Выпуск 28 от 15 сентября 2016 г.

ЭКСПРЕСС-ИНФОРМАЦИЯ
ПО ЗАРУБЕЖНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКЕ

ISSN 2500-3844

СЕГОДНЯ В ВЫПУСКЕ

2
Компетентное мнение

4
Всероссийская конкурсная программа управления молодежными кадрами и научно-техническими проектами «Инновационная радиоэлектроника»

11
Индустрия MEMS: точки роста и технологические тенденции

14
Ситуация на рынке автомобильных MEMS

15
Перспективы развития индустрии MEMS до 2020 года

17
Факторы успешности разработки MEMS

19
Инновационные стартапы в области MEMS-технологий

23
Кремниевая фотоника: состояние и тенденции развития

25
Опыт корпорации Intel

27
Перспективы и преимущества кремниевой фотоники

28
Исследования североирландских и швейцарских ученых

30
Последние разработки в области графена: оптоэлектроника на бумаге

31
Работы Института фотоники Испании (The Institute of Photonic Sciences)

32
Работы российских ученых по преобразованию материальных структур в графеноподобные слои

35
ЕС и США подают иски в ВТО против КНР

38
Глоссарий

Издатель
АО «ЦНИИ «Электроника»

Главный редактор
Алена Фомина, д.э.н.

Над выпуском работали
Шабнам Гурбанова,
Людмила Железнова,
Вадим Жиловский,
Антон Исаев,
Дмитрий Корначев,
Михаил Макушин,
Яков Петренко,
Юлия Разгуляева,
Юлия Сухорослова,
Мария Фомина,
Виктория Французова,
Анастасия Хомчик,
Юлия Яцина

Реклама
Александр Шестаков
shestakov_a@instel.ru
+7 (495) 940-65-24

Адрес редакции
127299, г. Москва,
ул. Космонавта Волкова, д. 12
+7 (495) 940-65-24
www.instel.ru
publish@instel.ru

Издание зарегистрировано в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия (свидетельство ПИ № 77–13626 от 20 сентября 2002 г.).

КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

Радиоэлектронная промышленность, пожалуй, является одной из наиболее зависимых от реализации мер стратегического планирования отраслей. Если подходить к развитию указанной сферы вслепую, без четкого понимания ее возможностей и в отрыве от планов развития десятков смежных отраслей, то это практически равносильно прямому зарыванию денег в песок. Сегодня, если позволить себе перефразировать классика русской дипломатии А. М. Горчакова, российская радиоэлектронная промышленность «сосредотачивается»: происходит ее активная переориентация на использование внутренних ресурсов, а также параллельное упорядочивание производственных процессов с упором на обеспечение их безопасности и технологической независимости.

Тем не менее базовые вопросы, связанные с поиском возможностей для дальнейшего технологического развития на долгосрочную перспективу, до сих пор не снимаются с повестки дня, поскольку активная стадия импортозамещения может быть завершена уже к 2020 году, в то время как отрасль будет по-прежнему нуждаться в новых драйверах роста. При отборе перспективных точек роста, то есть тех ниш, в рамках которых возможно наладить создание массовой конкурентоспособной продукции, необходимо учитывать, что осуществление ценовой конкуренции с соседями из Восточной Азии не подходит на роль основной стратегии в данном вопросе, поскольку зачастую такой подход обречен на провал. В таком случае остается возможность проведения конкурентной борьбы непосредственно на уровне технологий, что для наиболее емких сегментов гражданской продукции означает необходимость форсированного развития отдельных узких решений, таких как кремниевая фотоника, MEMS и другие.

Стоит отметить, что рынок военной продукции, с точки зрения экспертов, не представляется ключевым драйвером роста отрасли. Несмотря на то что в России военная промышленность исторически является ключевым заказчиком радиоэлектронной продукции, в настоящий момент потенциал для существенного роста спроса с этой стороны уже исчерпан. Хотя радиоэлектроника военного назначения и является хорошей основой для формирования продуктового портфеля гарантированных заказов для организации, сегодня она уже не может в полной мере обеспечить создание всего необходимого для эффективного функционирования национальной системы безопасности и промышленно-производственного комплекса спектра продукции, поскольку существенное количество новых технологий на данный момент создается в тех сегментах, которые отвечают за производство потребительской и профессиональной аппаратуры.

Таким образом, развитие потенциала отрасли должно производиться с ориентацией на текущий научно-производственный задел работающих в ней организаций и данные, полученные в результате методически выверенного структурного мониторинга тенденций в области технологического развития. Выявленные точки соприкосновения данных плоскостей должны составить основу для формирования дальнейших мер комплексной частно-государственной поддержки развития указанных направлений, в то время как положительную динамику процессу рыночно-ориентированного технологического развития должна придать взаимная экономическая выгода со стороны как государственных, так и частных интересантов.

Виктория Французова,
руководитель департамента
экономического развития РЭП
ЦНИИ «Электроника»

УСЛУГИ ЦНИИ «ЭЛЕКТРОНИКА»

СОПРОВОЖДЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ОТРАСЛЬЮ

- Разработка методологии и сопровождение реализации программно-целевых документов
- Разработка и сопровождение реализации Стратегии развития радиоэлектронной промышленности
- Антикризисное управление деятельностью предприятий
- Формирование и сопровождение реализации отраслевого плана импортозамещения
- Внедрение проектного подхода управления развитием отраслей промышленности
- Методологическое сопровождение развития промышленности
- Научно-технологическая экспертиза приоритетных направлений развития

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ И БИЗНЕС-КОНСАЛТИНГ

- Стратегический консалтинг
- Реструктуризация предприятий
- Оптимизация системы управления операционной деятельностью

УСЛУГИ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

- ИТ-консалтинг
- Управление проектами в области ИТ
- Разработка информационных систем
- Управление ИТ-инфраструктурой
- Информационная система управления предприятием СМАРТ

ФИНАНСОВЫЙ КОНСАЛТИНГ

- Бюджетирование и финансовое планирование
- Финансовые решения
- Управленческий учет

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ТАЙНА И ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Режимно-секретное обслуживание
- Услуги по защите государственной тайны
- Информационная безопасность

КОММУНИКАЦИОННЫЙ КОНСАЛТИНГ

- Разработка коммуникационных стратегий
- Абонентское обслуживание (аутсорсинг пресс-службы)

ИЗДАТЕЛЬСКИЕ УСЛУГИ

- Выпуск научных журналов (ВАК)
- Издание научной литературы по радиоэлектронике

Реклама

Тел. +7 (495) 940-65-00
Факс +7 (495) 940-65-01
e-mail: instel@instel.ru
www.instel.ru

Всероссийская конкурсная программа управления молодежными кадрами и научно-техническими проектами «Инновационная радиоэлектроника»

Ключевые слова: радиоэлектроника, инновации, конкурс, кадровый резерв, радиоэлектронная отрасль.

Ведущий аналитический центр отечественной радиоэлектронной промышленности АО «ЦНИИ “Электроника”» проводит третий сезон ежегодной Всероссийской программ ы «Инновационная радиоэлектроника» при поддержке Министерства промышленности и торговли России, а также ведущих организаций отрасли, среди которых крупнейшие холдинги АО «Объединенная приборостроительная корпорация», АО «Концерн Радиоэлектронные технологии», АО «Концерн ВКО “Алмаз-Антей”», АО «Российская электроника», АО «НПП “Радар ммс”», Kraftway и другие.

Молодежный конкурс научных работ в рамках Всероссийской программы «Инновационная радиоэлектроника» призван выявить лучшие проекты студентов и молодых ученых, представляющих ведущие вузы страны, в области радиоэлектроники и предоставить необходимые ресурсы для их реализации.

Целью конкурса «Инновационная радиоэлектроника» является формирование стратегического резерва управленческих и инженерных кадров радиоэлектронной отрасли из среды талантливых специалистов и исследователей. Каждый год студенты, аспиранты и молодые ученые со всей России получают уникальный шанс проявить себя, совершить важный шаг в карьерном развитии и реализовать на практике свой научный проект!

В прошлых сезонах конкурса «Инновационная радиоэлектроника» приняли участие порядка 1000 молодых инноваторов из 21 региона России! Лучшие команды были награждены денежными премиями в размере 100–300 тыс. рублей, а в качестве подарков от ведущих организаций отрасли им были предоставлены новейшие электронные гаджеты. По итогам конкурсного отбора со стороны крупнейших корпораций и организаций отрасли для большинства финалистов

Инновационная Радиоэлектроника

Всероссийская конкурсная программа «Инновационная радиоэлектроника»

поступили приглашения на прохождение стажировок по специальности. Таким образом, наиболее талантливые участники получили уникальную возможность приобщиться к деятельности таких ведущих представителей отрасли, как «ОПК», «КРЭТ», «Радар ммс» и др.

Финальные мероприятия конкурсной программы и последующая процедура награждения победителей традиционно приурочены к одному из самых масштабных событий года – ежегодной отраслевой научно-технической конференции, которая в этом году пройдет в г. Саратове с 29 по 30 сентября.

На церемонии награждения традиционно присутствуют следующие должностные лица: заместитель Министра промышленности и торговли Российской Федерации А.И. Богинский, заместитель Министра обороны Российской Федерации Ю.И. Борисов, директор Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России С.В. Хохлов, а также директора ведущих отраслевых организаций.

Результаты прошлых сезонов свидетельствуют о том, что первыми премиями конкурсной программы «Инновационная радиоэлектроника» традиционно отмечаются те научно-исследовательские проекты, которые выполнены на высочайшем уровне: их реализация на практике позволит значительно повысить эффективность российской радиоэлектронной промышленности.

Так, проект победителей второго сезона Сибирмовского Юрия и Еремина Игоря, представляющих НИЯУ «МИФИ», посвящен разработке принципиально новой конструкции вакуумного транзистора и, по мнению компетентного жюри, способен успешно конкурировать с активно развивающимися в настоящее

Источник: ЦНИИ «Электроника»

Этап стендовой защиты перед жюри для финалистов Конкурса

Источник: ЦНИИ «Электроника»

Заместитель министра промышленности и торговли Российском Федерации А. И. Богинский награждает финалистов, победителей и призеров второго сезона

время устройствами на основе GaN и SiC. Преимущества данной разработки заключаются, прежде всего, в минимальной себестоимости реализации подобного проекта, а также в возможности такой конструкции работать в экстремальных условиях. В отличие от существующих аналогов, для ее воплощения в жизнь не требуется применение предельно сложных и дорогостоящих технологических процессов.

