

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЭМС-ТЕХНОЛОГИЙ

Л.Раткин
rathkeen@bk.ru

19 апреля 2011 года Русская ассоциация разработчиков, производителей и потребителей микроэлектромеханических систем (Русская Ассоциация МЭМС) провела в Москве Международный форум, на котором обсуждались современные технологии производства и перспективы развития МЭМС-устройств. Более двух десятков ведущих организаций представили результаты научных исследований по приоритетным направлениям отрасли.

Участники и гости мероприятия рассмотрели основные вопросы развития микроэлектромеханической промышленности и варианты решения организационных и технологических задач. Ознакомились с инновационными разработками в сфере МЭМС, в том числе реализованными благодаря кратко- и среднесрочному инвестиционному проектированию и внедренными в промышленное производство. Представители российского и зарубежного бизнес-сообщества получили уникальную возможность общения с разработчиками для установления долгосрочной научной кооперации и длительных взаимовыгодных отношений.

Докладчики уделили особое внимание основным преимуществам проектов с использованием МЭМС-технологий, в том числе способности автономной работы подобных изделий, их микроминиатюризации и улучшенным функциональным возможностям. С учетом высокой важности работ по государственному оборонному заказу и по программам космических исследований на форуме неоднократно подчеркивалась необходимость обеспечения безотказ-

ной работы космических систем. Выступающие, в частности, приводили возможные решения проблемы многократного повышения радиационной стойкости современной космической техники, иллюстрируя теоретические расчеты конкретными примерами внедрения МЭМС-технологий. Повышенный интерес участников и гостей форума вызвала разработка беспроводных автономных безбатарейных сенсоров на базе вибрационных и термоэлектрических преобразователей энергии.

На форуме также были представлены доклады американской компании **JP Sercel Associates**, финского технического исследовательского центра **VTT**, бельгийского научно-исследовательского центра нанoeлектроники (НИЦН) **IMEC**.

По мнению с.н.с. Отделения интеллектуальных систем и энергетических технологий НИЦН **IMEC** д.т.н. **В.Леонова**, применение МЭМС обеспечивает высокоэффективное решение широкого класса задач. Поскольку развитие инновационных технологий труднореализуемо в рамках конкретного предприятия и одного государства, именно международ-

ное научное сотрудничество (МНС) способствует формированию принципов и методов производства электроники нового поколения. Выступивший подчеркнул, что данный форум привлекает потребителей на рынок МЭМС, популяризирует технологии их создания, обеспечивает академическую мобильность, стимулирует господдержку, обеспечивает интеграцию усилий для выполнения важнейших проектов и программ, имеющих международное значение.

В выступлении представителя ООО "Совтест АТЕ" рассматривался опыт МНС при создании и организации промышленного выпуска МЭМС-акселерометров. Отмечено, что в 2010 году реализации данного проекта всемерно способствовала Русская Ассоциация МЭМС. География сотрудничества расширяется, охватывая не только удаленные российские регионы, но и страны ближнего и дальнего зарубежья. Отмечено, что решение о создании Русской Ассоциации МЭМС было принято в 2010 году на форуме по проблемам создания и производства оборудования с применением МЭМС, поскольку необходимость формирова-

AURIGA® и AURIGA60®

Бескомпромиссные возможности



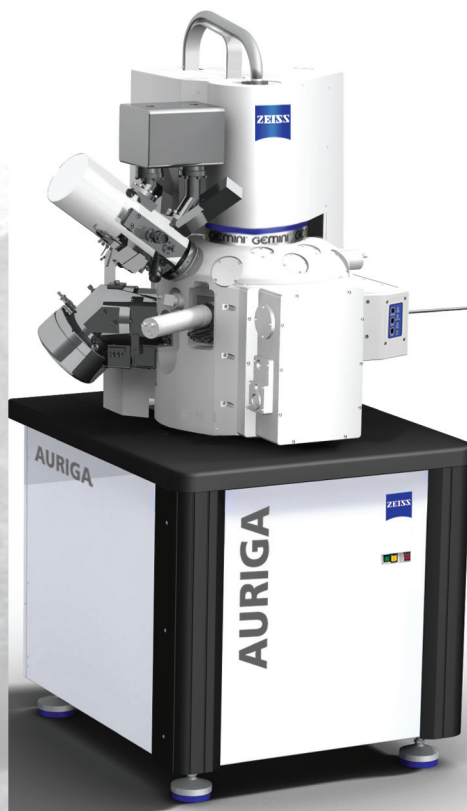
We make it visible.

