

Быстрое картирование DuoScan™

Инновационный модуль DuoScan™ существенно расширяет возможности рамановских инструментов HORIBA Scientific в быстром спектральном картировании от субмикронного до макро-масштаба. Построение конфокального гиперспектрального изображения становится быстрее и проще, предоставляя пользователю различные гибкие схемы работы во всем спектральном диапазоне от УФ до ИК.

Принцип работы

Рамановский микроскоп на сегодняшний день стал мощным аналитическим инструментом для многих приложений, включая фармацевтику, полимеры, полупроводники, криминалистику, науки о жизни. Новое поколение рамановских микроскопов предоставляет пользователям возможности неразрушающего и бесконтактного анализа образца в субмикронном масштабе. Рамановское картирование визуализирует пространственное распределение различных типов молекул в неоднородном по составу образце, что делает возможным получение быстрого и точного «химического» изображения. Обычно картирование реализуется посредством сканирования образцом под хорошо сфокусированным лазерным лучом с помощью моторизованного (либо пьезо-) столика. Затем гиперспектральное изображение реконструируется путем обработки пространственных и спектральных данных в специализированном программном обеспечении LabSpec компании HORIBA Scientific.

Технология картирования DuoScan™, доступная для приборов серии LabRAM, основана на применении сканирующих зеркал, которые заматают поверхность образца лазерным лучом по шаблону, выбранному оператором: линия для одномерного картирования, или прямоугольная область для двумерного картирования (рис. 1).

Использование сканирующих устройств для картирования обычно ограничено диапазоном видимого света, в соответствии с параметрами используемых оптических элементов. Однако в модуле DuoScan™ рабочий диапазон существенно расширен и позволяет проводить картирование от УФ до ИК (при использовании соответствующего объектива микроскопа).

Кроме того, уникальное сочетание технологии DuoScan™ с конфокальной оптической схемой прибора позволяет рамановскому микроскопу сканировать очень небольшие площадки на поверхности образцов или малые объёмы с предельным латеральным и аксиальным разрешением.

Технология DuoScan™ обеспечивает три различных режима работы в зависимости от требований эксперимента, что объясняется на следующей странице.

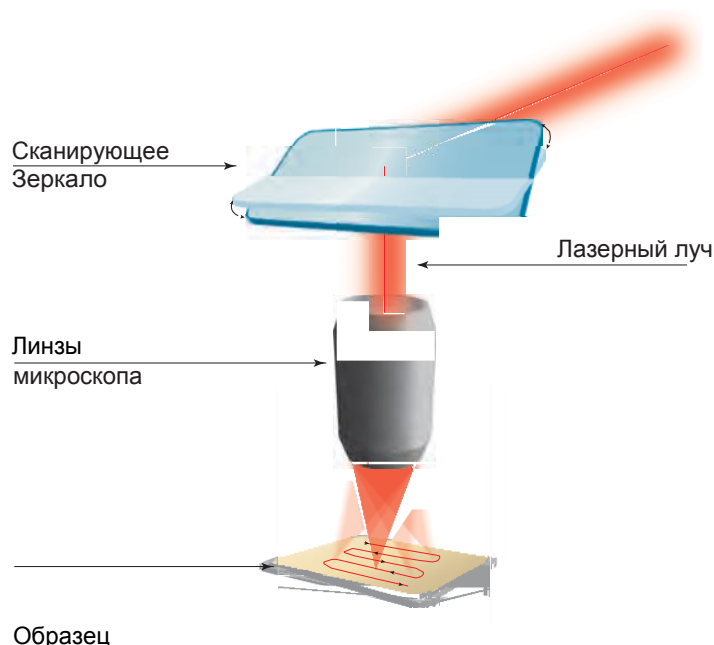


Рис. 1: Принцип работы DuoScan™

Особенности технологии DuoScan™

Быстрое и однородное сканирование как очень малых, так и очень больших площадей.
Размеры карты в пошаговом режиме: 30 x 30 мкм с объективом микроскопа 50X.
Совместимо с конфокальной микроскопией для оптимизации аксиального разрешения.
Рабочий спектральный диапазон от 220 до 1600 нм.
Минимальный шаг сканирования: 50 нм с 50X объективом микроскопа.

