ИННОВАЦИОННЫЕ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ INNOVATIVE PLASMA-PROCESSING SYSTEMS

DOI: 10.22184/1993-8578.2018.81.2.100.106

Компания Plasma-Therm (США) с 1974 года развивает плазменные технологии обработки полупроводниковых пластин. Инновации Plasma-Therm в сфере осаждения и травления покрытий, очистки фоторезиста, травления фотошаблонов, разделения кристаллов и других областях защищает более 40 патентов. Компания активно кооперируется с другими участниками рынка и развивает линейку решений как путем реализации собственных разработок, так и благодаря покупке перспективных технологий. В России оборудование Plasma-Therm представляет ООО "ЗЭНКО ПЛАЗМА". На выставке SEMICON Europa 2017 об инновациях американской компании рассказал Тьерри Лазеранд, директор по техническому маркетингу.

Since 1974, Plasma-Therm (USA) has been developing plasma processing technologies for semiconductor wafers. Plasma-Therm innovations in the field of deposition, etching, stripping, photomask etching, dicing and other areas are protected by more than 40 patents. The company actively cooperates

with other market participants, and develops a range of solutions both by implementing its own developments, and by acquiring promising technologies. In Russia, Plasma-Therm equipment is represented by ZENCO PLASMA. At the SEMICON Europa 2017, Thierry Lazerand, Director of Marketing, explained the innovations of the American company.

С какими вызовами сталкивается компания Plasma-Therm на современном рынке?

В целом, вызовы типичны для производителей и поставщиков технологического оборудования – нам необходимо концентрировать усилия на перспективных сегментах рынка, предлагая продукты, которые наилучшим образом отвечают нуждам заказчиков. Ключевым фактором при этом являются хорошие коммуникации с пользователями оборудования, чтобы понимать, как меняются их требования, что необходимо рынку в кратко-, средне- и долгосрочной перспективах, и учитывать эти

тенденции при разработке новых продуктов или приложений. Что касается направлений развития нашей компании в условиях этих вызовов, то хочу подчеркнуть, что основой для роста неизменно остаются компетенции в области плазменных процессов. Расширение продуктовой линейки, разработка новых процессов, выход в новые сегменты рынка, новые технологии и их приложения – все это базируется на наших ноу-хау и инновациях в области плазмохимии. При этом мы, во-первых, являемся очень динамичной, гибкой компанией, которая легко адаптируется к текущим

требованиям, во-вторых, неизменный приоритет для нас – обеспечение высокого качества поддержки наших клиентов вне зависимости от масштабов проекта.

Какие решения Plasma-Therm достойны особого внимания?

Мы предлагаем несколько платформ для различных задач и областей применения. Первая группа решений предназначена для осаждения и травления тонких пленок. Здесь можно отметить системы Apex SLR и Vision, ориентированные на проведение исследований и разработок. Они характеризуются компактностью, относительно низкой стоимостью и чрезвычайно высокой гибкостью настройки процессов. Следует отметить, что в нашем оборудовании исследовательского класса используются те же источники плазмы и плазмотехнические решения, что и в промышленных системах. Самым востребованным решением Plasma-Therm с наибольшим числом установок у заказчиков является промышленная модульная кластерная система плазмохимического осаждения и травления VERSALINE. С ее помощью можно получать пленки широкого спектра материалов, включая оксиды, нитриды, оксинитриды, алмазоподобный углерод и другие. Предлагаются конфигурации как для обычного плазмохимического осаждения из газовой фазы (PECVD), так и для осаждения в плазме высокой плотности (HDP CVD), позволяющего работать при меньших температурах и получать более однородные и качественные пленки, в том числе на непланарных структурных элементах. Установки VERSALINE для травления обеспечивают возможность

Система реактивного ионного травления Vision RIE 420
Vision RIE 420 system

работы со всеми материалами, которые поддаются плазмохимической обработке, и применяются в производстве силовой электроники, 3D-интегрированных структур, МЭМС, светодиодов, элементов беспроводной связи и оптических устройств. Доступны модификации для травления в индуктивно связанной плазме (ICP), реактивного ионного травления (RIE) и глубокого травления кремния (DSE). В области глубокого травления кремния мы защитили патентами целый ряд технологий, которые обеспечивают высокую селективность, контроль

What challenges does Plasma-Therm face in the current market environment?

