

ИЗ ИСТОРИИ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Печатные платы сегодня – основа любого электронного устройства, профессионального и радиолюбительского. Однако современное их производство – это совокупность различных технологий, иногда дополняющих друг друга, иногда альтернативных. Когда же впервые появился этот столь обычный сегодня элемент РЭА и связанные с ним технологии?

Возможно, прототип всех современных печатных плат впервые разработал немецкий инженер Альберт Паркер Хансон (Albert Parker Hanson) в 1902 году (дата подачи заявки в патентное ведомство Германии). Его разработка была связана с бурно развивающейся тогда телефонией и намного опередила время. Метод Хансона предполагал формирование рисунка на медной или бронзовой фольге путем вырезания или штамповки. Далее сформированные элементы проводящего слоя приклеивались к диэлектрику – пропарафиненной бумаге или чему-либо подобному. Изобретатель уже тогда понимал важность увеличения плотности проводников, поэтому его технология предполагала приклеивание проводящего слоя к диэлектрику с двух сторон, предусматривались также сквозные соединительные отверстия. Хансон указывал, что проводники можно формировать гальваническим методом или посредством металлического порошка, добавленного в подходящий клеящий носитель ("проводящие чернила").

Известно, что аналогичные идеи независимо высказывал и Томас Эдисон. Отвечая на запрос Франка Спрагу (Frank Sprague), основателя компании Sprague Electric, как "нарисовать проводники на бумаге" великий изобретатель письменно изложил несколько возможных подходов. Первый из них – формировать рисунок посредством адгезивного полимерного материала и, пока он не застыл, посыпать его графитовым или бронзовым мелкодисперсным порошком. Второй подход – нанесение рисунка на диэлектрик нитратом серебра (хорошо известным и широко распространенным ляписом) с последующим восстановлением серебра из соли. Третий метод Эдисона предполагал использовать для формирования проводящего рисунка золотую фольгу. Хотя Эдисон напрямую и не упоминал о печатном процессе, изложенные им идеи широко используются в современных технологиях. Так, первая из них – это основа современных полимерных тонкопленочных технологий, вторая фактически описывает принцип современных методов нанесения покрытий путем химического восстановления.

Легко заметить, что все первые методы производства печатных плат были аддитивными. В то же время в полиграфии со времен прессы Гутенберга для изготовления матриц применяется субтрактивный процесс – изображение формируется путем удаления ненужных фрагментов. Сначала вырезанием на досках, затем травлением на металлических пластинах. Собственно, тер-

Patented Dec. 1, 1925.

1,563,731

UNITED STATES PATENT OFFICE.

мин "печатная плата" – это прямая калька с английского полиграфического термина printing plate – печатная форма (матрица). Очевидно, что уже достаточно развитые в полиграфии субтрактивные технологии не могли не прийти и в производство печатных плат. Первым запатентовал этот метод Артур Берри (Arthur Berry) в 1913 году. Он предлагал покрывать металлическую поверхность резистивным слоем, формирующим рисунок, а затем вытравливать незащищенные фрагменты поверхности. Вскоре подобный метод описал другой разработчик – Литлфилд (Littlefield).

