

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ФИНИШНОГО ПОКРЫТИЯ

Исследовалось использование коэффициента отражения света для измерения покрытия OSP на печатных платах. На его основе разработан прибор, который проводит точные и воспроизводимые измерения толщины и целостности OSP.

Среди основных финишных покрытий печатных плат ведущее положение занимает органическое покрытие (Organic Solderability Preservative – OSP). Оно обладает отличной паяемостью, применимостью в бессвинцовой технологии, простотой обработки и низкой стоимостью. Покрытие OSP в основном состоит из металлоорганического полимера с проникшими в него во время процесса нанесения молекулами жирных кислот и азолей. Наносится OSP на медный слой платы; прозрачен во всем видимом диапазоне света; типичный диапазон толщины от 0,1 до 0,6 мкм.

К проблеме измерения толщины покрытия OSP компания Oxford Instruments адаптировала обычный коэффициент отражения света. В отличие от других способов измерения толщины OSP измерение коэффициента отражения является полностью неразрушающим методом. Малая площадь зондов гарантирует, что для анализа можно выбрать отдельные области платы. Двумерное отображение толщины покрытия помогает проверять целостность и качество пленки OSP. Количественные данные о покрытии OSP могут собираться в любой момент в течение жизненного цикла печатной платы, а вредные эффекты, обусловленные этапами производства и старением пленки OSP, определяются без особого труда.

Определение толщины OSP требуется на всех этапах жизненного цикла печатных плат. Если покрытие слишком тонкое, то ограничивается срок хранения продукции, а покрытие не будет выдерживать процесс расплавления припоя. Если же покрытие слишком толстое, его нельзя полностью удалить при нанесении флюса перед монтажом компонентов на пла-

ту. Оба случая могут привести к проблемам паяемости, связанным с механической непрочностью или плохими электрическими контактами.

ПРИНЦИП ИЗМЕРЕНИЯ

Коэффициент отражения света позволяет определять тонкопленочные характеристики путем анализа интерференции спектров, наблюдаемой при отражении света в оптическом диапазоне (420–665 нм в данном случае) от образца. Для покрытия OSP на плате свет, отраженный от интерфейса воздух/OSP и интерфейса OSP/Cu, обладает разностью фаз, в результате которой создаются колебания интенсивности света по всему диапазону длин волн. Отражения, которые находятся в фазе, приводят к интерференции с усилением (высокая интенсивность), а те, что не в фазе, ведут к интерференции с ослаблением (низкая интенсивность), и между этими границами существует непрерывный спектр возможных разностей фаз. Колебание интенсивности света зависит от длины волны света, толщины OSP и физических свойств покрытия. Благодаря анализу частоты и амплитуды этих колебаний

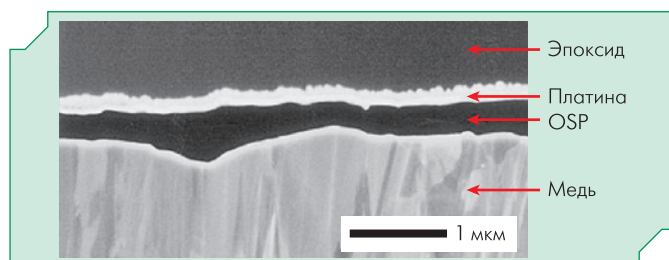


Рис. 1 Поперечное сечение покрытия OSP на РЭМ

интенсивности может быть определена толщина покрытия OSP во многом тем же способом, каким оценивается толщина пленки на обычном эллипсометре.

Макроскопические измерения спектральной отражательной способности OSP могут быть затруднены неравномерным распределением толщины OSP, областями окисления меди, загрязняющими частицами на поверхности OSP (пыль, например) или излишней шероховатостью основания платы. Каждый из этих факторов может воздействовать на качество отраженного сигнала диффузным рассеянием света. Эти недостатки были преодолены в разработанном компанией Oxford Instruments приборе использованием матрицы детекторов, которая выполняла одновременное наблюдение множества микроскопических (1×1 мкм) областей. В результате создавалась двумерная карта распределения толщины OSP по площади 325×325 мкм, содержащей тысячи пикселей размером 1 мкм^2 .

Прибор на основе коэффициента отражения применяется для неразрушающего измерения толщины покрытия OSP в диапазоне $0,02\text{--}5$ мкм. Анализ использует фундаментальные параметры без применения калибрационных стандартов. Малый размер наблюдаемых участков (от 1×1 до 325×325 мкм) позволяет анализировать индивидуальные свойства плат. Преимущество использования коэффициента отражения света перед другими методами в том, что толщина OSP может быть измерена непосредственно с высокой точностью на своем месте в производстве печатных плат. Множество измерений на различных стадиях жизненного цикла платы позволяет



Рис.2 Выбор участка покрытия OSP для измерения толщины

отслеживать нежелательные эффекты, обусловленные технологией и старением покрытия OSP.

РАБОТА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА

С помощью прибора, использующего коэффициент отражения света, была исследована серия медных купонов, покрытых OSP. Цель состояла в измерении среднего значения толщины покрытия и сравнении его с величинами, оцененными на растровом электронном микроскопе (РЭМ). Между значениями, полученными этими двумя способами, оказалась абсолютно линейная связь.

Покрытие OSP можно непосредственно наблюдать с помощью электронной микроскопии (рис.1). Слой платины осажден на OSP для увеличения контраста в РЭМ. Образец разрезан с помощью сфокусированного ионного луча. Сравнение средней толщины покрытия образцов, измеренной на основе коэффициента отражения, с оценками средней толщины, полученными на РЭМ, показывает хорошее согласование данных при 9% разницы во всех случаях. Однако следует иметь в виду, что метод РЭМ оценивает толщину покрытия с помощью изображения, ширина которого соответствует только четырем пикселям изображения от прибора коэффициента отражения, в то время как сам прибор измеряет толщину покрытия, основываясь на тысячах пикселей размером в 1 мкм^2 .

Воспроизводимость результатов измерения оценивалась повторяющимися 20 раз измерениями на одной и той же площади $70 \times 70 \text{ мкм}$ покрытия OSP образца. Среднее значение толщины покрытия по 20 измерениям составило $0,423 \text{ мкм}$ при девиации $0,004 \text{ мкм}$. Таким образом, прибор, основанный на коэффициенте отражения света, обеспечивает воспроизводимость результатов менее 1% при определении среднего значения толщины OSP.

Кроме того, прибор может создавать двумерную карту распределения толщины с помощью двумерной матрицы детекторов. С помощью разработанного прибора проводились неразрушающие измерения толщины покрытия в местах, выбираемых оператором (рис.2). В изображении разработанного прибора толщина покрытия представлена в синей гамме цветов. При этом более толстые участки имеют темно-синий цвет, а более тонким участкам соответствует светло-голубой цвет.

Карта толщины предоставляет визуальную информацию, весьма полезную для локализации дефектов в покрытии. Средняя толщина покрытия OSP в дефектных областях составляет около $0,12 \text{ мкм}$, и это позволяет определить их местоположение по более светлому синему цвету. Следует отметить, что такая толщина, однако, достаточна, чтобы пройти любую процедуру отбраковки по качеству. 