Мы измерим КР-спектр вашего образца от субмикронных до макро-масштабов, от УФ до ИК!

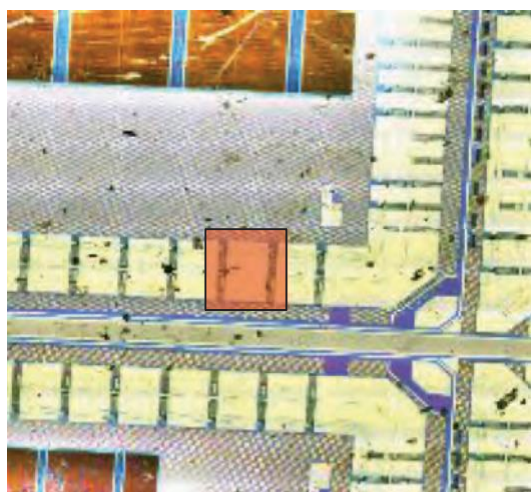
Режим усреднения

В режиме усреднения лазерное пятно непрерывно сканирует поверхность образца внутри прямоугольной области, определенной пользователем. Так как мощность лазерного луча эффективно размазывается по площади сканирования, а не локализуется в небольшом фокальном микроскопическом пятне, как при обычном картировании (рис. 2), то этот метод особенно интересен для работы с чувствительными образцами, которые могут быть повреждены в результате обычного измерения КР-спектра (перегреться, прогореть и т.д.)

Рамановский сигнал может собираться с площадки размером от $1 \mu\text{m}^2$ до $900 \mu\text{m}^2$ (в зависимости от используемого объектива), что позволяет проводить измерения с макро-площадок при сохранении конфокальности прибора и высокой эффективности сбора сигнала (для высокоапертурных объективов).



А – Микроскопическое пятно на образце
Размер пятна: $1 \times 1 \mu\text{m}$. Мощность: 10 мВт.
Освещенность: 10 мВт / μm^2



Б – Макроскопическое пятно
Размер пятна: $20 \mu\text{m} \times 20 \mu\text{m}$. Мощность: 10 мВт. Освещенность: 25 мВт / μm^2

Рис. 2: Сравнение стандартного режима измерения спектра с точки поверхности и режима усреднения в технологии DuoScan™, с указанием размера пятна и освещенности образца.

Режим пошагового картирования

В режиме пошагового картирования пользователь задает интересующую область на образце и затем происходит ее поточечное спектральное сканирование. Образец при этом не движется, а движется лазерный луч по образцу, что позволяет проводить картирование даже громоздких или тяжёлых образцов.

Точность системы сканирования сопоставима с таковой для пьезостолика, и обеспечивает минимальный стабильный и воспроизводимый шаг сканирования лучом до 50 нм для получения гиперспектральных изображений высокой четкости (рис. 3).

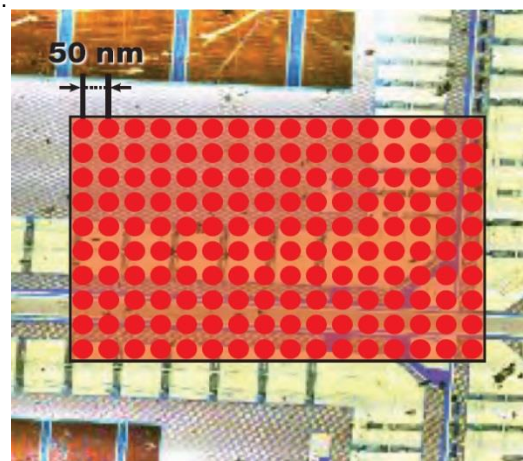
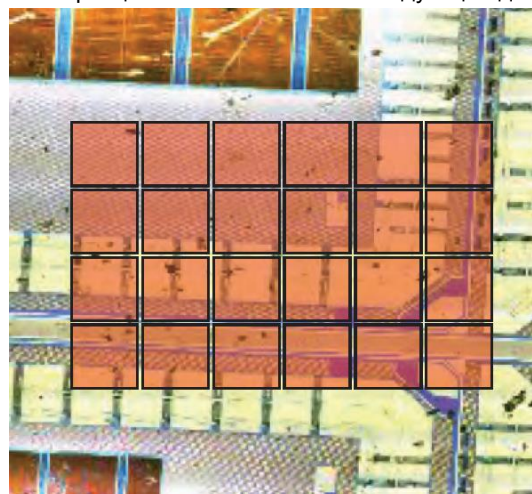


