

Е. М. КУДРЯВЦЕВ

Россия, г. Смоленск, СКБ ВНИИОФИ

Дата поступления в редакцию  
02.11 2004 г.

## ФРЕЗЕРОВАЛЬНО-ГРАВИРОВАЛЬНЫЕ ПЛОТТЕРЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

В современном производстве печатные платы традиционно изготавливаются методом травления, который со временем отойдет в прошлое, уступив место новым методам с использованием лазеров и плазмы. Наряду с этим в практике уже давно используются настольные фрезерные станки с ЧПУ, предназначенные для изготовления печатных плат методом фрезерования и гравирования. В последние годы появились новые импортные и отечественные образцы.

Прогресс в технологии фрезерной обработки, рост производительности персональных компьютеров и мощности технологического программного обеспечения привели к появлению нового вида станков с ЧПУ — гравировальных плоттеров, наиболее доступные модели которых легко размещаются на столе.

Гравировальные плоттеры для изготовления печатных плат — это специализированные периферийные устройства для ПК, но более сложные, чем графопроекторы или принтеры.

Обращает на себя внимание целый ряд особенностей фрезеровально-гравировального метода производства печатных плат.

Плоттеры дают возможность изготавливать двухсторонние печатные платы (ПП) по схеме, мало чем отличающейся от базового позитивного способа производства, но из технологического процесса полностью исключены фоторезисты, фотошаблоны и, следовательно, оборудование.

Плоттеры позволяют выполнять:

- сверление отверстий по программе, зачистку заусенцев;

- фрезерование рисунка ПП. Здесь нужно отметить, что проводники не подтравливаются и управляющий компьютер точно выдерживает соотношение зазор/проводник.

Переходные отверстия металлизуются с использованием обычных гальванических методов (при партиях 1—100 штук можно использовать лабораторные методы). Лужение всего полотна ПП и переходных отверстий производится перед фрезерованием.

Метод гарантирует одну из важнейших характеристик ПП — высокое сопротивление изоляции, т. к. травление исключено из технологического процесса, а переходные отверстия металлизуются и лудятся, когда стеклотекстолит закрыт с двух сторон фольгой.

Потребляемая мощность плоттеров не более 100 Вт при разгоне двигателя и 90 Вт в рабочем режиме,

управляющего компьютера — 100 Вт. Такие характеристики ставят плоттер вне конкуренции с другими видами техники для производства печатных плат. При обычном изготовлении двухсторонней ПП используются 32 операции с применением тепла (электроэнергии), а также мощной вентиляции. В случае плоттера достаточно обычной бытовой вентиляции. Значительно упрощается обеспечение производства ПП материалами и инструментом. Обычно нанесение фоторезистов, травление и эксплуатация связанных с ними установок составляет 50% стоимости ПП, и к этому нужно добавить работу очистных сооружений и значительные производственные площади. В то же время рабочая зона одного плоттера 2 м<sup>2</sup>, и при использовании двух и более плоттеров достаточно помещения в 20 м<sup>2</sup>, а это под силу и малому предприятию, и НИИ, и частному предпринимателю. Методом гравирования можно изготавливать полосковые платы.

Таковы возможности настольных плоттеров, которые должны привлечь особое внимание изготовителей печатных плат.

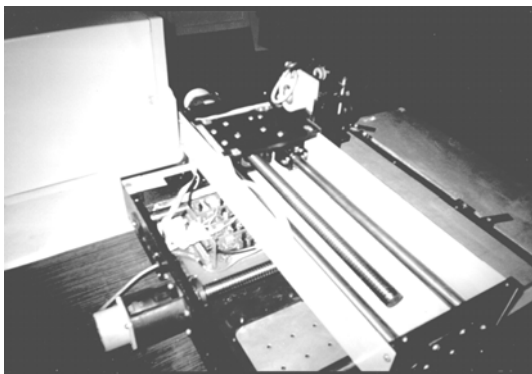
Оперативное изготовление мелких партий печатных плат (1—100 шт.) — вопрос достаточно сложный. Потребность в мелкой партии возникает при разработке новых изделий на проектных стадиях и стадиях разработки рабочей документации опытного образца, причем в этом случае часто необходимо вносить изменения в конструкцию печатной платы — например, в силу выявленных недоработок либо из-за изменения части элементной базы. Наилучшим решением здесь, несомненно, станет фрезеровально-гравировальный метод.

Плоттер изготавливается в виде настольного блока габаритами 749×680×340 мм и массой 60 кг. Гравировка «рисунка» платы и сверление производятся на фольгированном стеклотекстолите толщиной 0,5—3,0 мм. При толщине фольги до 55 мкм минимальное соотношение ширины зазор/проводник равно 0,25 мм, диаметры отверстий — 0,5—1,8 мм. Максимальная скорость головки 2,5 см/с, типовой размер рабочего поля 250×350 мм. Такие характеристики достаточноны для большинства разрабатываемых ПП. Настольные станки этого типа работают в России и на Украине.