Одним из призеров второго сезона конкурса стал аспирант АО «НПП «Исток» им. Шокина» Мешков Олег. Он предложил инновационный способ уменьшения топологических размеров элементов микросхемы, не прибегая к покупке нового высокотехнологичного оборудования. Отраслевым специалистам хорошо известно, что на современном этапе развития микроэлектроники данная проблема стоит особенно остро.

Источник: ЦНИИ «Электроника»

Общая фотография финалистов, победителей и призеров второго сезона Конкурса «Инновационная радиоэлектроника»

Источник: ЦНИИ «Электроника»

Сибирмовский Юрий и Еремин Игорь с проектом «Автоэмиссионный вакуумный нанотранзистор для мощной и радиационно-стойкой СВЧ электроники» во время стендовой защиты перед жюри

В 2016 году стартовал уже третий сезон конкурсной программы «Инновационная радиоэлектроника». Многие его участники отмечают, что данное мероприятие на этот раз стало еще более масштабным, захватывающим и насыщенным самыми интересными событиями! При этом концепция нового сезона теперь заключается не только в выявлении наиболее перспективных молодежных научно-технических проектов, но и в их последовательной подготовке от стадии зарождения первоначальной идеи до ее непосредственного воплощения на практике.

Третий сезон конкурсной программы «Инновационная радиоэлектроника»

Источник: ЦНИИ «Электроника»

Мешков Олег на церемонии награждения финалистов, победителей и призеров второго сезона конкурса «Инновационная радиоэлектроника»

Источник: ЦНИИ «Электроника»

Экскурсия на предприятия группы компаний «Ангстрем»

отмечен запуском масштабной образовательной программы, которая позволит конкурсантам получить актуальные знания в области коммерциализации своих собственных разработок, а также овладеть практическими навыками формирования полноценного бизнес-плана и составления финансовой модели своего проекта.

В рамках образовательной программы были организованы экскурсии на знаменитые предприятия радиоэлектронной промышленности, предназначенные для ознакомления участников конкурса с текущим положением отрасли в стране. МЦСТ, «Ангстрем», ЦНИИ «РТК», Kraftway и др. лидеры российской радиоэлектроники открыли свои двери перед молодыми талантами. Особенно приятно, что в экскурсионных мероприятиях смогли принять участие не только представители Москвы, но и участники из Санкт-Петербурга, Саратова, Рыбинска, Томска, Самары и Казани.

В рамках обучающей программы были также организованы различные обучающие мастер-классы и семинары. Для их проведения были приглашены лучшие

Источник: ЦНИИ «Электроника»

Экскурсия на территорию НИИ «Масштаб»

Источник: ЦНИИ «Электроника»

Экскурсия на территорию компании Kraftway

бизнес-тренеры и специалисты по развитию стартапов. Кроме того, ведущие отраслевые эксперты прочитали для участников конкурса авторские лекции на тему новейших технологических трендов.

Так, 13 июля 2016 года на территории ЦНИИ «Электроника» состоялся образовательный семинар от Павла Владимировича Хрипунова, руководителя ИТ-департамента «Объединенной приборостроительной корпорации». В ходе мероприятия были подробно рассмотрены вопросы защиты инновационных разработок, в том числе посредством патентования. Павел Владимирович дал несколько советов молодым инноваторам: для успешной практической деятельности в области высоких технологий

Источник: ЦНИИ «Электроника»

Павел Владимирович Хрипунов проводит мастер-класс для участников конкурса «Инновационная радиоэлектроника»

необходимо быть готовым к борьбе с недобросовестным копированием своих разработок и не пренебрегать их официальной регистрацией. Стоит отметить, что семинар предполагал активное участие со стороны молодых специалистов: каждый конкурсант представил свой проект, подробно рассказав об его специфике. Таким образом, на обучающем мероприятии получилось осветить самые важные практические вопросы, которые непосредственно волнуют талантливых участников конкурсной программы «Инновационная радиоэлектроника». При этом каждый из них получил как общие, так и индивидуальные рекомендации по дальнейшему развитию своих проектов.

Кроме того, конкурсантам представилась уникальная возможность поучаствовать в важнейших отраслевых мероприятиях: второй Всероссийской научно-практической юношеской конференции «Будущее сильной России – в высоких технологиях», ведущем форуме индустрии микроэлектроники и полупроводников SEMICON 2016 и др.

Для третьего сезона «Инновационной радиоэлектроники» студенты, аспиранты и молодые ученые подготовили свыше 300 инновационных проектов. Лучшие из них будут представлены на суд авторитетного жюри на заключительном этапе конкурса, который будет приурочен к XV Отраслевой научно-технической конференции «Перспективные рынки – взгляд в будущее». По итогам мероприятия молодые специалисты не только получат множество эксклюзивных карьерных предложений, но и смогут найти инвесторов для реализации своих проектов или обзавестись полезными знакомствами в сфере своей специализации.

В качестве отдельного поощрения для лучших с научной точки зрения работ выступит возможность публикации в журналах «Вопросы радиоэлектроники» и «Радиопромышленность», включенных в перечень изданий ВАК.

Напомним, что для участия в конкурсе необходимо было собрать команду из двух человек: «физика» и «экономиста», которые будут соответственно отвечать за проработку технической части проекта и оценку его экономической эффективности. В случае наличия у автора проекта обеих компетенций одновременно допускается его индивидуальное участие.

В конкурсной программе представлены проекты, которые направлены на разработку и создание инновационных элементов, приборов, систем и технологий, а также отражают результаты фундаментальных исследований по следующим технологическим направлениям:

- вычислительная техника;
- электроника для коммуникаций;
- системы интеллектуального управления и робототехника;
- оптоэлектроника и фотоника.

В текущем сезоне по результатам конкурсного отбора победители будут отмечены денежными премиями (общий призовой фонд на этот раз составит 2 млн рублей), специальными технологичными подарками от ведущих отраслевых организаций, возможностью прохождения стажировок по специальности, а также получат поддержку в практической реализации своего проекта и в проведении дальнейших научных исследований.

Вы являетесь автором инновационного проекта в области высоких технологий, но упустили возможность поучаствовать в конкурсе в этом году? Не стоит отчаиваться – мы будем ждать Вас в четвертом сезоне «Инновационной радиоэлектроники». Помните, что радиоэлектронная отрасль нуждается в талантливых молодых специалистах. Получите шанс воплотить свою идею в жизнь! Участвуйте в конкурсной программе самостоятельно, а также не забывайте приглашать своих друзей и коллег!

Подробную информацию, а также видео и фотоматериалы о конкурсе Вы можете найти на официальном сайте «Инновационной радиоэлектроники»: www.inradel.ru.

Индустрия MEMS: точки роста и технологические тенденции

Ключевые слова: MEMS, датчики, технология, продажи, потребление.

По своему объему рынок MEMS в настоящее время более чем в 10 раз отстает от рынка полупроводниковых приборов. Часть подобной продукции представлена уже зрелыми приборами, хорошо освоенными на рынке, но тем не менее принципиально новые разработки также периодически появляются, и именно с ними связываются основные надежды экспертов на следующий виток развития. Одним из перспективных направлений в этой области является размещение MEMS поверх КМОП ИС, что позволит получить синергетический эффект за счет совместного использования данных технологий. Активные попытки выхода на рынок MEMS индийских и китайских производителей представляют собой одну из последних тенденций в этой сфере. Таким образом, в последнее время наиболее остро стоит проблема создания инновационного подхода к разработке новых конструкций MEMS – решение этого вопроса в конечном итоге должно определить, насколько успешными или, напротив, провальными будут последующие разработки.

Ввиду низкого спроса со стороны конечного потребителя на рынках MEMS, отмеченного в 2015 г., потенциал естественного роста продаж подобных приборов серьезно ограничен. Экстраполяция данной тенденции на 2016 г. позволяет говорить об острой конкуренции среди производителей за свою долю рынка. Соответственно, поставщики будут сосредоточены на выполнении следующих задач: совершенствовании создаваемых датчиков (по эксплуатационным характеристикам и показателю потребляемой мощности), расширении портфеля продукции путем создания инноваций (принципиально новых категорий приборов, в том числе развитии конечных систем (БПЛА, интеллектуальные дома и т.п.)), развитии процессов слияний и поглощений для реализации возможности быстрого объединения отдельных предприятий в крупные корпорации, создании улучшенных бизнес-моделей (реализации программных услуг на основе датчиков).

Однако даже в условиях замедления продаж появляются новые возможности для создания инновационных датчиков движения и развития других традиционных сегментов MEMS. Активно развиваются следующие направления:

- гарнитура виртуальной реальности[1]: в своей конструкции использует датчики движения и MEMS-микрофоны; конечные приборы подобного рода продают такие компании, как HTC, Facebook и Sony, что позволило им завоевать внушительное положение в секторе бытового оборудования;
- дроны (БПЛА): в своей конструкции используют датчики перемещения; начали активно использоваться относительно недавно, в 2015 г., и, хотя этот сегмент несомненно облада-

ет значительным потенциалом, еще не совсем понятны перспективы дальнейшего развития продаж по причине существования определенных проблем в сфере законодательного регулирования (в связи с этим целесообразно упомянуть сложности с поставками дронов, возникающие у корпорации Amazon);

- средства контроля домашней среды: в своей конструкции используют датчики газа, влажности и температуры; обладают хорошими возможностями для роста, что обусловлено ужесточением законодательных требований по обнаружению и контролю уровня угарного газа, приводящему к интересу к приобретению воздухоочистительных систем со стороны конечных потребителей (в данном сегменте представлены системы интеллектуальных домов корпораций Nest и Honeywell);
- электронные сигареты: в своей конструкции используют потоковые датчики [1].

Корпорация Amazon намерена развернуть в США сеть услуг быстрой доставки, осуществляемых при помощи дронов (от легких до грузовых моделей). Причем, если в кратко- и среднесрочной перспективе они будут оставаться дистанционно управляемыми, то в долгосрочной перспективе станут полностью автономными. Предполагается, что эти сети ориентированы в первую очередь на доставку товаров в отдаленные, труднодоступные и малонаселенные районы, для которых подобная услуга осуществляется в течение 3–5 дней, если прибегнуть к помощи таких структур, как UPS, FedEx и Почтовая служба США. В свою очередь, Amazon намерена осуществлять доставку на территории такого типа за более короткие сроки (1–2 дня). В то же время стоимость их услуг по сравнению с конкурентами будет ниже в несколько раз: ожидается, что этого эффекта можно будет достигнуть за счет снижения налогообложения в результате расположения складов на территории штатов с низкой налоговой ставкой.

