

MiniFlex

Анализ материалов методом рентгеновской дифракции



www.rigaku.com/en/products/xrd/miniflex

MiniFlex

Анализ материалов методом рентгеновской дифракции

Современный настольный рентгеновский дифрактометр



Корпорация Rigaku и ее дочерние компании
Веб-сайт: www.Rigaku.com | Эл. почта: info@Rigaku.com



 **Rigaku**
На переднем крае инноваций



Выше мощность
Лучше гибкость
Больше результатов

MiniFlex

Шестое поколение MiniFlex отличается теми же характеристиками, которые вот уже много лет обеспечивают его популярность:

- Компактность, позволяющая разместить прибор на лабораторном столе.
- Стоимость, составляющая половину цены традиционного напольного дифрактометра.
- Признанные в научной литературе результаты регистрации.
- Удобство и простота эксплуатации и технического обслуживания.
- Возможность использования уже существующих сетей.
- Мощность рентгеновской трубки, равная 600 Вт.

Новое поколение приборов получило передовые свойства, которые обеспечат широкие функциональные возможности в будущем, в том числе следующие:

- HyPix-400 MF — гибридный пиксельно-матричный 2D-детектор — получает данные в режиме 2D, 1D или 0D.
- D/teX Ultra — усовершенствованный кремниевый ленточный 1D-детектор — единственный прибор, который имеет возможность установки принимающего монохроматора.
- ASC-8 — уникальный 8-позиционный автоматический загрузчик образцов.

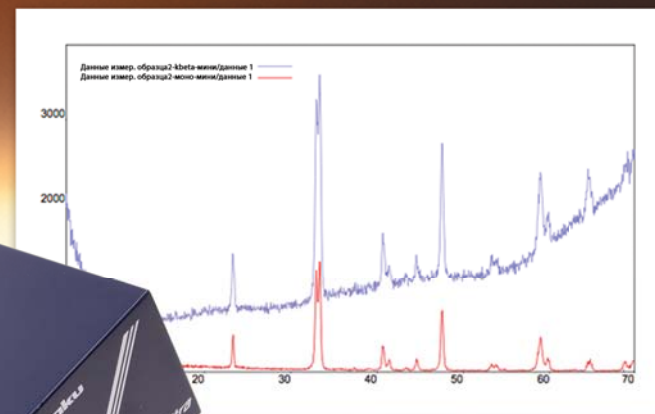
Настольный рентгеновский дифрактометр MiniFlex компании Rigaku придает новый смысл рентгеноструктурному анализу

Рентгеноструктурный анализ (РСА) — мощная и широко применяемая методика анализа материалов. Он применяется в самых различных отраслях: производстве цемента, химическом катализе, нефтяной промышленности, изготовлении элементов питания и лекарственных препаратов, решая задачи идентификации материалов как в фундаментальных исследованиях, так и при контроле качества. Кроме того, это важный научный метод, изучаемый студентами таких специальностей, как геология, материаловедение, химия и кристаллография.

MiniFlex компании Rigaku — это полнофункциональный рентгеновский дифрактометр общего назначения. Он предназначен для количественного и качественного анализа поликристаллических материалов. При проведении качественного анализа прибор способен идентифицировать неизвестные вещества (химические соединения или фазы) путем сравнения экспериментальных результатов дифрактометрии с базой данных параметров известных фаз. Количественный анализ служит для идентификации состава сухих смесей с целью определения относительного содержания кристаллических составляющих смеси.



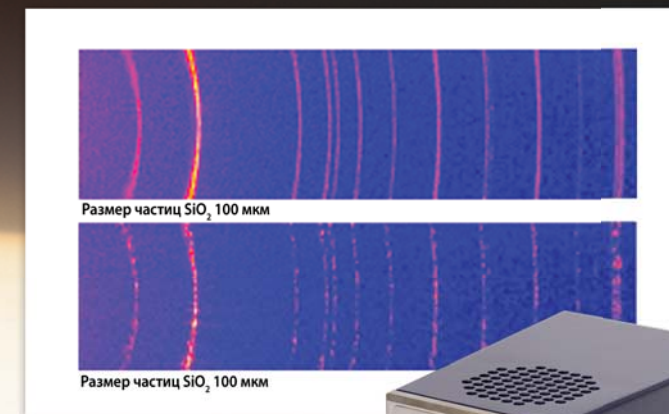
Красный график иллюстрирует снижение фонового сигнала при использовании монохроматора



