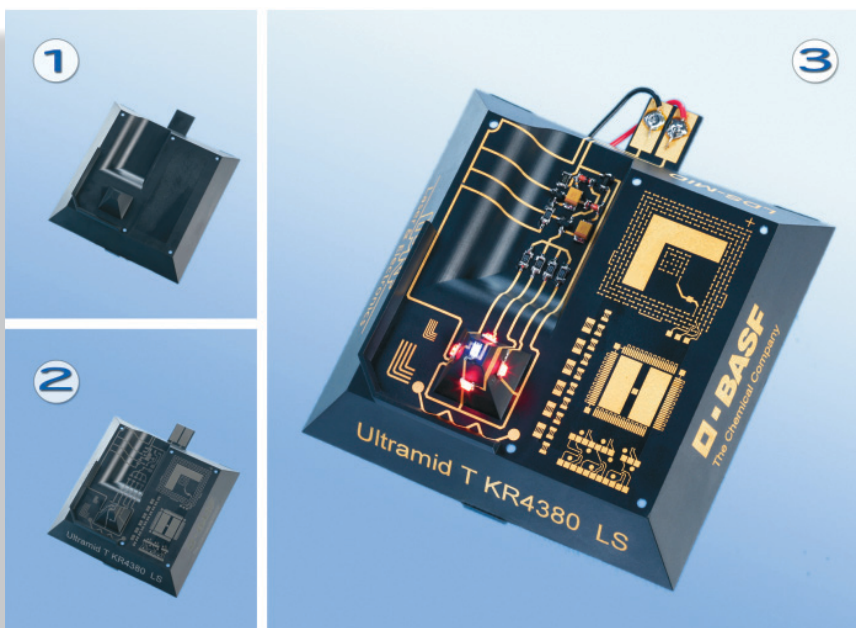


Laser-Direkt-Strukturierung von MID-Bauteilen

Direkt aufs Bauteil

Spritzgegossene Schaltungsträger – MIDs – ermöglichen die Integration elektronischer Schaltungen direkt auf Kunststoffbauteile. Das Verfahren des Laser-Direkt-Strukturierens sorgt in Verbindung mit einem neuen Kunststoff für eine rationellere Herstellung solcher Bauteile.



Das LDS-Verfahren besteht aus drei Schritten: Konventionelles Spritzgießen, Laser-Strukturierung und stromlose Metallisierung. (Bild: BASF)

Heißprägen MIDs bisher nur für wenige Serienanwendungen am Markt umgesetzt werden. Frischen Wind in die MID-Entwicklung soll ein neues Verfahren bringen: Das so genannte Laser-Direkt-Strukturieren (LDS) der LPKF AG, Hersteller industrieller Laser-Anlagentechnik mit Sitz in Garbsen. Das Verfahren zeichnet sich durch eine geringe Anzahl von Prozessschritten und eine hohe Strukturauflösung aus, die mit konventionellen Methoden nicht möglich ist. Außerdem fallen einige kritische Stufen bei der chemisch-galvanischen Metallisierung der Leiterbahnen weg. Seit Juni 2004 vermarktet der Hersteller gemeinsam mit der BASF AG, Ludwigshafen, über einen Lizenzvertrag die Technologie mit einem neuen Kunststoff aus dem Ultramid-Sortiment des Chemiekonzerns.

Schaltungen in beliebiger Form

Mit dem LDS-Kunststoff lassen sich beliebige Formteile in Standard-Spritzgießverfahren herstellen. Die Formteiloberflächen werden dann in den Bereichen, die später Leiterbahnen tragen sollen, mit einem Laser strukturiert. Danach ist das Leiterbild praktisch in die dreidimensionale Oberfläche eingraviert. Laserleistung und -vorschubgeschwindigkeit sind so justiert, dass ein geringfügiger Polymerabtrag erfolgt und gleichzeitig genügend LDS-Additivbestandteile gespalten werden. Auf diese Weise entsteht eine definierte Mikrorauheit der Oberfläche mit eingelagerten Metallpartikeln. Die Rauheit ist für die Haftfestigkeit der späteren Metallisierung verantwortlich. Die Metallinlagerungen dienen als Kristallisationskeime für die chemisch reduktive Metallabscheidung zum Aufbau einer geschlossenen Kupferschicht auf der behandelten Oberfläche. Das Verfahren verzichtet auf einige der Chemikalien, die bei klassischer Galvanisierung zum Einsatz kommen, und besteht aus drei Schritten: Konventionelles Spritzgie-

