

## ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ЦЕПЕЙ НА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

К.А. Манухин, Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение гимназия №73 «Ломоносовская гимназия» Выборгского района, Санкт-Петербург  
Научный руководитель – аспирант П.В. Варламов, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО», Санкт-Петербург

Данная работа посвящена исследованию возможности формирования электропроводящих цепей печатных плат с помощью лазерного излучения ИК-диапазона без использования фоторезиста. Были подобраны режимы лазерного излучения, позволяющие сформировать элементы цепи, выявлена минимальная толщина проводящей дорожки, а также изучено влияние кривизны элементов на режимы обработки.

**Введение.** Печатные платы используются практически во всех электрических устройствах, начиная от бытовых приборов и заканчивая сложной вычислительной техникой. Потребность в них постоянно возрастает, в связи с чем возникает необходимость в техническом улучшении технического уровня производства печатных плат.

Существует большое количество способов формирования электропроводящих цепей печатных плат, и в последнее время активно развиваются методы, использующие лазерное излучение. Главные преимущества данного метода - экономия времени и дополнительных расходов на химические реагенты для травления, что также делает этот способ более экологичным. Немаловажным является то, что стоимость формирования цепей с помощью лазерного способа слабо зависит от объёма партии.

Однако, чаще всего для формирования цепей печатной платы с помощью лазерного излучения используется фоторезист, что увеличивает время и сложность производства печатных плат. Поэтому целью работы является исследование возможности использования лазерного излучения ИК-диапазона для формирования электропроводящих цепей печатных плат без использования фоторезиста. Для этого были подобраны режимы лазерного излучения, обеспечивающие формирование проводящих элементов, определена минимальная толщина, зависимость работоспособности дорожки минимальной толщины от угла поворота дорожки и зависимость степени перекрытия лазерных пучков от радиуса искривления круглого элемента.

**Основная часть.** В качестве образцов в данной работе использовались печатные платы с медным напылением толщиной 18 мкм. Для формирования элементов печатных плат использовалась установка Минимаркер-2 на базе волоконного лазера с длиной волны 1064 нм. Для проверки проводимости сформированных элементов использовался универсальный цифровой мультиметр MSCTECH MY64. Визуальный анализ проводился с помощью микроскопа Carl Zeiss 77 Axio Imager A1M (Германия).

Для определения диапазона подходящих режимов лазерного излучения были сформированы квадраты на поверхности текстолита с медным напылением при разной длительности импульса, частоте, скорости сканирования и количестве проходов. В полученном диапазоне были выбраны самые эффективные режимы с точки зрения временных затрат для оптимизации работы. Затем была проведена серия экспериментов для определения минимальной толщины дорожки. Для этого были сформированы дорожки шириной от 40 мкм до 100 мкм с шагом 5 мкм. Также была проверена зависимость работоспособности дорожки

минимальной толщины от разных углов поворота: 30, 45, 60 и 90 градусов. В результате данных экспериментов было выявлено, что угол поворота практически не влияет на проводимость сформированных лазерным излучением элементов. Помимо прямоугольных были также сформированы круглые шаблоны для создания элементов цепи. В процессе работы было обнаружено, что перекрытие лазерных пучков при формировании окружностей больше, чем у прямых линий. После подбора режимов с помощью лазерного воздействия была сформирована цепь, которая является действительной схемой зарядного устройства для аккумулятора, и протестирована на отсутствие проведения тока в ненужных местах. Несмотря на успешный результат при формировании схемы с помощью векторного изображения, существует риск проводимости в неположенных местах, поэтому было принято решение использовать растровые изображения.

**Выводы.** В результате работы были подобраны режимы лазерной обработки, обеспечивающие формирование элементов цепи без использования фоторезиста. Из всех подобранных режимов, был выбран тот, который требует минимального времени на формирование элемента. Минимальная толщина проводящей дорожки достигала 12 мкм, при этом угол поворота элемента не влияет на проводимость дорожки. Для формирования кривых линий на схеме необходимо использовать режим работы лазера с увеличенной скоростью сканирования в силу разной степени перекрытия. Успешные испытания сформированной платы подтверждают возможности использования лазерного излучения для данных целей без фоторезиста, что позволяет применять лазерную обработку для создания цепей в различных областях науки и техники.

Манухин К.А. (автор)

Подпись

Варламов П.В. (научный руководитель)

Подпись