

Содержание

Введение	15
Глава 1.	
Электронные компоненты	17
1.1. Тенденции – постоянная интеграция.....	17
Конструкции корпусов микросхем	22
1.3. Непосредственный монтаж кристаллов на подложку	26
1.4. Микрокорпуса (CSP).....	29
1.5. Дискретные компоненты	32
1.6. Сопоставительная оценка компонентов	34
1.7. Покрытия компонентов под пайку.....	35
1.8. Материалы корпусов компонентов	37
1.9. Упаковка компонентов.....	38
1.10. Печатные платы.....	39
1.10.1. Требования к печатным платам.....	39
1.10.2. Материалы монтажных оснований	41
1.10.3. Металлизация отверстий.....	42
1.10.4. Покрытия под пайку.....	42
1.11. Заказчик и производитель.....	44
1.11.1. P-CAD или GERBER?	45
1.11.2. Рекомендации по конструированию печатных плат применительно к автоматизированной сборке	46
1.11.3. Оформление конструкторской документации	50
1.12. Заключение	51
Литература.....	52
Глава 2.	
Физико-химические основы монтажной пайки	53
2.1. Классификация способов нагрева	53
2.2. Процессы на границе раздела	53
2.2.1. Первая стадия – адсорбция.....	53
2.2.2. Вторая стадия – адгезия	55
2.2.3. Третья стадия – смачивание	55
2.2.4. Четвертая стадия – поверхностные реакции	56
2.2.5. Пятая стадия – сцепление	57
2.2.6. Стадии физико-химического процесса пайки	57
2.3. Процессы нагрева при пайке	58
2.3.1. Общие вопросы монтажной пайки	58
2.3.2. Пайка волной припоя.....	60
2.3.2.1. Технологические этапы процесса волновой пайки	60
2.3.2.2. Блок флюсования	61

2.3.2.3.	Предварительный нагрев	61
2.3.2.4.	Процесс пайки	61
2.3.2.5.	Охлаждение	62
2.3.2.6.	Особенности пайки волной припоя	62
2.3.3.	Инфракрасная пайка	63
2.3.4.	Конвекционный нагрев	67
2.3.5.	Конденсационная пайка	69
2.3.6.	Локальная пайка	71
2.3.6.1.	Пайка паяльниками	71
2.3.6.2.	Пайка горячим газом	72
2.3.6.3.	Пайка сопротивлением	74
2.3.6.4.	Лучевая пайка	75
2.3.6.5.	Лазерная пайка	76
2.4.	Выбор методов нагрева для монтажной пайки	78
2.5.	Типичные дефекты пайки	78
2.5.1.	«Холодные» пайки	78
2.5.2.	Растворение покрытий	81
2.5.3.	Отсутствие смачивания	81
2.5.4.	Растворение покрытий	84
2.5.5.	Интерметаллические соединения	85
2.5.6.	Эффект «надгробного камня»	86
2.5.7.	Сдвиг компонента	89
2.5.8.	Отток припоя	90
2.5.9.	Образование перемычек	92
2.5.10.	Отсутствие электрического контакта	93
2.5.10.1.	Эффект подушки	93
2.5.10.2.	Другие виды отсутствия электрического контакта	93
2.5.10.3.	Отслаивание галтели	94
2.5.11.	Образование шариков припоя	94
2.5.12.	Образование пустот	96
2.6.	Заключение	97
	Литература	98

Глава 3.

	Материалы для монтажной пайки	99
3.1.	Низкотемпературные припой	99
3.1.1.	Диаграмма сплавов олово-свинец	100
3.1.2.	Примеры других мягких припоев	102
3.1.3.	Загрязнения припоев	102
3.1.4.	Составы припоев	104
3.2.	Припой для бессвинцовой пайки	107
3.2.1.	Существо бессвинцовой пайки	107

