

ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ

Модельный ряд микроскопов Hitachi High Technologies Corporation протянулся от недорогого настольного сканирующего электронного микроскопа начального уровня TM-1000 до мощного аналитического комплекса HF-3300 - электронного просвечивающего микроскопа с холодной полевой эмиссией, способного проводить всесторонние исследования материалов на атомарном уровне.

Микроскопы Hitachi завоевали заслуженную популярность, они отличаются надежностью и высокой производительностью. Многие конструкции и инженерные решения, используемые в микроскопах, запатентованы, являются собственностью Hitachi и, по сути, уникальны. Каждый из микроскопов Hitachi имеет свою неповторимую особенность, решает свой круг задач, в котором он имеет преимущество по сравнению с другими микроскопами.





Этот электронный сканирующий микроскоп легко размещается на письменном столе и имеет весьма скромные требования, как по электропитанию (500Вт), так и по уровню внешних электромагнитных полей. Он использует турбомолекулярный насос и обходится без контура водяного охлаждения. Микроскоп отличается простотой и надежностью. Этот прибор используется в сфере образования, биологии, медицине, криминалистике, материаловедении, пищевой промышленности, и т.д., - везде, где традиционно использовался оптический микроскоп, при этом с десятикратным превышением возможностей световой оптики.

Подавление зарядки непроводящих образцов

Для подавления зарядки необязательно покрывать образец токопроводящим слоем. В режиме неглубокого вакуума (VP-SEM), заряд нейтрализуется ионами остаточных газов.

Рентгеноспектральный анализатор SwiftED3000

Рентгеноспектральный анализатор SwiftED3000 изготовлен компанией Oxford Instruments Analytical Ltd. специально для микроскопа Hitachi TM3000. Этот анализатор позволяющий определять элементы тяжелее бора и проводить рентгеновское картирование, превращает мобильный сканирующий микроскоп начального уровня в полноценный аналитический комплекс.

Технические характеристики

Увеличение	x15 – x30 000
Ускоряющее напряжение	5кВ, 15 кВ
Перемещение образца	X: 17,5мм Y: 17,5 мм
Разрешение	30 нм
Размер образца	H < 50 мм, D < 70 мм
Габариты	33x58x56 см, 63 кг

S-3400N / S-3700N / SU1510

Сканирующие электронные микроскопы с термоэмиссией



Электронные сканирующие микроскопы VP-SEM S-3400N, S-3700N и SU1510 - аналитические приборы, способные демонстрировать высокое разрешение в широком диапазоне ускоряющих напряжений и давлений остаточного вакуума в камере (режим VP-SEM). Эти микроскопы оснащены термоэмиссионным вольфрамовым катодом. Рабочая камера имеет 10 портов (фланцев) для подключения дополнительного оборудования. Основное различие между моделями заключается в размере рабочей камеры: микроскоп S-3700N позволяет исследовать образцы диаметром до 300мм, в то время как диаметр образцов S-3400N ограничен величиной 200 мм. Модель SU1510 представляет собой полноценный СЭМ, исполненный в компактном форм-факторе. Вакуумная система оборудована высокопроизводительным турбомолекулярным насосом и не требует водяного охлаждения. Дизайн камеры образца позволяет одновременную установку и работу EDX, WDX и EBSD детекторов

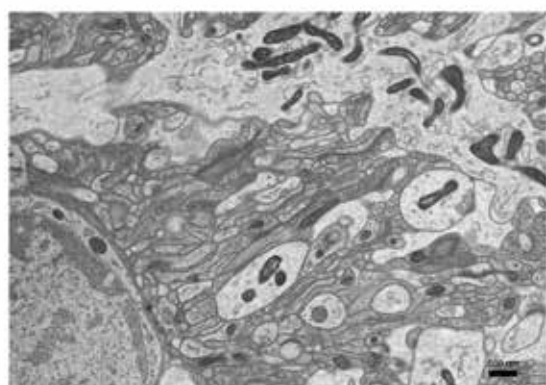


Технические характеристики

Разрешение, полученное во вторичных электронах в обратнорассеянных электронах	3.0 нм на 30 кВ (выс. вакуум)
	10 нм на 3 кВ (высокий вакуум)
	4.0 нм на 30 кВ (низкий вакуум)
Электронная оптика	
Ускоряющее напряжение	0,3 - 30 кВ
Увеличение приборное	x5 – x300 000
На экране монитора	x5 – x1 000 000
Стол для камеры образцов	
X: 0 - 100 мм, Y: 0 - 50 мм, Z: 5 - 65 мм	
Наклон	От -20° до +90°
Вращение	360°

