



ПОЧЕМУ В РОССИИ НЕЛЬЗЯ СДЕЛАТЬ МАРСОХОД?

Антон Шейхо

nec@ostec-group.ru

В настоящее время отечественные производители электроники оказались загнаны в угол, и этому есть определенные причины. Во-первых, за 90-е годы прошлого столетия наша страна почти лишилась микроэлектронной отрасли. Постулат одного из первых «эффективных» менеджеров, обещавшего к тому же полные прилавки в магазинах: «наши микросхемы самые большие в мире, поэтому будем покупать в Японии и Корее», поставил крест на отечественных перспективных технологиях микроэлектронной промышленности. Во-вторых, была дискредитирована и разрушена система представителей заказчиков, т. е. скомпрометировано клеймо «ОС». Попытки специалистов отдела закупок найти микросхему N, производство которой было прекращено чуть ли не 20 лет назад, вынуждают их покупать компоненты непонятного происхождения (ситуация с кристалльным производством в России не совсем прозрачна). И это при том, что с сопроводительными документами на такие компоненты, конечно же, полный порядок.

В-третьих, в последние годы финансирование государственных предприятий было достаточно ритмичным и закупалось большое количество автоматизированного сборочного оборудования, что донельзя обострило проблему отсутствия отечественной нормативной документации, специалистов и современных компонентов, которые можно использовать при автоматизированном монтаже. Недавно в наши руки попал нормативный документ, созданный двумя почтеннейшими организациями, который регламентирует, как из партии компонентов выбирать годные. Боюсь коллеги, писавшие стандарт, забыли об уровне выхода годных изделий в пересчете на миллион. Иначе как можно при отборе «годных» компонентов не отбраковать всю партию только потому, что в ней есть «самые» годные компонен-



Рис. 1 Пример отечественного компонента

ты? При таком допустимом уровне дефектов брак – это нонсенс, а все микроэлектронные процессы имеют высокую повторяемость. Вы скажете: «Это ведь дорого!» Но, простите, спутники, танки, локомотивы и даже датчики пожарной безопасности тоже денег стоят. А как же репутация, человеческие жизни? Нужно понимать, что время ставки «на авось» закончилось в 2009 году.

Возникает вопрос: «Каким образом обеспечить выпуск надежных изделий?» Или даже по-другому: «Как выпускать продукцию, отвечающую современным требованиям по функциональности и себестоимости, когда нет ни микроэлектронной промышленности, ни стандартов, ни кадров?». Что делать с большей частью проблем не совсем ясно, а вот с компонентами ответ, казалось бы, лежит на поверхности – покупать импортные компоненты (для спецтехники класса military или aerospace). Однако существуют ограничительные перечни, согласно которым применение импортных микросхем невозможно либо ограничено, да и не все компоненты можно купить (вспомним американский скандал октября 2012 года с поставщиками российского происхождения). Получается, что применение импортной элементной базы возможно только при производстве изделий, предназначенных для экспорта, либо возникает отдельная задача, с которой мало кто готов связываться: как убедить государственные службы использовать импорт из-за отсутствия отечественного аналога. Даже если потом и кровью получить эти разрешения, то при покупке импортных компонентов проблемы не решатся: из многих отчетов мировых производителей электроники видно, что стремительно набирает обороты «новая промышленность». Как вы помните, в 2009 году начался кризис, объемы производства стали снижаться, и возник резонный вопрос: «Как оптимизировать (удешевить) производство?» Ответ нашли практически мгновенно: нужно покупать компоненты дешевле. Как итог, появилась новая промышленность – производство контрафакта.

Западные СМИ провели расследования, результатом которых стала серия репортажей из Поднебесной, в которых были показаны «цеха» по производству контрафактных компонентов (рис. 2).

Так что же такое контрафакт? Существует несколько определений этого понятия, приведу лишь два из них:

- продукт, выпущенный с несоблюдением авторских прав;
- продукт, не соответствующий техническим условиям.

Степень «контрафактности» компонента может быть различной. Это и «пустышка», и перемаркированный компонент, и отбраковка производителя. Конечно, наиболее простая задача в плане определения контрафакта – найти «пустышку». Обычно это грубая подделка (рис. 3а), которая легко выявляется при проведении простых измерений. Намного сложнее выявить отбраковку компонента от производителя или компонента, который уже использовался ранее



а) Разбор изделия



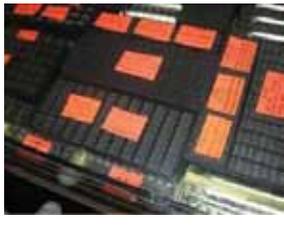
б) Нагрев печатного узла и «стряхивание» компонентов в тару