Spritzgegossene Schaltungsträger – Moulded Interconnected Devices (MIDs) – ermöglichen es, Leiterbahnen und elektronische Bauteile ohne herkömmliche Platine auf mehreren Ebenen eines Grundkörpers – das heißt auch dreidimensional – unterzubringen. Diese Integration von elektronischen Schaltungen direkt auf Kunststoffbauteile bietet eine Reihe von Vorteilen für die Konstruktion und effiziente Fertigung innovativer, mechatronischer Baugruppen. Zu diesen Vorteilen gehören höhere Gestaltungsfreiheit, Verkürzung von Prozessketten und Reduzierung der Werkstoffvielfalt. Dennoch konnten mit den bekannten Verfahren wie 2-K-Spritzgießen oder



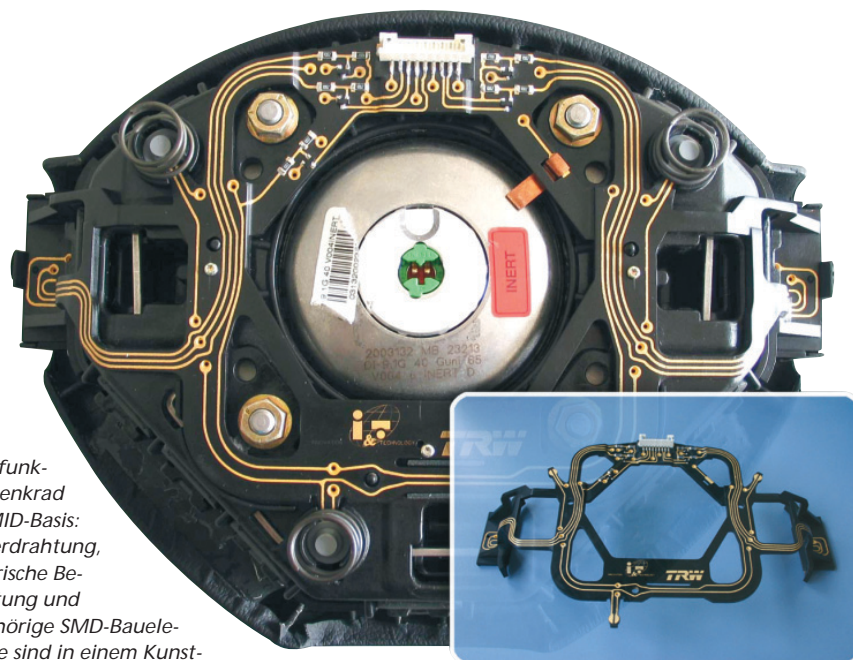
Reinhard Stransky, Vertrieb technische Kunststoffe, BASF AG, Ludwigshafen; Nils Heininger, LPKF Laser & Electronics AG, Garbsen; Dr. Wolfgang John, I&T Entwicklungs- und Holding AG, Siegendorf/Österreich; Hans-Jürgen Boßler, TRW Automotive Safety Systems GmbH, Aschaffenburg

Ben, Laser-Strukturierung und stromlose Metallisierung. Darüber hinaus bietet das LDS-Verfahren eine hohe geometrische Gestaltungsfreiheit und ermöglicht feine Strukturen mit Linienbreiten von weniger als 100 µm. Im Gegensatz zu anderen Verfahren ist die Flexibilität bei Änderungen des Schaltungs-Layouts sehr hoch, da sich die Strukturierungsdaten mit der Software der Laseranlage schnell anpassen lassen.

Die Wahl von BASF fiel auf Ultramid T als Basispolymer, ein teilkristallines, teilaromatisches Polyamid 6/6T. Die Spezialität aus dem Sortiment der technischen Kunststoffe kommt bereits in der Elektrotechnik und im Automobilbau zum Einsatz, wenn hohe Anforderungen an die Wärmeformbeständigkeit bestehen. Für das LDS-Verfahren wurde ein speziell abgestimmter Compound mit 30% Glasfasern und guten Eigenschaften hinsichtlich Anspringverhalten der Metallisierung und Metallhaftung entwickelt. Besondere Eigenschaften dieses Polymers sind der hohe Schmelzpunkt von 295 °C und die hohe Biegetemperatur unter Last von etwa 270 °C bei 1,8 MPa. Unbelastet übersteht das Material Temperaturspitzen bis 285 °C. Damit ist dieser Werkstoff für das Auflöten elektronischer Bauteile geeignet. Auch bei Reflow-Lötverfahren mit bleifreiem Lot und damit höheren Löttemperaturen sind keine Probleme zu erwarten. Als einziges zur Zeit auf dem Markt verfügbares Polyamid für LDS zeichnet sich das Material zusätzlich dadurch aus, dass es hochwärmeformbeständig und relativ kostengünstig ist.

