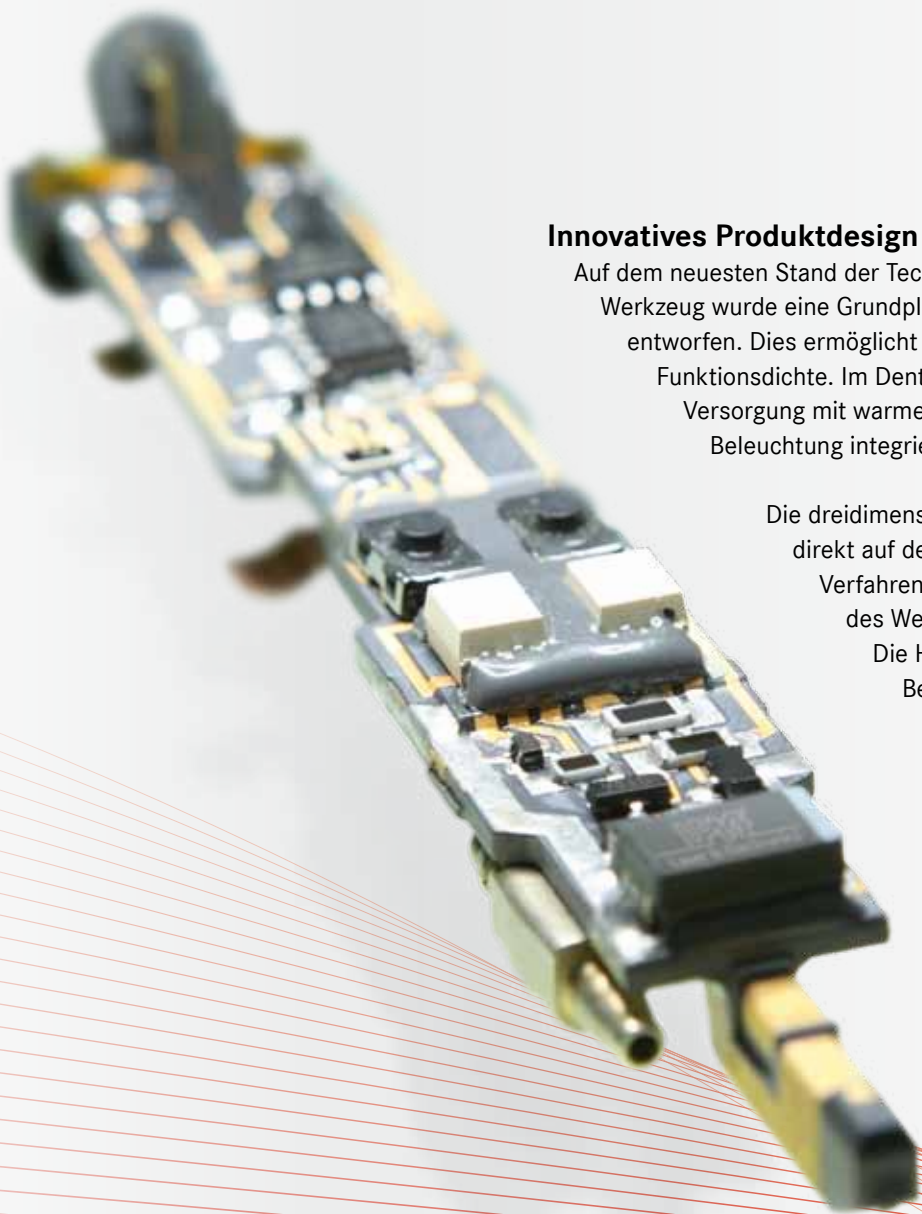


Dreidimensionale Schaltungen
LPKF-LDS®: Laser-Direktstrukturierung
für spritzgegossene Schaltungsträger





Innovatives Produktdesign durch MID-Technologie

Auf dem neuesten Stand der Technik: Für ein komplexes Dental-Werkzeug wurde eine Grundplatte nach dem LPKF-LDS®-Verfahren entworfen. Dies ermöglicht eine kompakte Bauweise und höhere Funktionsdichte. Im Dental-Handstück sind die Steuerung für die Versorgung mit warmem Wasser und Luft sowie eine spezielle Beleuchtung integriert.

Die dreidimensionale Schaltung entsteht ohne Kabel direkt auf dem Kunststoffträger. Das LPKF-LDS®-Verfahren verringert Gewicht und Durchmesser des Werkzeugs. Das verbessert die Ergonomie: Die Handhabung ist angenehm, die manuelle Belastung der Hände sinkt.

