

⊕ Elektrochemie · Galvanotechnik · Korrosion

## Herstellung von Molded Interconnect Devices aus Hochleistungsthermoplasten durch Strukturieren und Hinterspritzen von Kupferfolien

### Motivation und Einführung

MID-Techniken kommt bei der Realisierung von innovativen kunststoffbasierten mechatronischen Systemen und Mikrosystemen eine immer größere Bedeutung zu. Dabei stellt die selektive Metallbeschichtung von chemisch und thermisch hoch belastbaren Thermoplasten wie z.B. PEEK oder PPS mit feinen Strukturbreiten eine große Herausforderung dar. Insbesondere die haftfeste Metallisierung ist, aufgrund eines fehlenden Haftmechanismus infolge chemischer Wechselwirkung zwischen Metallschicht und Substrat, in der Praxis problematisch und nicht einfach zu realisieren.

Bei dem neuen Verfahren zur Erzeugung von feinen Leiterbahnstrukturen auf spritzgegossenen Bauteilen aus Hochleistungsthermoplasten wird im ersten Schritt zunächst auf eine dünne Trägerfolie aus Kupfer eine Hotmelt-Maske mittels Inkjetverfahren gedruckt. Anschließend erfolgt die galvanische Abscheidung eines Schichtstapels aus Gold, Nickel und Kupfer in den nicht bedruckten Bereichen. Das Schichtwachstum der galvanischen Schichten folgt dabei der vertikalen Kontur der Hotmelt-Maske. Dadurch erhält der Schichtstapel einen Hinterschnitt, welcher für die Haftfestigkeit der Leiterbahnen im Kunststoffbauteil von entscheidender Bedeutung ist. Nach dem Strippen der Hotmelt-Maske wird die so vorbereitete Trägerfolie dann mit einem Hochleistungsthermoplasten hinterspritzt. Zum Abschluss erfolgt die Entfernung der Trägerfolie in einem Ätzprozess.

### Entwicklung eines geeigneten Verfahrens

Der neu entwickelte Prozessablauf ist schematisch in Abbildung 1 dargestellt. Eine Hotmelt-Maske wird mit der Inkjet-Technologie auf die Trägerfolie gedruckt. Das eingesetzte Hotmelt muss dabei die erforderliche Beständigkeit gegenüber dem nachfolgenden Galvanikprozess und dem Ätzprozess zum Entfernen der Trägerfolie erfüllen.

Bei der Strukturierung der Schichtstapel auf den Kupferträgerfolien mittels galvanotechnischer Verfahren bestehen besondere Anforderungen an den Aufbau

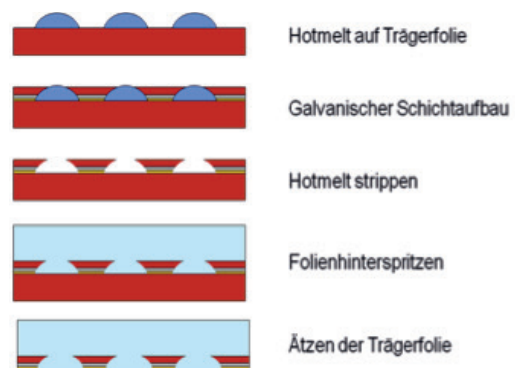


Abb. 1 | Schematischer Prozessablauf

des Schichtsystems. Die Prozesslösungen und Prozessparameter müssen so gewählt werden, dass sich die Hotmelt-Maske, die zum Aufbau der Leiterstrukturen dient, nicht ablöst oder unterwandert wird und dass der gesamte Schichtaufbau beim Entfernen (Strippen) des Resists nicht chemisch angegriffen oder unterätzt wird. Die galvanische Abscheidung erfolgt auf der Trägerfolie sukzessive in den vom Resist vorgegeben Strukturen bis zu einer Gesamtschichtdicke, die größer ist als die Dicke des Resists, sodass die Leiterbahnen aufgrund des lateralen Schichtaufbaus oberhalb des Resist eine Struktur mit Hinterschneidungen ausbilden können (Abb. 2).

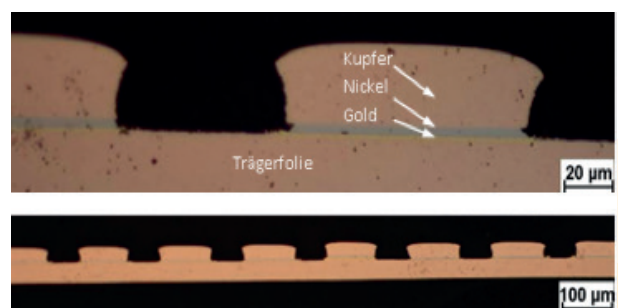


Abb. 2 | Galvanisch aufgebauter Gold/Nickel/Kupfer-Schichtstapel auf einer Kupferträgerfolie

Nach dem Konditionieren der Trägerfolie wird auf der Kupferoberfläche zunächst eine ca. 2 µm dicke Goldschicht aus einem sauren Elektrolyten abgeschieden.

Der Goldüberzug schützt beim späteren Strippen den gesamten galvanischen Schichtaufbau. Auf den Goldüberzug folgt dann eine ca. 3 µm dicke Nickelschicht, abgeschieden aus einem Nickelsulfamatelektrolyten. Die Nickelzwichenschicht dient als Diffusionssperre zwischen dem Goldüberzug und der nachfolgenden Kupferschicht. Die Kupferschicht schließlich erzeugt dann primär die gewünschten Strukturen auf den Trägerfolien. Geeignet sind saure Kupferelektrolyte mit speziellen organischen und anorganischen Zusätzen, die das komplette Füllen von teilweise geschlossen Strukturen oder Sacklöchern mit einem sehr hohen Füllgrad ermöglichen.