D/teX Ultra — кремниевый ленточный 1D-детектор

MiniFlex оборудован высокоскоростным одномерным (1D) кремниевым ленточным детектором, который позволяет получать интенсивность большую (до сотни раз), чем дает традиционный сцинтилляционный счетчик. D/teX Ultra выполняет измерения быстрее, поскольку он может измерять в широком диапазоне 2θ и давать одновременно высокое угловое разрешение.

При установке дополнительного графитового монохроматора (показан выше) D/teX Ultra может работать в режиме 0D, что максимально повышает чувствительность путем оптимизации отношений сигнал/фон. Кроме того, данная опция исключает паразитную флуоресценцию материалов, содержащих Fe, Ni, Co и Mn.



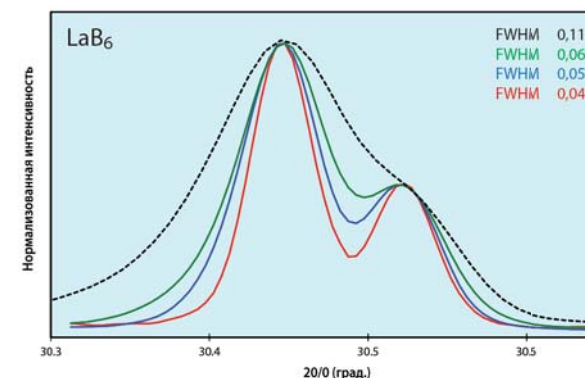
Пример данных 2D, полученных детектором HyPix-400 MF



HyPix-400 MF — гибридный пиксельно-матричный 2D-детектор

MiniFlex может также оснащаться гибридным пиксельным матричным двумерным (2D) детектором (ГПМД) HyPix-400 MF. Этот новый детектор прямого подсчета фотонов обеспечивает регистрацию данных в высокоскоростном расширенном динамическом диапазоне с низким уровнем помех в режимах 0D, 1D и 2D. Данный универсальный детектор идеален для широчайшего спектра применений, включая традиционную порошковую рентгеновскую дифрактометрию, микрорентгеновскую дифрактометрию и измерение материалов сложного строения с большим размером зерна и (или) предпочтительной ориентацией.

Выбор оптических компонентов для получения оптимального разрешения



Рентгеновский дифрактометр MiniFlex

Дополнительные возможности и принадлежности

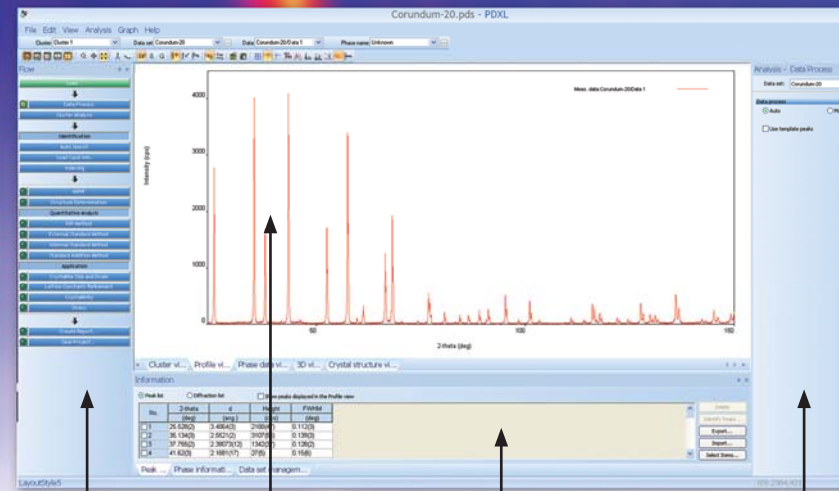
Аналитическое программное обеспечение

PDXL — это полнофункциональный программный пакет, разработанный компанией Rigaku для анализа результатов порошковой дифрактометрии. Он имеет модульную структуру и удобный интерфейс, благодаря чему даже начинающие пользователи успешно решают самые сложные задачи рентгеноструктурного анализа.