Рис. 3: Режим пошагового картирования (без перемещения образца) с шагом 50 нм

Режим макро-картирования

При измерении спектральных карт с больших площадей поверхности образца для локализации отдельных химических веществ или включений возникает необходимость отыскать буквально «иголку в тоге сена», т.е. очень геометрически малый объект с нужным спектром. Для таких экспериментов технология DuoScan™ предоставляет возможность комбинированного сканирования лазерным пятном внутри прямоугольного раstra, с одновременным перемещением образца моторизованным столиком с шагом, совпадающим с размером раstra, обеспечивая таким образом равномерное покрытие всей большой площади поверхности образца с возможностью последующей детализации.



Режим макро-картирования с полным покрытием поверхности образца в технологии DuoScan™ (с моторизованным столиком)

Примеры приложений

Пример 1: Поиск изолированных одностенных углеродных нанотрубок, рассредоточенных по большой поверхности

Режим макро-картирования является хорошим способом провести первичное «обзорное» сканирование, чтобы обнаружить мелкие предметы на большой поверхности. После того, как на образце идентифицирована интересующая нас малая область, мы можем выполнить более точное пошаговое картирование, как описано выше.

В этом исследовании мы искали изолированные одностенные углеродные нанотрубки (УНТ), выращенные параллельно друг другу на образце кремния. Каждая УНТ имеет ширину около 1 нм, расстояние между соседними УНТ примерно 500 мкм.

На рис. 5 показано макроскопическое изображение образца (полная ширина > 1 мм), полученное в режиме макро-картирования. Цвета соответствуют интегральной интенсивности линии кремния (красный) и соответствующих линий углерода от УНТ (зеленый и синий).

После того как мы локализовали интересующую нас область, мы строим ее спектральную карту с высоким разрешением в режиме микро-картирования DuoScan™ и получаем изображение УНТ высокой четкости (см. вставку). В этом случае «видимая» ширина УНТ (366 нм) является сверткой физического диаметра трубки с пространственным распределением мощности в лазерном пятне. Таким образом, демонстрируется предельное пространственное разрешение, достижимое в конфокальной микроскопии.

