



# ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ РОССИЙСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

## TRADITIONS AND INNOVATIONS IN PRODUCTION OF RUSSIAN PROCESS EQUIPMENT

DOI: 10.22184/1993-8578.2018.81.2.126.130

Д.Гудилин / [dug@list.ru](mailto:dug@list.ru)  
D.Gudilin

Научно-исследовательский институт точного машиностроения (НИИТМ) был основан в Зеленограде в 1962 году с целью создания технологического оборудования для зарождавшейся отечественной электронной промышленности. Институт успешно решил поставленные задачи, и в течение нескольких десятилетий разработанная им техника составляла основу парка оборудования полупроводниковых производств в СССР. В тот период своей истории НИИТМ занимался широчайшим спектром решений, включая промышленные линии, роботизированные комплексы, измерительные приборы и др. После перехода страны к рыночным преобразованиям часть направлений пришлось закрыть, продолжая развивать наиболее конкурентоспособные. В настоящее время НИИТМ входит в группу компаний, возглавляемую НИИМЭ, в составе отраслевого холдинга ОАО "РТИ" (АФК "Система"). В штате института работают 120 человек.

The Research Institute of Precision Machine Manufacturing (NIITM) was founded in Zelenograd in 1962 with the goal of creating process equipment for the nascent Russian electronics industry. The Institute successfully solved this tasks, and for several decades the equipment developed by it was the basis of the semiconductor manufacturing in the USSR. At that time, NIITM was engaged in the development of a wide range of solutions, including industrial lines, robotic complexes, measuring instruments, etc. After the country's transition to market reforms, part of the development areas had to be closed, continuing to develop the most competitive ones. Currently, NIITM is a member of the group of companies headed by MERI, as part of the industrial holding of RTI (AFK Sistema). The Institute employs 120 people.

**Н**ИИТМ разрабатывает исследовательское и промышленное технологическое оборудование для нано- и микроэлектроники, МЭМС, фотоники, фотовольтаики и других передовых направлений науки и промышленности. Заказчикам предлагаются решения "под ключ", включая проектирование, изготовление, сборку, поставку и пусконаладочные работы, а также гарантийное и послегарантийное обслуживание оборудования. В число клиентов входят как промышленные, так и научные и образовательные учреждения, в том числе "Микрон", "Пульсар", "Экситон", КФУ и т.д. Также оборудование поставляется в Белоруссию и Казахстан.

### ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

НИИТМ разрабатывает, производит и поставляет вакуумно-плазменное оборудование для

нанесения пленок, сухой обработки поверхности в плазме ВЧ-разряда и осаждения пленок из газовой среды в плазме ВЧ-разряда, а также физико-термическое оборудование для газофазного осаждения, окисления, диффузии, отжига, эпитаксии и очистки материалов методом ректификации.

Пленки различного состава могут наноситься магнетронным распылением, электронно-лучевым, плазменно-дуговым и термическим испарением, а также с применением различных комбинаций перечисленных технологий. Установки сухой обработки поверхности в плазме ВЧ-разряда позволяют выполнять плазмохимическое травление, реактивно-ионное травление (RIE), в том числе реактивно-ионное травление с источником индуктивно связанной плазмы (ICPRIE). Также освоен выпуск промышленного и лабораторного оборудования для атомно-слоевого осаждения (ALD) и установок



Участок электрического монтажа  
Electric installation site



Сборка установки для магнетронного нанесения пленок  
Assembling magnetron deposition system

исследовательского класса для химического (CVD) и плазмохимического осаждения пленок из газовой фазы (PECVD).

В оборудовании реализован ряд защищенных патентами конструкторских разработок и ноу-хау, в том числе источник с оптимизированным поджигом плазмы, магнетроны с оригинальной магнитной системой увеличенной мощности, которые позволяют без дополнительной обработки мишеней распылять магнитомягкие материалы, например

никель. Установка "Геликон-ТМ", предназначенная для исследования процессов нанесения покрытий из различных материалов, впервые позволила объединить в одном процессе методы физического (PVD) и плазмохимического (PECVD) осаждения. Использование источника плазмы в качестве ассистирующего устройства для напыления магнетронном и дуговым источником дает возможность управлять структурой и качеством пленки. В другой инновационной разработке совмещены магнетронное

**N**IITM develops research and industrial equipment for nano- and microelectronics, MEMS, photonics, photovoltaics and other advanced fields of science and industry. Turnkey solutions are offered to customers, including design, manufacturing, assembly, supply and commissioning, as well as warranty and post-warranty maintenance of the equipment. Industrial, scientific and educational institutions are among the clients, including Mikron, Pulsar, Exiton, KFU, etc. Also equipment is supplied to Belarus and Kazakhstan.

#### TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT

NIITM develops, manufactures and supplies vacuum-plasma

equipment for the deposition of films, dry surface processing in the plasma of high-frequency discharge and plasma enhanced chemical vapor deposition, as well as physical and thermal equipment for gas phase deposition, oxidation, diffusion, annealing, epitaxy and material cleaning by rectification.

Films of various compositions can be deposited by magnetron sputtering, electron beam, plasma arc and thermal evaporation, as well as using various combinations of these technologies. Plants for dry processing of surface in the plasma of the high-frequency discharge allow performing plasma chemical etching, reactive ion etching (RIE), including reactive

ion etching with an inductively coupled plasma source (ICPRIE). Also, the production of industrial and laboratory equipment for atomic layer deposition (ALD) and research facilities for chemical vapor deposition (CVD) and plasma enhanced chemical vapor deposition (PECVD) has been mastered.

The equipment includes a number of patent-protected developments and know-how, including a source with optimized plasma ignition, magnetrons with an original magnetic system of increased power, which allow deposition of soft magnetic materials, for example nickel, without additional processing of targets. The HELICON TM system designed to study deposition processes of



Установка "ГЕЛИКОН-ТМ"  
HELICON TM

устройство и ионный источник с кольцевым катодом, что также обеспечивает дополнительные возможности регулирования параметров покрытия.

Помимо серийных моделей, НИИТМ проектирует и изготавливает нестандартное оборудование

под задачи конкретных клиентов, причем таких заказов едва ли не большинство. При необходимости специалисты института выполняют разработку и отладку индивидуального технологического решения. Программы послегарантийного обслуживания также обсуждаются индивидуально.

В конструкции всех устройств используются высококачественные передовые компоненты ведущих мировых производителей – вакуумные насосы, генераторы, исполнительные механизмы и т.п. Как рассказал директор по производству Павел Афонин, НИИТМ справился с негативными последствиями санкций западных стран, хотя для этого и пришлось поменять поставщиков некоторых комплектующих. Вместе с тем, упомянутые санкции и рост курсов иностранных валют создали условия для роста интереса к российскому оборудованию, так как, во-первых, при близких технологических возможностях его цена и затраты на сервисное обслуживание, как правило, существенно ниже, чем у импортных аналогов, во-вторых, исключены неожиданные отказы в поставке машин.

### ПРОИЗВОДСТВО

НИИТМ располагает собственным производством с участками механической обработки, электрического монтажа, сборки и отладки оборудования, а также чистой комнатой площадью около 15 м<sup>2</sup>, в которой производится отработка технологических процессов. На складе предприятия поддерживается запас наиболее ходовых запасных частей, а сервисная служба оказывает оперативные услуги

various materials, for the first time allowed the combination of physical (PVD) and plasma enhanced chemical vapor deposition (PECVD) methods in one process. The use of a plasma source as an assisting device for magnetron and an arc source makes it possible to control the structure and quality of the film. In another innovative development, a magnetron device and an ion source with a ring cathode are combined, which also provides additional control over the parameters of the film.

In addition to the serial models, NIITM designs and manufactures non-standard equipment

for specific requirements, and such orders are almost the majority. If necessary, specialists of the Institute perform development and adjustment of an individual process solution. Post-warranty maintenance programs are also discussed individually.

Vacuum pumps, generators, actuators and other high-quality advanced components of the world's leading manufacturers are used in the design of devices. According to production director Pavel Afonin, NIITM coped with the negative consequences of sanctions of Western countries, although it was necessary to change the suppliers of

some components for this. At the same time, the mentioned sanctions and the growth of foreign exchange rates created the conditions for the growth of interest in Russian equipment, as, firstly, its price and maintenance costs are generally much lower than for imported analogues with similar technical capabilities, secondly, unexpected refusals to supply machines are excluded.

### PRODUCTION

NIITM has its own production facilities with areas for machining, electrical mounting, assembly and adjustment of equipment,





Установка "МАГНА ТМ 150"  
MAGNA TM 150



Чистая комната (слева) и экспериментальные установки  
Clean room (left) and experimental facilities

по гарантийному и послегарантийному ремонту оборудования. Установки комплектуются управляющим программным обеспечением собственной разработки.

Очень важно, что предприятию удалось сохранить принцип преемственности: в штате работают как специалисты с опытом, насчитывающим несколько десятилетий, так и вчерашние выпускники вузов и колледжей.

### НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ

Среди важных направлений совершенствования выпускаемого оборудования специалисты НИИТМ

называют повышение скорости травления и напыления за счет создания более мощных источников, а также улучшение селективности травления. Помимо уже зарекомендовавших себя в промышленности установок для пластин диаметром 100 мм и 150 мм, разрабатывается оборудование для 200-мм пластин. Кроме того, осваиваются решения для производства СБИС с технологическими нормами 65 нм. В частности, в процессе разработки находится кластерная установка для технологии 65 нм с роботизированной транспортной системой, соединяющей четыре технологических модуля с шлюзами для загрузки и выгрузки пластин в SMIF-контейнерах.

as well as with a clean room of about 15 m<sup>2</sup>, in which the development of processes is carried out. The company maintains a stock of the most common spare parts, and the service department provides operational services for warranty and post-warranty repair of equipment. The machines are equipped with self-developed control software.

It is very important that the company managed to maintain the principle of continuity: it is staffed with specialists with several decades' experience, as well as yesterday's graduates of universities and colleges.

### NEW DEVELOPMENTS

Among the important areas of development of the produced equipment, the specialists of the NIITM call the increase of the etching and sputtering rate by the creation of more powerful sources, as well as the improvement of the selectivity of etching. In addition to the already proven in the industry systems for 100 mm and 150 mm wafers, equipment for 200 mm wafers is being developed. In addition, solutions for the production of very large scale IC with 65 nm nodes are being mastered. In particular, a cluster system for 65nm technology is being developed with a robotic transport system that connects four

process modules with locks for loading and unloading wafers in SMIF containers. In the field of service support, it is planned to develop solutions for remote diagnostics.

"The Russian electronics is developing, and we anticipate an increase in the demand for equipment for 200 mm wafers with simultaneous increasing requirements for quality and accuracy", P. Afonin comments on the new developments. "Such equipment is quite versatile, as it allows to work with smaller wafers with less stringent standards, at the same time, creating the potential for introducing up-to-date technologies". ■



Экспериментальная установка для осаждения пленок сегнетоэлектриков

*Experimental system for deposition of ferroelectric films*

В области сервисной поддержки планируется развивать решения для удаленной диагностики.

"Российская электронная промышленность развивается, и мы предвидим рост спроса на оборудование для 200-мм пластин при повышении требований к качеству и точности", – комментирует новые разработки П.Афонин. "Такое оборудование достаточно универсально, так как позволяет работать и с пластинами меньших размеров с менее жесткими нормами, вместе с тем, создавая потенциал для внедрения более современных технологий". ■



Робот для транспортировки пластин

*Robot for transportation of wafers*

## ЗАПУЩЕНА ВТОРАЯ ОЧЕРЕДЬ УЛЬЯНОВСКОГО НАНОЦЕНТРА ULNANOTECH

В Ульяновске сдана в эксплуатацию вторая очередь комплекса зданий наноцентра. Строительством нового корпуса занималась частная компания из Республики Татарстан – "Технопарк Заволжье". Инвестиции в проект составили около 130 млн руб.

Первый комплекс зданий наноцентра из трех корпусов общей площадью 6,4 тыс. м<sup>2</sup> был открыт в 2013 году. Он состоит из административно-офисного помещения, научно-лабораторного и производственных блоков. В настоящее время в нем размещаются проектные компании наноцентра, работающие в сфере генетической диагностики, разработки новых типов красок, композитов, высокопрочных бетонов, конструкционных материалов, тонкопленочных покрытий, электронных устройств.

Необходимость запуска второй очереди обусловлена отсутствием свободных площадей в трех уже имевшихся зданиях наноцентра. Общая площадь нового корпуса составляет около 2,5 тыс. м<sup>2</sup>. Планируется, что он станет базой для проекта "Технокампус 2.0". Первые резиденты уже начали заезжать – это компании "РуГаджет" и "Металл-Композит".

Помещения нового корпуса могут принять компании с оборудованием любой сложности. В пяти помещениях первого этажа высота потолков составляет около 3,5 м, что позволяет устанавливать системы вентиляции, кондиционирования, фильтрации любого типа. В полу проложены магистральные каналы для канализации и технической воды. Отдельно выведено питание 380 В для подключения оборудования. Некоторые помещения оснащены антистатическим полом и пандусами для заезда оборудования.

На втором этаже размещены офисные помещения. Полезная площадь этажа – 720 м<sup>2</sup>. Здесь применяется стандартная модульная схема, как, например, в технологическом инкубаторе Левенского католического университета (Бельгия). Всего имеется восемь помещений по 80 м<sup>2</sup>. Внутри модуля компания может самостоятельно формировать пространство под свои потребности.

РОСНАНО