ТЕХНОЛОГИИ – ГЛАВНОЕ ВНИМАНИЕ!

TECHNOLOGY IS OUR MAIN ACCENT

DOI: 10.22184/1993-8578.2017.73.3.6.13

М.К.Кабанов, генеральный директор компании "Икар-Импульс"

M.K.Kabanov, General Manager of Ikar-Impulse Ltd.

Компания "Икар-Импульс" специализируется на подготовке и оптимизации технологических решений для микроэлектроники, включая проектирование конфигурации оборудования, поставку, запуск и поддержку систем в гарантийный и послегарантийный период. Предлагаются решения для производства полупроводниковых приборов и интегральных схем, включая ВЧ- и СВЧ-транзисторы, приборов фотоники, в том числе светодиодов, МЭМС. Одной из первых в России компания активно продвигает технологии 3D-интеграции. Подход "Икар-Импульс" к модернизации российской микроэлектроники во многом отражает слоган, вынесенный в заголовок настоящей публикации. Генеральный директор компании, Михаил Константинович Кабанов, любезно согласился ответить на вопросы нашего журнала.

Ikar-Impulse Ltd. specializes in the development and optimization of technical solutions for microelectronics, including design of equipment configuration, supply, commissioning and support of systems during warranty and post-warranty period. Solutions for the production of semiconductor devices and integrated circuits, including RF and microwave transistors, photonic devices, including LEDs, MEMS are offered. One of the first in Russia, the company actively promotes the advanced packaging. The slogan in the title of this publication largely reflects the company's approach to modernization of Russian microelectronics. Michael K. Kabanov, General Manager of the Ikar-Impulse Ltd., has kindly agreed to answer the questions of our journal.

Михаил Константинович, вы много лет работаете в микроэлектронике, каково, на ваш взгляд, сегодняшнее состояние отрасли в России?

На этот, на первый взгляд достаточно простой вопрос, ответ не так очевиден. Конечно, мы не занимаемся планированием работы всей отрасли, но поделюсь своим "взглядом снизу".

К слову о моем опыте: я закончил МИСиС, факультет ПМП (полупроводниковые материалы и приборы) по кафедре, которую возглавлял Яков Андреевич Федотов, а нашими преподавателями были такие выдающиеся ученые и инженеры как, например, Сусанна Гукасовна Мадоян, Герман Александрович Кубецкий (лауреат Сталинской премии 1951 года). Я чрезвычайно благодарен им. Они

были специалистами высочайшей квалификации, принимали участие в создании первого советского транзистора и во многом заложили основы отрасли.

Многому меня научила работа в НИИ "Пульсар" (п/я А-3562). Наверное, можно утверждать, что микроэлектроника началась именно оттуда. Затем была создана отрасль с могучими корпорациями в Зеленограде, Воронеже, Ленинграде. Помимо этого, было 2ГУ Министерства электронной промышленности, объединявшее 32 мощнейших предприятия, например, киевский "Кристалл", новгородскую "Планету", рижскую "Альфу", предприятия в Саранске, Орле, Новосибирске, Ивано-Франковске, Херсоне, Томилино и т.д.

Если вы посмотрите на историю возникновения фирм, доминирующих сейчас на рынке микроэлектроники, то обнаружите, что многие из них либо были образованы в начале 1980-х годов, либо прошли в это время трансформацию, которая определяет их лидирующее положение в настоящее время. Например, компания DISCO (кстати, ее название не имеет ничего общего с музыкой или пластинками – это начальные буквы от Dai-Ichi Seitosh Co.), появившаяся в 1937 году и поначалу занимавшаяся абразивами, в 1975 году создала первую установку резки – DAD2H. Сегодня, занимаясь оборудованием только для трех операций – резки, шлифовки и полировки (Kiru, Kezugu, Migaku) – практически только для микроэлектроники, DISCO превратилась в международную корпорацию с объемом годовых продаж около миллиарда долларов.

