

Inhalt

Gestaltung der Spritzgusswerkzeuge2
Spritzguss.....3
Laserstrukturierung.....5
Metallisierung6
Aufbau- und Verbindungstechnik und Qualitätssicherung.....7
Ansprechpartner für das LPKF-LDS®-Verfahren9

Gestaltung der Spritzgusswerkzeuge

Um werkzeugbedingte Fremdabscheidung bei der Metallisierung von LDS-MID zu vermeiden, sollten die Spritzgusswerkzeuge nicht aus Aluminium bestehen. Die Auslegung des Werkzeugs hat eine zeitliche und örtliche Gleichmäßigkeit der Werkzeugtemperierung sicherzustellen. Im Vordergrund ist die Nachschwindung eines Bauteils während der Bearbeitungsprozesse zu berücksichtigen. Diese kann über die Spritzgussparameter minimiert werden. Eine MoldFlow-Simulation bietet vor dem Erstellen des Serienwerkzeugs eine gute Hilfe, um diese Problematik anzugehen.



Abbildung 1: Spritzgegossenes MID-Bauteil

Bereits in der Phase der Werkzeugkonstruktion sollte der gewünschte Kantenradius in die Planungen einfließen. Zu enge Radien beeinträchtigen sowohl die spätere Metallisierung als auch die Leiterbahnführung. Scharfkantige Übergänge im Bereich von metallisierten Strukturen sind möglichst zu vermeiden, um Beschädigungen zu vermeiden. Die Werkzeugkonstruktion sollte so ausgelegt sein, dass Anspritzpunkte und Auswerfer nicht auf der zu metallisierenden Leiterbahn liegen. Diese Punkte sind anfällig für fehlerhafte Strukturierung und Metallisierung. Wenn möglich, sollten Heißkanalungssysteme gewählt werden. Ansonsten entstehen an den Abbrech- oder Scherkanten oft unerwünschte Fremdmetallisierungen durch mechanische Aktivierung des Kunststoffes.

Den Bündenähten kommt bei spritzgegossenen MID-Bauteilen eine besondere Bedeutung zu; sie gelten als kritische Stellen. Das Leiterbild sollte nicht über Bündenähte führen, da mechanische Belastungen oder Temperaturschwankungen zu Spannungsrissen und damit zu Unterbrechungen der Leiterbahnen führen könnten. Die Position der Bündenähte ist vorab in Spitzversuchen oder Füllstudien zu ermitteln.

Spritzguss

Die Designrichtlinien der LPKF Laser & Electronics AG bieten Entwicklern verlässliche Vorgaben für die Konzeption und Fertigung von MID-Bauteilen nach dem LPKF-LDS®-Verfahren. Zum Beispiel für den Spritzguss.

Laserstrukturierbare MID-Formteile werden nach dem Einkomponenten-Spritzguss hergestellt. Die technischen Anforderungen entsprechen in etwa denen eines konventionellen Spritzgussprozesses. Nach der Auswahl des am Besten geeigneten Materials wird das getrocknete und vorgewärmt Kunststoffgranulat mit hohem Druck in die Werkzeugform gepresst. Das abgekühlte und erstarrte Bauteil wird der Form entnommen und kann im Anschluss mit dem Laser strukturiert werden.

Bei der Materialauswahl steht Anwendern eine Vielzahl erprobter Serienwerkstoffe unterschiedlicher Hersteller zur Verfügung (siehe „Kunststoffe: Neues PPA von RTP“). Als Richtschnur für die Handhabung haben sich die präzisen Verarbeitungshinweise der Hersteller bewährt. Im MID-Newsletter des Monats April wurde bereits auf die erhebliche Bedeutung der Werkzeuggestaltung beim MID-Spritzguss hingewiesen, wobei insbesondere die Gleichmäßigkeit der Werkzeugtemperierung zu beachten ist. Besonderes Augenmerk ist auf den Verlauf der Bindenähte zu legen. Die spätere Layoutgestaltung sollte berücksichtigen, dass keine Leiterbahnen über Bindenähte geführt werden. Die exakte Position der Bindenähte lässt sich in Füllversuchen ermitteln.

