

Современные растровые планшетные фотоплоттеры в производстве печатных плат.

Организация участка изготовления фотошаблонов

Для изготовления фотошаблонов (ФШ) печатных плат используются не только барабанные лазерные фотоплоттеры, но и планшетные фотоплоттеры, которые получают сегодня все большее распространение. Пленка в таких плоттерах размещается горизонтально, не претерпевая каких-либо деформаций и механических нагрузок. А при необходимости работать и на фотопленке, и на стеклянных фотопластинах планшетные фотоплоттеры становятся оптимальным выбором.

Сергей Бурденко

Burdenko@spb.petrocom.ru

Теперь фотоплоттеры имеют встроенный термодатчик, позволяющий при необходимости автоматически компенсировать уменьшение размеров фотопленки и при изготовлении фотошаблонов свести к минимуму влияние температуры в помещении.

Новые разработки планшетных фотоплоттеров

Благодаря использованию модулятора света, оснащенного новой LCD-матрицей с 1400×1050 пикселей, планшетные фотоплоттеры позволяют создать разрешение до 24 000 dpi, даже в стандартной комплектации MIVA 1624E.

В качестве примера приведем технические характеристики планшетных фотоплоттеров MIVA 1612E и MIVA 2808 (таблицы 1, 2).

В отличие от установок других типов планшетные фотоплоттеры в дополнение к пленкам позволяют экспонировать и стеклянные фотопластины, и пластинки с фоторезистом с максимальным разрешением 128 000 dpi (0,2 мкм). В таком универсальном плоттере используется не LCD-матрица, а устройство DMD (Digital Micromirror Device) с размером пикселя/минизеркала 13×13 мкм и скоростью переключения 7000 раз в секунду, а применение гранитной основы обеспечивает самую высокую точность и степень повторяемости фотошаблонов.

Для того чтобы полностью автоматизировать изготовление фотошаблонов, к планшетным фотоплоттерам (при автоматическом загрузчике фотопленки FilmFeeder) может быть подключена проявочная машина, например EG 750 PCB (Echo Graphic, Дания), рекомендуемая фирмой Kodak для фотошаблонов ПП.

Таблица 1. Технические характеристики фотоплоттера MIVA 1612E

Фотоплоттер MIVA1612E	
Точность	±10 мкм
Воспроизводимость	±5 мкм
Максимальный размер фотошаблона	560×410 мм
Разрешение (3000 dpi = 8,5 мкм)	3000 dpi 6000 dpi 12 000 dpi
Время изготовления ФШ размером 560×410 мм	2,5 минуты — 3000 dpi 5 минут — 6000 dpi 9 минут — 12 000 dpi
Мин. ширина проводника	25 мкм
Габариты (Ш×Г×В)/Вес	1140×800×415 мм/135 кг
Сжатый воздух	Не требуется
Электропитание	~220 В, 50 Гц / < 300 Вт
Фотоплоттер оснащен головкой экспонирования XENON-LCD (ксеноновая лампа тип FX-1161 и LCD-матрица SONY — 1400×1050 пикселей)	



Таблица 2. Технические характеристики фотоплоттера MIVA 2808 Sprinter

Фотоплоттер MIVA 2808 Sprinter	
Точность	±10 мкм
Воспроизводимость	±5 мкм
Максимальный размер фотошаблона	914×660 мм
Разрешение (3000 dpi = 8,5 мкм)	3000 dpi 6000 dpi 12 000 dpi
Время выполнения рисунка фотошаблона размером 457×610 мм	2 минуты — 3000 dpi 3 минуты — 6000 dpi 6 минут — 12 000 dpi
Мин. ширина проводника	25 мкм
Габариты (Ш×Г×В)/Вес	1465×1585×1485 мм/1300 кг
Сжатый воздух	60 л/мин @ 2 атм.
Электропитание	~220 В, 50 Гц / < 1 кВт
Фотоплоттер поставляется с внешним источником бесперебойного питания (UPS).	



К безусловным достоинствам планшетных фотопринтеров относятся высокие технические параметры, простота обслуживания, низкая стоимость эксплуатации и высокая надежность.

Начиная с 1997 года во всех моделях фотопринтеров в качестве источника света используется ксеноновая лампа-вспышка, которая в отличие от лазеров характеризуется большей продолжительностью эксплуатации, низким энергопотреблением и простотой юстировки.

Прецизионность

Каждый фотопринтер проходит индивидуальную автоматическую калибровку по специальному эталону с интервалом 10 мм, и все данные хранятся в чипе самого принтера (плюс копия на диске управляющего компьютера).

Датчики линейного перемещения с разрешением 1 мкм выдают информацию о точном местоположении фотоголовки по осям X и Y. Благодаря этому точность изготовления фотошаблонов для всех типов фотопринтеров составляет 10 мкм.

Фотопленка

Для изготовления ФШ ПП обычно используется ортохроматическая пленка высокого контраста, которую можно проявлять в помещении с красным светом (фильтр 1A_Red): Kodak AGX7, ABX7. Также возможно использование фотопленок, чувствительных к красному свету (тип Kodak RED7 и ARD7), но при этом требуется увеличение экспозиции на 30–40%.