Многофункциональность

- Легендарная технология GEMINI®
- Получение ультратонких срезов
- Прямое формирование наноструктур ионным пучком на любой поверхности
- Наилучшая аналитическая геометрия позволяет одновременно устанавливать до 23 дополнительных аналитических устройств
- Возможность одновременной или отдельной установки детектора вторичных ионов (SID), детектора отраженных электронов (4QBSD), EDS, EBSD, WDS, STEM, SIMS, CL
- Полнофункциональные 3D EDS-картирование и 3D EBSD

Высокая точность

- Инновационная технология ионного сфокусированного пучка (FIB) гарантирует лучшее в своем классе разрешение - 2,5 нм
- Гарантированное разрешение электронного пучка - менее 1 нм
- Возможность прямого управления ионным пучком с наблюдением через электронную колонну
- Инновационная технология вспомогательной газовой химии для процессов травления и осаждения в ионном и электронном пучках
- Высокоточная 3D метрология

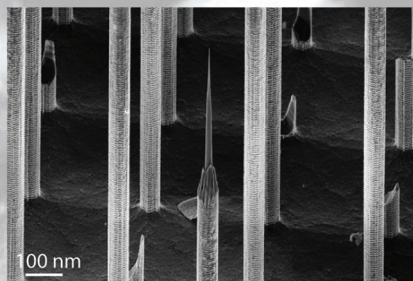


CrossBeam® технология

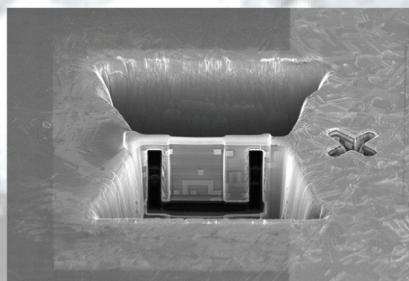
- Возможность выбора из двух ионных колонн: FIB Canion - для работы с высокой скоростью и FIB Cobra - для получения изображений с высоким разрешением
- Независимо от числа применяемых прекурсоров используется единый инжектор
- Возможность использования большого числа специальных газовых смесей

Дополнительные возможности

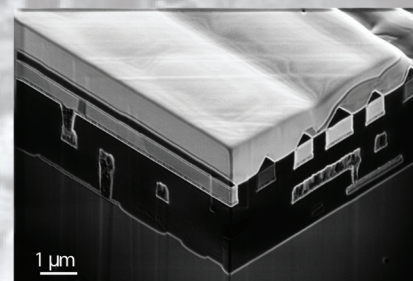
- Встроенная система компенсации заряда для работы с непроводящими образцами на высоких разрешениях
- Возможность плазменной очистки образца in-situ
- Встроенный в колонну детектор отраженных электронов с возможностью селекции электронов по энергии выхода (EsB®) в 1000 раз чувствительнее любого BSE, стандартно применяемого в электронных микроскопах
- Шлюзовая камера позволяет быстро производить смену образцов размером до 8 дюймов (200 мм)
- Возможность установки до 4-х микроманипуляторов in-situ



Сформированные FIB наноразмерные волокна



Изготовление ламелл для ПЭМ



3D сечение полупроводника

Обратитесь за более подробной информацией в "ОПТЭК"

105005, Москва, Денисовский пер., 26
 тел.: +7 (495) 933-51-51
 +7 (495) 933-51-56
 факс: +7 (495) 933-51-55
 e-mail: office@optecgroup.com
 www.optecgroup.com

Горячая линия: 8-800-2000-567

Интернет-магазин:
<http://shop.zeiss.ru>

ОПТЭК
 Объединяя решения

ния координирующего органа, обеспечивающего взаимодействие российских и иностранных конструкторов, производителей и потребителей МЭМС-устройств, была отмечена большинством участников конференции.

