



Das LDS-Verfahren in vier Schritten:
Spritzgießen, Laserdirektstrukturierung,
Metallisierung, Bestückung (Foto: LPKF)

Laser-Direct-Structuring-Verfahren bieten bekanntermaßen Designfreiheit, Miniaturisierung und Präzision bei der Herstellung von elektronischen Bauteilen. Doch über die Anwendungsmöglichkeiten der Bauteile entscheidet vor allem das verwendete Polymer. Zur Auswahl stehen verschiedene Kunststoffe.

Auf der Suche nach dem richtigen Kunststoff

VOLKER STROHM

Es gibt elektronische Bauteile, die zu komplex sind, um sie mit herkömmlichen Produktionsverfahren herzustellen. Das gilt insbesondere dann, wenn gleich mehrere Funktionen auf kleinem Bauraum integriert werden sollen, das Bauteil miniaturisiert werden muss oder die räumliche Gestaltungsfreiheit im Fokus steht. Gemeint sind dreidimensionale Schaltungsträger, wie sie etwa in Computern, in der Medizintechnik, der Fahrzeugelektronik, bei Handyschalen (**Titelbild**) oder Schaltergehäusen eingesetzt werden. Das wahrscheinlich bekannteste Verfahren zur Herstellung dreidimensionaler Schaltungsträger ist die Laserdirektstrukturierung (LDS-Verfahren der Firma LPKF Laser & Electronics AG, Garbsen). Sie stellt eines von mehreren Verfahren innerhalb der Molded Interconnect

Devices (MID)-Technologie dar, die darauf abzielt, mechanische und elektronische Funktionsträger innerhalb eines Bauteils zu integrieren.

Das Ziel des Verfahrens ist es, Leiterbahnen in ein Gehäuse einzubringen. Beim LDS-Verfahren erzeugt ein Infrarot-Laserstrahl (**Bild 1**) auf der Oberfläche des Schaltungsträgers eine Vorstrukturierung (Mikrorauheit), die dem späteren Verlauf der Leiterbahnen entspricht. In diesem Bereich wird durch ein spezielles Additiv im Kunststoff die Oberfläche chemisch-physikalisch aktiviert. Bei der folgenden Metallisierung entstehen hier selektiv auf

der aktivierten Oberfläche fest haftende Leiterbahnen. Daher muss der verwendete Kunststoff entsprechend genau auf das LDS-Verfahren abgestimmt sein.

Die drei Kandidaten

Bekanntere Materialien zur Herstellung elektronischer Bauteile sind u.a. Polybutylenterephthalat (PBT), Liquid Crystal Polymer (LCP) und Polyphthalamid (PPA). Mit teilweise sehr unterschiedlichen Eigenschaften beeinflussen sie die Anwendungsmöglichkeiten der Bauteile entscheidend. Während PBT zu den technischen Kunststoffen zählt, gehören LCP und PPA zu den Hochleistungskunststoffen. Auch innerhalb der einzelnen Kunststoffe gibt es Unterschiede. So hat Evonik Industries, Marl, vor Kurzem ein PPA der neuesten Generation unter dem Namen Vestamid HTplus auf den Markt gebracht. Das Unternehmen unterscheidet dabei zwei Typen (**Bild 2**): Ein PA6T/X mit erhöhter Temperaturbeständigkeit und ein

i Kontakt

Evonik Industries AG
High Performance Polymers
D-45764 Marl
TEL +49 2365 49-9022
→ www.vestamid.com

ARTIKEL ALS PDF unter www.kunststoffe.de
Dokumenten-Nummer KU110821

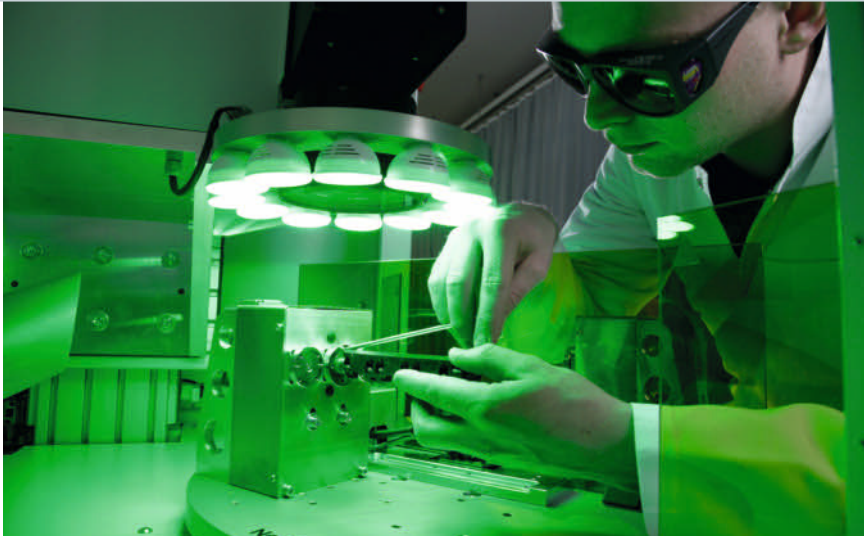


Bild 1. Laserdirektstrukturierung mit mehreren Lasern (Foto:LPKF)

PA10T/X mit besonders geringer Wasseraufnahme. Das PA10T/X ist zudem 50 % biobasiert und verwendet statt Erdöl teilweise Pflanzenöl als Rohstoffquelle.