Фотопринтер имеет простой интерфейс управления, что позволяет оператору быстро изменять основные параметры прорисовки фотошаблонов, в том числе и экспозицию.

При особых требованиях к стабильности работы фотопринтера и точности изготовления фотошаблона можно использовать стекло с фотоэмульсией.

В моделях MIVA16xx, 25xx фотопленку или фотопластину размещают на стеклянном столе эмульсией вниз, поскольку фотоголовка расположена снизу. На толщину пленки или стекла можно не обращать внимания, если она не превышает 6 мм.

В более габаритных моделях серии 28xx фотоголовка расположена сверху, и фотоматериал размещается на столе и фиксируется с помощью встроенного компрессора.

Ксеноновая лампа-вспышка

Основная особенность планшетных фотопринтеров — использование в качестве источника света ксеноновой лампы-вспышки, в отличие от лазеров характеризующейся большим сроком эксплуатации, низким энергопотреблением, простотой юстировки. Огромным преимуществом является также то, что белый свет ксеноновой лампы-вспышки позволяет экспонировать пленки, чувствительные как к зеленому, так и к красному спектру излучения.

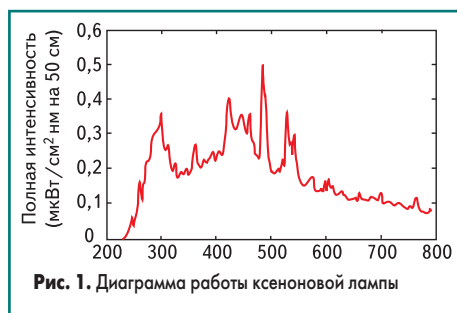


Рис. 1. Диаграмма работы ксеноновой лампы

Ксеноновая лампа имеет срок эксплуатации более десяти лет (или 10^{11} вспышек) и работает в диапазоне 400–650 нм (синий, зеленый и красный спектр) (рис. 1). Она излучает очень короткие (менее 3 мкс) импульсы света, а жидкокристаллическая матрица (LCD) модулирует свет согласно данным рисунка фотошаблона, которые кадр за кадром проецируются на фотопленку.

Метод графопостроения

В фотопринтерах используется стандартный компьютер (Pentium-4, ОЗУ 1 Гбайт) и специальное программное обеспечение, с помощью которого удается одновременно осуществлять процессы формирования растрового изображения и прорисовки ФШ. Обработка информации (растрирования) уже не является трудоемкой, и сразу же после завершения передачи данных в компьютер фотопринтера можно начинать прорисовку ФШ. Передача данных к принтеру может выполняться по локальной сети, с CD-ROM или дискеты.

Организация участка изготовления фотошаблонов

Какой бы современный фотопринтер ни использовался, чистота при производстве шаблонов также очень важна. Тривиальный пример — обрыв дорожки из-за волоска, лежащего на пленке.

Стремление к миниатюризации электронного блока выражается в уменьшении ширины дорожек и зазоров между ними. Одно из основных требований, предъявляемых к помещению, где изготавливаются фотошаблоны, заключается в очистке воздуха от пылинок, размер которых превышает 10% от минимального размера элемента. Это означает, что максимально допустимый размер частицы в воздухе может составлять 10 мкм при размере дорожек и расстояний между ними 100 мкм.

Идеальное решение проблемы чистоты и стабильности шаблонов:

- хорошо кондиционированные чистые помещения класса 10 000 для хранения материалов, нанесения рисунка и проявки шаблонов;
- костюмы для чистых помещений и воздушные шлюзы для персонала;
- полная автоматизация процесса изготовления шаблонов.

Такое решение, хотя и дорогостоящее, является наилучшим способом изготовления шаблонов высокой плотности (МПП 4–5-го класса точности).

Но совсем не обязательно делать полную перепланировку участка ФШ. Для получения приемлемых результатов по климатическим условиям и чистоте на участке изготовления ФШ можно ограничиться более простыми решениями.

Для того чтобы дооснастить помещение, где производятся ФШ, необходимо установить следующее оборудование:

1. Сплит-систему;
2. Автоматический увлажнитель воздуха;
3. Устройство обеспыливания воздуха;
4. Стеллаж для хранения ФШ.

Рассмотрим каждую позицию подробнее.

1. Сплит-система поддерживает температурный режим в помещении в пределах 20–22 °С.

Современные бытовые сплит-системы обеспечивают равномерное распределение воздуха в помещении и работают практически бесшумно. Они не занимают много места, компактны и удобны в эксплуатации.

2. Увлажнитель воздуха

Увлажнитель воздуха (рис. 2) должен иметь воздушный фильтр, препятствующий попаданию пыли внутрь прибора и распылению ее вместе с водяным паром. Устройство легко чистится и не требует регулярной замены.

