Professionelle PCB-Prototypen aus dem eigenen Labor

Elektronik für medizintechnische Anwendungen schneller entwickeln

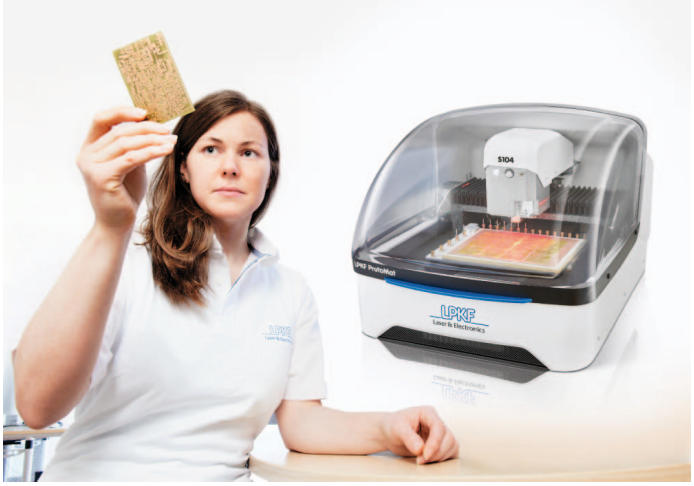


Bild 1: Leiterplattenproduktion mit einem Fräsbohrplotter

Das Prototyping von Leiterplatten ist in der Produktentwicklung unverzichtbar. Mit zunehmender Funktionalität, Miniaturisierung und dem Anspruch an die geometrische Präzision steigen die Anforderungen an das Prototyping. In der Medizintechnik ist es von entscheidender Bedeutung, die Time-to-Market möglichst kurz zu halten – zum Wohle der Patienten. Durch Inhouse-Prototyping kann dieser Forderung entsprochen werden. Entgegen landläufiger Ansicht lassen sich PCB-Prototypen dabei sogar weitgehend chemielos erstellen (Bild 1). Hörgeräte, Insulinpumpen, Implantate, Monitore, Beatmungsgeräte – heute arbeiten nahezu alle medizintechnischen Geräte mit Mikrosystemen, die immer ausgefeilter sind und auf immer kleinerem Bauraum immer mehr Funktionen integrieren können. Und das unabhängig davon, ob das Endgerät im oder am Körper oder platziert ist oder für die Diagnostik verwendet wird. Der Innovationskraft der Branche entsprechend ist es sinnvoll, die Ideen der Entwickler schnell in Funktionsmuster zu überführen. Im Leiterplatten-Prototyping sprechen viele Gründe dafür, die Baugruppen schnell, kostengünstig und möglichst ohne großen Zusatzaufwand selbst herzustellen:

- Sensible Daten und Schaltungen sollen das eigene Labor nicht verlassen.
- Gerade bei einer im Vorfeld nicht überschaubaren Zahl an Iterationsschritten können sehr hohe Kosten anfallen, wenn eine externe (Express-) Fertigung notwendig ist.
- Der Entwickler mit eigener Prototypen-Produktion kann den Gesamtvorgang beeinflussen.
- Die Time-to-Market reduziert sich nach Zahl der Leiterplattenmuster ganz beträchtlich.

Nutzt man chemielose Verfahren wie LPKF sie anbietet, reduziert sich darüber hinaus der Platzbedarf sowie der Aufwand gegenüber mehrstufigen Badsystemen erheblich, die einer Überwachung bzw. Entsorgung der Chemikalien bedürfen und höhere Arbeitsschutzauflagen erfordern.

Leiterplatten-Prototyping

Der Prozess des Leiterplatten-Prototypings gliedert sich in verschiedene Abschnitte:

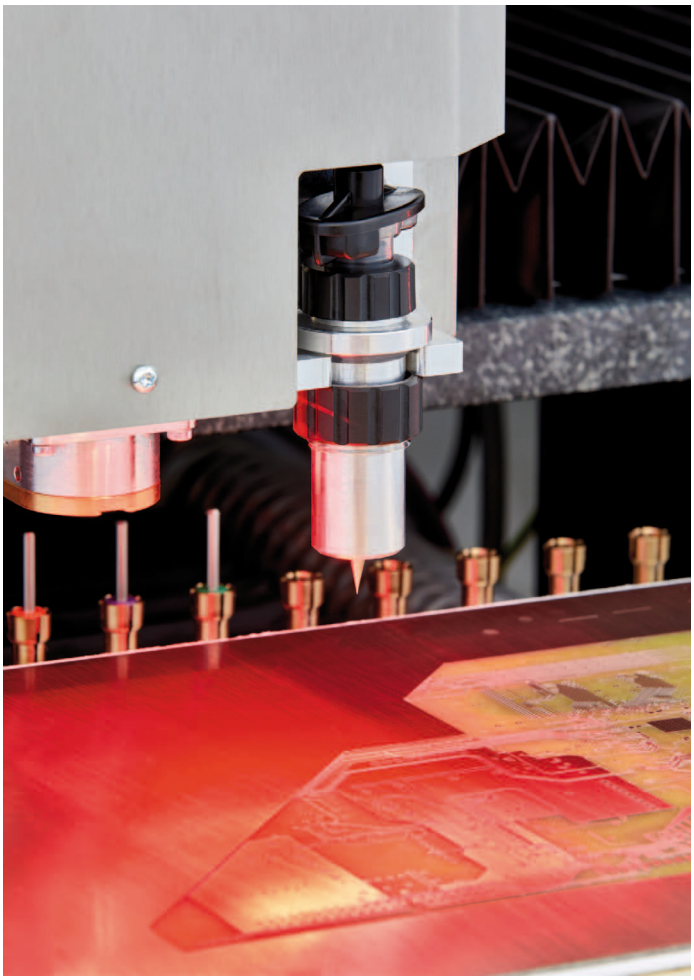


Bild 2: Der Fräsbohrplotter arbeitet Leiterstrukturen aus dem vollflächig beschichteten Material heraus

Autor:
Lutz Wilke, Team Leader ProtoMat/ProtoLaser DevelopmentQuipment

LPKF Laser & Electronics AG
www.lpkf.de

1. Schaltungsentwurf und die Übertragung in ein Leiterplatten-Layout
2. Herstellung der Leiterplatte mit dem Leiterbild
3. Bestückung; diese erfolgt in mehreren Teilprozessen

Leiterplatte mechanisch oder mit Laser strukturieren

Die Herstellung des Leiterbilds ohne Ätzchemie erfolgt entweder mit einem Fräsbohrplotter oder mit einem Lasersystem. Bei der mechanischen Strukturierung mit dem Fräsbohrplotter arbeitet eine Hochfrequenzspindel Leiterbahnen aus einer vollflächig beschichteten Platte heraus. Ein Werkzeug fräst Isolationskanäle, die Leiterbahn bleibt stehen. Je höher die Spindeldrehzahl, desto geringer ist die Material- und Werkzeugbeanspruchung. Fräsbohrplotter mit Spindeldrehzahlen von bis zu 100.000 U/min können auch empfindliche Substrate präzise bearbeiten.

Auf diesem Weg lassen sich Leiterbahnen mit einer Breite von nur 100 µm herstellen. Für doppelseitige Leiterplatten ist ein Passersystem für eine genaue Platzierung des Basismaterials erforderlich – nach dem Umdrehen müssen die beiden Leiternetze exakt übereinander passen. Einfacher funktioniert es mit einem Visionsystem, bei dem die Kamera Passermarken (Fiducials) erfasst und die Strukturierung daran ausrichtet. Fräsbohrplotter können auch bohren. Gut ausgestattete Systeme entscheiden sich selbständig für das optimale Werkzeug und bedienen sich entsprechend aus einem Werkzeugmagazin (Bild 2).

Strukturierung mit dem Lasersystem

Bei der Strukturierung mit einem Lasersystem entfernt der Laserstrahl das Material in den Isolationskanälen neben den Leiterzügen. Der Laser verdampft mit jedem Laserpuls eine geringe Menge des Kupfers. Vorteil des Lasers: Die Bearbeitung findet in der Breite des Laserfokus statt. Je nach Lasersystem sind Leiterstrukturen mit einem Pitch von 75 µm (25 µm Abstand, 50 µm Leiterbahn) oder noch feiner möglich. Der Laser hat noch einen weiteren Vorteil: Er entfernt die Metallschichten berührungslos ohne mechanische Einwirkung. So lassen sich auch sehr empfindliche und neue Materialien und Baugruppen bearbeiten. Je nach Wellenlänge des Lasers kann dieser auch Leiterplatten ausschneiden oder bohren. Auch der Laser kann problemlos doppelseitige Leiterplatten herstellen.

Durchkontaktieren, Bestücken, Löten

Die Durchkontaktierung der Bohrlöcher kann auf verschiedene Arten vorgenommen werden. Beim herkömmlichen galvanischen Verfahren findet zunächst eine Aktivierung der Oberfläche der Bohrhülsen statt, dann baut sich galvanisch eine Metallschicht auf. Für die Arbeit im Elektroniklabor existieren kompakte Galvanikeinheiten mit bis zu sechs unterschiedlichen Bädern für Vorbehandlung, Reinigung, Galvanisierung und Verzinnung. Bei modernen, softwaregestützten Galvanisierungssystemen sind keine Chemiekenntnisse erforderlich.

