



**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ**

## Передовые технологии производства электроники



Компания «Диполь», основанная в 1992 году, создает и реализует высоко-технологичные проекты для различных отраслей промышленности

### В рамках этой деятельности компания осуществляет:

- решение ключевых задач при создании и техническом перевооружении промышленных предприятий;
- поиск инновационных технологий и их адаптацию для промышленного комплекса России;
- проектирование и строительство производственных помещений, инженерных сетей и коммуникаций;
- инжиниринг, управление проектами, функции технического заказчика, генподрядчика;
- комплексное оснащение технологическим, измерительным и испытательным оборудованием;
- научно-технический и технологический консалтинг;
- аудит производственных процессов предприятий, внедрение стандартов и методов контроля качества;
- образовательные и обучающие программы для специалистов предприятий;
- метрологический консалтинг и аудит.

### Технологическое, измерительное и испытательное оборудование

Мы предоставляем полный спектр решений для разработки, производства и испытаний электронной техники.

### Среди них:

- программное обеспечение для управления производством;
- средства автоматизированного проектирования для разработки электронных компонентов и модулей;
- измерительное оборудование для анализа ВЧ и СВЧ-сигналов, сбора данных;
- технологическое оборудование для микроэлектроники;
- технологическое и контрольное оборудование для сборки печатных плат;
- системы нанесения защитных покрытий;
- технологические материалы;
- решения для производства кабельных сборок и жгутов;
- оборудование для климатических и механических испытаний;
- оборудование для испытаний на электромагнитную совместимость;
- аддитивные технологии 3D-печати и 3D-сканирование;
- промышленная мебель и антистатическое оснащение.

Компания «Диполь» имеет огромный опыт внедрения данных решений на предприятиях, занимающихся разработкой и производством ответственной и высоконадежной электроники в единичных и крупносерийных масштабах. Высококвалифицированные специалисты сервисной службы осуществляют гарантийное и постгарантийное обслуживание и техническую поддержку в течение всего срока эксплуатации оборудования.



## Предприятия под ключ

Компания «Диполь» обладает богатым опытом реализации проектов под ключ: от идеи до сдачи объекта в эксплуатацию. Мы осуществляем подбор оптимальной технологии производственного процесса и соответствующего решения для предприятий различных отраслей промышленности: оборонной, авиационной, космической, радиоэлектронной, химической, медицинской и других. Специалисты компании выполняют проектирование и строительство помещений, коммуникаций и инженерной инфраструктуры, в том числе специального назначения (например, чистых производственных помещений). Компания берет на себя функции технического заказчика и генерального подрядчика, контроль за соблюдением стандартов выполняемых работ.

## Знания

Компанией «Диполь» разработан комплекс образовательных программ, предназначенных для подготовки кадров, повышения уровня знаний инженеров и технических специалистов электронной промышленности. Сегодня мы проводим тренинги по следующим программам: современные технологии сборки электроники, стандарты IPC, защита электронных устройств от электростатики. Также мы регулярно делимся экспертными знаниями на проводимых нами научно-технических конференциях и семинарах. Другим аспектом деятельности компании в этой области являются образовательные программы по подготовке специалистов в техникумах, колледжах и вузах. Нами реализованы проекты создания учебно-производственных центров во многих образовательных учреждениях Российской Федерации.

## Партнеры

Осуществляя деятельность по оснащению предприятий передовыми технологиями, «Диполь» сотрудничает с ведущими мировыми технологическими центрами и институтами прикладных исследований.

Нас связывают официальные партнерские отношения и годы совместной работы с ведущими мировыми производителями инновационного оборудования и технологических материалов.

Компания «Диполь» является активным членом общественных и отраслевых союзов и ассоциаций, среди которых Союз промышленников и предпринимателей (СПП), Санкт-Петербургская ассоциация предприятий радиоэлектроники (СПБАПРЭ), совместно с которыми участвует в реализации различных проектов, в том числе социального значения.

## Заказчики и проекты

Мы накопили огромный опыт работы с предприятиями оборонной, аэрокосмической, радиоэлектронной и электротехнической отраслей промышленности, контрактными предприятиями, научно-исследовательскими институтами и образовательными учреждениями. Со многими из них нас связывают долгие годы плодотворного сотрудничества и успешно реализованные проекты.

