

# ДАЙДЖЕСТ №2 АВГУСТ 2022

Электроосаждение индия  
– новый подход к процессу  
гальванопокрытия

Samsung продолжает  
разработку кремниевой  
фотоники для LiDAR

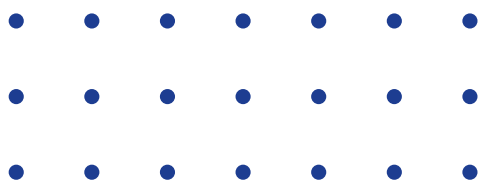
Делаем разработку микросхем  
более демократичной

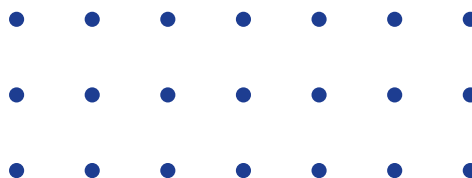
Почему датчики  
тока с туннельным  
магнитосопротивлением  
являются удачным решением  
для многих устройств

Мировые расходы  
на производственное  
оборудование достигнут  
рекордных 109 миллиардов  
долларов в 2022 году

Экономическая нестабильность  
не повлияет на рост продаж  
в полупроводниковой  
промышленности

news





## Уважаемые коллеги!

В августе Зеленоградский нанотехнологический центр отмечает свой день рождения – наша компания была основана в 2010 году. 12 лет – путь немалый: период становления, поиска и, наконец, выхода на путь устойчивого роста и процветания. Это результат совместной работы сплочённого коллектива и плодотворного сотрудничества с нашими коллегами и партнёрами. Благодаря каждому из вас – привносимому труду, опыту и интеллектуальному творчеству – компания растёт и развивается.

И именно с вами мы готовы делиться самым интересным и полезным. В этом месяце мы подготовили для вас второй выпуск дайджеста обзором трендов зарубежной электроники. На его страницах вы найдёте материалы о новых направлениях и тенденциях развития электроники в мире, актуальные обзоры и анализы рынка, а также статьи по самым дискуссионным вопросам.

Августовский номер рассказывает о новом подходе к процессу гальванопокрытия, перспективности лидаров в кремниевой фотонике, трендовом движении за открытые разработки, особенностях датчиков тока с туннельным магнитосопротивлением и об изменениях в экономических отчетах компаний SEMI и IC Insights.

Следующий выпуск будет посвящен технологиям и инновациям в области электротранспорта, тонкостям процесса тестирования микроконтроллеров, достижениям в разработке устройств на основе флэш памяти NAND и многом другом.

Надеемся, что информация в дайджесте окажется полезной для Вас и Ваших коллег.

Приятного чтения!

# СОДЕРЖАНИЕ

04

## ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ ИНДИЯ – НОВЫЙ ПОДХОД К ПРОЦЕССУ ГАЛЬВАНОПОКРЫТИЯ

Ключевые слова: электроосаждение, индий, флип-чип, индиевые припои

09

## SAMSUNG ПРОДОЛЖАЕТ РАЗРАБОТКУ КРЕМНИЕВОЙ ФОТОНИКИ ДЛЯ LIDAR

Ключевые слова: КМОП, лидар, кремниевая фотоника, фотонные интегральные схемы

15

## ДЕЛАЕМ РАЗРАБОТКУ МИКРОСХЕМ БОЛЕЕ ДЕМОКРАТИЧНОЙ

Ключевые слова: open-source, открытый исходный код

19

## ПОЧЕМУ ДАТЧИКИ ТОКА С ТУННЕЛЬНЫМ МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЕМ ЯВЛЯЮТСЯ УДАЧНЫМ РЕШЕНИЕМ ДЛЯ МНОГИХ УСТРОЙСТВ

Ключевые слова: датчик тока, туннельное магнитосопротивление, области применения

Мнение эксперта Юрова А.С.

22

## МИРОВЫЕ РАСХОДЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДОСТИГНУТ РЕКОРДНЫХ 109 МИЛЛИАРДОВ ДОЛЛАРОВ В 2022 ГОДУ

Ключевые слова: производственное оборудование, рост затрат

24

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ НЕСТАБИЛЬНОСТЬ НЕ ПОВЛИЯЕТ НА РОСТ ПРОДАЖ В ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ключевые слова: объём продаж, экономические риски, компоненты

# Электроосаждение индия – новый подход к процессу гальванопокрытия

Монтаж методом флип-чип (flip-chip) является традиционным для гибридизации – процесса соединения кристаллов из разных технологий в высокопроизводительный модуль. Оловянные припои, которые раньше использовались для флип-чипов, заменяются бессвинцовыми, например, из индия. Однако создание индиевых «бампов» (припоев) является сложной задачей. Эксперты компании ClassOne Technology считают, что новый подход к процессу электроосаждения решает эту проблему.

Гибридные пиксельные детекторы широко используются в различных областях, например, в физике высоких энергий, медицине, экологии, а также в военной промышленности. Они состоят из пиксельного датчика и интегральной схемы считывания (ROIC), которая обеспечивает электронный доступ к каждому пикселю в детекторе. Пиксельные датчики изготовлены из кремния с высоким удельным сопротивлением, в то время как для интегральной схемы считывания требуется материал с низким удельным сопротивлением. Процесс гибридизации позволяет производить каждый из них независимо друг от друга, а затем соединять вместе методом флип-чип.

Во время монтажа флип-чип создается контакт, который характеризуется высокой входной-выходной плотностью и маленьким контактным расстоянием между пиксельным датчиком и интегральной схемой считывания, что обеспечивает высокую

производительность устройства. В процессе монтажа припой плавится, образуя соединение. Пиксели в гибридном детекторе размещаются в массиве с расстоянием между ними, или шагом, менее 100 микрон (мм).

## Эволюция технологии

В стандартном процессе флип-чип сначала использовались свинцовые припои. Затем из-за своей токсичности свинец в электронике оказался под запретом, и потребовалось искать альтернативу. Однако бессвинцовые материалы, такие как чистое олово или различные сплавы на основе олова, например, SnAgCu (олово-серебро-медь или SAC), также имеют недостатки при использовании в пиксельных детекторах.

Так как пиксельный датчик и интегральная схема считывания изготовлены из разных материалов,

из-за несоответствия коэффициента теплового расширения (КТР) процесс монтажа требуется проводить при низкой температуре, для того чтобы снизить тепловое воздействие на датчик. Кроме того, датчики должны работать в различных экстремальных условиях: от радиации до криогенных температур. Вышеуказанные проблемы требуют поиска нового материала для изготовления припоя с конкретными характеристиками. Мы предлагаем индий в качестве одного из таких вариантов.

## Почему индий?

Индий – мягкий металл (более мягкий, чем свинец) с низкой температурой плавления (156 °С),

очень податливый и пластичный, при своих свойствах он сохраняет при очень низких температурах, вплоть до абсолютного нуля (-273°С). Это делает индий идеальным для криогенных и вакуумных применений.

Что касается химических свойств, индий вступает в реакцию с кислородом только при высоких температурах, не растворяется в кислотах, имеет хорошую адгезию к другим металлам, обладает способностью смачивать стекло. Такие характеристики как высокая электропроводность, пластичность и низкотемпературная стабильность делают его отличным вариантом для использования в гибридных пиксельных детекторах.

