



СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ЛИТОГРАФИИ ДЛЯ ПЕРЕДОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПРОИЗВОДСТВА

ELECTRON BEAM LITHOGRAPHY SYSTEMS FOR ADVANCED RESEARCH AND PRODUCTION

Немецкая компания Raith разрабатывает решения для электронно-лучевой и ионно-лучевой литографии, наноинжиниринга, обратного инжиниринга, электронной микроскопии. В основанной в 1980 году в Дортмунде компании работают более 200 специалистов. Линейка оборудования включает как модели для проведения исследований и образовательных целей, так и промышленные системы. Слияние в 2013 году с компанией Vistec еще более укрепило позиции Raith на рынке. На конференции EuroNanoForum 2015 о тенденциях применения и совершенствования оборудования Raith рассказал директор по продажам на новых рынках Мартин Кирхнер.

The German Raith GmbH develops solutions for electron beam and ion-beam lithography, nanoengineering, reverse engineering, electron microscopy. Founded in 1980 in Dortmund, the company employs more than 200 specialists. The equipment range includes systems for research and educational purposes, and industrial systems. The joining forces with Vistec Gaussian Beam Lithography in 2013 even more strengthened the position of Raith in the market. About the trends in the application and development of equipment said Martin Kirchner, the Senior Sales Director, New Markets, at Raith.

Господин Кирхнер, каковы основные области применения оборудования Raith?

Наши системы обеспечивают разрешение менее 10 нм, что позволяет использовать их в наиболее передовых разработках. Например, они востребованы в СВЧ-электронике, так как чем выше рабочая частота, тем меньшие размеры должны иметь функциональные элементы. Принципиально новые исследования в таких областях, как вакуумная твердотельная электроника, также реализуются на нашем оборудовании. Помимо электронной промышленности, электронно-лучевая и ионно-лучевая литографии применяются для получения микро- и наноструктур в материаловедении, фотонике, биологии и медицине, плазмонике. Например, на нашем оборудовании изготавливают структуры для получения наночастиц, создания оптических фильтров, преобразователей на фотонных кристаллах, биосенсоров и т.п. Интересным проектом, в котором также используется электронно-лучевая литография, стала разработка новых голографических защитных элементов для банкнот.

Насколько востребованы системы Raith в промышленности?

Предприятия электронной промышленности обрабатывают тысячи пластин в год, поэтому

для них важна высокая производительность. Электронно-лучевая литография ориентирована на средне- и мелкосерийное, а также единичное производство. Тем не менее, на долю промышленных предприятий приходится примерно 30% от общего числа выполненных нами инсталляций. В частности, требованиям промышленного производства отвечает серия EBPС, которая включает модели для экспонирования пластин диаметром 150 и 200 мм.

Какие тенденции в развитии систем электронно-лучевой литографии вы могли бы отметить?

В первую очередь, следует сказать об увеличении разрешения экспонирования. Основная проблема здесь заключается в том, что, хотя диаметр сфокусированного в вакууме электронного луча составляет 2 нм или меньше, при попадании на поверхность твердого тела, например, на покрытую резистом пластину, он неизбежно рассеивается. Этот эффект приводит к увеличению минимального размера воспроизводимого элемента до 5-10 нм.

Заметная тенденция – получение трехмерных структур, для чего необходимо повышать точность обработки элементов по их высоте. Трехмерные наноструктуры все

более востребованы в разработках для многих областей, причем значительная их часть уже коммерциализирована, поэтому мы много работаем над улучшением точности их изготовления.

Внедрение новых материалов, которые заменяют традиционный для полупроводниковой промышленности кремний, например арсенида и нитрида галлия, – еще один вызов, на который приходится отвечать производителям оборудования.

Также заметны тенденции к росту использования электронно-лучевой литографии для получения устройств на основе так называемых нанопроволок и элементов спинтроники.

Как вы оцениваете перспективы развития многолучевой технологии?

На мой взгляд, подобное оборудование будет сложно довести до стадии промышленного внедрения из-за его технической сложности и высокой стоимости. Известно множество интересных разработок в области электронно-лучевой литографии, но лишь единицы из них доведены до коммерческой стадии и успешно выдержали проверку временем. В отношении многолучевых систем я настроен скептически, но на практике все определит выбор специалистов полупроводниковой промышленности.



Мартин Кирхнер, директор по продажам на новых рынках компании Raith
 Martin Kirchner, Raith GmbH, Senior Sales Director, New Markets

Mr. Kirchner, what are the main applications of the Raith's equipment?