Другой пример – компания HANMI Semiconductor, которую в 1980 году основал бывший инженер компании Motorola, Квак Нхо-Квон (рис.1). В марте текущего года компания объявила об открытии новой чистой комнаты (рис.2 и 3), где одновременно можно собирать до 100 единиц оборудования (полная мощность компании – 150 единиц), и о разработке нового, шестого поколения установок Vision and Placement (рис.4), которых с 1998 года выпущено около 2000 единиц. Хорошо, конечно, иметь рядом с собой такого гиганта, как Samsung, но секрет успеха далеко не только в этом. И, подобные примеры можно продолжать.

Все знают, что происходило в Советском Союзе в восьмидесятые годы. Хотя в то время у российских предприятий было достаточно много техноло-

Рис.1. Квак Нхо-Квон, председатель правления HANMI Semiconductor, при вручении награды Президента Кореи в 2013 году

Fig.1. Kwak Nho-Kwon, Chairman of HANMI Semiconductor, received award of President of Korea in 2013

Mr. Kabanov, you have been working in microelectronics for many years, what is in your opinion the current state of the industry in Russia?

The answer to this, at first glance, a simple enough question, is not so obvious. Of course, we do not deal with planning across the industry, but can share our "view from below".

Speaking of my experience: I graduated from MISIS, faculty of semiconductor materials and devices in the department, which was headed by Yakov Fedotov, and our teachers were such outstanding scientists and engineers as,

for example, Susanna Madoyan, German Kubetsky (Stalin prize winner in 1951). I am extremely grateful to them. They were experts of the highest qualification participated in the creation of the first Soviet transistor and largely laid the foundations of the industry.

Work in Pulsar scientific research institute has taught me a lot. Probably, it is possible to claim that the Russian microelectronics began from there. Then the industry with powerful corporations in Zelenograd, Voronezh, Leningrad has been created. In addition, there was a separate department of the Ministry of electronics

industry with 32 powerful enterprises, among which were Crystal in Kiev, Planet in Novgorod, Alpha in Riga, the factories in Saransk, Orel, Novosibirsk, Ivano-Frankivsk, Kherson, Tomilino, etc.

If you look at the history of firms that are dominant now in the microelectronics market, then you will find that many of them either were formed in the early 1980-ies, or have carried out at this time transformation, which determines their leading position at present. For example, DISCO Corporation (by the way, her name has nothing to do with music or record media – this is the initial letters

Рис.2. История HANMI Semiconductor – это история постоянного развития

Fig.2. History of HANMI Semiconductor is story of constant development

гических заделов, чтобы со временем найти свои ниши в мировом разделении труда, логика истории не позволила сделать этого.

Сейчас, в определенном смысле, российская микроэлектроника возвращает утраченные позиции – происходит модернизация оборудования, обновление предприятий и появляются молодые, способные и уже искушенные инженеры. Однако надо иметь ввиду, что создание школы специали-

стов, инфраструктуры предприятий в условиях чрезвычайно быстрого развития технологий микроэлектроники – дело совсем не простое, которое требует особого внимания и, главное, терпения. Кроме того, нынешние инвестиции в микроэлектронике – это уже не те сотни тысяч рублей, которые тратили на НИОКР в Советском Союзе, а миллиарды долларов, причем в результате требуется протиснуться на переполненный рынок, на котором яблоку негде

from the "Dai-Ichi Seitoshō Co."), established in 1937 and at first being engaged in abrasives, in 1975 has created the first dicing machine, DAD2H. Today, being engaged in the manufacturing of equipment only for three operations – dicing, grinding and polishing (Kiru, Kezuru, Migaku) – practically only for microelectronics, DISCO has become an international corporation with annual sales of about a billion dollars.

Another example is HANMI Semiconductor, which was founded in 1980, by Kwak Nho-Kwon (Fig.1), a former engineer of Motorola. In March of this year, the company

has announced the opening of a new clean room (Fig.2 and 3) where it is possible to assembly simultaneously up to 100 units of equipment (total capacity – 150 units), and the development of a new, sixth generation of Vision and Placement (Fig.4), which was produced since 1998 in quantities around 2000 units. Of course, it is good to have near itself such a giant as Samsung, but the secret of success is not only this. And such examples can be continued.

