

Содержание

ЧАСТЬ 7. ТЕСТИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ	1026
Глава 36. Тестирование печатных плат. Основные цели и определения	1026
36.1. Введение	1026
36.2. Влияние плат HDI	1026
36.3. Зачем нужны испытания?	1028
36.4. Виды брака печатных плат	1032
Глава 37. Методы испытаний печатных плат	1036
37.1. Введение	1036
37.2. Неэлектрические методы испытаний	1036
37.3. Основные методы электрических испытаний	1037
37.4. Специальные методы электрических испытаний	1047
37.5. Подготовка данных и испытательного оборудования (адаптеров)	1053
37.6. Комбинированные методы испытаний	1062
Глава 38. Оборудование для испытаний печатных плат	1064
38.1. Введение	1064
38.2. Виды тест-систем	1064
38.3. Универсальные матричные системы	1067
38.4. Тест-системы с летающими зондами	1084
38.5. Верификация результатов испытаний и ремонт	1089
38.6. Планирование и управление отделом испытаний	1091
Глава 39. Специальные методы испытаний печатных плат с высокой плотностью проводящего рисунка	1094
39.1. Введение	1094
39.2. Адаптеры с большой плотностью наводящихся зондов	1095
39.3. Адаптеры с гибкими зондами	1096
39.4. Летающие зонды	1097
39.5. Связанная (парная) пластина	1098
39.6. Закорачивающие пластины	1098
39.7. Адаптер из проводящей резины	1099
39.8. Оптический контроль	1100
39.9. Бесконтактные методы испытаний	1100
39.10. Комбинированные методы испытаний	1102
ЧАСТЬ 8. МОНТАЖ	1103
Глава 40. Процессы монтажа	1103
40.1. Введение	1103
40.2. Технология монтажа в сквозные отверстия	1106
40.3. Технология поверхностного монтажа	1121
40.4. Монтаж компонентов сложной формы	1158
40.5. Контроль процессов монтажа	1166
40.6. Выбор технологического оборудования	1176
40.7. Восстановление и доработка печатных плат	1180
40.8. Конформные покрытия, герметики и наполнители	1191
40.9. Благодарности	1194

Глава 41. Конформные покрытия	1195
41.1. Введение	1195
41.2. Виды конформных покрытий.....	1199
41.3. Подготовка печатных плат.....	1203
41.4. Нанесение покрытий.....	1204
41.5. Сушка, контроль и финишные операции	1208
41.6. Удаление и восстановление покрытий при ремонте и доработке печатных плат	1211
41.7. Проектирование конформных покрытий	1212
Литература	1216
ЧАСТЬ 9. ТЕХНОЛОГИИ ПАЙКИ	1217
Глава 42. Паяемость: методы входного контроля и испытания по балансу смачиваемости.....	1217
42.1. Введение	1217
42.2. Паяемость.....	1218
42.3. Испытание паяемости. Научный подход.....	1223
42.4. Влияние температуры на результаты испытаний.....	1229
42.5. Интерпретации результатов: испытания паяемости с использованием баланса смачивания.....	1230
42.6. Капельный метод испытаний	1233
42.7. Финишные поверхности печатных плат и испытание паяемости	1234
42.8. Паяемость компонентов	1242
Глава 43. Флюсы и отмывка.....	1247
43.1. Введение	1247
43.2. Процесс монтажа.....	1248
43.3. Финишные покрытия.....	1250
43.4. Паяльные флюсы.....	1252
43.5. Виды флюсов и процесс пайки	1254
43.6. Флюсы на основе канифоли.....	1255
43.7. Водорастворимые флюсы.....	1257
43.8. Флюсы с низким содержанием твердых веществ	1258
43.9. Вопросы отмывки	1259
43.10. Заключение	1263
Литература	1263
ЧАСТЬ 10. МАТЕРИАЛЫ И ПРОЦЕССЫ ПАЙКИ	1265
Глава 44. Основы пайки	1265
44.1. Введение	1265
44.2. Элементы паяного соединения	1267
44.3. Методы соединения металлов	1267
44.4. Припой	1268
44.5. Основы пайки	1269
Глава 45. Материалы для пайки и их металлургические свойства	1275
45.1. Введение	1275
45.2. Припой	1277
45.3. Припой и коррозия	1280

