



Состояние и перспективы

производственно-технического комплекса печатных плат на Государственном Рязанском приборном заводе

Государственный Рязанский приборный завод (ГРПЗ) — крупнейший российский производитель печатных плат (ПП), специализирующийся на выпуске прецизионных многослойных печатных плат (МПП) с высокой плотностью межсоединений. На заводе благодаря использованию новейшей системы базирования MAS-LAM швейцарской фирмы PRINTPROCESS AG освоены уникальные технологические решения. Сегодня завод готов изготавливать печатные платы с минимальной шириной проводников и зазоров 0,08–0,1 мм, а также с минимальным диаметром сквозных, глухих и слепых отверстий 0,1–0,15 мм для BGA-компонентов с шагом выводов 0,8 мм.

**Геннадий Мылов
Юрий Набато
Валентина Люлина**

Печатные платы (ПП) являются важнейшим элементом любого электронного устройства. Технология изготовления ПП определяет качество изделия в целом, его себестоимость и надежность.

Освоение на ГРПЗ современной спецтехники и сложной продукции производственно-технического назначения, в том числе цифрового телекоммуникационного оборудования, потребовало выпуска печатных плат высокого класса плотности межсоединений. К настоящему времени тенденции рынка ПП сильно усложнились: существенно увеличилась степень интеграции компонентов, уменьшились размеры элементов печатных плат, значительно возросли требования к точности изготовления. Число элементов межсоединений на плате увеличилось настолько, что разместить их на двух слоях зачастую становится невозможным.

Чтобы завод мог отвечать тенденциям рынка, на производстве проведен ряд организационных, структурных, технических и технологических улучшений, закуплено и освоено новейшее оборудование передовых зарубежных фирм.

Проведенные структурные изменения позволили создать непрерывный сквозной цикл от проекта до приемки готовой продукции: автоматизированное проектирование — технологическая подготовка производства — изготовление — контроль готовой продукции с максимальной компьютеризацией этих процессов.

Подготовка производства. Новый программно-вычислительный комплекс позволяет обрабатывать входные форматы данных заказчика в системах PCAD 4.5; 8.5; ACCEL.EDA; PCAD 2000; PCAD 2001; Autocad 2004 и выпускать управляющие программы, распределяемые по локальной сети. Этот же

комплекс обеспечивает трассировку плат, получение данных для изготовления фотошаблонов, данных для сверлильных автоматов и систем тестирования. По существу, реализована система сквозного проектирования от создания принципиальной схемы до технологической подготовки производства в реальном масштабе времени и в рамках единого проекта.

В ходе подготовки производства неизбежно требуется адаптировать проекты заказчиков к реальным возможностям и требованиям производства, оптимизировать проектные решения с учетом параметров, допусков и особенностям оборудования. Используемые программы подготовки производства позволяют проверять конструктивные элементы, заложенные в проектах: зазоры между элементами, ширину проводников с учетом класса точности и обеспечения волнового сопротивления линий связи, незавершенные цепи (зависающие проводники), высвобождения на внутренних слоях, центрирование контактных площадок относительно сверления (обеспечение гарантийного пояса), соотношение минимального диаметра металлизированного отверстия к толщине платы и т. д.

Наличие сквозного цикла проектирования и изготовления печатных плат, а также возможность ввода данных на любом этапе позволяют предприятию принимать заказы, относящиеся к различным звеньям технологической цепи (на этапе проектирования печатных плат, их изготовления или тестирования). В подавляющем большинстве случаев их приходится «доводить» на месте, устраняя имеющиеся ошибки. Важную роль здесь играет не только высокая квалификация специалистов завода и возможность оценить поступившие проекты взглядом «стороннего» эксперта, но и широкие

функциональные возможности программного обеспечения, применяемого на ГРПЗ в процессе проектирования плат и подготовки их к производству.

Инженерное обеспечение. Технические изменения затронули весь состав основного и вспомогательного оборудования. Были изменены все электрические, паросиловые, воздушные и канализационные магистрали, станции нейтрализации сточных вод, станции подачи и очистки сжатого воздуха.

Для изготовления качественных плат высоких классов точности операции, связанные с фотолитографическими процессами, проводятся в специальных условиях вакуумной гигиены с классом чистоты 10000, с круглосуточным поддержанием температуры 20 ± 2 °C и влажности 50 ± 5 . В помещении «чистой комнаты» установлено высокоточное фотолитографическое оборудование:

- фотоплоттер RP-512 фирмы EIE в комплекте с проявочным процессором;
- автоматический ламинатор для нанесения фоторезиста с системой предварительного подогрева, обеспыливания, устройством обрезки пленки и т. д.
- автомат экспонирования EXPOMAT AEX 8,5;
- установка нанесения защитной маски «мокрый занавес» фирмы Burkle, обеспечивающая равномерное нанесение и автоматический контроль вязкости, в комплекте с установками сушки и термодублирования.

На производстве созданы новые технологические участки с чистыми климатическими зонами, удовлетворяющие требованиям прецизионной технологии.

Переоснащение основного производства. В результате технического переоснащения внедрено порядка трех десятков единиц сложного специализированного оборудования зарубежных фирм Schmid, Layffer, Lantronic, LSR, Schmoll, Orbotech, ATG и др.