Однако в этом отношении существуют и некоторые трудности: дело в том, что законодательная база по вопросам доставки товаров при помощи дронов в США в настоящее время не проработана. Министерство транспорта опасается возникновения различных инцидентов при осуществлении подобных услуг: например, попадания дронов в электросети и их столкновения с пилотируемыми ЛА. Это является причиной того, что на данный момент данное ведомство не дает своего согласия на развитие масштабных сетей, специализирующихся на услугах доставки товаров данным способом. Стоит отметить, что названное обстоятельство является далеко не единственным препятствием для реализации подобных проектов [2].

Проследим тенденции развития трех ведущих поставщиков MEMS на основе показателей уровня их доходов за период 2015 г.

Рейтинг 10 ведущих поставщиков MEMS-датчиков в 2014–2015 гг.

STMICROELECTRONICS

Благодаря широкой номенклатуре своей продукции по типам датчиков, STMicroelectronics по-прежнему является лидером продаж в секторе потребительских ИС. Однако доходы фирмы в этом секторе продолжают стремительно падать (со 100 млн долл. в 2014 г. до 10 млн долл. в 2015 г.), что объясняется обострением конкуренции в данной отрасли. В секторе датчиков движения (перемещения) доходы STMicroelectronics в 2015 г. также демонстрировали падение. Однако потери фирмы в то же время были частично компенсированы за счет серьезных успехов в области 6-осевых блоков инерциальных измерений (IMU), используемых на сегодняшний день главным образом китайскими производителями. Таким образом, в целом STMicroelectronics в 2015 г. сократила продажи MEMS только на 20% (см. рисунок).

Однако за последние два года позиции данной компании серьезно пошатнулись: в частности, из-за передачи в 2014 г. заказов на гироскопы со стороны корпорации Apple фирме InvenSense. Если говорить о достижениях STMicroelectronics, то в 2015 г. она выиграла конкурс на поставку 6-осевых IMU для Apple Watch[2], а в 2016 г. увеличила свою долю в датчиках движения, закупаемых корпорацией Samsung.

KNOWLES

Knowles по-прежнему является доминирующим лидером в области MEMS-микрофонов. Компания предлагает широкий диапазон микрофонов с аналоговым и цифровым выводом. Так, в 2016 г. Knowles начала отгрузки микрофонов VoiceIQ с локальной обработкой, пытаясь увеличить поставки данных устройств для мобильной техники и средств «Интернета вещей» (IoT[3]).

Снижение цен на MEMS-микрофоны привело к сокращению прибыли компании Knowles на 13%. Тем не менее фирма по-прежнему занимает второе место на рынке сразу после STMicroelectronics, что можно объяснить благоприятными сдвигами в распространении данных устройств среди конечных пользователей. Компания поставляет бóльшую часть MEMS-датчиков, используемых в продукции Apple, а также обладает сильными позициями в поставках датчиков для большинства аппаратов мобильных телефонов, планшетных ПК и носимой электроники[4] других производителей.

INVENSENSE

В 2015 г. InvenSense, продемонстрировав рост продаж в целом почти на 17%, обошла фирму Bosch и заняла третье место на рынке. Данная компания в настоящее время лидирует по доходам от потребительских датчиков движения благодаря существенному наращиванию объема выпуска 6-осевых IMU в натуральном выражении, а также производству специализированных гироскопов стабилизации оптического изображения.

InvenSense заметно выделяется среди поставщиков MEMS по показателю роста продаж датчиков движения, который составил в 2015 г. 26%, в то время как у остальных производителей наблюдалось снижение по аналогичному показателю.

Корпорация Apple является основным и доминирующим источником прибыли InvenSense: особенно данная тенденция стала заметна после того, как в 2016 г. Samsung отказалась от поставок данной компании в пользу STMicroelectronics. Помимо этого, InvenSense наращивает усилия в области производства MEMS-микрофонов с целью повышения своей конкурентоспособности. Также с 2017 г. данная компания надеется начать выпуск ультразвуковых датчиков отпечатков пальцев, что позволит ей существенно увеличить свои доходы за счет этого быстрорастущего сегмента [1].

Ситуация на рынке автомобильных MEMS

Ключевые слова: автомобильные MEMS, датчики, технологии.

MEMS является жизненно важной технологией, используемой в основном в автомобильной промышленности для расширения возможностей транспортных средств: при создании безопасных и комфортных условий их использования, а также в системах управления, трансмиссионных устройствах и информационно-развлекательном оборудовании. Тем не менее ключевой сферой применения MEMS для автомобильной промышленности, определяющей их спрос, являются системы обеспечения безопасности управления транспортными средствами.

В 2014–2015 гг. на рынке автомобильных MEMS наблюдалась пассивная динамика. Причиной данной тенденции является то, что в этот период несколько крупных изготовителей столкнулись с жестким давлением со стороны регулирующих властей. Тем не менее, по данным фирмы Future Market Insights (FMI), рынок довольно быстро восстановился и теперь продолжает расти значительными темпами.

К основным сферам применения автомобильных MEMS относят подушки безопасности, системы мониторинга давления в шинах, средства навигации и устройства электронного контроля устойчивости[5]. Однако, по оценкам FMI, в настоящее время в отрасли наблюдается дальнейшее расширение сферы возможного применения, которое будет продолжаться и в будущем, что обусловлено появлением новых технологий и увеличением числа научно-исследовательских проектов. Ожидается, что в период с 2016 по 2026 гг. рост рынка автомобильных MEMS будет происходить впечатляющими темпами.

По данным FMI, наиболее известными игроками мирового рынка автомобильных MEMS являются Robert Bosch, General Motors, Analog Devices, STMicroelectronics, Sensata Technologies, Panasonic Corporation, Infineon Technologies, Delphi Automotive, Freescale Semiconductors (ранее NXP), Denso Corporation и Murata Manufacturing.

С целью расширения клиентской базы некоторые из основных лидеров рынка автомобильных MEMS создают свои промышленные предприятия на зарубежных рынках, тем самым повышая рентабельность производства. Так, в феврале 2015 г. Denso Corporation объявила о планах создания еще одного завода в Камбодже, строительство которого предназначено обеспечить нужды автомобильной промышленности в данном регионе.

Отмечается, что правительства различных стран ужесточают свои законодательные нормы, создавая новые стандарты, которые призваны регулировать эффективность расхода топлива со стороны автомобилей, а также направлены на снижение выброса газообразных отходов. В результате основные поставщики в данной отрасли вынуждены обеспечивать полное соответствие своей продукции этим стандартам. Соответственно, на рынках этих стран наблюдается рост спроса на новые автомобильные MEMS, приспособленные к указанным стандартам. В частности, Индия и КНР ожидают, что привлекательность их рынков в прогнозируемый период увеличится.

Источник: www.electronics-eetimes.com

Автомобильные MEMS

В исследовании FMI отмечается, что суровые климатические условия (например, сильные снегопады или дожди) могут отрицательно повлиять на функционирование MEMS систем в транспортных средствах. При возникновении незначительных повреждений заменить всю систему невозможно. Соответственно, такая серьезная проблема может привести к снижению потребительского спроса.

Перспективы развития индустрии MEMS до 2020 года

Ключевые слова: MEMS, технологии, прогноз развития.

Исследовательская фирма Technavio представила прогноз, в соответствии с которым мировой рынок MEMS к 2020 г. достигнет 20,26 млрд долл., а показатель CAGR в период с 2015 по 2020 гг. составит около 12%.

Согласно ее точке зрения конечных потребителей MEMS можно разделить на три ключевые категории:

- автомобильная техника;
- потребительская электроника;
- сфера промышленных применений.

МИРОВОЙ РЫНОК MEMS ДЛЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Сегмент MEMS для потребительской электроники по итогам 2015 г. оценивался в 5,83 млрд долл. Предполагается, что в 2020 г. его объем достигнет 10,84 млрд долл. с показателем CAGR, составляющим 13% в прогнозируемый период. MEMS активно интегрируются в следующие изделия потребительской электроники: смартфоны, планшетные ПК, камеры и носимую электронику. При

этом MEMS обеспечивают такие функциональные возможности, как управление дисплеем, регулирование перемещений, навигация и распознавание жестов[6].

Основным фактором развития мирового рынка MEMS для потребительской электроники является рост спроса на смартфоны (в натуральном выражении) за счет постепенного снижения их стоимости. Также эксперты указывают, что развитию сегмента MEMS способствуют такие факторы, как снижение средних продажных цен (СПЦ) и увеличение преимуществ данных приборов (прежде всего, в сторону уменьшения их величины и увеличения их точности). Современные MEMS настолько миниатюрны, что пригодны для припайки непосредственно на печатную плату. Таким образом, у подобных устройств существуют как технологические, так и ценовые преимущества.

МИРОВОЙ РЫНОК MEMS ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО СЕКТОРА

Объем продаж MEMS для автомобильного сектора в 2015 г. составил 3,3 млрд долл., а на 2020 г. предполагаемое значение этого показателя составит 5,22 млрд долл., в то время как CAGR на прогнозируемый период ожидается на уровне 10%. Государственные меры регулирования и кампании по повышению осведомленности потребителей, такие как «Мировая программа оценки новых автомобилей» (Global New Car Assessment Program (NCAP[7])) нацелены на стимулирование спроса на MEMS в автомобильном секторе. Global NCAP требует достижения интеграции минимальных стандартов безопасности транспортных средств во всех новых продаваемых автомобилях к 2020 г. В свою очередь, для этого необходима установка в транспортных средствах различных типов MEMS. В настоящее время подобные устройства способны обеспечивать работу таких средств безопасности, как воздушные подушки и системы безопасности автомобиля, инерционные тормозные огни, устройства регулировки фар, обнаружения опрокидывания, автоблокировки дверей и активной подвески.

«Глобальное партнерство ООН по дорожной безопасности» (The UN Road Safety Collaboration), в свою очередь, представило всемирный план по развитию данной сферы на период с 2011 по 2020 гг. Документ предполагает собой реализацию следующих мер:

- улучшение безопасности дорожной инфраструктуры и расширенных транспортных сетей;
- укрепление потенциала управления безопасностью дорожного движения;
- улучшение поведения участников дорожного движения;
- дальнейшее повышение безопасности транспортных средств;
- улучшение состояния постов аварийной помощи.

