



КОМПАНИЯ "МАППЕР": ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ФАУНДРИ И РЕЗИДЕНТ ОСОБОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

MAPPER: DOMESTIC FOUNDRY AND THE RESIDENT OF A SPECIAL ECONOMIC ZONE

А.Н.Алёшин, к.ф.-м.н., доцент, (ORCID: 0000-0001-7342-4638) / nanoindustry@technosphaera.ru
A.N.Alyoshin, Cand of Sc., (Physics and Mathematics), Docent

DOI: 10.22184/1993-8478.2020.13.1.74.78

Получено: 25.02.2020 г.

Всего восемь лет назад появилось дочернее предприятие голландского холдинга Mapper Lithography B.V., в создании которого приняло финансовое участие РОСНАНО, а уже сейчас ООО "Маппер" можно уверенно назвать фаундри. Высокий технологический уровень производства позволил этой компании стать резидентом особой экономической зоны – Технополиса "Москва". В ассортимент выпускаемой продукции входят микроэлементы электронной оптики, МЭМС, элементы микроэлектронных устройств, выполняемые по заказам предприятий отечественной микроэлектронной промышленности.

Just eight years ago, a subsidiary of the Dutch Holding Mapper Lithography B.V. was established with the financial participation of Rusnano, and now LLC Mapper can confidently be called a "foundry". The high technological level of production allowed this company to become a resident of a special economic zone – Technopolis Moscow. The range of products includes microelements of electronic optics, MEMS and components of microelectronic devices ordered by enterprises of the domestic microelectronic industry.

Мы решили посетить технологическую линию "Маппер" и познакомиться с оборудованием, технологиями и продукцией этой компании. Экскурсию по производственной линии любезно провел генеральный директор компании – Денис Шамирян, попутно подробно ответив на наши вопросы.

Денис, давайте пройдем вдоль всей технологической линии вашего предприятия, и вы расскажете о производстве, оборудовании и его возможностях?

Пожалуйста! Мы пройдем вдоль всей нашей чистой зоны, и вы увидите всю технологическую цепочку нашего производства. Общая площадь нашей чистой зоны сейчас – около 1800 кв. м. Наша чистая зона соответствует стандарту ISO 6, что обеспечивается выполнением всех требований к вентиляции и кондиционированию воздуха в чистых помещениях, регулярным обслуживанием этого оборудования, качественными фильтрами, автоматическим слежением за воздушным дисбалансом, спецификой организации

таких помещений – от антистатического пола до переходных шлюзов. В феврале 2019 года компанией получен международный сертификат системы менеджмента качества на основе ГОСТ Р ИСО 9001:2015 от компании TÜV Rheinland.

Линия начинается с метрологического цеха, отдела метрологии. Здесь расположено как стандартное метрологическое оборудование (счетчики частиц, измерители толщины пластин, трехмерный интерференционный микроскоп Bruker ContourGT-K, автоматическая зондовая станция для пластин Electroglass EG2001, спектрографический эллипсометр Woollam M200VF), так и уникальное голландское оборудование для специфических нужд нашего производства – микроэлектронной оптики. Наше метрологическое оборудование не автоматизировано полностью, операции проводятся в ручном режиме квалифицированными инженерами и операторами, при наших объемах метрологических измерений это оправдано и позволило сэкономить средства в пользу производственного оборудования, расположенного в следующих залах.



Рис.1. Денис Шамирян за работой

Fig.1. Denis Shamiryanyan at work

За отделом метрологии расположен участок работы с подложками, преимущественно стеклянными, но можем работать и с керамикой, пьезоэлектрическими подложками типа ниобата лития, из которых потом получаем активные элементы МЭМС. Мы не занимаемся полировкой, а закупаем готовые заготовки, которые, при необходимости, подвергаем микроабразивной обработке на установке струйно-порошковой обработки Powder Blaster Comco.

Это похоже на пескоструйную обработку на микроуровне? Расскажите, пожалуйста, об этой технологии, когда ее используют и каковы ограничения при ее применении?