HT7700

Просвечивающий электронный микроскоп



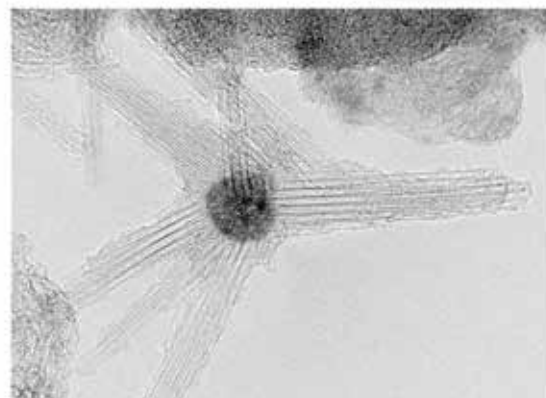
Просвечивающий электронный микроскоп HT7700 предназначен для работы с биологическими объектами. Эти объекты, как правило, имеют слабый контраст и весьма чувствительны к дозе электронного облучения, поэтому для регистрации изображения используется высокочувствительная цифровая CCD камера с разрешением 2048 x 2048 пикселей. Это позволяет оператору работать при низкой интенсивности электронного пучка, которая заведомо не достаточна для возбуждения привычного люминесцентного экрана. Такое решение предоставляет ряд дополнительных возможностей для автоматизации работы оператора: автоматическую настройку изображения, например, применять автофокус, автоконтраст или автостигматор.

Технические характеристики

Разрешение,	(по кристаллической решетке)	0.2 нм
	(по точкам)	0.36 нм
Электронная оптика		
Ускоряющее напряжение		40кВ ~ 120кВ
Увеличение		x40 - x600 000
		x50 - x1 000
Держатель образцов		
Перемещение, мм		X, Y:±1, Z:±0,3
Наклон		±20° (±60° опция)
Обеспечивает навигацию по образцу и запоминает путь		

H-9500

Универсальный просвечивающий электронный микроскоп



H-9500 – это универсальный просвечивающий электронный микроскоп с катодом из гексаборида лантана (LaB_6), позволяющий проводить исследование на атомарном уровне широкого круга материалов в самых различных областях: от фармакологии до материаловедения. Этот прибор унаследовал лучшие черты своего предшественника H-9000, и выделяется своей надежностью, стабильностью параметров и высокой производительностью. Микроскоп в высшей степени автоматизирован и компьютеризирован. Моторизованный держатель образца имеет пять степеней свободы, а компьютер отслеживает все перемещения и запоминает маршрут, позволяя, исследователю возможность вернуться в нужное место.

Прибор может быть оборудован ячейкой Environmental chamber, которая позволяет проводить эксперименты in situ, например, исследовать реакцию газ-твердое тело на атомарном уровне непосредственно в колонне микроскопа.

Технические характеристики

Разрешение,	(по кристаллической решетке)	0.10 нм
	(по точкам)	0.18 нм
Электронная оптика		
Ускоряющее напряжение		100/200/300кВ
Увеличение,	режим Высокое увеличение	x1 000 - x1 500 000
	режим Среднее увеличение	x4 000 - x500 000
	режим Малое увеличение	x200 - x500
Держатель образцов		
Перемещение, мм		X, Y:±1, Z:±0,3
Наклон		±15°

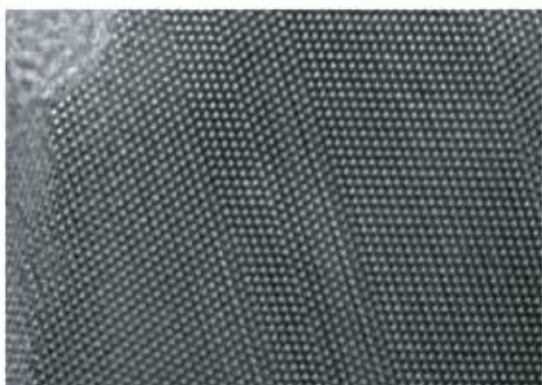
HF-3300

Просвечивающий электронный микроскоп с полевой эмиссией



Просвечивающий электронный микроскоп с полевой эмиссией HF-3300 в настоящее время является флагманом Hitachi HT, это гарантированное высокое разрешение и уникальные аналитические возможности.

