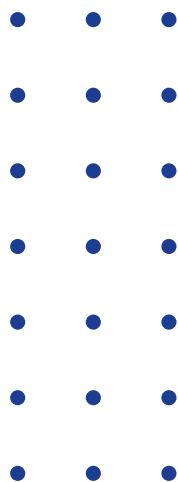


news



zntc@zntc.ru | zntc.ru | +7 (499) 720 69 73



ДАЙДЖЕСТ

№1

ИЮЛЬ 2022

**Новый метод
корпусирования Photonic
Bump с использованием
наноимпринт литографии**

**Популярность метода
атомно-слоевого осаждения**

**Тенденция заменять чипы –
насколько это опасно**

**Динамично развивающийся
рынок силовых ИС**

**Ключевые вопросы
симпозиума IEEE 2022
на тему развития СБИС**

**Актуальность технологии
GaN в рамках повестки
международной
конференции
CS International**

Уважаемые коллеги!

В настоящее время отечественной микроэлектронике нужно совершить качественный рывок в развитии, так как именно в этой области технологии являются катализатором научно-технического прогресса страны и базисом для устойчивого развития других отраслей промышленности. Я уверен, что опыт зарубежных коллег позволит нашей стране пройти этот путь в сжатые сроки.

Зеленоградский нанотехнологический центр, как одна из лидирующих компаний в области разработки и производства микроэлектроники для радиоэлектронной промышленности, ориентируется на передовые мировые технологии – сейчас это развитие проектов в области силовой электроники на GaN и фотоники.

Мы предлагаем вашему вниманию первый выпуск дайджеста с обзором трендов зарубежной электроники. На его страницах вы найдете материалы о новых направлениях и тенденциях развития электроники в мире, актуальные обзоры и анализы рынка, а также статьи по самым дискуссионным вопросам. Надеемся, что информация в дайджесте окажется полезной для Вас и Ваших коллег. Мы заинтересованы в обратной связи от наших партнеров и читателей и всегда открыты для замечаний, комментариев и предложений.

Приятного чтения!

Генеральный директор

АО «Зеленоградский нанотехнологический центр»

Ковалев Анатолий Андреевич



Метод Photonic Bump как трансформационное решение для создания масштабируемой платформы корпусирования в кремниевой фотонике.

04 НОВЫЙ МЕТОД КОРПУСИРОВАНИЯ PHOTONIC BUMPS С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОИМПРИНТ ЛИТОГРАФИИ

Ключевые слова: кремниевая фотоника, наноимпринт литография, корпусирование, Photonic Bump, PhotonicPlug

08 ПОПУЛЯРНОСТЬ МЕТОДА АТОМНО-СЛОЕВОГО ОСАЖДЕНИЯ

Ключевые слова: атомно-слоевое осаждение, устройства More-than-Moore, цепочки поставок, представители отрасли

11 ТЕНДЕНЦИЯ ЗАМЕНЯТЬ ЧИПЫ – НАСКОЛЬКО ЭТО ОПАСНО

Ключевые слова: замена чипов, безопасность, дефицит, цепочки поставок

Мнение эксперта Фефилова И.И.

14 ДИНАМИЧНО РАЗВИВАЮЩИЙСЯ РЫНОК СИЛОВЫХ ИС

Ключевые слова: силовые ИС, анализ рынка, дефицит чипов, бизнес-модели, стратегии развития

19 КЛЮЧЕВЫЕ ВОПРОСЫ СИМПОЗИУМА IEEE 2022 НА ТЕМУ РАЗВИТИЯ СБИС

Ключевые слова: СБИС, машинное обучение, квантовые вычисления, память, сети, лидар

21 АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ GAN В РАМКАХ ПОВЕСТКИ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ CS INTERNATIONAL

Ключевые слова: международная конференция, GaN, HEMT

Участие генерального директора АО «ЗНТЦ» Ковалева А.А. в работе конференции

Новый метод корпусирования Photonic Bump с использованием наноимпринт литографии

Кремниевая фотоника является перспективным направлением для удовлетворения постоянно растущего спроса на высокоскоростную передачу данных, низкое энергопотребление и низкое значение задержки, которые необходимы для следующего поколения центров обработки данных, перспективной вычислительной техники, сетей и датчиков 5G/6G.

За последние несколько лет рынок кремниевой фотоники значительно вырос, и по прогнозам в течение следующих пяти среднегодовой темп роста (CAGR) составит 26,8% [1]. В то время как производство пластин для кремниевой фотоники находится на достаточно хорошем уровне за счёт использования стандартных процессов массового производства полупроводников и существующей инфраструктуры, процессы корпусирования и тестирования отстают и не имеют масштабируемости, что ограничивает применение кремниевой фотоники. В этой статье представлена технология Photonic Bump как новое исполнение оптических элементов на кремниевой пластине для возможностей гибкого корпусирования и тестирования.

Технология Photonic Bump является аналогом технологии припаянных шариков. Её внедрение позволит интегрировать кремниевую фотонику в типовые процессы производства полупроводниковых подложек и корпусирования, таким образом, перекрывая разрыв в возможностях перехода в массовое производство.

Основным ограничивающим фактором в существующем процессе корпусирования является сборка «волоконно-чип», в которой используется прямое соединение волокна с фотонным чипом с помощью адгезива посредством активного выравнивания или специализированного высокоточного выравнивающего оборудования. Этот метод имеет ограничения по объёмам производства, масштабируемостью для большого количества волокон, а также совместимостью с типовым процессом корпусирования. Проблема связана с геометрическими ограничениями жёстких сборочных допусков при размещении одномодовых волокон с кремниевыми или нитридными волноводными каналами на фотонный чип, а также со сложной геометрией бокового ввода света. Все эти факторы серьёзно ограничивают использование кремниевой фотоники, например, в интернет-коммутаторах, перспективной вычислительной технике и оптической связи «чип-с-чипом».

В рамках сотрудничества компаниям Teramont и EV Group удалось внедрить оптические

технологии на уровень пластины для улучшения процессов корпусирования. В этом случае для реализации метода Photonic Bump на уровне пластины использовалась наноимпринт литография.

Технология Photonic Bump обеспечивает уникальные возможности оптической связи:

1) Отклонение вертикального луча позволяет осуществить широкополосное поверхностное соединение для замещения торцевого со сложной геометрией;

2) Размерное преобразование (пятна) для согласования мод между одноподовым волокном и волноводом чипа (см. рис. 1).

Кроме того, технология Photonic Bump позволяет оптическим элементам осуществлять самосовмещение при подключении пластины к оптоволоконному коннектору PhotonicPlug компании Teramont [2], что обеспечивает допуски сборки более чем на ± 20 мкм/1 дБ (см. рис. 2).

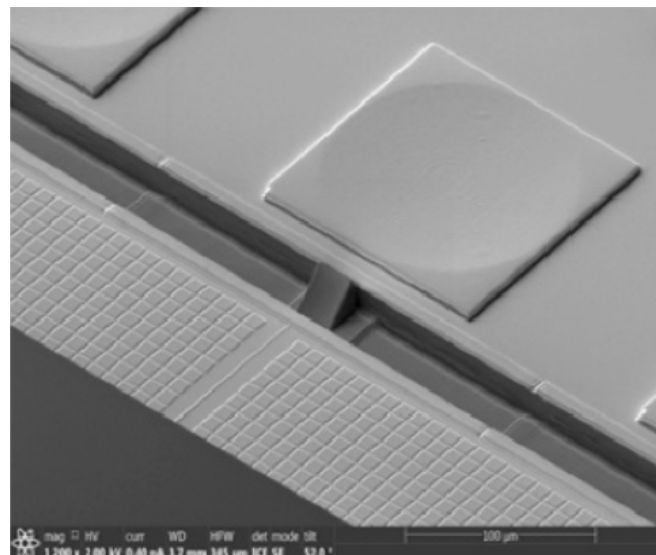


Рисунок 1: Отпечаток Photonic Bump на уровне пластины при точном относительном размещении к волноводному каналу.

