

УДК 53.086

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ФОТОННОЙ ЭМИССИИ ПРИ АНАЛИЗЕ ОТКАЗОВ ИЗДЕЛИЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ТЕХНИКИ

Д. т. н. В. А. Пилипенко, В. А. Солодуха, к. ф.-м. н. А. Н. Петлицкий,
С. В. Шведов, к. т. н. Т. В. Петлицкая, В. А. Филипена

Филиал НТЦ «Белмикросистемы» ОАО «ИНТЕГРАЛ» —
управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ»
Беларусь, г. Минск
office@bms.by

Представлены результаты анализа отказов изделий электронной техники с помощью метода фотонной эмиссии. Вместо специализированного эмиссионного микроскопа использован оптический микроскоп с оптикой, пропускающей излучение в диапазоне от ультрафиолетового до ближнего инфракрасного, и с фотокамерой, чувствительной в этом же диапазоне.

Ключевые слова: интегральная микросхема, отказ микросхемы, пробой $p-n$ -переходов, фотонная эмиссия, оптический микроскоп, цифровая камера.

Проведение анализа отказов интегральных микросхем актуально на разных стадиях их разработки и изготовления. При этом одной из важных проблем является локализация дефектных областей отказавших изделий. Наиболее распространенным способом локализации дефектных мест является последовательная электрическая изоляция отдельных элементов схемы и исследование их электрических характеристик. Такой способ оказывается достаточно затратным по времени и не всегда может гарантировать качественную электрическую изоляцию элементов, в особенности для схем с более чем одним уровнем металлизации или с малыми проектными нормами. Поэтому возникла потребность в методе точной и быстрой локализации дефектных областей.

Одним из таких методов стал метод фотонной эмиссионной микроскопии. В настоящее время выпускается ряд специализированных эмиссионных микроскопов. Нами же для этих целей были использованы оптические микроскопы Nikon Eclipse 200N с оптикой, пропускающей излучение в диапазоне от ультрафиолетового до ближнего инфракрасного, и с фотокамерой Nikon DsFi2, чувствительной в этом же диапазоне.

Метод фотонной эмиссии основан на регистрации излучения, испускаемого элементами интегральных микросхем на кремнии при подаче на них рабочего напряжения. Эмиссия фотонов возникает в основном за счет избыточной рекомбинации электронов и дырок. Для непрямозонных полупроводников, к которым относится и кремний, излучательная рекомбинация происходит с генерацией или поглощением фононов.

Наиболее интенсивное излучение наблюдается в областях генерации горячих носителей заряда, дефектов или лавинного пробоя $p-n$ -переходов, электростатического пробоя, в областях «защелки», пробоя диэлектрика.

Как правило, регистрация слабого излучения от дефектных областей требует длительной выдержки фотокамеры и отсутствия светового облучения исследуемого образца, а полученное фотоэмиссионное изображение дефектных областей накладывается на микрофотографию той же области, полученную на микроскопе при обычных условиях освещения. Это усложняет процедуру нахождения соответствия дефектных областей топологическому рисунку микросхемы. В наших же экспериментах было использовано достаточно слабое рассеянное освещение образцов для одновременного получения изображения топологического рисунка и дефектных излучающих областей.

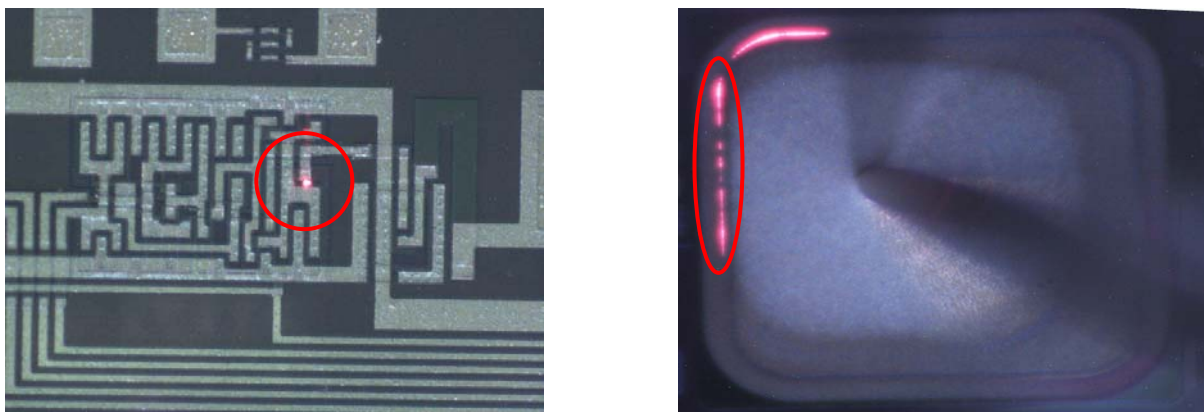


Фото поверхности интегральной микросхемы (слева) и поверхности диода Шоттки (справа) (локализованные места отказа обведены)

На рисунке слева представлена фотография интегральной микросхемы с выявленным проблемным участком. Светящаяся точка на поверхности микросхемы указывает на высокие токи утечки в элементе конструкции микросхемы, а также и на его возможное предпробойное состояние. На рисунке справа представлено фото диода Шоттки с выявленными местами утечек.

Описанный метод позволяет проводить анализ рабочего состояния как микросхем, так и дискретных диодов и транзисторов, точно и быстро локализовать дефектные области.

V. A. Pilipenko, V. A. Solodukha, A. N. Petlitskiy, S. V. Shvedov, T. V. Petlitskiy, V. A. Filipenia

The use of photonic emission in product failure analysis of semiconductor devices.

The authors present results of failure analysis of electronic devices using the method of photon emission. Instead of specialized emission microscope, an optical microscope was used, its optics transmitting radiation in the range from ultraviolet to near-infrared, and with a camera that is sensitive in the same range.

Keywords: *integrated circuit, chip failure, breakdown of p-n-junctions, photon emission, optical microscope, digital camera.*