# Технологическое оборудование для микроэлектроники

## Направление микроэлектроники компании «Диполь» предлагает заказчику современный комплексный подход к организации и модернизации высокотехнологичных лабораторий и производств.

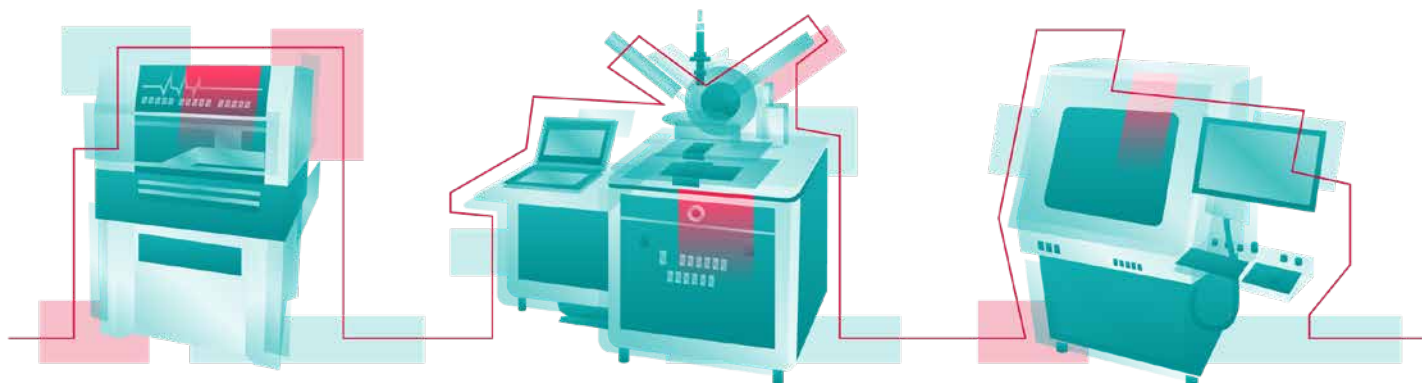
Комплексный подход предполагает всесторонний анализ вновь создаваемого производства или аудит реконструируемого производства, ориентированный на конечный результат в виде конкурентоспособного продукта, имеющего долгосрочную перспективу на рынке.

В основе процесса производства всегда лежит современная базовая технология создания конкурентоспособного конечного изделия. Трансфер современных технологий является одним из инструментов эффективного подхода компании «Диполь» к созданию и реконструкции производств.

Специалисты компании «Диполь» предлагают весь спектр услуг по трансферу технологий, включая организацию обучающих программ; моделирование и прототипирование изделия; подготовку изделия к постановке на производство; технологическую поддержку. В соответствии с собственной или трансферной технологией производства инженеры и технологи компании «Диполь» производят анализ и подбор инженерного и технологического оборудования, необходимой инфраструктуры.

**В качестве примера областей применения современных технологий микроэлектроники можно привести следующие:**

- МЭМС, НЭМС, МОЭМС, БиоМЭМС.
- Производство ГИС, СБИС.
- СВЧ-электроника.
- Силовая электроника.
- Оптоэлектроника.
- Фотоника.
- Солнечная энергетика.
- R&D для различных применений.



## Основные компетенции направления микроэлектроники

- Плазменные процессы: очистка, активация, травление, осаждение;
- Жидкостная обработка пластин;
- Термические процессы: быстрый термический отжиг, APCVD, LPCVD, печи оплавления;
- Фотолитография: операции с фоторезистом, контактное экспонирование; безмасковая литография;
- Вакуумное напыление;
- Электрохимическое осаждение (Au Bumps, Cu TSV, Cu RDL, Cu Pillar &  $\mu$ Bump, SnAg Cap & C4 Bumps);
- Шлифовка и полировка;
- Дисковая резка, скрайбирование;

- Микросварка и монтаж компонентов, герметизация;
- Аналитическое оборудование (эллипсометры, рефлектометры, контроль поверхностного сопротивления, контроль геометрии пластин, оптические профилометры, микро/макро контроль дефектов, SEM, CD-SEM, FIB-SEM, SAM и др.).