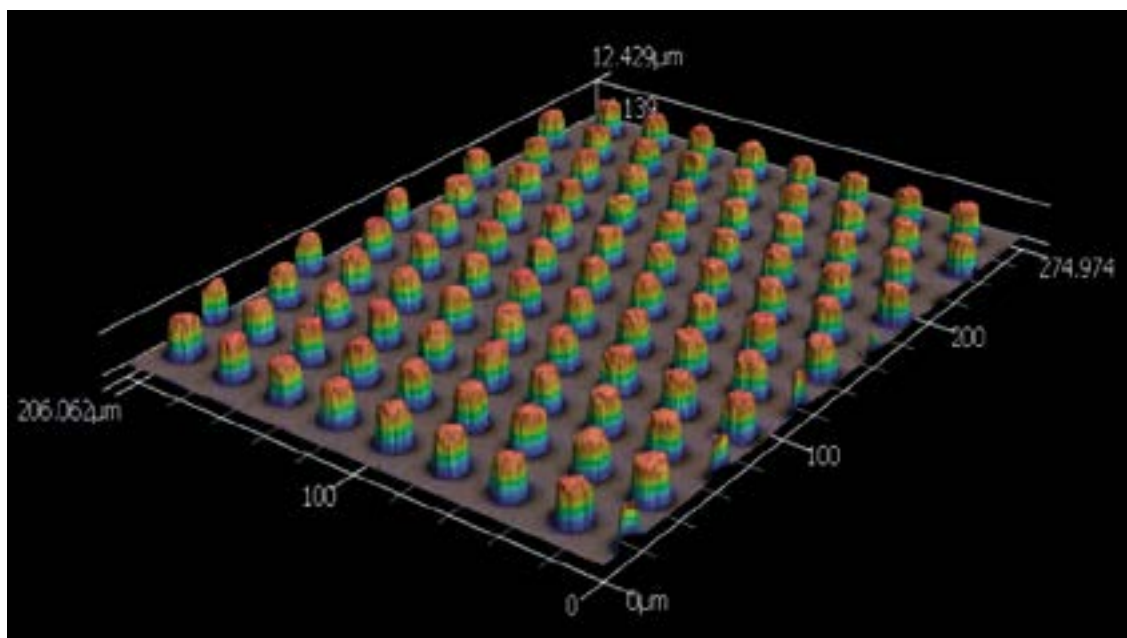
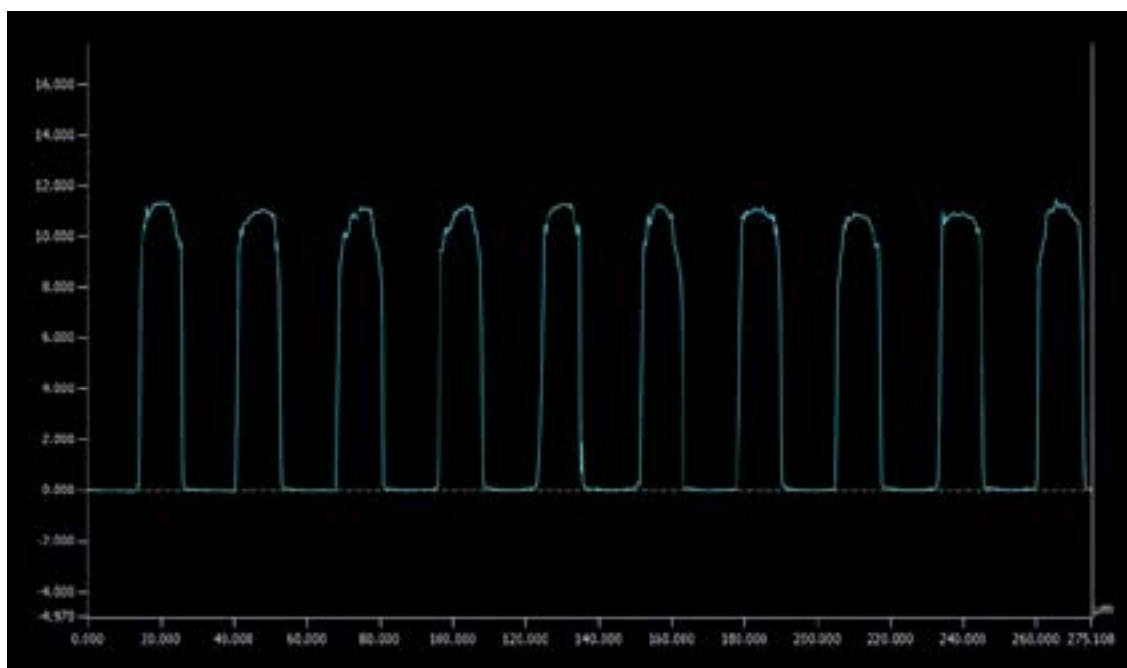


Рисунок 1

1а и 1б: Данные конфокальной микроскопии (а) топографическая карта индия (б) профилометрия

Припои были исследованы с помощью сканирующего электронного микроскопа, как показано на рисунке 2.



## Старые подходы

Индиевые припои ранее изготавливались с помощью термического напыления, что позволяло контролировать структуру припоя и делать их достаточно однородными. Однако таким способом невозможно создавать припои небольшого размера (с более высоким соотношением сторон) с меньшим шагом, удовлетворяющим текущие потребности отрасли.

Более того, процесс напыления индия имеет ещё ряд недостатков: необходимо дорогостоящее оборудование, производственный процесс сложный, метод плохо подходит для пластин больших диаметров из-за несоответствия маски и пластины. Также он вреден для окружающей среды, поскольку создаёт больше загрязнений и подходит только для мелкосерийного производства.

Напротив, низкая стоимость и простота процесса формирования припоев методом электроосаждения делают его доступным, что особенно важно для массового производства. Но в этом случае стандартный процесс нужно оптимизировать, так как неравномерные припои вызывают сбои и снижают надёжность гибридного чипа. Процесс напыления индиевых припоев с маленьким шагом является трудным и длительным. Кроме того, остатки материала на фоторезистивной маске делают процесс нерентабельным, а наименьший шаг, достижимый при таком подходе, составляет 30 мкм.

## Проблемы электроосаждения

Процесс электроосаждения должен обеспечивать необходимую однородность и «концентрацию» припоев с малым шагом, работать в масштабе пластины и гарантировать высокий выход годных. Это становится ещё более сложной задачей по мере того, как шаг между припоями уменьшается, а их количество увеличивается.

Так как диаметр пластины становится меньше, то размеры припоев уменьшаются с 50 до 15 мкм, а шаг между ними – со 100 до 25 мкм. Наша цель состояла в том, чтобы продемонстрировать способность электроосаждения формировать качественные индиевые припои с высокой плотностью и выходом годных. Результат был достигнут.

## Описание процесса

Индиевые припои наносят на кремниевую пластину методом электроосаждения после нанесения под припой слоя металлизации (UBM). Для этого необходим барьерный и адгезивный слой, например, из титана, за которым следует смачиваемый индием слой, например, из никеля или золота, поскольку никель имеет тенденцию быстро окисляться. Высота шариков индия определяется объёмом индия и диаметром смачиваемой площадки слоя металлизации. В нашем тесте для внешнего слоя использовалась медь.

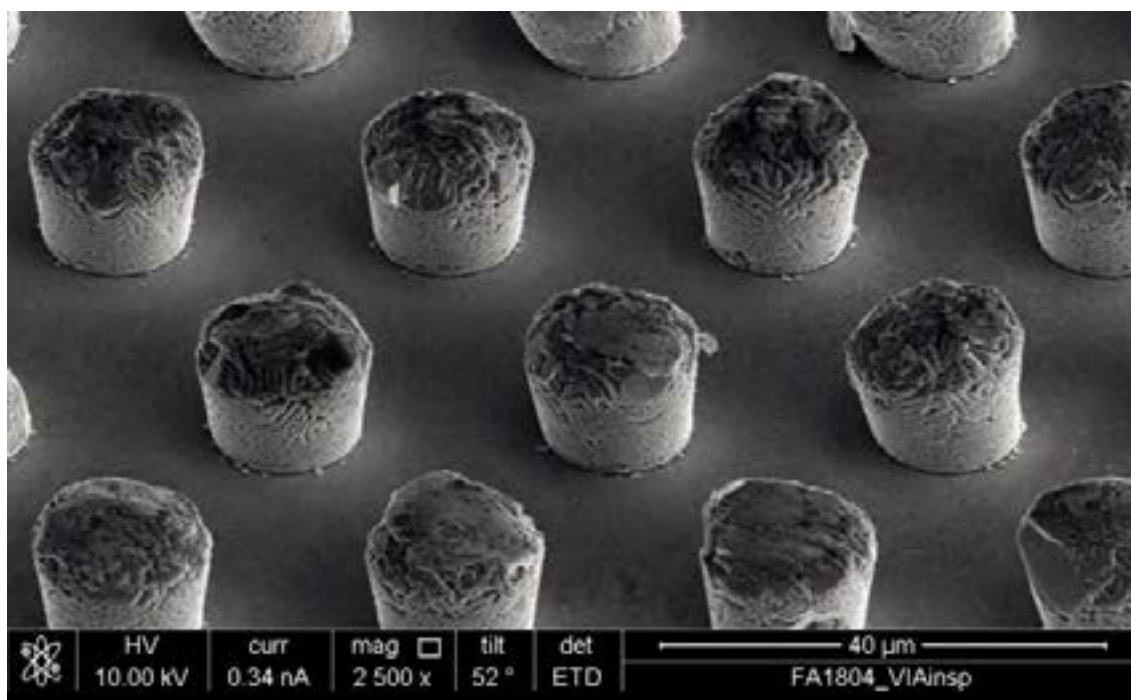


Рисунок 2

Изображение индиевых припоев в сканируемом электронном микроскопе

При температурах около 125°C небольшое количество индия образует с медью интерметаллические фазы. Для более высоких температур в качестве барьерного металла следует использовать никель-золото или никель-медь.

После снятия верхнего слоя (в наших тестах это медь) пластины нагреваются до температуры, при которой индиевые припои из-за поверхностного натяжения образуют сферы. Цель оплавления состоит в том, чтобы увеличить высоту припоя, придав индию форму сферы и улучшив выравнивание во флип-чипе.

Перед оплавлением затравочный слой меди вытравливается азотной кислотой, смешанной с водой. Титан является несмачиваемым материалом и используется для предотвращения распространения индия по поверхности во время оплавления. Индий имеет хорошую адгезию к верхнему медному слою металлизации под припоем, но не к окружающему материалу из титана.