в) Сортировка по размерам и количеству выводов



г) Удаление старой маркировки и нанесение новой



д) Упаковка



е) Сбыт

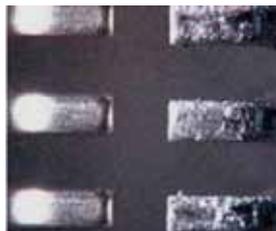
и прошел процедуру восстановления (рис. 3б). Такой компонент может даже успешно пройти параметрическое тестирование, но показать несоответствия при тестировании с воздействием повышенной и/или пониженной температуры. Традиционными этапами проведения входного контроля и выявления контрафакта являются:

- контроль сопроводительной документации;
- контроль внешнего вида (включая проверку качества маркировки, геометрических размеров и состояние выводов (рис. 5));
- контроль толщины и состава гальванических покрытий выводов (как правило, с применением методов флуоресцентной рентгеноскопии);
- контроль внутреннего состояния электронных компонентов и интегральных микросхем (рис. 6, 7) методом рентгеновской инспекции (наличие кристалла и соединительных проводников и контроля их длины (прогиба));

Рис. 2 Этапы производства контрафактных компонентов



а) «пустышка»



б) БУ компонент

- контроль отсутствия пустот между кристаллом и подложкой, дефектов корпуса с применением акустических сканирующих микроскопов (рис. 8, 9);
- электрический контроль – проверка электрических характеристик, в том числе и под воздействием температур. Проверка идентификационного номера при помощи технологий периферийного сканирования, проверка соединения «кристалл - вывод»;
- организационные меры.

Рис. 3 Примеры контрафактных компонентов: а) «пустышка», б) БУ компонент

Давайте рассмотрим каждый из перечисленных выше методов более подробно.

Производство электронных изделий начинается с приемки компонентов на склад. К сожалению, с появлением дешевых лазерных принтеров и принтеров этикеток документы утратили свою силу (рис. 4). Напечатать можно любой документ, в том числе и о военной приемке. Для защиты от такого рода специалистов по копированию необходимо модернизировать процесс оценки сопроводительной документации и внедрять ИТ-технологии.

При проведении контроля внешнего вида (методом оптической инспекции) можно выявить огромное количество несоответствий (рис. 5). Например, организовав рабочее место, в которое входят измерительный микроскоп с возможностью сохранения фотографий, компьютер и набор из реактивов, вы сможете выявлять перемаркированные компоненты, проверять геометрические размеры корпуса.

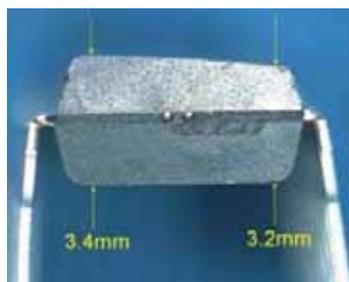
Рентгеновский и акустический контроль позволяет «заглянуть»



Рис. 4 Несколько наклеек на катушке



а) Маркировка легко удаляется ацетоном

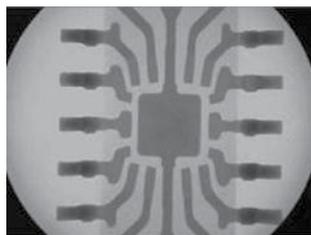
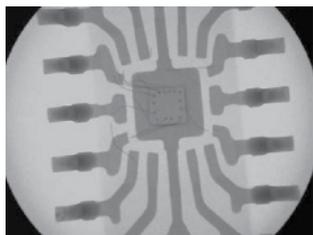


б) Неравномерная толщина корпуса



в) National Semiconductor не использует символ «<» в маркировке

Рис. 5 Примеры выявляемых дефектов



а) Отбраковка производителя

б) Пустышка

Рис. 6 Примеры дефектов, выявляемых рентгеновским контролем (компоненты из одной катушки)