На производстве внедрены и успешно эксплуатируются современные технологические процессы:

- химическая и электролитическая металлизация с использованием системы Circuposit 3000 в линиях LSR;
- прессование МПП в вакуумных прессах фирмы Layffer;
- гальваническое золочение ламелей разъемов на подслое никеля;
- процесс подготовки слоев МПП перед прессованием Circubond (коричневое оксидирование);
- изготовление МПП с глухими переходными металлизированными отверстиями;
- нанесение защитной паяльной маски и маркировочных знаков на установке фирмы Coates;
- автоматическое электрическое тестирование МПП на установках A2/8 и A3/8 фирмы ATG;
- иммерсионное золочение контактных площадок под пайку по химическому никелю;
- изготовление многослойных гибких печатных кабелей из полиимидных пленок Ryalux с плазменной обработкой отверстий перед металлизацией.

Обновлен комплекс оборудования и приборов для оперативного проведения химических анализов, контроля и исследования качества растворов, электролитов в лаборатории, оснащенной по рекомендациям фирмы Schipley. Контроль толщины покрытий осуществляется на компьютерной установке фирмы Fisher.

Контроль фотошаблонов, рисунка слоев МПП и рисунка готовых МПП по признакам внешнего вида осуществляется на комплексе оптического контроля OAI фирмы Orbotech, что позволяет избежать многих ошибок и дефектов рисунка, свойственных визуальному контролю человеком.

Для регистрации и сверления базовых отверстий МПП успешно эксплуатируется рентгеновская установка XRT-1000, которая обеспечивает автоматическое центрирование отверстий с помощью рентгеновских лучей.

В производстве печатных плат высокой плотности монтажа предъявляются повышенные требования к точности совмещения элементов межсоединений в многослойных структурах. В связи с этим наиболее ответственными и дорогостоящими технологическими этапами при изготовлении ПП является комплекс операций, связанный с совмещением слоев, сборкой пакета, прессованием МПП, сверлением, выполнением рисунка наружных слоев, нанесении маски и маркировки. Необходимая точность совмещения в прецизионных МПП обеспечена системой базирования MAS-LAM швейцарской фирмы PRINTPROCESS AG. Эта система не требует пробивки базовых отверстий в заготовках и фотошаблонах, штифтов в пресс-формах и т. д., для всех настроек она использует элементы технического зрения. Перед операцией прессования внутренние слои совмещаются по базовым отверстиям, просверленным с усреднением размеров слоя на установке TARGOMAT III, затем «бандажируются» в пакет клепочной машиной RIVOMAT II. Прессование осуществляется без фиксирующих штырей (штифтов). Вскрытие мишеней на внутренних слоях производится на установке TARGOMILL. Последующее сверление базовых отверстий для станков с ЧПУ и проведение замеров с применением системы «ОПТИМА-ТЕСТ» на установке TARGOMAT III обеспечивает контроль совмещения внутренних слоев и дает возможность при необходимости введения поправочных коэффициентов в программу сверления.

Экспонирование рисунка внешних слоев, маски и маркировки осуществляется на установке EXPOMAT AEX-8,5 с оптической системой совмещения (4 видеокамеры) фотошаблонов по реперным знакам (без пробивки базовых отверстий). Следящая система установки автоматически с высокой точностью совмещает фотошаблоны друг с другом и печатной платой.

Для «мокрых» процессов внедрены автоматические линии подготовки поверхности, проявления рисунка схемы, снятия фоторе-

зиста, снятия гальванического покрытия O-C, кислого и щелочного травления фирмы PILL с использованием новых принципов травления, с вакуумным отсосом рабочего раствора с поверхности заготовок. Все установки оснащены системой автоматического дозирования растворов.

Для контроля топологии рисунка схемы внутренних и наружных слоев используется оптическая система OAI Oqion-800 WR фирмы Gamtek.

Заявка на высокую прецизионность ПП потребовала использования высококачественных материалов от хорошо зарекомендовавших себя фирм: Isola (Германия), Du Pont (США), Morton (Англия) и др.

Перспективы. Для удовлетворения растущих потребностей рынка ПП в настоящее время на ГРПЗ ведутся работы по развитию современных технологий: технологии полиимидных печатных плат, технологии Micro-Via и гибко-жестких ПП. Их освоение позволит предприятию выйти на качественно новый уровень производства, значительно расширить технические возможности по изготовлению ПП (ширина проводников 80–100 мкм, зазор 0,1 мм, диаметр отверстия 0,15 мм, глухие отверстия и др.) и в конечном итоге удовлетворить любые потребности рынка.

Соответствующая модернизация технологии и оборудования позволила производственно-техническому комплексу печатных плат обеспечить экономическую эффективность производства и 2-сменную загрузку оборудования, а также выплачивать достойную заработанную плату персоналу.

Независимо от объема заказа, будь то единичная партия или большая серия, мы предлагаем индивидуальный подход к каждому заказу при неизменно высоком качестве изготовления ПП, в кратчайшие сроки и по оптимальным ценам. Ежегодно растет число заказчиков: в 2004 году их количество возросло в 2 раза и составило более 300 предприятий. Это обеспечило бесперебойную загрузку производства, его высокую рентабельность, а в дальнейшем — быструю окупаемость дорогостоящих вложений в модернизацию производства.

Сертификация производства. Производственно-технический комплекс печатных плат ГРПЗ сертифицирован по высшему уровню международного стандарта ISO 9001-2001: проектирование, разработка и производство. Высокое качество ПП подтверждено не только признанием требовательных заказчиков, но и полученными наградами на международных конкурсах:

- Золотой и Платиновый знаки «Всероссийская марка (III тысячелетие). Знак качества XXI века»;
- лауреат программы «100 лучших товаров России»;
- дипломом II степени «За вклад в развитие российской электроники» конкурса «Золотой Чип».