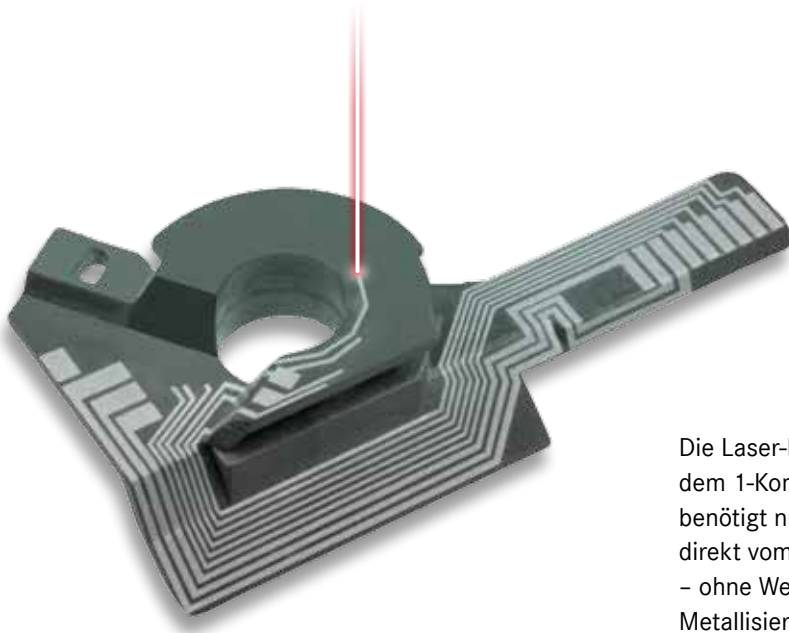
Bauteil für Dental-Werkzeug,
KaVo Dental GmbH.

Inhalt

- 2** Höhere Funktionsdichte – neue Möglichkeiten
- 4** Flexible Lösung für dreidimensionale Schaltungen
- 6** Die Technologie von morgen in der Produktion von heute
- 8** Inspiration ...
- 10** Vorteile im Blick

Höhere Funktionsdichte – neue Möglichkeiten

Seit 1997 beschäftigt sich LPKF mit dreidimensionalen Schaltungsträgern und hat ein lasergestütztes Verfahren zur Herstellung dreidimensionalen MIDs (Moulded Interconnect Devices) entwickelt: das LPKF-LDS®-Verfahren. Durch die LPKF Laser-Direktstrukturierung lassen sich Schaltungslayouts auf komplexen, dreidimensionalen Trägerstrukturen erzeugen. Der Laserstrahl schreibt das Layout direkt auf das spritzgegossene Kunststoffelement. Gewicht und Abmessungen des Bauteils können so deutlich reduziert werden. Entwickler profitieren von vollständiger 3D-Fähigkeit auf Freiformflächen und zusätzlichen Freiheiten bei der Änderungen des Schaltungsdesigns. LPKF-LDS® eröffnet neue Möglichkeiten.



Die Laser-Direktstrukturierung erfolgt unmittelbar nach dem 1-Komponenten-Spritzguss des Trägers: Ein Laserstrahl benötigt nur wenige Sekunden, um das Schaltungslayout direkt vom Computer auf den Kunststoffträger zu übertragen – ohne Werkzeuge oder Masken. Die anschließende Metallisierung und SMD-Bestückung führen zu qualitativ hochentwickelten Produkten.

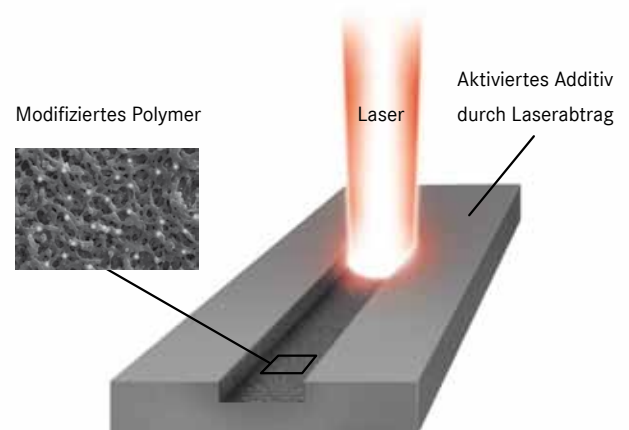


Flexible Lösung für dreidimensionale Schaltungen

Einer der wesentlichen Vorteile bei der Bearbeitung von Werkstoffen mit dem Laser ist die Kombination aus klar definiertem Energieeintrag auf den Werkstoff und hoher Verarbeitungsgeschwindigkeit. Das Layout der Schaltung wird nicht durch die Geometrie eines feststehenden Werkzeugs vorbestimmt. Dies ermöglicht eine kürzere Durchlaufzeit und ein höheres Maß an Flexibilität.