Durchkontaktierung

Eine alternative Methode der Durchkontaktierung nutzt eine spezielle Pastenbeschichtung. Die zu kontaktierenden Löcher werden durch eine Schutzfolie in die Leiterplatte gebohrt. Mit Hilfe einer Rakel und eines Vakuumtisches wird die Kontaktpaste durch die Löcher gezogen und im Ofen ausgehärtet. Anschließend wird die Schutzfolie abgezogen (Bild 4).

Lötstoppmasken und Bestückungsdruck

lassen sich durch ein lithografisches Verfahren ohne umweltbelastende Chemikalien aufbringen. Beim Lötstopplack wird zunächst die gesamte Oberfläche mit UV-aktivem Lack fotosensitiv beschichtet. Eine bedruckte Transparentfolie dient als Maske für die UV-Belichtung der Lackschicht. Anschließend werden die nicht belichteten Lotpad-Bereiche im Wasserbad freigespült. Mit einem ähnlichen Prinzip kann auch der Bestückungsdruck auf die Leiterplatte aufgebracht werden.

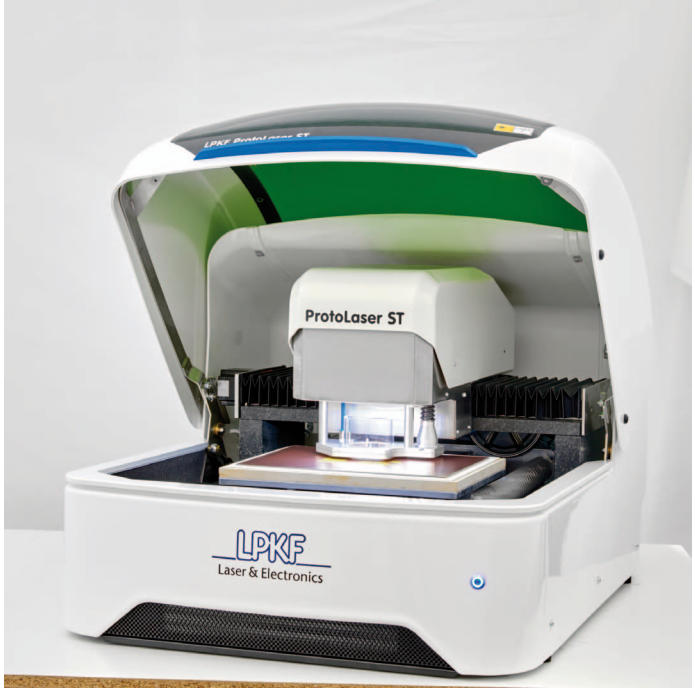


Bild 3: Der ProtoLaser ST ist ein sehr kompaktes Tischgerät, mit dem sich zahlreiche Leiterplattenmaterialien schnell und präzise bearbeiten lassen

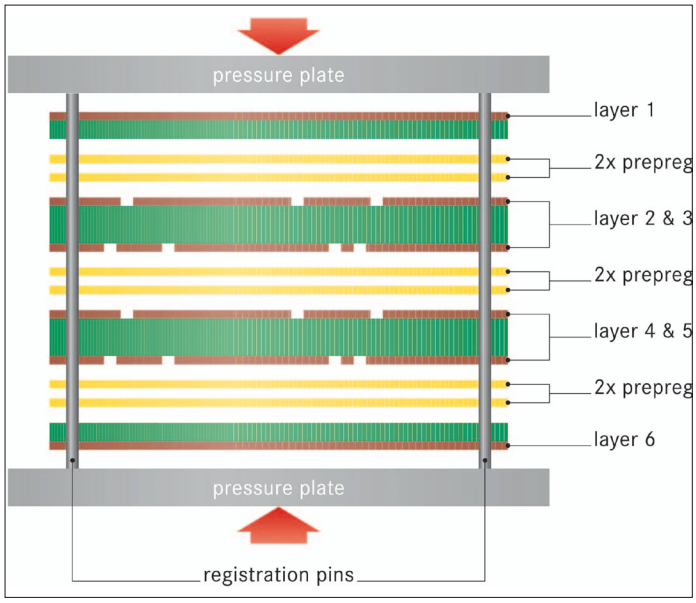
Multilayer

Für das Herstellen von Multilayern sind separate Außen- und Kernlagen erforderlich. Derzeit lassen sich im Inhouse-PCB-Prototyping sechslagige Multilayer herstellen, unter Umständen sind auch acht Lagen möglich. Die einzelnen, strukturierten Lagen und die erforderlichen Klebeschichten werden auf ein Registersystem aufgelegt und dann mit einem definierten Wärme-/Druckprofil zu einer Einheit verbacken.