3.2.2.	Бессвинцовые припои	107
3.2.3.	Финишные покрытия для бессвинцовой пайки	110
3.2.4.	Проблемы бессвинцовой пайки.....	110
3.3.	Флюсы для монтажной пайки.....	111
3.3.1.	Назначение флюсов	111
3.3.2.	Составы флюсов	111
3.3.2.1.	Классификация флюсов.....	111
3.3.2.2.	Флюсы на синтетической основе.....	114
3.3.3.	Типы флюсов.....	115
3.3.4.	Активаторы	116
3.3.5.	Растворители во флюсах и пастах	117
3.3.6.	Реологические добавки.....	117
3.3.7.	Остатки флюсов	117
3.3.8.	Применение флюсов	119
3.3.9.	Проверка правильности выбора припоя, флюса, температуры и времени пайки.....	119
3.4.	Паяльные пасты.....	120
3.4.1.	Требования к паяльным пастам.....	120
3.4.2.	Составы паяльных паст	121
3.4.3.	Гранулированный припой в паяльных пастах	125
3.4.4.	Флюсы в паяльных пастах	128
3.4.5.	Остатки флюсов	129
3.4.6.	Заключение	130
3.5.	Клеи.....	130
3.5.1.	Механизмы полимеризации клеев.....	130
3.5.2.	Назначение клеев в сборочно-монтажных процессах	132
3.5.3.	Прочность клеевого соединения.....	133
3.5.4.	Влагоустойчивость клеев.....	134
3.5.5.	Требования к поверхностному сопротивлению	134
3.5.6.	Клеевые композиции.....	135
3.5.6.1.	Связующие.....	135
3.5.6.2.	Наполнители.....	136
3.5.6.3.	Пластификаторы	136
3.5.6.4.	Тиксотропные добавки	136
3.5.6.5.	Стабилизаторы.....	136
3.5.6.6.	Красители	137
3.5.6.7.	Прочие добавки	137
3.6.	Растворители.....	137
3.6.1.	Жидкости для отмылок от загрязнений плат.....	137
3.6.2.	Вода как растворитель	138
3.6.3.	Органические растворители	139
3.6.4.	Смеси растворителей	140

3.6.5. Пожаро- и взрывоопасность органических растворителей	141
3.6.6. Антипирены	142
3.7. Заключение	142
Литература	143

Глава 4.

Монтажная микросварка	144
4.1. История сварки.....	144
4.2. Место микросварки в производстве электроники	145
4.3. Механизм образования сварного шва	146
4.4. Термокомпрессионная микросварка	147
4.5. Ультразвуковая сварка	152
4.6. Микросварка расщепленным электродом	153
4.7. Точечная электродуговая сварка	154
4.8. Сварка микропламенем.....	155
4.9. Лучевая микросварка.....	156
Литература	158

Глава 5.

Непаяные методы неразъемных соединений.....	159
5.1. Принципы непаяных соединений	159
5.2. Монтаж соединений накруткой.....	160
5.2.1. Контактное соединение накруткой	160
5.2.2. Конструкции соединений накруткой	163
5.2.3. Закрепление и прочность соединительных штырей	165
5.2.4. Технология накрутки	165
5.2.5. Современное применение накрутки.....	167
5.3. Соединение скручиванием и намоткой.....	168
5.4. Винтовое соединение	168
5.5. Зажимное соединение сжатием («термипойнт»).....	169
5.5.1. Соединительный штырь	169
5.5.2. Провод.....	169
5.5.3. Зажим – клипса	170
5.6. Соединение с помощью спиральной пружины.....	170
5.7. Клеммное соединение прижатием.....	170
5.8. Соединения обжатием.....	171
5.9. Эластичное соединение («зебра»).....	172
5.10. Соединения врезанием.....	173
5.11. Соединение проводящими пастами	174
5.12. Соединения типа Press-Fit	178
5.12.1. Обусловленность появления и применения Press-Fit	178
5.12.2. Элементы Press-Fit.....	181

5.12.2.1. Контактные штыри.....	181
5.12.2.2. Сквозные металлизированные отверстия.....	182
5.12.2.3. Механизм образования соединения	184
5.12.3. Техника межсоединений на основе технологий Press-Fit	187
5.12.4. Прочность соединений Press-Fit.....	188
5.12.5. Проблемы технологии запрессовки.....	189
5.13. Заключение	189
Литература.....	192

Глава 6.

