

**И. В. Дворников** – магистрант кафедры микро- и нанотехнологий аэрокосмического приборостроения  
**П. А. Хабаров** – (канд. техн. наук, доц.) – научный руководитель

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ОБЪЕМНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ СЛОЕВ

Производство многослойных печатных плат это сложный многоэтапный процесс с множеством возможных вариаций на каждом этапе производства. В предыдущей работе [3] была рассмотрена возможность замещения существующих технологий производства технологией Селективного Лазерного Спекания (далее СЛС). Для решения задачи по изготовлению многослойных печатных плат (далее МПП) посредством технологии СЛС предложена следующая схема организации процесса производства (рис. 1).



Рис.1. Структурная схема технологической цепочки

Рассмотрим содержание задач по внедрению новой технологии в производство МПП.

1. *Анализ технического задания на изготовление МПП.* Рассматривается возможность использования выбранной технологии. Проводится оценка требований, предъявляемых к конечному изделию и его характеристик:

- серийность производства. Наиболее эффективно использовать данную технологию при изготовлении единичных разнопрофильных изделий;
- массо-габаритные характеристики конечного изделия должны быть соизмеримы с характеристиками рабочей камеры установки;
- возможная сложность топологии изделия. В рамках технологии трехмерного производства МПП наиболее приоритетно изготовление максимально сложных топологических решений. В связи с отсутствием жесткой привязки линий проводника к конкретным слоям платы возможна оптимизация габаритов изделия и ресурсов для его изготовления.

2. *Объемное моделирование МПП в адаптированной САПР.* На данном этапе производится адаптация электрической схемы устройства и производится оптимальная трассировка с целью уменьшения габаритов изделия.

Существуют различные программные средства для создания трехмерных моделей, которые могут быть физически реализованы в установке СЛС. Рассмотрим возможность разработки устройства и формирования машинных кодов для его изготовления в едином программном комплексе. Такой комплекс должен реализовывать функции 3d-графического редактора (SolidWorks, 3Ds Max и т.д.), иметь систему анализа логических связей и электрических соединений (Altera max+, PCad, OrCAD), а так же иметь возможность оптимизировать трассировку проводников исходя из возможностей данной технологии.

3. *Физическое формирование структуры изделия в установке «3d-печати» МПП.*

При изготовлении коммутационного основания МПП применяется два вида исходных материалов: проводник и диэлектрик. Для реализации двухкомпонентной печати предлагается доработать типовую установку СЛС (рис. 2).

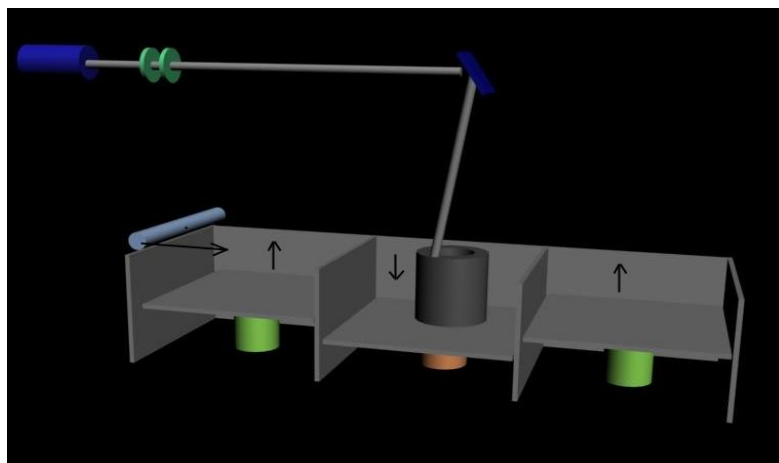


Рис. 2. Базовая схема установки СЛС

В типовой установке происходит однонаправленное распределение материала из зоны подачи порошка по рабочей области. При добавлении второго перпендикулярного направления распределения порошка (рис. 3) появляется возможность формирования двухкомпонентной структуры.

