

РАЗРАБОТКА И СЕРИЙНОЕ ОСВОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КОРПУСИРОВАНИЯ МИКРОСХЕМ В МНОГОВЫВОДНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОРПУСА

Пахомов Кирилл Сергеевич, Малков Г.В., Курбатов В.Г., Пугачёва Т.А.,
Бадамшина Э.Р.

*Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии
РАН, 142432, г. Черноголовка, Московская область, проспект академика Семенова, 1
pahomovks@icp.ac.ru*

Проведены работы по разработке и отработке технологии производства отечественных материалов, предназначенных для корпусирования микросхем с применением технологии flip-chip и созданию инженерно-исследовательских стендов. Определены составы импортных аналогов. Проведены работы по синтезу и тестированию новых материалов. Приведены основные результаты СЧ ОКР «Разработка и серийное освоение технологий производства материалов для корпусирования микросхем в многовыводные полимерные корпуса» шифр «Т-корпус-П-Герм».

Ключевые слова: корпусирование микросхем, flip-chip, underfill, импортозамещение.

Повышенный интерес к корпусированию микросхем обусловлен острой потребностью отечественного рынка к импортозамещению некоторых современных интегральных микросхем и систем в полимерных корпусах.

Специфика отечественного микроэлектронного производства пока такова, что основными его потребителями являются производители сложных изделий ответственного применения с высокой добавленной стоимостью. То есть, это производители, относящиеся к ВПК, предприятиям космического и медицинского приборостроения. Как правило, эти производители ориентированы на мелкосерийное многономенклатурное производство. В этом контексте следует упомянуть учебные и научные лаборатории ВУЗов и исследовательских институтов, которые разрабатывают и производят единичные экземпляры прототипов и рабочих образцов.

Сегодня в большинстве случаев применяется металлокерамическое корпусирование микросхем, которое в основном используется в оборонно-промышленном комплексе. Корпусирование военной техники в металлокерамику оправдана лишь отчасти, поскольку не всегда применение микросхем предполагает агрессивное воздействие внешней среды. Например, наземные стационарные станции, по сравнению с аппаратурой, которая находится в воздухе или в космосе, не требуют защиты от радиации и других воздействий, они заведомо должны быть дешевле. Другими словами, не учитывается среда использования.

Корпусирование микросхем в металлополимерные корпуса является альтернативой корпусированию в металлокерамику и металлокерамику. Это современная и недорогая технология, которая, по мнению экспертов и участников рынка, в перспективе позволит сэкономленные средства направить на разработку новых технологий и необходимого оборудования в микроэлектронике. Эту идею поддерживает Минпромторг.

В последние годы значительно увеличивается производство интегральных схем и полупроводниковых приборов в пластмассовых корпусах, в числе достоинств, которых низкая стоимость полимерных пресс-материалов, высокая устойчивость к механическим воздействиям, малые габариты и масса, возможность автоматизации технологических процессов сборки и испытаний, удобство монтажа. К тому же применение пластмасс позволяет изготавливать корпуса разнообразных форм и размеров.

Корпусирование интегральных схем — завершающая стадия микроэлектронного производства, в процессе которой полупроводниковый кристалл устанавливается в корпус. Обычно состоит из этапов прикрепления кристалла на основание или носитель кристалла, электрического соединения контактных площадок кристалла с выводами корпуса и герметизации корпуса. После корпусирования следует окончательное тестирование микросхем.

Применение монтажа микросхем по технологии flip-chip предполагает использование материалов для создания подслоя (Underfill), основной задачей которого является герметизация зазора между поверхностью кристалла, припаянного к подложке, и самой подложки. Наличие подслоя позволяет улучшать теплоотвод от кристалла и повышает механическую прочность сборки.

Для создания полимерных корпусов используется набор материалов, которые включают в себя полимерную матрицу, неорганический наполнитель и функциональные добавки. Они разрабатываются таким образом, чтобы применять совместно в технологическом процессе корпусирования, при этом каждый из них обладает своей функциональностью.

Материалы, предназначенные для корпусирования интегральных схем и полупроводников, ранее поступали в нашу страну из-за рубежа. В наши дни российские производители различных изделий электронной техники практически лишены доступа к этим крайне необходимым материалам. Отечественные заливочные и герметизирующие материалы, применяемые в электронных схемах, а также композиционные полимерные материалы для корпусирования изделий микроэлектроники, которые соответствовали бы эксплуатационным характеристикам импортных аналогов, в нашей стране отсутствуют.

Современный технологический процесс корпусирования микросхем, а также других компонентов микроэлектроники предполагает применение вспомогательных материалов, таких как очищающие и смазывающие составы для пресс-форм. Применение указанных составов позволяет повышать производительность процесса корпусирования и качество готовых изделий.

В данной работе приведены результаты выполнения СЧ ОКР «Разработка и серийное освоение технологий производства материалов для корпусирования микросхем в многовыводные полимерные корпуса» шифр «Т-корпус-П-Герм».

В рамках выполнения СЧ ОКР провели разработку рецептур материалов для корпусирования на основании результатов анализа импортных образцов-аналогов EMG 700 –BSE, Namics U8410-73C, WAX M-97B2, Clean KCR-800 и на основании литературных данных по материалам Underfill.

В соответствии с календарным планом СЧ ОКР провели отработку экспериментальных рецептур, а далее наработали опытные образцы и опытные партии материалов-аналогов З-001 (Underfill – заливочный), Г-001 (герметизирующий), С-001 (смазывающий) и О-001 (очищающий) и подтвердили их соответствие требованиям вновь разработанных ТУ. Разработали КД и ТД для всех четырех материалов и присвоены им литеры О₁. Введены в эксплуатацию 4 опытно-промышленных участка по производству новых отечественных материалов, кроме того разработанные материалы успешно прошли апробацию на ведущих предприятиях-производителях электроники и вычислительной техники, которые прислали нам письма-поддержки после проведения испытаний.

Налажено серийное производство отечественных материалов применяемых для корпусирования (литья под давлением) высокопроизводительных микросхем в многовыводные полимерные корпуса типа PBGA (wire bond), FC-BGA (flip-chip) и HFGBGA (flip-chip с установкой теплораспределителя).