Современные электронные микроскопы высшего уровня способны показывать разрешение менее 0,1 нм. Для достижения такого показателя производители включают в дизайн источника электронов энергетический фильтр, а для улучшения характеристик объективной линзы используют Cs корректор астigmatизма. Это, однако, усложняет конструкцию и приводит к снижению стабильности изображения. И, кроме того, накладывает весьма жесткие требования на допустимый уровень вибраций помещения и уровень внешних электромагнитных полей. Концепция электронного микроскопа HF-3300 компании Hitachi HT исходит из принципа простоты и надежности. Конструкция источника электронов с холодной полевой эмиссией предоставляет оптимальный баланс между энергетическим разбросом и яркостью и обходится без энергетического фильтра.



Технические характеристики

Разрешение,	(по кристаллической решетке)	0.10 нм
	(по точкам)	0.19 нм
	(информационный предел)	0.13 нм
Электронная оптика		
Ускоряющее напряжение		100/200/300кВ
Увеличение,	режим Высокое увеличение	x2 000 - x1 500 000
	режим Малое увеличение	x200 - x500
Держатель образцов		
Наклон		23.7°

HD2700

Сканирующе-просвечивающие электронные микроскопы

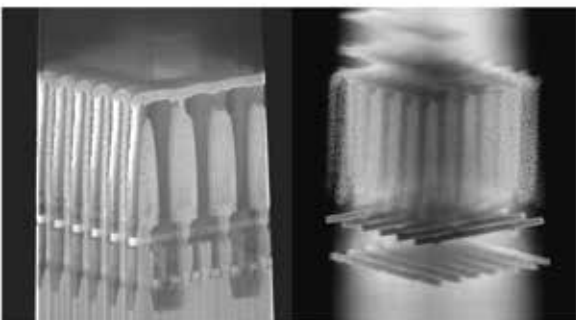


Сканирующе-просвечивающие микроскопы предназначены для работы с тонкими образцами, не уступая в возможностях традиционному просвечивающему микроскопу. Сам принцип формирования изображения позволяет выводить изображение одновременно с трех детекторов BF, DF и SE. Любая модификация доступна на выбор с катодом Шоттки или с холодным полевым катодом.

HD2700 type B. Этот прибор имеет гарантированное разрешение 0.204 нм и отличается высокой производительностью. Так на смену образца требуется не более 2 минут. Юстировка микроскопа, выведение астigmatизма, центрирование пучка, автофокус, автоконтраст – вот перечень функций, которые микроскоп способен провести в автоматическом режиме.

Микроскоп может быть оборудован системой EELS (спектроскопия энергетических потерь электронов) для анализа легких элементов, с ее помощью можно получить карту распространения легких элементов в течение 40 секунд.

HD2700 type A. Основным отличием модели HD-2700 type A является использование корректора сферической аберрации объективной линзы. С его помощью удалось увеличить ток пучка в 10 раз и повысить разрешение в 1.5 раза по сравнению с HD-2700 type B.



Технические характеристики

Разрешение,	(HD2700 type A)	0.136 нм
	(HD2700 type B)	0.204 нм
Электронная оптика		
Ускоряющее напряжение		80/120/200кВ
Увеличение		x100 - x10 000 000
Держатель образцов		
Перемещение, мм		X, Y:±1, Z:±0,3
Наклон		±30°

Аналитический сканирующий микроскоп

SU70

Источником электронов этого микроскопа служит полевой катод Шоттки. В приборе реализован разумный компромисс, который позволяет, сохраняя высокое разрешение, использовать многочисленные аналитические методики сканирующей электронной микроскопии: EDX, WDX, EBSP, STEM (TE), CL.

Применение методики торможения электронов (Deceleration) дает возможность понизить энергию электронного зонда до 100 эВ, сохраняя высокое разрешение.

Особое внимание заслуживает способность микроскопа работать в двух режимах, которая реализована с помощью методики FieldFreeMode. Объектив микроскопа имеет две обмотки. Когда задействована одна обмотка, микроскоп работает как out-lens, включение другой обмотки переводит его работу в режим semi-in-lens. В out-lens режиме микроскопу доступны магнитные образцы и возможность использовать аналитическую приставку электронной дифракции EBSD.