Ein besseres Produkt zu niedrigeren Kosten

2-Komponenten-Spritzguss und Heißprägen sind anerkannte Methoden bei der Fertigung von MIDs (Moulded Interconnect Devices). Beide Verfahren sind beim Aufbringen von Leiterstrukturen auf einem Bauteil an produktspezifische Werkzeuge gebunden. So ist ein seriennahes Prototyping nahezu ausgeschlossen. Die zunehmende Miniaturisierung von Schaltungen auf MID-Bauteilen führt zu einem deutlichen Anstieg der Rüstzeit und der Kosten. Das LPKF-LDS®-Verfahren vermeidet diese Probleme und steigert der Wirtschaftlichkeit im Prototyping und in der Serienfertigung.



Der LPKF-LDS®-Prozess

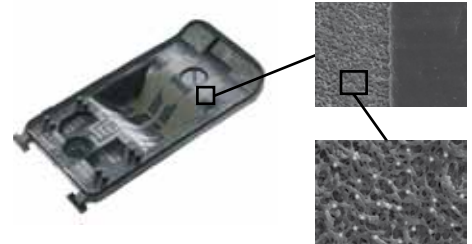
1. Spritzguss

Die laserstrukturierbaren Formteile werden im 1-Komponenten-Spritzguss aus handelsüblichem, mit Additiven versehenem Thermoplast hergestellt. Im Vergleich zum 2-Komponenten-Spritzguss wird nur ein einfaches Werkzeug benötigt und das Gussverfahren verläuft schneller. Weitere Informationen über das große Portfolio an LPKF-LDS® geeigneten Werkstoffen finden Sie auf Seite 10.



2. Laseraktivierung

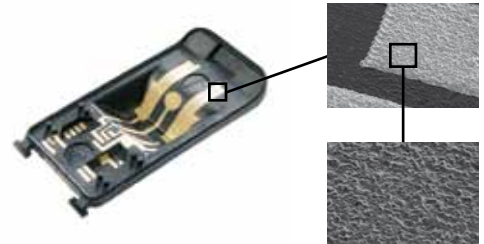
Die Aktivierung des thermoplastischen Kunststoffmaterials erfolgt durch den Laserstrahl. Eine physikalisch-chemische Reaktion bildet metallische Kerne als Keime bei der reduktiven Verkupferung – das ist der Aktivierungsprozess. Zusätzlich zur Aktivierung erzeugt der Laser eine mikrorauhe Oberfläche, auf der sich das Kupfer während der Metallisierung haftfest verankert.



Oberfläche nach der Laserstrukturierung.

3. Metallisierung

Die Metallisierung der LPKF-LDS®-Bauteile beginnt mit einem Reinigungsschritt. Im Anschluss daran erfolgt ein additiver Leiterbahnaufbau in stromlosen Kupferbädern, typischerweise in einer Größenordnung von 5 bis 8 $\mu\text{m}/\text{h}$. Zum Schluss erfolgt ein stromloser Auftrag von Nickel und einer dünnen Goldschicht.



Oberfläche nach der Metallisierung.

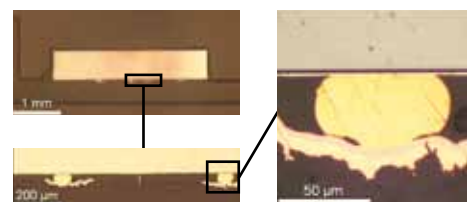
Auch anwendungsspezifische Beschichtungen wie z. B. Sn, Ag, Pd/Au, OSP etc. lassen sich in diesem Verfahren aufbringen.

4. Bestückung

Viele laseraktivierbare Kunststoffe mit einer hohen Wärmebeständigkeit, wie LCP, PA 6/6T oder PBT/PET-Blend sind reflow-lötfähig und deshalb kompatibel zu Standard-SMT-Prozessen. Beim Lotpastenauftrag ist das Dispensieren der Standardprozess, wenn unterschiedliche Höhenniveaus erreicht werden müssen. Bereits jetzt existieren erprobte technische Lösungen für dreidimensionale Bestückungen.



Bondfuß auf stromlos metallisiertem Pad mit Cu/Ni/Au.



Stud-Bonden auf stromlos beschichtetem Pad mit Cu/Ni/Au.



Zusätzliche Funktionen, weniger Kabel in Autolenkrädern dank LPKF-LDS®-Technologie; TRW Automotive.

Die Technologie von morgen in der Produktion von heute

Der zunehmende Einsatz von Elektronik ist für viele Branchen und Märkte eine Herausforderung. Die Industrie fordert Technologien, die Abmessungen und Gewicht von Bauteilen verringern. Gleichzeitig muss die Herstellung von Prototypen vereinfacht und die Zeit bis zur Markteinführung verkürzt werden. Das LPKF-LDS®-Verfahren erfüllt genau diese Anforderungen.

