

# МИКРОЭЛЕКТРОНИКА: ЗДРАВСТВУЙ, ОЛИГОПОЛИЯ...

М.Макушин

В полупроводниковой промышленности продолжают изменения: с одной стороны, многие средние и более крупные фирмы отказываются от собственного производства, с другой, – основным фактором конкурентоспособности становится гарантированный доступ к современным производственным мощностям. Идет и консолидация, и образование устойчивых межкорпоративных формирований (так называемых "экосистем"). Растет роль правительств в привлечении и/или сохранении на своей территории высокотехнологичных производств за счет субсидий и различных льгот. Для фирм, выходящих на рынок или осваивающих его новые сегменты, все важнее правильно определить "прорывное изделие", а также участвовать в различных финансируемых или поощряемых правительством программах.

**Д**ля современной полупроводниковой промышленности характерно дальнейшее развитие модели fabless—foundry (проектирование микросхем—кремниевый завод и контрактное производство микросхем) в ущерб традиционным интегрированным изготовителям (IDM – и проектирование, и производство полупроводниковых приборов). По итогам 2010 года наибольшие темпы роста капиталовложений наблюдались у кремниевых заводов и IDM, продолжающих собственное производство даже в рамках модели fab-lite (fab-lite – стратегия "легких активов" при переходе от IDM к fabless-фирме). Согласно этой модели, на уровне топологических норм до 65 нм предусматривается собственное производство только новейших микросхем (с высокой добавленной стоимостью) по наиболее передовым процессам. Производство схем со средней и низкой добавленной стоимостью передается сторонним фирмам в рамках модели fables-foundry. При переходе на 45-нм и менее топологии предусматривается продолжение функционирования своих наиболее передовых и экономически эффективных производств, но одновременно отказ от строительства собственных заводов под такие топологии в пользу модели fables-foundry.

Эта тенденция обусловлена быстрым ростом затрат на создание и поддержание производственных мощностей под новые, масштабированные технологии. Действительно, освоить и поддерживать мощности под 130- и 90-нм технологии могли 19 и 18 компаний, соответственно. На уровне 65 и 45/40 нм их число сократилось до 14 и 11. Почти вдвое, до шести, уменьшилось их число при переходе на 32/28-нм процессы. Что касается поколения 22/20 нм, то здесь собственное производство могут позволить себе только четыре корпорации – Intel, GlobalFoundries, Samsung и TSMC (рис.1). Таким образом, в сфере производства микросхем новейших поколений сложилась олигополия<sup>1</sup> – тип рыночной структуры с несовершенной конкуренцией, в которой доминирует крайне малое число компаний, а фирмы, проектирующие новейшие микросхемы, не в последнюю очередь должны заботиться об обеспечении их производства на мощностях "Большой четверки". В условиях постоянного роста уровня сложности электронных систем и их все большего воздействия на все сферы бытия обладание новейшей про-

<sup>1</sup> Олигополия – от греческого ὀλίγος – малочисленный и πωλέω – продаю, торгую.