45.4. Бессвинцовые припои: поиск альтернатив и сложности	1281
45.5. Пригодные для припоев сплавы элементов, не содержащие свинца	1282
45.6. Покрытия поверхностей плат	1290
Литература	1302
Глава 46. Флюсы для пайки	1304
46.1. Введение: флюсы	1304
46.2. Активность и свойства флюса	1306
46.3. Флюс: идеальное против реального	1307
46.4. Типы флюсов	1308
46.5. Водосмываемые (водные) флюсы	1309
46.6. Несмываемые флюсы	1313
46.7. Прочие рекомендации по использованию флюса	1316
46.8. Среда пайки	1320
Литература	1325
Глава 47. Технология пайки	1327
47.1. Введение	1327
47.2. Методы групповой пайки	1327
47.3. Пайка оплавлением в печи	1328
47.4. Пайка волной припоя	1367
47.5. Дефекты пайки волной припоя	1385
47.6. Пайка оплавлением в паровой фазе	1388
47.7. Пайка лазерным оплавлением	1391
47.8. Инструментарий, копланарность и плотный контакт	1401
47.9. Дополнительные информационные источники	1405
47.10. Термокомпрессионная пайка	1405
47.11. Пайка горячим газом	1413
47.12. Ультразвуковая пайка	1414
Литература	1416
Глава 48. Ремонт и перепайка паяных соединений	1418
48.1. Вводная часть	1418
48.2. Ремонт методом пайки струей горячего газа	1418
48.3. Ручная пайка микроволной	1424
48.4. Автоматизированная пайка микроволной	1425
48.5. Пайка лазером	1426
48.6. Соображения по ремонту	1426
Литература	1428
ЧАСТЬ 11. НЕПАЯННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ	1429
Глава 49. Непаянные соединения, выполняемые запрессовкой	1429
49.1. Вводная часть	1429
49.2. Продвижение press-fit-технологии	1430
49.3. Геометрия типа compliant pin	1431
49.4. Важные факторы press-fit-технологии	1433
49.5. Материалы для press-fit-контактов	1434
49.6. Роль поверхностных покрытий	1435
49.7. Оборудование	1438
49.8. Технология сборки	1440

49.9. Режимы запрессовки	1441
49.10. Рекомендации по конструкции печатных плат и материально техническому обеспечению	1444
49.11. Рекомендации по технологии запрессовки	1445
49.12. Контроль и испытания.....	1447
49.13. Пайка и запрессовка штырьковых выводов	1448
Литература	1448
Глава 50. Межкомпонентные соединения LGA-компонентов	1449
50.1. Вводная часть.....	1449
50.2. Соединения LGA и экологические требования	1449
50.3. Элементы LGA-системы	1450
50.4. Сборка	1454
50.6. Замечания по конструкции платы	1458
Литература	1458
ЧАСТЬ 12. КАЧЕСТВО	1459
Глава 51. Контроль качества изготовления плат.....	1459
51.1. Введение	1459
51.2. Критерии особого качества и приемлемости по типам РСВ	1461
51.3. Методы подтверждения качества	1462
51.4. Формирование контрольной партии.....	1464
51.5. Категории проверок	1465
51.6. Приемлемость и качество после цикла(ов) имитируемой пайки ...	1466
51.7. ПП, не соответствующие требованиям, и функция комиссии по проверке качества материалов (MRB)	1468
51.8. Стоимость смонтированной РСВ.....	1469
51.9. Как разработать критерии качества	1469
51.10. Классы применения	1472
51.11. Критерии проверки	1472
51.12. Оценка надежности ускоренными испытаниями	1497
Глава 52. Критерии приемлемости печатных узлов.....	1500
52.1. Понимание требований заказчика	1500
52.2. Правильное обращение с печатными узлами.....	1509
52.3. Критерии качества креплений печатных узлов.....	1512
52.4. Требования к установке или размещению компонентов	1518
52.5. Требования к паяемости компонентов и печатной платы.....	1528
52.6. Дефекты припоя	1529
52.7. Требования к состоянию основания, чистоте и маркировке печатных узлов	1536
52.8. Покрытия печатных узлов	1539
52.9. Непаянные соединения проводов накруткой (WIRE WRAP)	1541
52.10. Модификации печатных узлов	1543
Литература	1545
Глава 53. Контроль сборки	1546
53.1. Введение	1546
53.2. Определения дефектов и отказов. Индикаторы процессов и потенциальные дефекты.....	1548
53.3. Причины осуществления производственного контроля	1550