Плоттер окупается в течение шести—двенадцати месяцев в зависимости от сложности плат и его загрузки, которая может быть круглосуточной. На предприятиях неэлектронного направления плоттеры могут быть использованы для ремонта станков с ЧПУ и роботов, средств механизации и автоматизации. Такой

участок изготовления плат есть на Смоленском автоагрегатном заводе и Брянском машиностроительном.

Используемый для привода шпинделя асинхронный двигатель — бесколлекторный, что намного увеличивает его ресурс. Скорость вращения шпинделя до 20 тыс. мин<sup>-1</sup>. В комплект поставки входит программное обеспечение и интерфейсный блок сопряжения с компьютером. Программное обеспечение позволяет подготавливать данные для фрезерования и гравирования из таких распространенных систем проектирования как PCAD, OrCAD, SmarWoRK, AutoCAD. Управление плоттером осуществляется от ПЭВМ типа IBM PC/AT. Типовая отечественная элементная база и стандартные конструктивные элементы (например, шарико-винтовые пары) обеспечивают высокую ремонтпригодность. Не критичен отечественный плоттер к применяемым материалам и инструменту. Существенно также, что электроника привода предельно упрощена за счет использования ресурса вычислительной мощности управляющего компьютера.



Смоленское ТОО «Анико» производит фрезероальные плоттеры, цена которых не превышает 6 тыс. дол. США. (Ближайшие функциональные аналоги данного плоттера — изделия германской фирмы LPKF, их стоимость — 20—26 тыс. немецких марок.) В настоящий момент ведется проработка моделей плоттеров следующего поколения с предельной ценой 3 тыс. дол. США (в зависимости от исполнения) с такими примерными характеристиками:

1. Рабочее поле — 600×500 мм.
  2. Скорость вращения шпинделя 20—60—110 тыс. мин<sup>-1</sup>.
  3. Вертикальное расположение печатной платы при всех видах обработки. Это облегчает удаление стружки и пыли, а также снижает на 30% массогабаритные характеристики станка.
  4. Мощность шпинделя 100—150 Вт или 200 Вт в зависимости от исполнения.
  5. Автоматическая смена инструмента.
  6. Возможная замена шарико-винтовых передач на несоосные передачи или высокоточные ленточные.
  7. Замена корпусных элементов на недорогие композитные материалы, и прежде всего, «синтегран» (полимербетон), не уступающий по своим механическим характеристикам граниту (демпфирование, гашение колебаний).
  8. Точность позиционирования от 0,02 до 0,005 мм в зависимости от исполнения.
  9. Специализированные головки, работающие в «вихревом» режиме и выполняющие полный цикл лужения платы и изготовления металлизированных сквозных отверстий с одной установки.
  10. Фрезерование изолирующей дорожки (минимальная ширина 0,15 мм) обеспечивается инструментом и настройкой его вылета, что позволит изготавливать печатные платы с минимальной шириной проводника 0,15 мм и таким же зазором между проводниками в узких местах. В широких местах зазор между проводниками может быть расширен до 3 мм за счет применения многопроходного фрезерования.
  11. Сверление отверстий диаметром 0,1—1,8 мм, автоматическая смена инструмента с помощью револьверной головки.
  12. Максимальная скорость перемещения головки плоттера 50—150 м/мин (в зависимости от мощности двигателя, исполнения и при перемещении под углом, кратным 45°).
- Такие характеристики позволяют изготавливать печатные платы в 1 дм<sup>2</sup> за 10—20 мин.

#### НОВЫЕ КНИГИ

**Пул Ч. П. мл., Оуэнс Ф. Дж. Нанотехнологии.— М.: Техносфера, 2004.— 448 с.**

Первое руководство на русском языке, описывающее структуру и свойства наноматериалов от твердотельных до биологических объектов. Исчерпывающе изложены технологии изготовления и методы исследования наноструктур, разнообразные применения — от оптоэлектроники до катализа и биотехнологий. Монография адресована широкому кругу научных работников, инженеров-электронщиков и технологов-химиков и биологов.

**Грушевский А. М. Сборка и монтаж многокристальных микромодулей.— М.: МИЭТ, 2003.— 196 с.**

Рассмотрены конструктивно-технологические решения основополагающих проблем технологии монтажа высокоинтегрированных многокристальных микромодулей, представляющих наиболее перспективное направление высокоплотного монтажа изделий микроэлектроники. Исследованы особенности технологий: сборки СБИС; сборки многоуровневых плат; автоматизированного монтажа СБИС на платы с обеспечением эффективного теплостока от кристаллов; контроля качества сборочных процессов.

Предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям 551100 и 654300 "Проектирование и технология электронных средств", а также для слушателей курсов повышения квалификации и специалистов, занимающихся созданием высокоинтегрированных изделий современной микроэлектроники.