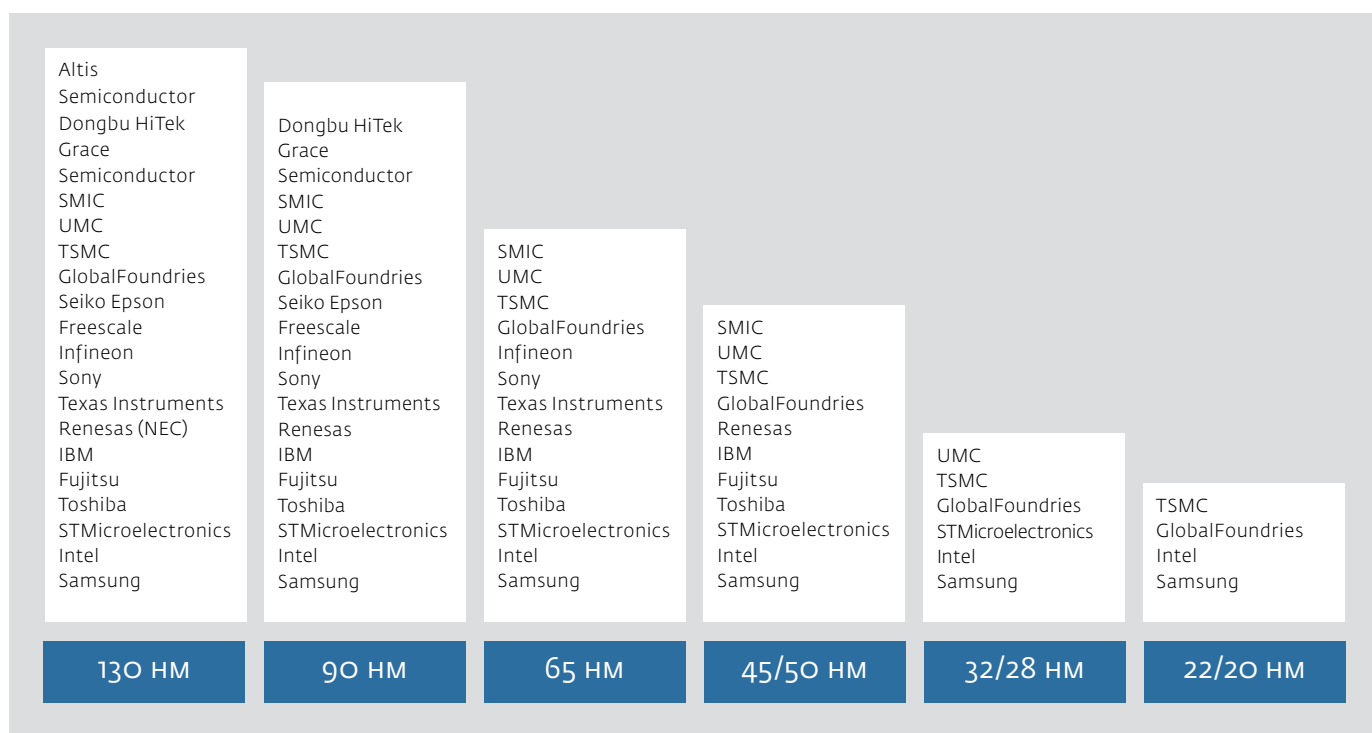


Рис.1. Кто протиснется в «бутылочное горлышко» масштабируемых технологий? На уровне топологий 20/22 нм собственное и контрактное производство смогут освоить только компании TSMC, GlobalFoundries, Intel и Samsung

изводственной базой микроэлектроники становится стратегическим преимуществом не только для компаний, но и для государства (союза государств) в целом..

### Последние дни "чистых" IDM

До недавнего времени речь шла о преобразовании IDM сразу в fabless-компанию (последний пример – AMD) или через модель fab-lite. Но дни экономически самостоятельных IDM завершаются. Даже крупнейшие из них теперь вынуждены в той или иной степени использовать элементы fabless- или foundry-подходов. Новостью 2010 года стало движение двух крупнейших полупроводниковых фирм мира – Intel и Samsung – в сторону foundry-модели [1]. Образование около трех лет назад отделения Samsung System LSI по модели "чисто-foundry" первоначально рассматривалось как попытка Samsung Electronics скопировать опыт IBM – ограниченное контрактное производство с целью отработки новых технологий и проведения программ НИОКР. Тут речь идет об обеспечении своих НИОКР производственной базой и оказание услуг сторонним компаниям, в том числе MPW-услуг (Multi Project Wafer services, или shuttle services) т.е. производство на одной пластине опытных микросхем разных проектировщиков с целью сокращения и распределения накладных расходов,

затрат на разработку и производство. При этом в едином комплекте фотошаблонов объединяются различные конструкции микросхем и одна или несколько микросхем разных талантливых разработчиков производятся по достаточно передовым технологиям, что при обычных условиях экономически невозможно.