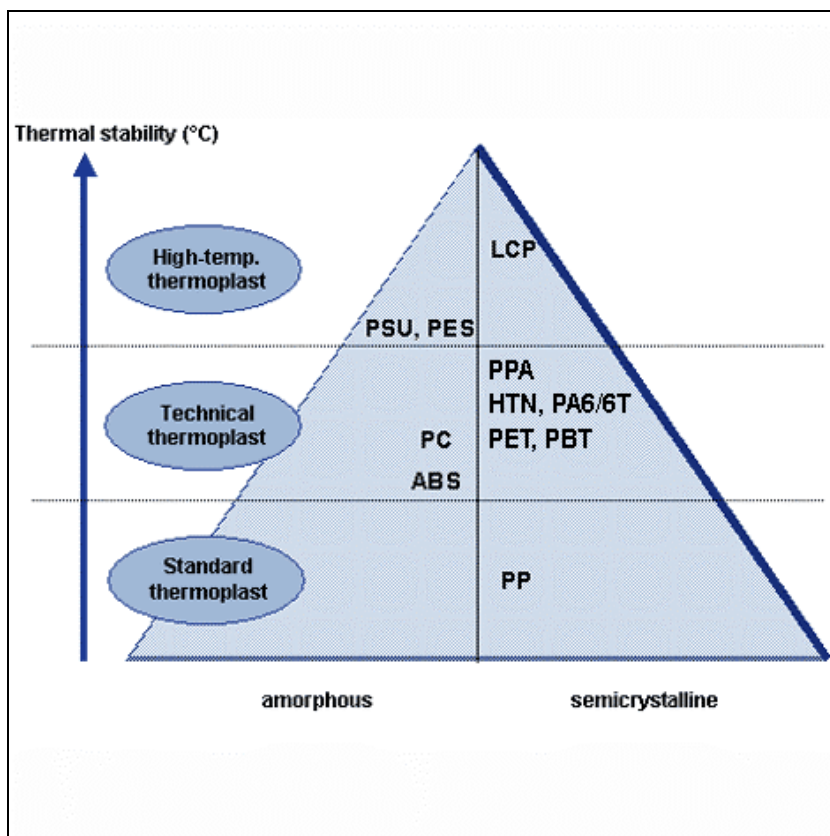


Abbildung 2: Material- und Anbieterportfolio für Polymere für das LPKF-LDS®-Verfahren

Trennmittel, insbesondere solche auf Silikonbasis, sind beim Spritzguss LDS-strukturierbarer Bauteile zu vermeiden. Gleiches gilt für Schmierstoffe, die – wenn überhaupt – äußerst sparsam eingesetzt werden sollten. Unterbrechungen des Verarbeitungsprozesses können zu Lasten gleichbleibend hoher Qualität gehen. Spritzgegossenen MID-Formteilen genügt in der Regel eine normale Oberflächengüte, ein Polieren des Werkzeuges ist nicht nötig. Die Trennung des Bauteils von der Werkzeugform sowie das weitere Handling der Schaltungsträger verlangen eine gewisse Sorgfalt: MIDs sind Schaltungsträger und in der Regel kein Schüttgut.

Laserstrukturierung

Die Laserstrukturierung ist das zentrale Element des LPKF-LDS®-Verfahrens zur Herstellung von innovativen MID-Bauteilen. Sie zeichnet sich durch eine geringe Anzahl von Prozessschritten und eine feine Strukturauflösung aus. Bei der Laserbearbeitung wird das Schaltungslayout auf ein dreidimensionales Kunststoffbauteil aufgetragen, welches zuvor aus einem laseraktivierbaren (LDS-fähigen) Thermoplast spritzgegossen wurde. Zur Reduzierung der Laserbearbeitungszeit sollte bereits in der Planungsphase eine geringe Zahl von Einspannungen vorgesehen werden, auch ist das maximale Scanvolumen des jeweiligen Systems zu beachten.



Abbildung 3: Bei der Laserstrukturierung wird die Oberfläche des Bauteiles sichtbar aufgeraut

Der Einfallswinkel des Laserstrahls auf die zu strukturierende Fläche folgt klaren Vorgaben: Zum Beispiel sollte der für eine prozesssichere Aktivierung empfohlene Einfallswinkel nicht weniger als 65 Grad zum Lot der zu aktivierenden Fläche betragen. Übergänge und Wandungen sind kritische Stellen, die bei Konstruktion und Bearbeitung besonderer Aufmerksamkeit bedürfen.

Laserleistung und Vorschubgeschwindigkeit sind mit Blick auf einen möglichst geringen Abtrag in Kombination mit sicherer Aktivierung der Metallkeime zu bemessen. Die Laserstrukturierung ermöglicht Leiterbahnbreiten von unter 100 µm, wobei die tatsächliche Dimensionierung von Leiterbahnbreite und Leiterbahnabstand von der jeweiligen Applikation abhängig ist und im Vorfeld abgestimmt werden sollte. Auch für Durchgangslöcher späterer Durchkontaktierungen sind bestimmte Anforderungen zu beachten, damit der maximale Einfallswinkel des Laserstrahls nicht überschritten wird. Detaillierte Informationen sind in den Konstruktionsregeln für das Laserstrukturierungsverfahren definiert, welche LPKF zum Ende dieser Beitragsreihe zum Download bereitstellen wird.

Metallisierung

Die Metallisierung ist nach Spritzguss und Laserstrukturierung der dritte wesentliche Prozessschritt bei der Herstellung von MID-Bauteilen nach dem LPKF-LDS[®]-Verfahren.