Оплавление должно выполняться в бескислородной среде, т. е. в контролируемой атмосфере в печи; в противном случае образуется оксид индия, препятствующий образованию припоев. В нашем исследовании припои оплавливали на горячей пластине при температуре около 200°C, продувая поверхность газообразным азотом.

После оплавления пиксельный датчик и интегральная схема считывания соединяются под низким давлением при комнатной температуре. После монтажа флип-чип выполняется второй процесс оплавления для достижения самосовмещения с поверхностным натяжением расплавленного индия, а также для более высокой прочности.

Существует ряд факторов, влияющих на качество припоев и выход годных: неравномерность слоя металлизации под припоем, процесс травления, температурный профиль оплавления и очистка после оплавления. Точное выравнивание фоторезистов во время процесса литографии имеет решающее значение для получения припоев хорошего качества, но не так сильно, как в процессе напыления.

Распределение тока и массоперенос в процессе электроосаждения являются основными факторами, определяющими рост слоя индия и влияющими на форму припоя.

## Экспериментальный подход

Мы провели процесс электроосаждения сверхмелкозернистого индия (размером 10 мкм и шагом 5 мкм и 7,5 мкм), чтобы сформировать припои достаточно равномерной высоты. В качестве подложки была использована кремниевая пластина (диаметр 6 дюймов) с медным затравочным слоем и фоторезистом толщиной 17 мкм. Требуется строго контролировать толщину фоторезиста, для того чтобы обеспечить хороший рельеф припоев. Также мы использовали процесс вакуумного предварительного смачивания для удаления пузырьков. В качестве анода была выбрана пластина из чистого индия, что позволило обеспечить 100% эффективность.

Электроосаждение индия проводилось с использованием постоянного, импульсного и импульсно-обратного тока. Средняя плотность импульсного и импульсно-обратного тока сохранялись такими же, как и при постоянном токе, чтобы было легче провести сравнение результатов.

## Роль электролита

На сегодняшний день для нанесения индия использовались различные химические вещества. Повреждения в результате сопротивления из-за выделения водорода, крупных частиц и бугорков – это основной дефект, возникающий в результате обычного процесса электроосаждения индия. Для устранения подобных проблем, компания MacDermid Alpha Electronics Solutions разработала специальный индиевый электролит.

Novafab IN-100 представляет собой систему с кислотным электролитом, созданную для работы с бессвинцовыми соединениями при низкой температуре. Этот запатентованный электролит был разработан для высокоэффективного осаждения металлического индия и, благодаря своему инновационному химическому составу, не приводит к выделению водорода.

Резкое увеличение уровня pH на границе раздела металл-раствор может привести к подъёму и повреждению фоторезиста. Для того чтобы исключить эту возможность, во время процесса электроосаждения уровень pH поддерживается стабильным.

Таким образом, Novafab IN-100 подходит для обработки пластин с рисунком фоторезиста. Он образует мелкозернистое матовое покрытие без конкреций с чистотой индия >99,5% и обладает превосходной адгезией. Раствор полностью поддается анализу и совместим как с растворимыми, так и с нерастворимыми анодными системами.

## Вывод

Высота припоев была измерена с помощью конфокального микроскопа, как показано на рис. 1. Измерения высоты проводились после электроосаждения и перед оплавлением. Импульсная гальванизация показала наилучшие результаты. Однородность высоты припоев составила менее 10 процентов по всей пластине.

В описанном процессе на поверхности припоев образовался слой оксида индия, поэтому после оплавления мы не смогли получить идеально сформированную сферу, но отметили, что припои начали округляться и образовывать сферу.

Свойства индиевого электролита в сочетании с методом флип-чип, который проводился на платформе ClassOne Solstice, продемонстрировали способ использования индия в процессе электроосаждения.

Источник

Electroplating innovation enables ultrafine indium bonding, Farzaneh Sharifi and Branden Bates, ClassOne Technology; Elie Najjar, Wenbo Shao, PhD; Erik Jakobson, PhD; and Brian Gokey,

Macdermid Alpha Electronic Solutions

Silicon Semiconductor, July 2022



# Samsung продолжает разработку кремниевой фотоники для LiDAR

Микроэлектроника повлияла на все аспекты нашей жизни. Попытки внедрения фотонных интегральных схем (ФИС) в сложные КМОП микросхемы часто связаны с требованиями, которые полупроводники групп II-VI или III-V не могут обеспечить.

Интегрированные фотонные устройства, произведенные по кремниевым и гибридным технологиям, уже используются в вычислительных, автомобильных, медицинских и множестве других приложений. В технологии лазерных систем обнаружения и измерения дальности (LiDAR - light detection and ranging) наступил переломный момент, когда дальнейшее развитие, направленное на уменьшение размера и увеличение производительности, будет зависеть от новых подходов, например, предложенных исследователями из Института передовых технологий Samsung, которые сообщают о своих разработках в области кремниевой фотоники для производства ФИС для лидаров.

Современная электроника и фотоника зародились примерно в середине 20-го века с изобретениями транзистора и лазера соответственно. Благодаря постоянному развитию технологии КМОП, которая произвела революцию в транзисторах, микроэлектроника на протяжении десятилетий была основой для создания современных коммуникационных и вычислительных систем, а также других инновационных разработок.

С другой стороны, развитие фотоники происходит медленнее и её применение по-прежнему ограничено небольшими нишевыми областями. В связи с этим появилась кремниевая фотоника (SiP). Открытым остаётся вопрос, сможет ли она сократить разрыв между микроэлектроникой и оптикой и способствовать коммерциализации фотонных устройств.

Необходимо найти приложения, разработка которых поможет преодолеть разрыв между вышеуказанными технологиями, а также будет приносить прибыль, поскольку без прибыли развитие чего-либо проблематично. В этой статье представлены недавние исследования, проведенные Институтом передовых технологий компании Samsung (SAIT) в области разработки ФИС для лидар.

## Почему лидар?

Чтобы объяснить, почему изготовление лидаров наиболее перспективно для развития интегральной фотоники, нужно заглянуть в историю разработки продуктов компании Samsung. Одной из важных целей кремниевой фотоники было устранение слабого места в соединении DRAM-CPU,

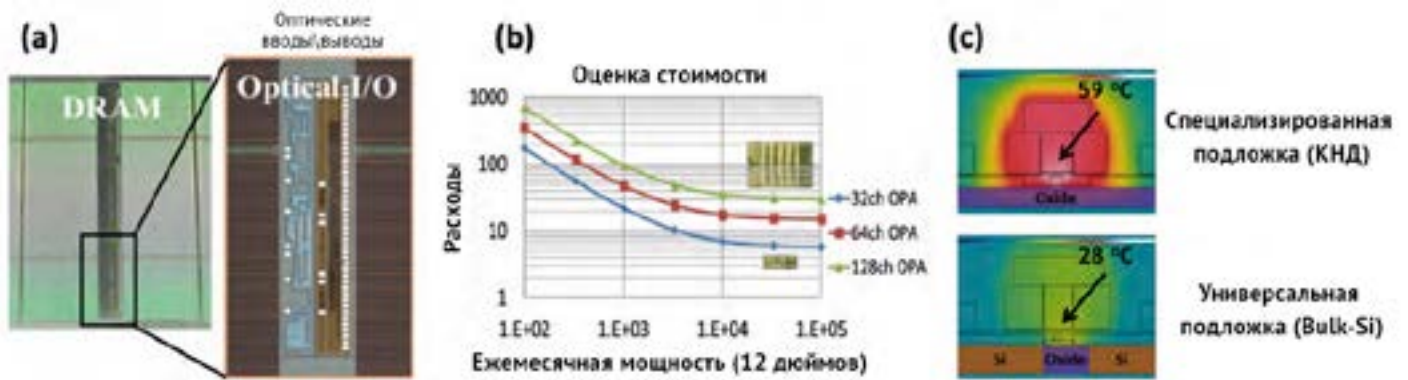


Рисунок 1. (а) ФИС, встроенная в 65-нм DRAM. (b) Расчётная кривая объёмов затрат для лидаров. (c) Тепловое преимущество универсальной подложки.

что является типичной проблемой вычислительных архитектур фон Неймана. В 2010 году компания предприняла активные попытки решить эту проблему. С учётом предельной стоимости DRAM, соединение DRAM-CPU было осуществлено путём прямой интеграции ФИС в DRAM, как показано на рис. 1 (а). Эти попытки также выявили огромную разницу в технологическом уровне между КМОП-технологией и фотоникой и не привели к дальнейшему полномасштабному развитию концепции. Таким образом стало понятно, что применить новую технологию ФИС к уже существующим приложениям сложно. Поэтому, по мнению специалистов Samsung, ФИС лучше всего использовать в новых разработках.