Однако в 2010 году компания Samsung продолжала развиваться в рамках этой модели foundry и объявила о намерении стать одним из ведущих игроков на рынке услуг кремниевых заводов. Сейчас отделение Samsung System LSI расширяет круг заказчиков и наращивает капиталовложения. Так, если до 2009 года из крупных фирм ее заказчиком была только корпорация Qualcomm, то теперь к ней добавились Xilinx с 28-нм схемами программируемых вентиляционных матриц FPGA (их также производит и TSMC) и Apple – один из крупнейших потребителей микросхем. Если до 2010 года капиталовложения Samsung System LSI не превышали 500 млн. долл., то в 2010 году они должны были составить более 1 млрд., а в 2011 – достичь 1,8 млрд. долл., причем 1,5 млрд. долл. будут выделены целевым пакетом. Компания официально заявила о намерении удвоить производственные мощности отделения к 2014 году [2].

Многие годы корпорация Intel, будучи монополистом на рынке микропроцессоров, безоговато

сектором специализированных микросхем (ASIC) и никогда не рассматривала себя в качестве компании, предоставляющей услуги кремниевого завода. Но с переходом от центров коллективного пользования (один компьютер – много пользователей) к персональным компьютерам (один компьютер – один пользователь), а затем к персональным сетям (один пользователь – много систем с вычислительными возможностями), т.е. с развитием "вычислительной парадигмы", перспективы корпорации

начали терять радужные оттенки. Действительно, ожидается, что в 2014–2015 годах по объему продаж ее обгонит Samsung. Существуют и другие проблемы. Так, рост продаж классических ПК (и, соответственно, микропроцессоров для них) уже не опережает темпы роста рынка в целом, микропроцессоры же, в первую очередь встраиваемые, находят все больше сфер применения, и далеко не во всех этих сферах у Intel есть необходимый опыт и заделы. Растущий рынок планшетных ПК подрывает продажи нетбуков и младших моделей ноутбуков, а на рынке микропроцессоров для планшетников идет жесткая конкуренция с ARM и рядом фирм, использующих ее технологию. И здесь у Intel нет подавляющего превосходства. Это заставляет корпорацию осваивать foundry-бизнес, и в конце октября 2010 года была создана должность вице-президента по foundry-бизнесу. Активизировался поиск fabless-заказчиков под foundry-проект Intel, причем предпочтение отдается недавно образованным компаниям (start-ups). Пока под реализацию проекта отводятся свободные мощности различных заводов корпорации Intel, но в будущем, по примеру Samsung, на "чисто-foundry" модель планируется перевести один из заводов по обработке 300-мм пластин и завод по обработке 200-мм пластин в Гудзоне (шт. Массачусетс).

Самыми перспективными заказчиками признаны проектировщики программируемых вентиляционных матриц, FPGA и топливных элементов. Уже заявлено о долгосрочном изготовлении компанией Intel FPGA фирмы Achronix Semiconductor по 22-нм и менее технологий в рамках услуг кремниевого завода. Благодаря этому Achronix рассчитывает выйти на рынок 22-нм FPGA раньше лидеров – корпораций Xilinx и Altera, а также одной из первых выпустить 15-нм вентиляционные матрицы.