## Восстановленное (refurbished) оборудование промышленного класса:

- i-line степперы Canon, Nikon, в т.ч. DUV сканнеры;
- Восстановленные треки TEL ACT 8/12/Lithius;
- Контрольно-измерительное оборудование KLA-Tencor, Nanometrics, Rudolph и др.

## Плазменные процессы:

- Плазменная очистка и активация поверхности;
- Плазмохимическое травление: ICP, RIE, PE, DSE, Asher, Descum, Charge free;
- Плазмохимическое осаждение: PECVD (TEOS/SiH<sub>4</sub>), ICP-CVD, SACVD;
- Ионно-лучевое травление/осаждение (IBE, IBD).



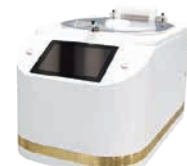
## Термические процессы:

- Процессы в диффузионных печах горизонтального и вертикального типа (APCVD, LPCVD);
- Быстрый термический отжиг (RTP, RTA, RTO);
- Оплавление припоя и корпусирование.



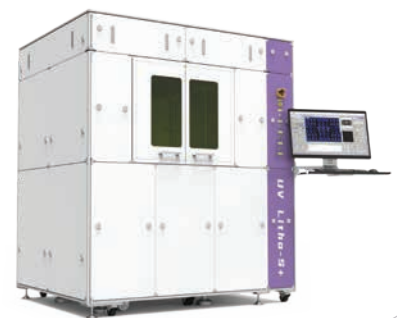
## Фотолитография:

- Операции с фоторезистом (нанесение, проявление, сушка), ручное и кластерное исполнение;
- Нанесение фоторезиста спреем;
- Отмывка фотошаблонов;
- Совмещение и экспонирование (до Ø200 мм, 60x48 мм), **русский интерфейс**;
- Прямое экспонирование печатных плат (PCB);
- Metal lift-off (взрывная литография).



### Установки безмасочной литографии:

- Светодиодный или лазерный источник света на базе DMD-матрицы высокого разрешения 1920x1080pix (405 нм, 385 нм, 375 нм);
- Область экспонирования до Ø150/200/300 мм (зависит от модели);
- Мин. разрешение до 0.5 мкм (зависит от модели);
- Скорость экспонирования до 1200 мм<sup>2</sup>/мин (разрешение 1 мкм).

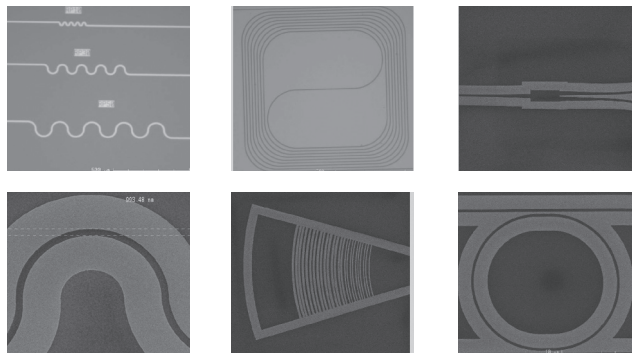


# Технологическое оборудование для микроэлектроники

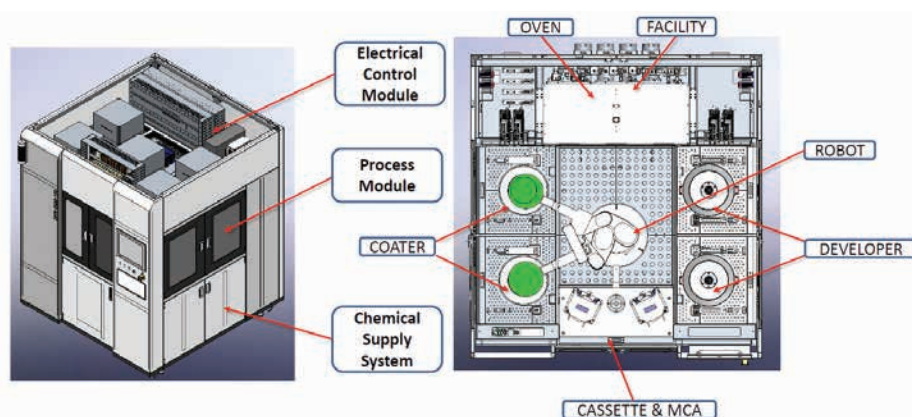
## Установки электронно-лучевой литографии

