

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Масс-спектрометр времяпролетный вторично-ионный ToF.SIMS 5-100

Назначение средства измерений

Масс-спектрометр времяпролетный вторично-ионный ToF.SIMS 5-100 (далее – прибор) предназначен для измерений массы вторичных ионов, возникающих при послойном травлении исследуемого объекта потоком первичных ионов.

Прибор применяется для контроля дозы имплантации, измерений глубин p-n переходов, послойного и трёхмерного элементного анализа в материаловедении, микроэлектронике и полупроводниковых технологиях.

Описание средства измерений

Принцип действия прибора основан на явлении вторичной эмиссии: испускании твердым телом ионов при облучении поверхности первичным ионным пучком. В результате взаимодействия первичного иона с энергией в несколько килоэлектронвольт с образцом возникает каскад атомных столкновений, некоторые из которых приводят к эмиссии из приповерхностных слоев как отдельных атомов, так и кластеров, состоящих из нескольких атомов. Определенная доля этих атомов в процессе эмиссии приобретает положительный или отрицательный заряд (вторичные ионы). Эти вторичные ионы несут в себе информацию об элементном и изотопном составе анализируемой области.

Прибор использует принцип двух ионных пучков – синхронное чередование импульсных анализирующего и распыляющего пучков. Анализирующий пучок формируется жидкометаллической ионной пушкой с ионами Vi с очень низкой величиной тока (~ 1 пА), энергией 30 кэВ и очень короткими импульсами (длительностью менее 1 нс) с частотой повторения до 50 кГц. Для формирования распыляющего пучка используется вдвойне ионная пушка с ионами $O2+$ и $Cs+$ с энергиями пучка от 200 эВ до 2 кэВ с возможностью варьирования в широких пределах угла падения ионного пучка.

Измерение масс-спектра вторичных ионов осуществляется масс-анализатором времяпролетного типа с импульсным режимом работы. Масса вторичных ионов измеряется по времени их пролёта от распыляемого образца до детектора.

В зависимости от поставленной задачи прибор может работать в следующих режимах:

- «Режим спектрометра». Используется для измерения масс-спектров поверхности и профилей распределения элементов по глубине. Отличается высоким разрешением по массе, но имеет невысокое латеральное разрешение.

- «Режим изображения». Используется для получения сканирующих ионных изображений поверхности и карт трёхмерного распределения элементов. Отличается высоким латеральным разрешением, но имеет сниженное разрешение по массе.

- «Оптимальный режим изображения». За счет использования запатентованного пакетного режима первичного пучка сочетает высокое разрешение по массе с высоким латеральным разрешением.

Прибор представляет собой автоматизированную многофункциональную измерительную систему. Прибор состоит из основного блока, включающего жидкометаллическую ионную пушку на основе сплава $ViMn$, вдвойне распыляющую ионную пушку, рабочую камеру, времяпролетный масс-спектрометр, регистрирующую систему, вакуумную систему, систему управления, и рабочего стола с управляющим компьютером и блоком электроники.

Внешний вид прибора и место нанесения знака поверки приведены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид масс-спектрометра времяпролетного вторично-ионного ToF.SIMS 5-100

Пломбирование прибора не предусмотрено.

Программное обеспечение

Управление прибором осуществляется с помощью встроенной ПЭВМ с использованием специализированного программного обеспечения (ПО) «SurfaceLab».

ПО «SurfaceLab» предназначено для управления прибором, составления измерительных программ и обработки результатов измерений. ПО «SurfaceLab» не может быть использовано отдельно от прибора.

Идентификационные данные программного обеспечения указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	SurfaceLab
Номер версии (идентификационный номер) ПО	6.4.XXXXX
Цифровой идентификатор ПО	-

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

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Масс-спектральное разрешение, не менее	10000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений массы положительных вторичных ионов, а.е.м. ($M_{\text{ном}}$ – номинальное значение массы соответствующего положительного вторичного иона, а.е.м.)	$\pm(0,1+M_{\text{ном}} \cdot 10^{-3})$

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений массы отрицательных вторичных ионов, а.е.м. ($M_{ном}$ – номинальное значение массы соответствующего отрицательного вторичного иона, а.е.м.)	$\pm(0,1+M_{ном} \cdot 10^{-3})$

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Максимальная энергия первичного пучка Bi^+ , кэВ	30
Максимальный ток первичного пучка Bi^+ в режиме постоянного тока, нА, не менее	30
Ускоряющее напряжение первичных ионов цезия Cs^+ , кВ	от 0,2 до 2
Максимальный ток ионов Cs^+ , нА, не менее: - энергия пучка 0,5 кВ - энергия пучка 1 кВ - энергия пучка 2 кВ	40 75 150
Ускоряющее напряжение первичных ионов кислорода O_2^+ , кВ	от 0,25 до 2
Максимальный ток ионов O_2^+ , нА, не менее: - энергия пучка 0,5 кВ - энергия пучка 1 кВ - энергия пучка 2 кВ	100 250 600
Масса, кг, не более - основной блок - рабочий стол с управляющим компьютером и блоком электроники	900 300
Габаритные размеры основных составных частей (Д××В), мм, не более: - основной блок - рабочий стол с управляющим компьютером и блоком электроники	930×1820×2050 1650×1730×757
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха, %	от +18 до +22 от 20 до 80
Напряжение питания от однофазной сети переменного тока частотой 50/60 Гц, В	от 210 до 230
Потребляемая мощность, не более, Вт	3500

Знак утверждения типа

наносится на лицевую панель основного блока в виде наклейки и на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом.

Комплектность средства измерений

Комплектность средства измерений представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Масс-спектрометр времяпролетный вторично-ионный ToF.SIMS 5-100	-	1 шт.
Руководство по эксплуатации	-	1 экз.
Методика поверки	-	1 экз.

Поверка

осуществляется по документу МП 74813-19 «Масс-спектрометр времяпролетный вторично-ионный ToF.SIMS 5-100. Методика поверки», утвержденному АО «НИЦПВ» 25 октября 2018 г.

Основные средства поверки:

- стандартный образец карбида кремния типа КК (К9) ГСО 4302-88.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого масс-спектрометра с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на лицевую панель прибора в виде наклейки, как показано на рисунке 1 и на свидетельстве о поверке.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационной документации.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к масс-спектрометру времяпролетному вторично-ионному ToF.SIMS 5-100

Техническая документация фирмы-изготовителя.

Изготовитель

Фирма ION-TOF GmbH, Германия

Адрес: Heisenbergstraße 15, 48149 Münster, Germany

Тел./факс: +49(0)251-1622-100/+49(0)251-1622-199

E-mail: sales@iontof.com

Заявитель

Общество с ограниченной ответственностью «ФОТИС» (ООО «ФОТИС»)

Адрес: 248033, г. Калуга, ул. Генерала Попова, д. 22, кв. 29

Тел./факс: +7 (910)-542-95-25

E-mail: derbnik@yandex.ru

Испытательный центр

Акционерное общество «Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума»

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

Тел./факс: +7 (495) 935-97-77

E-mail: nicpv@mail.ru

Аттестат аккредитации АО «НИЦПВ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311409 от 08.02.2017 г.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п.

« ____ » _____ 2019 г.