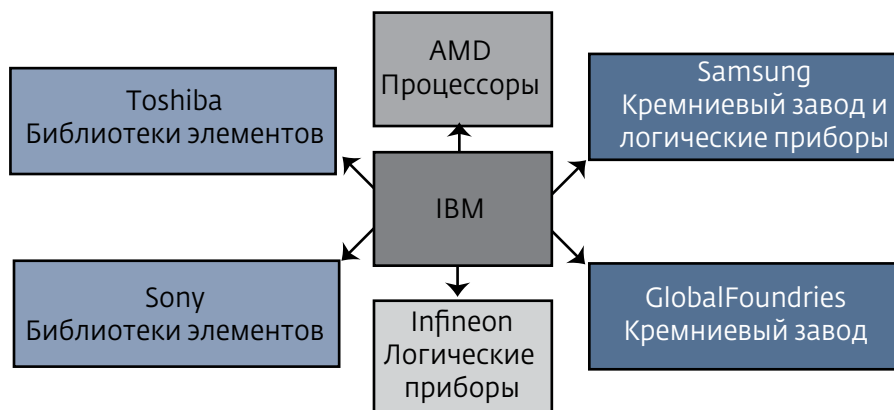


Рис.2. Экосистема корпорации IBM

Аналогичное соглашение готовится с недавно образованной компанией SiliconBlue, также специализирующейся в области разработки FPGA. Заключено соглашение с изготовителем топливных элементов Lilliputian Systems, согласно которому Intel будет производить приборы семейства USB Mobile Power System – микросхемы генераторов мощности, работающих на регенерируемых высокоэнергетических бутановых картриджах.

Вряд ли Intel станет чистым кремниевым заводом или fabless-компанией (слишком большая производственная база и мощные заделы по НИОКР), но чтобы сохранить свою конкурентоспособность, она намерена оказывать услуги кремниевого завода компаниям-проектировщикам микросхем и fabless-фирмам, использующим в своих конструкциях микропроцессоры Atom. То есть речь идет о попытке формирования экосистемы, схожей с экосистемой IBM<sup>1</sup> (рис.2). Использование foundry-модели в рамках основной деятельности может привести к значительному росту доходов Intel и увеличению коэффициента использования производственных мощностей. Один из факторов создания собственного foundry-производства – неудач-

<sup>1</sup> Экосистема – сообщество фирм, объединенных не только общей программой НИОКР, как консорциум, но и устойчивыми технологическими и производственными связями. По мере укрепления взаимодействия между проектированием и технологическим процессом на уровне 65- и 45-нм цифровых микросхем и 90- и 65-нм радиосистем смешанной обработки сигнала кремниевые заводы активизируют сотрудничество с разработчиками микросхем, а также с поставщиками инструментальных средств САПР с целью обеспечения приемлемого выхода годных и ускоренного освоения массово-поточного производства. Производственная технология экосистемы ориентирована исключительно на собственные потребности, поэтому заказчиков ищут, прежде всего, среди недавно возникших компаний.

ная попытка продвижения процессоров семейства Atom через TSMC.

Основными ньюсмейкерами 2010 года, вставшими на традиционный путь преобразования IDM в fabless-фирму, стали IBM и Toshiba. Благодаря развитию своей экосистемы корпорация IBM постепенно отходит от производства собственных полупроводниковых приборов, полагаясь на новейшие мощности компаний Samsung и GlobalFoundries, которые в последнее время предприняли ряд мер по расширению производственной базы типа "кремниевый завод" на территории США. Это в значительной мере укрепило взаимоотношения трех фирм. При этом, как видно из планируемых на 2011 год капиталовложений крупных полупроводниковых производителей, если этот показатель для Samsung и GlobalFoundries превысит 12 млрд. долл., то соответствующие ассигнования IBM составят 600 млн. долл.:

Компания	Инвестиции, млрд. долл
Samsung	9,2
TSMC	5,7
Intel	5,0
GlobalFoundries	3,2
Hynix	2,75
Micron	1,9
Toshiba	1,9
UMC	1,8
Inotera	1,6
SanDisk	1,4
SMIC	1,0
ASE	0,85
Texas Instruments	0,85
Renesas	0,748
Elpida	0,634
IBM	0,6
STMicroelectronics	0,6
Rohm	0,574
Amkor	0,552
Infineon	0,55
Siliconware	0,533

В течение десятилетий IBM была маяком в области новейших полупроводниковых технологий, реализуемых, прежде всего, собственными мощностями. Кроме того, корпорация проводила агрессивную политику масштабирования высокочастотных КМОП- и КНИ-микросхем радиосхем. Ведущие позиции в этой области позволили корпорации продвинуть свою платформу Common Platform Alliance в качестве средства распределения затрат на НИОКР в области полупроводниковых приборов.

