

ИНСТРУМЕНТАРИЙ

1. Какие типы эллипсометров наиболее распространены?

Наиболее распространены четыре типа эллипсометров:

- 1) эллипсометр с вращающимся компенсатором,
- 2) эллипсометр с вращающимся анализатором,
- 3) эллипсометр с фазовой модуляцией,
- 4) эллипсометр с жидкокристаллическим фазовым модулятором.

Различие заключается в способе введения заданного фазового сдвига. Например, в системе с вращающимся компенсатором фазовый сдвиг вводится путем добавления вращающегося компенсатора непосредственно перед образцом, в то время как для эллипсометра с фазовой модуляцией фазовый сдвиг вводится с помощью фотоупругого модулятора, помещенного после образца. HORIBA Scientific специализируется на эллипсометрах с фазовой модуляцией и с ЖК фазовой модуляцией.

2. Какие типы эллипсометров производит HORIBA?

HORIBA Scientific производит фазово-модулированные эллипсометры. В настоящее время предлагается два сканирующих прибора, в состав которых входит фотоупругий модулятор (UVISEL и UVISEL 2) и два прибора на основе CCD, которые содержат ЖК-модулятор (Auto SE и Smart SE). Отличительной особенностью моделей UVISEL и UVISEL 2 является высокое спектральное разрешение, точность и чувствительность. Модели Smart SE и Auto SE разработаны для быстрых, удобных, высокопроизводительных измерений.



UVISEL



UVISEL 2



Smart SE



Auto SE

3. Каковы преимущества эллипсометрии с фазовой модуляцией?

Эллипсометрия с фазовой модуляцией обеспечивает превосходную точность измерений параметра Δ , что дает высокую чувствительность при исследовании сверхтонких пленок на прозрачных подложках. Также здесь не используются подвижные элементы, что снижает чувствительность к механическим шумам и повышает точность и стабильность сигнала. Эллипсометр с фазовой модуляцией может перекрыть широкий спектральный диапазон от 190 нм до 2100 нм с высокой частотой модуляции поляризации 50 кГц, в то время как для систем с вращающимися элементами частота модуляции ограничена несколькими сотнями герц. Такая высокая частота модуляции позволяет проводить быстрые измерения с непревзойденным отношением сигнал/шум. Кроме того, эллипсометр с фазовой модуляцией обеспечивает измерение ψ и Δ на всем диапазоне (ψ от 0° до 90° и Δ от 0° до 360°).

4. В чем преимущество измерения на различных длинах волн, а не на одной, как в случае лазерной эллипсометрии?

Лазерные эллипсометры измеряют ψ и Δ только на одной длине волны, соответственно они могут определить свойства образца, такие как толщина прозрачного слоя и показатель преломления только на длине волны лазера. Если слой является полупрозрачным, то абсорбция не может быть определена. В тоже время, спектральный эллипсометр измеряет ψ и Δ на каждой длине волны, в результате чего получается точное измерение толщины и оптических свойств во всем спектральном диапазоне. Лазерный эллипсометр также не может быть использован для определения толщины пленок в многослойном образце, тогда как спектральная эллипсометрия хорошо подходит для этого. Еще одна проблема лазерной эллипсометрии заключается в том, что ψ и Δ на одной длине волны могут соответствовать нескольким толщинам, что затрудняет правильное определение толщины.

5. Какие дополнительные преимущества дает совместное использование системы видеонаблюдения и микропятен?

Запатентованная система видеонаблюдения, используемая на Auto SE, Smart SE и UVISEL 2, дает четкую визуализацию практически на любой поверхности. Микропятно помогает уменьшить диаметр входящего светового луча для измерения малых участков на структурированных образцах. При совместном использовании система наблюдения позволяет пользователю видеть, в каком именно месте пятно попадает на образец, что необходимо для проведения точных измерений.

6. Зачем нужно микропятно?

Микропятна очень полезны для образцов с нанесенным рисунком или гетерогенных образцов, небольшие участки которых могут состоять из различных материалов. Применение микропятна позволяет точно измерять малые участки структурированного образца без перекрытия с другими областями.

7. Сколько размеров пятна доступно в одном приборе и насколько легко можно переключать их?

