

НАЛЕТАЙ, ПОДЕШЕВЕЛО!

Современная ситуация на мировом рынке основного производственного полупроводникового оборудования, бывшего в употреблении, дает уникальный шанс приобрести достаточно современное оборудование по весьма скромной цене. Впервые за все время существования этого рынка на него стали поступать б/у системы возрастом один-два года. Кроме того, из складских запасов фирм-изготовителей появляются и новые системы такого же возраста. Результат – невиданное ранее снижение цен, до 15–25% от первоначальной стоимости. При этом оборудование для обработки 200-мм пластин по 0,18–0,25-мкм технологии стало намного доступнее. Есть сведения и о продаже излишнего оборудования для обработки 300-мм пластин.

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО РЫНКА ПОДЕРЖАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Из-за сокращения в 2001 году мирового объема продаж ИС на 32%, а также вследствие его весьма скромного роста в 2002 году – 1,3% – цены на б/у оборудование значительно снизились [1]. А это привело к существенному повышению его привлекательности. Поэтому в ближайшее время сокращения рынка поддержанного оборудования не ожидается.

Следует отметить, что нынешний спад мировой полупроводниковой промышленности существенно отличается от предыдущих циклов. Во-первых, налицо огромный избыток производственных мощностей, и изготовители стараются избавиться от своих активов, в которые входит новое оборудование известных поставщиков. Такие корпорации, как Intel, IBM, Motorola и т.п., не выдерживают обычного пятилетнего цикла эксплуатации технологического оборудования с последующей передачей его на вторичный рынок. Причина – быстрое моральное устаревание ИС вследствие появления изделий следующих поколений. Меняется одно-два поколения выпускаемых микросхем, и оборудование для их изготовления уже выставляется на продажу. Вообще-то, вид доступного на вторичном рынке оборудования зависит от его функций. Жизненный цикл измерительных и литографических систем короче, чем оборудования другого типа. Срок службы установок имплантации, осаждения или травления более длителен. В предыдущие 20 лет на вторичном рынке полупроводникового оборудования возраст подавляющего числа б/у систем составлял три-пять лет, предельный возраст – семь лет. Сейчас же на рын-

ке представлено довольно большое число установок, выпущенных один-два года назад [2].

И, во-вторых, на рынок поступают не распроданные товарно-материальные (складские) активы производителей оборудования, в которые входят системы, не использовавшиеся в течение одного-двух лет. Другими словами: если нуждаешься в новейшей системе осаждения по весьма скромной цене – приходи и выбери, хочешь продать ее – становись в очередь.

Все это привело к существенному снижению затрат на приобретение необходимого оборудования, в некоторых случаях в четыре-шесть раз. То есть сегодня полупроводниковые фирмы могут закупить новейшее производственное оборудование и гарантировать свое производственное будущее чуть ли не за символическую плату. Естественно, в такой ситуации передовое оборудование становится более доступным для желающих его приобрести. Так, в начале 2002 года корпорация Microchip купила у японской фирмы Fujitsu завод по обработке пластин по 0,18-мкм технологии. И это при том, что сейчас Microchip в основном выпускает микросхемы по 0,5-мкм технологии [2].

Промышленные аналитики отмечают еще одну особенность современного рынка б/у оборудования – смещение основного объема продаж в Азиатско-Тихоокеанский регион. В таких промышленно развитых странах, как США, Германия, Италия, Япония и т.п., новые заводы строятся (или реконструируются существующие) с использованием новейшего оборудования под самые передовые технологии (проектные нормы 0,13–0,09 мкм и менее). Причем большая часть вводимых производственных площадей рассчитана на обработку 300-мм пластин, уже доказавшую свою экономическую эффективность. В результате возник большой рынок б/у оборудования обработки пластин диаметром 100, 125, 150 и даже 200 мм. Его основным потребителем стали центры НИОКР университетов и страны третьего мира, в первую очередь Китай, рынок полупроводниковых приборов которого растет очень быстро. А внутреннее производство покрывает потребности страны в них только на 20%. В этих условиях оснащение китайских заводов б/у оборудованием для обработки 100–150-мм пластин не только экономически эффективно, но и способствует процессу импортозамещения [2].