MEMS-микрофоны в автомобильном секторе в основном используются для распознавания речи или голоса в аудиосистемах, что позволяет пассажирам всегда оставаться на связи, находясь при этом в безопасной среде. Процесс взаимодействия с аудиосистемой осуществляется полностью в устной форме. Предполагается, что применение подобных устройств позволит снизить число дорожно-транспортных происшествий, так как люди во время вождения больше не будут отвлекаться на ручную настройку аудиосистемы автомобиля.

МИРОВОЙ РЫНОК MEMS ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО СЕГМЕНТА

Рынок MEMS для промышленной электроники на данный момент достиг 1,2 млрд долл., а на 2020 г. прогнозируется его дальнейшее увеличение до уровня, составляющего 1,95 млрд долл. Соответственно, CAGR

за прогнозируемый период будет находиться на уровне 10%. MEMS в основном используются в таких сферах промышленного применения, как строительное оборудование, сельскохозяйственные машины, устройства для выравнивания платформ, а также тестовое и контрольно-измерительное оборудование. MEMS-акселерометры обычно используются для проведения различных измерений (включая определение вибрации) в ходе тестирования и эксплуатации автомобилей, а также мониторинга крена и тангажа летательных аппаратов и т.п.

В целях автоматизации промышленного производства MEMS могут использоваться совместно с реализацией концепции «Интернета вещей». Подобные устройства очень полезны для создания промышленных роботов, так как обеспечивают их тактильными датчиками, системами навигации, бесконтактными датчиками близости (приближения) и т.п. MEMS также могут использоваться для контроля состояния транспорта и промышленного оборудования, мониторинга вибрации, наклона и скорости вращения, слежения за состоянием имущества и перемещением посылок, обнаружения и регистрации ударов и сотрясений, контроля за состоянием зданий и структур [4].

Факторы успешности разработки MEMS

Ключевые слова: MEMS, технологии, факторы успеха, исследования.

В настоящее время перспективными разработками, использующими MEMS-технологию, занято более 100 предприятий, стартапов и крупных фирм. Реализация подобных проектов связана с различными рисками, в связи с чем напрашивается следующий вопрос: почему одни из них добиваются успеха, а другие – нет? Для того, чтобы получить на него ответ, специалисты фирмы Yole Développement (Лион, Франция) провели специальное исследование[8].

Одним из ключевых выводов данного исследования является возможность рассматривать MEMS как функцию передачи, использующую полупроводниковые технологии и технологии механической микрообработки для создания приборов, способных заменить более сложные, объемные или менее чувствительные устройства. Специалисты Yole определили, как минимум, 5 критериев, определяющих успех подобного прибора:

- возможность уменьшения размеров;
- наличие потенциала снижения издержек производства;
- «достаточно хорошие» спецификации;
- возможность осуществления серийного производства по сравнению с существующими решениями;
- надежность.

Для достижения всех указанных критериев успешности фирме требуется, как минимум, 10–15 лет развития.

Специалисты Yole своим исследованием попытались ответить на вопрос, какие из MEMS в ближайшем будущем будут демонстрировать значительный рост. Они получили следующий ответ: ультразвуковые датчики, газовые датчики, микродинамики.

По прогнозу Yole в период с 2014 по 2021 гг. CAGR рынка газовых датчиков составит 7,3%, в то время как объем продаж в 2021 г. достигнет 920 млн долл. А если предположить, что газовые датчики в ближайшем будущем смогут существенно расширить сферу своего применения, то объем продаж в 2021 г. вырастет еще на 65 млн долл.

Кроме того, сходным потенциалом роста обладают микродинамики. Уже сейчас начинается большой переход, когда впервые кремниевые динамики готовы к серийному производству, что создает основу формирования совершенно нового рынка для изготовителей MEMS, потенциальные объемы которого могут исчисляться в миллиардах долларах. В исследование специалистов Yole вошло интервью с фирмой USound (Австрия), которая была создана три года назад несколькими ветеранами MEMS-индустрии. В нем отмечается, что в опытных образцах микродинамиков, произведенных этой фирмой, впервые произведена замена уравновешенного якоря, в то время как компания уже начала поставлять избранным заказчикам первые микротвитеры[9] для проведения испытаний. На конец лета 2016 г. запланировано опытное производство подобных устройств, наряду с которым будет производиться внутренняя аттестация изделий. Данная технология уже подготовлена к массовому освоению и может революционизировать рынок персональных аудиосредств так же, как это уже произошло с MEMS-микрофонами. В дальнейшем USound намерена развиваться в качестве разработчика аудиосистем, предлагая своим клиентам широкий спектр решений в диапазоне от аппаратного до микропрограммного обеспечения. Целью компании при этом является как упрощение используемых технологий, так и достижение оптимальных эксплуатационных характеристик производимых изделий.

В течение следующих нескольких месяцев специалисты Yole из группы MEMS & Sensors продолжат изучение различных технологий и рынков MEMS, посещая основные отраслевые выставки и конференции, на основе которых будут составлены соответствующие резюмирующие документы.

Например, в середине сентября текущего года специалисты Yole будут работать на двух конференциях в Азии: MEMS & Sensors Conference Asia и Sensor Expo & Conference. Обе они будут проходить в КНР, где специалисты Yole предпримут попытку ознакомить своих коллег и других посетителей данных мероприятий со своим видением современного состояния и перспектив индустрии MEMS на новом этапе развития. На своих презентациях Yole сосредоточит основное внимание на китайской индустрии MEMS, которая в настоящее время претерпевает устойчивую трансформацию из состояния «Сделано в КНР» в состояние «Создано в КНР» [5].

Таким образом, в индустрии MEMS, как и в микроэлектронике в целом, в настоящее время идут процессы слияний и поглощений, что кардинально меняет расстановку сил на рынке. В ближайшее время ожидается, что подобные тенденции будут продолжаться. Кроме того, начинает расти роль китайских фирм: причем, если раньше они выпускали на рынок в основном продукцию зарубежных фирм или собственные изделия, реализованные на базе иностранных разработок, то сейчас китайские фирмы постепенно стали создавать свои собственные конструкции с возможностью их последующего производства.

1. *Marwan Boustany. Top MEMS sensor suppliers of 2015. Solid State Technology. MEMS Direct, August 22, 2016* ***2.*** *Farhad Manjoo. Think Amazon's Drone Delivery Idea Is a Gimmick Think Again. The New York Times, August 10, 2016* ***3.*** *Automotive MEMS market to thrive; China and India project lucrative growth. Solid State Technology. The Pulse, August 22, 2016* ***4.*** *Global MEMS market to grow at a CAGR of close to 12% until 2020. Solid State technology. The Pulse, August 26, 2016* ***5.*** *Why are some MEMS devices successful while others are not? Solid State Technology. MEMS Direct, August 22, 2016*

Инновационные стартапы в области MEMS-технологий

Ключевые слова: MEMS, технологии, стартапы, инновации.

В настоящее время активно развивается индустрия и технологии микроэлектромеханических систем (MEMS), которые находят себе широкое применение в различных конечных сферах – от автомобильной электроники до медицинской техники и «Интернета вещей» (IoT).

Разработками MEMS активно занимаются как стартапы, которые не обладают собственными производственными мощностями, что позволяет им существенно экономить на издержках, так и дочерние компании крупных холдингов, преимуществом которых является возможность снизить риски при разработке новой продукции.

USOUND

Компания USound (Австрия) была основана в марте 2014 г. Она не обладает собственными производственными мощностями по производству магнитомеханических датчиков, а разрабатывает и выпускает на рынок наушники и хэнд-фри приложения, применяя при этом самые передовые технологии в области MEMS и микроакустики. Линейка продукции данной компании сосредоточена на переносных устройствах и гарнитурах, а также ультразвуковых устройствах и бытовой технике. Преимущества использования микросистем для создания звука довольно обширны, а их значение зависит от конкретной области применения. Например, в случае снижения габаритов изделия со встроенной схемой и пассивными компонентами до 1 мм его масштабное производство будет дешевле, чем в случае применяемых ранее технологий. Кремниевые производства должны постепенно преодолеть существующие барьеры, связанные с проблемами выхода энергии, снижения стоимости, масштабируемости, воспроизводимости, срока службы и внешнего вида устройств. В зависимости от сферы применения можно наблюдать примерно 50% снижение потребления энергии интеллектуальных систем, основанных на естественных источниках питания и способных легко интегрироваться в современные устройства. Использование приборов, дающих обратную связь о состоянии системы в режиме реального времени на актуатор, позволяет расширить ее возможности: например, с помощью внедрения функции самотестирования и адаптации к внешним условиям. Динамик работает как микрофон, позволяя получать обратную связь.

Технология основана на пьезоэлектрических эффектах, возникающих в кремнии. USound предлагает комплексные решения для аудиосистем для полного раскрытия их инновационного потенциала, включая возможность интеграции с другими MEMS-компонентами (микрофонами), а также динамиками матричной конфигурации для дополненной/виртуальной реальности.

INNOLUCE

Компания Innoluce, основанная в 2010 году как дочернее предприятие Royal Philips, является ведущим инноватором и поставщиком миниатюрных сканирующих лазерных модулей, основанных на технологической платформе, включающей в себя быстрые и медленные MEMS (зеркала, управляемые специализированной микросхемой). В качестве основы модуля лазерного сканирования выступает запатентованное резонансное одноосное магнитно-механическое зеркало, отличающееся необычайной точностью и надежностью. Компания Innoluce изготавливает свои датчики из кремния, обеспечивая тем самым миллиметровые размеры зеркал.

Платформа из твердотельного модуля лазерного сканирования, основанная на уникальной резонансной одноосной технологии магнитомеханических зеркал, интегрированная на кристалле, обеспечивает различные функциональные возможности для широкого применения. Ключевой сферой применения для нее являются автомобильные и медицинские рынки.

На автомобильном рынке: Сканирующие ЛИДАРы в системах машинного зрения представляют собой активные дальномеры оптического диапазона, которые формируют двумерную или трехмерную картину окружающего пространства. Подобные устройства являются ключевым компонентом для успешного автопилотирования автомобилей и систем автономного управления. При этом твердотельный лазерный сканирующий модуль Innoluce является, в свою очередь, критическим компонентом ЛИДАРа, который обеспечивает большую дальность действия (более 200 м) и высокое разрешение (менее 0,1 градуса).