In general, the challenges are typical for manufacturers and suppliers of process equipment: we need to concentrate our efforts on promising market segments, offering products that best meet the needs of customers. The key factor here is good communication with equipment users to understand how their requirements change, what the market

needs in the short, mid and longer terms, and to take these trends into account when developing new products or applications. As for the areas of development of our company in the face of these challenges, I want to emphasize that the basis for growth invariably remains competence in the field of plasma-processing. Expansion of the product portfolio, development of new processes, access to new market segments, new applications or technologies – all this

is based on our know-how and innovations in the field of plasma technologies. At the same time, firstly, we are a very dynamic, flexible company that can easily adapt to current requirements, and secondly, an unchanging priority for us is to provide high quality support to our customers regardless of the scale of the project.

Which Plasma-Therm solutions deserve special attention?

профиля, качественное формирование элементов с высоким аспектным соотношением и гладкость боковых стенок структур. Пластины могут загружаться в машины VERSALINE вручную, через вакуумный шлюз, или автоматически – из кассет. Кластерные системы объединяют до шести технологических модулей.

В 2015 году мы купили у французской компании Nanoplas France технологию очистки поверхности пластины HDRF (High Density Radicals Flux – поток радикалов высокой плотности), позволяющую удалять фоторезисты как при высоких (до 250 °C), так и при низких (менее 150 °C) температурах. В настоящее время эта технология реализована в системе Odyssey HDRF. Данная установка может применяться для эффективной очистки сформированных на пластине структур, в том числе содержащих материалы с низкой термостойкостью, например, подверженных короблению пленок нитрида галлия.

Новая технология плазмохимического разделения кристаллов реализована в системе Singulator. Ее использование, во-первых, позволяет повысить полезную площадь пластины за счет уменьшения ширины линий разделения до менее чем 10 мкм, во-вторых, исключает повреждения кристаллов, возникающие при механической и лазерной резке, в-третьих, дает возможность комбинировать на одной пластине устройства разных размеров и разной формы.

Еще одна интересная платформа – Mask Etcher для сухого травления фотошаблонов. Применение травления в индуктивно связанной плазме обеспечивает формирование элементов размером до 12 нм с получением шаблонов для фотолитографии в глубоком ультрафиолете (EUV). В процессе травления в камере поддерживается высокая чистота, исключая загрязнение фотошаблона.

И, наконец, хотелось бы отметить новую платформу Pinnacle для травления и осаждения ионным лучом (IBE/IBD), которую мы развиваем после покупки компании Nano Etch Systems. Эта технология характеризуется возможностью очень точного контроля профиля формируемых элементов, и мы считаем, что у нее очень хорошее будущее.

В каких случаях может применяться плазмохимическое разделение кристаллов?

Типичными мотивами для внедрения плазмохимического разделения кристаллов являются экономия средств, обусловленная уменьшением ширины линий разделения кристаллов, что позволяет разместить на пластине больше чипов, а также более высокие прочность и качество кристаллов по сравнению с результатами резки пилой или лазером, когда высока вероятность механических или термических повреждений.

Плазменная резка открывает новые возможности во многих областях. Например, можно

We offer several platforms for various tasks and applications. The first group of solutions is designed for deposition and etching of thin films. Here you can note the Apex SLR and Vision systems, focused on R&D market. They are characterized by small footprint, relatively low cost and extremely high flexibility of process settings. It should be noted that in our equipment for R&D the same plasma sources and plasma solutions are used as in industrial systems. The most popular Plasma-Therm platform with the largest number of installations is the VERSALINE industrial modular system for the

plasma deposition and plasma etching. It allows the processing of films of a wide range of materials, including oxides, nitrides, oxynitrides, diamond-like carbon, and others. Configurations are available for both conventional plasma enhanced chemical vapor deposition (PECVD) and high density plasma chemical vapor deposition (HDP CVD), which allows operation at lower temperatures and obtaining more uniform and qualitative films, including on non-planar structural elements. VERSALINE etching systems provide the ability to work with all materials that are amenable to

plasma processing, and are used in the production of power electronics, advanced packaging, MEMS, LEDs, wireless and optical devices. Configurations are available for etching in an inductively coupled plasma (ICP), reactive ion etching (RIE) and deep silicon etching (DSE). In the field of deep silicon etch, we have protected by patents a number of technologies that provide high selectivity, profile control, the qualitative formation of elements with a high aspect ratio and the smoothness of the side walls of structures. Wafers can be loaded into VERSALINE machines manually,

создавать устройства круглой формы для медицинских задач или эффективно обрабатывать ультратонкие пластины. Теоретически, могут использоваться любые материалы при условии, что линии разделения кристаллов будут пригодны для плазменного травления.