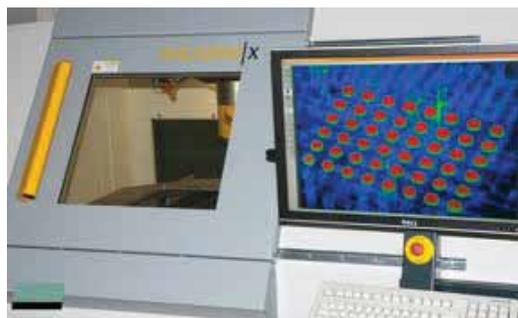


Рис. 7 Установка рентгеноскопического контроля Micromex

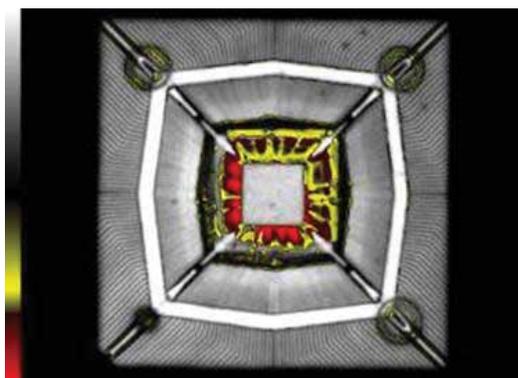


Рис. 8 Пустоты, выявляемые акустическим контролем

внутри компонентов, не разрушая их. При этом рентгеновскую инспекцию можно также использовать для компонентов в упаковке. Выше были описаны способы борьбы с подделками, но есть и такой вид контрафакта, как отбраковка производителя. Это является одним из самых сложных и опасных видов контрафакта. Покупая компоненты у производителя N, вы доверяете его системе качества. Производитель, проведя выходной контроль продукции, отправляет несоответствующие компоненты на утилизацию. Как правило, этим занимаются сторонние компании, и производитель не всегда может проконтролировать данный процесс и узнать, куда же ушли компоненты. Для их входного контроля применяется электрическое тестирование с воздействием температуры. Таким способом проверяются статические и динамические параметры компонента не

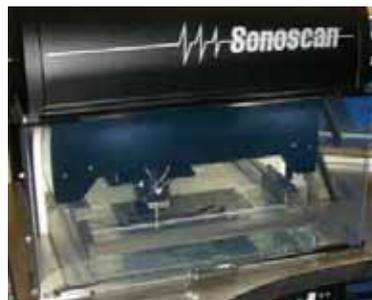


Рис. 9 Установка акустического контроля



Рис. 10 Установка Spea с «летающими» пробниками

только в нормальных условиях, но и при заданных температурных диапазонах.

Электрические методы тестирования весьма разнообразны и постоянно совершенствуются. Один из наиболее прогрессивных методов недавно опробовали в Остее. При внедрении установок электрического контроля SPEA 40xx (рис. 10) на отечественных производствах было замечено, что если в тестовой программе применялась методика NZT (измерения узловых импедансов) не только для поиска коротких замыканий, но и для выявления всех возможных отличий от «золотой платы», то при замене компонентов на аналоги (например, микросхемы от другого производителя) в финальном протоколе тестирования фиксируется большое количество несоответствий. Анализируя данное обстоятельство, наши инженеры пришли к выводу, что разница в значениях ёмкости относительно «земли» и падения напряжения на защитных диодах объясняется тем, что каждый производитель использует свою собственную технологию про-

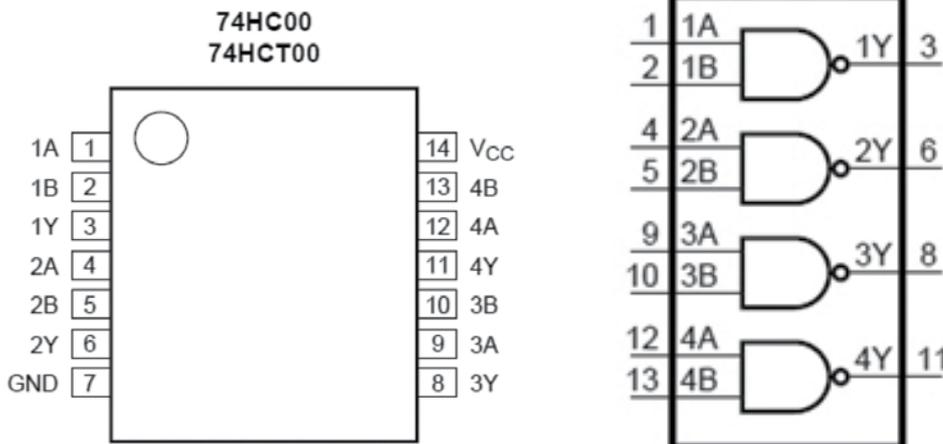


Рис. 11 Функциональная диаграмма микросхемы 74HC00

Таблица 1 Микросхемы, используемые в эксперименте

Производитель	ST Microelectronics	NXP	Texas Instrument	Неизвестный производитель
Номер	1-5	6-10	11-15	16-20

изводства и топологию кристалла. Появилась гипотеза, что каждый производитель имеет свой «технологический почерк». Для проверки гипотезы решили провести тестирование одинаковых микросхем разных производителей. В работе использовалась микросхема 74HC00 (рис. 11) следующих производителей: ST Microelectronics, NXP, Texas Instruments и микросхемы неизвестного производителя, купленной на Митинском радиорынке в Москве. Примечателен тот факт, что митинские микросхемы имели логотип, похожий на логотип компании Philips. Компоненты были размещены в ряд по пять микросхем каждого производителя (таблица 1). Измерения проводились на установке с «летающими» пробниками 4060 производства компании SPEA S.p.A., которая оснащена модулем NZT (измерение узловых импедансов).