Vor diesem Arbeitsschritt werden die Bauteilrohlinge gereinigt. Dann erfolgt der additive Leiterbahnaufbau. Mittels einer chemischen Metallabscheidung in einem stromlosen Cu-Bad wird das Formteil beschichtet. Voraussetzung für die selektive Metallisierung ist die Dotierung des Kunststoffträgers. Der Laser aktiviert im Kunststoff enthaltene Metallverbindungen entlang der vorgegebenen Leiterbildstruktur. In der Regel werden in den Metallisierungsbädern Schichtstärken von 3 bis 5 $\mu\text{m/h}$ abgeschieden. Die maximale Schichtdicke der chemischen Verkupferung sollte aus wirtschaftlichen Erwägungen 8 μm nicht übersteigen. Verlangt die spätere Anwendung nach einer Erhöhung der Metall-Schichtstärke, kann diese wahlweise weiter stromlos oder in einem galvanischen Cu-Bad vorgenommen werden. Alternativ sind auch applikationsspezifische Beschichtungen, wie beispielsweise Ni, Au, Sn, Sn/Pb, Ag oder Ag/Pd möglich. Als Finish-Beschichtung bieten sich NiP und Au an.



Abbildung 4: Metallisiertes Bauteil

Herstellern, die auf eine hausinterne Metallisierung verzichten, stehen zahlreiche Metallisierungsdienstleister zur Verfügung. Eine Reihe von Firmen hat sich auf die Metallisierung von LDS-aktivierten MID spezialisiert.

Aufbau- und Verbindungstechnik und Qualitätssicherung

Mit der Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) sowie der Qualitätssicherung bei der MID-Fertigung schließen wir die Serie zu den LDS-Designrichtlinien ab.

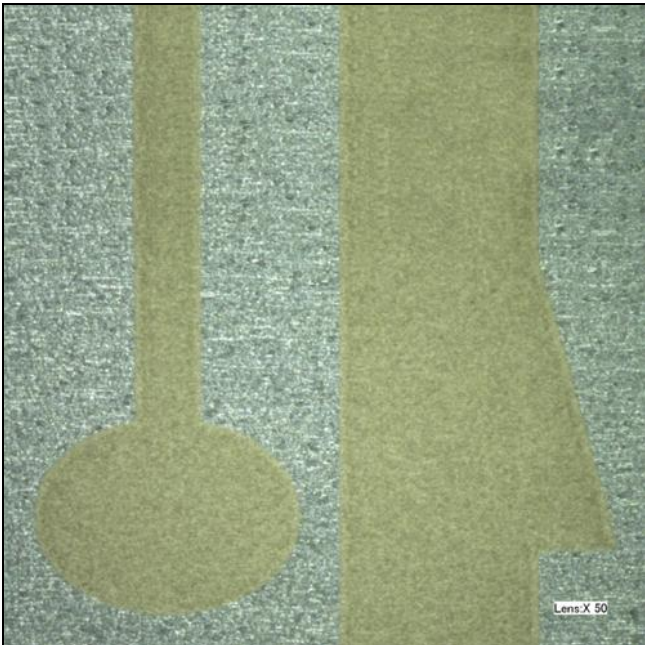


Abbildung 5: Die Qualitätskontrolle der Ergebnisse kann durch Sichtprüfung erfolgen

Im Prinzip eignen sich fast alle gängigen AV-Techniken für die Bestückung eines spritzgegossenen Schaltungsträgers mit Surface Mounted Devices (SMD). Anwender haben die Wahl zwischen bleifreiem Löten, Kleben und Drahtbonden. Welche Verbindungsart gewählt wird, hängt im Wesentlichen vom zu fixierenden Bauelement sowie vom Einsatzgebiet der jeweiligen MID-Baugruppe ab. Das Einsatzgebiet ist zudem ein zentraler Faktor bei der Auswahl des richtigen MID-Werkstoffs, vor allem die thermischen Eigenschaften eines Werkstoffs sind von erheblicher Bedeutung.

Die Bestückung im dreidimensionalen Raum ist überdurchschnittlich platzsparend, stellt aber zugleich die größte Herausforderung dar. Zwar lassen sich SMD problemlos auf unterschiedlichen Ebenen platzieren, allerdings sollten bei der Planung die Erfordernisse des automatisierten Bestückungsprozesses berücksichtigt werden. Dabei gilt es die Bewegungsfreiheit des Lotpasten-Dispensers und der Bauelemente-Vakuumpinzette zu gewährleisten. Darüber hinaus ist eine Platzierung der SMD auf Schrägen zu vermeiden, zu Bauteilkanten sollte ein Abstand vorgesehen werden.



Abbildung 6: Bestücktes MID-Bauteil

Um dauerhaft eine hohe Qualität bei der MID-Fertigung garantieren zu können, sind prozessoptimierte Anlagen sowie deren regelmäßige Kontrolle und Wartung unabdingbar. Die Kontrolle der Ergebnisse kann beispielsweise durch Sichtprüfung erfolgen.

Ansprechpartner für das LPKF-LDS[®]-Verfahren

Ihre Fragen zum Design mechatronischer Baugruppen beantwortet auf Herr Dr. Wolfgang John, Senior-Consultant der LPKF für das LPKF-LDS[®]-Verfahren. Dr. John zählt seit Jahren zu den anerkannten Experten auf dem Gebiet MID.

Dr. Wolfgang John
Senior LPKF-LDS[®] Consultant

Tel.: +49-(0)5131-7095-0
Fax: +49-(0)5131-7095-90
E-Mail: w.john@lpkf.de