Анализ планов капиталовложений показывает, что IBM постепенно отказывается от сохранения массово-поточного производства микросхем, изготавливаемых по новейшим технологиям. Таким образом, налицо тенденция перехода корпорации в класс fabless-фирм. Действительно, в 2004 году IBM занимала 11-е место в мире по объемам капиталовложений в производство полупроводниковых приборов, а в 2010 году по этому показателю она не вошла в рейтинг первых 15 фирм, и, по видимому, не войдет в этот рейтинг и в 2011 году. С другой стороны, наличие экосистемы дает ей возможность маневра. Благодаря наращиванию корпорациями GlobalFoundries и Samsung мощностей по оказанию услуг кремниевого завода производственные потребности IBM будут закрыты. Таким образом, корпорация сможет сосредоточиться на новейших НИОКР и укрепить свое положение лидера в этой области. Налицо переход IBM к fab-lite-модели. Это, в свою очередь, может привести ее в стан чистых fabless-фирм [3].

Корпорация Toshiba заявила о намерении расширить практику аутсорсинга новейших изделий, включая 40-нм схемы своего отделения логических микросхем (Logic LSI) по, а также расширить число foundry-партнеров. Отделение Logic LSI будет разбито на две части. Первое отделение, Logic LSI, оставит за собой производство новейших систем на кристалле на 300-мм пластинах, при этом собственно производство будет гибко сочетаться с аутсорсингом. Второе отделение, Analog and Imaging IC, будет отвечать за изготовление аналоговых микросхем и схем обработки изображения (в основном КМОП) для широкого круга продуктов общего назначения. Для этого будут использоваться линии по обработке 300-мм пластин на заводах компании - Oita Operations и Iwate Toshiba Electronics [1].

В рамках перехода отделения на fab-lite-модель Toshiba подписан меморандум о намерениях с корпорацией Sony относительно возвратной продажи ей завода по обработке 300-мм пластин в Нагасаки. При этом Toshiba намерена сохранять и поддерживать на современном уровне свои заводы по производству флеш-памяти NAND-типа.

Удивление экспертов вызвало решение Toshiba передать изготовление части логических микросхем чисто-foundry отделению корпорации Samsung System LSI. До последнего времени Toshiba и Samsung были непримиримыми соперниками на рынках флеш-памяти NAND-типа и логических микросхем. При этом ранее сообщалось о переговорах Toshiba и GlobalFoundries относительно

передачи последней в рамках аутсорсинга производства 28-нм логических схем (чем завершились переговоры, пока неизвестно). Ранее Toshiba и Samsung никогда не сотрудничали. Теперь же, когда обе корпорации входят в экосистему IBM, это сотрудничество демонстрирует растущую кооперацию внутри альянса, ведущую к ослаблению межкорпоративной конкуренции входящих в него компаний [4].

### "Гонка капиталовложений" кремниевых заводов

По мнению аналитиков, кремниевые заводы будут продолжать "гонку вооружений" в сфере капиталовложений, схожую со временами холодной войны 1960–1970 годов. Так, TSMC планирует последовательно наращивать свои капиталовложения – с 2,7 млрд. долл. в 2009 году до 5,9 млрд. в 2010 и более 6 млрд. долл. в 2011. Этот крупнейший в мире кремниевый завод расширяет мощности своих заводов по обработке пластин. Сегодня реализуется пятый этап сооружения Fab 12 и четвертый этап сооружения Fab 14. Кроме того, в середине 2011 года начнется сооружение Fab 15.

Другой поставщик, GlobalFoundries, также планирует увеличить капиталовложения с 2,8 млрд. долл. в 2010 году до 3,2 млрд. долл. в 2011. После поглощения Chartered, компания GlobalFoundries, которая единолично использует бывшие производственные мощности AMD, что нелегко само по себе, в перспективе нацеливается на конкуренцию с Intel. Примечательно, что Chartered по уровню де-

фектности 65-нм технологии (полученной от IBM) добилась хороших результатов – выход годных у нее больше, чем у самой IBM. GlobalFoundries не только производит микросхемы по технологии кремний-на-изоляторе (КНИ), но и активно расширяет библиотеки элементов. По итогам 2010 года этот кремниевый завод может получить прибыль в ~4 млрд. долл. Это еще далеко от показателей TSMC, но уже немало.