53.4.	Влияние бессвинцового исполнения на процедуру контроля	1554
53.5.	Уменьшение габаритов и более высокий уровень сложности	1556
53.6.	Визуальный контроль.....	1557
53.7.	Автоматизированный контроль.....	1563
53.8.	Трехмерный автоматизированный контроль припойной пасты.....	1566
53.9.	АОИ перед оплавлением припоя	1568
53.10.	Автоматизированный контроль после оплавления.....	1571
53.11.	Внедрение систем контроля	1579
53.12.	Ожидаемые осложнения, связанные с системами контроля	1581
	Литература	1582
Глава 54.	Проектирование, обеспечивающее тестируемость	1583
54.1.	Вводная часть.....	1583
54.2.	Определения	1584
54.3.	Ситуационное проектирование, обеспечивающее тестопригодность	1585
54.4.	Структурное проектирование, обеспечивающее тестопригодность	1588
54.5.	Тестирование на основе стандартов.....	1589
	Литература	1598
Глава 55.	Тестирование смонтированных плат	1599
55.1.	Введение	1599
55.2.	Процесс тестирования.....	1601
55.3.	Определения	1603
55.4.	Методы тестирования	1609
55.5.	Методы внутрисхемного тестирования.....	1614
55.6.	Альтернативы типовым электрическим испытаниям	1621
55.7.	Сравнение испытательных устройств	1624
	Литература	1625
ЧАСТЬ 13. НАДЕЖНОСТЬ.....	1626	
Глава 56.	Образование проводящих анодных нитей.....	1626
56.1.	Введение	1626
56.2.	Понимание образования САФ	1626
56.3.	Электромеханическая миграция и образование САФ.....	1631
56.4.	Факторы, влияющие на образование САФ.....	1634
56.5.	Тестовый метод для САФ-устойчивых материалов	1637
56.6.	Учет производственных допусков	1637
	Литература	1638
Глава 57.	Надежность печатных узлов	1641
57.1.	Основные принципы надежности	1642
57.2.	Механизмы отказов печатных плат и их межсоединений.....	1645
57.3.	Влияние конструкции на надежность.....	1665
57.4.	Влияние на надежность условий производства печатных плат и печатных узлов	1667
57.5.	Влияние выбора материалов на надежность	1679
57.6.	Отбраковочные, приемочные испытания и ускоренные испытания надежности	1692
57.7.	Заключение	1704