решение для НИОКР с ускоряющим напряжением до 30 кВ (пластины до 100 мм)

промышленное решение с ускоряющим напряжением до 100 кВ (пластины до 200 мм)



## Кластеры обработки фоторезиста



Площадь кластера 1,7 м<sup>2</sup>



## Жидкостная обработка пластин:

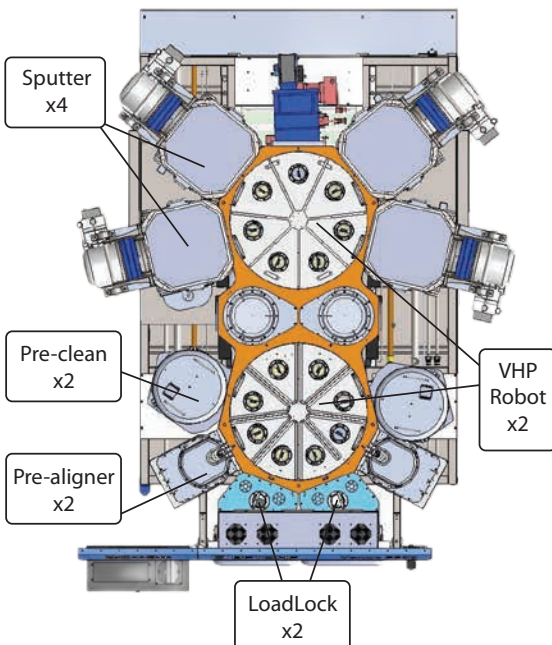
Групповая обработка в установках ванного типа (acid/solvent wet-bench);

Одиночная обработка пластин (отмывка, scrubber, жидкостное травление);  
SRD-сушка пластин Ø50-300 мм.



## Вакуумное напыление:

- ✓ Магнетронное;
- ✓ Термическое;
- ✓ Электронно-лучевое;
- ✓ Комбинация источников;
- ✓ Кластерное исполнение.



Интегральные схемы	Силовые приборы	Advanced Packaging
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Al, Al alloy, Co</li> <li>2. STD Ti/TiN</li> <li>3. IMP Ti, SIP Ti</li> <li>4. Ti/Cu</li> <li>5. Ta/TaN</li> <li>6. Ni, Pt, Mo, W</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Thick Al</li> <li>2. Hot Al</li> <li>3. SiC -Backside</li> <li>4. Si -Backside</li> <li>5. GaN -Backside</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. UBM/RDL Ti/Cu, TiW/Au</li> <li>2. TSV Barrier/Seed Ti/TiN/TaN Cu Seed</li> </ol>

АIII-BV (RF)	МЭМС
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Thin film resistor: TaN, CrSi, NiCr</li> <li>1. Backside via: TiW/Au</li> <li>2. Ti, TiW, Au</li> <li>3. TC-SAW: SiO<sub>2</sub></li> <li>4. BAW: Mo/AlN</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. SiO<sub>2</sub></li> <li>2. SiN</li> <li>3. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></li> <li>4. AlN</li> </ol>

# Технологическое оборудование для микроэлектроники

## Установки ионной имплантации для КМОП интегральных схем, IGBT транзисторов, силовых приборов, элементов памяти

- Пластины 100-300 мм;
- Средние и высокие токи (до 25 мА);
- Средние (до 200 кэВ) и высокие (до 8 МэВ) энергии;
- Специальные имплантеры для SiC, модификации материалов.

