Совершенная оптическая конструкция ИСП-ОЭС — высочайшая скорость и производительность

Технический обзор

5100 ИСП-ОЭС



Введение

В ИСП-ОЭС Agilent 5100 сочетаются вертикальная горелка, уникальная система преоптики для двойного и синхронизированного двойного обзора, высокотехнологичная Эшеле-оптика, а также инновационный CCD-детектор. Эффективная и хорошо оптимизированная оптическая схема 5100 ИСП-ОЭС объединяет в себе технологии растрирования изображения (Image Mapping Technology, I-MAP) и технологию адаптивного интегрирования (Adaptive Integration Technology, AIT). Такое уникальное сочетание обеспечивает полноценное одновременное измерение во всем спектральном диапазоне, а также позволяет добиться непревзойденной скорости и эффективности элементного анализа, используя только один детектор и одну входную щель.

Agilent Technologies

ИСП-ОЭС одновременного действия

Приборы ИСП-ОЭС одновременного действия с твердотельными детекторами, в том числе на основе устройства с зарядовой связью (CCD-детектор) и устройства с инжекцией заряда (CID-детектор), в значительной степени заменили традиционные приборы ИСП-ОЭС последовательного сканирования. Использование твердотельных детекторов в приборах с индуктивно-связанной плазмой имеет много преимуществ, в том числе:

- сокращение времени анализа наряду с увеличением пробопотока и снижением затрат на покупку и эксплуатацию;
- повышение надежности данных благодаря возможности определять элементы, используя несколько линий излучения для моментального подтверждения данных;
- повышение точности и воспроизводимости за счет снижения дрейфа прибора, а также одновременной коррекции по внутреннему стандарту и поправке на фон.

Кроме того, технологии CCD/CID дают возможность разрабатывать программное обеспечение с мощными инструментами, значительно упрощающими работу, в том числе полностью автоматизируя оптимизацию прибора, коррекцию фона, время измерения аналита и промывку после прохождения образца.

Большинство производителей ИСП-ОЭС с твердотельными детекторами характеризуют такие системы как приборы «одновременного действия». Тем не менее времена измерения образца могут значительно изменяться от одного прибора «одновременного действия» к другому, а также в зависимости от числа выбранных для измерения длин волн и даже из-за концентрации или интенсивности сигнала на выбранных длинах волн. В основном это связано с различием в подходах производителей к оптической схеме и конструкции детектора, а также к способу регистрации и обработки информации детектором.

Только приборы ИСП-ОЭС Agilent 5100 позволяют проводить полноценное одновременное измерение во всем спектральном диапазоне, гарантируя наилучшую в своем классе эффективность.

Совершенная оптическая конструкция

Большинство современных приборов ИСП-ОЭС одновременного действия используют полихроматор на основе Эшеле-оптики для разделения линий излучения аналита, испускаемого в плазме, и фокусировки этого излучения на детектор для последующего измерения. Использование Эшеле-полихроматора в приборах ИСП-ОЭС приобрело популярность с внедрением твердотельных детекторов, поскольку компактное двумерное оптическое изображение, образуемое Эшеле-оптикой, соответствует двумерному матричному устройству детектора. Оптическое излучение, испускаемое плазмой, направляется через систему пре-оптики на входную щель (или в некоторых случаях последовательно направляется через несколько входных щелей), а затем фокусируется на дифракционной решетке. Различные спектральные порядки, отраженные от решетки, в значительной степени перекрываются, и их дисперсия с помощью призмы дает двумерное изображение — эшелограмму.

Эшеле-полихроматор, используемый в 5100 ИСП-ОЭС (рис. 7), является уникальным в том смысле, что он дает единую эшелограмму, которая проецируется на один детектор, благодаря чему достигается превосходная скорость анализа, а также высочайшие воспроизводимость и точность. Чтобы охватить весь спектральный диапазон, нет необходимости использовать несколько детекторов или оптические схемы с несколькими входными щелями, которые могут ухудшать аналитические характеристики и часто требуют выполнения отдельных последовательных измерений, тем самым значительно замедляя проведение анализа.

Превосходное оптическое разрешение 5100 ИСП-ОЭС (рис. 1 и таблица 1) достигается за счет использования более высоких и оптимизированных спектральных порядков, отличающих Эшеле-оптику.

