

# Пленки Fujifilm для печатных плат

Пол Валднер (Paul Waldner)

Сергей Софян

sofyan@absolutelectronics.ru

Введение

Все мы знаем, что такое фотопленка. Вслед за ростом производства печатных плат растет и ее использование.

Сегодня три очень сильных конкурента — производителя фотоматериалов — борются за свою долю рынка. Два из них — Agfa и Kodak — хорошо известны в Европе. Третий, Fujifilm, хотя и обладает самой большой долей мирового рынка в сегменте серебро-содержащих пленок для производства печатных плат (18 из 20 крупнейших производителей используют продукцию Fujifilm), но практически неизвестен в Европе.

Домашний рынок Fujifilm находится в Японии — крупнейшем в мире производителе гибких и гибко-жестких печатных плат, а также жестких плат с наиболее серьезными требованиями по разрешению рисунка, количеству слоев и сложности плат. Клиентскую базу Fujifilm можно описать как самую требовательную промышленную базу в мире.

Для нас, в Европе, клиент всегда «король», а в Японии Fujifilm работает на рынке, где клиенты привыкли, когда их называют «бог».

Как же компания Fujifilm откликнулась на требования к физическим параметрам фотопленки, связанные с потребностями их японских клиентов?

Почему пленка должна быть устойчивой к механическим воздействиям и стабильна по своим размерам в течение времени?

В современном процессе изготовления печатных плат есть много этапов, качество которых напрямую зависит от качества фотошаблона. Инженер-электрик выражает свои идеи в схематической форме. Дизайнер печатных плат превращает эту идею в трехмерную модель. Физическое расположение контактных площа-

док влияет на эффективное функционирование цепи. Правильное расположение по отношению к монтируемым компонентам, взаимное позиционирование слоев в процессе производства многослойных печатных плат, правильное расположение пробельных мест паяльной маски, точность механической обработки (сверление и фрезерование), постоянство электрических свойств (импеданс, индукция, емкость между слоями или элементами) — все это требования, которым должен соответствовать рисунок печатной платы.

## Технический статус фотопленок в индустрии печатных плат

Электротехнический идеал схемы становится дизайнерским идеалом в форме пакета CAD/CAM-документов, которые затем преобразуются либо в фотошаблон, либо в файл прямой отрисовки изображения. Рассмотрим роль пленки в процессе производства печатных плат на примере нескольких параллельных (конкурирующих) процессов.

Пленка — традиционно первый физический объект, отображающий идею инженера и дизайнера. С помощью современных технологий изображение на пленке переносится на субстрат, поэтому следует обсудить, как описанные выше требования к рисунку печатной платы могут быть выполнены и каково влияние материалов и процессов на конечный результат.

Что мы ожидаем от пленки?

Во-первых, качество рисунка. Другими словами — четкость контуров и правильность формы проводников. Необходимо учитывать три атрибута: разрешение, резкость (переход от черного к белому) и контраст.

Во-вторых, пленка должна соответствовать технологическому процессу. Важно учитывать возможность использования пленки с соответствующим плоттером, рамой экспонирования (стекло/стекло или стекло/майлар), оценить, легко ли определить сторону с нанесенной эмульсией, маркая ли пленка, насколько велико воздействие пыли во время создания рисунка и экспонирования.

Таким образом, целый ряд технических решений вложен в каждый кусочек пленки Fujifilm, Agfa и Kodak для соответствия этим требованиям.

Перечислим некоторые особенности пленки Fujifilm, позволяющие добиваться требуемых параметров:

- Матирующая добавка, введенная в обратный слой пленки, облегчает монтаж пленки в плоттере и фиксацию под вакуумом.
- Матирующая добавка, введенная в слой эмульсии, улучшает вакуумирование при экспонировании.
- «Мягкая» поверхность пленки и гибкость облегчают ее удержание в высокоскоростных плоттерах.