LPKF-LDS® im Automobilbau

Moderne Autos benötigen eine Vielzahl von Sensoren und elektronischen Assistenten, die den Komfort und die Sicherheit der Fahrzeugpassagiere erhöhen. Gleichzeitig sollen sich die Anzahl der verwendeten Komponenten und die Fertigungskosten deutlich verringern. Spritzgegossene Schaltungsträger (MIDs) in Kombination mit passender Verbindungs- und Montagetechnologie eignen sich hervorragend, um diese Ziele zu erreichen.

So können typische elektromechanische Funktionen wie Tasten, Stecker und andere Verbindungselemente nebeneinander in einer Baugruppe integriert werden, die als Schaltungsträger dient. Die Entscheidung für LPKF-LDS® erweitert die Designoptionen, beschleunigt Änderung elektronischer Bauteile und mündet in eine kostengünstigere Entwicklung und Fertigung.

Telekommunikation: In Verbindung bleiben

Typenvielfalt, Design, Miniaturisierung und Kostenreduzierung kennzeichnen die Entwicklung bei tragbaren elektronischen Geräten. Endverbraucher erwarten in topaktuellen und kompakten Gehäusen immer mehr Funktionen. Die LPKF-LDS®-Technologie verfügt über ein großes Potenzial zur Miniaturisierung von Bauteilen. Gleichzeitig bietet es eine hohe Flexibilität, wenn es um Veränderung und Verbesserung von Funktionalität geht – insbesondere, wenn Features für mehrere Produkte geändert werden sollen. Dies haben mit LPKF-LDS®-Technologie gefertigte Antennen in Mobiltelefonen und Laptops millionenfach unter Beweis gestellt.



Auf LPKF-LDS®-Technologie basierende Antennen von Mobiltelefonen – hohe Typenvielfalt, Großserienproduktion.

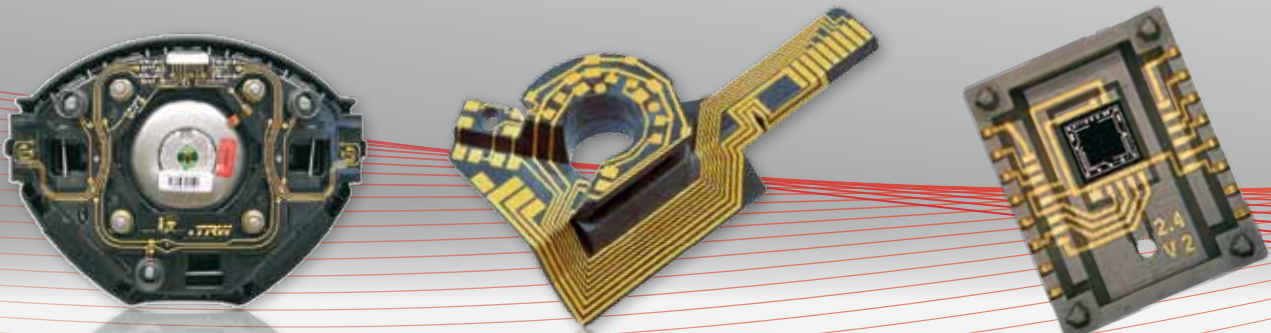
Für eine neue Generation medizinischer Hilfsmittel

Geringere Abmessungen, mehr Funktionen – diese Marktanforderungen gelten für viele medizinische Geräte. Neue Fähigkeiten und Technologien treiben diesen Trend voran: Durch die rasante Entwicklung in der Software- und Chiptechnologie eröffnen sich ständig neue Diagnoseverfahren. Kleine Diagnosegeräte helfen, das Leben von Millionen Patienten zu verbessern. Sie können kleine Diagnose- und Überwachungsgeräte für die Arzneimittelanwendung mitführen, wie zum Beispiel Blutzuckermessgeräte. In Verbindung mit verbreiteter Bluetooth-Technologie ließen sich persönliche Arztbesuche auf ein Minimum beschränken. Diese Entwicklung verlangt eine neue, höhere Stufe einer intelligenten Funktionsverdichtung verlangt. Das laserbasierte LPKF-LDS®-Verfahren erfüllt mit seiner Präzision und hohen Zuverlässigkeit genau diese Anforderungen.



Die MID-Technologie macht medizinische Geräte noch komfortabler. Eine klassische LPKF-LDS®-Anwendung: Hörgeräte auf dem neuesten Stand der Technik. Hersteller: Siemens Audiologische Technik GmbH.

Inspiration ...



Ersatz für den Kabelsatz

Wird ein Kabelbaum zunehmend komplexer, hilft LPKF-LDS® dem Ingenieur, mit einem einfacheren Produkt die Qualität und Zuverlässigkeit zu verbessern. Der Kabelbaum entfällt, die Produktivität in der Fertigung steigt und der Einbau wird einfacher.

Flex-Schaltungen ersetzen

Wenn der verfügbare Bauraum begrenzt ist, vermeidet LPKF-LDS® Probleme, die bei Flex-Schaltungen auftreten, wie z. B. die komplexe Handhabung oder begrenzte Biegeradien.

