

УДК 621.3.049.77
ББК 32.844.1
Б35

Белоус, Анатолий Иванович.

Б35 Основы технологии микромонтажа интегральных схем / А. И. Белоус, В. А. Емельянов. — 2-е изд., эл. — 1 файл pdf : 317 с. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". — Текст : электронный.

ISBN 978-5-89818-387-5

Эволюция изделий интегральной микроэлектроники неотделима от прогресса в области технологии корпусирования интегральных микросхем, которую еще 10—15 лет тому назад относили к разряду второстепенных, не требующих проведения широкомасштабных научных исследований и базирующихся на использовании возможностей имеющегося парка сборочного оборудования. За этот период решены многие находившиеся в центре внимания существенные проблемы в области микроэлектроники. В данный же момент наблюдается резкое повышение интереса ученых и специалистов серийных производств к технике корпусирования современных изделий интегральной микроэлектроники — больших интегральных схем (БИС) и сверхбольших интегральных микросхем (СБИС), в которой центральное место занимает микромонтаж кристаллов.

В книге обобщены результаты теоретических и экспериментальных исследований физико-химических свойств тонких пленок, наносимых на кристаллы, рассмотрены базовые элементы корпусов и выводных рамок БИС, детально оговорены особенности технологического процесса микромонтажа кристаллов, описаны состав и особенности функционирования используемого при микромонтаже технологического оборудования.

Книга написана простым и понятным языком и, несомненно, найдет признание среди специалистов по микроэлектронике, поскольку издания по представленному профилю являются достаточно редкими и весьма востребованными как в отечественной печати, так и за рубежом.

УДК 621.3.049.77
ББК 32.844.1

Электронное издание на основе печатного издания: Основы технологии микромонтажа интегральных схем / А. И. Белоус, В. А. Емельянов. — Москва : ДМК Пресс, 2013. — 316 с. — ISBN 978-5-94074-864-9. — Текст : непосредственный.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации.

ISBN 978-5-89818-387-5

© Белоус А. И., Емельянов В. А., 2013
© Оформление, ДМК Пресс, 2013



Введение	6
-----------------------	---

▼ Глава 1

Особенности тонкопленочных покрытий для кристаллов БИС	9
1.1. Планарные контакты, межэлементные соединения и контактные площадки на основе алюминия	10
1.2. Тонкопленочные покрытия на основе благородных металлов, никеля и бинарных сплавов	25
1.3. Эксплуатационные характеристики тонкопленочных покрытий кристаллов БИС	32
1.3.1. Коррозионная устойчивость тонкопленочных покрытий кристаллов	32
1.3.2. Процессы электромиграции в слоях металлизации на основе сплавов алюминия.....	37
1.4. Особенности проволочного микромонтажа кристаллов БИС.....	44
1.5. Аппаратное обеспечение сопряженных с микромонтажом технологических процессов	56
1.5.1. Типовая структура производственных автоматических линий нанесения гальванопокрытий	57
1.5.2. Оборудование для локального нанесения покрытий.....	59
1.5.3. Источники питания гальванических ванн	60
1.6. Выводы	62

▼ Глава 2

Особенности разработки процессов формирования функциональных тонкопленочных покрытий для микромонтажа кристаллов БИС	64
2.1. Концепция воспроизводимого микромонтажа кристаллов в производстве изделий микроэлектроники	64

2.2. Моделирование процесса термической обработки планарных тонкопленочных покрытий с помощью ИК-излучения	74
2.3. Выводы	81

▼ Глава 3

Методы формирования и исследования функциональных тонкопленочных покрытий	82
3.1. Формирование элементов планарных тонкопленочных покрытий	82
3.1.1. Формирование пленок алюминия для систем двухуровневой металлизации	82
3.1.2. Особенности формирования углеродо- и алмазоподобных пленок при лазерном и ионном стимулировании процессов	89
3.1.3. Методы формирования тонкопленочных покрытий при стимулирующем лазерном воздействии	93
3.2. Особенности формирования непланарных тонкопленочных покрытий кристаллов БИС	100
3.3. Методы микромонтажа кристаллов БИС	105
3.3.1. Ультразвуковая микросварка и микромонтаж кристаллов на ленточных носителях по стандартам фирмы «LG»	105
3.3.2. Термозвуковая микросварка золотой проволокой на медных рамках	111
3.3.3. Моделирование и оптимизация процесса ультразвуковой микросварки алюминиевых проволоочных выводов на покрытиях из сплава никель–индий	113
3.3.4. Токовая стимуляция ультразвуковой сварки алюминиевых выводов на никелевых покрытиях	119
3.4. Основные методики и результаты исследования технологических характеристик функциональных тонкопленочных покрытий и испытания прочности микромонтажных соединений	125
3.5. Выводы	140

▼ Глава 4

Состав, структура, физические свойства функциональных тонкопленочных покрытий	143
4.1. Планарные тонкопленочные покрытия на основе алюминия, меди и углерода	143
4.1.1. Морфология, микроструктура и устойчивость к образованию бугорков металлизации на основе сплавов алюминия	143
4.1.2. Электрофизические характеристики элементов первого и второго уровней разводки	156
4.1.3. Устойчивость к коррозии металлизации на основе сплавов алюминия	169

4.1.4. Устойчивость к электромиграции металлизации на основе сплавов алюминия	172
4.2. Непланарные тонкопленочные покрытия на основе золота, сплавов никеля и олова	179
4.2.1. Кинетика и механизм катодного осаждения тонких пленок золота	179
4.2.2. Интенсификация процесса электроосаждения тонких пленок сплавов олова	205
4.2.3. Закономерности формирования и свойства тонких пленок сплава никель–индий и слоистых структур на основе никеля	210
4.3. Выводы	218

▼ Глава 5

Методы оценки качества микромонтажных соединений	220
5.1. Стабильность характеристик соединений, полученных термокомпрессионной и ультразвуковой сваркой	220
5.2. Влияние на качество микромонтажных соединений толщины золотого покрытия и подготовительных операций	235
5.3. Влияние свойств и условий формирования никелевых покрытий элементов корпусов БИС на качество микросварных соединений	241
5.4. Выводы	246

▼ Глава 6

Базовое технологическое оборудование для формирования функциональных тонкопленочных покрытий и микромонтажа кристаллов	248
6.1. Устройство импульсной активации ультразвуковой микросварки и гальваническая магнитная подвеска	248
6.2. Устройства для формирования высококачественных электрохимических покрытий	252
6.3. Базовые конструктивно-технологические решения освоенных в серийном производстве изделий микроэлектроники	270
6.4. Техничко-экономическая эффективность промышленного использования разработанных технологий выпуска конкурентоспособных изделий	289
6.5. Выводы	292

Заключение	293
-------------------------	------------

Список литературы	297
--------------------------------	------------