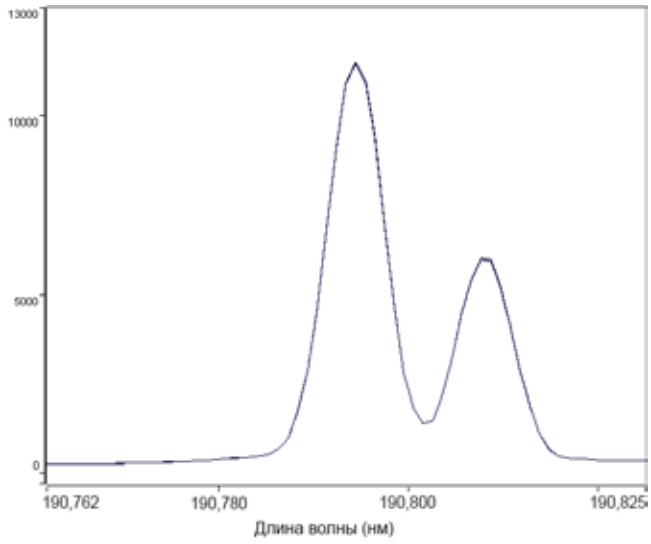


Рис. 1. Благодаря превосходному оптическому разрешению ИСП-ОЭС Agilent 5100 образующие дублетную линию пики таллия при длинах волн 190,794 нм и 190,807 нм легко идентифицируются

Таблица 1. Типичные показатели разрешения ИСП-ОЭС Agilent 5100, по полной ширине пика на половине высоты (FWHM)

Элемент	Длина волны (нм)	Разрешение (пм)
As	188,980	< 7
Mo	202,032	< 7
Zn	213,857	< 7,5
Pb	220,353	< 8
Cr	267,716	< 9,5
Cu	327,395	< 13
Ba	614,171	< 34

Технология растрирования изображения

5100 ИСП-ОЭС оснащен запатентованным CCD-детектором специальной конструкции VistaChip II (рис. 2). Применение технологии растрирования изображения (I-MAP) позволяет охватывать весь спектральный диапазон (167–785 нм) с помощью всего лишь 70 000 светочувствительных пикселей, расположенных на 70 диагональных линейных матрицах (DLA). Положение и длина каждой матрицы на детекторе Vista Chip II соответствуют области дисперсии для каждого спектрального порядка, порождаемого Эшеле-оптикой (рис. 3).



Рис. 2. Запатентованный CCD-детектор специальной конструкции. Благодаря уникальным технологиям I-MAP и AIT он охватывает весь спектральный диапазон (167–785 нм) и не имеет себе равных по скорости и универсальности.

Технология I-MAP устраняет необходимость в пикселях между матрицами DLA, куда не попадает спектральная информация. Электронные схемы считывания и связанного с ним переноса заряда, которые управляют пикселями, расположены между матрицами DLA, что позволяет осуществлять независимое управление.

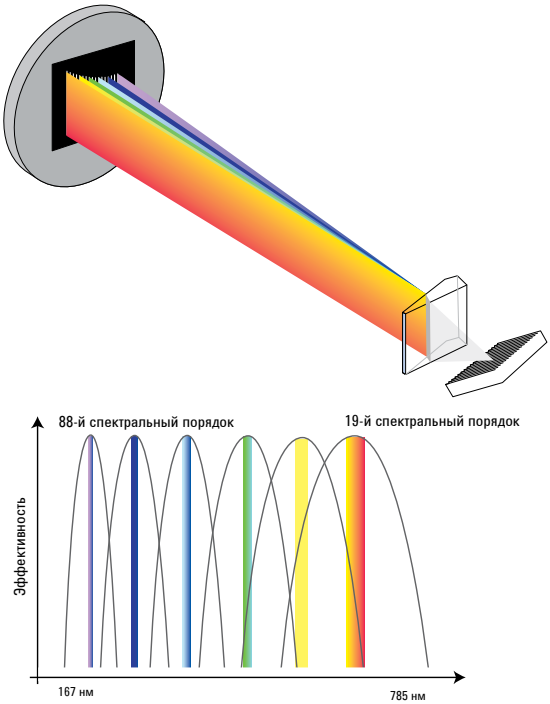


Рис. 3. Расположение фоточувствительных пикселей на детекторе VistaChip II в точности соответствует областям дисперсии каждого спектрального порядка, порождаемого Эшеле-оптикой