Среди огромного количества перспективных применений лидар был выбран по трём основным причинам. Во-первых, он имеет потенциально большие объёмы производства, так как технология широко используется, например, в автономных

транспортных средствах, роботах и интеллектуальных устройствах. Во-вторых, сейчас подходящее время с точки зрения эволюции КМОП-технологии, и её постоянного стремления к меньшим и быстродействующим устройствам, потребляющим меньше энергии и более дешёвым в производстве. Широкое внедрение лидаров было отложено из-за их высокой стоимости, поэтому эффективное сокращение затрат за счёт производственных процессов, которые используются в стандартных КМОП-технологиях, определяет актуальность разработки лидаров, как показано на рис. 1 (b). Третья причина заключается в том, что лидары хорошо интегрируются с разрабатываемыми Samsung элементами ФИС. В то время как большинство производителей производили ФИС на различных специализированных подложках, таких как КНД (SOI), Samsung разработала ФИС на универсальной подложке, которые ранее использовались в производстве, как показано на рис. 1 (c).

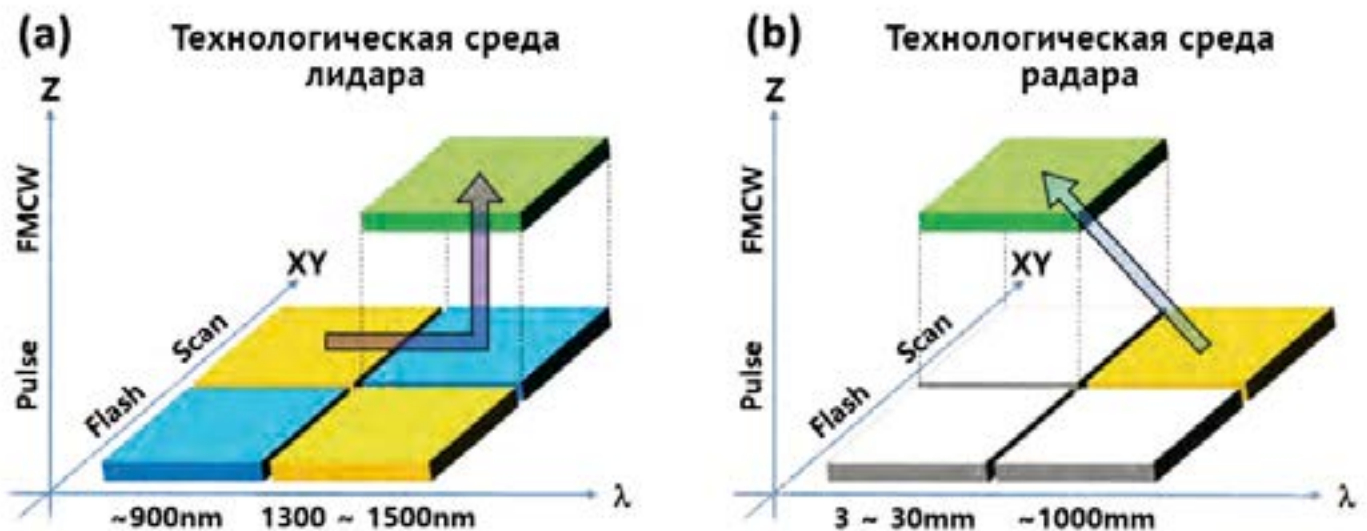


Рисунок 2. Технологическая среда лидара (а) и радара (b)

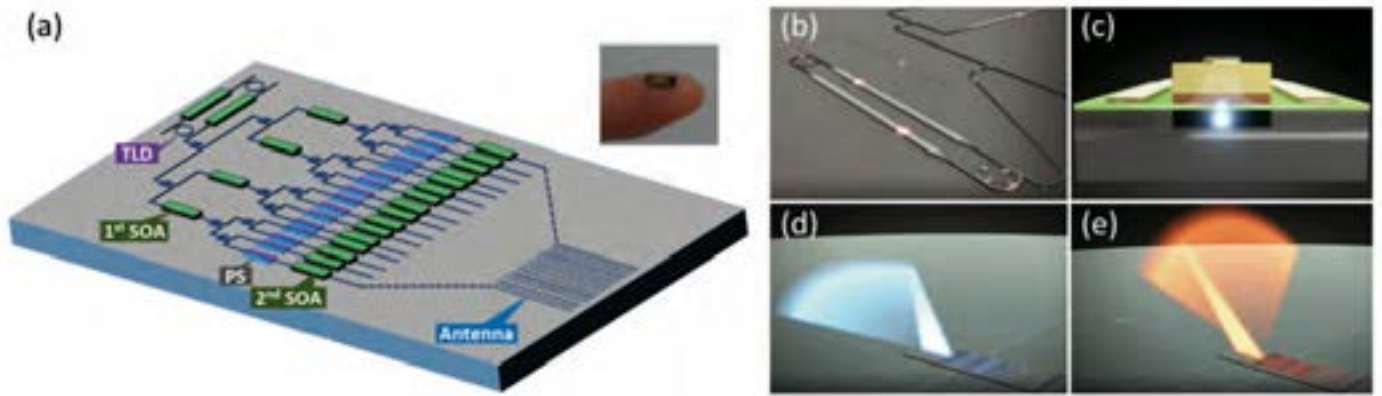


Рисунок 3. Чип лидара, объединяющий перестраиваемый лазерный диод, полупроводниковый оптический усилитель, фазовращатель и антенную решётку. (b) Плоская структура перестраиваемого лазерного диода. (c) Вертикальная структура полупроводникового оптического усилителя (d) Горизонтальное сканирование лучом при меньшем угле наклона с короткой длиной волны. (e) Горизонтальное сканирование лучом с большим углом наклона и большей длиной волны.

Теплопроводность кремниевых подложек в 100 раз выше, чем у оксидных, что обеспечивает лучшее рассеивание тепла и делает их подходящими, например, для теплочувствительных лазеров, которые необходимы для лидаров. Однако использование универсальных подложек пока приостановлено, а специализированные используются для научных исследований.

## Технологии, лучше всего подходящие для лидаров

В лидарах могут использоваться различные технологические решения, которые влияют на производительность и стоимость. Преимущество в данном

случае у твердотельных решений и интеграции, а не у механических систем с движущимися частями и сборкой разрозненных технологий; в настоящий момент активно ведутся сравнительные дискуссии.

Оптимизация технологии изготовления лидаров состоит из трёх основных направлений: планарной (XY) засветки, осевого (Z) регулирования диапазона и длины волны, как показано на рис. 2. При освещении обычно применяется принцип «вспышки»/«импульса» с одновременным освещением всего поля зрения, в то время как при сканировании используется последовательное освещение в каждом направлении. Принцип «вспышки» применяется в приложениях ближнего действия на КМОП, а принцип «сканирования» давно используется в радарх.

	PoC1[CLEO2021]	PoC2[CLEO2020]	PoC3[IEDM2020]	PoC4[IEDM2021]	PoC5
Чип					
Подложка	Si	III/V on Si	III/V on Si	III/V on Si	III/V on Si
Количество каналов / размер	128 шт. / 5,7 x 5 мм	32 шт. / 7,5 x 3 мм	32 шт. / 7,5 x 3 мм	32 шт. / 8,7 x 3 мм	TBA
Оптическая фазированная решётка	Встроенная	Встроенная	Встроенная	Встроенная	Встроенная
Полупроводниковый оптический усилитель	Сборка	Встроенная	Встроенная	Встроенная	Встроенная
Перестраиваемый лазерный диод	Сборка	Сборка	Встроенная	Встроенная	Встроенная
Фотодиоды	Сборка	Сборка	Сборка	Сборка	Встроенная

Рисунок 4. Процесс интеграции элементов в лидар

	PoC1[CLEO2021]	PoC2[CLEO2020]	PoC3[IEDM2020]	PoC4[IEDM2021]
3D данные в режиме реального времени				
Измерение	~10m	~20m	~10m	~20m
Поле зрения	50 x 7°	12 x 3.2°	15 x 3.5°	20 x 3.5°
Разрешение	100 x 36	40 x 21	120 x 20	120 x 20
Скорость съёмки	медленно	2 кадра в секунду	20 кадров в секунду	20 кадров в секунду

Рисунок 5. Изменение характеристик производительности лидара

Измерение дистанции может осуществляться по-разному, например, с помощью времяпролётного принципа (TOF), который передаёт короткие световые импульсы, в то время как принцип частотно-модулированной непрерывной волны (FMCW) передаёт частотно-модулированный свет. Учитывая, что радар перешёл от TOF к FMCW, считается, что также произойдёт и с лидаром.

Совместимый с кремнием диапазон длины волны ~900 нм, а с материалами групп III/V - 1,3~1,5 мкм. Волны в диапазоне ~900 нм «удобно» использовать с точки зрения существующей отраслевой экосистемы, а волны 1,3~1,5 мкм безопасны для глаз и устойчивы к окружающему световому шуму. SAIT использует принцип «сканирования» и длину волны 1,3 мкм, уделяя больше внимания приложениям дальнего действия, а также планирует осуществить переход от использования времяпролётного принципа к принципу частотно-модулированной непрерывной волны.

