

соединениям вида параллельное и последовательное, при этом считая, что вероятности безотказной работы отдельных элементов носят экспоненциальный характер.

Характеристики надежности необходимого варианта системы не всегда удовлетворяют предъявляемым требованиям, что вынуждает изыскивать способы повышения надежности разрабатываемой РЭС. Проблема повышения надежности должна решаться, в первую очередь, на основе разработки и применения высоконадежных элементов, из которых строится аппаратура.

Как показывает опыт, этот путь повышения надежности не всегда позволяет создавать высоконадежные РЭС. Необходимая надежность сложных систем может быть достигнута только при использовании различных видов резервирования. Данный вопрос будет рассмотрен в следующей работе.

УДК 658.5+621.382

КОНТРОЛЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ СКВОЗНОГО МЕТАЛЛИЗИРОВАННОГО ОТВЕРСТИЯ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

М.В. Гурьянов

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

На измерении сопротивления сквозного металлизированного отверстия основан неразрушающий контроль толщины металлизации в этом отверстии. В зависимости от геометрии отверстия и толщины слоя меди сопротивление будет меняться. Такие дефекты, как раковины, трещины или места с тонким покрытием, могут стать причиной повышения сопротивления по сравнению со значением, рассчитанным теоретически для конкретного отверстия. Расчет сопротивления отверстия проводят по формуле (1):

$$R=(\rho T)/(3,14 \cdot Dt), \quad (1)$$

где R – сопротивление, Ом;
 T – толщина печатной платы, мм;
 D – диаметр просверленного отверстия, мм;
 t – толщина меди в отверстии, мм;
 ρ – проводимость меди.

Когда известны значения D , T и R , можно рассчитать истинную толщину меди в отверстии t по формуле (2):

$$t=(\rho T)/(3,14 \cdot DR). \quad (2)$$

При этом принимают, что проводимость меди равна 100%.

В качестве образцов для испытаний применяют двусторонние или многослойные печатные платы толщиной до 9,5 мм со сквозными металлизированными отверстиями любого диаметра.

При тестировании сквозных металлизированных отверстий на двусторонних и многослойных печатных платах измерение сопротивления металлизации должно проводиться только в отверстиях и не должно затрагивать подсоединенный проводящий рисунок, когда в испытуемом отверстии присутствуют выводы от проводников. В этом случае по возможности выбирают параллельную схему, состоящую, как минимум, из двух отверстий, находящихся на отрезке 6,5 мм.

Для контроля применяют следующие средства:

- прибор, измеряющий сопротивление в микроомах по четырехзондовому методу. Для зондов применяют натяжное приспособление, которое обеспечивает надежный контакт зондов с металлизированным отверстием;
- вольтметр;
- трансформатор;
- источник постоянного тока.

Оборудование должно быть откалибровано для обеспечения адекватной проверки отверстий. Постоянное воспроизведение показаний для считывания подтверждает, что зонды имеют хороший контакт с металлом отверстия.

Оценку сопротивления сквозных металлизированных отверстий проводят при комнатной температуре, при этом испытуемая печатная плата должна быть предварительно выдержана при этой температуре в течение 1 ч. При испытании измерительный ток не должен быть более 0,1 А. Суммарная погрешность измерения не должна превышать 5%.

Показания, считываемые с прибора, необходимо сравнить с кривыми калибрования, при этом, чтобы исключить ошибки, исполнитель должен сам снять калибровочные кривые "сопротивление толщина меди", контролируя толщину меди по микрошлифам. Следует учесть, что покрытия для пайки (сплав олово-свинец, золото и др.) могут исказить результаты из-за отличия сопротивления этих покрытий от сопротивления меди.

Контроль сопротивления межслойного соединения осуществляют на границе отверстие/контактная площадка. Измерения проводят на участках готовых печатных плат или на тесткупонах.

Измерения проводят аналогично, по четырехзондовому методу. При этом сопротивление измеряют между двумя выбранными отверстиями. Контакт прибора с отверстиями осуществляют с помощью щупов, а также путем впаивания в отверстия соединительных проводников.