

# Dreidimensionale Bauteile senken Produktkosten

## NEUE LDS-ANLAGE FÜR KOSTENEFFIZIENTE MASSENPRODUKTION

Mit der Laser-Direktstrukturierung (LDS) ließen sich bisher 3D-Schaltungsträger in kleinen und mittleren Serien oder sogar als Einzelstücke kosteneffizient produzieren. Die neue ›Fusion3D‹-Anlage von LPKF senkt die Strukturierzeiten und -kosten auf rund ein Drittel. Damit werden dreidimensionale LDS-Schaltungsträger für den Massenmarkt attraktiv.

WOLFGANG JOHN

Bei elektronischen und mechatronischen Produkten dominiert seit Langem ein Trend: Die Bauteile sollen schrumpfen, aber gleichzeitig immer mehr leisten. Speziell im Auto brauchen die zusätzlichen Sensoren und Komponenten der neuen Fahrerassistenzsysteme inklusive ihrer Verkabelung immer mehr Platz, der eigentlich nicht zur Verfügung steht. Weiter machen sie das Fahrzeug schwerer, was ebenfalls unerwünscht ist: So wiegt schon heute der Kabelbaum eines 3er-BMW etwa 30 kg. Dazu kommen dann noch entsprechend steigende Kosten für Herstellung und Einbau der Systeme, was weder dem OEM noch dem potenziellen Kunden schmeckt.

In der Kommunikationstechnik stehen die Hersteller unter extremem Druck, ständig neue Produkte innerhalb kurzer Zeit auf den Markt zu bringen, um ihre wirtschaftliche Stellung zu wahren. Und diese neuen Produkte müssen notgedrungen über ihre Alleinstellungsmerkmale aus der großen Masse der Mitbewerber herausragen, um sich am Markt zu behaupten. Da sind natürlich Technologien wie MID (*molded interconnect devices*) gefragt, die neue Produkte mit bisher unerreichter Funktionalität möglich machen.

### Gesteigerte Funktionalität dank MID

MID bedeutet, dass auf dreidimensionalen Bauteilen aus Kunststoff Leiterbahnen aufgebracht und elektronische Komponenten auf kleinstem Raum angeordnet werden. So kann man elegant Chips in ihrer Umverdrahtung stapeln oder Antennen von Smartphones oder Netbooks platzsparend auf dem Gehäuse erzeugen. Außerdem reduziert die Integration von Funktionen die Zahl der einzelnen Komponenten, eliminiert diverse Fertigungsschritte, spart so automatisch weitere Kosten ein und liefert gleichzeitig eine höhere Qualität der Bauteile.

Um Leiterbahnen auf den Kunststoffteilen aufzubringen, stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. Beim Heißprägen presst ein Stempel dünne, flexible Folien auf das Bauteil auf. Die überschüssige

Folie wird anschließend abgezogen. Das Verfahren ist einfach, und es funktioniert mit einer großen Anzahl von Werkstoffen, aber feine Leiterbahnen, echte Dreidimensionalität und komplexere Schaltungen sind damit nicht realisierbar. Beim Zweikomponenten-Spritzguss fertigt man aus dem ersten Kunststoff den Schaltungsträger. Der zweite, metallisierbare Kunststoff wird nur dort aufgebracht, wo später Leiterbahnen verlaufen sollen. Das Verfahren setzt der 3D-Gestaltungsfreiheit nur wenig Grenzen, aber die beiden benötigten Spritzgussformen machen das Verfahren teuer. Auch die Herstellung von Feinleitern ist ein Problem. Dazu kommt die relativ lange Zeit, bis ein solches Produkt den Sprung in den Markt schafft. Allein die Vorlaufzeit für die Entwicklung der Spritzwerkzeuge beträgt etwa zwei Monate.

Wie in vielen Produktionsbereichen eröffnet auch bei MID der Laser mit seiner

### KONTAKT

LPKF Laser & Electronics AG  
30827 Garbsen, Deutschland  
Tel. +49 (0)5131 7095-0  
www.lpkf.de  
**Lasys: Stand 1-C12**

unvergleichlichen Flexibilität ganz neue Perspektiven. Beim Subtraktivverfahren entfernt der Laser Metallschichten, wo sie nicht benötigt werden, oder öffnet ein Resist für ein anschließendes Ätzverfahren. Dieses Verfahren benötigt einen langen Lasereinsatz und großflächig metallisierte Bauteile.

Unternehmer damit kosteneffizient kleine und mittlere Serien herstellen. Auch Einzel fertigungen stellen für ihn weder ein Kosten- noch ein technisches Problem dar: Der Weg vom Prototyp zur Serienfertigung ist kurz und kostensparend, der Unternehmer kann schnell auf Wünsche des Markts reagieren (Bild 2).