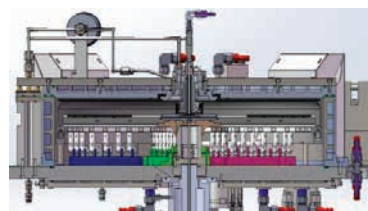
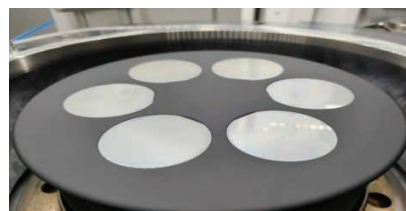


## Установки эпитаксии SiC, Si



## Установки MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) для осаждения:

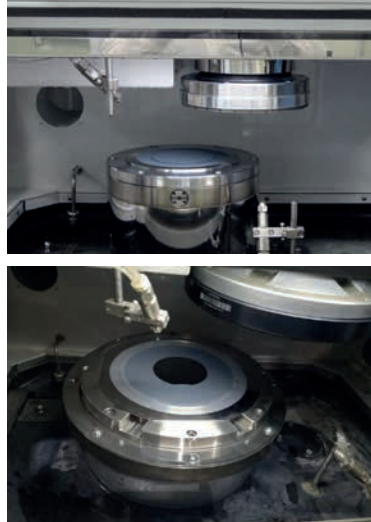
- AlGaInAs, AlGaInP, InGaAsP;
- GaN, AlN, InGaN, AlGaN, AlInN;
- Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;
- 2D-материалы: графен, MoS<sub>2</sub>, WS и др.;
- Гибкая конфигурация рабочей камеры (зависит от модели): 6x2", 12x2", 19x2", 1x4", 3x4", 5x4", 15x4", 1x6", 3x6", 8x6", 1x8", 6x8", 1x12";
- Оборудование сертифицировано по стандартам безопасности SEMI-S2, SEMI-S6.



## Шлифовка и полировка пластин

(grinding, lapping, polishing, CMP):

- Односторонняя и двухсторонняя обработка;
- Шлифовка и полировка (Si, SiC, GaAs, InP, Сапфир, LiNbO<sub>3</sub>, кварц);
- ХМП (W, Cu, poly-Si, SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, STI, SOI).



Аналог установки Disco DGP8761



Аналог установки утонения Disco DFG8540  
(Ø100-200 мм, fine/coarse grinding)

## Бондинг и дебондинг:

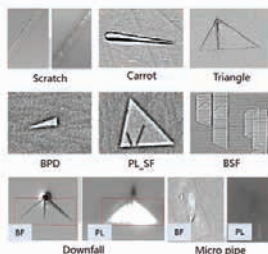
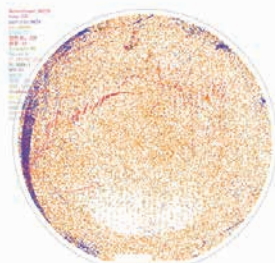
- Бондинг (воск, специальный адгезив);
- Дебондинг (механический, термический).



# Технологическое оборудование для микроэлектроники

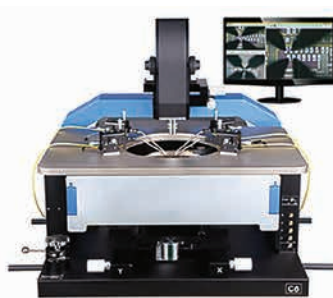
## Контрольно-измерительное оборудование:

- Спектральный эллипсомер, рефлектометр;
- Оптический профилометр;
- Контроль TTV, BOW, WARP, Flatness, механических напряжений (film stress);
- Контроль поверхностного сопротивления, ТКС (TCR);
- Контроль дефектов на bare/patterned пластинах (BF/DF/PL);
- CV-профилирование (ртутный зонд).