Действительно, принцип действия очень похож, только в случае микроабразивной обработки из сопла под давлением вместе со струей сжатого воздуха подаются калиброванные частички оксида алюминия размером 17,5 мкм. Неудобством работы со стеклянными пластинками заключается в сложности их вертикального травления: в жидкости травление происходит во всех направлениях, а плазмохимическое травление происходит слишком долго. Поэтому слои толщиной

500 мкм удаляются именно с помощью технологии микроабразивной обработки. Вначале наносится толстый пленочный фоторезист, затем происходит микроабразивная обработка подложек, в результате чего достигается равномерность по площади поверхности около 10%. Недостатком является то, что обработке подвергаются достаточно большие площади поверхности стеклянных подложек. Но, если задача позволяет, эта технология высокоэффективна и оперативна, применима не только для стекла, но и для керамики, как я говорил, которая потом часто используется при дальнейшем производстве фильтров поверхностных акустических волн и другой продукции.

Судя по тому, что мы видим в следующем отсеке, это хранилище химических веществ?

Вы совершенно правы, отсюда по трубопроводам подаются вещества ко всему нашему технологическому оборудованию. К сожалению, в основном вещества мы закупаем за рубежом, это и жидкая химия, газы, фоторезист. Из продукции отечественного производства – лишь некоторые газы, очень редко – жидкости. Вещества подаются в автоматическую



Рис.2. Установка струйно-порошковой обработки Powder Blaster Comco

Fig.2. Powder Blaster Comco spray powder installation

установку жидкостной обработки пластин, есть и ручная установка жидкостной обработки, при необходимости используем ультразвук, IPA, NMP. Реагенты в ваннах поддерживаются при определенной температуре, регулярно обновляются, оператор вручную лишь помещает касеты с образцами. Кроме того, есть автоматизированная установка, где обработка, перекачивание из ванны в ванну, сушка происходят полностью в автоматическом режиме.

Мы подошли к отделу фотолитографии. Расположенное в этом отделе оборудование обладает системой совмещения обеих сторон пластин, прямой и обратной, степпер ASML PAS 5500/275D позволяет печатать с максимальным разрешением 275 нм. Тут же осуществляется и проявка фоторезиста, эти машины полностью автоматизированы, в них есть две линии подачи фоторезиста и пластин, задубливание, полная автоматизация уменьшает вероятность человеческой ошибки и увеличивает выход продукта. У нас достигнут выход готовой продукции 85%, а по некоторым позициям – свыше 90%. Часто мы покупаем оборудование после глубокой модернизации и восстановления. Оборудование ничем не уступает новому, но стоит значительно дешевле. Тут же

расположены машины для сращивания пластин, где можно проводить анодное сращивание "кремний – стекло", прямое сращивание "кремний – кремний", "кремний – оксид кремния" с последующим высокотемпературным отжигом. Сейчас осваиваем эвтектическое сращивание, при котором тонкий слой золота формирует с кремнием эвтектический сплав, температура плавления которого гораздо ниже температуры плавления кремния и золота, речь идет о температурах порядка 400 °С. Тонкая пленка золота наносится на поверхность кремния, затем осуществляется прижим и нагрев до этой температуры, после чего система приваривается и герметизируется.

Есть и контактная литография, представленная EVG 620, максимальное разрешение которой – до 1,5 мкм с автоматической подачей пластин и совмещением топологии на прямой и обратной стороне пластины.

Изготавливаете ли вы 3D-сборки?

Непосредственно 3D-сборками мы не занимаемся, но на уровне пластин осуществляем сварку, когда нужно изготовить подвижные элементы, собираем своеобразный "пирог", активный элемент гироскопа или акселерометра, и отправляем заказчику, который уже



Рис.3. Контактная фотолитография: EVG 620 (максимальное разрешение до 1,5 мкм)

Fig.3. Contact photolithography: EVG 620 (max. resolution upto 1.5 μm)



самостоятельно выполняет корпусирование и продажу готовых устройств.

Тут же расположен и наш электронный микроскоп Zeiss Sigma HD с модулем определения химического и элементного состава поверхности EDAX. Разрешение EDAX – порядка микрона, что позволяет оператору при визуальном наблюдении частицы сфокусировать EDAX на нее и выяснить химический или элементный состав. Это необходимо для того, чтобы принимать меры для дальнейшего устранения причин загрязнений. Это своеобразная дефектоскопия, необходимая нам для контроля качества нашего производства на разных стадиях.