PPA versus PBT

In Verbindung mit dem MID-Verfahren besteht zunehmend die Anforderung, bleifreie Lote einzusetzen. Dabei kommen häufig das Konvektionslötverfahren oder das Dampfphasenlötverfahren zum Einsatz. Der technische Kunststoff PBT oder PBT-Blends sind jedoch für beide Verfahren nur bedingt geeignet. Aufgrund des vergleichsweise niedrigen Schmelzpunkts würde das Bauteil durch die im Lötbad auftretenden Spitzentemperaturen von bis zu 260°C beschädigt oder sogar zerstört werden. Daher können Surface Mounted Technology (SMT)-Bauteile unter diesen Bedingungen nicht auf Basis von PBT-Polymeren hergestellt werden. Bei SMT-Bauteilen wird der Funktionsträger zunächst auf die Leiterplatte gesetzt und fixiert, bevor er angelötet wird.

Und es gibt noch einen weiteren Unterschied zwischen PBT und dem Hochleistungskunststoff PPA: In der Chemikalienbeständigkeit hat der Polyester PBT Schwächen. Hier bietet PPA einen höheren Freiheitsgrad für Prozessschritte, bei denen Chemikalien zum Einsatz kommen. Dabei spielt PPA klar seinen großen Vorteil der Spannungsrissunempfindlichkeit aus.

PPA versus LCP

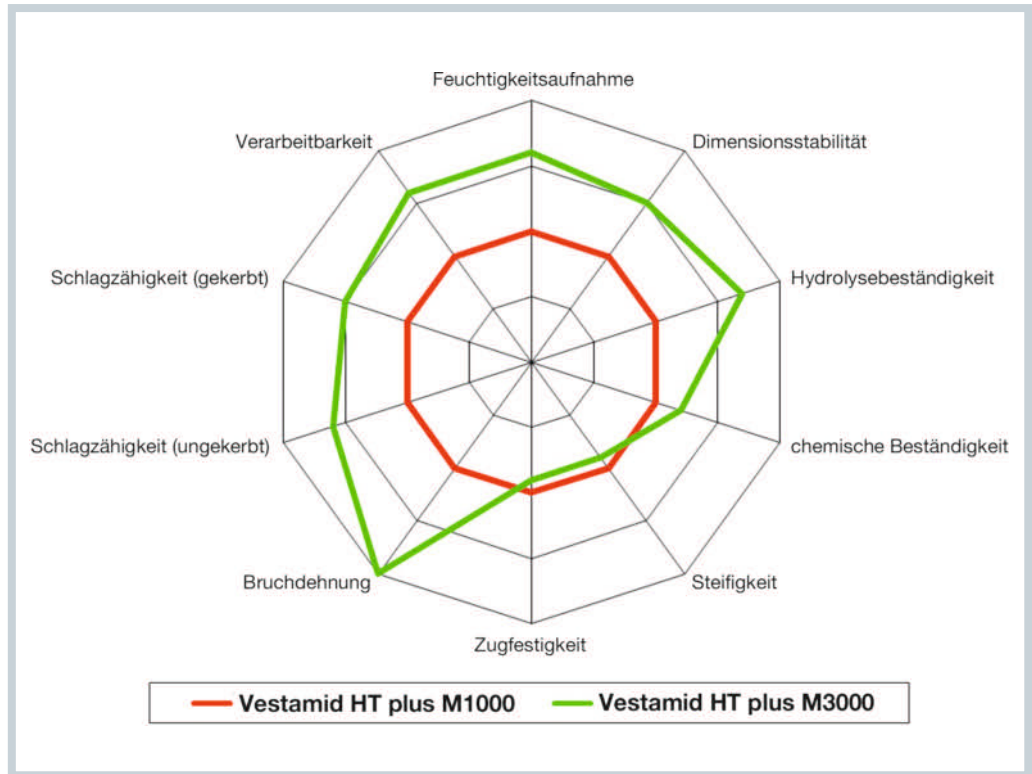
Ebenso wie PPA gehört auch LCP in die Klasse der Hochleistungskunststoffe. Wo PBT in der Temperaturbeständigkeit nicht mehr ausreicht, greift man häufig auf eines dieser beiden Polymere zurück.

Der Einsatz von PPA ist dabei in der Regel jedoch wirtschaftlicher, was nicht zuletzt an seiner geringeren Dichte liegt. Speziell für SMT-basierte Bauteile ergeben sich so kommerzielle Vorteile. Vestamid HTplus schließt auch damit eine Lücke zwischen dem häufig ungeeigneten PBT und der bisherigen Alternative LCP.