All know what happened in the Soviet Union in the eighties. Although, Russian companies had a lot of technological advances that

could allow to find their niches in the global market, logic of history has not allowed to do that.

Now, in a sense, the Russian microelectronics regains positions: equipment and facilities are modernized, young, talented and already experienced engineers are appeared. However, it should be borne in mind that the creation of the school of specialists, infrastructure of enterprises is not easy in the conditions of extremely rapid development of the semiconductor technology and requires special attention and, most importantly, patience. In addition, the current investments in microelectronics

Рис.3. Открытие нового чистого помещения HANMI Semiconductor

Fig.3. Opening of new clean room at HANMI Semiconductor

упасть и где нас никто не ждет, то есть риски очень высоки. Однако, опыт тех же Тайваня, Кореи и других говорит, что дело это не безнадежное.

Мы регулярно проводим недалеко от Мюнхена технологические семинары, на которых знакомим с новинками и тенденциями развития технологии. Эти семинары посещают специалисты не только из России, но и из других, главным образом, бывших социалистических стран. Так вот, мы обнаружили,

что собственных, национальных производств микроэлектроники там уже практически не осталось: все производители с хорошими школами, например TESLA и далее по списку, теперь принадлежат крупным корпорациям Кореи, США, Японии и т.д. Отечественной микроэлектронике в этом смысле повезло – она все еще российская.

С моей точки зрения, структура отрасли постепенно восстанавливается, а состояние отдельных

are already not hundreds of thousands of rubles spent on R&D in the Soviet Union, it is billions of dollars. And as a result it is required to squeeze in the crowded market where nobody waits for us, that is, the risks are very high. However, the experience of Taiwan, Korea and others said that However, the experience of Taiwan, Korea and other countries shows that the case is not hopeless.

We regularly arrange the technology seminars near Munich to introduce new products and trends in technology. These seminars are visited by professionals not only from Russia but also from other,

mainly former socialist countries. So, we have found that there is practically no own, national production of microelectronics there already: all producers with good schools, for example TESLA, belong to large corporations of Korea, the USA, Japan, etc. now. Domestic microelectronics is lucky in this sense, because it is still Russian.

From my point of view, the structure of the industry is gradually recovering, and the state of companies largely depends on the experience and skills of managers: there are examples of efficiently developing companies, although there is not many of them.

What technologies are most important to Russia?

When I worked at the Pulsar, we did everything ourselves: special departments prepared materials (silicon wafers, etc.), developed processes (oxidation, deposition, epitaxy, etc.), developed semiconductor devices, instrumentation, etc. Moreover, this structure was more or less repeated in the departments of the institute. Other enterprises in the industry were organized in the same way. Pulsar's plant and institute have employed about 6 thousand people.

The already mentioned Japanese DISCO Corporation has about

Рис.4. Шестое поколение установок Vision and Placement
Fig.4. Sixth generation of Vision and Placement

предприятий в большей степени зависит от опыта и умения руководителей: есть примеры исключительно эффективно развивающихся компаний, правда их не так много.

Какие технологии наиболее актуальны для России?

Когда я работал в НИИ "Пульсар", то там делали все: было подразделение, готовившее материалы (кремниевые пластины и т.д.), были разработчики процессов (окисление, осаждение, эпитаксия и т.д.), разработчики полупроводниковых приборов, измерительной аппаратуры и т.д. Более того, эта структура

в большей или меньшей степени повторялась в отделах НИИ. Подобным же образом были организованы и другие предприятия отрасли. В НИИ "Пульсар", объединявшем завод и институт, работало около 6 тыс. человек.