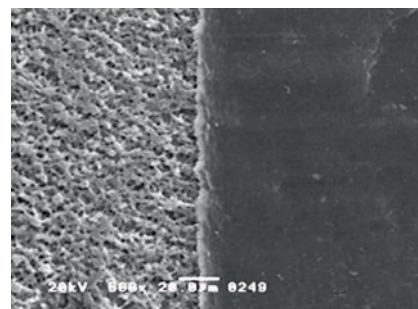
2 Vom einfachen Spritzgussteil bis zum bestückten, dreidimensionalen Schaltungsträger

## Laser-Direktstrukturierung

Technisch und wirtschaftlich überzeugender stellt sich die von LPKF patentierte Laser-Direktstrukturierung (LDS) dar. Das LDS-Verfahren nutzt einen thermoplastischen Kunststoff, der mit einem laseraktivierbaren Metall-Kunststoff-Additiv dotiert ist. Wenn der Laserstrahl auf diesen Kunststoff trifft, bricht der Metallkomplex auf und bildet eine aufgeraute Spur. Die Metallpartikeln sind Keime für die nachfolgende Metallisierung. So schreibt der Laser die gewünschten Strukturen auf das Bauteil, und in einem stromlosen Galvanikbad entstehen genau auf diesen Spuren die Leiterbahnschichten. Nacheinander lassen sich Kupfer, Nickel und ein Goldfinish aufbringen (Bild 1).

Hier kommen die hohe Flexibilität, Schnelligkeit, Auflösung und Präzision des Lasers zum Tragen. So müssen für einen geänderten Verlauf der Leiterbahnen nur neue Steuerdaten an die Lasereinheit gesendet werden. Damit können aus einem Basisbauteil verschiedene Funktionsbauteile entstehen, je nach dem Design der aufgeschriebenen Schaltkreise. Und da sich die Steuerdaten für den Laser auch in der Produktion wechseln lassen, kann ein

Das LDS-Verfahren hat sich ein breites Einsatzgebiet erobert. Die bekannteste Produktgruppe sind komplexe Antennenstrukturen für hochwertige Mobiltelefone, PDAs und Laptops. Es hat sich bei kompakter und leistungsfähiger Medizintechnik, Drucksensoren oder einem Kupplungssystem für digitale Modelleisenbahnen bewährt. Auch ein Pipettiersystem mit automatischer Volumenerkennung, ein Lenkradbedienschalter für den BMW Z4, die Lenkradgriffe für das BMW-Motorrad K1300, Sitzversteller, Schaltschrankmodule oder Solarsensoren zur Klimaregelung im Pkw sind in LDS-Technologie gefertigt. Momentan forscht man sogar daran, mehrlagige LDS-Bauteile herstellen zu können.



1 Die durch den Laserstrahl aufgeraute und aktivierte Struktur (links) wird in einem elektrolosen Bad metallisiert

## Immer kleiner und leistungsfähiger

Immer mehr Funktionalität in immer kleinerem Volumen – das ist eine besondere Forderung der Kommunikationsindustrie. Dank LDS-Verfahren lassen sich momentan bis zu zwölf Antennen in ein Mobiltelefon integrieren. Aber Handyherstellung ist Massenproduktion und verlangt einen deutlich höheren Durchsatz, als es bei kleinen und mittleren Serien üblich ist. Dem kommt der neue LPKF »Fusion3D«-Laserstrukturierer entgegen (Bild 3). Vier Laserköpfe arbeiten auf einer präzise gefertigten Granit-Grundplatte von sieben möglichen Positionen aus gleichzeitig. Das erhöht den Durchsatz gegenüber den Vorgängersystemen bis auf das Fünffache, die Bearbeitungszeit sinkt um bis zu 75 Prozent. Dabei entfallen Zustellzeiten und das Drehen der Bauteile.

In der Serienausstattung weist der Fusion3D einen Laserfokus von 65 µm Durchmesser auf. Damit lassen sich Leiterbahnen von 150 µm Breite bei Abständen von 200 µm realisieren. Andere Laserquellen mit einer optimierten Fokussierung erzeugen noch deutlich feinere Strukturen und überwinden so die Grenzen der anderen MID-Verfahren signifikant. ▶



3 Der neue Fusion3D-Laserstrukturierer von LPKF



► Das System speichert die Fertigungsdaten mit allen Parametern, die dann zu jeder Zeit abrufbar sind. Die mitgelieferte Software verteilt die Steuerungsdaten an jeden einzelnen Laserkopf und optimiert so die Zykluszeiten. Zusammen mit den Roboter-Bestückern garantiert dies Schnelligkeit, Genauigkeit und höchste Reproduzierbarkeit bei einem gleichzeitigen Minimum an Personalkosten und Stillstandszeiten. Entsprechend ist der Fusion3D auf Dauerbetrieb ausgelegt. Damit fallen hohe Flexibilität, Effizienz und kurze Markteintrittzeiten mit der Möglichkeit zur Massenproduktion zusammen – eine Empfehlung für viele weitere Applikationen.