Niedrige Herstellkosten

In dem Maße, wie die Menge an Elektronik im Fahrzeug zunimmt, wächst auch der Kostendruck auf die elektrischen und mikrosystemtechnischen Komponenten. Als Automobilzulieferer sieht sich TRW Automotive Safety Systems, Aschaffenburg, darüber hinaus ständig wachsenden Anforderungen an Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit ausgesetzt. Aus diesem Grund hat das Unternehmen ein Konzept für ein Multifunktionslenkrad auf MID-Basis erarbeitet. Das so genannte Base-Line-Konzept soll in großen Stückzahlen umgesetzt werden und aufgrund relativ niedriger Herstellkosten gerade im Pkw der Mittelklasse zum Einsatz kommen.



Multifunktionslenkrad auf MID-Basis: Umverdrahtung, elektrische Beschaltung und zugehörige SMD-Bauelemente sind in einem Kunststoffträger integriert. (Bild: TRW Automotive)

Als ebenfalls erfahrener Kooperationspartner der Automobilindustrie verfügt die I&T Entwicklungs- und Holding AG, Siegendorf/Österreich, über serientaugliche Anlagentechnik im Bereich der MID-Metallisierung und hat sich der Aufgabe gestellt, das Konzept bis in die Serienproduktion zu begleiten.

Um der Forderung nach einer möglichst kleinen Zahl von Einzelelementen nachzukommen, wird beim Base-Line-Konzept die heute über Kabel gelöste Umverdrahtung zusammen mit der elektrischen Beschaltung – etwa elf Widerstände und fünf Transistoren – und den zugehörigen SMD(Surface Mounted Devices)-Bauelementen auf einem Kunststoffträger, dem MID, aufgebracht. So sind alle Funktionen in ein Bauteil integriert. In der aktuellen Variante ist das MID-Bauteil als Rahmen ausgeführt, der später in das eigentliche Gehäuse eingeklippt werden soll. Zunächst galt es, mit Hilfe von Rapid Prototyping seriennahe Erstmuster aus Polyurethan herzustellen, die sich unter anderem für die Diskussion mit dem OEM eignen. Wie die späteren Serienbauteile werden diese Prototypen im LDS-Verfahren laserstrukturiert und metallisiert. Von den in Frage kommenden Werkstoffen für das Serienbauteil hat sich Ultramid T als besonders tauglich erwiesen, da es neben der für das Reflow-Löten notwendigen Wärmeformbeständigkeit auch eine sehr gute Haftung aufweist.

Das Konzept führt nicht nur zur Einsparung von Werkzeugen, Montage-, Prüf- und Entwicklungskosten, sondern gestattet Bauraumoptimierung und höhere Schaltungsflexibilität, einfachere Teile sowie Signalführung über mehrere Ebenen, und es vermeidet aufwendige und montageunfreundliche Verkabelung. Der Automobilzulieferer ist zuversichtlich, dass diese konstruktiven Vorteile des mit Hilfe von LDS gefertigten Multifunktionslenkrads gegenüber der konventionellen Lösung zu einer Kosteneinsparung von etwa 20% führen.

LDS-Prinzip

Basis des LDS-Verfahrens ist ein Kunststoff, der mit einem speziellen Additiv, einem laserspaltbaren Metallkomplex, ausgestattet ist. Das LDS-Additiv ist elektrisch nicht leitfähig und verändert deshalb die elektrischen Isolationseigenschaften des Kunststoffs nicht. Erst bei Einwirkung eines Infrarot-Laserstrahls mit der Wellenlänge 1 064 nm erfolgt die Aufspaltung des Komplexes in elementares Metall, in diesem Fall Kupfer, und Restgruppen. LPKF hat eine speziell für diesen Zweck geeignete Laseranlage, die MicroLine 3D IR Industrial, entwickelt.