

# Räumliche spritzgegossene Schaltungsträger

Neues Verfahren kombiniert 3D-MID-Technologie mit IMD-Technik

Ulrich Schütz, Leverkusen

Erste Bauteile nach dem Prinzip der 3D-MID-Technologie sind im 2-Komponenten-Spritzgießen mit anschließender Metallisierung oder durch Heißprägen der Leiterbahnen in die Oberfläche der Bauteile als Serienanwendungen realisiert. Ein drittes noch weniger bekanntes Verfahren findet zunehmend mehr Interesse – das Hinterspritzen von mit Leiterbahnen strukturierten Folien.

Traditionell werden mechanische konstruktions- und elektronisch arbeitende Elemente getrennt entwickelt, gefertigt und anschließend zu einem Produkt zusammengesetzt. Die 3D-MID-Technologie (Molded Interconnected Devices) eröffnet einen völlig neuen konstruktiven Ansatz: Hier geht es darum, die Oberflächen nahezu beliebig geformter Spritzgussteile aus thermoplastischen Kunst-

stoffen gleichzeitig als Träger elektronischer Schaltungen und Bauelemente zu verwenden. Spritzgegossene Formteile bieten zudem die Möglichkeit auch mechanische Funktions- und Montageelemente zu integrieren. Das Ziel der Entwicklung ist allerdings nicht, die Leiter-

## Rationalisierung von Fertigung und Montage

Die MID-Technologie bietet wichtige Vorteile: Durch den Einsatz thermoplastischer Kunststoffe ist eine fast unbegrenzte Gestaltungsfreiheit und damit eine Mi-



A)



B)

Bild 1A und B. Dekodruck auf einer (A) und Funktionsdruck auf der anderen Seite der Folie (B)



Bild 1C. Verformte Folie

platte generell zu eliminieren, sondern konventionelle Lösungen durch die MID-Technologie zu vereinfachen und kostengünstiger zu gestalten [1].

Der Einsatz temperaturbeständiger thermoplastischer Kunststoffe und die Möglichkeiten einer strukturierten Metallisierung eröffnen der Elektroindustrie neue Dimensionen für den Schaltungsaufbau: Die Integration elektronischer und mechanischer Funktionen in einem Bauteil bietet Chancen zur Rationalisierung und Leistungssteigerung für die Herstellung elektronischer Produkte.

Der Markt für MID ist breit gefächert. Er reicht u. a. von der Unterhaltungs-, Daten- und Kommunikationselektronik über Komponenten der Kfz- und Sensor-elektronik bis zur elektrischen Haushaltsgeräte-, Installations- und Medizintechnik.

naturisierung der Bauteile möglich. Rationalisierungseffekte ergeben sich auch durch die reduzierte Teilezahl und eine dadurch verkürzte Prozesskette [2].

Die nach heutigem Stand gängigen Verfahren zur Herstellung von 3D-MID-Bauteilen sind das 2-K-Spritzgießen mit anschließender selektiver Metallisierung sowie das Heißprägen von Metallfolien auf spritzgegossenen Substratoberflächen.

Als weiteres Verfahren findet das Hinterspritzen von mit Leiterbahnen strukturierten Folien zunehmendes Interesse. Dazu zählt das von der Bayer AG entwickelte Baymetec-Verfahren, bei dem Schaltbilder mit Hilfe eines speziellen Primers auf die Folienoberfläche aufgebracht werden. Die Primer enthalten Katalysatoren, die eine spätere Metallisierung der Leiterbahnstrukturen mit ver-

einfachen Beschichtungsverfahren ermöglichen.

### Hinterspritzen von metallisierbaren Folien

Das Hinterspritzen von gezielt vorbereiteten Folien ist im Hinblick auf die MID-Technologie ein noch relativ neues Verfahren. Es verbindet die 3D-MID-Technologie mit der IMD-Technik (In-mould Decoration), indem die Folie sowohl für dekorative als auch funktionelle Zwecke genutzt wird. Dabei werden der dekorative Druck auf die eine und das Schaltbild auf die andere Seite der Folie aufgebracht. Anschließend

Als Substratmaterial eignen sich besonders Folien aus Polycarbonat (Typ: Makrofol, Hersteller: Bayer) sowie (PBT+PC)-Blends (Typ: Bayfol, Hersteller: Bayer). Sie lassen sich ohne Verwendung eines Primers mit PC sowie (PC+ABS)-Blends hinterspritzen.