Прибор должен поддерживать требуемый уровень влажности (для ФШ ПП обычно в пределах $55 \pm 5\%$) автоматически.

Поставленной задаче отвечает ультразвуковой увлажнитель воздуха Liiot LH-6511FN фирмы Cuckoo Electronics (Корея), хотя существуют и другие, не менее эффективные установки увлажнения воздуха.



Рис. 2. Увлажнитель воздуха

Характеристики Liiot LH-6511FN:

- воздушный фильтр, встроенный гигрометр;
- автоувлажнение до требуемого уровня;
- площадь помещения, м² — до 40;
- объем бака, л — 6;
- размеры, мм — 335×190×320.

3. Установка очистки воздуха от пыли

При отсутствии возможности спроектировать и построить стационарные чистые комнаты, предназначенные для производства фотошаблонов, можно использовать и другие варианты. В частности, решить проблему локальной очистки воздуха с помощью так называемого «чистильщика воздуха» — AirScrub. Он предназначен для очистки воздуха от пылевидных загрязнений, обеспечивает чистую рабочую среду и постоянно ее поддерживает.

Установку желательно разместить в углу помещения (или в противоположных углах при использовании двух систем AirScrub) на расстоянии 0,5–1 м от стен. Такое расположение оптимально для обеспечения необходимого

Таблица 3. Эффективность работы AirScrub

Время	Количество пылинок в литре						Помещение 30 м ²
	Размер пылинок, мкм						
	>0,3	>0,5	>0,7	>1,0	>3,0	>5,0	
12:00	324 633	23573	3136	1794	494	85	
12:10	330 494	24322	2994	1638	381	28	Включили AirScrub1000
12:12	213 206	15113	1723	876	169	12	
12:20	131 314	9054	862	452	28	0	
12:30	118 884	8503	791	367	14	0	

Замеры уровня пыли проводились прибором ParticleScan тип CR1000Pro.

забора воздуха и уменьшения уровня шума в помещении.

Система AirScrub может комплектоваться тремя типами фильтров:

1. Particulate фильтр для частиц до 1 мкм;
2. Фильтр НЕРА до 0,3 мкм;
3. Carbon — угольный картридж (патрон) для удаления запаха.

Кроме участка изготовления фотошаблонов применение AirScrub возможно и на участках оптического контроля, защитных паяльных масок, совмещения и сборки пакета МПП (для прессования) (рис. 3).


Рис. 3. AS-1000, AS-500, AS-300

Технические данные (модель AS-500):

- электропитание ~220 В, 50 Гц, 1,3 А;
- воздушный поток 6–14 м³/мин;
- уровень шума < 45 дБ;
- рабочий вес 12 кг;
- диаметр/высота 305/662 мм

Технические данные

(модель AS-1000; см. на фото в центре):

- электропитание ~220 В, 50 Гц, 1,5 А;
- воздушный поток 14–28 м³/мин;
- уровень шума 55–65 дБ;
- габариты: диаметр — 610 мм, высота — 1016 мм;
- рабочий вес 13,6 кг.

Количество и тип установок выбирается в зависимости от площади и объема помещения, а также степени чистоты помещения.

Например, при площади участка ~30 м² (около 90 м³) достаточно одного AS-500.

4. Стеллаж для хранения ФШ

Для постоянного хранения ФШ на участке изготовления ФШ или на участке экспонирования необходимо разместить стационарный стеллаж (рис. 4) для хранения фотошаблонов (до 600 шт.) — 2000–2500 (высота)×2060×650 мм.

Стандартный пакет ZIP-BAG — это прозрачный пакет из полиэтилена толщиной 0,2 мм с плоской молнией (по всей ширине) в верхней части. Они комплектуются наклейками. Пакеты удобны для хранения фотошаблонов, трафаретов и т. п.


Рис. 4. Стеллаж для хранения ФШ

Если участки изготовления фотошаблонов и экспонирования не могут находиться в смежных помещениях с одинаковыми климатическими условиями, то возможна организация архива фотошаблонов на участке экспонирования и доставка фотошаблонов с участка их изготовления в пыленепроницаемой, термостатированной таре с помощью передвижного стеллажа T-KADDY (рис. 4).

Таблица 4. Основные характеристики ZIP BAG

Ширина×Высота (внутр./ наруж. размер)	Макс. размер ФШ, мм
ZIP-BAG, толщина полиэтилена 0,2 мм	
ZIP-BAG 330×450/500 (13"×17"/19")	310×445
ZIP-BAG 650×450/500 (25"×17"/19")	625×445
ZIP-BAG 720×610/660 (28"×24"/26")	700×610
T-KADDY — стеллаж на колесах	
T-KADDY 1200×1030×650	Макс. 100 ФШ

Правильная организация и оснащение участка фотошаблонов не менее важны при изготовлении высокоточных ФШ (и соответственно печатных плат), чем выбор самого фотоплоттера. Ведь при плохой организации труда и без соблюдения условий по поддержанию чистоты и определенных климатических условий даже самое точное оборудование не может быть использовано в полной мере.