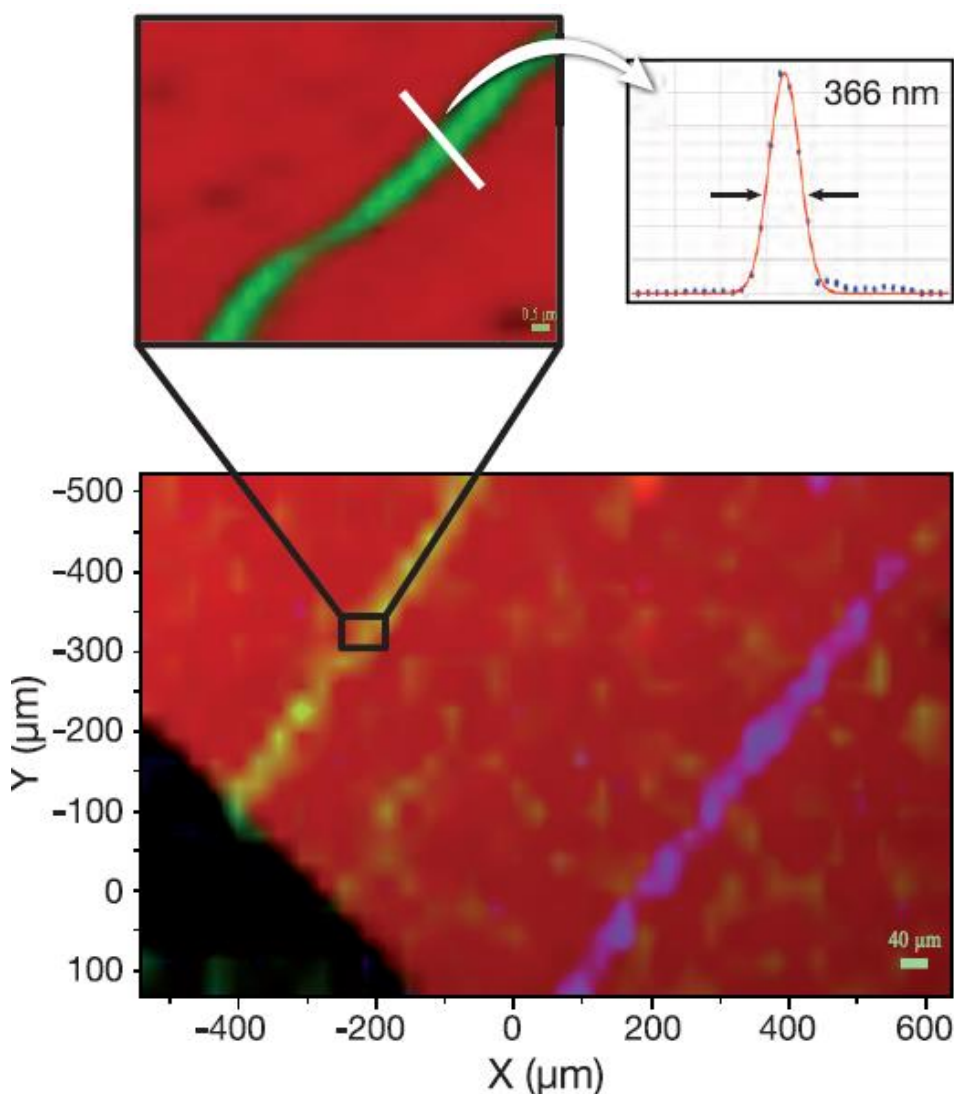


Рис. 5: Макро-спектральная карта и увеличенное изображение УНТ, полученные с помощью технологии DuoScan™. (Образец любезно предоставлен д-ром Калбацем, Институт физической химии им. Гейровского, Прага, Чехия)

Пример 2: Распределение компонентов по фармацевтической пилюле

Режим макро-картирования может быть использован для анализа распределения компонентов на больших фармацевтических образцах. В этом примере мы анализировали 17,5 мм x 7 мм пилюли. В технологии DuoScan™ размер раstra в пикселях автоматически подстраивается под размер полной области сканирования, обеспечивая однородное покрытие всех точек поверхности.

Как и в предыдущем примере, мы выполнили пошаговое картирование интересующей нас малой области для анализа мелких деталей (рис. 6).