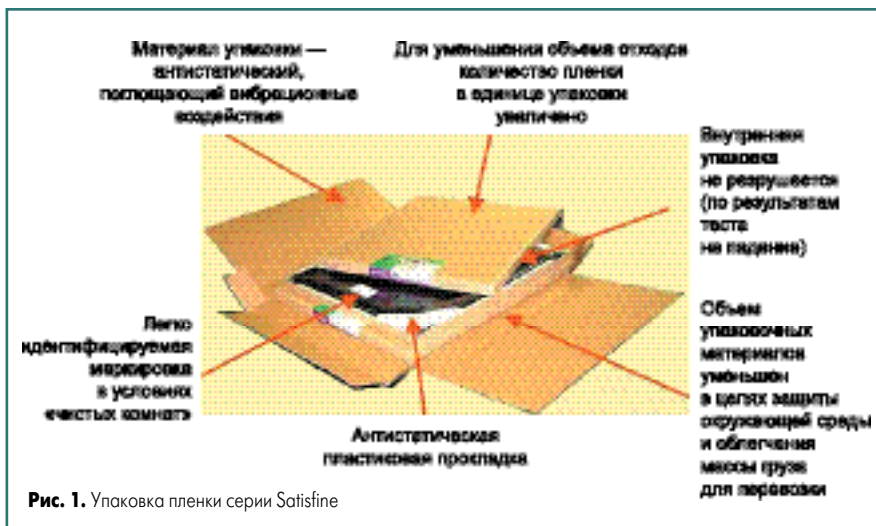


Рис. 1. Упаковка пленки серии Satisfine

- Специальная упаковка (рис. 1) защищает материал от повреждений и сохраняет оптимальную влажность во время хранения.
- Антистатические эмульсии с обеих сторон пленки предохраняют ее от притягивания пыли и, как следствие, от образования белых пятен на изображении.
- Составы для проявления пленки предохраняют ванну от «заиливания».
- Специальные составы для закрепления изображения, взаимодействуя с материалом слоя эмульсии, обеспечивают устойчивость к механическим воздействиям.

### Размерная стабильность

Этот параметр зависит от базового материала основы пленки и может быть описан как ожидаемое изменение размеров в плоскости X и Y при изменении той среды, в которой пленка используется.

Влияющие факторы:

- Дизайн упаковки, производство, хранение.
- Точность плоттера и его техническое состояние.
- Контроль состояния проявителя.
- Качество помещения, где находятся плоттер и установка проявления.
- Влажность и температура в помещениях, где работают с пленкой.

### Рынок фототехнической пленки в производстве печатных плат

В настоящее время рынок специализированной пленки для производства печатных плат в странах Европы, Среднего Востока и Африки составляет немногим более 2 млн кв. м в год. Небольшим производствам необходимо около 300–400 листов пленки в год, в то время как крупные производители могут потреблять схожее количество за неделю и менее.

Высокая разрешающая способность не является основным требованием для большинства потребителей в силу того, что большая часть используемых плоттеров работает на разрешениях между 2000 и 6000 dpi. Однако если используются разрешения до 50 000 dpi, то качество пленки и условия работы с ней становятся критически важными.

### Прямая лазерная отрисовка изображения (LDI)

Прямая лазерная отрисовка изображения, или LDI (Laser Direct Imaging), рассматривается большинством производителей печатных плат как универсальный инструмент в современном производстве. Основной мотив для этого — исключение фотоопераций. В настоящее время по всему миру работает более тысячи LDI-установок.

Несмотря на это, в ближайшем будущем использование пленок так и останется наиболее массовым инструментом для производства печатных плат. Но из-за высокой цены использование LDI имеет смысл только в тех случаях, когда стоимость проблемы выше, чем стоимость оборудования для ее решения.