Сейчас мы стоим напротив машины глубокого плазмохимического травления кремния по Bosch-процессу SPTS Rapier. Большим преимуществом является модульность, это не установки типа stand alone. Благодаря системе шлюзов можно добавлять модули для увеличения числа образцов, при больших партиях обрабатываемых изделий. В России всего две такие установки, одна из них – наша. Две другие машины предназначены для травления диэлектриков Lam Rainbow 4520, обе с автоматической подачей пластин. Хотя для КМОП-индустрии это уже устаревшие агрегаты, но для МЭМС еще вполне пригодное оборудование, полностью подходящее по своим техническим характеристикам для наших целей и задач. Для удаления фоторезиста используется Трумах NEO 200, недалеко оборудование для магнетронного напыления в вакууме, она лабораторного типа, но в наших планах промышленный вариант с автоматической загрузкой, и это уже не за горами. В конце нашей технологической линии вы видите печку для термического окисления, в трубу заезжает лодочка с пластинами, происходит окисление в автоматическом режиме.

И, наконец, последнее, вспомогательное помещение, в котором хранятся газы, с системой защиты от утечек и возгорания. Шкафы и автоматизированная система прокачки азотом в критических ситуациях; стандартная, но надежная система замены баллонов; система контроля содержания кислорода в воздухе; контроль содержания аммиака и силана. Экскурсия закончена, теперь можно поговорить о главном капитале компании – специалистах и системе создания и накопления высококвалифицированного кадрового состава.

Смотрите, мы вошли в большое помещение, где работают наши специалисты. Тут все операторы, инженеры следят за работой фабрики.

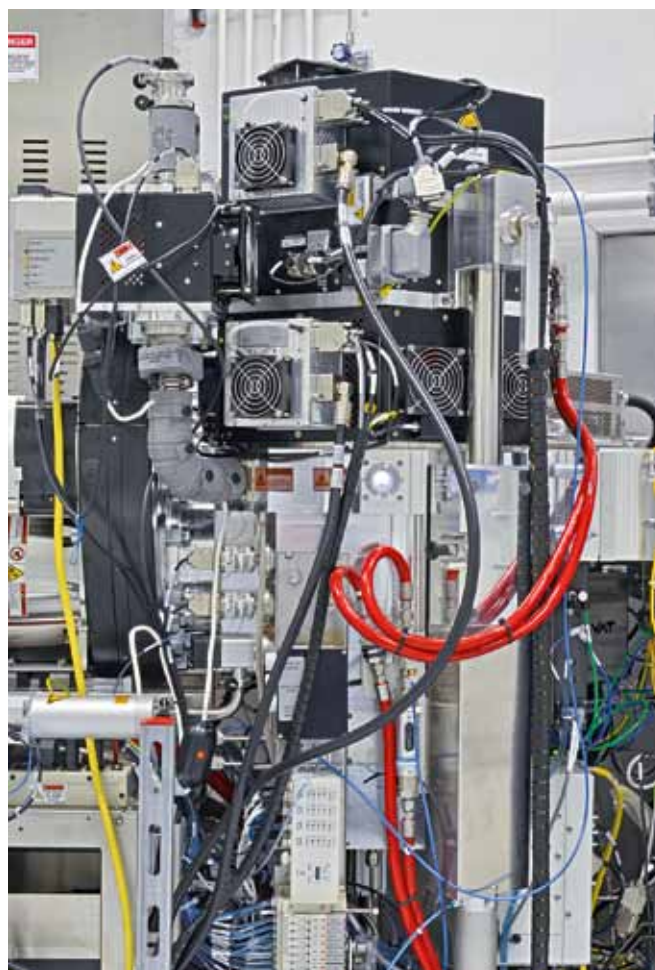


Рис.4. Установка глубокого травления кремния методом Bosch: SPTS Rapier

Fig.4. Installation for deep etching of silicon using Bosch method

Это главный капитал нашей компании, мы им очень дорожим.

Как вы организовали сервисное обслуживание фабрики?

Мы рассматривали разные варианты, привлекали сервисных инженеров компаний – дистрибьюторов, договаривались с дилерами оборудования, но все эти способы решения зачастую совсем не сложных проблем оказались слишком долгими и дорогими. Обычно российские инженеры в сложных случаях обращаются к производителям, что приводит к простоям производства. Мы пока небольшая, но гибкая и оперативная компания, время – это часть нашего успеха, простой совершенно недопустимы. Расчеты показали, что создание собственной команды инженеров гораздо выгоднее. Мы создали такую



Рис.5. Растровый электронный микроскоп Zeiss Sigma HD с системой химического анализа EDAX

Fig.5. Zeiss Sigma HD scanning electron microscope equipped with EDAX chemical analysis system

команду, направили ее на обучение за границей техобслуживанию, ремонту, и в данный момент 99% проблемных ситуаций они решают сами, и только в 1% случаев они консультируются с производителями. Сервис мы осуществляем полностью самостоятельно. Работают четыре сервисных инженера, задержек и простоев по их вине нет.