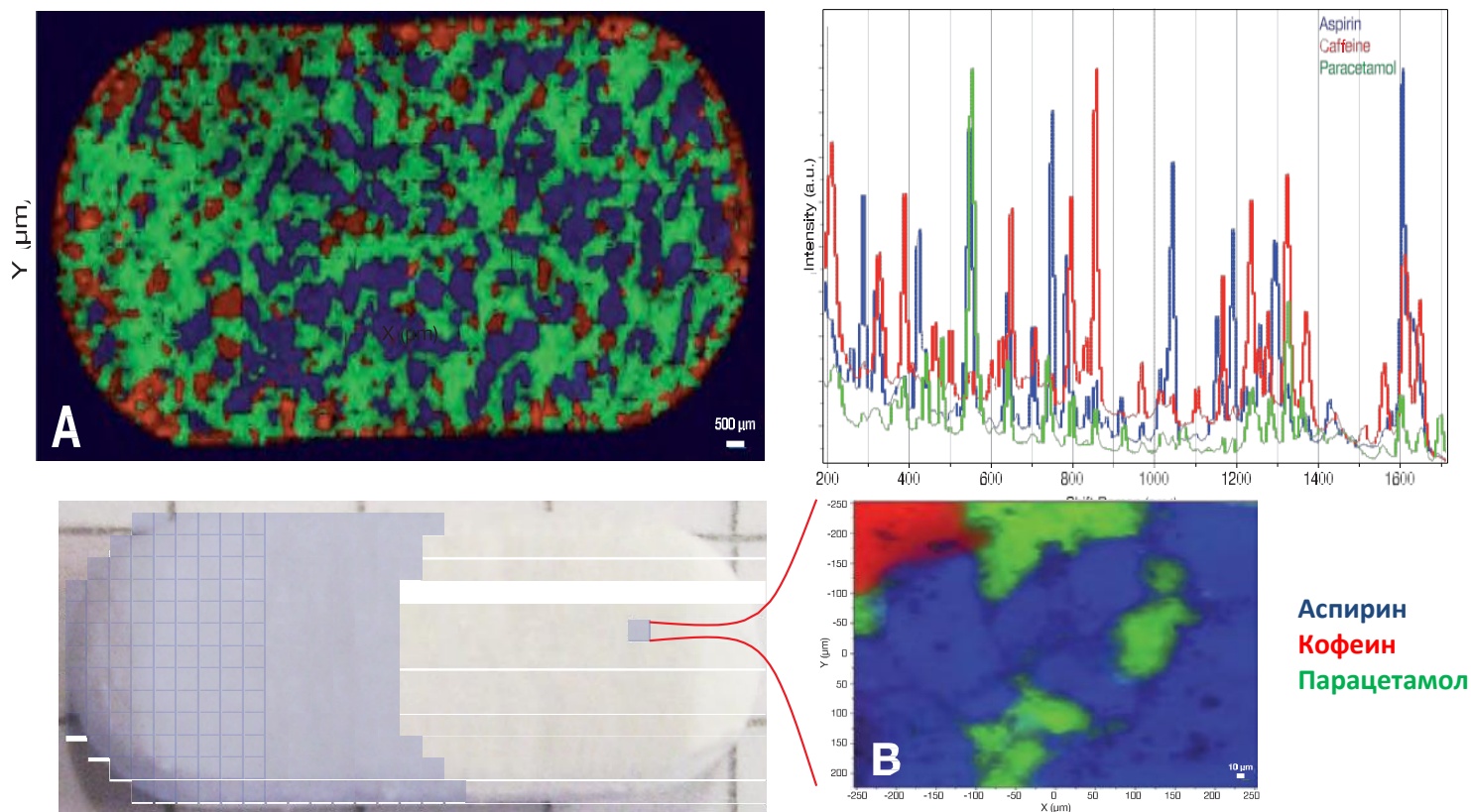


Рис. 6: Рамановские карты фармацевтической таблетки

(А) Макро-картирование, 8240 макро-точек, время съемки 400 сек (пилюля полностью)

(Б) Пошаговое изображение интересующей области, 10000 точек, время съемки 13 минут (500 x 500 мкм).

Ссылки:

<http://www.horiba.com/scientific/products/raman-spectroscopy/raman-imaging/duoscan/>

<http://www.horiba.com/scientific/products/raman-spectroscopy/raman-imaging/duoscan/duoscan-application-examples/>



АО «Найтек Инструментс» – эксклюзивный дистрибьютор HORIBA Scientific в России и странах СНГ

Тел./факс +7 (495) 661 0681
nytek@nytek.ru, www.nytek.ru