

Von der flexiblen Leiterplattenlösung zur mechatronischen 3D-Einheit

Eine flexible und wirtschaftliche Alternative

Häufig resultiert die Nutzung flexibler und starrflexibler Leiterplatten aus der Notwendigkeit, elektronische Schaltungen in die dritte Dimension zu konstruieren. Doch der Preis ist dabei oft ein Hindernis. Hier bietet sich die 3D-MID-Technologie als Alternative an. Die scheinbaren technischen Hürden des Verfahrens sind längst überwunden.

» Dirk Bäcker

Dem Einsatz hochwertiger starrflexibler Leiterplatten steht oft der deutlich höhere Preis im Vergleich zu konventionellen Methoden wie Flachbandkabel und Steckverbindungen im Weg. Die Herstellung starrflexibler Leiterplatten erfordert einen erheblich modifizierten Maschinenpark, ist deutlich sensibler in der Prozessführung und verlangt die Einhaltung einer grossen Anzahl von Design- und Fertigungsrichtlinien. Die 3D-MID-Technologie bietet sich hier als Alternative an.

Die 3D-MID-Technologie auf Basis des LDS-Verfahrens

Die 3D-MID-Technologie auf Basis des LDS-Verfahrens ermöglicht dem Kunden die Integration einer Reihe von Schlüsseltechnologien der Wertschöpfungskette in seine eigene Fertigung, bei verbesserter Designfreiheit und Sicherheit. Der Einsatz von 3D MID führt zu Kostenreduktion bei Bauelementen, bei der Weiterverarbeitung sowie bei Einbau, Test und Service des Endprodukts. Für die Fertigung von MIDs stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung.

Hier wird die Laser-Direkt-Strukturierung (LDS) betrachtet, welche sich gegenüber alternativen MID-Verfahren durch eine noch kürzere Prozesskette, berührungslose Bearbeitung, feine Strukturauflösung, niedrige Fertigungskosten und eine hohe ökologische Verträglichkeit auszeichnet. Als Schaltungs-

träger werden herkömmliche thermoplastische Werkstoffe wie Polyimid und Polyester mit speziellen Additiven verwendet.

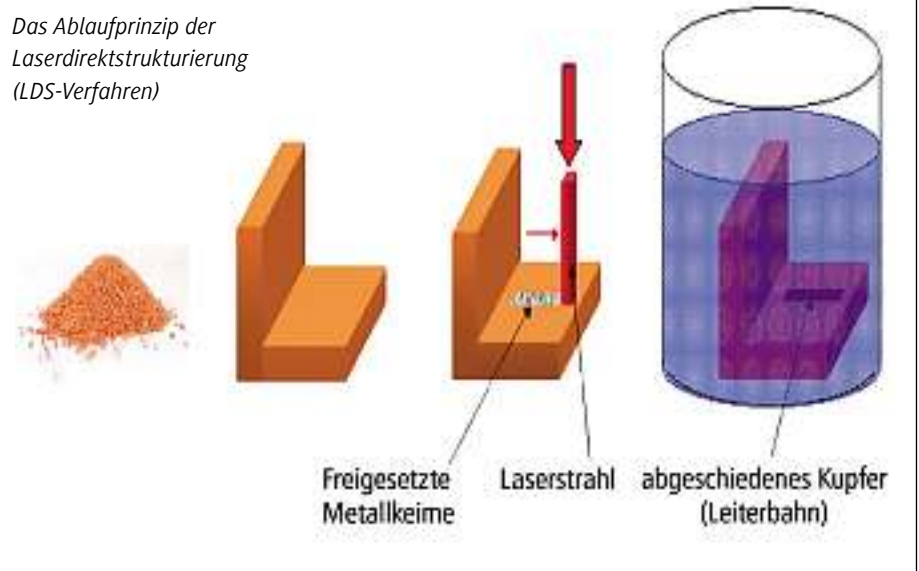
Umsetzung in die Praxis

An der Akzeptanz der MID-Technologie bei Fachleuten mangelt es nicht. Anwender berichten von positiven Erfahrungen. Doch trotz wachsender Anzahl von in dieser Technologie gefertigten Produkten bleibt der ganz grosse Durchbruch bei der Mengenfertigung noch aus. Ein Grund hierfür ist die scheinbare Komplexität der Technologie. Vielen Entwicklern ist zu wenig über die Parameter der verschiedenen Prozessschritte bekannt. Sind diese Hürden überwunden, profitiert man neben der Kostenersparnis vor allem von reduziertem Raumbedarf, hoher Design-Flexibilität, Gewichtseinsparung