Технология адаптивного интегрирования

Технология адаптивного интегрирования (AIT) представляет собой интеллектуальный алгоритм, который предотвращает выход сигнала за пределы диапазона, автоматически настраивая время интегрирования для каждой линии излучения в зависимости от интенсивности входящего сигнала (рис. 4). AIT автоматически устанавливает оптимальное время интегрирования, позволяя определять все концентрации элементов действительно одновременно, во время одного измерения, независимо от концентрации аналита и чувствительности выбранной линии излучения.

Эта технология также идеально подходит для измерения динамики данных во времени, когда методы хроматографии или лазерной абляции комбинируются с ИСП-ОЭС.

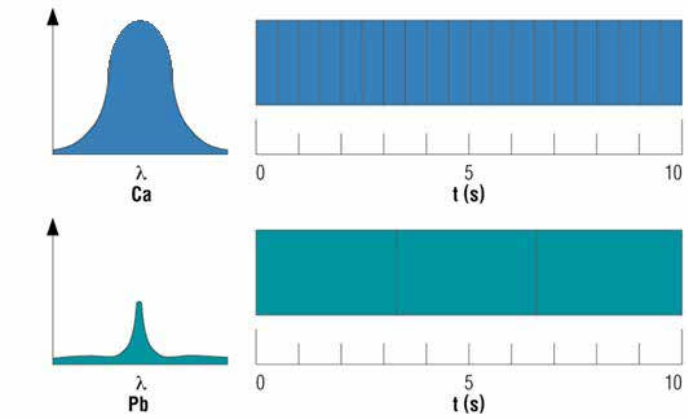


Рис. 4. При 10-секундном времени считывания повторностей AIT усредняет показания по большим выборкам данных: с коротким временем экспозиции для интенсивных сигналов, с более длительной экспозицией для сигналов с низкой интенсивностью. При этом обеспечивается оптимальное соотношение «сигнал — шум».

Быстрое считывание сигнала

Детектор Vista Chip II со скоростью обработки пикселей 1 МГц задает новые стандарты для детекторов в приборах ИСП-ОЭС. Двусторонняя электронная схема позволяет считывать сигналы с обеих сторон детектора (рис. 5), благодаря чему ИСП-ОЭС от Agilent значительно превосходит конкурирующие системы по скорости считывания. С помощью 5100 ИСП-ОЭС можно измерить весь спектр в диапазоне от 167 до 785 нм менее чем за секунду.

На рис. 5а крупным планом показаны пять матриц DLA на CCD-детекторе VistaChip II. На рис. 5б показана микроэлектронная схема, с помощью которой осуществляется управление фоточувствительными пикселями.

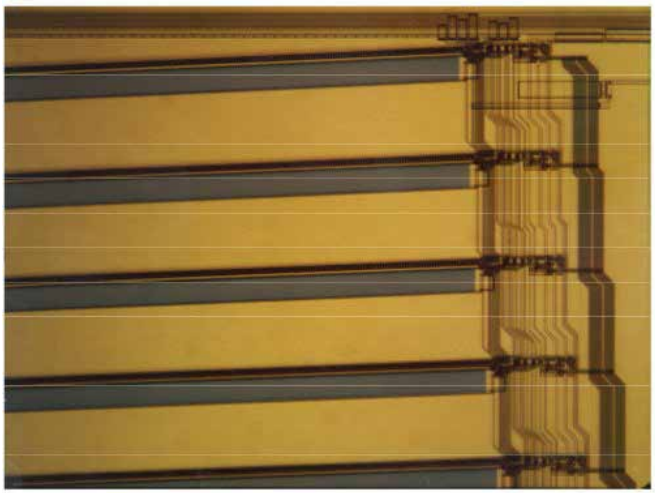


Рис. 5а. Отдельные матрицы DLA на CCD-детекторе VistaChip II и связанная с ними электронная схема считывания