По результатам тестирования были построены графики распределения значения ёмкости и падения на защитном диоде по каждому выводу в ПО MS Excel 2010. Некоторые из графиков приведены на рис. 12. Из графиков отчетливо видно, что распределения измеряемых параметров повторяются с высокой точностью для каждого из производителей.

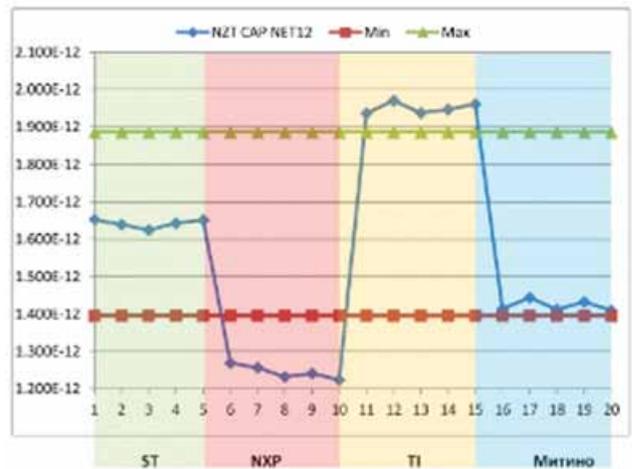
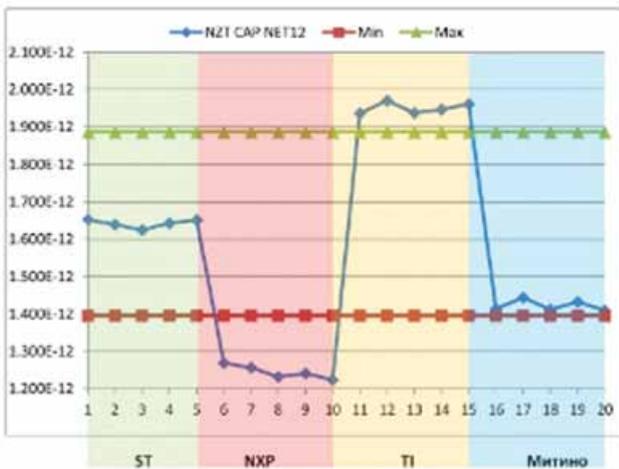
Однако встает вопрос: «Какое значение является верным при условии, что все микросхемы исправны?» Ответ может быть только один – если в партии микросхем параметры повторяются, то компоненты были изготовлены производителем N. Вы, конечно, возразите: «Кто же является истинным изготовителем: NXP или Texas Instrument (с изменённой маркировкой)?» Здесь тоже все просто – необходимо заказать у производителя несколько компонентов на схемотехническое опробование. Поверьте, производители будут только «за» и охотно отправят вам несколько компонентов (у них для таких целей предусмотрены бюджеты). Получив компоненты от производителя, проведите измерения, сохраните результаты в памяти компьютера и

при необходимости вы всегда сможете использовать эту программу для проверки вновь поступивших компонентов. Безусловно, не стоит брать и проверять все ЭРИ, которые вы получаете. Компоненты, у которых количество выводов <16, можно проверить на этапе внутрисхемного контроля. И не забывайте, что проводя внутрисхемный контроль, вы контролируете компоненты после всех технологических операций, что дает комплексную оценку качества печатного узла. Мы уже не раз сталкивались с ситуациями, когда после операции пайки керамические конденсаторы и индуктивности начинали либо растрескиваться, либо терять номинал, а на PN переходах изменялось падение напряжения.

Постоянные обсуждения на международных форумах по электронике и широкий набор разнообразных способов выявления контрафакта лишней раз подтверждает, что проблема является общемировой и решать ее необходимо сообща. Мировые производители объединяются в рабочие группы и создают базы данных, в которых регистрируют случаи выявления контрафактных компонентов, создают реестры недобросовестных поставщиков, пишут методики входного контроля и проводят совместное наполнение баз. К сожалению, в России пока каждый борется в одиночку.

Описанные в статье технические способы борьбы с контрафактом и организационные меры были представлены обзорно, но являются важными и эффективными. Как и в любом системном вопросе делать упор только на один из подходов неразумно, необходима комплексная оценка рисков и характерных признаков контрафактных компонентов, попадающих на предприятие.

В следующих статьях мы расскажем об опыте мировых производителей по организации входного контроля, регламентировании процесса закупок и квалификации поставщиков. ■■



а) б) Рис. 12 График зависимости: а) ёмкости относительно «земли» б) падения напряжения на защитных диодах