3D-MID-Lösung (Quelle: BASF und Kromberg & Schubert)

Das Ablaufprinzip der Laserdirektstrukturierung (LDS-Verfahren)



Autor

Dirk Bäcker, Sales Manager Europe PCB/MID-Equipment, LPKF Laser & Electronics AG, Garbsen, Deutschland, Tel. 0049 5131 709 50, d.baecker@lpkf.de, www.lpkf.com, www.lpkf.de



MID-Kunststoffteil eines Drehgebers mit elektrischer Schaltung (Quelle: HSG-IMAT, Festo)

und vereinfachter Montage des Endprodukts. Die drei Schritte des LDS-Verfahrens sind Spritzgiessen, Laserstrukturierung und Metallisierung.

Im Spritzgussverfahren werden aus Granulat laserstrukturierbare Formteile im Einkomponenten-Spritzguss hergestellt. Als Basis dienen herkömmliche thermoplastische Werkstoffe wie Polyimid und Polyester. Dem Kunststoffmaterial ist ein spezielles Additiv zugesetzt, welches im Laserstrukturierungsverfahren aktiviert wird. Auf den aktivierten Flächen werden dabei Metallkeime freigesetzt, auf denen sich im Prozess der chemischen Metallisierung z. B. Kupfer abscheidet. Auf diese Weise wird das Leiterbild analog zur Leiterplatte aufgebaut. Üblich ist ein Aufbau aus Kupfer, Nickel und Gold (z. B. in der Stärke 8/4/0,1 μm). Sollen die MIDs bestückt werden, so ist die beabsichtigte Aufbau- und Verbindungstechnik zu beachten.

Formgebung soll Verhakeln vermeiden

Die Form der MID-Bauteile sollte so gewählt werden, dass ein Aneinanderreiben oder Verhakeln, beispielsweise bei der Metallisierung im Trommelverfahren, nicht möglich ist. Zum Schutz vor Beschädigungen können Leiterbahnen an den Kantenübergängen versenkt werden. Abstandshalter wie Bumps oder Dome verhindern ein Aneinanderkleben. Für eine sichere Aktivierung der Kunststoffoberfläche darf der maximale Einfallswinkel des Laserstrahls auf die zu strukturierende Fläche nicht überschritten werden. Der Einfallswinkel nimmt mit der Entfernung des Einfallpunktes von der Arbeitsfeldmitte zu. Der empfohlene Einfallswinkel beträgt $\leq 70^\circ$. Durch Rotation des Bauteils im Laserbearbeitungsprozess sind auch Leiterbilder auf komplexen Bauteilen realisierbar. So sind zum Beispiel Verbindungen über rechtwinklig zueinander liegende Flächen möglich.

Der Bereich, in dem das Bauteil bearbeitet werden kann, wird vom maximal möglichen Scanfeldvolumen des Lasers begrenzt. Das Scanfeld des Lasersystems LPKF MicroLine 3D hat einen Kegelstumpf mit einem Grundflächendurchmesser von 160 mm, einer Höhe von 24 mm und einen Mantelflächenneigungswinkel zur Grundfläche von 77° .

Leiterbild darf nicht über Bindenähte gelegt werden

Für eine effiziente Raumnutzung werden möglichst feine Strukturen angestrebt. Zu empfehlen sind minimale Leiterbahnbreiten von $\geq 150 \mu\text{m}$ (6 mil) sowie Isolationsabstände von $\geq 200 \mu\text{m}$ (8 mil), wobei geringere Werte durchaus möglich sind. Serienprodukte im Pitchbereich unter $150 \mu\text{m}$ sind durchaus realisierbar. Durchkontaktierungen müssen je

Was bedeutet MID?