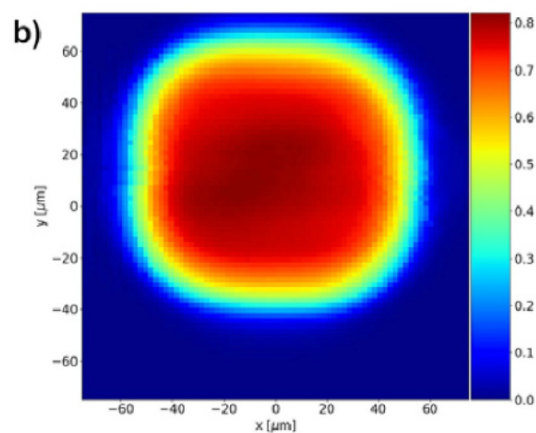
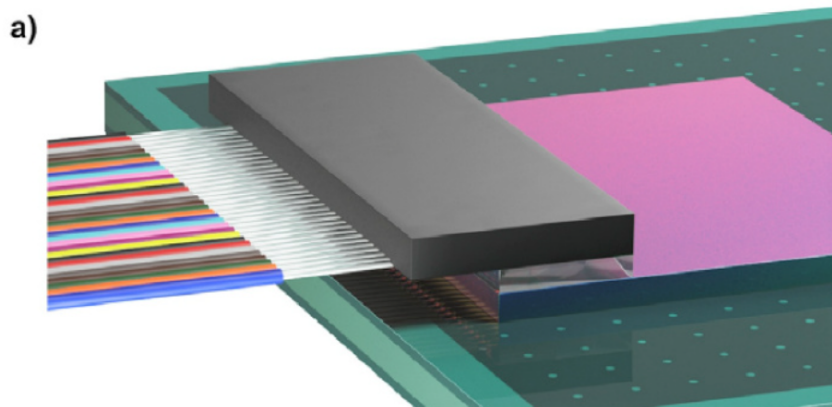


Рисунок 2: а) (слева): PhotonicPlug, собранный на кремниевом фотонном чипе по технологии Photonic Bump. б) (справа): Измеренный допуск сборки «волоконно-чип» по осям XY, который в 100 раз больше по сравнению с существующими технологиями.

Сочетание больших допусков при сборке и широкополосной поверхностной связи позволяет при корпусировании использовать стандартные протоколы и инструменты сборки с пассивным выравниванием.

Это позволит увеличить масштабируемость и повысить процент выхода годных. Кроме того, метод поддерживает уникальные протоколы компоновки, такие как разъемное и оптическое соединение после оплавления, которые оптимизированы для сборок с большим количеством использования волокон и CPO.

Более того, сочетание устройства PhotonicPlug и метода Photonic Bump, благодаря поверхностному соединению и большим допускам, создают возможность тестирования на уровне пластины

перед нарезкой, тем самым повышая эффективность производства.

Применение наноимпринт литографии в кремниевой фотонике

Наноимпринт литография зарекомендовала себя как наиболее эффективный метод воспроизведения сложных структур, таких как 2,5D элементы, шаблоны в оттенках серого и оптика произвольной формы, поскольку к ней не применимы ограничения оптической литографии. Стандартная оптическая литография используется для выстраивания структур слой за слоем.

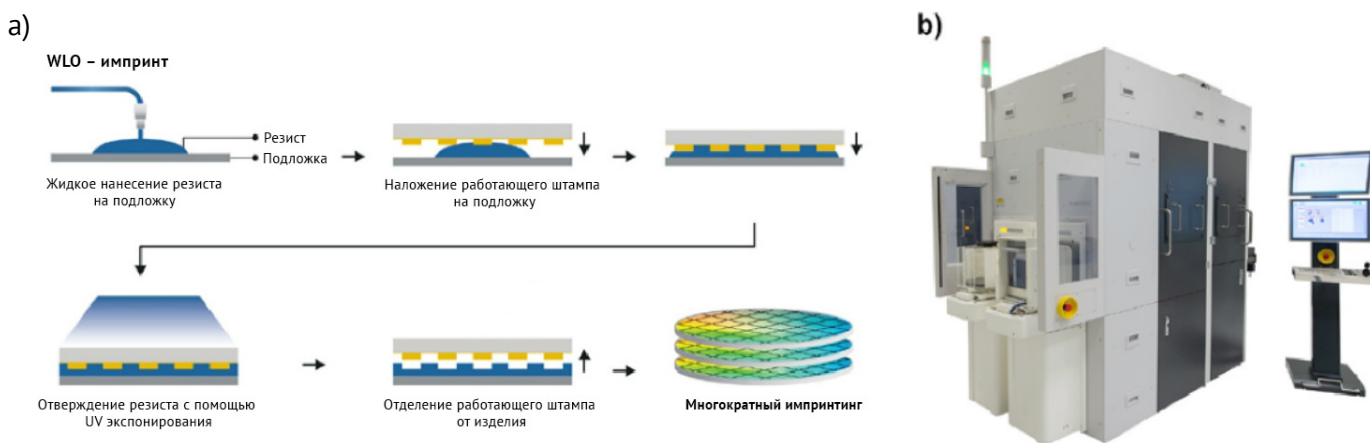


Рисунок 3: а) (слева) Стандартный технологический процесс размещения оптики на уровне пластины, который может быть выполнен с помощью б) (справа) системы литографии с УФ-наноимпринтом на EVG7300. Система EVG 7300 может поддерживать несколько процессов, включая SmartNIL, оптику на уровне пластины и вертикальную сборку устройств.

Хотя такой послойный подход идеально подходит для использования в электронной промышленности, его недостаточно для производства фотонных структур. А наноимпринт литография позволяет формировать трехмерные структуры в один этап, что идеально подходит для фотоники, где взаимодействие «свет-вещество» в значительной степени зависит от формы и геометрии [3].

Например, наноимпринт литография позволяет работать со сложными геометрическими формами, такими как острые края дефлекторных зеркал, криволинейные поверхности, конструкции с высоким и низким соотношением сторон, а также глубокими полостями. Оптические процессы на уровне пластины (WLO) уже давно доказали свою высокую воспроизводимость в крупносерийном производстве оптических датчиков и теперь используются в корпусировании.

Наноимпринт литография имеет более высокие показатели по выходу годных и более низкую стоимость по сравнению алмазным сверлением, лазерным непрерывным экспонированием и электронно-лучевым экспонированием, которые обладают низкой производительностью. Этот метод позволяет выбирать самые производительные штампы и эффективно использовать их на производстве.

Компания Teramount совместно с EVG разрабатывала подходящие производственные решения для метода Photonic Bump. В рамках ОКР был изготовлен мастер-штамп размером с пластину из однокристалльного износостойкого оригинала

методом нанопечатной литографии на платформе EVG Step and Repeat (S&R). Такое масштабирование позволяет осуществлять процессы массового производства на уровне пластин и обычно состоит из двух шагов. Во-первых, мастер-штамп S&R используется для воспроизведения нескольких рабочих штампов. Затем рабочие штампы используются для отпечатывания функциональных фотонных структур на целевых подложках (см. рис. 3). Итоговые отпечатки полнофункциональных оптических структур продемонстрировали высокую точность рисунка, точное выравнивание и точный контроль желаемой толщины слоя. Проверка с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) показала остаточную толщину слоя менее 1% от высоты структуры и высокую точность совмещения с точностью менее 500 нм. В частности, точное выравнивание с оптическими структурами под фотонным чипом имеет решающее значение для высоких рабочих характеристик.

Наноимпринт литография в сочетании с методом Photonic Bump позволяет осуществлять корпусирование на уровне пластин в области фотоники, что может оказать существенное влияние на снижение стоимости процесса корпусирования и общей стоимости продукта. В рамках общих затрат на производство КМОП затраты на корпусирование по-прежнему считаются относительно небольшими, но в фотонике на этот процесс приходится значительная часть общих затрат. Сейчас появилась возможность изменить эту ситуацию.

Наноимпринт литография обеспечивает точное размещение оптических элементов на пластинах, а также создает идеальную платформу для постобработки кремниевых фотонных пластин для выполнения метода Photonic Bump либо на foundry-заводах, либо на OSAT-предприятиях. В рамках сотрудничества EVG предоставила услуги по разработке процессов и прототипированию, чтобы помочь компании Teramount ускорить разработку и выпуск технологии PhotonicPlug.

Резюме

Photonic Bump – это трансформационное решение для масштабируемой платформы корпусирования в кремниевой фотонике, которая впервые создает эффективное «оптическое сквозное отверстие в чипе» для бесшовной 3D интеграции ФИС и ЭИС с использованием интерпозера. Метод позволит встроить кремниевую фотонику в стандартную экосистему производства полупроводников и начать массовое использование этой технологии.