## Зондовые станции:

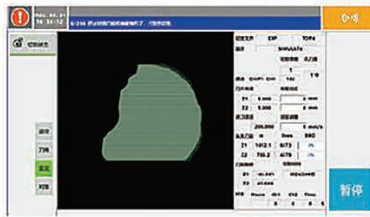
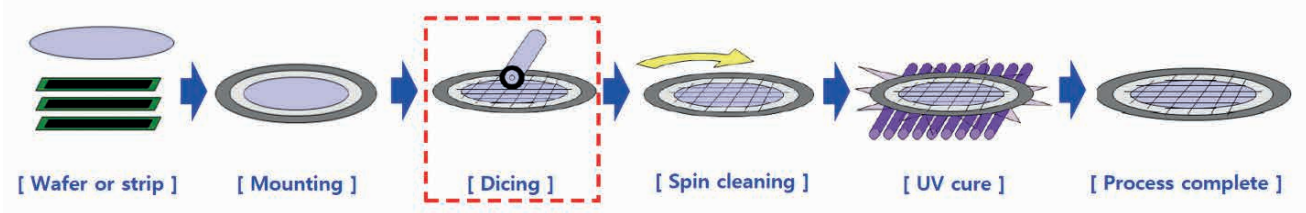
- Зондовые измерения (DC, RF, IV, CV, -100...+300 °C, в вакууме);
- Ручные/полуавтоматические/автоматические зондовые станции для пластин до Ø300 мм.





# Дисковая резка - полноценный аналог DISCO (Япония):

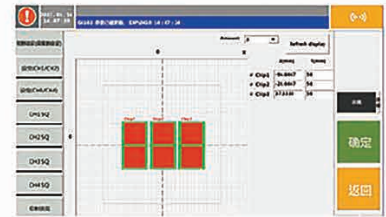
- Дисковая резка (Si, SiC, GaAs, InP, Сапфир, LiNbO<sub>3</sub>, кварц, керамика 60x48 мм, LED-рамки, QFN);
- Отмывка после резки;
- Монтаж на пленку, УФ-засветка, растяжка.



Shape Recognition



Kerf Check



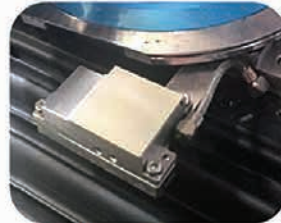
Complex Cutting



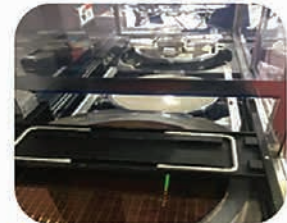
Noncontact Setup



BBD Sensor



Online blade dress



Automatic load & unload



**8-12** inch  
double knife precision auto saw

**6-8** inch  
precision auto saw



# Технологическое оборудование для микроэлектроники

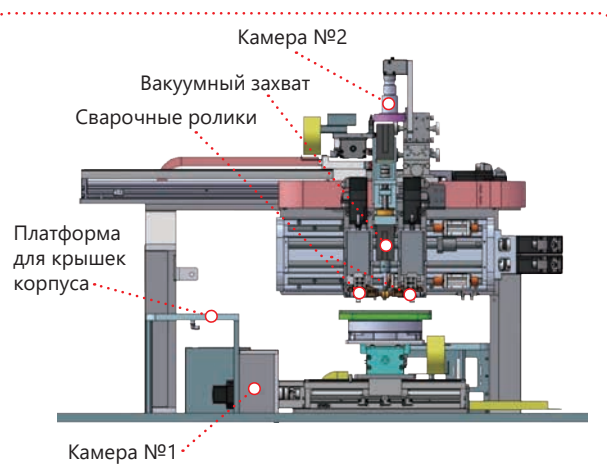
## Монтаж кристаллов и микросварка:

- Монтаж кристаллов: стандартный (серия М) и высокоточный до  $\pm 3\text{мкм}$  (серия Т);
- Сортировка кристаллов (серия S);
- Микросварка Al/Au;
- Механическое тестирование компонентов (сдвиг, отрыв).

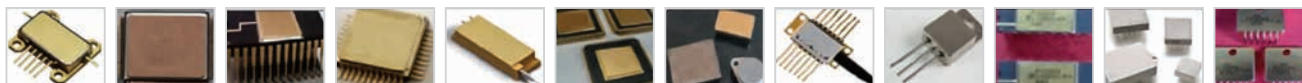


## Оборудование для шовно-роликовой герметизации:

- Полуавтоматические установки одиночной и групповой герметизации;
- Автоматические установки шовно-роликовой герметизации с прихваткой крышек и встроенным модулем для термической обработки;
- Формирование сварочных швов с режимом управления тока (до 3кА), импульса и давления электрода для обеспечения наилучших результатов сварки;
- Функция автоматической смены траектории электрода для снижения износа контактной поверхности и продления срока службы электрода;
- Возможность поместить оборудование в перчаточный бокс для герметизации изделий в вакууме или инертной среде.