## Marktpotenziale wachsen

Als softwarebasiertes Produktionssystem muss für ein neues Produkt nur die Datei der Strukturvorlage geändert werden. Das vereinfacht die Produktion und sorgt für minimale Stillstandszeiten, eine optimale Auslastung der Anlage und für entsprechend niedrige Stückkosten.

Mit den Systemen Fusion3D und »Micro-Line3D« bietet LPKF die optimale Anlagentechnik für zukünftige Märkte. Damit kann flexibel die ganze Bandbreite von der Einzelfertigung bis zur Massenproduktion bedient werden. Die Vorteile der MID-Technik punkten natürlich am meisten dort, wo eine maximale Funktionalität gefordert ist. Dank der dritten Dimension eröffnen sich den Designern ganz neue Produktperspektiven mit einer konventionell nicht zu erreichenden Leistungsfähigkeit.

## Designschritte

Um die Arbeit von Entwicklern zu erleichtern, stellt LPKF ein direktes Interface zu

### 4 Das Layout einer Strukturierung lässt sich blitzschnell am Computer anpassen und sofort auf das Bauteil übertragen (Bild: Iskra)

LDS im MID-Modul von Nextra bereit. Dort lassen sich die 3D-Spritzgusskörper bequem konstruieren und virtuell mit Leiterbahnen und Elektronikkomponenten bestücken. Dafür steht unter anderem auch ein 3D-Entflechtungswerkzeug zur Verfügung. Die LPKF-Software erzeugt aus den dreidimensionalen CAD-die optimierten Steuerdaten für den Strukturierungsprozess (Bild 4).

Beim Design von MID-Komponenten sind einige Regeln zu beachten. Die auf LDS zugeschnittenen *design rules* erläutern die Rahmenparameter und helfen beim Layout der Schaltung. Mithilfe der Spezialisten bei LPKF lassen sich die Prozessvorteile des Verfahrens bereits in der Layoutphase des Bauteils optimal realisieren.

LPKF ist mit seiner LDS-Technologie auf dem richtigen Weg, das Produktionsverfahren verdrängt zunehmend konventionelle Herstellungsverfahren. Zum Beispiel haben die bereits installierten Fusion3D-Anlagen die Kapazität auf bis zu 100 Millionen Antennen pro Jahr gesteigert. Dr. Ingo Bretthauer, Vorstandsvorsitzender von LPKF, geht davon aus, dass die LDS-Technologie nach dem High-End-Segment zunehmend auch in die mittlere Preisklasse der Mobiltelefone eindringen wird.

## MID hat großes Potenzial

Bei LDS gilt: *Function follows form* – was nicht nur neue Funktionalität, sondern auch äußerlich neue Produkte erlaubt. Bei Verwendung definierter Kunststoffe werden die RoHS-Vorgaben erfüllt, und das Recycling ist einfacher als etwa bei Leiterplatten. Befindet sich der ganze Prozess unter einem Dach, dann entfallen aufwen-

diges *just in time* Management und die Eingangskontrollen.

Speziell für Unternehmen der Automobilindustrie bietet sich der Einsatz von LDS an, da die Ingenieure Elektronik und Mechanik möglichst effizient und platzsparend miteinander verbinden müssen. Und hier gibt es noch ein weites Feld zu beackern, etwa die Entwicklung von Antennenmodulen für UWB (*Ultra Wide Band*) und MIMO (*Multiple Input Multiple Output*), die auch Satellitendienste wie GPS und SDARS kombinieren können.

## Fazit

**Die Möglichkeiten der LDS-Technologie sind bei Weitem noch nicht ausgereizt. MID-Anwendungen werden wahrscheinlich nie den gesamten Kabelbaum eines Pkw ersetzen können, reduzieren aber dessen Komplexität, Gewicht und Kosten drastisch, obwohl neue Funktionen dazukommen. LDS-Technologie ersetzt nicht nur vorhandene Bauteile, sondern erlaubt einzigartige Funktionen und Layouts.**

## AUTOR

Dr. WOLFGANG JOHN ist Senior Consultant LDS bei LPKF Laser & Electronics. Er arbeitete in seiner gesamten beruflichen Laufbahn im Grenzgebiet zwischen Chemie und Elektronik. Seit 1994 befasst er sich mit der Weiterentwicklung der MID-Technologie.

### ■ [www.laser-photonik.de](http://www.laser-photonik.de)

Diesen Artikel finden Sie online unter der Dokumentennummer **LM110012**

### ■ [www.laser-photonics.eu](http://www.laser-photonics.eu)

You can find this article online by entering the document number **eLM110012**