### Komplex strukturiert durch Folienumformung

Die Technologie des Hinterspritzens von Leiterbahn-strukturierten Folien wird weiterentwickelt und es gibt bereits erste Ansätze, komplexere Teile herzustellen. Ziel ist, der bedruckten Folie vor dem Hinterspritzen durch Umformung

terspritzt, die mit BaymetecP gedruckten Leiterbahnen metallisiert (Bild 1D und E) und dann mit den elektronischen Komponenten bestückt (Bild 1F).

Die Hinterspritztechnologie eignet sich sowohl zur Herstellung kleiner als auch großer Serien. Dabei lassen sich Schaltungen und Schaltungsänderungen ohne großen Aufwand realisieren, da die Herstellung der Druckmatrizen kostengünstig ist. Nach bisher vorliegenden Erfahrungen sind Leiterbahnbreiten und -abstände von  $>150\ \mu\text{m}$  erreichbar. Die Schälffestigkeit der Metallisierung auf Folien beträgt  $>1\ \text{N/mm}$ .

Mit ihrer Flexibilität, den ökonomischen Vorteilen und unter dem Aspekt der umweltfreundlichen Fertigung löst die 3D-MID-Hinterspritztechnologie technische Probleme in unterschiedlichen Anwendungsbereichen.

### Literatur

- 1 Pöhlau, F.: Entscheidungsgrundlagen zur Einführung räumlicher spritzgegossener Schaltungsträger. Dissertation Universität Erlangen-Nürnberg, 1999
- 2 Forschungsvereinigung Räumliche Elektronische Baugruppen 3D-MID e.V.: Handbuch: Herstellungsverfahren, Gebrauchsanforderungen und Materialkennwerte Räumlicher Elektronischer Baugruppen. Erlangen, 1998

### Der Autor dieses Beitrags

Dipl.-Ing. Ulrich Schütz, geb. 1941, ist bei der Bayer AG, Leverkusen, im Geschäftsbereich Kunststoffe, Marketing Europa, Branchenmanagement Elektrotechnik/Elektronik tätig.



Bild 1D und E. Hinterspritztes und metallisiertes Formteil

wird die Folie in ein Spritzgießwerkzeug eingelegt und mit Kunststoff hinterspritzt.

Bayer hat speziell für Anwendungen in der Elektronikindustrie eine neue Metallisierungs-Technologie entwickelt, die sich hervorragend für die 3D-MID-Technologie eignet. Die Leiterbahnstruktur entsteht in einer Dicke von 1 bis  $2\ \mu\text{m}$  durch Sieb- oder Tampondruck eines Primers (Typ: BaymetecP) auf der Foliensoberfläche. Während eines Konditionierungsprozesses unter Temperatur geht der Primer eine chemische Verbindung mit der Substratoberfläche ein und sorgt für eine sehr gute Haftfestigkeit. Organometallische Verbindungen im Primer wirken als Katalysator, mit dessen Hilfe sich über eine chemische Reduktion stromlos Metallschichten als Leiterbahnen aufbauen lassen. Auf diese Weise ist es möglich, ohne Galvanobad Metalle wie Kupfer oder Nickel in einer Schichtdicke von 1 bis  $8\ \mu\text{m}$  aufzubringen, die für Steuerströme im mA-Bereich ausreichen. Ist für größere Ströme eine dickere Metallschicht erforderlich, können die Leiterbahnen galvanisch nachverstärkt werden.



Bild 1F. Mit elektronischen Komponenten bestückter Schaltungsträger

eine räumliche Struktur zu verleihen. Der Baymetec-Primer ist elastisch und lässt sich in Grenzen mitverformen, so dass eine durchgehende, unterbrechungsfreie Metallisierung gewährleistet ist.

Als Demonstrator wurde ein elektronisches Roulettespiel entwickelt (Bild 1). Es handelt sich um ein rundes Bauteil mit 120 mm Durchmesser. Nach dem Baymetec-Verfahren wird das Schaltbild auf eine Folie aufgebracht (Bild 1A und B) und die Folie im Kaltpressverfahren (High pressure forming; Bild 1C) verformt. Anschließend wird die Folie hin-