В то же время Китай активно скупает б/у или не распроданное со складов, еще не эксплуатировавшееся, оборудование для 200-мм производств. В стране уже действуют или строятся такие кремниевые заводы, и к 2004 году будут действовать шесть ли-

М.Макушин



ний по обработке 200-мм пластин. В ближайшие 10 лет предполагается ввести в строй еще 20 линий (в основном совместно с японскими фирмами), в том числе и по обработке 300-мм пластин, первые из которых появятся в 2004–2005 годах. Большинство совместных предприятий уже освоили или осваивают 0,18-мкм технологию* [3]. На этих заводах используется как новое, так и б/у оборудование. Таким образом, Китай становится крупнейшим покупателем б/у систем.

ИГРОКИ НА РЫНКЕ И ИХ ЦЕЛИ

Как и во всех секторах рынка, в секторе б/у оборудования действуют продавцы, покупатели и посредники. Сегодня, в связи со спадом мировой полупроводниковой промышленности, рынок поддержанного производственного оборудования стал рынком покупателей**. В принципе, в периоды спада так и бывает, хотя, как указывалось выше, современная ситуация отличается от предыдущих циклов. Покупатели часто обращаются к рынку б/у оборудования с целью увеличить производственные мощности при выпуске продукции по хорошо отлаженным процессам, а также для приобретения по мере необходимости дополнительных комплектов уже имеющегося оборудования, чтобы обойти зачастую содержащиеся в контрактах между изготовителями и заказчиками жесткие требования повторной аттестации линий при любой модификации процесса. Иначе говоря, для многих изготовителей полупроводниковых приборов наращивание мощностей оказывается возможным исключительно за счет покупки идентичных технологических установок, что легче и дешевле сделать на рынке б/у оборудования. Таким образом, приобретение поддержанного оборудования – это не сценарий превращения в крупную фирму, а способ выживания, особенно в современных тяжелых экономических условиях.

Рынок поддержанного оборудования приносит выгоды и изготовителям полупроводниковых приборов, проводящим программы реализации избыточного оборудования. Например, корпорация On Semiconductor (США) в рамках подобной программы выявляет избыточное оборудование на своих заводах, концентрирует его на двух специальных складах и намечает пути его реализации. На складах б/у оборудование реконструируется или ремонтируется, а затем либо используется для обмена по бартеру на необходимое оборудование, либо реализуется для пополнения средств фирмы. Хотя, в условиях падения цен на оборудование, выручка от подобной деятельности в последние годы снижается, реализация таких программ облегчает положение корпораций во время циклов спада и служит дополнительным источником прибыли в периоды роста [2].

На рынке б/у оборудования широко представлены и посредники. Далеко не все изготовители ИС считают целесообразным проводить собственные программы реализации уже ненужного им оборудования, предпочитая передавать его для продажи на комиссионной основе тем, кто этим живет. А в последнее время появились Web-посредники, продающие не оборудование, а информацию о нем. Такие компании контролируют потоки информации об имеющемся у различных фирм б/у оборудовании, предназначеном для продажи, и назначают цену с учетом своих затрат и прибыли. Покупателям остается только надеяться на их "ми-

лость" в плане формирования "честной" рыночной цены. Покупатель на основе этой информации принимает решение: стоит ли платить требуемую сумму за б/у оборудование или следует приобрести новое. Предложения Web-посредников достаточно широкие. Так, в середине сентября 2002 года на Web-сайте KeyAssets выставлялось на продажу 16 видов оборудования, в том числе 159 систем метрологии и контроля и 103 системы литографии и проявления фоторезиста [3].

Как и на любом секторе рынка, вопрос об использовании услуг посредника при покупке б/у оборудования – дело покупателя. С одной стороны, покупать напрямую всегда дешевле, и это может дать значительную экономию затрат при приобретении больших партий. С другой стороны, посредник избавляет от необходимости самостоятельного поиска нужного оборудования, ускоряет и облегчает процесс его покупки, а специалисты по снабжению фирм-посредников гарантируют покупателю качество приобретаемого товара.