В сентябре 2010 года контролирующая с GlobalFoundries компания ATIC (образована в 2008 году, инвестирует в высокие технологии и полностью принадлежит правительству эмирата Абу-Даби) объявила о планах вложить 6–7 млрд. долл. в строительство завода по обработке 300-мм пластин в Абу-Даби. Завод предполагается ввести в строй в 2014–2015 годах. Цель ATIC – диверсифицировать экономику эмирата и снизить ее зависимость от добычи нефти и газа. Строительство завода станет только первым шагом на пути к созданию в эмирате производственного комплекса современных технологий. Завод войдет в состав GlobalFoundries.

Собственно GlobalFoundries продолжает проводить агрессивную стратегию услуг кремниевого завода. Так, недавно компания обнародовала планы освоения 20-нм процесса и предложила услуги по производству 28-нм высокопроизводительных микросхем. Заключена сделка по интеллектуальной собственности с ARM Holdings, разрабатывается технология создания трехмерных

Рейтинг fables-компаний с доходами более 1 млрд. долл.

2008	Место		Компания	Динамика доходов за 2008–2010 годы, млрд. долл.			Прирост, %	
	2009	2010		2008	2009	2010	2009/2008	2010/2009
1	1	1	Qualcom	6,477	6,409	7,098	-1	11
2	3	2	Broadcom	4,449	4,271	6,540	-4	53
–	2	3	AMD	–	5,403	6,460	–	20
5	4	4	MediaTek	2,864	3,500	3,610	22	3
4	6	5	Marvell	3,055	2,690	3,602	-12	34
3	5	6	Nvidia	3,660	3,151	3,571	-14	13
6	7	7	Xilinx	1,906	1,699	2,355	-11	39
8	10	8	Altera	1,367	1,196	1,950	-13	63
7	8	9	LSI	1,795	1,422	1,625	-21	14
9	11	10	Avago	0,905	0,858	1,200	-5	40
11	12	11	Novatek	0,829	0,819	1,145	-1	40
–	9	12	ST-Ericsson	–	1,263	1,140	–	-10
18	15	13	MStar	0,454	0,605	1,060	33	75

ПРИМЕЧАНИЕ. MediaTek, Novatek и MStar – компании Тайваня, STMicroelectronics-Ericsson – ЕС, остальные – компании США. AMD до 2009 года представляла собой типичный IDM, STMicroelectronics-Ericsson была образована как fabless-компания в 2008–2009 годы путем слияния отделений материнских корпораций – ST-NXP Wireless и Ericsson Mobile Platforms.

схем с использованием сквозных отверстий через кремний (TSV).

Не стоит сбрасывать со счетов и компанию UMC, которая сейчас занимает второе после TSMC место по объему доходов, полученных от fabless- и IDM-заказчиков, под торговыми марками которых сбывается большая часть продукции (именно поэтому при определении объема продаж полупроводниковых приборов на рынке в целом продажи foundry практически не учитываются). Хотя TSMC и Samsung отбили у нее заказы на производство 28-нм микросхем для компании Xilinx, позиции UMC достаточно прочны. Чтобы обеспечить рентабельность компания одновременно с разработкой новых технологий пытается усовершенствовать свою деловую практику. Ее капиталовложения уже второй год колеблются в пределах 1,6-1,8 млрд. долл., что эквивалентно показателям foundry-отделения Samsung [2].

Китайский кремниевый завод SMIC (Semiconductor Manufacturing International Corporation) помимо собственных мощностей развивает сеть виртуальных заводов, построенных на средства местных властей и переданные под управление SMIC. Один из них (по обработке 300-мм пластин) – Wuhan Xinxin Semiconductor Manufacturing Corp. – построен на деньги правительства уханьской зоны развития высоких технологий. Недавно SMIC подписал соглашение с администрацией Ухань Ист-Лэйк о совместных инвестициях в это предприятие, которое будет производить 65-40-нм микросхемы на 300-мм пластинах. Мощность обработки будет доведена до 45 тыс. пластин в месяц.