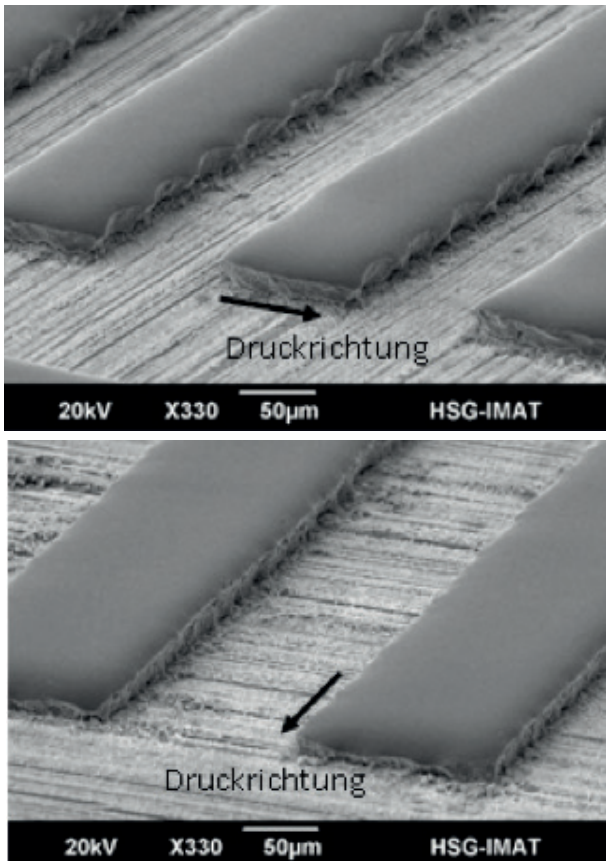


Abb. 3 | REM Aufnahmen von galvanisch aufgebauten Gold/Nickel/Kupfer-Schichtstapeln auf der Trägerfolie nach dem Strippen der Hotmelt-Maske

Nach dem galvanischen Schichtaufbau wird das Hotmelt mit einer verdünnten KOH-Lösung bei einer Temperatur von 80°C mit Ultraschallunterstützung gestrippt und die gewünschten Strukturen liegen frei. Abb. 3

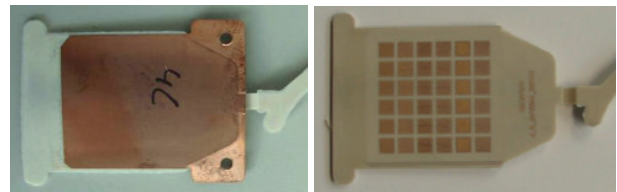


Abb. 4 | Demonstrator aus PPS vor und nach dem Ätzen der Trägerfolie

zeigt die Gold/Nickel/Kupfer-Schichtstapel auf Kupferfolien mit einem Oberflächentreatment nach dem Strip-Prozess. Zum Hinterspritzen der vorstrukturierten und vorkonfektionierten Kupferfolien ist ein Spritzgusswerkzeug mit Filmanguss geeignet. Der Rampeneinsatz verhindert dabei die Unterwanderung der Trägerfolie durch die Schmelze. Durch die Rampe wird die Trägerfolie zudem während der Formfüllung an die obere Werkzeughälfte gedrückt. Nach dem Spritzgussprozess wird die Kupferträgerfolie in einem nachfolgenden Ätzprozess entfernt (Abbildung 4).

### Ergebnisse

Mit dem vorgestellten Verfahren können schwer zu metallisierende Hochleistungsthermoplaste wie z.B. PPS galvanisch selektiv mit Kupfer, Nickel und Gold beschichtet werden. Dies ermöglicht eine Erweiterung der MID-Technologie für neue Anwendungsfelder. Dabei wird auf geeigneten Kupferträgerfolien mittels Inkjet-Technologie zunächst eine Hotmelt-Maske gedruckt und die so erzeugten Leiterstrukturen werden anschließend galvanisch mit Gold, Nickel und Kupfer aufgebaut. Nach dem Strippen der Hotmelt-Maske wird die vorstrukturierte Folien in einem geeigneten Spritzgusswerkzeug mit PPS hinterspritzt und die Trägerfolie wird dann durch einen Ätzprozess entfernt. Durch diese Verfahrensweise können auf einem 2D-Technologie-Demonstrator Leiterstrukturen mit Breiten bis zu 70 µm bei einem Pitch von bis zu 160 µm hergestellt werden.

### Danksagung

Das IGF-Vorhaben 320ZN wurde über die AIF im Rahmen des Programms zu Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

## Projekt: AiF 320ZN

### Partner

HSG-IMAT, Institut für Mikroaufbautechnik, Stuttgart

HSG-IMIT, Institut für Mikrotechnik und Informationstechnik, Villingen-Schwenningen

### Ansprechpartner

fem | Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie | Katharinenstraße 17 | 73525 Schwäbisch Gmünd

Dr. Manfred Baumgärtner, baumgaertner@fem-online.de | Dipl.-Ing. (FH) Martin Funk, m.funk@fem-online.de