Список литературы

1. Отчет MARKETSANDMARKETS, “Silicon Photonics Market with COVID-19 Impact Analysis by

Product (Transceivers, Switches), Application (Data Center & High-performance Computing, Telecom.),

Waveguide, Component, and Geography - Global Forecast to 2027,” ноябрь 2021.

2. A. Israel, et al., “Photonic plug for scalable silicon photonics packaging,” Proceedings Volume 11286, Optical Interconnects XX; 1128607 (2020).

3. M. Eibelhuber, et al., “Nanoimprint Lithography Enables Cost-effective Production of Photonics,” Photonics Spectra, февраль 2015.

Scalable silicon photonics packaging using optical bump nanoimprint lithography, Hesham Taha (Teramount Ltd) and Martin Eibelhuber (EV Group)

Chip Scale Review, Volume 26, Number 3, May-June 2022

Популярность метода атомно-слоевого осаждения

Распространение метода атомно-слоевого осаждения, вероятно, продолжится, несмотря на трудности в цепочках поставок и увеличении производственных затрат.

Атомно-слоевое осаждение (АСО) – это метод осаждения тонких плёнок, разработанный на основе химического осаждения из газовой фазы (ХОГФ) в 1965 году. С самого начала появилось два направления производства микросхем, в которых применялся метод АСО.

Одно направление связано с производством специальных приложений, так называемых устройств More-than-Moore (MtM), в том числе МЭМС и сенсоров, датчиков изображений на КМОП, а также силовых, радиочастотных и фотонных устройств. Кроме того, метод АСО используется при изготовлении электролюминесцентных дисплеев.

Другое направление связано с усовершенствованной логикой и памятью, или устройствами More Moore (MM), в которых метод АСО впервые был применён в 1990-х годах и позволил производить следующие поколения таких устройств с точки зрения миниатюризации узлов и архитектуры устройств.

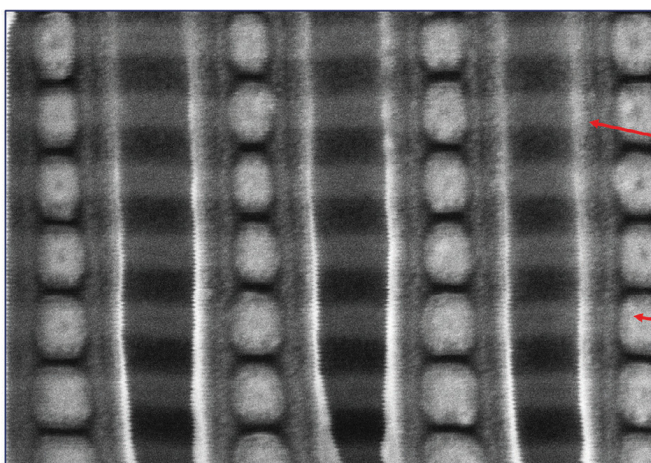
Преимуществами метода АСО считаются конформное осаждение при низких температурах и высокое качество нанометровой тонкой плёнки на границе раздела осаждения. Недостатками метода являются более низкая производительность, необходимость точной оптимизации процесса и эксплуатацион-

ные издержки, которые в первую очередь вызваны высокими ценами на металлоорганические химические реактивы. Стоимость химических реактивов, в свою очередь, обусловлена требованиями к стабильности и длительным сроком хранения.

Метод АСО используется также при производстве батарей для электромобилей, медицинской техники и биомикросхем, покрытия оптических элементов, а также квантовых вычислительных устройств.

ОТВЕРСТИЯ В КАНАЛАХ 176-СЛОЙНОЙ NAND-ПАМЯТИ КОМПАНИИ MICRON — ИЗОБРАЖЕНИЕ ЧЕРЕЗ РАСТРОВЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ МИКРОСКОП

(Источник: отчет компании Micron о 176-слойной памяти 3D NAND, System Plus Consulting, 2022 г.)



Слой держателя заряда, осажденный в отверстие канала с помощью метода АСО

Металлическая числовая шина

Рисунок 1

Специализация производителей оборудования

На Рисунке 2 показано, с пластинами каких диаметров работают производители установок для метода ACO.

ПРОИЗВОДИТЕЛИ ОБОРУДОВАНИЯ РАБОТАЮТ С ПЛАСТИНАМИ РАЗЛИЧНЫХ ДИАМЕТРОВ

(Источник: Оборудование для метода ACO в отчете More than Moore, Yole Développement, 2021)



Рисунок 2

Оборудование, работающее с пластинами диаметром 200 мм, обладает, как правило, следующими характеристиками: процессы могут проводиться автоматизировано и в ручном режиме, оборудование занимает меньшую площадь, имеет более низкую производительность и стоит дешевле. Кроме этого, его легко настраивать и использовать для исследований, прототипирования и мелкосерийного производства. Камеры в этих установках могут использоваться как для индивидуальной, так и групповой обработки пластин. Такое оборудование применяется для производства МЭМС и сенсоров, силовых, радиочастотных ИС, а также для фотоники.

Компании, работающие только с пластинами диаметром 300 мм, производят установки для МtМ устройств на основе кремния или датчиков изображения на КМОП. Такие установки часто разрабатываются по индивидуальному заказу и могут быть оснащены специализированными камерами для обработки одной пластины или реактором для увеличения произво-

дительности, что достигается за счёт автоматизации процесса обработки пластин и увеличения количества параллельно обрабатываемых пластин.

Производители оборудования для работы с пластинами диаметром 200 и 300 мм имеют более широкую продуктовую линейку.

На Рисунке 3 показано, оборудование для каких процессов также производят представители отрасли.

Небольшие компании имеют больше возможностей для модификации своего оборудования, часто участвуют в локальных исследованиях и разработках, малосерийном производстве для устройств МtМ и другой электроники. Лидерами являются Picosun и Veeco (Финляндия).

Более крупные, такие как Otorun, Plasma Therm и Veeco, предлагают установки для различных методов осаждения, таких как ХОГФ и/или ФОГФ.

Наконец, гиганты, такие как ASM International, TEL, AMAT и LAM Research, имеют широкую продуктовую линейку и тесно сотрудничают с ведущими производителями передовой логики и памяти для разработки архитектуры важных устройств.

ПРОИЗВОДИТЕЛИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ACO ИЗГОТАВЛИВАЮТ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДРУГИХ ТЕХНИК

(Источник: Оборудование для метода ACO в отчете More than Moore, Yole Développement, 2021)



Рисунок 3

Экосистема

Несмотря на большое число производителей оборудования и налаженные промышленные процессы, экосистеме АСО по-прежнему требуется разработка рецептур процессов, архитектур реакторов и химических реактивов. Экосистему образуют: академическое и научное сообщество, поставщики сырья и химических реактивов, производителя компонентов вакуумных систем и оборудования АСО, производители оборудования для метрологии и контроля тонких плёнок, разработчики процессов и производители микросхем (Рисунок 4).

С 2022 года все участники вынуждены справляться с инфляцией и увеличением производственных затрат, например, транспортных расходов и затрат на энергоресурсы. Кроме того, последний локдаун в Китае ставит под угрозу непрерывность поставок сырья и усугубляет трудности с поставками компонентов.

Несмотря на то, что метод работает в диапазоне низкого и среднего вакуума, установкам нужны части вакуумного оборудования как в ХОГФ, такие как контейнеры для химических реактивов, системы подачи газа, реакторы высокой чистоты, электростатические патроны, системы автоматизации и управления, а также связанная электроника и вакуумные насосы большой мощности. Кроме того, важным требованием является наличие быстродействующих клапанов с миллисекундной скоростью переключения, минимальным временем отклика, длительным сроком службы и высокой степенью чистоты.

Инвестиции ускоряют внедрение метода

Уникальные свойства метода АСО по достоинству его оценили во время возросшего в 90-е годы спроса на персональные компьютеры.