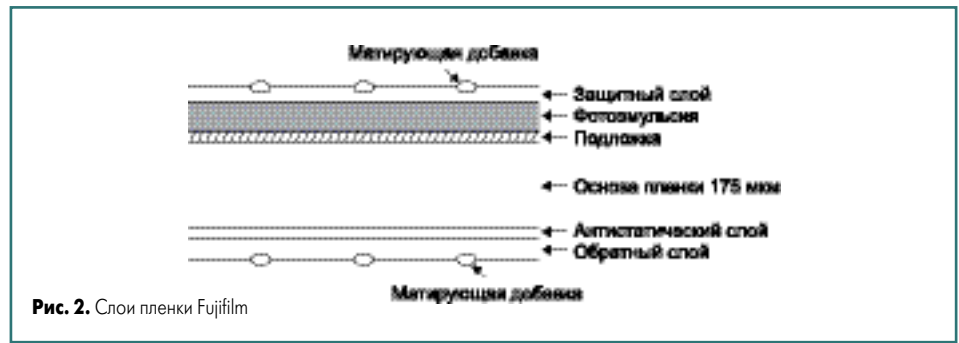


Рис. 2. Слои пленки Fujifilm

Оценочная стоимость технологии LDI составляет от 700 до 1200 евро в сутки (расходы на эксплуатацию, техобслуживание и амортизация в пятилетний период). Естественно, что классическое экспонирование через фотошаблон в несколько раз экономичнее.

### Преимущества использования пленки

Большинство производителей печатных плат видят использование пленки в своем производстве как надежный процесс и не имеют проблем с качеством пленок. Если мы сравним затраты на фотопроцессы с расходами на другие стадии на заводе, то станет ясно, что материалы для фотопроцессов не являются бременем для предприятий.

Стандартный комплекс по работе с фотопленкой на современном заводе печатных плат включает в себя темную комнату с контролируемой температурой и влажностью, площадью около 10 кв. м.

### Структура фотопленки Fujifilm серии Satisfine

Инженерия пленки часто недооценивается. Требования к фотопленке понятны, но как они достигаются, часто не известно конечному потребителю.

Для обеспечения упомянутых свойств пленка Fujifilm состоит из 8 слоев (рис. 2):

- Матирующая добавка способствует безупречному удалению воздуха при вакуумировании шаблонов перед экспонированием.
- Защитный слой поверх эмульсии с галогенидом серебра предохраняет пленку от царапин.
- Подложка (специальный слой адгезива под эмульсией) обеспечивает надежное сцепление изображения и основы пленки под воздействием фиксажа.
- Антистатический слой предотвращает накопление статического заряда на поверхности пленки и, как следствие, обеспечивает минимальное притяжение частиц пыли.
- Обратный слой имеет две функции: это удержание матирующей добавки, а также предохранение материала от скручивания.

### Механические и оптические свойства полиэстера

Наибольшее влияние на размерную стабильность фотопленки имеет материал основы — полиэтилентерефталатная пленка, известная как полиэстер. Эта пленка широко

используется там, где требуются оптическая чистота, механическая прочность, гибкость, химическая инертность и УФ-устойчивость. Для индустрии печатных плат Fujifilm производит свою собственную ПЭТ-пленку с улучшенными адгезионными и антистатическими свойствами.

Наиболее важным свойством полиэстера является его «пространственная память», то есть насколько его геометрические размеры возвращаются к исходным при изменении и возврате температуры и влажности.

Как показывают исследования, изменение размера пленки в диапазоне 15...35 °С практически линейно. Однако до 25 °С изменение размера несколько больше, чем в диапазоне 25...35 °С. Что касается воздействия влажности, то при уменьшении влажности ниже 55% наблюдается большее изменение размера, чем при ее увеличении.

Пленка производится при оптимальных условиях — это температура 25 °С и относительная влажность 55%.

Также стоит отметить, что при более высокой влажности пленка менее склонна к накоплению статического электричества.

### Будущее пленок в индустрии печатных плат

Очевидно, что LDI, DI, InkJet и другие цифровые технологии прямого нанесения рисунка с течением времени займут свое место там, где сейчас используются фотопленки.

Однако если нужно получить проводники с допуском в 10 микрон, фотопленка может дать вам этот результат. Быстро, воспроизводимо, автоматически, без крупных инвестиций и без дорогостоящего сервисного обслуживания.