

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ КОРПУСИРОВАНИЯ МИКРОСХЕМ

Гармилин Е.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ефименко С.А. – канд. техн. наук, доцент

В работе рассмотрены основные тенденции развития технологий корпусирования, сконцентрировано внимание на тенденциях уменьшения шага выводов компонентов в корпусах различных типов. Проведен сравнительный анализ систем на кристалле и систем в корпусе: преимущества и недостатки, зависимости отношения цены к функциональности и времени выхода на рынок от сложности системы, сделаны краткие выводы.

Современное производство электронной техники характеризуется тенденциями миниатюризации и повышения плотности функциональных элементов, так называемого «сращивания» традиционной электроники и микроэлектроники, поэтому для выявления и анализа ключевых факторов развития современной электроники необходимо, прежде всего, комплексно рассматривать информацию, содержащуюся в открытых международных проектах (дорожных картах) развития различных отраслей. Это - традиционный Международный проект развития полупроводниковых технологий (International Technology Roadmap for Semiconductors, ITRS), проекты Ассоциации IPC по коммутационным структурам в электронике и Консорциума международной инициативы производителей электроники (iNEMI). [1-2].

Системы на кристалле, СнК (System on Chip, SoC). В случае «систем на кристалле» на одном кристалле БИС выполняются различные части электрической схемы, такие как процессор, память, аналоговая часть и другие элементы с использованием технологий производства интегральных микросхем. С точки зрения плотности интеграции компонентов, длины электрических соединений, совместимости со стандартными технологиями производства и проектирования интегральных микросхем СнК обладают высочайшими показателями, однако имеются и недостатки, один из которых — очень высокая трудоемкость проектирования таких систем [2]. Пример системы на кристалле представлен на рисунке 1.

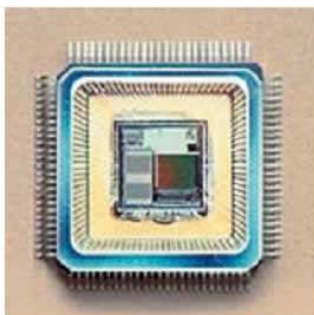


Рисунок 1 – Видеосистема на кристалле [1]

Система в корпусе (System in Package, SiP) – это комбинация нескольких активных электронных компонентов различной функциональности, собранная в единый модуль, которая обеспечивает реализацию разных функций, обычно выполняемых системой или подсистемой. Система в корпусе может иметь в своем составе пассивные компоненты, МЭМС, оптические компоненты и другие корпуса и устройства. Объединение этих компонентов в одном корпусе имеет существенные преимущества: конструкция становится меньше, легче, надежней и дешевле. Пример такой системы показан на рисунке 2.

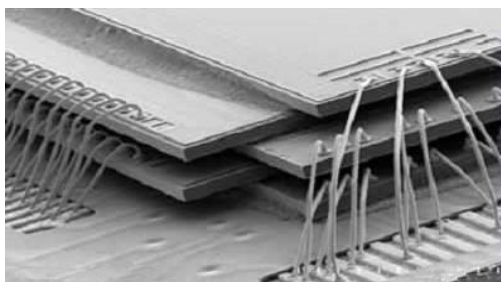


Рисунок 2 – Фотография примера разварки выводов и системы в корпусе

На рисунке 3 представлен график зависимости отношения цены к функциональности и времени выхода на рынок к сложности «системы на кристалле» и 3D-интегрированной «системы в корпусе».

Видно, что с ростом сложности системы, включая интеграцию разнородных блоков, таких как МЭМС, СВЧ-каналы, биодатчики и источники питания, кривая для «систем на кристалле» растет экспоненциально, а для 3D-интегрированных «систем в корпусе» — линейно [2].

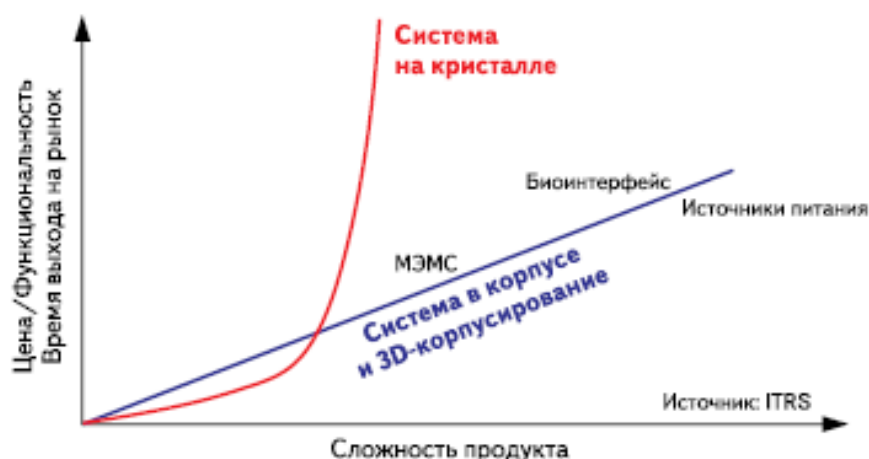


Рисунок 3 – Зависимость отношения цены к функциональности и времени выхода на рынок к сложности системы на кристалле и 3D-интегрированной системы в корпусе [2]

Сравнивая системы на кристалле с системами в корпусе, можно выделить преимущества и недостатки, перечисленные в таблице 1.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки систем в корпусе и систем на кристалле

	Система в корпусе	Система на кристалле
Преимущества	<ul style="list-style-type: none"> • Срок выхода на рынок – от 3 до 6 месяцев. • Возможность встраивания активных и пассивных компонентов. • Возможность замены отдельных компонентов. • Повторное использование отдельных элементов. 	<ul style="list-style-type: none"> • Выше миниатюризация. • Выше плотность межсоединений. • Выше надежность (за исключением кристаллов очень большого размера). • Выше выход годных при отработанной технологии.
Недостатки	<ul style="list-style-type: none"> • Более сложная сборка. • Высокая плотность рассеиваемой мощности при расположении кристаллов друг над другом. 	<ul style="list-style-type: none"> • Срок выхода на рынок от 6 до 24 месяцев. • Сложность внесения изменений. • Возможности изделий ограничены выбранной технологией. • Ограниченный выход годных для сложных больших кристаллов.

Если подводить очень краткие итоги по проблеме 3D-интеграции микроэлектронных устройств, то следует напомнить, что под 3D-интеграцией понимается расположение кристаллов друг над другом с созданием вертикальных соединений между кристаллами. Потенциальные преимущества, обеспечиваемые 3D-интеграцией включают в себя: уменьшение размеров системы, сокращение длины межсоединений благодаря замене длинных горизонтальных связей на короткие вертикальные, снижение энергопотребления. Однако, следует отметить, что 3D-интеграции присущи некоторые недостатки, а именно - высокая сложность проектирования, высокая стоимость.

Список использованных источников:

1. Белоус, А.И. *Основы конструирования высокоскоростных электронных устройств. Краткий курс «белой магии»* / Белоус А.И., Солодуха В.А., Шведов С.В. – Москва: Техносфера, 2017. – 872 с.
2. Белоус, А.И. «Основы силовой электроники» / Белоус А. И., Ефименко С. А., Солодуха В. А., Пилипенко В. А. – Москва: «Техносфера», 2019. – 424 с.