Последняя версия пакета PDXL включает в себя некоторые важные новые функции, в том числе метод фундаментальных параметров (метод ФП) для более точного расчета пиков, определение фазы с использованием открытой кристаллографической базы данных (COD) и мастер анализа кристаллических структур *ab initio*.

Обширный перечень возможностей PDXL включает в себя следующее:

- Качественный фазовый анализ
- Процент кристалличности
- Уточнение ячейки
- Индексирование
- Расшифровка кристаллической структуры *ab initio*
- Количественный фазовый анализ
- Определение размеров кристаллитов и степени искажений кристаллической решетки
- Полнопрофильный анализ
- Уточнение методом Ритвельда
- Уточнение параметров решетки



Индикатор хода измерений

Просмотр профиля образца

Таблица дифракционных максимумов

Индикатор хода анализа



D/teX Ultra: кремниевый ленточный 1D-детектор

Высокоскоростной кремниевый ленточный 1D детектор — стандарт быстрого сканирования с высоким разрешением в режимах 0D и 1D.



Графитовый монохроматор для D/teX Ultra

Графитовый монохроматор оптимизирует чувствительность благодаря снижению уровня фона. Он улучшает соотношение сигнал/шум путем устранения паразитной флуоресценции у материалов, содержащих Mn, Fe, Co и Ni.



HyPix-400 MF: 2D-детектор ГПМД

Передовой гибридный пиксельно-матричный детектор (ГПМД) с нулевым фоновым шумом поставляется по специальному заказу и имеет активную зону площадью 400 мм², пространственное разрешение 100 мкм и максимальную скорость счета 10⁶ имп/с на пиксель и более. HyPix-400 MF может работать в режимах 0D, 1D или 2D.



Автоматический загрузчик образцов ASC-8

Автоматический 8-позиционный загрузчик образцов с поворотной подставкой.



Устройство вращения образца

Подставка для вращения образца обеспечивает непрерывное вращение, чтобы снизить влияние предпочтительной ориентации.



Устройства BTS 500 и BTS 150 (нагревательное и охлаждающее)

Высокотемпературное устройство нагревает образец для проведения порошковой дифрактометрии *на месте* при температуре выше температуры окружающей среды на 500°C.



Держатели образцов

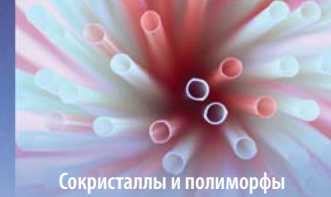
В наличии имеются различные держатели образцов, отвечающие специальным потребностям лабораторий.



Держатель образца с функцией защиты от атмосферы

Держатель образца с функцией защиты от атмосферы предназначен для изучения материалов, которые могут разрушиться под воздействием воздуха.