Можете ли рассказать нашим читателям о бизнес-модели, которую использует "Маппер"?

Разумеется! "Маппер" представляет собой фаундрию, мы – контрактный производитель МЭМС-пластин. Наша бизнес-модель хорошо вписывается в российский рынок. С одной стороны, в России существует много компаний, способных создать уникальный дизайн приборов (НИИ и научно-производственные объединения). С другой стороны, современных технологий массового производства МЭМС-элементов в России мало, особенно не хватает компетенций в серийном производстве. Возникли идеальные условия для технологического партнерства: НИИ и НПО (по сути, fabless-компания) и прочие разработчики приборов создают дизайн МЭМС-элементов, а мы имеем технологические возможности для серийного производства качественной элементной базы, то есть выступаем в роли фаундрии.

"Маппер" предлагает контрактное производство по техническим заданиям заказчика МЭМС-элементов широкого профиля для различных приборов, например акселерометров, гироскопов, датчиков давления, управляемых микрозеркал, высокочастотных фильтров, микропереключателей. Основные потребители продукции "Маппер" – это компании, у которых есть продукты и дизайн приборов на основе МЭМС-элементов, но нет технологических возможностей для самостоятельного изготовления ключевых элементов.

Что является основным капиталом компании, что ценится больше всего остального?

Пожалуй, на этот вопрос лучше всего ответит наш коммерческий директор Азиз Ахмаджонзода.

Наше основное конкурентное преимущество – люди, в которых мы вкладываемся, так как дело не только в современном оборудовании, но и в людях, специалистах, которые на нем работают. Культура производства – европейская, она обеспечивается кадрами, имеющими опыт работы в Европе. В нашей стране много талантливых инженеров, способных создать любые уникальнейшие, высокотехнологичные продукты, но добиться повторяемости результатов – наш бич. Мы хотим и добиваемся, чтобы повторяемость и уровень качества нашего конечного продукта был очень высок и не снижался со временем, как это часто бывает.

Наша компания небольшая, но быстро адаптирующаяся, мы выработали технологичный подход к производству, это наше основное преимущество, подпитываемое системой подготовки кадров: селекция талантливых работников, их рост, социальные лифты, забота "от студента до ведущего инженера". Это заслуживает отдельного, вдумчивого разговора!

Спасибо за интересную беседу!

С Д.Шамиряном и А.Ахмаджонзода
беседовал А.Алёшин

| PHAUF |

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
PHAUF

PHAUF

российские воздушные фильтры
по мировым стандартам

Чистый воздух для высоких технологий

ООО «НПП «МИКРОСИСТЕМА»
г. Фрязино, ул. Заводской проезд,
д. 2, корп. 1, пом. 132
Тел. +7 (495) 108-43-97

 info@microsystema.com
 [phauf_filtersru](https://www.instagram.com/phauf_filtersru)
www.phauf.com



Роботизированное
производство
и упаковка
в ЧПП ИСО7



Индивидуальная
вакуумная упаковка
высокоэффективных
фильтров очистки
воздуха



Контроль качества
каждой единицы
продукции



Производство
и испытания
карманных
фильтров согласно
ГОСТ Р EN 779-2014



ТЕХНОСФЕРА
РЕКЛАМНО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

100% ГАРАНТИЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ВСЕХ НОМЕРОВ



Стоимость 2200 р. за номер
Периодичность: 10 номеров в год
www.electronics.ru



Стоимость 1430 р. за номер
Периодичность: 8 номеров в год
www.photonics.ru



Стоимость 1430 р. за номер
Периодичность: 6 номеров в год
www.j-analytics.ru

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛЫ

www.technosphere.ru



Стоимость 1056 р. за номер
Периодичность: 8 номеров в год
www.lastmile.ru



Стоимость 1287 р. за номер
Периодичность: 8 номеров в год
www.nanoindustry.ru



Стоимость 1716 р. за номер
Периодичность: 4 номера в год
www.stankoinstrument.ru