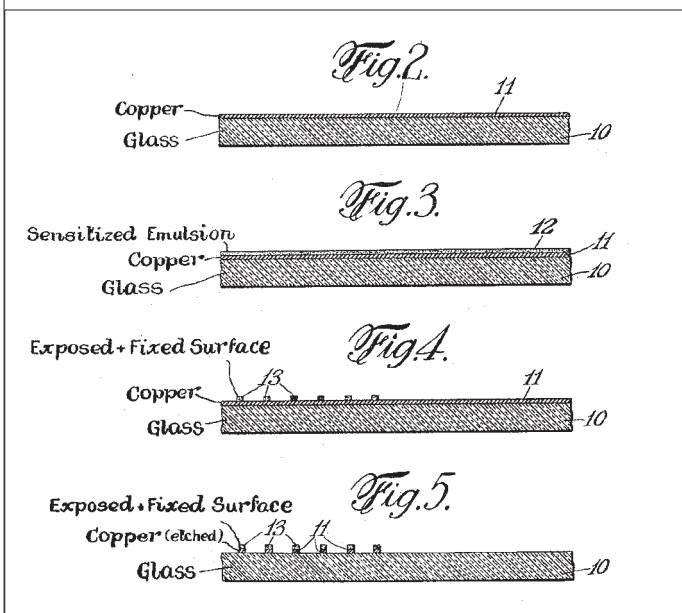


Рис. 1. Фрагмент патента Э.Бассисты. Формирование рисунка на плате

Технология фотолитографического изготовления печатных форм впервые детально описана в патенте жившего в США венгра Эллиса Бассиста (Ellis Bassist) в 1922 году. Хотя его метод (рис.1) предназначался для полиграфии, но легко мог быть адаптирован к производству печатных плат. Бассист подробно излагает технологию фототипии, предусматривающую, в том числе, применение светочувствительных солей хрома, а также изготовление за-

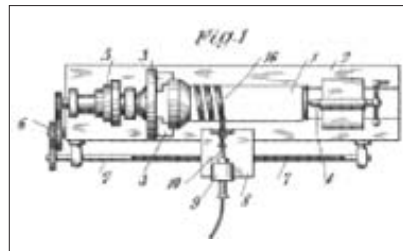


Рис.2. Устройство пламенного напыления металла М.Скупа

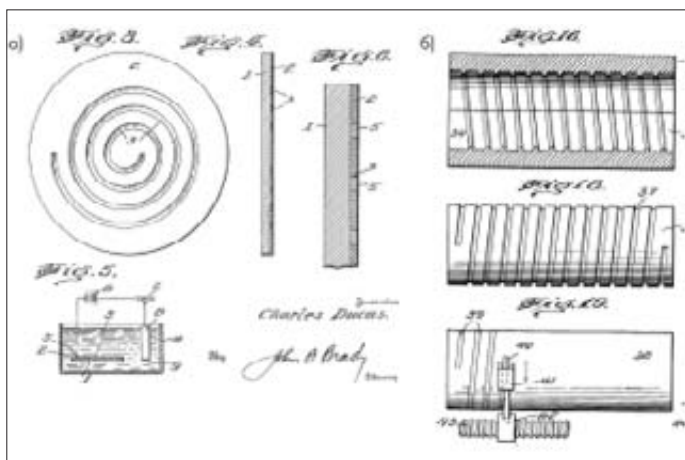


Рис.3. Фрагменты патента Ч.Дукаса: а) формирование двумерной катушки (первый метод), б) второй метод формирования проводящего слоя

готовок плат путем электролитического осаждения меди на диэлектрическую подложку.

В 1918 году швейцарский изобретатель Макс Скуп (Max Schoop) разработал промышленный метод газопламенного напыления металла (рис.2). Его технология позволяла осаждать тонкие высокопроводящие слои через маску, снижая тем самым энергоемкость аппаратуры. Недостатком метода была высокая цена и проблемы с формированием качественных слоев осажденного металла.

Патент американского изобретателя Чарльза Дукаса (Charles Ducas) содержал уже описание и технологии травления, и механизма металлизации проводников. Один подход Дукаса подразумевал формирование проводящего рисунка методом электролитического осаждения меди, серебра или золота на низкотемпературный металлический сплав через контактную маску. При нагревании незащищенные фрагменты сплава удалялись (рис.3а). Другой метод Дукаса – это формирование в диэлектрике типа воска канавок, которые заполнялись токопроводящими пастами и металлизировались электрохимическим способом (рис.3б). Отметим, что патент Дукаса описывал формирование проводников с двух сторон диэлектрической подложки, а также нанесение проводящей дорожки на цилиндрическую поверхность. Разработчик указывал, что его изобретение направлено на формирование отдельных узлов схемы – в частности катушек индуктивности. До настоящих печатных плат было еще далеко. Позднее Дукас продолжил работы в области многослойных печатных плат и методов межслойных соединений.