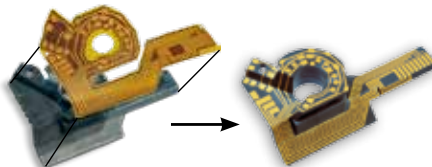
Chipträger ersetzen

Änderungen des Schaltungslayouts können einfach durch eine Änderung des Laserprogramms umgesetzt werden. Dadurch erschließt die LPKF-LDS®-Technologie zusätzliche Plattformstrategien für Sensorgehäuse. Mit passenden Chipsätzen und Schaltungslayouts entstehen unterschiedliche Produkte auf Basis eines gemeinsamen Spritzgussbauteils.

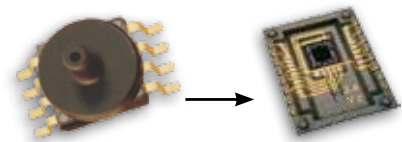
Das LPKF-LDS®-Verfahren erlaubt die Bestückung mit gehäuselosen Chips, zum Beispiel durch Drahtbonden oder die Flip-Chip-Technologie. Das Verfahren schafft die für eine sichere Montage erforderlichen glatten Metalloberflächen.



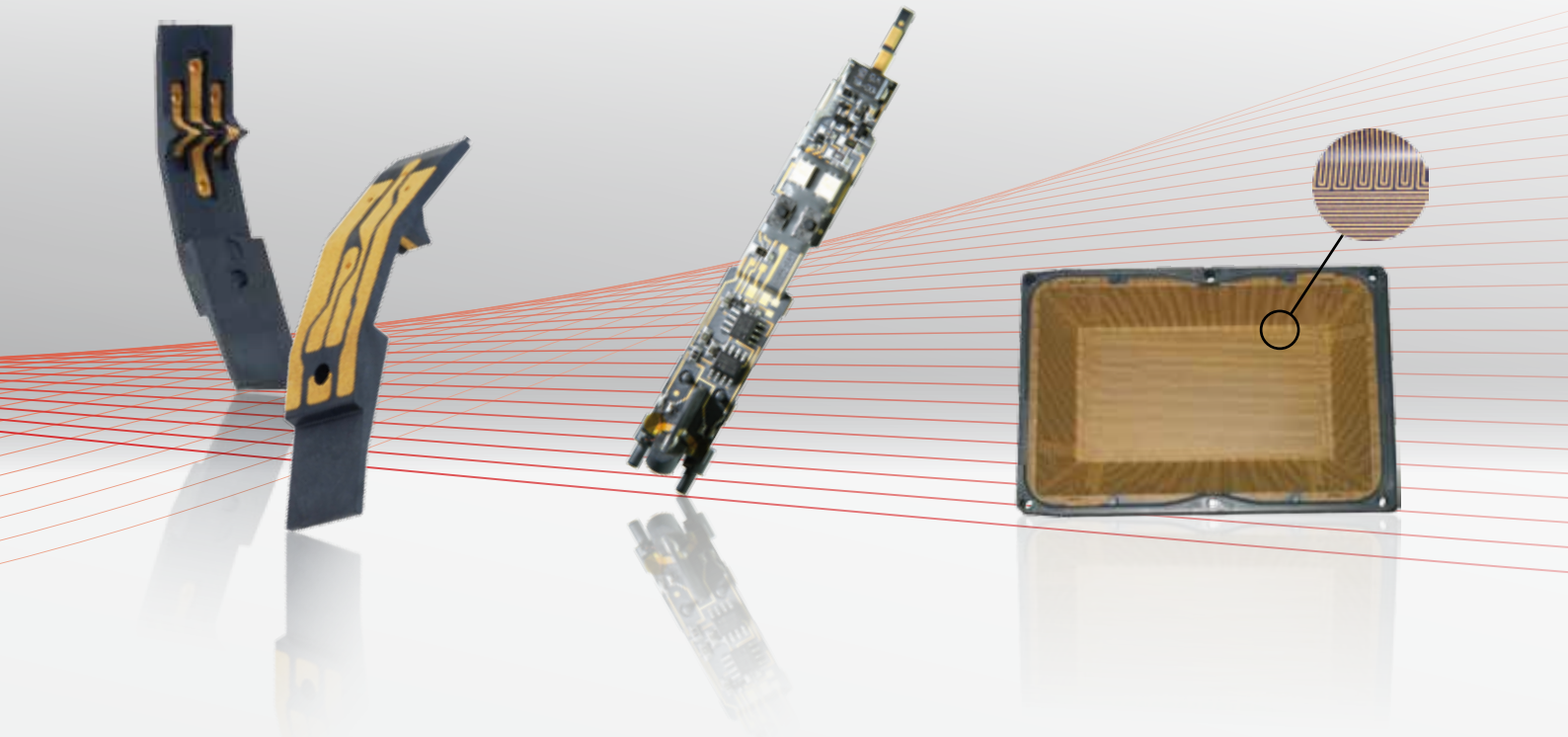
Bauteil für ein Fahrzeuglenkrad von TRW Automotive.