Технология сборки и монтажа электронных модулей	193
6.1. Поверхностно монтируемые изделия (SMD-компоненты).....	194
6.1.1. Чип-резисторы.....	194
6.1.2. Резисторы MELF	195
6.1.3. Чип-конденсаторы	195
6.1.4. Чип-индукторы.....	196
6.1.5. Дискретные полупроводниковые компоненты.....	196
6.1.6. Интегральные схемы	196
6.2. Разнообразие типов компоновок.....	198
6.2.1. Классификация типов сборок.....	198
6.2.1.1. Тип 1. Установка компонентов с одной стороны	198
6.2.1.2. Тип 2. Установка компонентов с двух сторон.....	199
6.2.3. Маршруты сборки и монтажа.....	200
6.2.3.1. Последовательность сборки типа 1А	201
6.2.3.2. Последовательность сборки типа 1В	201
6.2.3.3. Последовательность сборки типа 1С	201
6.2.3.4. Последовательность сборки типа 2А	201
6.2.3.5. Последовательность сборки типа 2В	202
6.2.3.6. Последовательность сборки типа 2С	203
6.2.3.6. Последовательность сборки типа 2D.....	203
6.3. Технологии пайки при поверхностном монтаже.....	203
6.3.1. Пайка волной	203
6.3.2. Пайка оплавлением	204
6.3.3. Преимущества технологии с использованием паяльной пасты при поверхностном монтаже.....	205
6.4. Последовательность сборки и монтажа.....	206
6.4.1. Схема процесса.....	206
6.4.2. САД-САМ – системы	209
6.4.3. Хранение и подготовка компонентов	209
6.4.4. Нанесение паяльной пасты на контактные площадки плат ..	211
6.4.4.1. Диспенсорный метод нанесения припойной пасты ..	211
6.4.4.2. Трафаретный метод нанесения припойной пасты	213

6.4.4.3. Трафаретный метод нанесения припойной пасты	221
6.4.5. Нанесение клеев (адгезивов)	222
6.4.6. Установка компонентов	225
6.4.6.1. Прототипное производство	225
6.4.6.2. Принципы установки компоновки	225
6.4.6.3. Управление точностью установки	226
6.4.6.4. Питатели	227
6.4.6.5. Источники ошибок	228
6.4.6.6. Обновление оборудования	228
6.4.6.7. Выбор установщиков	229
6.5. Пайка	229
6.5.1. Термопрофиль	229
6.5.2. Методы нагрева	232
6.5.3. Требования, предъявляемые к печам пайки оплавлением	233
6.6. Очистка	234
6.7. Материалы лаковых покрытий	239
6.8. Тестирование	241
6.9. Инженерное обеспечение производства	242
6.9.1. Одежда персонала	242
6.9.2. Очистка воздуха	243
6.9.3. Термостабилизация	245
6.9.4. Управление влажностью	245
6.9.5. Вытяжная вентиляция	245
6.9.6. Уровень шума и вибрации	246
6.9.7. Магнитные и электромагнитные поля	246
6.9.8. Электростатический заряд в воздухе и на поверхности	246
6.10. Сертификация сборочно-монтажного производства по ИСО 9000	247
6.10.1. Общие положения	247
6.10.2. Входной контроль материалов и комплектующих	248
6.10.3. Технологическая документация	248
6.10.4. Контрольные операции	249
6.10.5. Метрологическое обеспечение	249
6.10.6. Идентификация продукта	250
6.10.7. Система качества	250
6.10.8. Аттестация технологического оборудования и оснастки	251
6.10.9. Аттестация персонала	251
6.10.10. Анализ дефектов и отказов	251
6.10.11. Контроль функционирования системы качества	252
6.10.12. Испытания продуктов	252
6.10.13. Процедуры сертификации	253
6.11. Заключение	255
Литература	255