Технические характеристики

Разрешение, полученное во вторичных электронах В режиме торможения электронов	1,0 нм на 15 кВ 2,5 нм на 1 кВ 1,6 нм на 1 кВ
--	---

Электронная оптика Ускоряющее напряжение Увеличение	0,5 кВ - 30 кВ x20 - x800 000
--	----------------------------------

Столик для камеры образцов Перемещение, мм Наклон Вращение	X, Y:110, Z:1,5 - 40 от - 5° до 70° 360°
--	--



Аналитический сканирующий микроскоп

SU6600

Микроскоп SU6600 продолжает линейку аналитических сканирующих микроскопов высокого разрешения Hitachi. В нем установлена новая электронная пушка с катодом Шоттки, которая способна создать ток зонда более 200 нА. Микроскоп может собирать информацию одновременно с трех приставок EDX, WDX и EBSD.

Важной особенностью этого прибора является его способность работать при неглубоком вакууме в рабочей камере. Это достигается с помощью ADAPT — системы автоматического ввода дифференциальной диафрагмы для работы в режиме низкого вакуума. Таким образом, переключение между режимами глубокого и неглубокого вакуума полностью автоматизировано. Вакуумная система SU6600 способна работать в режиме неглубокого вакуума в течение длительного времени, фактически целый день, без снижения эмиссионных характеристик катода и его стабильности.

Технические характеристики

Разрешение, полученное во вторичных электронах для обратно рассеянных электронов	1.2 нм на 30 кВ 3 нм на 1 кВ 3.5 нм на 30 кВ (10 Па)
---	--

Электронная оптика Ускоряющее напряжение Увеличение	0,5 кВ - 30 кВ x10 - x600 000
--	----------------------------------

Столик для камеры образцов Перемещение, мм Наклон Вращение	X, Y:110, Z:1,5 - 40 от - 5° до 70° 360°
--	--



Сканирующий электронный микроскоп сверхвысокого разрешения

SU9000

Микроскоп SU9000 с холодным вольфрамовым катодом разрабатывался для достижения наивысшего разрешения при работе с нанообъектами, и выполнен в «in-lens» дизайне. Электронная оптика SU9000 позволяет получать изображения морфологии поверхности образцов различных материалов, с детализацией вплоть до атомного или молекулярного уровня, что далеко превосходит по возможностям любой сканирующий микроскоп.

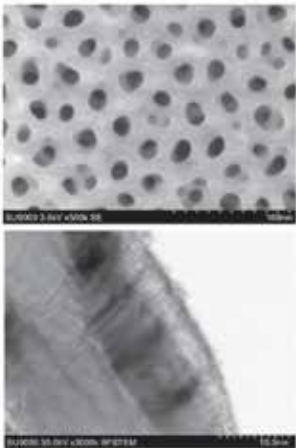
Этой модели принадлежит рекордное значение разрешения во вторичных электронах и в режиме работы на просвет.

Конструкция интегрированного детектора отраженных и вторичных электронов позволяет одновременно выводить изображение, используя сигналы вторичных и отраженных электронов.

STEM-детектор (BF/DF DUO-STEM Detector, патент Hitachi) с изменяемым углом сбора электронов дает дополнительные возможности исследователю в формировании и оптимизации изображения.

Технические характеристики

Разрешение, полученное во вторичных электронах в прошедших электронах	0,4 нм на 30 кВ
	1,2 нм на 1 кВ
	0,34 нм на 30кВ
Электронная оптика	
Ускоряющее напряжение	0,5 кВ - 30 кВ
Режим высокого увеличения	x800 - x3 000 000
Режим низкого увеличения	x80 - x10 000
Столик для камеры образцов	
Перемещение. мм	X:± 4,0, Y:± 2,0, Z:± 0,3
Наклон/Вращение	± 40°/360°



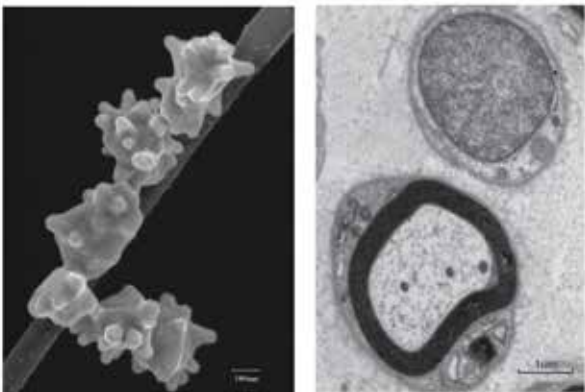
Сканирующий электронный микроскоп высокого разрешения

SU8010 / 20 / 30 / 40

Микроскопы серии Hitachi SU8000 конструктивно выполнены в «semi-in-lens» дизайне, источником электронов служит электронная пушка с холодным полевым катодом. Это сочетание позволяет исследовать большие образцы и добиваться при этом разрешения 1,0 нм. Благодаря использованию холодного источника электронов, при уменьшении ускоряющего напряжения, разрешение снижается незначительно. Дополнительный детектор позволяет получить контраст по составу поверхности. Благодаря улучшенному детектированию сигнала может отображаться самый верхний слой поверхности. Устранение заряда позволяет наблюдать непроводящие образцы. Широкий монитор (24,1 дюйма, с разрешением 1920 x 1200) для более удобного наблюдения и управления.