Bestückung

Nach der Herstellung der Leiterplatte folgt die Bestückung. Bei

Bild 4: Bei der pastösen Durchkontaktierung zieht ein Vakuumtisch die Kontaktpaste durch die gebohrten Löcher in der Leiterplatte



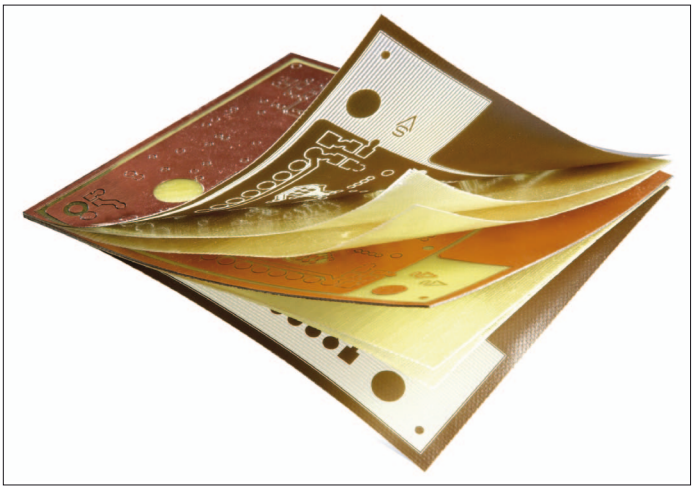


Bild 5 und 6: Auch Multilayer lassen sich – die Präzision bei der Herstellung der einzelnen Lagen vorausgesetzt – im eigenen Labor herstellen. Mit einem Registersystem werden die einzelnen Lagen in Position gehalten

Bild 7: Ideal für komplexe Bestückungsaufgaben: Ein halbautomatischer Bestücker mit Magazin-, Stangen- und Rollenfeeder, einer Kamerakontrolle und einer Mikrometerpositionierung

SMD-Komponenten kann das notwendige Aufbringen von Lotpaste in Einzelschritten mit einem Dispenser erfolgen. Schneller ist ein Schablonendruck: Eine Schablone mit Löchern wird präzise über der Leiterplatte platziert und die Lotpaste im Siebruckverfahren aufgetragen. StencilLaser schneiden für die Serienproduktion spezielle (Metall-) Schablonen; im Prototyping lassen sich ausreichend standfeste Schablonen in Polyimidfolien mit Fräsbohrplottern herstellen.

Die eigentliche Bestückung ist im Elektroniklabor mit einer halbautomatischen Unterstützung auch bei SMDs oder kompakten ICs sehr gut umsetzbar. Mit einer Vakuumpipette nimmt der Anwender das Bauteil aus einem Feeder oder einer Bauteilschale auf, bewegt es über die Leiterplatte und setzt es exakt über dem Lotpad ab. Die Feinpositionierung mit Mikrometerschrauben findet automatisiert unter Kamerakontrolle statt.

Reflow-Verfahren

Bei Leiterplatten mit einer hohen Zahl an kleinen Komponenten ist manuelles Löten nicht sinnvoll. Im PCB Prototyping hat sich dafür das Reflow-Verfahren bewährt: Die Leiterplatte wird in einen Reflow-Ofen eingelegt, der dann rechnergeführt die erforderlichen Temperaturprofile für Aufheiz-, Löt- und Abkühlphase ablaufen lässt (Bild 8).

Chemie ist also nicht nötig, um hochwertige PCB Prototypen und sogar Multilayer im eigenen Labor herzustellen. Ein gut ausgestatteter Fräsbohrplotter, ein Laser und moderne Produktionsprozesse helfen dabei, seriennahe PCB Prototypen in nur einem Tag zu produzieren. ◄

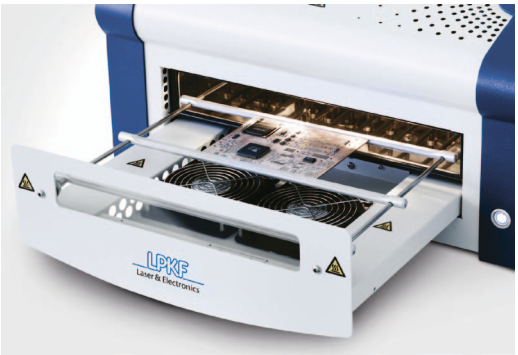


Bild 8 : Ein moderner, kompakter Reflow-Ofen sorgt für eine gleichmäßige schonende Lötung bei PCB Prototypen

Videos zur PCB Herstellung mit Lasersystemen
https://www.youtube.com/watch?v=PhH05jNyjCk&list=PL2C566A88EF45284C
https://www.youtube.com/watch?v=ZHYPOHsFY5Q&list=PL2C566A88EF45284C&index=16