Verbindung von Flexschaltung und Kunststoffkomponente zu einem Bauteil.



Ein Drucksensor für Industrieanwendungen. Der Eingabe-ASIC ist integriert, mechanische Verbindungen sind Teil des Gehäuses. Hersteller: Harting.



Durchgangsbohrungen

Mit der LPKF-LDS®-Technologie lassen sich zuverlässige Durchkontaktierungen herstellen, um die Oberflächen von MIDs zu verbinden. Dies erweitert die Möglichkeiten des Layouts. So angewendet dient ein 3D-Schaltungsträger als Halterung für Mikrofone in Hörgeräten nach dem neuesten Stand der Technik.

Kompatibel mit SMT

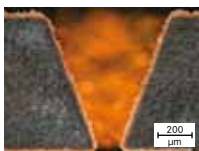
Mit LPKF-LDS® hergestellte Produkte sind vollständig SMT-fähig. Bauteile auf ebenen Flächen gleichen Niveaus lassen sich mit automatischer Bestückung montieren.

Feine und feinste Strukturen

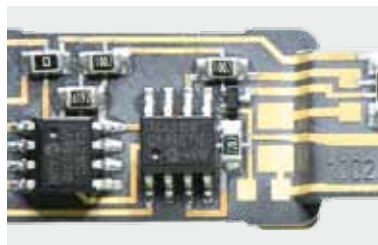
LPKF-LDS® realisiert extrem geringe Abstände. Leiterbahnbreiten von 150 µm und Zwischenräume von 200 µm haben sich in der Praxis als Standard bewährt, Aber auch deutlich schmalere Leiterbahnen und Zwischenräume wurden bereits in der Serienproduktion umgesetzt. Die Kombination aus kleinen Abständen und einem computergesteuerten Layout komplexer Schaltungen erweitert die Gestaltungsmöglichkeiten jedes Entwicklers.



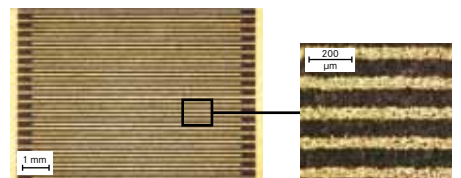
Ø 240 µm



Typische LDS-Durchkontaktierung mit einem Winkel von 70 Grad.



Ausschnitt aus einem Dental-Handstück, KaVo Dental GmbH.



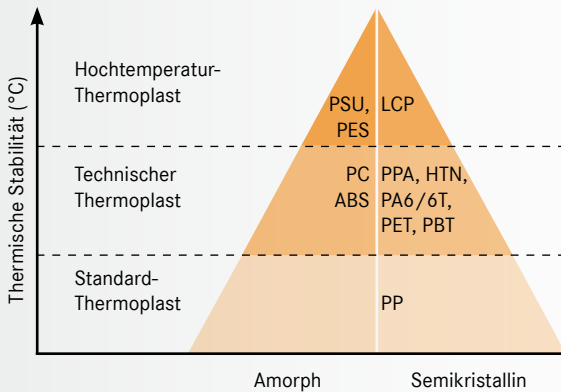
Sensorstruktur auf LCP Vectra E820i-LDS, Linien und Abstände: 75 µm/75 µm.

Quelle: HSG-IMAT, Institute of Micro Assembly Technology. Oben: Quelle Harting.

Quelle: HSG-IMAT, Institute of Micro Assembly Technology. Seitenanfang: Siemens Audio-logische Technik GmbH, Harting.

Vorteile im Blick

Damit sich die Vorteile der LPKF-LDS®-Technologie noch einfacher umsetzen lassen, stellt LPKF erprobte und geprüfte Lösungen für alle Prozessschritte, umfangreiche praktische Erfahrung mit unterschiedlichen Applikationen und qualifizierten Support zur Verfügung.



Große Materialauswahl

Jedes Herstellungsverfahren benötigt angepasste Werkstoffe. Zu beachten sind die zentralen Materialeigenschaften der Werkstoffe wie Verarbeitungstemperatur, Wärmeformbeständigkeit, mechanische und elektrische Eigenschaften sowie Fließfähigkeit und natürlich die Kosten. Fast alle namhaften Herstellern bieten LDS-dotierte Varianten an. Das garantiert die Verfügbarkeit von laserabsorbierbaren Serienwerkstoffen für fast jede denkbare Anwendung.