### Рост числа fabless-миллиардеров

Развитие модели fabless-foundry приводит к росту числа fabless-фирм с доходами от продаж более 1 млрд. долл. По оценкам компании IC Insights, этот рубеж в 2010 году преодолели не менее 13 компаний по сравнению с десятью компаниями в 2009 году и восьмью в 2008 (см. таблицу). В целом доход 13 fabless-фирм от продаж составил 41,4 млрд. долл., что равно 70% от общего дохода всех fabless-фирм в 2010 году (59,6 млрд. долл.). Надо отметить, что IC Insights несколько иначе, чем принято, определяет fabless-фирмы, трактуя их как компании, получающие более 75% обработанных пластин от кремниевых заводов, но имеющие и собственное производство. Например, компания Avago Technologies, занимающая в рейтинге IC Insights десятое место, имеет собственные заводы по обработке пластин в Колорадо, Сингапуре и

Малайзии. Это первое определение, данное таким компаниям в США в начале 1990-х годов.

Свою позицию относительно включения в fabless-компаний фирм, имеющих собственные заводы по обработке пластин, IC Insights объясняет их малочисленностью. Причем такие фирмы, как правило, имеют малые специализированные заводы – например, завод корпорации Zarlink выпускает приборы на сложных полупроводниковых соединениях, но основной объем микросхем для него производят кремниевые заводы. Одно время в такой же ситуации находилась и компания Plessey.

Штаб-квартиры девяти из указанных в таблице компаний расположены в США. Японских фирм в том списке нет, что свидетельствует о том, что модель fabless-foundry еще не получила в Японии достаточного развития. В ближайшем будущем число крупных fabless-компаний будет увеличиваться в основном за счет китайских, тайваньских и южно-корейских фирм. Так как барьеры выхода fabless-компаний на рынок растут (увеличивается стоимость проектирования микросхем и доступ к венчурному капиталу затрудняется), такие fabless-компании будут становиться крупнее [5].

### Партнерство с государством

Правительства США, Японии, ЕС оказывают значительную поддержку высокотехнологичной промышленности. Однако полупроводниковая промышленность начинает требовать все большей поддержки со стороны государства. Так, многие годы американские полупроводниковые компании боролись за то, чтобы предоставляемые налоговые скидки на НИОКР ежегодно не утверждались, а стали постоянно действующими. Эти скидки (20% с валовых затрат на НИОКР в предшествующие четыре года) позволяют вывести из-под налогообложения значительную часть затрат на НИОКР в каждом текущем году (80% при одинаковых затратах за четыре года). Это – важный стимул развития инновационного процесса. После избрания президентом США Барака Обамы эти требования были удовлетворены. Теперь полупроводниковая промышленность США требует от правительства предоставления налоговых скидок в виде налогового кредита или налоговых каникул для компаний, открывающих в стране производство микросхем. Это поможет создать в США новые рабочие места и повысить конкурентоспособность страны. Строительство и эксплуатация завода по выпуску полупроводниковых приборов в США может стоить на 1 млрд. долл. больше, чем в других странах.

До 90% этой разницы можно уменьшить скорее за счет налоговых льгот, чем за счет снижения издержек на рабочую силу. Предложение налогового кредита или налоговых каникул американским и иностранным компаниям на срок от пяти до десяти лет способно подвигнуть их на освоение современного производства в США. Кстати, большая часть заводов по обработке пластин корпорации Intel находится в США, хотя подобные заводы имеются в Ирландии и Израиле. Сейчас корпорация сооружает завод в Даляне (КНР), и не последнюю роль в этом сыграли налоговые льготы, предоставленные китайским правительством. Однако в США до сих пор строительство новейших заводов в ряде случаев финансируется правительствами отдельных штатов. Так, штат Нью-Йорк в последние годы на строительство заводов по обработке 300-мм пластин предоставил субсидии размером в 1 млрд. долл. корпорациям Intel и AMD (правда, теперь это строящийся завод GlobalFoundries).