## ФИС для лидар

Для получения минимальной стоимости изделия при производстве лидаров, необходимо интегрировать все фотонные элементы в один чип. До сих пор фотонные элементы для лидарного передатчика (Tx) интегрировались в один чип сразу, а фотонные элементы приёмника (Rx) – после устранения погрешностей. Лидарный передатчик представляет собой оптическую фазированную решётку (OPA), которая соответствует фазированной антенной решётке, используемой в радаров. Рис. 3 иллюстрирует концепцию оптической фазированной решётки и основных фотонных элементов, таких как перестраиваемый лазерный диод (TLD), полупроводниковый оптический усилитель (SOA), фазовращатель (PS) и антенная решётка. Оптическая фазированная решётка усиливает 32-полосные выходные сигналы диодов, используя в общей сложности 36 усилите-

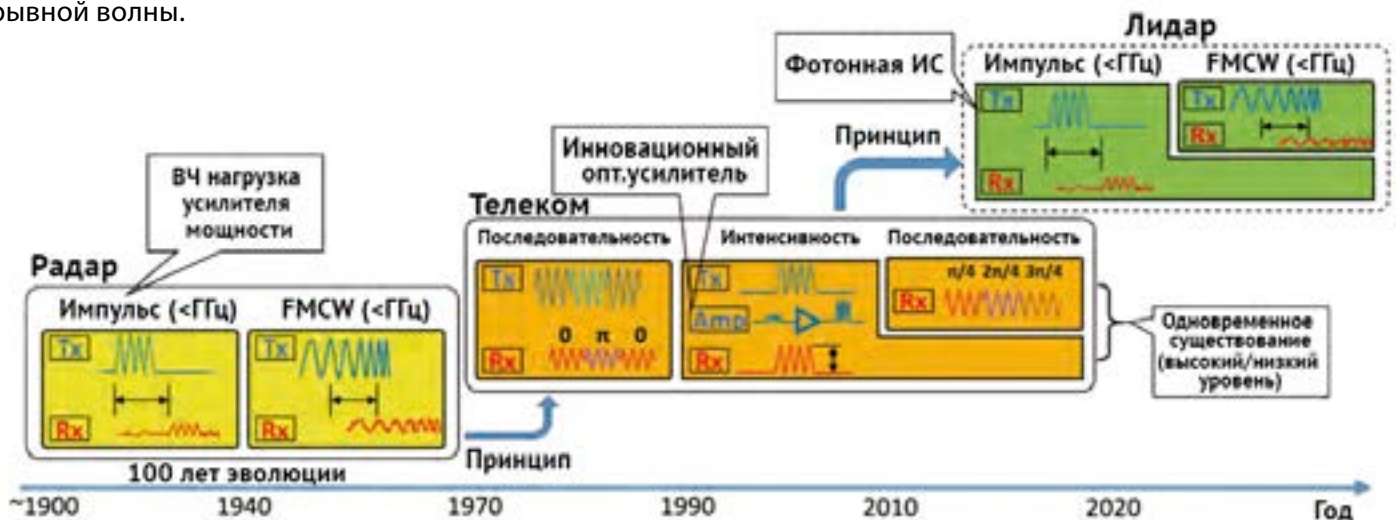


Рисунок 6. Эволюция радаров и телекоммуникационного оборудования

лей, и управляет фазами с помощью 32 фазовращателей, тем самым уменьшая угол рассеивания оптического луча от антенной решётки. Затем оптический луч сканируется фазовращателями в горизонтальном направлении и лазерным диодом – в вертикальном, как показано на рис. 3(d) и (e). Диод управляет длиной волны излучения лазера с помощью нагревателей в двух кольцевых резонаторах, показанных на рис. 3(b).

При изготовлении оптических фазированных решёток в производственных процессах сначала применяли кремний, а затем элементы групп III-V в соединениях с кремнием и без. Такой тип гетерогенной интеграции выгодно использовать для недорогого производства, поскольку он упрощает процесс корпусирования. Элементы групп III-V, используемые для этой работы, представляют собой комбинацию алюминия, галлия, индия и мышьяка, выращенных на подложках фосфида индия.

## Развитие лидаров

Прогресс интеграции элементов в лидар обобщён на рис. 4. Всё начинается от проверки концепции №1 (PoC1), в которой с использованием только кремния были интегрированы фазовращатель и антенная решётка. Далее следует PoC2 с дополнительной интеграцией полупроводникового оптического усилителя, и PoC3 и PoC4 с дополнительной интеграцией перестраиваемого лазерного диода. Они были изготовлены по технологии III-V на кремнии. В PoC4 была улучшена топология с целью уменьшения потерь внутри чипа и снижения тепловых эффектов. Сейчас идёт работа над PoC5 со встроенными фотодиодами (PD), в которой интеграция ещё продолжается из-за проблем архитектуры лидара.

В рамках PoC1, когда работа велась только с кремнием, была изготовлена оптическая фазированная решётка со 128 антеннами, а в PoC2, когда использовали элементы группы III-V с кремнием, из-за более низкой производительности устройства была изготовлена оптическая фазированная решётка с 32 антеннами. Количество антенн влияет на производительность и стоимость и будет варьироваться в зависимости от необходимого расстояния обнаружения. Сравнительная характеристика различных технологических комбинаций, которые необходимы для достижения оптимальной производи-

сти лидара, обобщена на рис. 5. Хотя в ходе PoC1 у прибора было приличное разрешение при 128 антеннах, параметр «частота кадров» был очень низким из-за слабой выходной мощности оптической фазированной решётки и медленного внешнего перестраиваемого лазерного диода. В PoC2, поскольку выходная мощность решётки была улучшена за счёт интеграции полупроводникового оптического усилителя, стала возможной запись видео со скоростью 2 кадра в секунду, но разрешение было снижено из-за уменьшения количества антенн. В PoC3 благодаря дополнительной интеграции лазерного диода была достигнута запись видео со скоростью 20 кадров в секунду, а также улучшено разрешение за счёт цифровой обработки сигналов (DSP) и обработки сигналов изображений (ISP). В PoC4 дальность обнаружения и поле зрения были улучшены по мере увеличения выходной мощности за счёт изменения оптических и температурных характеристик решётки. Однако для достижения уровня производительности, требуемого рынком, необходимо предпринять дополнительные усилия. В частности, стоит работать над улучшением поля зрения, что сейчас является наиболее актуальной проблемой, как показано на рис. 5.

Поле зрения и дальность взаимосвязаны, поэтому улучшение характеристик одного должно сопровождаться увеличением второго. Для приложений ближнего действия, вероятно, будет достаточно времяпролётного принципа, в ином случае потребуются использовать принцип частотно-модулированной непрерывной волны. Поэтому считается, что для начальной сегментации рынка лидаров будут важны такие параметры, как более низкая стоимость относительно сложного принципа частотно-модулированной непрерывной волны и более высокая производительность относительно простого времяпролётного.

## Перспективы

Чтобы попытаться предвидеть будущее лидаров, необходимо изучить уже существующие подобные технологии, которые, например, важны для разработки радаров и телекоммуникационных приложений. Радар имеет почти ту же цель, что и лидар, и за 100 лет претерпел значительные технологические изменения. В телекоммуникациях тоже используются оптические устройства и модульные технологии, применяемые в лидарах, которые так-

же усовершенствовались за 50 лет. На рис. 6 кратко показаны основные пути эволюции радаров и телекоммуникационного оборудования. Радар появился в начале 20-го века и использовал времяпролётный принцип (TOF), но из-за проблем, связанных с мощными ВЧ-усилителями, перешёл к принципу частотно-модулированной непрерывной волны (FMCW). FMCW-радары повлияли на развитие телекоммуникационных технологий в 1970-х годах, так как интерес к таким разработкам был очень высок.

Однако из-за появления оптоэлектронных систем и волоконно-оптических усилителей с 1990-х годов на рынке телекоммуникаций преобладают принципы, подобные времяпролётному.

Начиная с 2010-х годов, когда потребовалось дополнительно повысить производительность устройств, работающий подход был пересмотрен. В итоге усилители оказали значительное влияние на направление развития этих устройств и сроки их разработки, и ситуация, вероятно, повторится с лидарами.

То есть время перехода от времяпролётного принципа к принципу частотно-модулированной непрерывной волны может определяться в зависимости от степени успеха технологии распределенного оптического усиления на основе полупроводникового оптического усилителя, как описано в этой статье.

Сейчас всё внимание сосредоточено на том, как эта технологическая неопределенность повлияет на коммерциализацию технологии лидар в ближайшие годы.

Источник

Samsung progresses developing silicon photonics for LiDAR, Dongjae Shin, KyoungHo Ha, and Hyuck Choo, Samsung Advanced Institute of Technology

Silicon Semiconductor, July 2022

## Делаем разработку микросхем более демократичной

«The open-source silicon movement» - движение за открытые разработки, которые реализуются на бесплатной платформе с использованием легкодоступных инструментов. Считается, что подобный подход является практичным и эффективным способом развития инновационных идей и сможет стимулировать рост полупроводниковой промышленности.

Пандемия, как и ряд других проблем, повлияла на мировую цепочку поставок и вызвала дефицит полупроводников, так как потребительский спрос на электронные устройства резко вырос. Поставки автомобилей и бытовой электроники могли остановиться из-за отсутствия какого-нибудь чипа стоимостью менее 1 доллара. Дефицит проник даже на первые полосы!