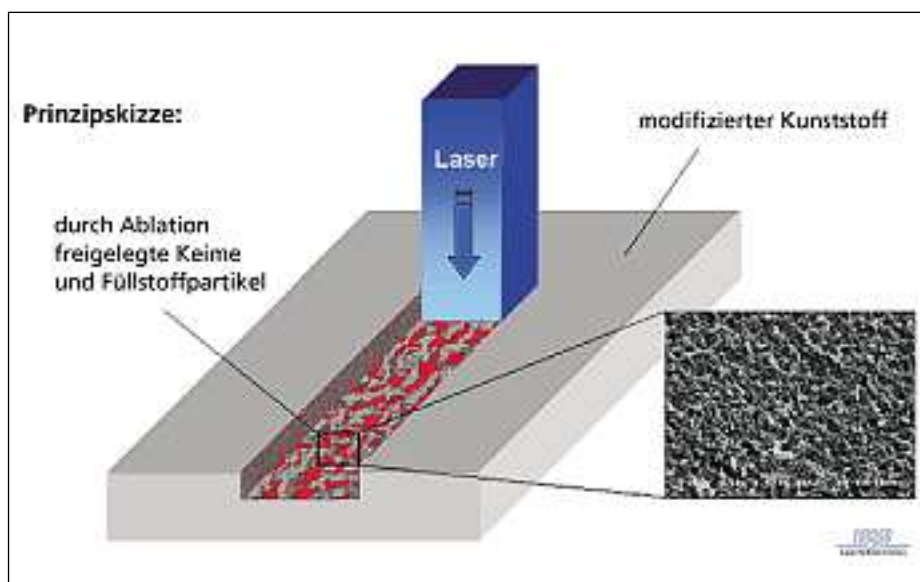
MID ist die Abkürzung für Moulded Interconnect Device. Übersetzt bedeutet dies «Spritzgegossener Schaltungsträger». Ziel der MID-Technologie ist es, elektrische und mechanische Funktionen in einem Bauteil zu vereinen. Die Leiterbahnen werden hierbei in das Gehäuse integriert und substituieren so die konventionelle Leiterplatte. Gewicht und Einbauraum können effektiv reduziert werden.

nach Materialdicke einseitig oder zweiseitig kegelförmig konstruiert sein, damit der Laser die Innenwände mit einem geeigneten Einfallswinkel bearbeiten kann.

Das Leiterbild darf nicht über Bindenähte gelegt werden, da sich mechanische Belastungen oder Temperaturschwankungen kritisch auf die Leiterbahnen auswirken können. Die zu aktivierenden Bereiche dürfen nicht unmittelbar an Wandungen angrenzen, um mögliche Ablagerungen von Ablationsprodukten oder Fremdabscheidung auf der Wandung zu reduzieren. Für Auswerferstifte muss ausreichend Abstand zu den Leiterbahnen eingeplant sein.

MIDs stellen spezielle Anforderungen an SMD-Bestückung

Die grösste Herausforderung bei der SMD-Bestückung von MIDs ist die dreidimensionale Form des Substrats. Um die Bewegungsfreiheit des Lotpasten-Dispensers und der Bauelemente-Vakuumpinzette in automatisierten Bestückprozessen zu gewährleisten, ist ein ausreichender Abstand der SMD-Landflächen zu MID-Bauteilkanten und -wänden vorzusehen. Bauteile sollten auf Ebenen platziert werden, die verschiedene Höhen haben dürfen. Die verbindenden Schrägen zwischen den Ebenen sollten unbestückt bleiben. «



Prinzipdarstellung der Laserdirektstrukturierung (LDS-Verfahren)

Literatur

- [1] Dr. Wolfgang John: Leitfaden für den LDS-MID-Entwickler, LPKF Laser & Electronics, 03.12.2007
- [2] Dirk Bäcker: Durchgängige Qualitätssicherung für den LPKF-LDS-Prozess, Teil-Vortrag zum Industrieprojekt LDS QS; LPKF Laser & Electronics, 2007

Infoservice

Lumatron AG
 Alte Strasse 11, 4665 Oftringen
 Tel. 062 797 75 80, Fax 062 797 75 81
 info@lumatron.ch, www.lumatron.ch