Уже упомянутая мной японская компания DISCO насчитывает около 4 тыс. человек, но специализируется всего на трех технологических операциях: резке, шлифовке, полировке. Обратившись в DISCO, заказчик получает законченное решение, включающее технологию, оборудование, расходные материалы, техническую поддержку. Этот пример показывает, как изменилась отрасль, ее структура, и насколько важна специализация отдельных ее участников.

Но важна не только структура отрасли. Не менее значимы структура предприятия и методы управления им. Необходимо иметь четкий долгосрочный план развития. Еще один важный вопрос – определение акцентов и способов развития. Экономическая целесообразность того или иного решения должна определяться перспективой его реализации, а не степенью затратности.

В идеале развивать нужно все! С практической точки зрения, я, безусловно, сделал бы акцент на технологиях 3D-сборки – 3D TSV и FO WLP (которые часто объединяются термином Advanced Packaging), прежде всего, потому что они позволяют двигаться вперед, создавать системы в корпусе (SiP), не теряя времени на частные разработки отдельных компонентов. Сейчас изготовитель микросистемного оборудования, если он хочет

4 thousand people, but is focused on only three processes: dicing, grinding, polishing. DISCO provides its customers with complete solutions that include technology, equipment, supplies, technical support. This example shows how the industry and its structure have changed, and how important is the specialization of its participants.

But not only the structure of the industry is important. Enterprise structure and methods of management are no less important. You must have a clear long-term development plan. Another important issue is determining the accents and ways of development. Economic

reasonability of decisions should be determined by the prospect of its implementation, not the level of costs.

Ideally, we need to develop everything! From a practical point of view, I certainly would focus on the advanced packaging technologies – 3D TSV, FO WLP, because they allow to move forward, to create system in a package (SiP), without losing time for development of the individual components. Today, the manufacturer of microelectronic equipment, if he wants to reduce the size, weight, or improve the parameters of the system, should conduct long negotiations with the manufacturer

of the circuitry. With an advanced packaging, in one form or another, a system designer can independently "compose" the system, using chips from a variety of manufacturers. In addition to the technical side of things, it is also a powerful economic factor of development.

What solutions do you offer for Russian microelectronics?

Our long-term partners are the Japanese DISCO Corporation, or rather, its European subsidiary DHE (DISCO Hi Tec Europe GmbH) located in Munich, the Korean HANMI Semiconductor (Incheon) and SPTS (Newport, UK).

Рис.5. Продуктовая линейка HANMI Semiconductor

Fig.5. Product range of HANMI Semiconductor

уменьшить размеры, вес, улучшить параметры системы, должен вести долгие переговоры с изготовителем элементной базы. Овладев 3D в том или ином виде, системщик может самостоятельно

"набирать" системы, используя чипы самых разнообразных производителей. Помимо технической стороны дела, это еще и мощный экономический фактор развития.

I would like to tell you more about DISCO. All the company's production is concentrated in Japan, but the network of branches enables to coordinate the work on all continents. In our case, the cooperation is conducted with the DHE, the competence of which includes the sale and support of DISCO's products in Europe. DHE has a staff of engineers and technologists, who, besides working at the customer site, have the opportunity to practice and to execute orders in the clean room of DHE. Currently, more than 500 customers from all over the world use these services, about 10 thousand wafers

are processed per month, from single individual orders to large-scale production.

Taking into account the unique nature of the company's equipment and frequent earthquakes in Japan, according to the request of customers, DISCO maintains a large product stocks and has duplicated all productions in the new multi-storey buildings with special protection from earthquakes.

DISCO is distinguished by an exclusive focus on the needs of the customer. Attention is given to each, even very small customer. The logic is simple: with providing a unique technological

solution DISCO allows customer to obtain competitive advantages. As a result, it captures more and more market segments.

There are many examples of the success of such cooperation. For example, DISCO has developed the DBG (Dicing Before Grinding) technology specifically for one company (now quite famous) at the beginning of its way. As a result, it has become one of the world leaders in their field. Now, its equipment base includes 25 DBG lines and more than 350 fully automatic dicing machines. By the way, in Russia, at present, only a few units of fully automated equipment for

Какие решения предлагает компания "Икар-Импульс" российским предприятиям микроэлектроники?