СОВРЕМЕННАЯ СИТУАЦИЯ

Спрос на б/у полупроводниковое производственное оборудование в 2002 году повышался достаточно быстро, и на сегодняшний день его рост не прекратился. Чтобы выдержать мировой спад деловой активности и подготовиться к новому периоду увеличения спроса, многие средние и мелкие изготовители ИС охотятся за товарами, продаваемыми по сниженным ценам. С начала 2002 года некоторые японские корпорации, включая Toshiba и Mitsubishi, сократили объемы производства и продали на комиссионных началах торговцам б/у оборудованием более 1 тыс. установок для изготовления ИС, что привело к появлению огромного источника этой продукции. Промышленные аналитики предсказывают сокращение изготовителями ИС ассигнований на приобретение оборудования до тех пор, пока ситуация не улучшится. Об этом свидетельствует и значительное сокращение, по сравнению с 2001 годом, числа посетителей традиционной выставки полупроводникового оборудования, проходившей в Лос-Анджелесе в июле 2002 года.

По данным корпорации Intertec Taiwan, филиала Intertec (Япония), входящей вслед за корпорациями Sumitomo (Япония) и GE Capital (США) в тройку крупнейших продавцов б/у оборудования, Страна восходящего солнца уже давно переживает экономические трудности, и многие крупные изготовители установок для производства ИС уже сократили инвестиции. В августе–октябре 2002 года около 20 фирм, включая Mitsubishi Electric, Toshiba, Sony, Hitachi, Nippon Printing, Nippon Electric и ROMA (ранее SPI Group) начали продавать старое оборудование. Так, ROMA уже продала на комиссионной основе корпорации Intertec Taiwan около тысячи единиц б/у полупроводниковых производственных установок [4]. Intertec Taiwan принимает на комиссию и б/у оборудование двух крупнейших кремниевых заводов Тайваня – TSMC и UMC.

С марта 2002 года спрос на б/у оборудование начал расти и, по предварительным оценкам, объем его продаж намного превысил прогнозированный уровень и увеличился более чем в два раза. А в дальнейшем некоторые японские фирмы заявляли о намерениях продать не занятое оборудование для обработки 300-мм пластин [4, 5].

ДОЛГО ЛЬ БУДЕТ ДЛИТЬСЯ ЭТОТ ПРАЗДНИК ЖИЗНИ?

Сколько еще продержится эта ситуация, когда оборудование для обработки пластин диаметром 200 мм и менее, как б/у, так

*Продукция этих заводов в оговоренных объемах закупается иностранными партнерами, частично идет на экспорт (источник валютных поступлений до 500–700 млн. долл. в 2003 году), частично – на внутренний рынок.

**Рыночная конъюнктура оказалась выгодной для покупателей (превышение предложения над спросом).

и не реализованные складские запасы, будет продаваться по рекордно низким ценам? С одной стороны, цены на технологическое оборудование обычно начинают расти через шесть-восемь месяцев после начала роста продаж ИС и оздоровления полупроводниковой промышленности в целом. То есть речь идет о июне-августе 2003 года [6]. С другой стороны, многое будет зависеть как от темпов роста продаж ИС в целом, так и от темпов освоения промышленностью технологии обработки 300-мм пластин. Существует еще ряд факторов, которые будут воздействовать на темпы роста и уровень цен на оборудование. Это и состояние мировой экономики в целом, и состояние экономики отдельных промышленно развитых стран, и уровень спроса на ПК, средства связи (прежде всего беспроводные портативные – мобильные телефоны, персональные цифровые помощники и т.п.), бытовую электронику. Но пока благоприятные возможности модернизации производства на базе достаточно современного оборудования при минимальных затратах еще существуют.

А ЧТО МЫ МОЖЕМ ПОИМЕТЬ С ЭТОГО?