Was die Temperaturbeständigkeit angeht, weist LCP gegenüber PBT ähnliche Vorteile auf wie PPA. Im direkten Vergleich zwischen PPA und LCP zeigen sich jedoch wiederum Unterschiede: Zunächst weist PPA als unverstärktes Polymer eine höhere Zähigkeit bzw. Schlagzähigkeit als LCP auf. Damit wird für die auf PPA ba-



Bild 2. Eigenschaftsdiagramm von Vestamid HTplus M1000 und M3000 (Quelle: Evonik)



sierenden Formmassen das Potenzial eröffnet, die Bruchfestigkeit bei filigranen Teilen zu erhöhen. Fällt beispielsweise ein Mobiltelefon auf den Boden, werden die außen liegenden Konnektoren am stärksten beansprucht. Dank der guten Zähigkeit von PPA wären die Konnektoren elastischer und weniger gefährdet. Dynamisch belastete elektronische Bauteile lassen sich sehr gut mit Vestamid HTplus realisieren. Und nicht nur im späteren Betrieb, auch bei der Verarbeitung bzw. Montage ist diese Eigenschaft von Nutzen.

So profitiert Vestamid HTplus bei Einpresstests von seiner guten Duktilität.

Die Bindenahtfestigkeiten von PPA sind vergleichsweise hoch. Daraus resultieren mechanisch und dynamisch hoch belastbare Formteile, bei denen die Bindenähte die Gesamtstabilität des Bauteils weniger beeinträchtigen. Dies gilt besonders im Fall „stumpfer“ Bindenähte, in denen die Schmelzfronten senkrecht aufeinander treffen.

PPA ist nicht gleich PPA

Auch zwischen den einzelnen PPA-Compounds gibt es Unterschiede. Das klassische am Markt erhältliche Polyamid 6/6T weist mit ca. 290 bis 300°C einen Schmelzpunkt auf, der gegenüber dem Vestamid HTplus auf Basis PA6T/X etwas tiefer liegt. Die Glasübergangstemperatur von Vestamid HTplus liegt mit 125°C um etwa 20°C höher. In zahlreichen Anwen-

dungsfeldern, z.B. im Pkw-Motorraum, liegt die Betriebstemperatur häufig bei über 100°C. Damit ist Vestamid HTplus besonders gut geeignet, diesen Temperaturen auf Dauer standzuhalten. Es behält über einen weiten Temperaturbereich ein hohes Festigkeitsniveau.

Eine weitere bekannte Einschränkung der Einsatzmöglichkeiten von konventionellem Polyphthalamid ist die relativ hohe Wasseraufnahme und die damit verbundenen Dimensions- und Eigenschaftsänderungen. Dies kann zu Ausfällen elektronischer Komponenten führen. Das PA 10T/X von Evonik hat hingegen eine deutlich geringere Wasseraufnahme und deshalb diesbezüglich eine bis zu Faktor 2 höhere Dimensionsstabilität.

Aus drei mach eins

In Summe ergibt sich eine ganze Reihe von Vorteilen für PPA – und speziell für

Vestamid HTplus – für die Anwendung dreidimensionale Schaltungsträger. Das neu entwickelte und gemeinsam mit LPKF qualifizierte PPA ist mit Glasfasern und mineralischen Füllstoffen verstärkt. Die gute Verarbeitbarkeit und die thermomechanischen Eigenschaften beider Materialien gewährleisten am Ende die wirtschaftliche Fertigung hochwertiger Bauteile.

Als langjähriges Mitglied der Forschungsvereinigung 3-D MID e.V. ist Evonik von Anfang an bei der Umsetzung verschiedener Forschungsprojekte beteiligt gewesen und wird auch in Zukunft in die neuesten Entwicklungen involviert sein (Tabelle 1).

DER AUTOR

VOLKER STROHM ist Manager Development High Performance Polymers bei der Evonik Industries AG, Marl; volker.strohm@evonik.com

SUMMARY

LOOKING FOR THE RIGHT POLYMER

LASER DIRECT STRUCTURING methods offer freedom of design, miniaturization and precision in the manufacture of electronic components. But the possible applications for the components are determined primarily by the polymer used. There are various polymers to choose from.

Read the complete article in our magazine

Kunststoffe international and on www.kunststoffe-international.com

Eigenschaft		Vestamid HTplus M1000	Vestamid HTplus M3000	TGP 3586	TGP 3587
Schmelzbereich DSC 2. Aufheizen	[°C]	300–315	ca. 285	300–315	285
Vicat-Erweichungstemperatur	Methode A 10 N [°C]	300	280	302	279
	Methode B 50 N [°C]			260	243
Formbeständigkeit in der Wärme	Methode A 1,8 MPa [°C]	126	128	–	–
	Methode B 0,45 MPa [°C]	235	230	–	–

Tabelle 1. Vergleich der Eigenschaften von zwei neu entwickelten PPA-Produkten mit TGP