

## Метод контроля качества полупроводниковых интегральных устройств и его практическое применение

Номоконова Н.Н.

Предлагается обсудить проблему выбора высоконадежных полупроводниковых интегральных электронных устройств.

Один из подходов к проблеме – метод поиска информативных параметров, пригодных для определения индивидуальных технических свойств указанных устройств и его практическое применение к устройствам SMD-технологии (технологии монтажа на поверхность). Ядром метода является «двухуровневая» модель информативных параметров.

Прежде всего, необходимо выбрать информативные параметры (ИП) первого уровня – реальные параметры электрической природы. Основными условиями и ограничениями при выборе ИП первого уровня являются: использование только неразрушающих методов контроля, возможность оценки технического состояния устройств по мгновенным значениям информативных параметров, инвариантность относительно технологии и функционального назначения объекта контроля (ОК), возможность по числовым величинам ИП различать ОК в смысле уровня дефектности. Определен принцип оптимальности, за который предложено принять определение идеального информативного параметра, т.е. параметра, принимающий одно значение (например, 0), если ОК потенциально ненадежен, и другое значение (например, 1), если ОК надежен.

Реальные ИП первого уровня обладают рядом отрицательных свойств, главные из которых – зависимость от режимов измерений и от условий внешней среды.

ИП второго уровня формируется на основе выполнения условия об обеспечении ослабления отрицательных свойств ИП первого уровня. В работе предлагается использовать сами “отрицательные” свойства в качестве ИП, например, если параметр сильно зависит от температуры окружающей среды, то в качестве информативной характеристики второго уровня можно выбрать изменения ИП первого уровня под воздействием температурных нагрузок на ОК.

ИП первого уровня могут также зависеть, например, от частоты тестовых воздействий и от электрических режимов. При этом в качестве ИП второго уровня можно рассматривать характер зависимости ИП первого уровня от частоты или других режимов контроля.

Таким образом, параметры второго уровня отражают зависимости ИП первого уровня от приложенных к ОК внешних нагрузок, вызванных условиями измерения или внешними случайными воздействиями в условиях эксплуатации.

Для проверки и подтверждения представленных теоретических результатов был разработан информационно-измерительный комплекс. В качестве ИП первого уровня использовались критическое питающее напряжение (КПН) – минимальное напряжение питания, при котором ОК сохраняет функциональную работоспособность.

### *Практическое применение метода к устройствам SMD-технологии*

Во-первых, компоненты для поверхностного монтажа выдерживают высокие температуры, что дает возможность применять более мощные тестовые воздействия. Во-вторых, уже в ходе сборки устройство в целом претерпевает серьезный тепловой удар при пайке в конвекционной или инфракрасной печи, последствия которого могут служить информативными параметрами для контроля. Естественно, при этом надо иметь информацию о реальных параметрах компонентов до сборки. Применительно к использованию КПН информативным будет прежде всего изменение этого параметра, происшедшее вследствие теплового удара. Кроме того, информативными являются и гистерезисные явления в температурных зависимостях ИП первого уровня при термоциклировании. В нашем случае в качестве ИП второго уровня термодинамической природы используется площадь петли гистерезиса зависимости КПН каждой ИС, составляющих ОК, от напряжения на одном из прямосмещенных *p-n* пере-

ходов, содержащемся в этой ИС (последний параметр пропорционален температуре кристалла).

Теоретические и практические результаты, полученные с использованием предложенного метода, позволяют в качестве ИП первого и второго уровня использовать и другие параметры, что, конечно, потребует создания других аппаратных средств.