Ситуация повторяется: в 2020 году во время COVID-19 спрос на полупроводниковые чипы резко вырос. Доходы производителей чипов подскочили, и в настоящее время большинство из них увеличивают

ЭКОСИСТЕМА МЕТОДА АСО

(Источник: Оборудование для метода АСО в отчете More than Moore, Yole Développement, 2021)

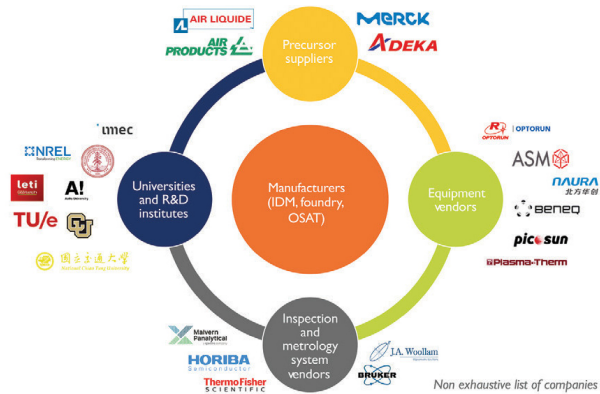


Рисунок 4

производственные мощности, чтобы удовлетворить растущий спрос.

Распространение метода АСО, вероятно, продолжится, несмотря на трудности в цепочках поставок и увеличении производственных затрат. Прогнозируемый среднегодовой темп роста составит 12% в период с 2020 по 2026 год, при этом выручка от продаж специализированного оборудования АСО увеличится (Рисунок 5).

Atomic Layer Deposition Gains Traction in More-than-Moore Device Production, Taguhi Yeghoyan, Ph.D., Technology and market Analyst, Semiconductor Manufacturing at Yole Développement

Semiconductor Digest, June 2022

ПРОГНОЗ ПО РАЗВИТИЮ РЫНКА УСТРОЙСТВ MORE-THAN-MOORE ДО 2026 ГОДА

(Источник: Оборудование для метода АСО в отчете More than Moore, Yole Développement, 2021)

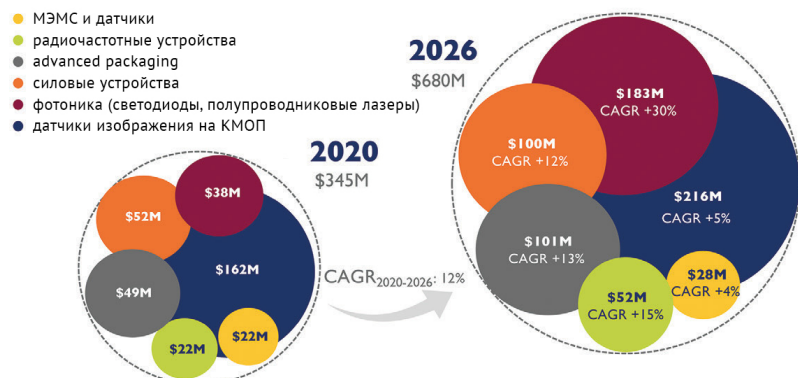


Рисунок 5

Тенденция заменять чипы – насколько это опасно

Большое количество таких чипов будут сохраняться в течение десятилетий в различных сегментах рынка.

По мере затягивания дефицита, замена чипов становится все более распространенным явлением в электронной промышленности. Такая замена предполагает, что изделие не всегда будет достойного качества, и это создает угрозу безопасности, так как для обнаружения подмены могут потребоваться годы.

Пока нет данных о том, насколько широко распространилось это явление и обнаруживались ли какие-либо значительные последствия. Многие отраслевые источники подтверждают, что замена чипов действительно происходит, угроза безопасности существует. В некоторых случаях уязвимости могут быть обнаружены через десять или более лет после выпуска продукта. И так как все больше устройств и подсистем внутри этих устройств взаимосвязаны, некоторые низкоуровневые микросхемы потенциально могут использоваться для получения доступа к другим частям системы или даже к устройствам или сетям, подключенным к этим системам.

«Вы уверены в качестве чипов, потому что получаете их через авторизованного поставщика, и кажется, что все отлично», - говорит Майк Борза, ученый Synopsys. «Но именно эти чипы сейчас легко подделать, потому что технология находится на более низком уровне. Плюс их легко найти, потому что на рынке широко представлены подержанные детали. Их покупают и снова продают, как если бы они были новыми. Это несанкционированное повторное использование. Ведь вы не знаете, в каком состоянии находятся эти чипы, возможно, они из устаревшего оборудования, которое по какой-то причине сейчас не используется».

Помимо того, что эти чипы были разработаны на старых узлах, которые опирались на устаревшие технологии безопасности, они представляют собой устройства предыдущего поколения, которые также используют более старые и менее безопасные протоколы связи. По словам Марка Виттема, генерального директора Riscure, старые чипы поставляются со старым программным обеспечением, потому что на них невозможно запустить самое современное ПО».

Что может пойти не так?

Замена микросхем в наши дни являются основной темой обсуждения в вопросе безопасности полупроводников, где стандартом считается нулевое доверие (каждый пользователь или устройство должны подтверждать свои учетные данные каждый раз, когда запрашивают доступ к какому-либо ресурсу внутри или за пределами сети).

Не все чипы-заменители одинаковы. Митчелл Млинар, вице-президент по разработкам в Tortuga Logic, приводит в пример один случай, когда чип был клонирован компанией из другой страны и выбрал неправильный формат для отправки команд. «Вы бы даже не узнали об этом, если бы использовали чип-клон. Все, что вы должны знать, это то, что вы отправляете защищенную информацию. Но если бит подменен, эта информация будет незащищенной. Сегодня чипы становятся ещё более сложными, а не просто Wi-Fi с шифрованием. И хотя базовые процессоры хорошо известны, когда вы начинаете подключать все внешние устройства к СнК, вы не знаете, как выглядят все протоколы прерываний. И могут возникнуть проблемы».

Заменить чипы на плате или в многочиповой подсистеме проще, чем в сложном СнК или в расширенном корпусе.

«В новейших чипах больше нарушений», — говорит господин Витteman . «Если у вас есть чип с 10 сетями и вас интересует, что делает одно ядро, то остальные девять — это просто шум. Таким образом, помех больше, что усложняет измерения и анализ. Это проблема фильтрации. А у более старых чипов уязвимость, которую было трудно использовать, может быть, пять лет назад, будет очень легко использоваться на сегодняшнем оборудовании».

С другой стороны, в более продвинутых чипах программное обеспечение сложнее. По мнению Виттемана, чем сложнее программное обеспечение, тем больше оно подвержено ошибкам. Это означает большее количество проблем с безопасностью.

Угроза увеличивается, когда системное программное обеспечение используется для связывания всего воедино, и ситуация усугубляется при замене микросхем, особенно в автомобилях. «До недавнего времени в транспортных средствах не было никаких средств контроля доступа», — говорит господин Борза из Synopsys . «Сейчас все начинают понимать, что нужно относиться к автомобильной сети как к компьютерной сети. Она должна быть должным образом сегментирована, и должны быть предусмотрены средства контроля доступа, которые применяются в точках входа к более важным для безопасности частям транспортного средства».

Откуда они?

Это поднимает важный вопрос в цепочке поставок о том, кто отвечает за то, чтобы чипы-заменители соответствовали заявленным характеристикам.

«Один из важных вопросов здесь заключается в том, как обеспечить безопасность цепочки поставок», — говорит господин Млинар. «В автомобилестроении, где безопасность является важным аспектом, вы будете предоставлять все отчеты и подтверждения того, что чип соответствует всем требованиям и целям. Проводите исследования, получаете результат, прикладываете необходимые документы. Вот куда нужно двигаться отрасли, и об этом уже говорят».

В общем, чем сложнее чип, тем сложнее его заменить другим чипом. Таким образом, сложная СнК, разработанная для сервера или автомобиля, не будет заменена другой.

«Это не повлияет на разработку новых автомобильных чипов, которые начинают разрабатываться сейчас или начали год назад, потому что циклы проектирования очень длинные и занимают около трёх лет», — говорит Скотт Бест, технический директор Rambus. «И вы надеетесь, что через три года ситуация с цепочкой поставок разрешится сама собой, и чип, который вы хотите производить, будет доступен в большом количестве. Но дело не только в кремниевой безопасности. Это безопасность цепочки поставок. Каковы надежные способы отслеживания качества, чтобы убедиться, что система, которую вы создаете, состоит из подлинных компонентов? В последнее время у нас появился интерес клиентов к риску для цепочки поставок, когда контрафактная деталь, возможно, со злым умыслом, или даже более дешевая подделка подлинной детали с точно такими же номерами деталей, выглядит полностью правильной снаружи».

Почему сейчас?