В принципе – хотя бы один более или менее современный кремниевый завод. В условиях застойной экономики приобретение б/у оборудования очень популярно вследствие его низкой стоимости и малых сроков поставки. Как известно, в России есть ряд фирм, разрабатывающих современные схемы с топологическими нормами 0,25 мкм и способных в перспективе освоить и меньшие топологии (НИИМА "Прогресс", НТЦ "Модуль" и др.). Однако производственной базы для этого у них нет, и подобные изделия выпускаются на мощностях американских, немецких, тайваньских и южнокорейских фирм [7]. Реализация в России "чистого" кремниевого завода (только контрактное производство, без разработки собственных ИС) с оборудованием под 0,18–0,25-мкм технологии и с перспективой освоения 0,13-мкм норм даст возможность освоить производство схем с высоким, по нашим меркам, уровнем добавленной стоимости. (Сейчас в мире все больший объем ИС для бытовой электроники и средств связи малой и средней стоимости выпускается по этому принципу.) Разработчики ИС получают возможность передавать производство своих новинок отечественным предприятиям, а изготовители конечной аппаратуры – достаточно современную отечественную элементную базу. Существует также перспектива обслуживания многочисленных малых европейских фирм-разработчиков ИС в рамках услуг по программе "многопроектные пластины" (MPW, Multi Project Wafer – формирование на одной пластине микросхем разных разработчиков, что позволяет создавать опытные образцы ИС по доступным ценам). Надо также иметь в виду, что определенные микросхемы для критических электронных систем (военного назначения, средств безопасности, спецсвязи и т.п.) нельзя производить за рубежом.

Пожелания благие. Но сможет ли кто-нибудь из наших производителей осуществить подобный проект? АФК "Система", владеющая контрольным пакетом акций ОАО "НИИМЭ и Микрон", в последние годы неоднократно заявляла о намерениях вложить до 500 млн. долл. в развитие электроники. Но ее концепция – сначала отверточное производство бытовой аппаратуры, а потом, возможно, и микроэлектроники для нее. ОАО "Ангстрем", который уже не первый год не может дооснастить свои новые мощности, в 2002 году отказался от безвозмездной государственной ссуды под пакет своих акций (оно понятно: вдруг поменяются правила игры, и даже при целевом использовании средств акции

останутся у государства?). Так что ответ на поставленный вопрос однозначен – в одиночку вряд ли.

В принципе возможны как минимум два варианта – участие в проекте фирм других отраслей промышленности, обладающих избыточными средствами, или привлечение иностранных технологических партнеров. Пример привлечения фирм других отраслей – металлургические компании: в периоды роста мировой полупроводниковой промышленности в 1983–1984 и 1989–1992 годы некоторые американские, европейские, тайваньские, южнокорейские и японские металлургические компании либо вкладывали деньги в расширение полупроводниковых фирм, либо создавали такие фирмы. Большая часть этих проектов, связанная с расширением рынка ДОЗУ, оказалась успешной. Многие металлургические фирмы смогли благодаря этому выйти на новые рынки (в том числе рынок материалов для полупроводниковой промышленности) и вместе с тем смягчить трудности в своей основной деятельности. Пример наиболее успешного проекта – Nippon Steel, которая в период быстрого роста объемов продаж ДОЗУ в рамках диверсификации своей деятельности приобрела в 1993 году фирму-производителя ДОЗУ – NMB Semiconductor (переименовав в NPNX). Nippon Steel модернизировала производство, построив завод по обработке 200-мм пластин (до этого у NMB Semiconductor были два завода по обработке 150-мм пластин). Продажи NPNX в 1995 году составили 485 млн. долл. После спада на рынке ДОЗУ в 1996–1997 годах фирма NPNX была преобразована в кремниевый завод под названием Nippon Foundry* мощностью до 30 тыс. обрабатываемых по 0,18- и 0,25-мкм технологии пластин в месяц.

Последний подобный проект – строительство в Китае завода по обработке 200-мм пластин фирмами Shoungang NEC Electronics (совместное предприятие NEC и пекинской фирмы Capital Iron and Steel) и Shoungang Steel [8].

Другой вариант – сотрудничество с технологическими партнерами, проводимое "нишевыми" кремниевыми заводами. В принципе, среди "чистых" кремниевых заводов (сейчас на них приходится около 60% рынка услуг кремниевых заводов) только три фирмы – TSMC, UMC и Chartered Semiconductor Manufacturing – располагают широким диапазоном технологий (на них приходится 87% продаж "чистых" кремниевых заводов [9]). Остальные компании-заводы занимают одну-две ниши на рынке полупроводниковых приборов и фактически являются производственной базой для своих технологических партнеров – fabless-фирм, т.е. фирм, не имеющих производственной базы и занимающихся "чистой" разработкой новых изделий. Один из примеров "нишевой" фирмы – израильская компания Tower Semiconductor, получившая по состоянию на октябрь 2002 года от своих технологических партнеров – американских корпораций SanDisk, Alliance Semiconductor, Macronix International и QuickLogic – около 260 млн. долл. на строительство второго завода по обработке 200-мм пластин (33 тыс. шт. в месяц по технологиям 0,18 мкм и менее) под новые акции и будущие поставки обработанных пластин [10].