По мнению исполнительного директора ассоциации к.т.н. Д.Урманова, за год, прошедший с момента ее образования, были достигнуты важные результаты, в частности, в плане научной кооперации с основными отраслевыми отечественными и зарубежными организациями и предприятиями, обладающими необходимым инновационным потенциалом и технологическим обеспечением, достаточным для выполнения работ по инвестиционным проектам. Ассоциация, содействуя российским и иностранным партнерам в налаживании научной кооперации, является одним из ключевых компонентов международной МЭМС-инфраструктуры. О высокой активности представителей отечественного и зарубежного МЭМС-сообщества свидетельствует тот факт, что число участников форума 2011 года, по сравнению с прошлогодней конференцией, возросло в полтора раза.

В докладе представителя ООО "Драйвер" (Саранск) были представлены основные технические и технологические решения по миниатюризации МЭМС-устройств на примере многоканальных преобразователей давления. Одним из вариантов интеграции многоканальных модулей измерения давления (ММИД) является объединение нескольких элементов в одном корпусе с их предварительной настройкой. Согласно общепринятой структуре классической схемы, в одном ММИД содержится ряд компонентов для первичной обработки информации.

Повышенная степень интеграции в структуре ММИД характеризуется объединением в одном корпусе множества элемен-

тов и узлов, а также группой управляемых нагревателей. Масса ММИД INSER 1800/32 при размерах 53×12×9 мм составляет 18 г. Возможно объединение ряда ММИД INSER1800/32 в систему с двухуровневым мультиплексированием. Чувствительный элемент таких преобразователей изготовлен по технологии МЭМС и имеет размеры 2×2 мм при мембране 1,2×1,2×0,012 мм (размеры кремниевого пьедестала 2×2×1 мм).

Использованию МЭМС в коммутационной технике (КТ) было посвящено выступление П.Эннса, инженера-технолога ОАО "Специальное конструкторско-технологическое бюро по релейной технике" (Великий Новгород) ГК "Ростехнологии". За более чем 40-летний опыт работы на рынке КТ предприятие стало одним из ведущих поставщиков в России и СНГ изделий электронной техники военного и гражданского применения. С 2005 года продукция производится на основе МЭМС-технологий, номенклатурный ряд ее включает, в частности, СВЧ керамические фильтры, твердотельные, герконовые и электромагнитные реле, металлокерамические и металлокерамические корпуса, источники вторичного электропитания. Перспективные направления применения МЭМС-технологий – температурные микродатчики, микрофазовращатели и 12- и 24-канальные коммутаторы, а также микро-реле – слаботочные, оптические и высокочастотные (до 18 ГГц). На предприятии разработаны 16-канальные электростатические переключатели и температурные биморфные реле, разрабатываются драйвера управления МЭМС коммутаторами (ASIC часть) и микрооптоэлектростатические (МОЭМС) переключатели.

В общем случае МОЭМС-переключатели включают подвижные элементы с приводом, коллиматоры и подводящие порты. В МОЭМС-переключателях коммутация осуществляется посредством перемещения

входного волокна или зеркала. Габариты актюатора МОЭМС-коммутатора не выше 5×5×1,2 мм, напряжение управления – 100 В, длина коммутируемого сигнала – 1310 или 1550 нм.

Перспективными разработками являются DC/DC-преобразователи 5/120 (27/120) для управления электростатическими МЭМС реле и многоканальные НЧ-переключатели с гальванической развязкой для одновременного переключения 16 каналов на основе микросборки из НЧ-реле. Корпусирование МЭМС возможно в случае использования керамических корпусов с планарными выводами и металлокерамических корпусов с BGA-выводами для СВЧ МЭМС, а также в металлокерамических корпусах с контролируемой средой для акселерометров и гироскопов и в металлокерамических корпусах для волоконно-оптических переключателей.

В выступлениях был представлен широкий спектр современных технологий, используемых при выпуске МЭМС-устройств на предприятиях России. Отмечался инновационный характер разработок, который несколько опережает спрос на отечественном рынке, что можно объяснить несовершенством существующей нормативно-правовой базы. Неготовность российского высокотехнологического сектора к полномасштабному внедрению инноваций является, по мнению докладчиков, одной из ключевых проблем, сдерживающих рост капиталовложений в него.

С учетом вышесказанного, по мнению ряда участников форума, необходимо внесение изменений в законодательную базу, в том числе регулирующих права на интеллектуальную собственность, а также корректировка отдельных положений, затрагивающих вопросы инвестиционной привлекательности инновационных проектов и оценки степени риска капиталовложений в проектные разработки в сфере МЭМС.