Технические характеристики

Разрешение, полученное во вторичных электронах (в режиме торможения электронов)	1,0 нм на 15 кВ
	1,3 нм на 1 кВ
Электронная оптика	
Ускоряющее напряжение (обычный режим)	0,5 кВ - 30 кВ
(режим торможения электронов)	0,1 кВ – 2,5 кВ
Увеличение на плёнке	x20 - x800 000
на мониторе	x60 - x2 000 000
Столик для камеры образцов	
Перемещение, мм	X, Y:110, Z:1,5 - 40
Наклон	от - 5° до 70°
Вращение	360°



Система травления сфокусированным ионным пучком

FB2200

Система ионного травления предназначена для быстрого приготовления образцов для просвечивающей и/или сканирующей электронной микроскопии. В качестве сканирующего зонда используется не электронный луч, а сфокусированный пучок ионов галлия. Оператор имеет возможность выбора параметров ионного пучка в широком диапазоне энергии (от 2 до 40 кВ), определяя, таким образом, режим просмотра поверхности или режим травления (приготовления образца).

В режиме просмотра поверхности разрешение FB2200 составляет не менее 6 нм при ускоряющем 40 кВ. При увеличении тока до 60 нА ионный луч с высокой скоростью режет образец по заданной программе. Геометрические параметры отрезаемого участка выдерживаются с микронной точностью. Вакуумные условия установки позволяют приготовить образец без окисления или внесения повреждений.

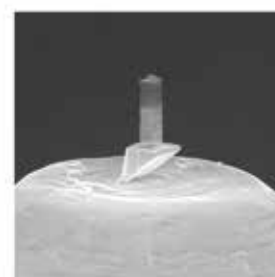
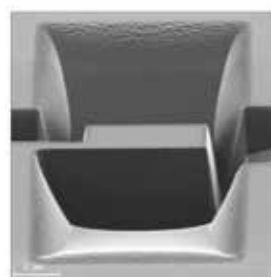
Технические характеристики

Параметры луча

Ускоряющее напряжение	10-40 кВ
Разрешение изображения	6 нм или лучше при 40 кВ

Ионная оптика

Увеличение	x700 - x90 000 (до x300 000 на 40 кВ)
Источник ионов	Ga
Ток пучка	60 нА
Система нанесения	углерод, вольфрам



Система со сфокусированными ионным и электронным пучками

NB5000

Для приготовления чрезвычайно малых объектов без внесения дефектов разработана система Hitachi NB5000. Эта система имеет две пушки – ионную галлиевую и электронную. Галлиевая пушка предназначена для ионно-лучевой резки, электронная – для просмотра. В качестве эмиттера электронной пушки выступает катод Шоттки. Разрешение этого прибора не уступает разрешению лучших электронных микроскопов.

Прибор имеет унифицированный держатель* для HD-2300, HD2700, H-7650, H-9500, HF-3300.

Технические характеристики

FIB

Разрешение	5 нм на 40 кВ
Ускоряющее напряжение	1-40 кВ
Увеличение	x60 ~ x250 000

SEM

Разрешение	1 нм на 15 кВ
Ускоряющее напряжение	0.5-30 кВ
Увеличение	Режим «Высокое увеличение» x250 ~ x800 000
	Режим «Малое увеличение» x70 ~ x2 000

*Унифицированный держатель образцов.

Просвечивающие микроскопы HF-3300 и H-9500, сканирующие микроскопы HD-2300/HD2700 и системы ионного травления FB-2100 и NB5000 имеют общий унифицированный держатель образцов. Это дает возможность переносить образец из одного микроскопа в другой, из системы пробоподготовки FB-2100 в колонну микроскопа и при необходимости обратно без традиционного в электронной микроскопии пинцета. В дополнение, поиск нужного места на образце происходит в автоматическом режиме.