Медицинская отрасль: Сканирующие лазерные системы используются для обнаружения ранних признаков заболеваний (таких как рак) в различных тканях в режиме реального времени и при соблюдении естественных условий. Зонд Innoluce представляет собой чрезвычайно маленький модуль лазерного сканирования (диаметр 2,2 мм), который может быть интегрирован в гибкий катетер и в повсеместно применяемые жесткие и гибкие эндоскопы, что является основополагающим прорывом в сфере получения оптических изображений в ходе проведения медицинской диагностики в реальном масштабе времени.

Источник: Компания Innoluce

Устройство ЛИДАРа

POLIGHT

PoLight успешно специализируется на решениях, основанных на преломляющих магнито-оптико-электромеханических датчиках с функцией настраиваемой фокусировки линзы. Продуктовую линейку, разрабатываемую данной компанией при поддержке партнеров, формируют процессоры, которые основаны на фокусируемых линзах, обладающих высокими фокусными характеристиками даже при использовании в экстремальных экологических и эксплуатационных условиях. Они повсеместно используются в конструкции мобильных телефонов и других промышленных/медицинских устройствах.

Возможность интегрировать неоднородные устройства и материалы в 3D-системы предлагают гетерогенные системы. Сочетая различные технологии упаковки полупроводников и процессы обработки кремния с оптимизацией связующих узлов иерархической архитектуры, они выгодны с точки зрения своих малых размеров, уменьшенной площади и низкой стоимости, а также более высокой производительности. Ожидается, что интеграция фундаментально различных материалов (неорганических, органических и биологических) с гетерогенными системами при условии тщательной разработки методологии проектирования позволит обеспечить возможности для разработки продуктов, основанных на применении новых технологий и архитектур системного уровня.

Источник: Компания PoLight

TIens – запатентованный настраиваемый оптический объектив с большим количеством преимуществ и высокой производительностью

ENERBEE

Enerbee, основанная в 2014 г. и находящаяся во французском городе Гренобле, разработала и в настоящее время развивает в промышленных масштабах инновационную технологию аккумулирования энергии, основанную на ее получении из любых видов движения вне зависимости от его скорости. Уникальность идей данной компании состоит в возможности создания полностью автономного энергетического продукта, который

Источник: Компания Enerbee

Инерционные роторные генераторы и безбатарейный диммер EnerBee

способен выполнять самые различные задачи: измерение скорости, налаживание радиокоммуникаций (ZigBee, BLE, LoRa, SigFox), осуществление бортового питания для дополнительных сенсоров и актуаторов.

Запатентованная технология данной компании основана на использовании пьезомагнитных принципов: пригодная для использования энергия возникает благодаря преобразованию энергетического пика в интеллектуальной электронной цепи. С ее помощью происходит эффективный перенос автономно выработанной энергии в диапазоне от 1 до 10 мВ. Стартап Enerbee уже продемонстрировал работоспособность своей концепции в рамках нескольких проектов, подтверждающих возможности ее практического использования.

Данная компания обладает значительным потенциалом дальнейшего роста. Технология Enerbee крайне актуальна и важна с точки зрения развития концепций IoT и Industrial 4.0, что обуславливает повсеместное распространение подключаемых устройств, планируемый объем рынка которых составит 50 млрд долларов к 2020 году. В дальнейшем данные изделия станут более автономными и универсальными, что позволит поддерживать самодостаточные приложения для реализации концепций IoT и M2M (межмашинная передача данных), такие как умный дом, системы интеллектуального учета и индустриальные сенсоры. Благодаря генераторам Enerbee, всегда доступным, автономным и не требующим специального обслуживания, станет возможно появление следующего поколения подключаемых устройств, которые позволят решить важнейшие задачи современности.

Кремниевая фотоника: состояние и тенденции развития

Ключевые слова: фотоника, фотонные ИС и кристаллы, пропускная способность, сети, полоса частот, энергопотребление, тепловыделение.

Приближение традиционной КМОП-технологии к физическим пределам и ограничения кремниевых ИС по быстродействию и пропускной способности остро ставят вопрос о создании более совершенных приборов. Один из путей решения данной проблемы – кремниевая фотоника, т.е. фотонные приборы, изготавливаемые в рамках стандартного кремниевого процесса на уже имеющемся оборудовании. Такая технология позволяет сократить цикл «разработка – вывод на рынок» для новой продукции, снизить издержки производства и задействовать имеющийся парк установленных мощностей.

Аналитики фирмы Technavio полагают, что мировой рынок кремниевой фотоники в период с 2016 по 2020 гг. будет расти высокими темпами. По применению данный рынок делится на три категории: кремниевая фотоника для средств связи, потребительская электроника и прочее. Причем на средства связи приходится 95% потребления кремниевых фотонных компонентов. Использование кремниевой фотоники в потребительской электронике в прогнозируемый период будет ограничено 1%, однако этот сегмент будет развиваться с CAGR[10] более 48%. Другие сектора, такие как медицинская электроника, военные системы и робототехника также обладают потенциалом развития кремниевой фотоники: их CAGR в 2016–2020 гг. приблизится к 61%.

Технология кремниевой фотоники способна обеспечивать скорость передачи данных до 100 Гбит/с. Ее использование позволит увеличить энергоэффективность передачи данных.

Технология кремниевой фотоники является новым подходом к производству оптических приборов из кремния, используя фотоны для передачи крупных объемов данных с большей скоростью. Такие компоненты вместо использования электрических сигналов, транспортируемых по медной разводке, передают данные по тонким оптическим межсоединениям.

Аналитики Technavio выявили четыре основных фактора, способствующих росту мирового рынка кремниевой фотоники:

ПОТРЕБНОСТЬ В БОЛЕЕ ВЫСОКОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СЕТИ

Рост пропускной способности Интернета обеспечивается двумя факторами: распространением смартфонов, планшетных ПК, носимой электроники[4] с увеличенной функциональностью, а также появлением прорывных технологий, способных обеспечить рост пропускной способности.

Быстрое развитие кремниевой фотоники реализуется силами большого числа фирм-разработчиков и обусловлена потребностями в освоении вычислений эксафлопного[11] уровня.

СОКРАЩЕНИЕ ИЗДЕРЖЕК ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ И УХОД ЗА ПРЕДЕЛЫ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ БОЛЕЕ 40 ГБИТ/С

Освоение кремниевой фотоники обеспечивает операторам связи большие преимущества. Сетевая структура позволяет им передавать данные различных клиентов на фиксированной длине волны и выполнять их собственные специфические требования. Общая стоимость передачи данных также падает, и им не требуется подбирать под каждого отдельного клиента отдельную длину волны. Таким образом обеспечивается эффективность использования пропускной способности.

С кремниевой фотоникой операторы связи могут предоставлять услуги высокой производительности – на скоростях порядка 100 Гбит/с и более. Сетевая архитектура кремниевой фотоники оптимизирована для поддержки услуг передачи данных со скоростью до 400 Гбит/с и способна выдерживать даже терабитные нагрузки, что было невозможно при использовании предшествующих технологических поколений, таких как SONET[12] или программно-определяемая сеть (SDN). Этот фактор будет способствовать росту спроса на кремниевую фотонику на мировом рынке.

Кремниевая фотоника также способна поддерживать разделение сети на отдельные частные сети, что позволяет операторам связи предлагать клиентам специализированную и конфигурированную ширину полосы частот с гарантированной емкостью сети и увеличенной производительностью. Разделение сети никак не влияет на предоставляемые услуги или на существующих пользователей. Таким образом, теперь клиенты могут получать специализированные и независимые наборы сетевых ресурсов.

КРУПНЫЕ ИНВЕСТИЦИИ ЗА СЧЕТ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

Технология кремниевой фотоники демонстрирует значительный потенциал для увеличения скорости передачи данных и сокращения соответствующих издержек, что должно произойти в ближайшие годы. В 2015 г. корпорация IBM объявила о прорыве: была создана первая полностью интегрированная схема с уплотнением длины волны. Она была разработана для производства оптических приемопередатчиков с быстродействием 100 Гбит/с, что позволяет обеспечить размещение функционирующих электрических и оптических компонентов рядом друг с другом в пределах одного корпуса. Такой тип интеграции на кристалле важен с точки зрения возможностей долгосрочной разработки оптической технологии для передачи данных на короткие расстояния.

Помимо IBM, крупные инвестиции в развитие более эффективных и надежных приборов кремниевой фотоники осуществляют и другие фирмы, в частности Intel и Luxtera. Их усилия были замечены правительственными и частными организациями различных стран, и рынок кремниевой фотоники стал получать регулярную помощь в виде крупных инвестиций. В июле 2015 г. правительство США заявило о финансировании фотонной промышленности на сумму более 600 млн долл. с целью ускорения развертывания производства. Значительная часть этой суммы была выделена специально на развитие технологии кремниевой фотоники.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРЕМНИЕВОЙ ФОТОНИКИ

Технологии фотоники формируют ядро современных телекоммуникаций и инфраструктуры данных. В дальнейшем они будут интегрированы в сети связи. Освоение фотонных технологий в данном секторе окажет значительное влияние на его энергоэффективность. Промышленные эксперты считают, что к 2020 г. фотонные передатчики, фотонные настраиваемые лазеры, фотонные приемники и фотонные мультиплексирующие компоненты позволят снизить энергопотребление сетей и средств связи на 5–10% (по мере интеграции фотонных интегральных схем).

Данная тенденция обусловлена, прежде всего, тем, что фотонные компоненты снизят потребность в охлаждении, позволив приборам работать при более высоких температурах, а также сделают конверсию электрических приборов в оптические более эффективной за счет удаления безызлучательных процессов рекомбинации. Широкое освоение кремниевой технологии в секторе средств связи повысит их энергоэффективность в еще большей мере. В 2015 г. основные игроки данной отрасли, такие как AT&T, Bell Labs, Huawei и Chunghwa Telecom, договорились координировать между собой мероприятия по улучшению энергоэффективности сетей передачи данных и сетей связи за счет освоения кремниевой фотоники [1].

Опыт корпорации Intel

Ключевые слова: Intel, фотоника.

Специалисты корпорации Intel отмечают, что самой большой трудностью было встраивание источника излучения непосредственно в кремниевый процесс вместо того, чтобы добавлять источник на кристалл ИС после его формирования. Решив эту задачу, разработчики подготовили основу для обусловленной ростом масштабов производства экономии.

Доработка нового решения может занять еще несколько лет, но это позволит сделать существенный шаг в развитии технологий кремниевой фотоники. Разработанная методика позволяет в ходе производственного процесса связывать светоизлучающие GaN элементы (группа материалов AIIIBV) непосредственно с кристаллами кремниевых ИС.