Что именно вызывает этот дефицит и когда ситуация нормализуется? Ответ прост — грубый просчет со стороны производителей бытовой электроники и автопроизводителей во время пандемии. Людям, работающим дома, нужны были новые ноутбуки, более качественные камеры для видеоконференций, а также гораздо более быстрые модемы и коммуникационное оборудование. Автопроизводители также недооценили спрос и потребность в большом количестве чипов.

Дефицит также вызван рядом других проблем и условий:

- геополитическими разногласиями между США и Китаем, которые нарушили хорошо отлаженную цепочку поставок;
- локдауны на заводах и фабриках из-за COVID;
- повсеместное увеличение количества датчиков, в том числе необходимых для производства полупроводников, что увеличивает объем данных, которые необходимо обработать;
- быстрый рост новых рынков, таких как AR/VR, ИИ и машинного обучения;
- а также продолжающийся рост устройств IoT, оцифровка большего количества конечных рынков и развитие периферийных устройств.

Все это способствует дисбалансу спроса и предложения. С другой стороны, все вокруг генерирует больше данных. Некоторые из этих данных необо-

димо обрабатывать в облаке, но все большее их количество необходимо обрабатывать гораздо ближе к источнику, чтобы уменьшить задержку, требования к пропускной способности и количество энергии, необходимой для перемещения этих данных. Это приводит к резкому росту спроса на продвинутые чипы. Хотя даже в самых сложных устройствах есть чипы, которые выполняют простые функции, не требующие самых сложных корпусов или процессов. Это чипы, которые чаще всего оказываются в дефиците, поскольку заводы не спешат увеличивать инвестиции в 200-мм производство. А поскольку эти чипы производятся уже много лет, их также легко извлечь из списанной электроники или клонировать, что подпитывает серый рынок.

Государственные регуляторы начинают это понимать. В марте Европол, европейское полицейское агентство, сообщило, что «те, кто занимается подделкой чипов, могут попытаться использовать текущий дефицит, выводя на рынок поддельные полупроводники, например, диоды. Подделки попадают в цепочки поставок, поскольку обычно компоненты могут побывать у нескольких дистрибьюторов до того, как они попадут на производственные площадки. Отследить первоначального поставщика поддельных полупроводников может быть сложно».

Что дальше?

Не стоит ждать, что риски уменьшатся только за счет увеличения пропускной способности. Большинство экспертов по безопасности выступают за более жесткий контроль над цепочкой поставок, в том числе за лучшее отслеживание отдельных частей.

Но по мере сокращения поставок производителям, вероятно, потребуются более тщательное отслеживание компонентов.

«Каждый современный чип имеет уникальный внутренний идентификатор», – говорит Млинар из Tortuga Logic. «Если это часть блокчейна, который идет вместе с ним и который зашифрован, будет сложно сходу заменить этот чип. Они не будут знать этот внутренний идентификатор, не смогут сопоставить его с блокчейном и заменить оба одновременно. Пока вы знаете, где произведен каждый

чип, который имеет уникальный идентификатор, все будет хорошо».

Это уже происходит в военной/авиационной отрасли. «За последние несколько месяцев в этих областях наметился значительный прогресс в обеспечении цепочки поставок микроэлектроники», – сказал Бест из Rambus. «Раньше не существовало единых рабочих документов, а сейчас разрабатываются рекомендации о том, как блокировать внутренние атаки и атаки вредоносного ПО, которые могут произойти после автоматизации проектирования электронных приборов и устройств, и как надежно обеспечить сортировку пластин. Такой документ невозможно разработать быстро, но о нем говорят гораздо больше, чем год назад, и это здорово».

В конце концов, многое сводится к управлению цепочками поставок, а сама цепочка поставок нарушается рядом факторов. Но по мере увеличения пропускной способности и прекращения замены микросхем гораздо больше внимания будет уделяться предотвращению подобных и иных проблем в будущем.

Источник

Chip Substitutions Raising Security Concerns, Ed Sperling, June 2nd, Semiconductor Engineering

Мнение эксперта

В России дополнительным фактором риска являются внешние санкционные, информационные и технологические ограничения. Для снижения последствий подобных ограничений Зеленоградский наноцентр создает собственные научно-производственные цепочки и работает с зарубежными поставщиками на уровне фабрик. При этом риски поставок контрафактных микросхем существенно сокращаются, а возможность поставки восстановленных компонентов исключается.

Иван Иванович Фефилов,
АО «НИИЭТ»

Динамично развивающийся рынок силовых ИС

Развитие беспилотных и электромобилей, появление аккумуляторов у электрического и медицинского оборудования, а также автоматизация зданий и заводов – всё это продолжит стимулировать развитие рынка.

В повседневной жизни нас окружают устройства, в которых используются силовые интегральные схемы (силовые ИС): это все электрические и электронные системы, от бытовых до аэрокосмических. Силовые ИС отвечают за управление, контроль и мониторинг мощности. Количество силовых ИС в одном приложении соответствует технологической эволюции: чем сложнее устройство, тем больше их число.

Существует несколько типов силовых ИС, в том числе многоканальные интегральные схемы управления питанием (PMIC), DC-DC переключатели,

интегральные схемы управления зарядом аккумулятора (BMIC), линейные регуляторы, супервизоры, секвенсоры, источники опорного напряжения и многие другие.

Растущий рынок с рядом различий

Ожидается, что к 2026 году общий рынок силовых интегральных схем превысит 25,5 миллиардов долларов США, а совокупный среднегодовой темп роста составит 3% в период с 2020 по 2026 год [1].

Однако стоит заметить, что этот показатель не отражает реальной ситуации, поскольку не все сегменты рынка растут с одинаковой скоростью. Yole Développement (Yole) отмечает, что в течение последних двух лет, несмотря на COVID-19, рынок силовых ИС был стабилен, а годовой рост в период с 2019 по 2020 год составил 1,5%.

В настоящее время около 70% всего рынка составляют четыре основных типа силовых ИС: многоканальные PMIC, DC-DC переключатели, линейные регуляторы и BMIC.

ДОРОЖНАЯ КАРТА НА 1980-2040 ГОДЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА СИЛОВЫХ ИС И ТЕХНОЛОГИЙ

(Источник: Статус силовых ИС: технология, отрасль и тренды – отчет, Yole Développement, 2021)



Рисунок 1

В 2020 году рынок многоканальных PMIC составил более 4,5 млрд долларов США, и ожидается, что к 2026 году он достигнет отметки в 5,3 млрд долларов США, при этом прогнозируемый среднегодовой темп роста в этот период составит 2,6%. Элемент этого типа включает несколько DC-DC преобразователей и линейных регуляторов в одном корпусе. Поэтому они в основном используются в устройствах, где важен размер, например, смартфонах и системах ADAS. В 2020 году доля многоканальных PMIC составила 21% рынка силовых ИС, а основные игроки – это Apple, Qualcomm, Intel и Samsung S.LSI. DC-DC переключатели составляют второй по величине сегмент с долей рынка около 17% в 2020 году. Этот рынок составил более 3,7 млрд долларов США в 2020 году и, как ожидается, достигнет примерно 4,5 млрд долларов США к 2026 году, при этом среднегодовой темп роста на 2020–2026 годы составит 2,9%. Существует несколько типов DC-DC переключателей, понижающий преобразователь используется в основном для понижения входного напряжения до требуемого выходного напряжения. DC-DC преобразователи используются почти во всех приложениях, где разница между доступным и требуемым напряжением значительна.

в основном используются для устройств питания с очень низкими требованиями к напряжению.

Texas Instruments представляет довольно широкую линейку продукции и, ожидается, что он останется лидером на рынках DC/DC переключателей, ВМІС и линейных регуляторов. Однако после приобретения Maxim Integrated компанией Analog Devices, последняя станет прямым конкурентом TI как на рынке DC/DC переключателей, так и на рынке линейных регуляторов.

Несоответствия наблюдаются на уровне устройства, а также наблюдаются от одного приложения к другому. Два приложения символизируют эту асимметрию роста: рынок мобильных устройств и потребительских товаров, а также автомобильный рынок.