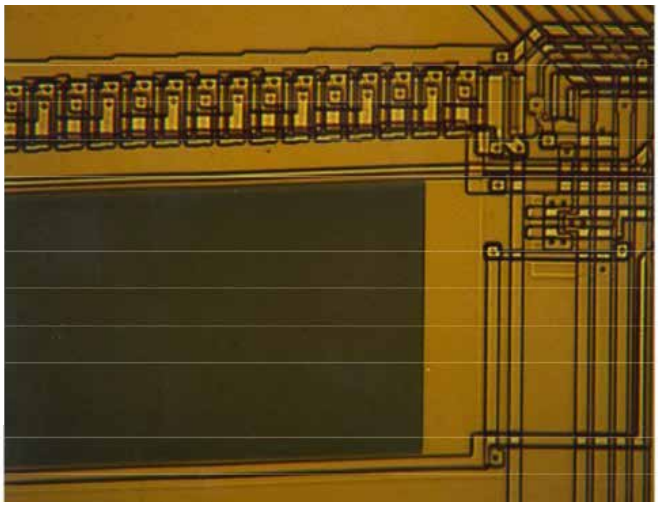


Рис. 5б. Отдельная матрица DLA при большем увеличении. Темная часть — это фоточувствительная область. Электронный дренаж, предотвращающий блюминг (засветку), пролегает непрерывно вдоль нижней части фоточувствительной области, а электронная схема управления считыванием для каждого пикселя — вдоль верхней части.

Защита каждого пикселя от засветки

«Блюминг (засветка)» — это нежелательное свойство твердотельного детектора, из-за которого сильная освещенность некоторой области детектора может мешать измерению близлежащих пикселей. В отличие от сегментированных CCD-детекторов, детектор VistaChip II имеет функцию защиты каждого пикселя от засветки. При насыщении пикселей сигналом большой интенсивности избыточный сигнал стекает в дренаж, защищающий пиксели от засветки (рис. 6), а не на соседние пиксели. Это гарантирует точное измерение элементов на уровне следовых количеств в присутствии других элементов, находящихся в образце в высоких концентрациях.

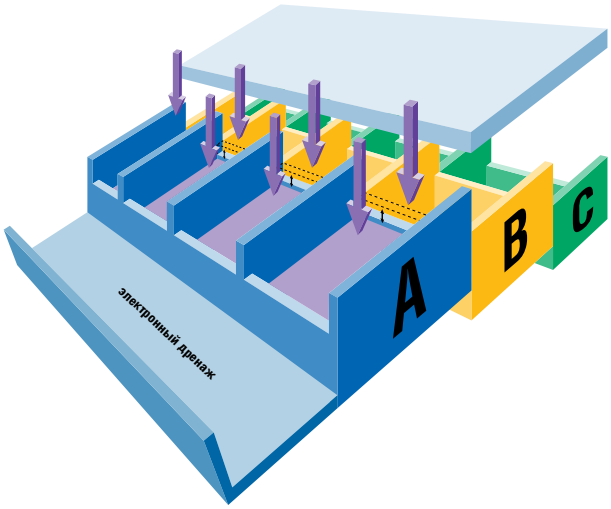


Рис. 6. Схематическое изображение одной матрицы DLA на CCD-детекторе VistaChip II, иллюстрирующее потенциальные барьеры между пикселями и электронным дренажом, защищающим пиксели от засветки.