Нашими многолетними партнерами являются японская компания DISCO, а точнее – ее европейский филиал DHE (DISCO Hi Tec Europe GmbH), расположенный в Мюнхене, корейская компания HANMI Semiconductor (Итчеон) и компания SPTS (Ньюпорт, Великобритания).

Расскажу несколько более подробно о DISCO. Все производство компании сосредоточено в Японии, но сеть филиалов позволяет координировать работу на всех континентах. В нашем случае сотрудничество ведется с DHE, в компетенцию которой входят продажа и поддержка продукции DISCO в Европе. DHE обладает собственным штатом инженеров-наладчиков и инженеров-технологов, которые, помимо работы на территории заказчика, имеют возможность практиковаться и выполнять заказы в собственной чистой комнате DHE. В настоящее время этими услугами пользуются более 500 заказчиков со всего мира, а в месяц обрабатывается около 10 тыс. пластин, от штучных заказов по индивидуальному заданию до серийной продукции.

Учитывая уникальный характер оборудования компании и частые землетрясения в Японии, по просьбе заказчиков DISCO поддерживает значительные запасы продукции и продублировала все производство в новых многоэтажных корпусах со специальной защитой от землетрясений.

DISCO отличается исключительная нацеленность на запросы заказчика. Внимание уделяется каж-

дому, даже очень маленькому клиенту. Логика проста: обеспечивая заказчика уникальным технологическим решением, DISCO тем самым позволяет ему получить преимущества перед конкурентами. Как результат, он захватывает все больший и больший сегмент рынка.

Есть много примеров успешности подобного сотрудничества. Например, одна из компаний (теперь достаточно известная) в самом начале своего пути внедрила разработанную DISCO специально для нее технологию DBG (Dicing Before Grinding) и, как следствие, стала одним из мировых лидеров в своей области. Теперь парк ее оборудования включает 25 DBG-линий и более 350 полностью автоматических установок резки. К слову, в России в настоящее время установлено лишь несколько единиц полностью автоматического оборудования для резки и только одна полная DBG-линия.

Еще один любопытный факт: производственный план DISCO на 2017 год уже практически полностью загружен двумя выросшими "стартапами".

Мы хотели бы обратить внимание российских предприятий на целый ряд решений DISCO. Например, на технологию TAIKO (в переводе с японского – барабан). Если вы когда-нибудь держали кремниевую пластину толщиной 50 мкм, то знаете, что она изгибается, как лист бумаги. Сущность технологии TAIKO заключается в том, что кремниевая пластина специальной фрезой утоняется только в центре, а по краям остается "нетронутая" кромка (3 мм) исходной толщины. Это обеспечивает

dicing and only one full DBG line are installed.

One more curious fact: the DISCO's production capacities in 2017 are almost fully occupied by orders of two grown "startups".

We would like to draw the attention of the Russian enterprises in a number of DISCO's solutions. For example, in TAIKO technology (in translation from Japanese – a drum). If you ever held a silicon wafer with a thickness of 50 μm , then you know that it bends like a sheet of paper. The essence of TAIKO is that the silicon wafer is ground only in the center and an intact edge of the

original thickness (3 mm) remains on the outer most circumference. This ensures the high stiffness of the wafer after grinding even if the thickness is only 18-20 μm at 300 mm wafer size, and allows to move it and perform subsequent operations (including operations with heating, for example, metal deposition) without additional temporary carriers. One machine with the TAIKO technology already operates in Russia, while in the world about a hundred is in operation.

I would like also to recommend the following solutions:

- a line for grinding and dicing, which allows to obtain wafers

with thickness up to 20 μm in the mass production. It can be used, for example, for manufacturing of multi-level memory and in 3D TSV;

- Stealth and Ablation laser dicing, which can be used for through dicing, and for obtaining tranches in various materials (silicon, gallium arsenide, sapphire, silicon carbide). I think that many are interested also in KABRA technology for laser cutting of SiC wafers, which is a productive and cost-effective method.