Другой пример активной государственной помощи микроэлектронной промышленности касается деятельности компании ATIC. В 2009 году она создала совместное с AMD предприятие на основе производственных мощностей GlobalFoundries с распределением долей 32:68%. В результате компания AMD из IDM превратилась в fabless-фирму, заняв по итогам года третье место в мировом рейтинге таких компаний. В сентябре того же года ATIC приобрела за 3,9 млрд. долл. сингапурский кремниевый завод Chartered Semiconductor Manufacturing и присоединила его к GlobalFoundries под названием GlobalFoundries Singapore. В декабре 2010 года был завершен обмен простых акций этого отделения на вновь выпущенные привилегированные акции класса A корпорации GlobalFoundries стоимостью ~2,81 млн. долл. При этом доля ATIC в GlobalFoundries выросла до 86%, а доля AMD уменьшилась до 14%. Завод GlobalFoundries Singapore планируется построить в Абу-Даби (за 7 млрд. долл.), поскольку, во-первых, в Абу-Даби нет налогов на доходы корпораций и, во-вторых, GlobalFoundries ожидает от правительства эмирата пакета финансовой помощи [6].

Итак, очевидно структура мировой полупроводниковой промышленности не только меняется, но и активизируются процессы ее интеграции с правительствами стран, в которых она динамично развивается. Зарубежный опыт показывает важную роль частно-государственного сотрудничества не только в развитии производства, но и в осуществлении крупных исследовательских программ национального

и международного значения, в которые вовлекаются промышленные корпорации, государственные научно-исследовательские организации и академическое сообщество.

В Российской Федерации программы развития сферы высоких технологий проводятся с 1994 года, но пока существенных прорывов достичь не удалось. Это связано с тем, что план капиталовложений по президентской программе 1994–2001 годов полностью не был выполнен. Более того, несмотря на рост финансирования в рамках ФЦП "Развитие радиоэлектроники и ЭКБ на 2009–2015 годы" технологический отрыв от ведущих стран продолжает увеличиваться. В последнее время в рамках реализации задачи модернизации экономики, многократно озвученной Президентом РФ, предпринимаются шаги по более активному развитию отечественной радиоэлектроники, в том числе и разработок элементной базы. Перспективы развития отечественной радиоэлектроники будут рассмотрены в следующем номере журнала.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *LaPedus M.* Samsung lags in foundry rankings. EE Times, 1/20/2011.
2. *LaPedus M.* Foundries to boost capex in 2011. EE Times, 12/21/2010. *LaPedus M.* Toshiba's logic unit goes fab lite. EE Times, 12/24/2010.
4. *LaPedus M.* Report: Samsung, Toshiba ink foundry deal. EE Times, 12/24/2010.
5. 13 'fabless' chip firms to top \$1B in sales. EE Times, Dylan McGrath, 12/21/2010.
6. *LaPedus M.* ATIC takes control of GlobalFoundries. EE Times, 12/28/2010.

#### Поздравляем!

24 декабря 2010 года исполнилось 70 лет профессору ИГОРЮ НИКОЛАЕВИЧУ КОМПАНЦУ, заведующему отделом оптоэлектроники Физического института им. П.Н.Лебедева РАН, крупному ученому в области оптоэлектронной обработки, преобразования, отображения информации и разработки жидкокристаллических устройств, директору Российского отделения Международного дисплейного общества, действительному члену Академии инженерных наук.

10 января 2011 года исполнилось 70 лет ВЛАДИМИРУ МАРКОВИЧУ КОЗЕНКОВУ, открывшему эффект фотоориентации жидких кристаллов, что позволило освоить производство новых электрооптических дисплеев, оптической памяти и разнообразных оптических устройств и элементов.