Литература	1705
Дополнительная литература	1707
Глава 58. Надежность монтажа компонентов на печатных платах — влияние конструкций и бессвинцовых технологий	1708
58.1. Введение	1708
58.2. Проблемы компоновки	1709
58.3. Факторы влияния на надежность	1713
Литература	1747
Глава 59. Надежность компонентов печатной платы: оценка надежности паяных соединений и влияние бессвинцовых припоев	1750
59.1. Введение	1750
59.2. Термомеханическая надежность	1752
59.3. Механическая надежность	1774
59.4. Анализ методом конечных элементов (FEA)	1782
Литература	1794
ЧАСТЬ 14. ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ	1797
Глава 60. Минимизация и обработка промышленных отходов	1797
60.1. Предисловие	1797
60.2. Соблюдение установленных норм	1797
60.3. Основные источники и количество сточных вод на предприятиях по изготовлению печатных плат	1800
60.4. Минимизация отходов	1803
60.5. Методы предупреждения загрязнения	1804
60.6. Методы рециркуляции и восстановления	1813
60.7. Альтернативные методы обработки	1818
60.8. Системы химической очистки	1821
60.9. Преимущества и недостатки различных методов обработки	1826
ЧАСТЬ 15. ГИБКИЕ ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ	1828
Глава 61. Применение гибких плат и материалы	1828
61.1. Введение	1828
61.2. Применения гибких печатных плат	1831
61.3. Гибкие печатные платы высокой плотности	1832
61.4. Материалы для изготовления гибких плат	1834
61.5. Свойства материалов подложек	1836
61.6. Проводниковые материалы	1842
61.7. Фольгированные диэлектрики	1844
61.8. Материалы покрывного слоя	1851
61.9. Упрочняющие материалы	1857
61.10. Адгезивы	1858
61.11. Вопросы ограничения использования вредных веществ (ROHS)	1858
Глава 62. Проектирование гибких печатных плат	1860
62.1. Введение	1860
62.2. Методика проектирования	1860
62.3. Типы гибких печатных плат	1861
62.4. Конструкции, обеспечивающие гибкость	1873

62.5. Электрическая конструкция плат	1878
62.6. Конструирование для обеспечения высокой надежности.....	1878
62.7. Конструкция гибких плат, соответствующая требованиям ROHS	1880
Глава 63. Производство гибких плат	1881
63.1. Введение	1881
63.2. Специальные выпуски гибких печатных плат с высокой плотностью межсоединений (HDI)	1882
63.3. Элементы основного процесса	1883
63.4. Новые процессы для тонких проводников.....	1897
63.5. Покровные процессы	1907
63.6. Обработка поверхности.....	1914
63.7. Обработка контура	1916
63.8. Процессы жестких вставок	1918
63.9. Упаковка.....	1919
63.10. Производство «с рулона на рулон»	1919
63.11. Контроль размеров	1922
Глава 64. Соединения гибких плат	1927
64.1. Введение	1927
64.2. Выбор технологий соединения.....	1928
64.3. Постоянные соединения.....	1931
64.4. Полупостоянные соединения	1940
64.5. Разъемные соединения.....	1943
64.6. Соединения гибких печатных плат высокой плотности	1951
Глава 65. Многослойные гибкие и гибко-жесткие платы	1953
65.1. Введение	1953
65.2. Многослойные гибко-жесткие платы	1953
Глава 66. Специальные конструкции гибких плат	1965
66.1. Введение	1965
66.2. Конструкции микропроволочных выводов	1965
66.3. Автоматизированная сборка кристаллов на ленточном носителе	1973
66.4. Матрица микроконтактных выводов	1976
66.5. Толсто пленочные гибкие печатные платы	1979
66.6. Экранирование гибких кабелей	1981
66.7. Функциональные гибкие схемы	1982
Глава 67. Гарантия качества гибких схем	1983
67.1. Введение	1983
67.2. Основные принципы обеспечения качества гибких схем.....	1983
67.3. Автоматические оптические системы контроля	1985
67.4. Измерения размеров.....	1985
67.5. Электрические испытания	1986
67.6. Последовательность проверки.....	1988
67.7. Сырье.....	1988
67.8. Проверка элементов гибкой схемы.....	1989
67.9. Стандарты и спецификации для гибких схем	1993
Глоссарий	1995
Послесловие редактора.....	2009
Предметный указатель.....	2011