Рынок мобильных устройств и потребительских товаров – самый крупный, но менее динамичный

ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ РЫНКА СИЛОВЫХ ИС ПО ТИПАМ НА 2019-2026 ГОДЫ

(Источник: Статус силовых ИС: технология, отрасль и тренды – отчет, Yole Développement, 2021)

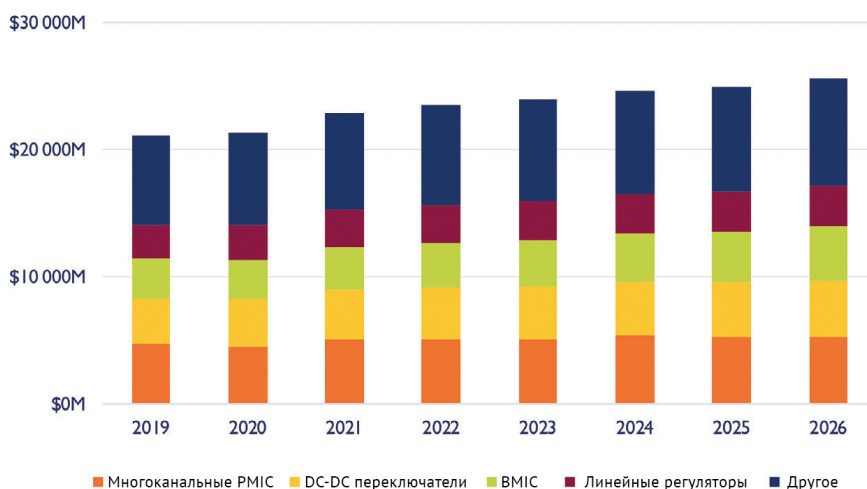


Рисунок 2

Ещё один элемент, который набирает популярность с связи с развитием электротранспорта и появлением аккумуляторов у электрического и медицинского оборудования, – это ВМІС. Третье место и 14% рынка в 2020 году. Наконец, производство линейных регуляторов в 2020 году занимало 13% рынка. Они

Мобильные и потребительские приложения, которые интегрируют силовые ИС в мобильные телефоны, бытовую технику, портативную электронику и развлекательные устройства, представляют собой самый крупный рынок силовых ИС (Рисунок 3). Ожидается, что он вырастет с 10,7 млрд долларов США в 2020 году и до более чем 11,6 млрд долларов США к 2026 году, при этом прогнозируемый среднегодовой темп роста составит 1,4%.

Рост этого рынка не будет таким значительным в течение следующих пяти лет, поскольку это уже сложившийся рынок, в основном

ориентированный на крупносерийное производство, такое как смартфоны. Тем не менее, несмотря на рост, ожидается, что рынок силовых ИС для мобильных устройств и потребительской электроники потеряет долю рынка с 50% в 2020 году до 45% к 2026 году из-за сильного ценового давления.

ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ РЫНКА СИЛОВЫХ ИС НА 2020-2026 ГОДЫ

(Источник: Статус силовых ИС: технология, отрасль и тренды – отчет, Yole Développement, 2021)

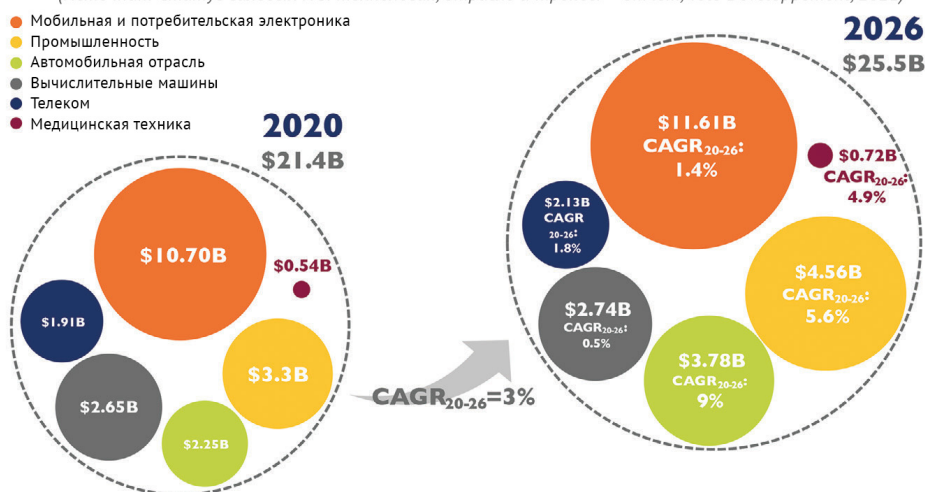


Рисунок 3

Чтобы оставаться конкурентоспособными, производители силовых ИС должны не допускать роста цен и при этом сохранить качество продукции. В 2020 году на рынке мобильных и потребительских ИС доминировали многоканальные PMIC и DC-DC преобразователи с долей рынка 42% и 16% соответственно. Qualcomm останется лидером в этой области, а две другие компании – Dialog Semiconductor и Texas Instruments – занимают значительную долю рынка. Однако после решения Apple полностью производить PMIC самостоятельно, Dialog Semiconductor изменила стратегию и была продана Renesas. Благодаря этому приобретению Renesas рассчитывает получить Samsung, Xiaomi, Oppo и Panasonic в качестве клиентов и укрепить свои позиции на этом рынке.

Что является движущей силой силовых ИС на автомобильном рынке?

Автомобильный рынок является наиболее перспективным для силовых ИС. Ожидается, что он вырастет примерно с 2,25 млрд долларов США в 2020 году до более чем 3,7 млрд долларов США к 2026 году при среднегодовом темпе роста в 9%. В него входят ADAS, бортовые информационно-развлекательные системы, системы для комфорта и удобства и так далее. Такой высокий рост объясняется двумя основными тенденциями: популярностью электротранспорта и разработкой беспилотных автомобилей. В настоящее время существует глобальное

соглашение о необходимости обезуглероживания отрасли для сокращения выбросов CO₂. Поскольку транспорт загрязняет окружающую среду наиболее сильно, электрификация отрасли значительно сократит выбросы CO₂. Ожидается, что к 2026 году пассажирские и легкие коммерческие электромобили (гибридные и полностью электрические автомобили) будут составлять почти 47% рынка. Электромобилям требуется множество BMIC для управления потоком заряда через аккумулятор. Согласно исследованиям Yole, рынок BMIC

для автомобилей вырастет с 1 миллиарда долларов США в 2020 году до примерно 2 миллиардов долларов США к 2026 году. В результате его доля рынка увеличится с 45% в 2020 году до примерно 52% к 2026 году.

Ещё одним фактором, влияющим на рынок автомобильных силовых ИС, является развитие беспилотного транспорта. Современные автомобили все чаще оснащаются сложными и чувствительными функциями, такими как ADAS (система помощи водителю) и информационно-развлекательные системы. Эти приложения используют силовые ИС в качестве интерфейса для эффективного обеспечения и контроля правильного потока энергии в электрических системах. Ожидается, что в ближайшие годы количество этих функций значительно возрастет благодаря тенденции к повышению уровня автоматизации современных автомобилей. На рынке автомобильных силовых ИС в основном лидируют такие компании, как Texas Instruments, Qualcomm и Analog Devices, которые выпускают и многоканальные PMIC, и BMIC.

COVID-19 и нехватка микросхем на фоне роста инвестиций в производство пластин диаметром 300 мм.

За последние пару лет полупроводниковая промышленность испытывала шок из-за пандемии

COVID-19 и нехватки микросхем. Поэтому производители вкладывают средства в увеличение мощностей своих фабрик путём расширения имеющихся или строительства новых производственных линий. Причины инвестиций в производство пластин диаметром 300 мм различны. Например, Texas Instruments стремится увеличить количество чипов на пластину и увеличить выход годных за счёт использования более современного оборудования, тем самым повышая эффективность производства и сохраняя конкурентоспособность. С другой стороны, такие компании, как Infineon, увеличивают объемы производства, чтобы удовлетворить быстро растущий спрос на полупроводники на различных рынках, которые не ограничиваются силовыми ИС. Ещё одной причиной увеличения собственного производства является желание лучше контролировать цепочки поставок.

Среди IDM-компаний Texas Instruments придерживается самой агрессивной стратегии инвестирования, вкладывая деньги в фабрики в Ричардсоне и Шермане. В настоящее время компания заказывает на аутсорсе около 20% пластин, в основном для логики и встроенных ИС.

Бизнес-модель и стратегии производителей силовых ИС

На рынке силовых ИС в основном преобладают три бизнес-модели: IDM, Foundries и Fabless. В модели IDM компания разрабатывает, производит и продает микросхемы под собственной маркой, на некоторых этапах иногда используя подрядчиков.