Естественно, все были сосредоточены на возобновлении поставок, увеличении производственных мощностей и устранении узких мест в цепочке поставок. Но больше внимания следовало уделить созданию «персонализированных» микросхем специального назначения и увеличению проектных мощностей.

Для решения подобных задач необходимо следующее:

- Расширить сообщество разработчиков;
- Сократить время на проектирование;
- Снизить стоимость проектирования.

Это невозможно сделать постепенно, используя традиционные методы, потому что сложностей слишком много. Вместо этого мы предлагаем простое решение – открытый исходный код и поддержка комьюнити.

Тенденция к открытию исходного кода микросхем началась много десятилетий назад с появлением инструментов для автоматизации проектирования электронных приборов и устройств (EDA) с открытым исходным кодом, которые поддерживались и развивались небольшой группой талантливых специалистов и ученых-энтузиастов. Только недавно (i) открытый исходный код был применён ко всему процессу проектирования и производства чипов, (ii) был создан простой, масштабируемый, оптимизированный и экономичный процесс и (iii) были запущены субсидируемые программы для создания специального комьюнити и привлечения в него потенциальных разработчиков и пользователей чипов. Все шаги предпринимались для того, чтобы показать всю ценность этой новой экосистемы.

Принцип открытого исходного кода может использоваться для быстрой, простой и доступной разработки микросхем для:

- удовлетворения потребности в индивидуальных решениях для новых рынков, таких как Интернет вещей, машинное обучение и автомобилестроение;
- создания прототипов новых устройств;
- обучения новых разработчиков для работы в подобных условиях.

Разработчики программного и аппаратного обеспечения теперь могут проектировать чипы, а сам процесс проектирования стал более простым и интересным для изучения.

## Чипы с открытым исходным кодом: полный цикл производства

Чтобы понять, что означает понятие «чип с открытым исходным кодом», и почему они так важны, нужно провести аналогию с программным обеспечением (ПО) с открытым исходным кодом.

В обоих случаях открытый исходный код относится к форме лицензии, которая позволяет любому пользователю свободно делиться, модифицировать, или использовать код, разработку или дизайн. Такой подход снижает стоимость проектирования, сокращает время разработки (и даже запуска проекта) и значительно упрощает сам процесс.

Как ПО с открытым исходным кодом, так и чипы позволяют создавать новые устройства или функции, которые было бы невозможно реализовать с помощью традиционных методов, основанных на запатентованных технологиях. Открытость позволяет проводить тестирование в широком диапазоне вариантов использования широким кругом пользователей.

Теперь несколько слов о разнице. В отличие от ПО, при разработке чипа важны все его отдельные элементы и процессы. Например, программное обеспечение для автоматизации проектирования электронных приборов и устройств, компоненты и производственные процессы, в которых они производятся – это всё связано.

Также, программное обеспечение – виртуальный продукт, не требующий затрат на производство, что позволяет проводить быстрые циклы проектирования/сбоя/перепроектирования. Чипы – это физический продукт, поэтому сложность, стоимость и время производства препятствуют внедрению инноваций. Нужен быстрый, простой и экономичный путь к прототипам и производству. Это решение также должно быть масштабируемым.

Определение чипов с открытым исходным кодом очень похоже на слоёный пирог, который учитывает эти потребности и взаимозависимости. Верхний слой — это высокоуровневая архитектура чипа. Нижний уровень — это кремниевая ИС, затем следуют инструменты автоматизации проектирования электронных приборов и устройств с описанием технологий проектирования (PDK), включая стандартные библиотеки логических элементов, которые связывают проектирование и производство. Последнее является важной и не совсем понятной частью решения. Только с открытым исходным кодом специалисты могут реально разрабатывать проекты, которыми можно свободно делиться без лицензии, что сокращает время запуска проекта с шести месяцев или более до нескольких секунд. Определённых успехов удалось достичь на всех уровнях нашего «пирога».

Компании Google и SkyWater заключили соглашение с общественной платформой для разработки микросхем, чтобы решить задачу прототипирования на последнем этапе экосистемы микросхем с открытым исходным кодом. Это предложение дает разработчикам возможность пройти путь от проектирования до прототипов бесплатно. Google предоставила финансирование, сделала брендинг и занялась продвижением программы. SkyWater открыла исходный код технологий проектирования для своего 130-нм техпроцесса. Платформа, на которой всё размещено, был запущена в работу.

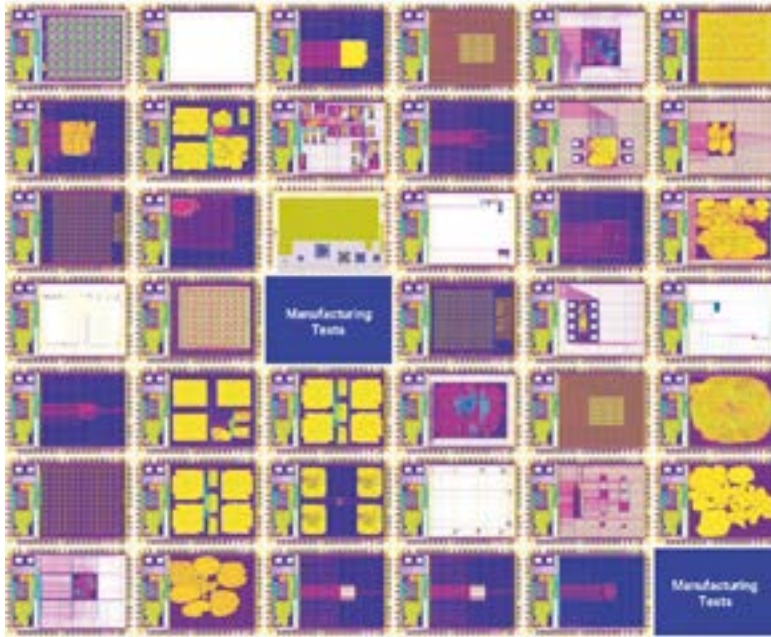
## Устройства и приложения с открытым исходным кодом

Различные компании уже оценили возможность с открытым исходным кодом (рис. 1).



Рисунок 1.

Скриншот проектов с открытым исходным кодом подчеркивает увеличение количества разработок от специалистов, работающих в крупных компаниях и в стартапах, фрилансеров и любителей. Источник: Efabless



### Типы разработок

- Системы-на-кристалле
- Майнер криптовалюты
- Роботизированный процессор для различных приложений
- Любительский спутниковый радиоприемник
- другие

### Компании

- IBM: OpenPower – MicroWatt
- QuickLogic – eFPGA
- Antmicro
- Western Digital – Swerv-EL2
- EFabless
- SpinMemory

Также существует несколько вариантов, где может использоваться подобный подход:

Чипы специального назначения. Переход на специализированное оборудование для таких приложений, как Интернет вещей и машинное обучение, привел к быстро растущему спросу на специализированные чипы. Они обеспечивают на несколько порядков более низкое энергопотребление или более высокую производительность по сравнению с чипами общего назначения. Изготовленные на заказ чипы также снижают зависимость от цепочки поставок.

Текущая экосистема ориентирована на стандартные продукты большого объема, а не на малые объемы и специализированные чипы. Разработчиков не хватает, стоимость проектирования высока, а процесс проектирования занимает слишком много времени.

Apple решила часть проблемы за счёт многочисленных приобретений компаний-производителей чипов и соответствующей интеллектуальной собственности, а также привлечения талантливых разработчиков. Автомобильные компании тоже стремятся наращивать внутренние возможности, вкладывая значительные средства в разработку микросхем. Например, компания Volkswagen планирует самостоятельно разрабатывать чипы, как это делает Tesla.

Такой вариант подходит для крупных хорошо финансируемых компаний с крупными рынками сбыта, но что насчёт всех остальных? В этой ситуации предприятиям подходят решения с открытым исходным кодом.

Подход позволяет упростить разработку, ускорить время выхода на рынок и снизить затраты. К примеру, инструменты проектирования электронных приборов и устройств с открытым исходным кодом используют автоматизацию, что позволяет привлекать разработчиков программного и аппаратного обеспечения. Потому что такие фреймворки, как LiteX, предлагают разрабатывать SoC на основе Python.

Образование. Академическое сообщество теперь использует открытый исходный код в рамках курсовых работ, а также и для исследований. Студенты могут учиться на практике создавать свои собственные «приложения», даже начиная со средней школы.

Прототипирование для стартапов. На протяжении многих лет венчурное финансирование стартапов-производителей чипов практически исчезало из-за высоких первоначальных затрат на доведение идеи до проверки концепции. В последние годы ситуация изменилась в лучшую сторону, но в основном для команд, которые обладают достаточными финансовыми возможностями.

Открытый исходный код с полным решением для прототипирования ускоряет путь к стадии «доказательство идеи» (PoC), после которой можно искать финансирования дальнейшей разработки и оптимизации конструкции с использованием уже традиционных методов.