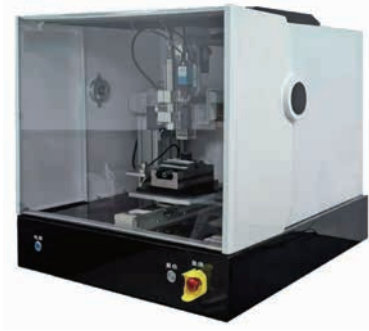


Интеграция оборудования в перчаточный бокс



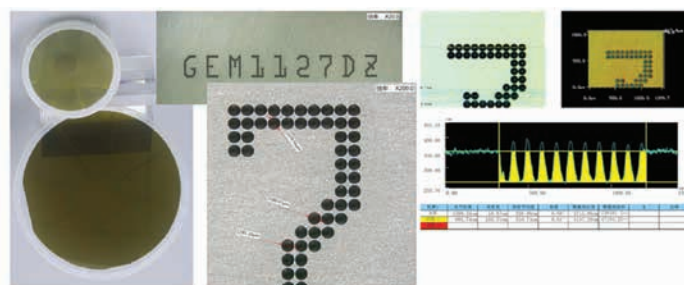
## Оборудование для вскрытия (декапсуляции) корпусов:

- Для вскрытия металлокерамических и пластиковых корпусов;
- Для вскрытия корпусов с прецизионной точностью с системой машинного зрения и лазерным толщиномером (для FPGA, GPU, CPU, ГИС, оптоэлектронных устройств);
- Возможность загрузки CAD-чертежей с автоматическим процессом снятия крышки.



## Лазерная маркировка и резка:

- Ручная загрузка пластин;
- Автоматическая загрузка из кассеты.



# Технологическое оборудование для микроэлектроники

## Акустическая микроскопия (SAM):



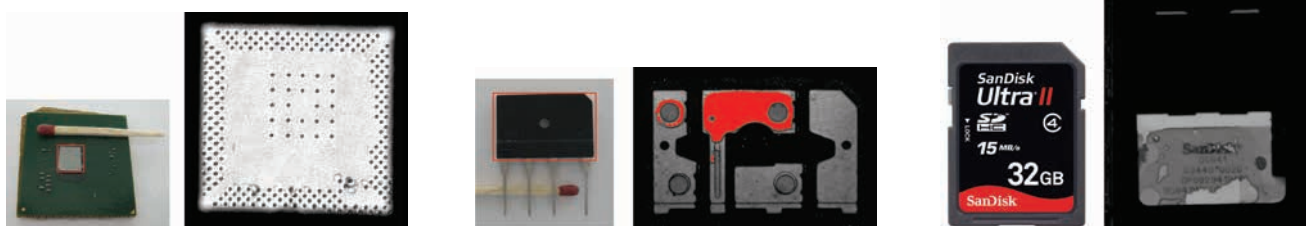
Контроль наличия кристаллов в пластиковых корпусах



Контроль клеевых соединений



Контроль трещин, пустот



## Традиции и лидерство

ГК «Диполь» в течение 30 лет — один из лидеров в области разработки и реализации высокотехнологичных проектов для радиоэлектронной промышленности России и ведущий поставщик технологических знаний для специалистов радиоэлектронной отрасли.

## Инновации и технологии

За годы тесного сотрудничества с мировыми лидерами рынка специалисты компании накопили огромный опыт в подборе оборудования, необходимого для реализации задач наших клиентов.