Предполагается, что данная технология найдет первое применение в качестве «мостика» между системами в рамках центров хранения и обработки данных, в которых кремниевая фотоника уже широко используется. Данный рынок отличается высокими темпами роста при относительной нечувствительности к издержкам, что обусловлено улучшением показателей производительности и потребляемой мощности, амортизируемой на тысячах серверов. Однако за счет встраивания лазера в полупроводниковый производственный процесс экономия на издержках за счет фотоники значительно изменится. Цель разработчиков на первом этапе – в ближайшие несколько лет внедрить фотонику в многокристальные модули, а затем – собственно на кристалл ИС. Преимущества разработанного решения – существенное увеличение пропускной способности за счет

Источник: Корпорация Intel

Корпорация Intel

фотоники и технологичность в рамках стандартного кремниевого процесса. Уже сейчас новое решение позволяет в 3 раза снизить потребляемую мощность в пересчете на бит. И этот эффект достигается за счет интеграции лазера на кристалл ИС.

Предполагается, что в период с 2016 по 2020 гг. доступный рынок центров хранения и обработки данных с пропускной

Источник: Корпорация Intel

Прогноз структуры использования кремниевой фотоники в центрах хранения и обработки данных с пропускной способностью 100 Гбит/с и более

способностью 100 Гбит/с и более благодаря использованию решений на основе кремниевой фотоники продемонстрирует CAGR порядка 51%.

Разработанное решение расширяет возможности корпорации Intel за пределы интерфейса кристаллов ИС. Однако освоение нового процесса займет определенное время и, скорее всего, он будет характеризоваться такой же кривой снижения издержек, как и стандартный кремниевый процесс.

Разработчики Intel считают, что использование кремниевой фотоники в центрах хранения и обработки данных – это только начало. Постепенно открываются перспективы ее применения в серверах массовой обработки данных, корпоративных нейронных сетях, системах машинного обучения и искусственного интеллекта – все это потребует создания процессоров следующего поколения с использованием технологии кремниевой фотоники.

Перспективы и преимущества кремниевой фотоники

Ключевые слова: технологии, кремниевая фотоника.

Использование технологий кремниевой фотоники предлагает ряд преимуществ. Световые импульсы при прохождении через волновод генерируют намного меньше тепла, чем электроны при прохождении по медной разводке, при этом не возникает сопротивления, а скорость фотонов существенно превышает скорость электронов.

Фотоны не взаимодействуют с электронами, что позволяет осуществлять их более плотное группирование и обеспечивать высокую целостность сигнала. Фотонные приборы более устойчивы к проблемам кибербезопасности и менее подвержены физическим воздействиям.

Это только начало. Существует значительное число стран с формирующимся рынком кремниевой фотоники, в которых данная технология может применяться в широком диапазоне: например, в области биомедицины, где световое излучение может быть использовано для взаимодействия с потенциальными возбудителями различных заболеваний в жидких средах организма с последующей обработкой информации кристаллом ИС. При этом для осуществления подобных операций не требуется применение наиболее передовых полупроводниковых процессов: вполне достаточны ИС с топологическими нормами 350 нм, а 14-нм технологии для этих целей избыточны.

В краткосрочной перспективе реальной целью кремниевой фотоники являются средства обеспечения облачных вычислений. В этой области средства кремниевой фотоники позволят вести детализированную и раздельную обработку данных из памяти, обеспечивать высокоскоростные соединения между памятью и узлами обработки данных.

Самой большой проблемой, с которой столкнулись разработчики Intel, стала интеграция кремниевой фотоники в стандартный процесс обработки 300-мм пластин с необходимой воспроизводимостью. На уровне лабораторных исследований эта проблема уже решена, и теперь дело стоит за внедрением новых технологий в серийное производство.

Источник: Silicon Photonics 2014 Report by Yole Developpement

Прогноз мирового рынка кремниевой фотоники в долл. США

Отмечается, что медные межсоединения по-прежнему будут играть значительную роль, но стремительное распространение кремниевой фотоники в самых разных областях применения – от центров обработки и хранения данных до автономных транспортных средств и самолетов – станет причиной значительного роста доли волоконно-оптических средств [2].

Таким образом, согласно консолидированному прогнозу, после нескольких лет относительного застоя, характеризующегося подготовкой технологической базы для производства массовой продукции с применением кремниевой фотоники, стоит ожидать существенного роста спроса в данном сегменте рынка. Согласно прогнозу компании Yole Developpement, начиная с 2018 года объем продаж кремниевой фотоники вырастет за 7 лет более чем в 15 раз до вполне существенного объема в 720 млн долл., что позволяет характеризовать данную нишу как стратегически значимую точку роста, к которой будет приковано большое внимание технологических лидеров.

Исследования североирландских и швейцарских ученых

Ключевые слова: исследования, оптоэлектронные приборы.

Исследователи Королевского университета Белфаста и Швейцарской высшей технической школы Цюриха сформировали новый теоретический подход, который позволит физикам и проектировщикам оптоэлектронных приборов улучшить качество разработок с точки зрения уменьшения тепловыделения и энергопотребления электронных устройств, создающих, обнаруживающих и управляющих световым излучением.

Исследования были посвящены вопросам определения прозрачности двумерных (2D) материалов в электростатическом поле. Утверждается, что разработана теоретическая основа, позволяющая прогнозировать и оценивать

прозрачность 2D-материалов толщиной до одного атома.

В данном исследовании рассматривались вопросы изменения прозрачности материала с использованием только электрического смещения, за счет чего материал становится светлее или темнее. Какое значение будут иметь полученные результаты на практике: например, для развития сферы мобильных телефонов? По всей видимости, с их помощью можно будет на микроскопическом уровне осуществлять нелинейный контроль над распределением носителей заряда в объеме полупроводника (в качестве примера выступает традиционная кремниевая ИС). Разработчики смогут лучше проектировать квантовые конденсаторы, а также матрицы субатомных компонентов накопления мощности, способных удерживать высокие плотности энергии (например, в аккумуляторах и вертикальных транзисторах). Это приведет к созданию оптоэлектронных приборов следующего поколения с низкими показателями потребляемой мощности и теплового деления (холодные приборы), а также характеризующихся большей производительностью. Смартфоны станут еще интеллектуальнее.

Объясняя возможное влияние своей теории на будущие разработки, ученые отметили, что их нынешняя модель просто рассматривает интерфейс, формируемый между слоем 2D-материала и объемным полупроводником. В принципе, данный подход может быть легко расширен в сторону этажерок различных 2D-материалов: в частности, недавно произведенных Ван-дер-Ваальсовых гетероструктур. Такое направление развития позволит проектировать и прогнозировать поведение подобных приборов до их фактического изготовления, что значительно облегчит разработки их различных применений. Разработчики получат инструмент подбора необходимых сочетаний различных 2D-кристаллов (в рамках стандартного кремниевого процесса) при одновременном снижении потребности в проведении дорогостоящих анализов и проверочно-контрольных испытаний [3].

Источник: phys.org

Прозрачность материала может быть настроена с помощью электрического смещения, где различные типы оптических процессов, которые определяют, как мы видим объекты, можно изменять извне

1. *Global silicon photonics market to grow at a CAGR of over 48% through 2020. Solid State Technology, August 18, 2016* ***2.*** *Ed Sperling. Focus Shifting To Photonics. Semiconductorengineering, August 17, 2016* ***3.*** *New theory could lead to new generation of energy friendly optoelectronics. Solid State Technology. The Pulse, August 22, 2016*

Последние разработки в области графена: оптоэлектроника на бумаге

Ключевые слова: нановолокна, графен, графитизация, графенизация, электронная бумага, 3D и 2D структуры, диполь.

В области нанотехнологий такие материалы, как нановолокна, углеродные нанотрубки (УНТ) и графен, имеют большой потенциал для использования в оптоэлектронных приборах. Одной из перспективных сфер их применения является электронная бумага (технология отображения информации, которая основана на явлении элетрофореза и разработана для имитации обычной печати). Возможность использования подложек на основе бумаги давно привлекает внимание разработчиков. Диапазон исследований в этом направлении достаточно широк – от медицинской диагностики до технологий отображения различных данных. При этом отличительной особенностью электронной бумаги является ее низкая стоимость и высокая технологичность производства.

В настоящее время уже разработано множество различных электронных приборов на бумажной подложке [1]. К ним относятся микропотоковые диагностические приборы (используемые в сфере медицины и биологии) [2], электронные схемы [3] и робототехнические системы.

На сегодняшний день уже разработан ряд технологий отображения информации на основе электрофоретического движения частиц: термохромные краски, электросмачивание жидкостей и т.п. Считается, что подобный подход обладает огромным потенциалом развития в области потребительской электроники. Однако большинство технологий создания электронной бумаги не совместимо со стандартными процессами изготовления обычной бумаги на основе целлюлозы, и до сих пор этот фактор существенно ограничивал проведение новых разработок. Преодолеть данный разрыв удалось только при помощи использования таких инновационных материалов, как многослойный графен. Благодаря такому подходу удалось создать условия электрически перенастраиваемой среды, что обеспечило совместимость обычной печатной и электронной бумаги. При этом были решены проблемы шероховатости – фактора, который является несовместимым с требованиями оптических материалов [4].

Работы Института фотоники Испании (The Institute of Photonic Sciences)

Ключевые слова: разработки, оптические свойства графена, оптоэлектронные приборы.

Представители испанского Института фотоники создали новый класс оптоэлектронных приборов, сформированных на бумаге. В качестве электрически конфигурируемой среды в данном случае использовался графен, который был нанесен на бумагу печатным методом. Специалисты Института фотоники утверждают, что таким образом им удалось воплотить в жизнь концепцию недорогих одноразовых оптоэлектронных приборов широкого спектра применения.

Источник: American Chemical Society [1]

Планарные, 3D и окрашенные дисплейные приборы на бумаге:
а) схематическое изображение планарного бумажного дисплея, изготовленного путем разделения многослойных графеновых электродов на отдельные элементы при помощи плоттера; б) фотография действующего устройства. Цвет отдельных элементов может управляться индивидуально; в) 3D бумажный дисплей, изготовленный путем складывания бумаги в трех измерениях. Элементы дисплея сформированы на планарном приборе; г) фотография действующего прибора с задней подсветкой. Многослойные графеновые электроды после сворачивания сохраняют свою электрическую целостность; д) схематическое изображение цветных приборов, сформированных полутоновым цветным тонером на бумаге, расположенной между двумя многослойными графеновыми электродами; е, ж) фотография действующего прибора при значениях напряжения смещения на уровне 0 и 4 В.