Такие компании, как Texas Instruments и Analog Devices, построены по этой модели. С другой стороны, некоторые заводы (foundry) производители силовых ИС в основном специализируются на стандартных готовых продуктах. Сегодня в модели foundry преобладают азиатские компании, такие как TSMC и SMIC. Однако ожидается, что в ближайшие годы ситуация изменится.

Наконец, такие компании, как Qualcomm работают по модели fabless, то есть не имеют производственных мощностей и занимаются только разработкой микросхем.

В рамках этой бизнес-модели существует два варианта производства:

Производство под ключ: компании с этой бизнес-моделью заключают контракт с заводом, который предоставляет им полностью собранную и протестированную силовую ИС.

Двухэтапное производство: fabless-компания покупает бескорпусные ИС или пластины у заводов и заключает контракт с третьей стороной для организации производства.

Помимо этих трёх основных бизнес-моделей, все большую популярность, в основном в Китае, приобретает четвёртая – fablite. Такие компании создают новейшие производственные мощности для проведения НИОКР и организации только опытного производства. В дальнейшем дополнительный объем продукции изготавливается на заводах. Эта новая бизнес-модель сочетает в себе преимущества IDM и fabless. Её использует, например, китайская производитель ИС – компания Silergy.

БИЗНЕС-МОДЕЛЬ ИГРОКОВ РЫНКА СИЛОВЫХ ИС И ЦЕПочки Поставок

(Источник: Статус силовых ИС: технология, отрасль и тренды – отчет, Yole Développement, 2021)



Рисунок 4

Поскольку на рынке силовых ИС определяющим фактором является себестоимость, а технология быстро развивается, в последние годы можно было наблюдать несколько слияний и поглощений. Чтобы поддерживать устойчивый рост, укреплять позиции на рынке или просто оставаться конкурентоспособными, игроки используют разные стратегии. Некоторые инвестируют в другие компании или приобретают их, чтобы увеличить охват рынка и расширить или диверсифицировать свою продуктовую линейку. Другие покупают или лицензируют технологии у третьих сторон, чтобы расширить свои техниче-

ские возможности. представить новые продукты или улучшить существующие. В 2021 году компания Renesas купила Dialog Semiconductor и получила доступ к дополнительным объектам интеллектуальной собственности и разработкам высокоинтегрированных и энергоэффективных ИС со смешанными сигналами и в результате укрепила свои позиции в автомобильной, потребительской и промышленной сферах. С другой стороны, когда компания Analog Devices купила Maxim Integrated, она получила завод по производству пластин диаметром 200 мм и затем сократила процент переданного на аутсорс производства.

Кто лидирует на китайском рынке силовых ИС?

Китайский рынок силовых ИС, безусловно, является самым крупным. Тем не менее, в 2020 году доли китайских игроков на местном рынке силовых ИС составляли лишь около 12%. Сегодня лидерами считаются международные компании Texas Instruments и Analog Devices, но местные производители, такие как SG Micro, Silergy и Silan, CR Micro и Zpeak постепенно увеличивают занимаемую долю рынка. Это увеличение обусловлено тремя основными причинами. Во-первых, крупные китайские компании, такие как Huawei, Xiaomi и Oppo нуждаются в локальной, сильной и устойчивой цепочке поставок. Вторая причина – торговые разногласия между США и Китаем, подталкивающие китайское правительство к снижению своей технологической зависимости. Последней, но не менее важной причиной является COVID-19. Нарушение глобальной цепочки поставок из-за COVID-19 побудило компании предпочесть локальных поставщиков. Рынок начинается переориентироваться на китайские компании, но потребуются годы или даже десятилетия, чтобы они смогли конкурировать с ведущими международными производителями.

ЛИДЕРЫ КИТАЙСКОГО РЫНКА СИЛОВЫХ ИС

(Источник: Статус силовых ИС: технология, отрасль и тренды – отчет, Yole Développement, 2021)



Рисунок 5

Долгая жизнь

Рынок силовых ИС будет продолжать расти, поскольку они используются для работы всех приложений. Некоторые факторы, такие как развитие беспилотных и электромобилей, появление аккумуляторов у электрического и медицинского оборудования, а также автоматизация зданий и заводов – будут продолжать стимулировать развитие рынка. Ожидается больше слияний и поглощений, поскольку ведущие компании укрепляют свои позиции на рынке или расширяют свой бизнес-портфель. С другой стороны, инвестиции крупных компаний в собственное производство будут продолжаться, поскольку они хотят сохранить свою позицию на рынке и обеспечить безопасность цепочки поставок. COVID-19 и нехватка полупроводников подтолкнули администрации Европейского Союза и США к принятию плана по развитию собственного производства полупроводников, чтобы уменьшить свою зависимость от азиатских компаний. Тем не менее, китайское правительство делает то же самое для создания технологической зависимости.

Источник

Power ICs: A \$21B Market Evident in All Applications, Ana Villamor, Ph.D., Technology & Market Analyst, Power Electronics, from Yole Développement.

Semiconductor Digest, June 2022

Ключевые вопросы симпозиума IEEE 2022 на тему развития СБИС

Общая тема симпозиума «Технологии и микросхемы для важнейшей инфраструктуры будущего» объединяет передовые технологические разработки, инновационный дизайн схем и приложения, в которых используются СБИС.

Данный симпозиум – ведущая международная конференция, которая фиксирует темпы, прогресс и эволюцию микро-/нано электроники, состоялась 12-17 июня 2022 года на Гавайях.

Ниже приведены краткие аннотациями некоторых докладов и исследований:

- Intel представил новую передовую технологию CMOS FinFET, Intel 4, которая заключается в 2-кратном масштабировании области высокопроизводительной логической библиотеки и увеличении производительности на 20% по сравнению с Intel 7.
- Imec сообщила о разработке новой схемы маршрутизации в технологии finFET, позволяющей подключать питание через скрытую шину питания (buried power rail) с обеих сторон пластины.
- IBM сообщила об улучшении существующей технологии магниторезистивной памяти с произвольным доступом с передачей спинового момента (STT-MRAM) в части увеличения скорости и повышения надежности.
- Huawei впервые рассказала о разработке высокопроизводительной памяти DRAM, продемонстрировав вертикальный CAAC-IGZO FET, уменьшенный до менее 50×50 нм².
- Гонка за КМОП-пикселями продолжается: компания Samsung разработала прототип датчика изображения с разрешением 200 Мп с использованием технологии двойного вертикального передающего затвора (D-VTG).
- Университет Токио представил фотодетектор с гибридным волноводом Si/III-V, состоящий из ультратонкой мембраны InGaAs и щелевого волновода из кремния, имеющий низкую емкость и высокую чувствительность, а также высокую скорость.
- Университет Сингапура сообщил о первой монолитной интеграции волноводных фотодетекторов и модуляторов группы IV на кремниевых подложках (300 мм) для приложений с длиной волны 2 мкм, которые имеют совместимость с Si CMOS.

- TSMC рассказала о транзисторной технологии, в которой используется новый полуавтоматический процесс сухого переноса в масштабе пластины для однослойного (1L) CVD WS₂, разработанный с использованием слабо связанного интерфейса между полуметаллическим Вi и двумерным полупроводником WS₂.
- Sony продемонстрировала разработку 2-слойного транзисторного КМОП-датчика изображения, который обладает большой полной емкостью и высокой квантовой эффективностью.
- Исследователи NVIDIA представили свой прототип ускорителя глубокого машинного обучения на 5-нм КМОП.
- Samsung представила третье поколение 10-нм DRAM с улучшенной производительностью, обладающей надежностью, доступностью и удобством обслуживания.
- Meta Reality Labs сообщили о SRAM с низким энергопотреблением в 7-нм SOC, встроенную в прототип браслета электромиографии для распознавания жестов в очках дополненной реальности.
- Intel рассказала о своей усовершенствованной системе управления питанием «система-в-корпусе», предлагающей интеграцию гетерогенных чиплетов с их 3D-TSV-стековой конструкцией на 22-нм кремниевый переходник.
- IBM сообщила о передатчике для сверхвысокоскоростных последовательных электрических соединений, отвечающем потребностям постоянно растущей пропускной способности сети в центрах обработки данных.
- Токийский технологический институт сообщил о приемопередатчике 5G, основанном на формирователе луча с фазированной решеткой, в котором используется малошумящий усилитель мощности Доэрти.
- Toshiba представила приемник LIDAR на основе CMOS-SPAD, встроенный в систему объемом 64 см³ размером с ладонь.
- IBM Research сообщает об аналого-цифровом преобразователе со скоростью 56 Гб/с и разрешением 8 бит в усовершенствованной 4-нм КМОП.