В 1923 году Сеймур (Seymour) использовал графитовую пасту для формирования проводящего слоя в гибких платах для радиоприемников. Диэлектриком служила вощеная бумага и гуттаперча. Применялись также медные и свинцовые токопроводящие пасты с последующим покрытием медью.

В 1926 году французский разработчик Цезарь Паролини (Cesar Parolini) развил аддитивный метод формирования проводящего слоя, предложенный Эдисоном и Дукасом, – формирование рисунка клеем на поверхности диэлектрика и, пока он не полимеризовался, нанесение на него медной пудры. Излишние частицы меди стравливались, полимеризация проводилась при нагревании. Паролини также предложил использовать столь обычный позднее элемент печатных плат, как проволочные перемычки. Они должны были устанавливаться до затвердевания полимера.

В 1933 году Эрвин Е. Франц (Erwin E. Franz), США, разработал метод формирования проводящего рисунка на целлофане или аналогичном материале. Использовались полимерные "чернила" с проводящим наполнителем – графитом. Затем сформированный рисунок осаждалась медь. Отметим, что разработчик прежде всего думал об упрощении изготовления трансформаторов и предполагал использовать вместо их обмоток многослойные конструкции из плат, собранных в пакет (рис.4). Работы Франца фактически заложили основы современных методов изготовления гибких печатных плат.

Однако подлинным "отцом печатных плат" считается Пауль Эйслер (Paul Eisler) – австрийский инженер, эмигрировавший в 30-х годах в Великобританию. Он занимался проблемой минимизации радиоаппаратуры и пришел к выводу, что полиграфические технологии применимы для производства печатных плат. Технологии массового производства печатных плат оказались востребованными во время Второй мировой войны, и ими в Великобритании вплотную занимался П.Эйслер. После войны он с женой отработывал на своей кухне технологию гальванического осаждения медной фольги и ее травления хлорным железом. Первоначально разработчик полагал, что основное применение его технологии – создание электронагревательных элементов, расположенных на самых

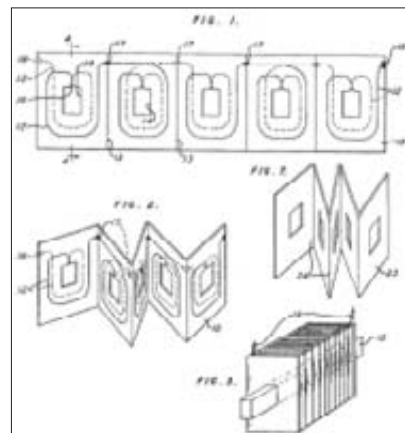


Рис.4. Изготовление трансформатора по Е.Францу

разных материалах и объектах – от обоев до обшивки крыльев самолетов и упаковок консервов. В 1948 году он основал фирму Technograph Printed Circuits – предприятие по производству печатных плат – и начал процесс патентования своей технологии в Великобритании и США (первые его патентные заявки были поданы в 1943–1944 годах). Всего было получено около 50 британских и североамериканских патентов. Примечательно, что в США конкурирующая компания Bendix возбудила иск против Эйслера, доказывая несостоятельность его патентов, поскольку, по мнению истца, кроме новой области применения (в радиоэлектронике), ничего принципиально нового они не содержали. В 1963 году Bendix окончательно выиграл дело, Эйслер формально был свергнут с трона родоначальника современных печатных плат. Возможно, в этом есть немалая доля истины, поскольку один человек не может быть единственным изобретателем печатных плат, их создание – это результат работы многих людей во всем мире. Однако следует признать, что вклад П.Эйслера в технологию печатных плат огромен и неоспорим.

В 1948 году в США были утверждены нормы, в соответствии с которыми все авиационное электрооборудование должно быть выполнено на печатных платах. С середины 50-х началось становление печатных плат как основы всех бытовых электрических приборов. Новая отрасль окончательно встала на ноги и с тех пор успешно развивается.

По материалам статьи: Ken Gilleo. The History of the Printed Circuit Board. – www.pcbuk.com/pcb-history.asp