Возможны и другие варианты, в зависимости от числа участников и объема средств. Но удастся ли их осуществить? Идея о создании кремниевого завода поближе к Европе витает в воздухе – сейчас в этом регионе и его окрестностях только два "чистых" кремниевых завода – Tower и германская X-Fab Semiconductor Foundries, с продажами 55 млн. и 176 млн. долл., соот-

*В 2000 году фирму поглотил второй в мире по объему производства кремниевый завод – UMC, Тайвань.

ветственно [9]. Возможно, Россию опередят Белоруссия, Чехия или Словакия. Последние две страны вступили в НАТО, а разрыв в затратах на рабочую силу между ними и остальными странами Западной Европы (хоть и меньший, чем в России) делает осуществление подобного проекта выгодным. Поэтому активность западных фирм в этих странах растет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Daryl Delano. Electronic Business online report: semiconductor sales. www.e-insite.net/eb-mag
2. Secondhand tools have capacity to aid Asian, small chipmakers. – Micro, 2002, October, p.14,16,17.
3. Экспресс-информация по зарубежной электронной технике. ЦНИИ "Электроника", вып. 47 (5916) 2002, 22 ноября, с.1.
4. Demand for used chip-making equipment soars.www.cahnerselelectronics.../index.asp?layout=articlePrint&articleID=NEa0911591.3
5. G.J.P. Opportunities for capacity retooling (A personal view). – 48th International Electronic Devices Meeting, San Francisco, 2002, Dec. 8–11.
6. Semiconductor industry to wait until 2H03 for stronger growth, says Dataquest. – SST's Semiconductor Weekly, Monday, 2003, Mar. 3,.
7. Немудров В.Г. Прогресс в проектировании отечественных СБИС. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2002, № 6, с.5–9.
8. www.eet.com/semi/news/OEG20020329S0039
9. IC Insight: рейтинг кремниевых заводов 2002 года. – Экспресс-информация по зарубежной электронной технике: ЦНИИ "Электроника", 2002, вып. 36 (5905), 7 сентября, с.1–2.
10. www.e-insite.net/eb-mag/index.asp?layout=articlePrint&articleID=CA250198



"Системы-приманки".

Что от них ждать в будущем?

По мнению вице-президента фирмы Semiconductor Research Ральфа Кэвина, "приманками" станут думающие машины и устройства, способные выполнять функции помощника человека. Согласно определению Кэвина, разработка "системы-приманки" предусматривает создание на базе существующей технологии некоего устройства, отвечающего требованиям большого числа людей (например, систем сотовой связи или всемирной паутины – Интернета). К таким разработкам сегодня можно отнести "упреждающие" компьютеры, способные предвидеть желания пользователя, а не просто реагировать на его команды; машины, выполняющие некоторые функции помощников (например, робот SDR 4X фирмы Sony), системы на стыке таких дисциплин, как микроэлектроника, нанотехнология и медицина. В этом же ряду займут свое место и голографическая аппаратура для проведения виртуальных совещаний, конференций, собраний, и, возможно, источники энергии на базе водорода.

Что это значит для инженеров? Во-первых, разработка всех этих устройств потребует знаний в различных областях науки и техники, и поэтому инженеры, занятые их созданием, уже не будут чистыми "электронщиками". Они должны стать "многоотраслевыми" специалистами. И во-вторых. В компьютерной технологии все чаще ощущается нарушение непрерывности выполняемых функций, скорее всего вследствие большого объема вычислений. Поэтому инженерам придется изменить не только методы проектирования микросхем, но и общие подходы к проблемам разработки компьютеров, алгоритмов и программ.

www.eetimes.com/story/OEG20030129S0052



Три способа измерения дрожания

При проверке ИС, которая обменивается данными с другими ИС на печатной плате, или при проверке телекоммуникационных сетей необходимо измерять дрожание – разницу между моментами времени, когда должны появляться срезы цифровых сигналов и когда они появляются в действительности. В синхронизаторах дрожание может вызвать рассогласование битов в потоках электрических и оптических данных, что приводит к ошибкам по битам. Измерить и проанализировать дрожание способны три типа приборов: тестеры частоты появления ошибок по битам (BER), анализаторы дрожания и осциллографы (цифровые и стробоскопические).