Это демократизация проектирования микросхем в действии.

## Вывод

Правительства разных стран и отрасль в целом отреагировали на дефицит полупроводников, вложив огромные средства в цепочку поставок и разработав планы по строительству новых заводов. Различные программы поддержки отрасли существуют во многих странах, в том числе Chip Act в США, специальный фонд в Китае, и т.д. Однако, чтобы удовлетворить растущие потребности рынка и «снабдить» заводы заказами, нужен совершенно новый подход к разработке чипов. Один из таких подходов доказал свою эффективность на рынках программного обеспечения и криейторов. «The open-source silicon movement» - движение за открытые разработки, которые реализуются на бесплатной платформе с использованием легкодоступных инструментов.

Считается, что подобный подход является практичным и эффективным способом обеспечения инноваций, который может стимулировать рост полупроводниковой промышленности, а также привлечет новых разработчиков, которые предпочитают работать удаленно.

Источник

The Democratization of Chip Design, Lucio Lanza, Managing Partner, Lanzatech Ventures; Mike Wishart, CEO and Mohamed Kassem, CTO, Efabless

Semiconductor Digest, July 2022

# Почему датчики тока с туннельным магнитосопротивлением являются удачным решением для многих устройств

Повысить эффективность работы двигателя можно с помощью контроля тока. Датчик тока, использующий технологию туннельного магнитосопротивления, будет одним из лучших вариантов для подобных задач. В данной статье описана технология магнитосопротивления, типы датчиков тока и характеристики датчиков тока с туннельным магнитосопротивлением, разработанных компанией Crocus Technology.

Технология туннельного магнитосопротивления позволяет достичь высокой магнитной чувствительности и стабильной работы.

Туннельное магнитосопротивление (TMR) возникает в магнитном туннельном переходе (MTJ). Магнитный туннельный переход состоит из двух электропроводящих магнитных слоёв, расположенных по обеим сторонам тонкого (нанометрового масштаба), но очень прочного изолирующего слоя. Один слой имеет фиксированное направление магнитного момента, в то время как другой слой можно свободно изменять в соответствии с направлением локального магнитного поля. В случае тонкого изолирующего слоя электроны могут быть туннелированы с одного слоя на другой,



и его туннельное сопротивление изменяется в зависимости от относительного направления ферромагнитных материалов с обеих сторон. Эффект магнитосопротивления лежит в основе работы магниторезистивной оперативной памяти (MRAM).

Датчики с туннельным магнитосопротивлением иногда используются по аналогии с датчиками Холла. Но так как в основе туннельного магнетосопротивления лежат другие физические явления, принцип работы такого датчика существенно отличается. Магнитосопротивление – это изменение электрического сопротивления материала под воздействием внешнего магнитного поля.

Компания Crocus Technology разработала и запатентовала инновационную технологию XtremeSense, которая позволяет достичь высокой магнитной чувствительности, низкого уровня шума и низкого энергопотребления, а также гарантирует стабильную работу при различных температурах. Все эти характеристики делают использование технологии выгодным и удобным при производстве различных устройств.

## Датчики тока могут обнаруживать ток для дальнейшего регулирования

Датчик тока представляет собой устройство, которое может обнаруживать ток в проводе и генерировать сигнал, пропорциональный току. Генерируемый сигнал может быть аналоговым или цифровым сигналом напряжения или тока. Эти сигналы могут быть подключены к дисплею измерителя (например, амперметра) и сохраняться для дальнейшего анализа или контроля.

Токовый и выходной сигналы, считываемые датчиком тока, могут быть выведены в аналоговом или биполярном виде, когда на вход подается переменный ток. Он может воспроизводить форму волны измеренного тока или может быть выведен в однополярном виде, который пропорционален среднему или среднеквадратичному значению обнаруженного тока. В случае ввода постоянного тока однополярный выход может воспроизводить форму волны индуцированного тока, или используется цифровой выход. Однополярный и цифровой выход переключаются, когда измеренный ток превышает определенный порог.

Существует множество способов измерения тока, например, с помощью датчиков на эффекте Холла, катушки Роговского, трансформатора или шунтирующего резистора и т.д. Отдельно стоит выделить технологию магнитосопротивления,



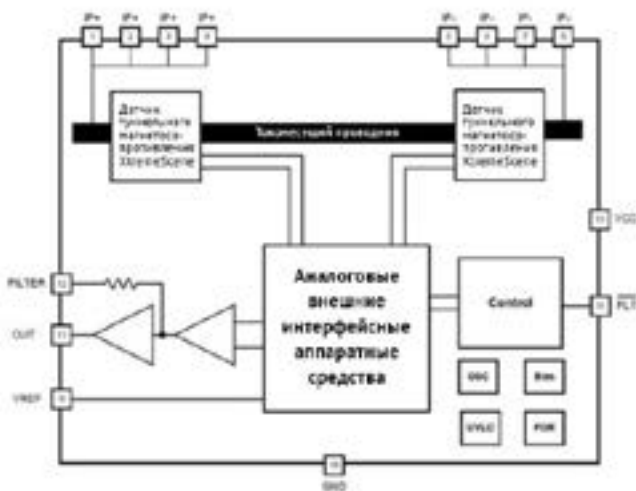
которая включает анизотропное и гигантское магнетосопротивление, гигантский магнитоимпеданс и др. Датчики магнитного поля с магнитосопротивлением подходят для обнаружения переменного и постоянного тока, а их точность выше, чем у датчиков на эффекте Холла, поэтому они получили широкое распространение в промышленности.

## Высокоточный датчик с низким энергопотреблением и высокой чувствительностью

Инновационная технология XtremeSense позволяет полностью интегрировать магнитный датчик в запатентованный процесс литографии в КМОП-технологии, тем самым упрощая производственный процесс.

Данные магнитные датчики также имеют следующие преимущества: надежность, небольшие габариты, токо- и теплоизоляция, возможность работы на высокой частоте и низкое энергопотребление. Они обладают высокой чувствительностью в нанометровом масштабе, а также стабильно работают в экстремальных условиях. Благодаря таким характеристикам, датчики широко используются в разных областях и устройствах, например, в системах управления двигателем/движением, системах управления энергопотреблением и зарядом батареи, инверторах и т.д.

Датчики с туннельным магнитосопротивлением, представленные компанией Crocus Technology, включают в себя датчики тока (контактные, бесконтактные) и датчики положения (переключатели, 1D, 2D). Контактный датчик тока, описанный в этой статье, представляет собой полностью интегрированный датчик с высоким разрешением, широкой полосой пропускания и является используемым в системах выработки солнечной энергии, системах управления батареями, двигателях, холодильниках, ноутбуках и других.

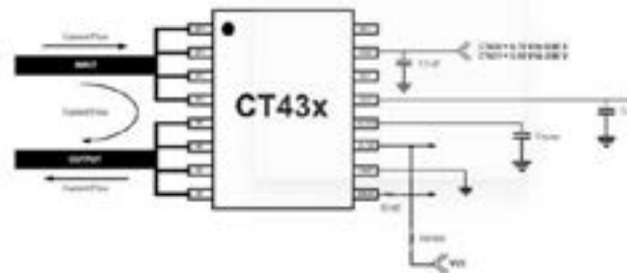


## Высокоточный изолированный датчик тока с туннельным магнетосопротивлением

Датчик с туннельным магнетосопротивлением ST43x XtremeSense имеет полосу пропускания 1 МГц и функцию обнаружения перегрузки по току. ST430 (напряжение - 5,0V) и ST431 (напряжение 3,3V) – это интегрированные контактные датчики тока с широкой полосой пропускания и сверхнизким уровнем шума, обеспечивающие высокоточное измерение тока для различных групп потребителей. Датчик поддерживает восемь диапазонов тока, в которых встроенный токонесущий проводник (ССС) будет обрабатывать токи до 65А и генерировать измерения тока в виде линейных аналоговых выходных напряжений. Он обеспечивает общую погрешность выхода менее  $\pm 1,0\%$  от полной шкалы (FS) по напряжению и всему диапазону температур (от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+125^{\circ}\text{C}$ ).

Датчик ST43x XtremeSense имеет быстродействие 300 нс, а потребляемый ток составляет около 6,0 мА. ST431 имеет сверхнизкий уровень шума и высокий показатель сигнал-шум (SNR). ST430 и ST431 обладают встроенным подавлением синфазного поля -54 дБ и гарантируют, что поле рассеяния не повлияет на измерения.

ST43x предлагает встроенную схему обнаружения перегрузки по току для определения токов, выходящих за пределы допустимого диапазона (OCD), с выводом результата на вывод неисправности (FLT#). FLT# – это открытый сток, активный НИЗКИЙ цифровой сигнал, который ST43x активирует, чтобы предупредить микроконтроллер о возникновении неисправности. ST43x упакован в стандартный 16-контактный широкий разъём типа SOIC, сертифицирован и соответствует требованиям безопасности Евросоюза. ST43x может широко использоваться для управления двигателем, в панелях управления, инверторах, оборудовании



для отопления, вентиляции и кондиционировании воздуха, в промышленных приборах и во многом другом.

