилково, ЭЖК Эдем, квартал V, д.12
Юридический адрес: 125212, г. Москва, ул. Адмирала Макарова, д. 21, кв. 33
Телефон (факс): +7 (495) 788-09-83/+7 (495) 755-77-61
Web-сайт: www.interlab.ru
E-mail: interlab@interlab.ru

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений»
Адрес: 141570, Московская область, Солнечногорский р-н, р.п. Менделеево
Юридический адрес: 141570, Московская область, Солнечногорский р-н, рабочий поселок Менделеево, промзона ВНИИФТРИ
Телефон (факс): +7 (495) 526-63-00
Web-сайт: www.vniiftri.ru
E-mail: office@vniiftri.ru
Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИФТРИ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа №30002-13 от 11.05.2018 г.

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п. « ____ » _____ 2019 г.