Источник

Highlights from the 2022 IEEE Symposium on VLSI Technology and Circuits

Semiconductor Digest, June 2022

HILTON HAWAIIAN VILLAGE
ГОНОЛУЛУ, ГАВАЙИ
13-17 ИЮНЯ 2022 ГОДА

ТЕХНОЛОГИИ И СХЕМЫ ДЛЯ КРИТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ БУДУЩЕГО

Актуальность технологии GaN в рамках повестки международной конференции CS International

В этом году особое место в повестке конференции заняли фотоника и СВЧ-изделия на основе нитрида галлия. Внимание к этим темам на мировом уровне подтверждает их высокую актуальность и перспективность.

На прошлой неделе в Брюсселе прошла международная конференция в области полупроводниковой промышленности CS International Conference. Генеральный директор АО «ЗНТЦ» Анатолий Андреевич Ковалёв посетил конференцию и провёл встречи с иностранными коллегами и партнёрами.

Работа была поделена на 5 ключевых направлений: быстрые и экономичные сети 5G; области применения микросветодиодов; создание многомиллионной индустрии SiC; возможности для вертикально-излучающих лазеров VCSEL и использование потенциала технологии GaN.

На протяжении пяти сессий эксперты обсуждали текущее состояние отрасли и эволюцию сложных полупроводников, рассказывали о технологических прорывах и делились достижениями в области инструментов и процессов, которые помогут повысить производительность и пропускную способность.

Мнение эксперта

В этом году в фокусе конференции CS International фотоника и СВЧ-изделия на основе нитрида галлия. Внимание к этим темам на мировом уровне подтверждает их высокую актуальность и перспективность. На сегодняшний день для АО «ЗНТЦ» и НИУ МИЭТ эти направления также являются ключевыми и находятся в стадии активного развития.

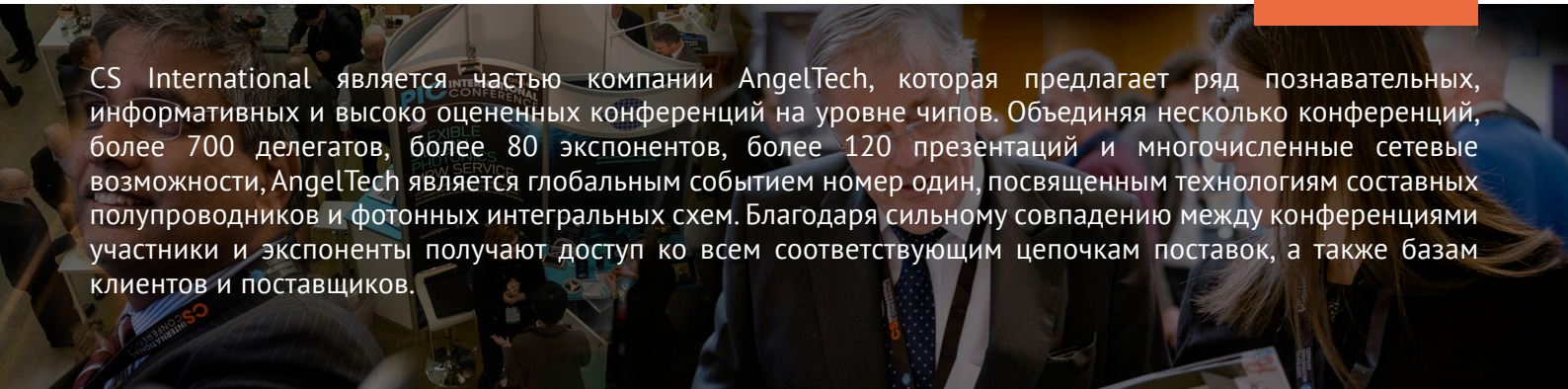
Новые решения по измерительным системам и по технологиям роста барьерных слоев – это доклады, которые вызывают сейчас наибольший интерес.

Также за время работы на конференции были проведены обсуждения с производителями оборудования для осаждения функциональных слоев.

Ковалев Анатолий Андреевич
Генеральный директор АО «ЗНТЦ»

Самой обширной по количеству докладов была сессия, на которой обсуждался потенциал технологии нитрида галлия. Приведём несколько кратких аннотаций докладов зарубежных коллег:

- Компания Fraunhofer IAF сообщила, что эксплуатация HEMT на GaN при напряжении 100В или выше позволяет достичь значительно высокой плотности мощности. При этом повышение напряжения также изменяет ВАХ устройства. Все эти факторы позволяют уменьшить потери в согласующей цепи и создавать более компактные и эффективные системы.
- Продолжается развитие силовых устройств высокого напряжения на GaN, в которых удается достигнуть более высоких диапазонов мощности благодаря решениям SiC. Компания Transform представила первые 1200В HEMT-переклюатели на GaN с быстрым переключением и малыми потерями для приложений, использующих 3 фазы и 750В постоянного тока или выше, таких как приводы электромобилей, зарядка электромобилей, фотоэлектрические инверторы и общепромышленные блоки питания.
- Компания Evatec AG предложила новое решение для напыления GaN для приложений с широкой запрещенной зоной (WBG).
- Forge Nano сделала доклад о внедрении передовых архитектур в составные полупроводниковые устройства с помощью метода атомно-слоевого осаждения (ASO) при больших объемах производства.
- Разработка энергоэффективных HEMT устройств требует самых современных технологий измерения и контроля точности. Представитель компании Onto Innovation рассказал о том, как их разработки в области метрологии и контрольно-измерительные технологии вместе с программными продуктами позволяют измерять пластины, а также получать обратную связь в режиме реального времени и управлять технологическим оборудованием, используемым при разработке технологий на основе GaN в крупносерийном производстве.
- Компания Soitec разработала решение, которое придет на смену GaN устройствам, - технологию обработки эпитаксиальных пластин на GaN/Si для устройств 5G и силовых выключателей.
- Важным фактором в производстве силовой электроники на GaN является технология MOCVD (метод металлоорганического химического осаждения в паровой фазе) для эпитаксиального осаждения нитрида галлия и пленок. Компания Veeco разработала реакторную технологию для обработки одной пластины для подложек диаметром 200-мм и 300-мм с помощью систем Propel HVM® и Propel 300® соответственно.
- В докладе STMicroelectronics были описаны отличительные особенности технологии GaN, которые позволяют ей отвечать всё новым вызовам рынка. Во-первых, устройства на нитриде галлия могут работать на гораздо более высоких частотах, чем любые другие полупроводники, это позволяет значительно миниатюризировать электронные системы. Во-вторых, GaN обработка обеспечивает монолитную интеграцию благодаря совместимости с КМОП процессами на основе кремния. В-третьих, технологию можно применять на предприятиях, которые работают с пластинами диаметром 200-мм и использовать существующее оборудование.
- Компания Nanotronics разработала классификацию дефектов, которые встречаются при производстве устройств на GaN, а также методологию их обнаружения и варианты возможных улучшений технологий проверки.
- Представитель Kuma Technologies рассказал об использовании технологии HVPE (эпитаксия из гидридной паровой фазы) для производства вертикальных устройств.
- Компания Oxford Instruments в своем докладе сделала прогноз развития технологии GaN: HEMT на рGaN и MISHEMT на GaN. Также в презентации были озвучены решения для атомно-слоевой обработки данных устройств, описаны новейшие разработки в области метода атомно-слоевого осаждения с низким уровнем повреждений, высококачественных диэлектриков и пассивирующих слоев, а представлены технологические решения для точного контролируемого атомно-слоевого травления.



CS International является частью компании AngelTech, которая предлагает ряд познавательных, информативных и высоко оцененных конференций на уровне чипов. Объединяя несколько конференций, более 700 делегатов, более 80 экспонентов, более 120 презентаций и многочисленные сетевые возможности, AngelTech является глобальным событием номер один, посвященным технологиям составных полупроводников и фотонных интегральных схем. Благодаря сильному совпадению между конференциями участники и экспоненты получают доступ ко всем соответствующим цепочкам поставок, а также базам клиентов и поставщиков.