Графен обладает оптическими свойствами, которые управляются при помощи легирования. Данный процесс обеспечивает контроль над межзонными и внутризонными электронными переходами этого материала и создает электро-модулированное оптическое поглощение в широком спектре. Для атомарно-тонких слоев этот показатель составляет 2,3%, а их использование позволяет достигнуть оптического контраста.

В рамках предшествующих работ испанские ученые продемонстрировали возможность создания многослойных пленок графена на нетрадиционных подложках, при этом была достигнута высокая контрастность оптически реконфигурируемых средств [5]. А в ходе последнего исследования им удалось интегрировать крупные полотна многослойного графена на печатную бумагу. Изготовление оптоэлектронных приборов контролировалось электромодуляцией слоев данного материала в процессе обратимой интеркаляции. Сам бумажный прибор состоит из двух многослойных графеновых слоев, нанесенных с обеих сторон бумаги. В данном случае используемый материал действует одновременно в качестве электрически конфигурируемой оптической среды и системы электропроводящих электродов (см. рисунок на с. 31).

Наличие бумажной подложки обеспечивает гибкую складную механическую поддержку слоев графена. Кроме того, она удерживает электролит (ионную жидкость[13] при комнатной температуре) в сети гидрофильных целлюлозных волокон.

Основным результатом исследований испанских ученых стало доказательство возможности создания на бумаге ультратонких электрохромных дисплеев [1].

Работы российских ученых по преобразованию материальных структур в графеноподобные слои

Ключевые слова: графен, трансформация структур.

Исследователи Московского физико-технического института, Сколковского института науки и технологий[14], Технологического института сверхтвердых и новых углеродных материалов, Национального исследовательского технологического университета (МИСиС) (Россия) и Университета Райса (США) использовали компьютерное моделирование для определения оптимальной толщины слоев соли, необходимой для разбиения материальных структур в графеноподобные слои.

На основе моделирования были выведены уравнения, описывающие число слоев в кристалле, необходимых для изготовления ультратонких пленок, пригодных для наноэлектронных применений.

ТРАНСФОРМАЦИЯ 3D-СТРУКТУР В 2D-СТРУКТУРЫ

Уникальная толщина моноатомного графена делает его привлекательным и полезным материалом. Его кристаллическая решетка напоминает соты, так как связи между атомами формируют структуру правильных шестиугольников. Графен представляет собой одиночный слой трехмерного графита, а его свойства, как и любого двумерного материала, кардинально отличаются от характеристик 3D-структуры. За период, прошедший с момента открытия данного материала, было проведено довольно большое число исследований, направленных на его изучение. Сверхтонкие пленки графена характеризуются необычными свойствами, пригодными для изделий нано- и микроэлектроники.

Предшествующие теоретические исследования ясно продемонстрировали, что пленки, обладающие кубической структурой и ионными связями, могут спонтанно преобразовываться в слоистую гексагональную графитовую структуру. Данное явление получило наименование «графитизации». Для ряда веществ подобные преобразования наблюдались экспериментально. Было предсказано, что каменная соль (NaCl) может быть одним из соединений, обладающих тенденциями графитизации. Данный процесс, проявляющийся в кубических соединениях, позволяет изготавливать новые перспективные структуры для применения в наноэлектронике (см. рисунок). Тем не менее теоретическая основа преобразования произвольной кубической смеси в графеноподобные слои пока не разработана.

Для того, чтобы произошла графитизация, необходимо ослабить кристаллические слои вдоль основной диагонали кубической структуры: при этом одна из поверхностей кристалла будет представлена атомами натрия, а другая – атомами хлора. Важно отметить, что места в узлах решетки будут занимать не нейтральные атомы, а положительные и отрицательные ионы (т.е. Na и Cl). Благодаря этому на двух поверхностях формируются заряды различной полярности. До тех пор, пока поверхности удалены друг от друга, все заряды сбалансированы и солевые пластины демонстрируют предпочтение к кубической структуре. Однако, если пленка достаточно тонкая, из-за противоположности зарядов на двух поверхностях кристалла возникает большой дипольный момент, увеличивающий энергию системы: при этом существующая структура будет стремиться от него избавиться. Для того, чтобы сделать поверхности нейтральными, происходит перераспределение атомов.

Источник: www.nanowerk.com/spotlight/spotid=43606.php

Преобразование кубической структуры в несколько гексагональных слоев

СООТНОШЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА И МОДЕЛИ

В целях изучения тенденций графитизации к варьированию в зависимости от состава исследователи рассмотрели 16 бинарных соединений типа AB. Здесь A обозначает один из четырех щелочных металлов: литий, натрий, калий и рубидий (высоко реактивные элементы 1 группы периодической таблицы); под буквой B в формуле понимается один из четырех галогенов: фтор, хлор, бор и йод (элементы 17 группы периодической таблицы, которые легко взаимодействуют с щелочными металлами).

В упомянутом исследовании все соединения фигурировали в ряде различных структур, также известных как фазы кристаллических решеток. Если атмосферное давление возрастает в 300 тыс. раз выше нормального значения, другой этап (B2) в хлориде натрия (желтая часть рисунка, с. 33) становится более стабильным, воздействуя на изменение в кристаллической решетке. Для проверки выбора методов и параметров модели специалисты смоделировали две кристаллические решетки и рассчитали давление, соответствующее фазе перехода между ними. По результатам исследования прогнозные данные совпали с экспериментальными.

ТОЛЩИНА СЛОЕВ

Составы в рамках исследования практически все были гексагональными, «графитовыми». G фаза (обозначена красным цветом на рисунке, с. 33) была нестабильна в 3D-объеме, но становилась наиболее стабильной структурой для ультратонких (2D-и квази-2D) пленок. Также исследователи выявили взаимосвязь между поверхностной энергией пленки и числом слоев в ней: как для кубических, так и для гексагональных структур. Графически эти взаимосвязи были представлены построениями из двух линий с различными наклонами для каждого из исследованных соединений. Каждая пара линий имеет общую точку соединения, соответствующую критической толщине слоя, что делает переход от кубической к гексагональной структуре энергетически выгодным. Например, было выявлено критическое число слоев для всех солей натрия – 11, а для солей лития это значение варьируется от 19 до 27.

Основываясь на этих данных, исследователи установили связь между критическим числом слоев и двумя параметрами, определяющими прочность ионных связей в различных соединениях. Первый параметр указывает на размер иона данного металла – его ионный радиус. Вторым параметром является электротрицательность, которая фактически является мерой способности атома A притягивать электроны атома B. Чем выше данный показатель, тем мощнее взаимное притяжение электронов, ярче выражен ионный характер связи, больше поверхность диполя, а также меньше критическая толщина пластины.

Работы российских ученых привлекли внимание коллег из Израиля и Японии. Если им удастся экспериментально подтвердить открытие россиян, то феномен графитизации можно будет использовать для синтеза ультратонких пленок с потенциалом применения в области наноэлектроники. В дальнейших планах исследователей обозначено расширение перечня изучаемых соединений. Предполагается, что в пленках различного состава может возникать спонтанная графитизация, что приведет к возникновению новых слоистых структур с еще более интересными свойствами.

1. *Graphene enables optoelectronics on regular paper. Nanowerk Spotlight, June 08, 2016* ***2.*** *Active microfluidic chips inkjet-printed on normal paper. Nanowerk, January 23, 2014* ***3.*** *Towards self-powered electronic papers. Nanowerk, June 13, 2015* ***4.*** *Emre O. Polat, Hasan Burkay Uzlu, Osman Balci, Nurbek Kakenov, Evgeniya Kovalska, and Coskun Kocabas. Graphene-Enabled Optoelectronics on Paper. Bilkent University, Department of Physics, Ankara, Turkey, ACS Photonics, 2016, 3 (6), pp 964–971* ***5.*** *Emre O. Polat, Osman Balcı & Coskun Kocabas. Scientific Report, October 01, 2014* ***6.*** *Scientists find a way of acquiring graphene-like films from salts to boost nanoelectronics. Solid State Technology. MEMS Direct, August 22, 2016*

ЕС и США подают иски в ВТО против КНР

Ключевые слова: Китай, США, ЕС, ВТО, редкоземельные материалы, иски.

КНР обладает существенными запасами сырья, используемого при производстве полупроводниковых материалов и приборов, в том числе редкоземельных элементов[15]. От позиции данной страны в области регулирования экспорта подобного сырья зависит уровень его дефицитности и объем товарно-материальных запасов зарубежных поставщиков, что, в свою очередь, отражается на уровне цен полупроводниковых приборов и конечной электронной продукции.

До вступления в ВТО КНР время от времени ограничивала или даже прекращала экспорт полупроводниковых материалов, включая редкоземельные. Такие меры предпринимались в целях первоочередного обеспечения сырьем национальной промышленности, что приводило к конфликтам с зарубежными партнерами. После вступления в ВТО Китай должен был отказаться от подобной практики, однако ЕС, США и некоторые другие страны обвиняют его в продолжении ее использования и пытаются предпринять ответные меры.

Конфликт по поводу редкоземельных элементов и других сырьевых материалов между указанными странами продолжается уже довольно давно. Согласно данным Nikkei Asian Review, КНР, на которую приходится 85% мирового производства редкоземельных элементов, вероятно производит их накопление на своей территории с целью дальнейшего повышения цен. Ввиду этого с июля 2016 г. ЕС, США и некоторые другие страны приступили к осуществлению против КНР новых «принудительных действий, установленных в силу устава» ВТО по поводу экспортных пошлин, установленных на ряд основных материалов, используемых в автомобильной, электронной, полупроводниковой промышленностях, а также в некоторых других отраслях.

Наиболее частые предметы споров, возникающих между странами в рамках ВТО

Когда КНР присоединялась к ВТО, она согласилась отменить экспортные пошлины на указанные материалы. Однако, по данным официальных источников в США, экспортные пошлины на 9 материалов так и не были отменены: к ним относятся сурьма, кобальт, медь, графит, свинец, оксид магния, тальк, тантал и олово (они не относятся к редкоземельным и рассматриваются отдельно). Размер китайских экспортных пошлин на эту категорию элементов составляет от 5 до 20%: при этом сами китайские потребители получают возможность приобрести их по меньшей стоимости, что создает условия неравной конкуренции по отношению к внешним игрокам.