Large interest can be caused by a new CondoX method allowing

жесткость пластины после утонения, даже если ее толщина составляет всего 18–20 мкм при диаметре 300 мм, и позволяет перемещать ее и выполнять последующие операции (включая операции с нагревом, например, осаждения металлов) без дополнительных временных носителей. В России уже работает одна машина с технологией TAIKO, в то время как в мире их эксплуатируется около сотни.

Также хотелось бы порекомендовать следующие решения:

- полную линию утонения и резки, которая в массовом производстве позволяет утонять пластины до 20 мкм, что может быть использовано, например, при создании многоуровневой памяти и в технологии 3D TSV;
- лазерные технологии Stealth и Ablation, которые применяются как для сквозной резки, так и для создания канавок (tranches) в различных материалах (кремний, арсенид галлия, сапфир, карбид кремния). Думаю, многих заинтересует и технология KABRA для лазерного нарезания пластин SiC, которая является производительным и низкочувствительным методом.

Большой интерес может вызвать и новый метод CondoX, позволяющий утонять пластины с бампами практически любой высоты и плотности.

Рассказывать о технологиях HANMI в короткой статье довольно сложно. Посмотрите лучше на рис.5, и многое станет ясно. На возможностях SPTS по той же причине останавливаться не буду – им посвящена статья в предыдущем номере журнала (НАНОИНДУСТРИЯ. 2017. № 2(72). С. 16–18).

В чем преимущества сотрудничества с "Икар-Импульс"?

Мы очень часто получаем повторные заказы, то есть после того, как оборудование поставлено, запущено и эксплуатируется некоторое время, и у заказчика возникает потребность в расширении или совершенствовании производства, он вновь обращается к нам. Значит, работать с нами – удобно и выгодно. А о конкретных преимуществах сотрудничества с нашей компанией, наверное, лучше расскажут заказчики.

Какие реализованные в России проекты можно отметить?

Нам удалось на целом ряде российских предприятий внедрить уникальное оборудование для таких процессов как DBG-утонение, резка Stealth-лазером, TAIKO-утонение, утонение и резка GBD, низкотемпературные плазмохимические процессы нанесения $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$ (PECVD), DRIE-травление, PVD-нанесение металлов и др.

Каковы планы развития компании?

Мы наметили довольно существенные качественные изменения, но говорить о них пока рано. Давайте подождем до лета. А осенью мы пригласим всех на семинар, где будет возможность обсудить эти планы детально. Кстати, как правило, сроки нашего семинара совпадают с началом праздника Oktoberfest в Мюнхене. Надеюсь, что смогу обсудить все вопросы также и в персональной беседе.

grinding of wafers with bumps of almost any height and density.

It is quite difficult to tell about the technologies of HANMI in a short article. Let's pay attention to Fig.5, and a lot of things will become clear. For the same reason I will not dwell on the features of SPTS, they were discussed in the article in the previous issue of the journal (NANOINDUSTRY. 2017. No.2(72). P. 16–18).

What are the advantages of cooperation with Ikar-Impulse?

We often get repeated orders, that is, after the equipment is

delivered, commissioned and operated for some time, and customers have a need to expand or improve production, he again speaks to us. This means that working with us is convenient and profitable. But our customers, probably, will better tell about the specific benefits of cooperation with our company.

What project in Russia would you like to highlight?

We have installed in a number of Russian enterprises a unique equipment for such processes as DBG grinding, Stealth laser dicing, TAIKO grinding,

low-temperature plasma-chemical processes for deposition of $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$ (PECVD), DRIE, PVD of metals, etc.

What are the development plans of the company?

We have outlined a fairly significant qualitative changes, but it is too early to tell about. Let's wait until the summer. And in the fall we will invite all to a seminar where we will discuss these plans in detail. By the way, as a rule this seminar coincides with the beginning of the Oktoberfest in Munich. I hope to be able to discuss all issues also in personal conversation.