Die Grafik zeigt die am häufigsten verwendeten Klassen von LPKF-LDS®-Ausgangswerkstoffen, ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

Leiterbahnen aus der Sprühdose

Ein Durchbruch im LDS-Prototyping: Mit den neu vorgestellten Lack LPKF ProtoPaint LDS lassen sich beliebige Oberflächen beschichten und wie Bauteile aus LDS-Kunststoffen mit dem Laser strukturieren. LaserMicronics ist Partner der ersten Stunde und war an der Entwicklung und Erprobung maßgeblich beteiligt. Die Applikationsingenieure konnten bereits umfangreiche Erfahrungen sammeln und bieten dieses schnelle Prototyping-Verfahren als Dienstleistung an.



Stromlose Metallisierung in Serie

Zur Ausweitung der LDS-Dienstleistungen hat LaserMicronics in 2010 eine neue Metallisierungsstraße konzipiert, die speziell die Anforderungen des LDS-Prozesses berücksichtigt. Damit erweitert sich das Dienstleistungsspektrum um ein Angebot zur stromlosen Metallisierung von LDS-Komponenten in der Serienproduktion.



Designregeln im Überblick

Ein prozessoptimiertes Design der Schaltungsträger ist entscheidend, um die Vorteile der LPKF-LDS®-Technologie optimal zu nutzen. Wenige einfache Regeln gewährleisten eine hohe Qualität bei der MID-Fertigung.

Leiterbahnen und Abstände

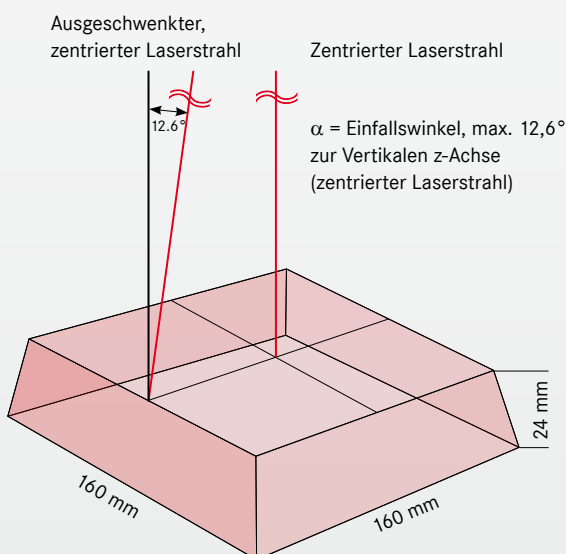
Eine der wichtigen Eigenschaften von dreidimensionalen Schaltungsträgern ist die effiziente Nutzung der verfügbaren Fläche. Leiterbahnbreiten von $\geq 150 \mu\text{m}$ und Leiterbahnabstände von $\geq 200 \mu\text{m}$ haben sich in der Praxis bewährt. Je nach Anwendung lassen sich auch schmalere Leiterbahnen und Abstände erzielen.

Größe des Werkstücks

Der Bereich, in dem das Bauteil bearbeitet werden kann, ist durch den Scanbereich des Lasers begrenzt. Der Scanbereich des LPKF MicroLine 3D-Lasersystems ist ein Kegelstumpf mit einem Grundflächendurchmesser von 160 mm, einer Höhe von 24 mm und einem Neigungswinkel von 77 Grad zwischen Mantelfläche und Grundlinie. Innerhalb dieser Geometrien wird ein Werkstück ohne Drehung oder Verschiebung bearbeitet.

Einfallswinkel

Die Aktivierung des Polymers erfolgt durch einen Laser. Für eine sichere Aktivierung ist der Einfallswinkel des Lasers auf die zu strukturierende Fläche zu beachten. Der Einfallswinkel ist der Winkel zwischen der Senkrechten der zu aktivierenden Fläche und dem Laserstrahl. Einfallswinkel, die 65 Grad übersteigen, werden durch Rotation des Bauteils beim Bearbeitungsvorgang verringert. So lassen sich auch Schaltungslayout auf Flächen erstellen, die durch Winkel von 90 Grad getrennt sind.



Wandungen und Auswurfstifte

Leiterbahnen sollten so konzipiert werden, dass sie die Wandungen nicht direkt berühren. Bei Wandungen mit einem Winkel von 45 Grad empfiehlt sich ein Abstand $\geq 150 \mu\text{m}$, bei steileren Wandungen mit Winkeln bis 70 Grad sind Abstände $\geq 250 \mu\text{m}$ sinnvoll. Bei der Planung ist eine ausreichende Trennung zwischen Leiterbahnen und Auswurfstiften zu berücksichtigen.

Optimale Durchlaufzeiten

Je geringer die Durchlaufzeit für die Bauteile, desto höher fallen die Kostenvorteile des LPKF-LDS®-Verfahrens aus. Die Durchlaufzeit setzt sich aus Handlingzeit und der Zeit für die Strukturierung zusammen. Die Dauer der Strukturierung ist proportional zur Fläche des Schaltungslayouts. Die Bearbeitungszeit wird hauptsächlich durch die Anzahl der Positionen bestimmt, in die das Bauteil gebracht werden muss. Eine Minimierung der Anzahl der Positionen und der Layoutfläche bereits beim Bauteildesign sorgt für optimale Durchlaufzeiten.