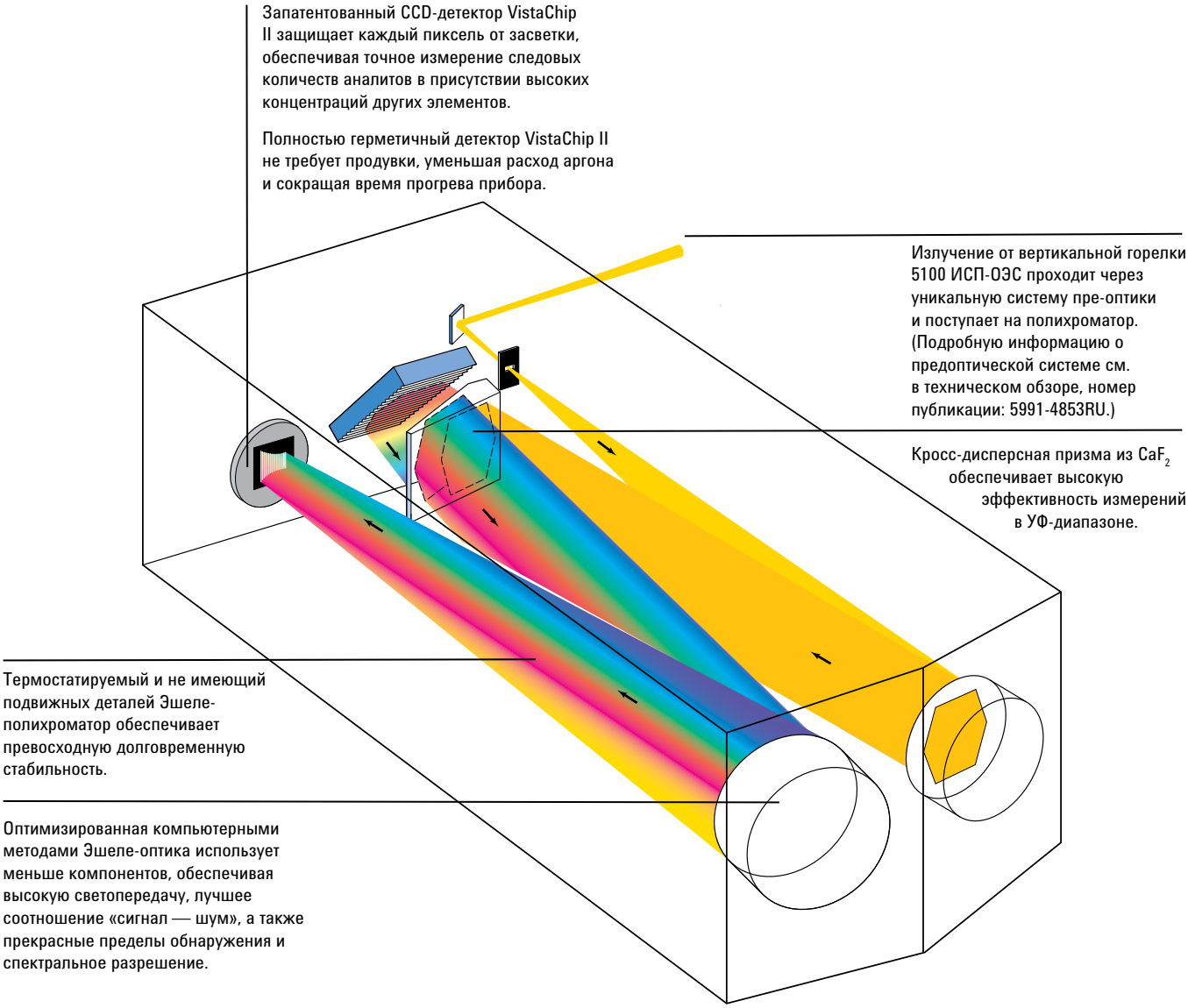


Рис. 7. Разработанная и оптимизированная компьютерными методами Эшеле-оптика, используемая в ИСП-ОЭС Agilent 5100, использует меньше компонентов, обеспечивая высокую светосилу и превосходное подавление рассеянного света. Благодаря этому пределы обнаружения остаются максимально низкими даже при анализе образцов со сложными матрицами.

Выводы

Только ИСП-ОЭС Agilent 5100, оснащенный CCD-детектором специальной конструкции VistaChip II, обеспечивает полноценное одновременное измерение во всем спектральном диапазоне от 167 до 785 нм, гарантируя высочайшую скорость анализа и производительность. Детектор нового поколения VistaChip II имеет полностью герметичную конструкцию и охлаждается до –40 °C, не требует предварительной продувки газом, благодаря чему анализ можно начинать сразу — а это дополнительная экономия времени и средств.

www.agilent.com/chem

Компания Agilent не несет ответственности за возможные ошибки в настоящем документе, а также за убытки, связанные или являющиеся следствием получения настоящего документа, ознакомления с ним и его использования.

Информация, описания и технические характеристики в настоящем документе могут быть изменены без предупреждения.

© Agilent Technologies, Inc., 2014
Опубликовано 1 июля 2014 г.
Номер публикации: 5991-4838RU



Agilent Technologies