Our systems provide a resolution of less than 10 nm, which allows their use in the most advanced developments. For example, these are highly demanded in microwave electronics, as higher operating frequencies requires smaller functional elements. New research areas such as vacuum solid-state electronics, also requires the use of our equipment. In addition to the electronics industry, electron and ion-beam lithography is used to generate micro-and nanostructures in materials science, photonics, life sciences, plasmonics. For example, our equipment manufactures structures for nanoparticles fabrication, development of

photonic components, biosensors, etc. Interesting project, which was also implemented with use of electron beam lithography, was the development of new holographic protective elements for banknotes.

How demanded are the Raith systems in the industry?

Electronics manufacturing plants process thousands of plates per year, so the high performance is especially important to them. Electron beam lithography is focused on medium and small batch, as well as on single-unit production. However, the share of industrial enterprises in total number of installations accounts for about 30%. In particular, the EBPC series satisfies the requirements of industrial production, which

includes models for the exposure of wafers with a diameter of 150 and 200 mm.

What trends in the development of electron beam lithography you could mention?

The first thing to say is the increase in the resolution of exposure. The main problem here is that, although the diameter of the focused electron beam in vacuum is 2 nm or less, in contact with the surface of a solid body, for example, with the resist on wafer, it will be dispersed. This effect leads to an increase in the minimum size of the element to 5-10 nm.

Important trend is obtaining three-dimensional structures and necessity to improve the accuracy of processing elements along



Каковы на ваш взгляд главные преимущества оборудования Raith?

Мы являемся крупнейшим в мире производителем систем электронно-лучевой литографии сфокусированным электронным пучком, поэтому располагаем наиболее развитой и отлаженной сервисной инфраструктурой. Это стратегическое преимущество, так как оборудование такого технического уровня нуждается в качественном сервисном обслуживании. Также важно, что наши технические решения основываются на разработках с более чем 40-летней историей, которые выполнялись компаниями Philips и Cambridge Instruments. Такая научно-техническая база свидетельствует о надежности.

Что касается характеристик оборудования, то наши системы отличаются оптимальными уровнями автоматизации, скорости и точности работы. При этом хорошее разрешение сочетается с высокой повторяемостью, что подтверждено на

практике нашими клиентами. Многие из них перед покупкой оборудования выполняли сравнительные тесты решений разных производителей, и наши системы всегда показывали очень хорошие результаты.

Насколько важен для Raith российский рынок?

В России установлено более 20 наших машин. Основные заказчики – институты РАН, занимающиеся фундаментальными и прикладными исследованиями, например, Институт сверхвысокочастотной полупроводниковой электроники (ИСВЧПЭ) РАН, где эксплуатируются системы RAITH 150 Two и VOYAGER. Также несколько проектов реализованы в образовательных институтах, например в МГУ им. М.В.Ломоносова, и в промышленных компаниях. Эти факты говорят сами за себя: российский рынок очень важен для нас, и мы рассчитываем на дальнейшее развитие сотрудничества с российскими партнерами. ■

the Z-axis. Three-dimensional nanostructures are increasingly demanded in many developments, significant part of which is already commercialized, so we work a lot on improving the accuracy of their production.

The introduction of new materials that replace silicon in semiconductor industry, such as gallium arsenide and gallium nitride, is another challenge for the equipment manufacturers.

Also, the significant trend is the increased use of electron beam lithography to produce the so-called nanowire devices and elements for spintronics.

How do you assess the prospects of multibeam technology?

In my opinion, it will be difficult to bring such equipment to industrial implementation because of its technical complexity and high cost. Many interesting developments in the field of electron beam lithography are known, but only few of them are commercialized and

successfully withstood the test of time. In respect of multibeam systems I'm skeptical, but in practice only the choice of semiconductor industry specialists will determine the success or the failure.

What are the main advantages of the Raith equipment?

We are the world's largest manufacturer of electron beam lithography systems using focused beams, therefore, have the most developed and established infrastructure for service support. This is a strategic advantage, because the high-tech equipment needs a high-quality service. It is also important that our technical solutions are based on the R&Ds with more than 40 years of history that were made by Philips and Cambridge Instruments. This scientific and technical basis is an evidence of reliability.

As for the technical specifications, our systems are characterized by an optimal combination of automation, speed and precision. The high resolution combines with

high repeatability, which is confirmed in practice by customer's experience. Many of them before purchasing equipment test solutions from different manufacturers, and our systems have always shown very good results.

How important for you is the Russian market?

In Russia there are more than 20 installations of our equipment. The main customers are the institutes of RAS engaged in basic and applied researches, for example, Institute of Ultra-High Frequency Semiconductor Electronics of RAS where RAITH 150 Two and VOYAGER systems are used. Several systems have been installed in educational institutions, for example at Lomonosov Moscow State University, and in industrial companies. These facts speak for themselves: the Russian market is very important for us and we look forward to further development of cooperation with Russian partners. ■