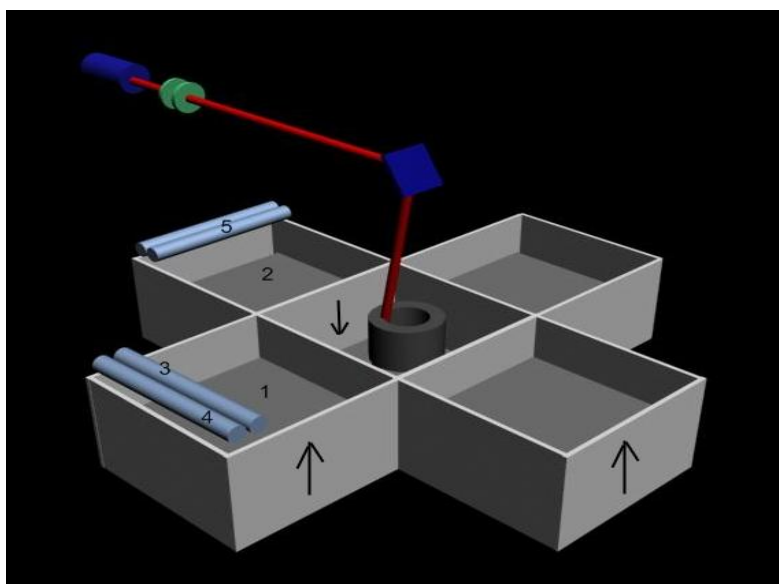


Рис. 3. Модернизированная схема установки СЛС

При распределении порошка из наполнителя (1, 2) разравнивающим валиком (3, 5) по рабочей области, происходит полное её заполнение. Поэтому для последовательного совмещения в одном слое различных материалов предложении использовать устройство удаления неспеченного материала (4). Таким образом, после описанных доработок формирование конечного изделия будет выглядеть следующим образом:

- Подготовка устройства к работе. На подготовительном этапе производится проверка работоспособности установки, помещение исходных материалов в соответствующие камеры: проводник (2), диэлектрик (1). В исходном состоянии платформа рабочей зоны находится на одном уровне с поверхностью порошка в наполнителях (1, 2).

- Распределение порошка по рабочей области. Платформа рабочей зоны опускается на уровень ниже, порошок диэлектрического материала из наполнителя разравнивается по ней валиком (3).

- Сфокусированный луч лазера проходит по массиву порошка, спекая его гранулы по контуру будущей модели. (формируется подложка ПП).

— Рабочая площадка опускается на уровень ниже, поршень подачи порошка наполнителя поднимает диэлектрик (1) на уровень выше, порошок диэлектрического материала разравнивается валиком (3) по подложке ПП.

— Лазером спекается порошок в областях, где не будет проходить проводник. Т.е. зоны трассировки остаются в неспеченном гранулированном виде.

— Устройством удаления (4) убирается неспеченный порошок из рабочей области. И на его место разравнивающим валиком (5) подается проводящий порошок.

— Лазером спекается распределенный проводящий порошок, находящийся на одном уровне с уже спеченным диэлектриком. Таким образом формируется первый коммутационный слой.

— Устройством всасывания (6) удаляются излишки проводящего порошка.

— Рабочая площадка опускается на уровень ниже, а площадки камер хранения исходных материалов поднимаются уровнем выше.

— Цикл формирования коммутационного слоя повторяется.

Разработанная конструкция установки трехмерного производства печатных плат позволяет реализовывать двухкомпонентную «3d-печать» коммутационных изделий электронной аппаратуры. Данный метод позволяет существенно ускорить производство единичных моделей электротехнического типа. Для получения конечного изделия используется всего два вида исходных материалов, что так же позволяет увеличить экономическую эффективность при производстве конкретного устройства.

#### **Библиографический список**

1. О. А.Макаров «Популярная Механика». октябрь 2011 №10 (108).
2. И.В. Шишковский «Лазерный синтез функционально-градиентных мезоструктур и объемных изделий –М.: ФИЗМАЛИТ, 2009.
3. И.В. Дворников Шестьдесят четвертая международная студенческая научная конференция ГУАП. СПб, 2011.