Изготовителям необходимо измерять BER своих изделий для подтверждения того, что они соответствуют телекоммуникационным стандартам. BER-тестер посылает определенный заранее поток данных, называемый псевдослучайной последовательностью битов (PRBS), через испытываемую систему. Затем он выбирает каждый бит в принятом потоке данных и проверяет приходящие биты относительно конфигурации PRBS. BER-тестеры, следовательно, обеспечивают точное измерение BER. Однако при точности 10–12 BER измерение отнимает часы. Для сокращения времени измерения до минут в BER-тестерах используется статистический метод расчета BER. BER-тестеры не могут, однако, обеспечить достаточный объем информации о характеристиках или источниках дрожания.

Анализаторы дрожания (часто называемые анализаторами временных интервалов или целостности сигналов) способны измерять дрожание в любом синхронизирующем сигнале и обеспечить информацию, которая поможет локализовать дрожание. Эти приборы используют также характеристики дрожания для расчета BER за значительно меньшее время (секунды), чем BER-тестер. Поэтому они пригодны для производственного тестирования линии, и многие производители автоматизированной контрольно-измерительной аппаратуры устанавливают анализаторы дрожания в свои системы контроля.

Анализаторы дрожания обнаруживают срезы сигналов и измеряют время между ними. После получения временных данных анализатор создает алгоритм, по которому генерируются гистограммы, частотные характеристики и другие визуальные представления данных.

Для контроля приборов, кабелей, подсистем или систем, которые при коммуникации работают с быстродействием 3,125 Гбит/с, можно использовать стробоскопический осциллограф. Подобно анализатору дрожания такой осциллограф может измерять дрожание в любом синхронизирующем сигнале. Для проведения измерений оптических сигналов нужен стробоскопический осциллограф с полосой 50–75 ГГц.

www.e-insite/



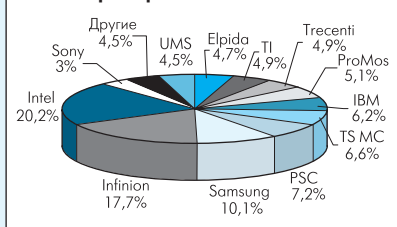
Тайвань остается крупнейшим покупателем полупроводникового оборудования

Согласно данным SEMI, продажи технологического полупроводникового оборудования на мировом рынке в 2002 году снизились на 30% и составили 19,7 млрд. долл. Единственным регионом, где наблюдался рост продаж (на 9% – до 3,5 млрд. долл.), был Тайвань. Объясняется это в первую очередь заказами на оборудование таких крупнейших "чистых" заводов, как Taiwan Semiconductor Manufacturing Co. (TSMC) и United Microelectronics Corp. (UMC), а также производителей ДОЗУ. Так, компания UMC приобрела у фирмы Nikon три установки обработки пластин на сумму 544 млн. долл. Закупки оборудования в Японии и Европе в 2002 году сократились на 49 и 45%, соответственно, а в Северной Америке – крупнейшем регионе по производству полупроводниковых приборов – продажи оборудования снизились на 28%, или до 5,9 млрд. долл.

В 2003 году ожидаются средние темпы восстановления рынка полупроводникового оборудования. Активный рост SEMI прогнозирует на 2004-й, когда производители начнут

закупать оборудование обработки 300-мм пластин. Согласно оценкам японской исследовательской компании Nikkei Market Access, в 2003 году объем обработки 300-мм пластин возрастет до 1,45 млн. шт., т.е. на 360% по сравнению с предыдущим годом. На долю Intel ориентировочно придется ~20,2% производства, Infineon Technologies – 17,7% (см. рисунок). Но, по-видимому, наибольшая доля будет у тайваньских производителей – 23,5% мирового рынка, или 340 тыс. пластин.

Структура производства полупроводниковых приборов на 300-мм пластинах



Financial Times Ltd., 4/21/2003

Cnews.ru