Эллипсометры HORIBA предлагают до 8 программно выбираемых размеров пятна. У оператора нет необходимости вручную переключать волокно или оптику; после смены размера пятна не требуется перенастройка или калибровка.

8. Каков минимальный доступный размер микропятна?

Это зависит от модели прибора. В настоящее время, наименьшее пятно, доступное на Auto SE равняется 25 мкм. Наименьшее пятно для UVISEL составляет 80 мкм, а наименьшее пятно для UVISEL 2 составляет 35 мкм.

9. Как мне узнать, какой размер пятна выбрать?

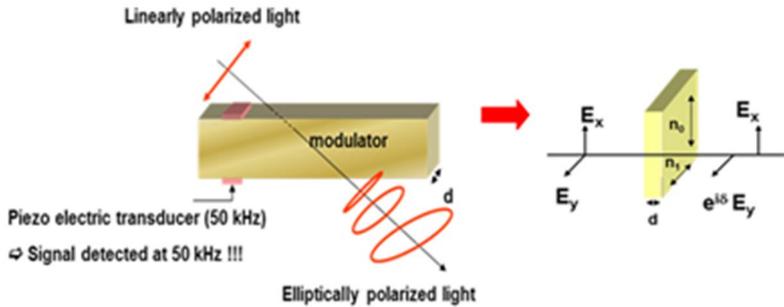
Нужно использовать наибольший размер пятна, подходящий для измеряемой структуры, чтобы максимизировать интенсивность света и увеличить сигнал.

10. В чем разница между системами на основе ПЗС матрицы и системами с монохроматором и ФЭУ?

Система на основе ПЗС матрицы измеряет все длины волн одновременно, в то время как система на основе монохроматора и ФЭУ представляет собой сканирующую систему, последовательно измеряющую одну длину волны в единицу времени. Преимуществом систем на основе ПЗС матрицы является быстрое получение данных, в то время как системы с монохроматором и ФЭУ обеспечивают измерения с существенно более высокой точностью, чувствительностью и спектральным разрешением. Система на основе ПЗС матрицы вносит шум в измерения, так как для всех длин волн установлено одинаковое усиление. В системе на основе монохроматора устанавливается отдельный коэффициент усиления для каждой длины волны, что приводит к увеличению сигнала и снижению шума.

11. Как работает фотоупругий модулятор?

Фотоупругий модулятор представляет собой брусок SiO_2 , который проявляет изотропное поведение в отсутствие механического напряжения. Если с помощью пьезоэлектрического преобразователя приложить к нему механическое воздействие, брусок становится двулучепреломляющим. Это означает, что брусок имеет различные оптические свойства в различных направлениях, или, говоря иначе, что свет распространяется быстрее вдоль одной оси, чем вдоль другой. Из-за разницы фазовых скоростей и получается модуляция.



12. Каковы основные преимущества эллипсометров с фазовой модуляцией UVISEL / UVISEL 2?

Система UVISEL не имеет движущихся оптических компонентов, что делает измерения точными и стабильными. Она обеспечивает превосходную точность измерения Δ , с очень большой скоростью сбора данных (~ 1 мс на точку), отличную повторяемость. Высокая скорость модуляции поляризации приводит к непревзойденному отношению сигнал/шум. Также эта система может измерять ψ и Δ во всем диапазоне. Поскольку система UVISEL является сканирующей системой, она обеспечивает более высокое спектральное разрешение по сравнению с системами на ПЗС основе, но полное измерение (в зависимости от диапазона длин волн и шага) может занять больше времени, чем для системы с ПЗС.

13. Каковы основные преимущества эллипсометров Auto SE и Smart SE с ЖК фазовыми модуляторами?

Системы Auto SE и Smart SE также не имеют движущихся компонентов, что приводит к стабильному сигналу, и они также обеспечивают очень быстрые измерения во всем спектральном диапазоне. Системы Auto SE и Smart SE поставляются с дополнительным модулем к пакету DeltaPsi 2, который имеет понятный графический интерфейс пользователя (GUI). Этот программный модуль предназначен для простого и быстрого проведения рутинных измерений и может быть весьма полезным для QA/QC приложений.