Программное обеспечение PDXL



Сокристаллы и полиморфы



Геологоразведка и нефтехимия



Геология, горнодобывающая промышленность и производство цемента



Образование, исследование и разработка материалов



Контроль качества, анализ коррозионных процессов и разрушения



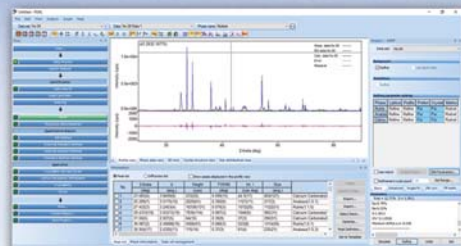
Краски и покрытия



Криминалистическая экспертиза и химия



Косметика и наука о продуктах питания



Программное обеспечение PDXL

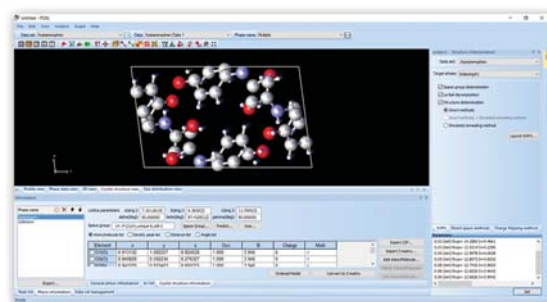
PDXL — это полнофункциональный программный пакет для обработки данных порошковой дифрактометрии. С момента выпуска в 2007 году пакет PDXL удовлетворяет требованиям как опытных, так и начинающих пользователей благодаря своей модульной архитектуре, расширенным функциональным возможностям и простому в использовании графическому пользовательскому интерфейсу. Пакет PDXL предоставляет разнообразные инструменты для проведения различных видов анализа, например автоматического качественного фазового анализа, количественного фазового анализа, определения размера кристаллитов, уточнения параметров решетки, уточнения структуры методом Ритвельда, расшифровки кристаллической структуры *ab initio* и т. д.

Качественный фазовый анализ с помощью COD

Открытая кристаллографическая база данных (COD) является бесплатной общедоступной базой данных кристаллических структур, издаваемой Международным кристаллографическим союзом, Американским минералогическим обществом и прочими организациями. Для выполнения автоматического качественного фазового анализа пакет PDXL может включать в себя как ICDD/PDF-2, так и COD, добавляя архив COD более чем из 150 000 кристаллических структур к своим уже имеющимся фундаментальным возможностям.

Метод фундаментальных параметров

Форма пика в дифракционной картине, наблюдаемой при рентгенофазовом исследовании структуры порошковых материалов в идеальных условиях, может представлять собой дельта-функцию. На практике форма пика меняется в зависимости от ряда условий измерений: распределения длин волн источника, оптических систем, размеров входной щели, размеров кристаллитов и степени искажений кристаллической решетки и т. д. Формы пиков, полученные из измерений, выполненных при реальных условиях, описываются с помощью эмпирической функции, например функции псевдо-Фойгта или Пирсона VII, хорошо согласующейся с полученными формами пиков. Методом фундаментальных параметров (методом ФП) по композиции форм, вызванных всеми условиями измерительных приборов и образцов, рассчитывается форма пика.



Мастер анализа кристаллической структуры *ab initio*

В последнее время появилось множество опубликованных примеров анализа кристаллической структуры *ab initio*, проведенного по данным порошковой дифрактометрии. Это обусловлено в первую очередь значительным повышением скорости работы ПК и эффективностью алгоритмов, используемых для определения структуры. До настоящего времени пакет программ PDXL предоставлял все необходимые для анализа кристаллической структуры *ab initio* функции, такие как индентификация, определение структуры и уточнение структуры методом Ритвельда. Теперь в пакет PDXL включен «Мастер анализа структуры», который поможет вам провести сложный структурный анализ, в том числе и органических соединений. Этот мастер позволяет даже начинающему пользователю успешно выполнять анализ.

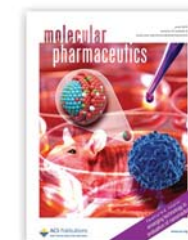
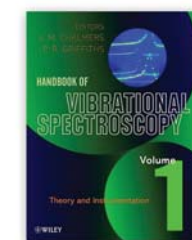
Функция кластеризации

Функция кластеризации в пакете PDXL может сгруппировать многочисленные данные, полученные в ходе эксперимента на основе сходства дифракционных картин порошковых материалов и положений пиков, и показать сгруппированные данные в виде удобного для чтения дерева. Это особенно эффективно, когда речь идет о классификации и сортировке данных из большого количества сканирований.

Доказательство в результатах

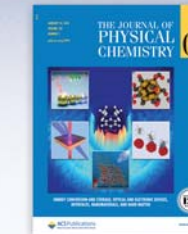
Поиск в системе Google (за исключением патентов) по теме Rigaku MiniFlex дает более 13 000 результатов. На MiniFlex ссылаются такие престижные и разнообразные журналы, как *Journal of the American Chemical Society*, *Journal of Orthopaedic Research*, *Thin Solid Films*, *Vibrational Spectroscopy*, *Biotechnology Letters*, *Catalysis Communications* и *Materials Letters*.