## Квалификация и опыт

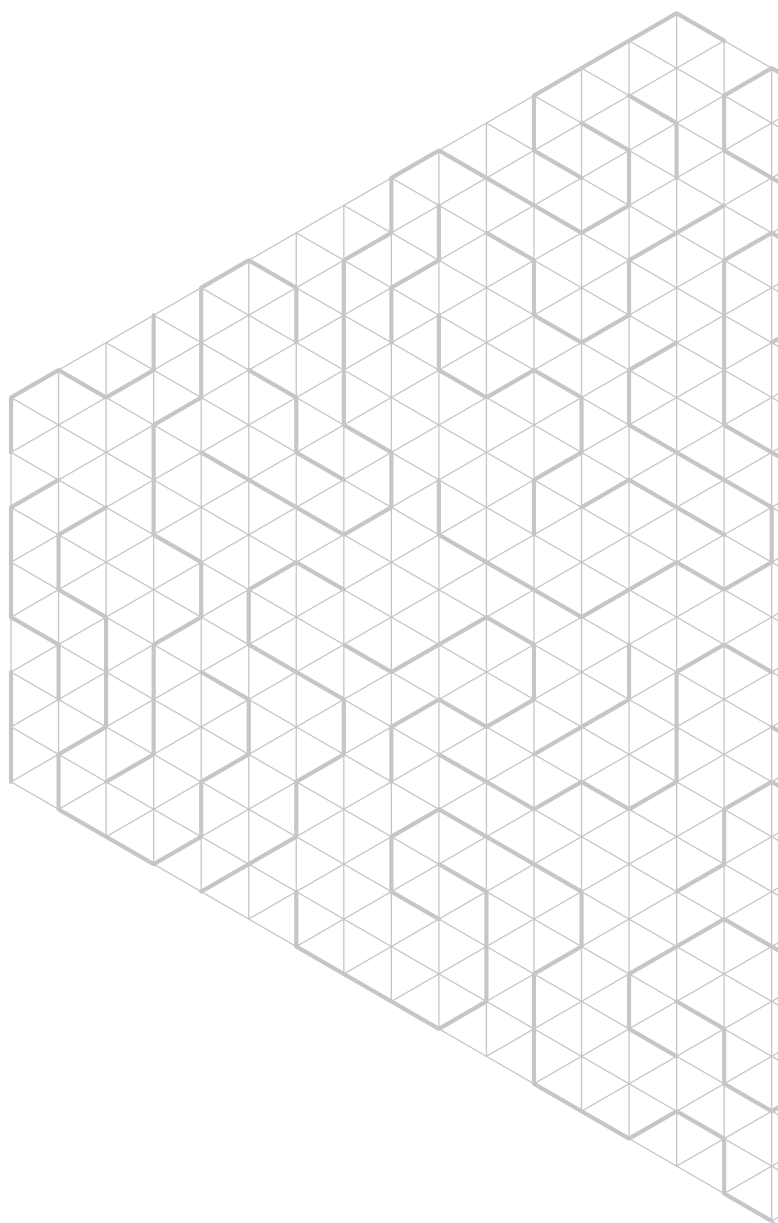
В штате компании специалисты, которые на протяжении многих лет занимаются именно оборудованием для микроэлектроники, имеющие профильное образование, прошедшие семинары и тренинги у ведущих производителей. Таким образом, обладая необходимыми уровнями компетенции и возможностей, ГК «Диполь» в полной мере реализует предпродажную подготовку, напрямую контролирует и регулирует все процессы в стадии производства и поставки оборудования, вопросы, связанные с гарантийным и постгарантийным обслуживанием.

## Собственная сервисная служба

Наличие собственного налаженного сервиса играет одну из важнейших ролей при поставке сложного оборудования. Сервисные инженеры ГК «Диполь» имеют огромный опыт в запуске, пусконаладке и обслуживании оборудования различного типа и производства. Все они прошли тренинги на заводах-производителях оборудования, о чем имеют сертификаты. Таким образом, команда инженеров Диполя является одной из лучших в России.

## Надежность и гарантии

Являясь крупной компанией Диполь при любых условиях исполняет все взятые на себя обязательства, в том числе гарантийные.





## ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ



**ДИПОЛЬ**

197101, Санкт-Петербург  
ул. Большая Монетная, д. 16, корп. 45

127254, Москва, Огородный проезд, д. 16/1  
стр. 4, этаж 11

**8 (800) 200-02-66**  
[www.dipaul.ru](http://www.dipaul.ru)

[info@dipaul.ru](mailto:info@dipaul.ru)