Уже достаточно хорошо отработано плазмохимическое разделение кристаллов на кремниевых пластинах, хотя при решении конкретных задач следует учитывать затраты на интеграцию новой технологии, включая необходимость координации между разработчиками и производителями полупроводниковых приборов. Плазменное травление металлов пока невозможно, но мы работаем над различными методами решения этой проблемы, такими как технология лазерной абляции, предоставляемая нашим партнером DISCO. При травлении GaAs-пластин возникают проблемы из-за использования хлорной плазмы, которая должна быть полностью удалена с поверхности чипов во избежание коррозии.

Насколько успешно сотрудничество с корпорацией DISCO в области систем плазмохимического разделения кристаллов?

Для эффективного продвижения новой технологии разделения кристаллов нам требовался сильный партнер с развитой структурой продаж и сервиса, специализирующийся в данном сегменте рынка. Кооперация с DISCO стало оптимальным решением, поскольку помогает

Система плазмохимического осаждения и травления
VERSALINE

VERSALINE plasma deposition and plasma etching system

via loadlock or automatically from cassettes. Cluster systems combine up to six process chambers.

In 2015, we acquired from the Nanoplas France company the HDRF (High Density Radicals Flux) stripping technology, which allows to remove residue both at high (up to 250 °C) and at low (less than 150 °C) temperatures. Currently, this technology is implemented in the Odyssey HDRF system. This equipment can be used for efficient stripping and cleaning of structures formed on the wafer, including those containing materials with low thermal resistance, for example,

gallium nitride films that are susceptible to warpage.

A new plasma dicing technology is implemented in the Singulator system. Its use, firstly, allows us to increase the useful area of the wafer by reducing the street sizes to less than 10 µm; secondly, it eliminates the chips damages that occur during mechanical and laser processing; third, it makes it possible to combine on same wafer devices of different sizes and shapes.

Another interesting platform is Mask Etcher for dry etching of photomasks. The use of etching in an inductively coupled plasma

ensures the formation of elements up to 12 nm in size, producing masks for extreme ultraviolet (EUV) lithography. During etching, high purity is maintained in the chamber, eliminating contamination of the photomask.

Finally, I would like to note the new Pinnacle platform for ion beam etch and deposition (IBE/IBD), which we develop after the acquiring of Nano Etch Systems. This technology allows very precise control of the profile of the elements being formed, and we believe that it has a very good future especially with the rise of interest in magnetic films.

Система плазмохимического разделения кристаллов
SINGULATOR MDS 300

SINGULATOR MDS 300 plasma singulation system

совершенствовать нашу технологию, используя опыт мирового лидера в области систем разделения кристаллов и утонения пластин. Для нашего японского партнера сотрудничество с Plasma-Therm выгодно, поскольку позволило предложить заказчикам полную линейку решений для резки пластин, включая механические, лазерные и плазмохимические системы. В настоящее время продано девять модулей плазмохимического разделения, что может быть оценено как скромный результат, но следует учитывать, что пока технология находится в стадии адаптации к требованиям рынка.

Каковы основные области новых разработок?

Во-первых, ведется оптимизация режимов травления тонких слоев нитрида галлия. Во-вторых, большой интерес вызывает технология атомно-слоевого травления (ALE), позволяющая с высокой селективностью удалять слои и их элементы атомарной толщины. В-третьих, важной задачей является повышение скорости глубокого травления кремния, что обеспечит снижение затрат, в частности, в производстве МЭМС. И, наконец, постоянно ведется работа по повышению надежности и стабильности

технологических процессов и оборудования для крупносерийного производства.

Как ведется совместная работа с ООО "ЗЭНКО ПЛАЗМА" по поставкам оборудования на российском рынке?