Патентный поиск в Google дает более 500 патентов, в которых есть ссылки на дифрактометр Rigaku MiniFlex. Эти патенты охватывают широкий спектр изобретений в таких областях, как полиморфные вещества, литиевые электрохимические элементы, нанокompозиты, электропроводные чернила, изоляционные материалы, лекарственные препараты с сокристаллизацией, покрытия, токопроводящие материалы, цемент, керамика, фармацевтические действующие вещества, солнечные батареи, полимеры, тонкие пленки, суперконденсаторы, соединения фосфора, покрытия, катализаторы и медицинская техника.



Наследие инноваций

Рентгеновский дифрактометр Rigaku MiniFlex значим для истории, поскольку это был первый коммерческий настольный прибор для измерения дифракции рентгеновских лучей. Представленный в 1973 году исходный рентгеновский дифрактометр Miniflex™ был приблизительно в десять раз меньше по размеру и в разы дешевле традиционного оборудования для рентгеноструктурного анализа того времени. В исходном приборе (Gen 1) и последовавшем за ним в 1976 году приборе второго поколения (Gen 2) использовался горизонтальный гониометр с выводом данных на встроенный ленточный самописец. Прибор третьего поколения (Gen 3), представленный в 1995 году, назывался Miniflex+. В нем был осуществлен значительный прогресс из-за увеличения мощности рентгеновского излучения до 450 Вт (благодаря использованию напряжения 30 кВ и тока 15 мА) и применения системы компьютерного управления Windows®. В Miniflex+ и последующих поколениях прибора используется вертикальный гониометр и автоматический загрузчик образцов. Прибор четвертого поколения (Gen 4) MiniFlex II был представлен в 2006 году. В нем было использовано преимущество монохроматического источника рентгеновского излучения и кремниевый ленточный 1D-детектор D/teX Ultra. Система пятого поколения (Gen 5) MiniFlex600, представленная в 2012 году и построенная на основе данной практики, имела мощность излучения 600 Вт и новое ПО PDXL для порошковой дифрактометрии.



Технические характеристики и требования к обеспечению

Программное обеспечение	Управление	Руководство MiniFlex	
	Анализ данных	Пакет базового анализа PDXL	
		Пакет качественного анализа PDXL	
		Пакет количественного анализа PDXL	
		Пакет комплексного анализа PDXL	
		Пакет анализа методом Ритвельда PDXL	
		Пакет анализа структуры PDXL	
		Базы данных ICDD, ICSD и COD (в наличии)	
Генератор	Максимальная мощность	600 Вт	
	Напряжение трубки	40 кВ	
	Ток трубки	15 мА	
	Затвор	Поворотный затвор, связанный с замком	
	Рентгеновская трубка	Cu, Co, Fe или Cr	
Оптическая часть	Щель расходимости	Фиксированного или переменного размера	
	Щель рассеивания	Фиксированная	
	Приемная щель	Фиксированная	
	Фильтр	Фильтр спектра серии Kβ из фольги	
	Монохроматор (дополнительно)	Графитовый для D/teX Ultra	
Гониометр	Тип	Вертикальный	
	Радиус	150 мм	
	Диапазон сканирования	От -3 до 145° (θ-2θ)	
	Скорость сканирования	От 0,01 до 100°/мин (θ-2θ)	
	Минимальный шаг	0,005° (2θ)	
	Точность	±0,02°	
Детектор	D/teX Ultra	Высокоскоростной кремниевый ленточный 1D-детектор	
Габаритные размеры	Основной корпус	620 (Ш) x 722 (В) x 460 (Г) (мм)	
Вес	Основной корпус	Около 80 кг	
Питание	Основной корпус	1 φ 100-240 В ±10 % переменного тока	
			50/60 Гц ±1 % 0,7 кВА
	Компьютер	1 φ 100 В ±10 % переменного тока	
		50/60 Гц ±1 % 0,7 кВА	

Опции

Приспособления	Устройство вращения образца
	Автоматический загрузчик на 8 образцов
	Гибридный пиксельно-матричный 2D-детектор HyPix-400 MF
	Монохроматор дифрагированного пучка
	Держатель образца с функцией защиты от атмосферы
	Держатель образца ShapeFlex