## Вывод

Датчики тока имеют широкий спектр применения и играют ключевую роль в обеспечении эффективности работы различных устройств, в том числе двигателя. Датчик тока с туннельным магнетосопротивлением компании Crocus Technology, представленный в этой статье, обладает широкой полосой пропускания, сверхнизким уровнем шума и высокой точностью. Его использование эффективно в различных потребительских и промышленных приложениях.

Источник

TMR Current Sensor to Improve Motor Operation Efficiency

Vol.11, issue 07, Eletimes, July 2022

## Мнение эксперта

“ Решение проблем эффективного измерения магнитного поля, и как следствие, регистрации тока идет по пути использования магниторезистивных эффектов: анизотропного (АМР), гигантского (ГМР), туннельного (ТМР). Широкое распространение получают датчики на анизотропных магниторезисторах как для измерения тока, так и целого спектра механических величин в силу своей относительно простой технологии и высоких технических характеристик. Дальнейшее развитие технологии туннельных магниторезисторов открывает возможности создания датчиков различного функционального назначения, что безусловно позволит расширить области их применения. ”

Алексей Сергеевич Юров, АО «ЗНТЦ»

## Мировые расходы на производственное оборудование достигнут рекордных 109 миллиардов долларов в 2022 году

В своём последнем ежеквартальном отчёте World Fab Forecast компания SEMI сообщила, что в 2022 году ожидается увеличение мировых расходов на производственное оборудование на 20% по сравнению с прошлым годом. Подобная динамика наблюдается третий год подряд: в 2021 году рост составил 42%, и в этом году показатели достигнут рекордно высокого уровня в 109 млрд долларов США. По прогнозам экспертов, тенденция сохранится и в 2023 году.

«Мировая отрасль оборудования полупроводниковой промышленности по-прежнему находится на пути к тому, чтобы впервые преодолеть порог в 100 млрд долларов, об этом говорится в нашем последнем обновлении World Fab Forecast», — поделился Аджит Маноча, президент и исполнительный директор компании SEMI.

Ожидается, что самые высокие расходы на оборудование будут на Тайване – рост составит 52% по сравнению с прошлым годом и достигнет 34 млрд долларов США. За ним следует Корея и 25,5 млрд долларов инвестиций, что соответствует 7%-ному росту. В Китае расходы составят 17 млрд долларов США, что на 14% меньше, чем в прошлом году.

По прогнозам, в этом году в Европе и на Ближнем Востоке также будут зарегистрированы рекордно высокие затраты в размере 9,3 млрд долларов США, и, хотя они сравнительно меньше, чем в других регионах, их уровень финансовых вложений вырастет на 176% по сравнению с 2021 годом. Ожидается, что Тайвань, Корея и Юго-Восточная Азия также сохранят рекордно высокий уровень инвестиций и в 2023 году.

В отчёте прогнозируется, что в Северной и Южной Америке расходы на производственное оборудование вырастут на 19% по сравнению с 2021, а в 2023 – на 13% и достигнут 9,3 млрд долларов США.



## Полупроводниковая промышленность продолжает наращивать мощности

В своём отчёте World Fab Forecast компания SEMI указывает, что в 2022 году мировая промышленность увеличит мощности на 8% после 7% в 2021 году. По мнению экспертов, рост продолжится и в 2023 году составит 6%. В последний раз подобный годовой темп роста в 8% был зафиксирован в 2010 году, когда объёмы производства превысили 16 млн пластин в месяц (диаметр 200 мм), что составляет почти половину от прогнозируемого уровня на 2023 год - 29 млн пластин в месяц (диаметр 200 мм).

В 2022 году более 85% расходов на оборудование составит увеличение мощностей на 158 предприятиях, и ожидается, что в следующем году этот показатель сократится до 83%, поскольку продолжат рост в 2023 только 129 компаний.

Ожидается, что фондри сектор с долей рынка 53%, будет причиной наибольших расходов на оборудование – в 2022 г. и 2023 г., за ним следует сектор производства памяти в 33% (2022 г.) и 34% (2023 г.) На эти два сектора также приходится наибольшее увеличение мощностей.

В последнем обновлении отчёта World Fab Forecast, опубликованном в июне, перечислены более 1400 предприятий по всему миру, включая 133 новых, которые, как ожидается, начнут массовое производство.

Источник

Global Fab Equipment Spending Expected to Reach Record \$109 Billion in 2022

Semiconductor Digest, July 2022

# Экономическая нестабильность не повлияет на рост продаж в полупроводниковой промышленности

Компания IC Insights выпустила ежеквартальное обновление своего отчёта, в котором указывает более высокие темпы роста продаж микропроцессоров и дискретных силовых компонентов и более низкий объём продаж оптоэлектроники.

В настоящее время мировая экономика сталкивается с большими рисками. Несмотря на галопирующую инфляцию, стремительный рост цен на энергоносители, постоянные сбои в цепочках поставок, локдауны из-за COVID-19 в Китае, эксперты продолжают прогнозировать увеличение общего объёма продаж полупроводников на 11% в этом году — показатели совпадают с январскими.

В новой версии отчёта изменения коснулись того, каким образом рост объёма продаж полупроводников достигнет рекордного уровня и составит 680,7 млрд долларов.

В документе рассматриваются изменения в прогнозируемом объёме продаж в ряде основных категорий полупроводниковых устройств (рис. 1). Эти изменения компенсируют друг друга и сохраняют общий рост рынка полупроводников на уровне 11%, несмотря на сложную экономическую ситуацию в этом году.

Теперь в отчёте прогноз продаж микропроцессоров увеличен с 7% до 11%, что обусловлено ростом продаж встроенных микропроцессоров (рост уже составил 12% по сравнению с прогнозируемым ранее уровнем в 9%) и процессоров для сотовых приложений (рост на 22%, что значительно выше январского прогноза на 10%).

Прогноз роста общего объёма продаж ИС в 2022 году не изменился и ожидается, что в этом году он вырастет на 11% до рекордно высокого уровня в 567,1 млрд долларов. Неизменными остались показатели и для аналоговых (рост на 12%) и логических ИС (рост 11%).

Также IC Insights снижает прогноз общего объёма продаж в других категориях рынка полупроводников, не относящихся к ИС, — оптоэлектроника, датчики и активаторы, а также дискретные полупроводники (Discrete semiconductor, O-S-D), на долю которых приходится около 17% общего мирового дохода.



**Нет изменений в отчёте за 2 квартал 2022 года**

- Полупроводники (общие данные) + 11%
- ИС (общие данные) + 11%
- Аналоговые +12%
- Логика +11%
- Датчики и активаторы + 15%

**Снижение показателей роста**

- Дискретные полупроводники (общие данные) +9% (по сравнению с 11%)

Источник: Отчёт компании IC Insights

### Перспективы роста объёмов продаж в 2022 году

■ Январские показатели    ■ Обновлённые показатели за 2 квартал 2022

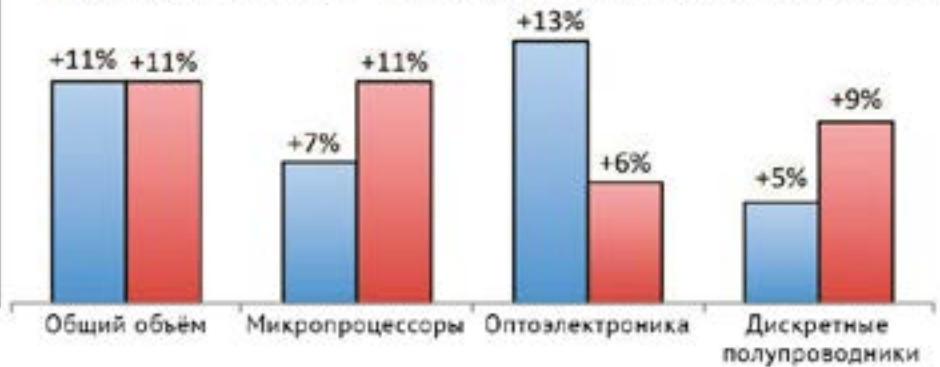


Рисунок 1. Перспективы роста объёмов продаж в 2022 году

В настоящее время ожидается, что общий объём продаж дискретных полупроводников в 2022 году вырастет на 9% до 113,6 млрд долларов по сравнению с январским прогнозом в 11%. В новой версии прогноза снижается рост продаж оптоэлектроники в этом году до всего 6% из-за слабого роста продаж датчиков изображения на КМОП и светодиодов. Однако это снижение частично компенсируется ростом продаж дискретных полупроводников, что в первую очередь связано с ростом продаж силовых транзисторов (прогнозируемый рост на 11%) и диодов

(прогнозируемый рост на 10%) из-за ограниченных поставок по всему миру и роста средних цен реализации. Прогноз IC Insights в отношении датчиков/активаторов остается неизменным на уровне 15%.

Источник

Semiconductor Growth Still Seen at 11% Despite 2022 Headwinds

Semiconductor Digest, July 2022