Durchkontaktierungen

Um mit dem Laser die Innenwände von Bohrungen für die Metallisierung zu bearbeiten, müssen die Durchkontaktierungen auf einer oder beiden Seiten konisch sein. Bei größeren Wanddicken sind ausreichende Innendurchmesser der Bohrungen erforderlich, damit der Laserstrahl alle Flächen erreicht. Das Verhältnis für eine einseitig konische Ausführung beträgt 1:1; für eine beidseitig konische Ausführung 2:1.

Halterungen und Verbindungsnahte

Die dreidimensionalen Bauteile müssen während der Laserstrukturierung und der Bestückung fixiert werden. Die benötigten Halterungen dürfen keine Beschädigung an empfindlichen Teilen wie z. B. den Leiterbahnen, Kontaktpads oder Flächen für Bauteile verursachen. Leiterbahnen sollten nicht über die Bindenahte des Kunststoffbauteils geführt werden.

LaserMicronics – Ihr Dienstleistungspartner

Die LaserMicronics GmbH bietet Dienstleistungen in der industriellen Lasermikrobearbeitung und Prozessentwicklung. Das Leistungsspektrum reicht von Machbarkeitsuntersuchungen und Prozessoptimierung über die Fertigung von Prototypen bis hin zur Kleinserien- und Serienproduktion. Das breite Spektrum umfasst zum Beispiel Laser-Kunststoffschweißen, MID-Technologie, Laserschneiden, -bohren und -strukturierung von Leiterplattenmaterial, TCO/ITO-Laserbearbeitung, Brennstoffzellentechnologie oder lasergeschnittene Mikroteile.

LPKF-LDS®-Technologie



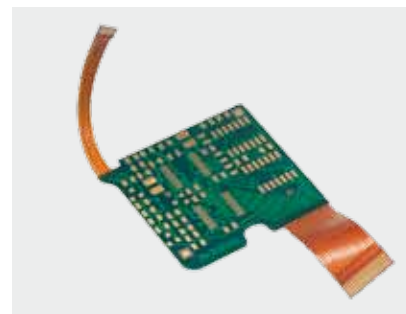
Elektromechanisches Bauteil

Laser-Kunststoffschweißen



Pkw-Heckleuchte

Laserschneiden von dünnen, flexiblen und starren Materialien



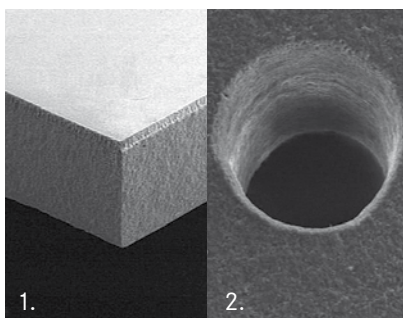
Konturschnitt Starr-Flex-Leiterplatte

TCO/ITO-Laserbearbeitung



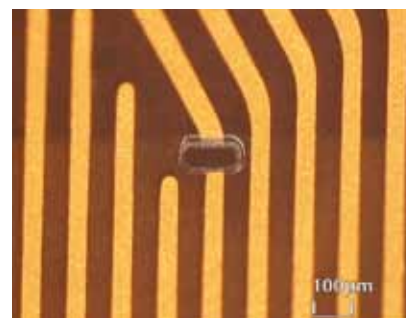
ITO-Schicht, laserstrukturiert

Mikrobearbeitung von Keramikmaterialien



1. AlN, geritzt und gebrochen
2. Führungsloch für Probe-Card,
ø 80 µm, Rundheit ≤ 2 µm

Sonstige Applikationen



Leiterplattennacharbeit

Möchten Sie Informationen zu weiteren Themen, dann rufen Sie uns an:

- Selektive Laseraktivierung und Metallisierung von
- Kunststoffen im LPKF-LDS®-Verfahren
- Laser-Subtraktiv-Strukturierung (LSS) und Metallisierung
- Laser-Kunststoffschweißen
- Solartechnologie
- Brennstoffzellentechnologie
- TCO/ITO-Laserbearbeitung
- Mikrobohren
- Strukturieren
- Ablation von metallischen und organischen Schichten
- Schneiden
- Ritzen
- Markieren
- Gravieren
- Mikro-Metallbearbeitung
- Feinstleiterstrukturen ≥15 µm (Sensoren) auch in Rolle-zu-Rolle-Produktion

LaserMicronics GmbH

Osteriede 9a D-30827 Garbsen Deutschland

Tel. +49 (0) 5131 90 811-0 Fax +49 (0) 5131 90 811-29

info@lasermicronics.de www.lasermicronics.de