На российском рынке наиболее востребованы системы плазмохимического травления и осаждения серий Vision, Apex и VERSALINE. Инженеры и специалисты нашего партнера в России осуществляют полный цикл работ по решению задач заказчика: согласование технических и технологических условий и требований заказчика, подбор соответствующих требованиям моделей и конфигураций оборудования, организация лабораторных испытаний на производственном предприятии в США с предоставлением заказчику отчета о достигнутых результатах, согласование требований к инженерной инфраструктуре для успешного запуска и функционирования оборудования с выполнением в случае необходимости проектной работы, в частности по изменению существующей инфраструктуры или созданию ее с нуля в соответствии с требованиями и нормами технических регламентов РФ. Так, например, возможно проектирование и поставка систем газоподдачи и газоподготовки, утилизации выбросов, вакуумпроводов, климатических систем, чистых помещений. "ЗЭНКО ПЛАЗМА" осуществляет приемку оборудования на фабрике в США или Швеции, причем возможно участие представителей конечного пользователя, после чего организует доставку в Россию и таможенное оформление прошедшего приемку оборудования. Затем специалисты "ЗЭНКО ПЛАЗМА" выполняют полный комплекс работ по монтажу, подключению и проверке оборудования на соответствие технологическим и техническим требованиям. В случае, если оборудование поставляется с нестандартными процессами, возможно участие нашего технолога. После ввода оборудования в эксплуатацию обеспечиваются гарантийное обслуживание и поддержка пользователя. За время совместной работы компания "ЗЭНКО ПЛАЗМА" зарекомендовала себя как надежный и квалифицированный партнер, что позволяет нам с уверенностью предлагать наше сложное высокотехнологичное оборудование российским заказчикам.

Интервью: Дмитрий Гудилин

In what cases the plasma dicing can be used?

The recurrent motivations for customers to consider adoption of plasma dicing are cost saving generated by implementation of narrow streets helping to add many more die per wafer, die strength and finished diced die quality achieved by the nature of the plasma etching compared to mechanical cutting with saw and heat generate damages from laser solutions.

Plasma dicing opens up new opportunities in many areas. For example, it is possible to create devices of a round shape that can be used in medicine, or effectively handle ultra-thin wafers. Theoretically, any materials in the dicing lanes which are suitable for plasma etching can be considered.

The plasma dicing of silicon wafers has already been well developed, although the costs of integrating new technology, including the need for coordination between developers and manufacturers of semiconductor devices, should be taken into account when solving specific problems. Plasma etching of metals is not yet possible, but we are working on various techniques to address this problem such as laser ablation technology provided by our partner, DISCO. When etching GaAs wafers, problems arise due to the use of chlorine plasma, which must be completely removed from the surface of the chips to avoid corrosion.

How successful is cooperation with DISCO in the field of plasma dicing?

To effectively promote the new dicing technology, we needed a strong partner with a well-developed sales and service structure that specializes in this segment

of the market. Cooperation with DISCO was the best solution, since it helps to improve our technology, using the experience of the world leader in the field of dicing, grinding and thinning systems. For our Japanese partner, cooperation with Plasma-Therm is beneficial, as it allows them to offer customers a complete range of dicing solutions, including mechanical, laser and plasma systems. At the moment, nine plasma dicing machines have been sold, which could be perceived as a modest result, but it should be borne in mind that the technology is still in the stage of adaptation to market requirements.

What are the main areas of new developments?

First, optimization of etching modes of thin layers of gallium nitride is being carried out. Secondly, the atomic layer etching (ALE), which allows to remove layers and their elements of atomic thickness with high selectivity, is of great interest. Thirdly, an important task is to increase the rate of deep silicon etch, which will ensure a reduction in costs, in particular, in the production of MEMS. And, finally, we are constantly working to improve the reliability and stability of processes and the equipment for large volume production.

How is the collaboration with ZENCO PLASMA on the supply of equipment in the Russian market conducted?

In the Russian market, the most demanded plasma etching and deposition systems are Vision, Apex and VERSALINE. Engineers and specialists of our partner in Russia carry out a full cycle of work to solve the customer's problems: the coordination of

technical and technological conditions and the requirements of the customer, the selection of appropriate equipment model and configuration, the organization of laboratory tests at a manufacturing plant in the United States, providing the customer with a report on the results achieved, coordination of requirements to the engineering infrastructure for the successful launch and operation of equipment, with the execution of project work, if necessary, in particular to change the existing infrastructure or create it from scratch in accordance with the requirements and norms of technical regulations of the Russian Federation. For example, it is possible to design and to supply gas supply and gas treatment systems, emission control systems, vacuum lines, climatic systems, clean rooms. ZENCO PLASMA carries out the acceptance of equipment in a factory in the US or Sweden, with possible participation of end-user representatives, after which it organizes the delivery to Russia and the customs clearance of the equipment that has passed the acceptance. Then ZENCO PLASMA's specialists carry out a full range of works on installation, connection and testing of equipment for compliance with technological and technical requirements. In case the equipment is supplied with non-standard processes, it is possible to involve our technologist. After commissioning the equipment, warranty service and user support are provided. During the joint work, ZENCO PLASMA has established itself as a reliable and qualified partner, which allows us to confidently offer our sophisticated high-tech equipment to Russian customers.

Interview: Dmitry Gudilin