

В комбинации рентгенофлуоресцентного приборного комплекса FISCHERSCOPE X-Ray XDVM-W с вычислительным программным продуктом WinFTM, разработанных немецкой компанией “Хельмут Фишер”, электронная промышленность имеет теперь эффективную систему для высокоточных измерений нанометровой толщины разнообразных многослойных покрытий на печатных платах, кремниевых и керамических подложках.

Тонкие покрытия из золота, палладия, никеля, хром-ванадия и других металлов на основаниях из различных материалов широко используются для реализации многочисленных функций в электронике. Подобные покрытия, например в виде межсоединений, обеспечивают высокую плотность упаковки устройств памяти на кремниевых или керамических подложках.

Однако, чтобы эти системы покрытий надежно выполняли требуемые функции, толщина каждого слоя многослойной структуры должна быть неизменной при значениях всего лишь в несколько нанометров. Для обеспечения заданной толщины такого рода покрытий на кремниевых и керамических подложках, а также и печатных платах, необходимо проводить тестирование покрытий в процессе их нанесения. Требуемые в этом случае измерительные средства должны обеспечивать быстрые и надежные измерения разнообразных многослойных структур на подложках из различных материалов. Для этих целей более всего пригодны измерительные приборы, использующие метод рентгеновской флуоресценции. Однако до сих пор в применении этих инструментов встречались трудности, связанные с тем, что бромистые соединения, имеющиеся в печатных платах, и многие химические элементы, содержащиеся в керамических подложках, оказывают влияние на результаты измерения.

Сегодня благодаря новому рентгенофлуоресцентному измерительному комплексу FISCHERSCOPE X-Ray XDVM-W стало возможным измерение толщины многослойных покрытий на печатных платах, кремниевых и керамических подложках с высокой степенью точности и достоверностью. Комплекс включает рентгеновский измерительный блок, персональный компьютер, управляющий измерительным блоком и обрабатывающий полученные рентгенофлуоресцентные сигналы, а также принтер для распечатки данных тестирования (рис. 1).

Для измерения толщины покрытий на кремниевых пластинах в автоматическом режиме предназначена специальная модификация нового измерительного комплекса (рис. 2). В нем пластины с помощью системы манипуляторов подаются в измерительную камеру и позиционируются на программируемом координатном столе. Вслед за этим автоматически включается процедура измерений, в ходе которой происходит измерение толщины покрытий в нескольких, заранее запрограммированных местах на пластине. Показатели измерений отображаются на экране монитора и сохраняются в памяти компьютера для последующей их распечатки и обработки.

Ниболее важная особенность измерительной системы FISCHERSCOPE X-Ray XDVM-W – возможность коррекции параметров первичного спектра путем установки исходного напряжения номиналом в 30, 40 и 50 В. Например, при измерении очень тонкого покрытия, состоящего из однородных химических элементов с низкой энергией возбуждения, требуется первичное рентгеновское излучение небольшой энергии, что обеспечивается исходным напряжением наименьшего номинала. Кроме



Рис. 1. Измерительный комплекс FISCHERSCOPE X-Ray XDVM-W

того, первичное рентгеновское излучение может быть подвергнуто фильтрации путем прохождения, например, через тонкую никелевую фольгу. Эта процедура позволяет осуществлять более точную корректировку интенсивности и энергетической структуры первичного рентгеновского излучения в соответствии с конкретным измерением. В результате такой корректировки при тестировании, например покрытий на керамике, удастся избежать влияния элементов подложки на результаты измерений.

Следующее достоинство новой измерительной системы – целевое высокоэффективное программное обеспечение, разработанное в компании наиболее опытными специалистами в области измерений. Преимущество этого программного продукта – WinFTM – особенно проявляются при измерениях сложных тонких систем покрытий на печатных платах. В результирующем измерительном спектре тестируемого покрытия программа автоматически устраняет помеховое воздействие соединений брома, содержащихся в материале подложки. Без каких-либо дополнительных



Рис. 2. Модификация измерительного комплекса FISCHERSCOPE X-Ray XDVM-W для измерения толщины покрытий на кремниевых пластинах

усилий программа определяет толщину слоев многослойной структуры покрытия.

Кроме того, данная система способна проводить измерения без использования шаблонов, то есть без калибровочных стандартов. При настройке системы для новой процедуры измерений в установочном меню необходимо лишь указать число слоев покрытия и названия элементов, образующих каждый из этих слоев. Программный продукт WinFTM содержит обширную библиотеку спектров различных элементов и систем покрытий. В случае тестирования неизвестной системы покрытия математический аппарат, используемый в программе WinFTM, для оценки спектра системы автоматически подключает библиотеку спектров элементов и с высокой точностью определяет толщину слоев покрытия. Программа позволяет тестировать даже те покрытия, спектры элементов которых отсутствуют в библиотеке, используя для этого метод спектральной интерполяции. Бескалибровочный процесс вычисления толщины покрытия опирается на физические законы, которыми описываются явления возбуждения атомов химических элементов под воздействием рентгеновского облучения. Особую сложность при этом представляет точное теоретическое описание эффекта перекрестного возбуждения у материалов с близкими значениями энергии возбуждения.

Один из простейших случаев измерения представляет рентгеновский спектр слоя хрома толщиной 50–100 нм, нанесенного на кремниевую пластину (рис. 3). Шумовой сигнал образовался в результате рассеяния первичного рентгеновского излучения в кремниевой подложке. В данном примере спектр достаточно велик, поэтому его оценить просто. В более сложных случаях интенсивность полезного спектра может быть лишь ненамного больше шумового спектра. При этом для точного определения толщины покрытия возникает необходимость в использовании высокоэффективного программного продукта WinFTM.

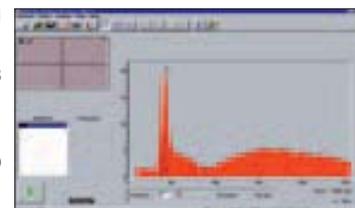


Рис. 3. Рентгеновский спектр слоя хрома толщиной 100 нм на кремниевой пластине