В целом, по статистике ВТО, наибольшее число споров в рамках данной организации связаны с субсидиями и компенсациями, а также антидемпинговыми мерами. И Китай в этом плане не является исключением.

ЕС, одновременно с США, также подала в ВТО иск против КНР. В него включены такие позиции, как графит, кобальт, медь, свинец, хром, магний, тальк, тантал, олово, сурьма и индий. Общий экспорт этих продуктов в КНР составляет около 1,2 млрд евро (1,4 млрд долл.), что составляет 1/6 объема подобных материалов, импортируемых странами ЕС. Согласно данным Евросоюза, Китай жестко контролирует поставки на международный рынок ряда материалов. Например, на его долю приходится 2/3 мировых поставок графита (углеродного материала, находящего свое применение в нескольких областях промышленности).

Интересно отметить, что половина мирового производства кобальта приходится на Демократическую Республику Конго (ДРК, ранее Заир). КНР, напротив, обладает ограниченными запасами кобальта, однако имеет большое число контрактов с горнодобытчиками, что позволяет данной стране оставаться крупнейшим в мире производителем рафинированного (очищенного) кобальта.

Ситуация с медью легче: на долю КНР приходится примерно 10% мировой горнодобычи этого металла. Кроме того, на Китай приходится более половины мировой горнодобычи свинца. Также страна является крупнейшим потребителем хрома и производителем феррохрома. Кроме того, на КНР приходится 70%

мировой горнодобычи магния и около 30% мирового производства талька.

Ведущими поставщиками тантала в 2015 г. являются Руанда, ДРК и Бразилия. КНР не относится к одним из крупнейших производителей данного элемента, однако она ввела экспортные пошлины на танталовые отходы и лом (скрап).

Китай является ведущим изготовителем олова: на его долю приходится 37% мирового производства данного элемента. Сурьма в настоящее время добывается всего в 15 странах мира, однако основной объем ее горной добычи сосредоточен в Китае, на долю которого приходится 78% от мирового показателя. Что касается рафинированного индия, то показатели КНР также существенны: на ее долю приходится примерно половина мирового производства данного элемента.

РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Помимо перечисленных противоречий, ЕС и США в очередной раз заинтересованы в решении конфликтных с КНР ситуаций в области редкоземельных элементов. Материалы на их основе широко используются в автомобильной и потребительской электронике, средствах вычислительной техники и связи, военных системах и системах чистой (зеленой) энергетики. В качестве редкоземельных рассматриваются 17 элементов периодической таблицы Менделеева: скандий, иттрий, лантан, церий, празеодим, неодим, прометий, самарий, европий, гадолиний, тербий, диспрозий, гольмий, эрбий, тулий, иттербий и лютеций. При этом 15 из них принадлежат группе лантаноидов, а еще 2 элемента обладают сходными химическими свойствами. Основной сферой применения редкоземельных элементов являются магниты, применяемые в накопителях на жестких дисках, моторах электромобилей, ветряных турбинах и т.п. На эти устройства приходится 1/5 мирового потребления данных элементов.

В 2014 г. ВТО постановила, что китайские экспортные квоты и тарифы на вольфрам и молибден нарушают Генеральное соглашение по таможенным тарифам и торговле (GATT), а также соглашение КНР о присоединении к ВТО. В свою очередь, Китай оспорил данное постановление как не учитывающее всех аспектов данного вопроса. В дальнейшем, уже в конце 2014 г., страна все же отменила систему квот на вывоз редкоземельных элементов, а также экспортные пошлины на вольфрам и молибден. Одновременно был усилен контроль за возможными незаконными горными добычами в этой области.

Теперь производителям придется сконцентрировать свои усилия на поиске новых путей получения прибыли на фоне некоторого снижения цен вследствие отмены пошлин. Возможными вариантами выхода из положения представляются следующие способы: нахождение рентабельных рыночных ниш, выстраивание вертикальных структур и/или связей с целью объединения нескольких способов извлечения прибыли, а также совершенствование технологических процессов с целью снижения издержек производства.

Редкоземельные элементы продолжают оставаться критическим фактором, который побуждает внешних производителей полупроводниковых приборов и материалов не только активизировать усилия в рамках ВТО, но и искать как другие источники их добычи (на данный момент еще не освоенные в необходимом масштабе), так и более рентабельные решения, которые бы не уступали по своим характеристикам китайским аналогам.

В настоящее время, после отмены экспортных пошлин, подача исков в ВТО является попыткой наложения на КНР штрафных санкций и давления.

Mark LaPedus. Trade War Looms Over Materials. Semiconductor Engineering, August 18, 2016

ГЛОССАРИЙ

[1] **VR (virtual reality)** – виртуальная реальность в компьютерной графике; сложные системы моделирования псевдофизической реальности (существующей или выдуманной), формирующие у пользователя иллюзию действия в некотором пространстве: например, в трехмерных визуальных «мирах». Моделирование выполняется с помощью мощного компьютера и таких аксессуаров, как стереоскопические очки, сенсорные перчатки, шлем. Информация о действиях самого пользователя поступает в компьютер от устройств, регистрирующих данные о его положении и выполняемых им движениях.

[2] **Apple Watch** – интеллектуальные наручные часы корпорации Apple с дополнительной функциональностью, представленные в сентябре 2014 г.

[3] **IoT (Internet of Things)** – понятие, относящееся к однозначно опознаваемым объектам (вещам) и их виртуальным представлениям в интернет-подобных структурах; охватывает все подключаемые к интернету приборы и устройства различного назначения.

[4] **Носимая электроника (wearable electronics, wearables)** – носимые электронные устройства: например, микродисплей, встроенный в очки, или датчики и другие приборы, вмонтированные в одежду или обувь

[5] **Электронный контроль устойчивости (ЭКУ, Electronic Stability Control (ESC))** – активная система безопасности автомобиля, позволяющая предотвратить занос посредством управления при помощи компьютера моментом силы колеса (одновременно одного или нескольких). Является вспомогательной системой автомобиля: с технической точки зрения, ее можно рассматривать как расширенный вариант антиблокировочной системы тормозов (АБС). Несмотря на то, что многие узлы ЭКУ фактически объединены с системой АБС, работа устройства электронного контроля требует наличия таких компонентов, как датчик положения руля и акселерометр, следящий за реальным поворотом автомобиля. При несоответствии показаний указанных приборов система для того, чтобы предотвратить начинающийся занос применяет торможение одного (или нескольких) колес машины.

[6] **Распознавание жестов (gesture recognition)** – техника ввода в компьютер команд, в качестве которых могут служить положения и движения (перемещения) головы, корпуса и рук пользователя.

[7] **Мировая программа оценки новых автомобилей (Global New Car Assessment Program (NCAP))** – некоммерческая организация, занимающаяся оценкой новых автомобилей. Зарегистрирована в Великобритании, но позиционирует себя как всемирный аналог более известной организации Euro NCAP, а также как платформу для кооперации и обмена данными всех аналогичных программ на национальном уровне (JNCAP, Latin NCAP, тесты IIHS и другие). Организация создана в июле 2011 года. Методика теста Global NCAP идентична испытанию Euro NCAP: фронтальный удар на скорости 64 км/ч с умеренным перекрытием. Аналогичны и получаемые оценки.

[8] **Status of the MEMS Industry 2016 report** – исследование компании Yole Développement (Лион, Франция).

[9] **Микротвиттер (tweeter)** – небольшой динамик для воспроизведения верхних звуковых частот.

[10] **CAGR (Compound Annual Growth Rate)** – среднегодовой темп прироста в сложных процентах

[11] **Exascale computer** – экзамасштабные компьютеры – направление

экстремально масштабных вычислений находится на переднем крае активно развивающейся области высокопроизводительных вычислений (high-performance computing, HPC) и реализуется с помощью аппаратных и программных средств, позволяющих решать задачи в петамасштабном диапазоне производительности. Обеспечивая ученым новые возможности проведения имитационного моделирования небывалого размера и точности, экстремально масштабные вычисления играют роль инкубатора научных и технических идей в области компьютинга. Быстрое развитие этого направления оказывает влияние на несколько соседних областей, таких как слабосвязанные распределенные системы, grid, облачные вычисления и сенсорные сети. Проектирование экзамасштабных компьютеров, включающих в себя до 1 млн ядер и выполняющих до 1 млрд операций в секунду, несет за собой огромные трудности, которые в основном состоят из проблем с энергопотреблением.

[12] **SONET (Synchronous Optical Network)** – синхронная оптическая сеть; стандарт Bellcore, определяющий скорости, сигналы и интерфейсы для синхронной передачи данных по волоконно-оптическому кабелю.

[13] **Ионная жидкость (ionic liquid)** – соли в жидком состоянии (в некоторых случаях этот термин ограничен солями, точка кипения которых находится ниже некоторой произвольной температуры (например, 100 °C)). Они состоят в основном из ионов и недолговечных ионных паров. Эти субстанции также называют жидкими электролитами, ионными расплавами, ионными жидкими средами, расплавленными солями, жидкими солями или ионными стеклами.

[14] **Сколковский институт науки и технологий (используются сокращения Сколтех, реже Сколковотех)** – негосударственный технологический университет, расположенный в инновационном центре Сколково и созданный в 2011 году при поддержке Массачусетского технологического института. Реализованная в нем модель предусматривает тесную интеграцию технологического образования, исследовательской работы и предпринимательских навыков. Институт ведет обучение по программам магистратуры и PhD, рабочий язык – английский.

[15] **Редкоземельные элементы (rare earth)** – группа из 17 элементов таблицы Менделеева, включающая лантан, скандий, иттрий и лантаноиды. Все эти элементы являются металлами серебристо-белого цвета, при этом они обладают сходными химическими свойствами (наиболее характерна степень окисления +3).

ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ «ИННОВАЦИОННАЯ РАДИОЭЛЕКТРОНИКА»

ДЛЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ СО ВСЕЙ РОССИИ

ЕЖЕГОДНО С МАРТА ПО СЕНТЯБРЬ

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТОВ

ЦЕННЫЕ ПРИЗЫ

СТАЖИРОВКИ В КОМПАНИЯХ

ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКЕ – ИННОВАЦИОННЫЕ КАДРЫ!

МИНПРОМТОРГ РОССИИ

ИНИИ

inradel.ru

Реклама. Дополнительная информация на сайте inradel.ru и по тел.: 8 (495) 940-65-00 и 8 (495) 940-65-47