



Leitfähig, transparent und flexibel

Folien. Transparente leitfähige Filme, die auf flexiblen Kunststoff-Folien basieren, ermöglichen völlig neue Designs von Control- und Touch-Keys. Diese „unsichtbaren“ Sensortasten können in transparente Benutzeroberflächen oder in kurvige, also 3D-gekrümmte Oberflächen, integriert werden. Dadurch lassen sich beispielsweise im Auto und bei Smartphones Dekoration und Funktion mit größtmöglicher Designfreiheit verbinden.

Transparente leitfähige Folien mit strukturierten Leiterbahnen (Bild: PolyIC)

**MARTIN SCHEWE
HENNING ROST**

Flexible und optisch transparente Folien werden für Anwendungen wie Displays, ultradünne Heizelemente oder beispielsweise Bedienelemente im Innenraum von Automobilen benötigt. Diese müssen über eine Beschichtung mit möglichst hoher elektrischer Leitfähigkeit verfügen. Heutzutage werden oft Kunststoff-Folien auf Polyesterbasis mit Indium-Zinn-Oxid (ITO)-Beschichtung eingesetzt, die vor ihrem Einsatz mit hohem technischem und finanziellem Aufwand strukturiert werden müssen [1]. Durch seine begrenzte Leitfähigkeit und seine relative Brüchigkeit ist ITO für Anwendungen auf großflächigen und besonders ge-

krümmten Oberflächen jedoch weniger geeignet.

Alternativen zur ITO-Technologie sind mittlerweile ohne die oben genannten Nachteile auf dem Markt erhältlich. So ist es der PolyIC GmbH & Co. KG, Fürth, (Mitglied der Kurz-Gruppe) gelungen, einen kostengünstigen und hochvolumigen Rolle-zu-Rolle-Produktionsprozess (Bild 1) für gedruckte Elektronik und damit auch leitfähige transparente Folien zu entwickeln.

Im gesamten Prozess zur Herstellung von gedruckter Elektronik spielt die Herstellung von Elektroden und Leiterbahnen – also von leitfähigen Strukturen – eine Schlüsselrolle. Die Strukturierung ist derart fein, dass diese vom menschlichen Auge ohne Hilfsmittel nicht mehr erkannt werden kann. Durch die Herstellung von hochaufgelösten Strukturen im µm-Maßstab auf dünnen flexiblen Poly-

ester-Folien (die typische Auflösung liegt bei 10 µm) kann neben einer hohen Leitfähigkeit auch eine gute Transparenz der Schichten erreicht werden. Damit werden diese für solche Anwendungen hochinteressant, die bislang ITO-beschichteten Folien mit den bekannten Nachteilen vorbehalten waren.

Die Festlegung von Transparenz und Leitfähigkeit kann kundenspezifisch durch unterschiedliche Belegung der Fläche (Breite und Dichte der leitfähigen Strukturen pro m² Polyester-Folie) mit

i Kontakt

PolyIC GmbH & Co. KG
D-90763 Fürth
TEL +49 911 20249 8145
→ www.polyic.com

ARTIKEL ALS PDF unter www.kunststoffe.de
Dokumenten-Nummer KU111174



Bild 1. Flexible, leitfähige und transparente Folien auf der Maschine (Bilder 1 bis 3: PolyIC)

leitfähigem Material eingestellt werden. Als leitfähiges Material kommen Metalle zum Einsatz, die je nach Anwendung über die gesamte Folienlänge und -breite oder in Form einer Bebilderung als individuelles Layout aufgebracht werden können (technische Details siehe [4]).

Besonders bevorzugtes Trägermaterial ist Polyethylenterephthalat (PET), da es dünn und flexibel, hochtransparent, kommerziell in großen Mengen erhältlich und im Vergleich zu anderen Kunststoffen relativ preiswert ist. PolyIC bietet diese flexiblen, leitfähigen und transparenten Folien unter dem Markennamen PolyTC an, die in einer Vielzahl von Anwendungen, wie verschiedene Sensorelemente

- Touch-Screens und
- Sensortasten bzw. Touch-Keys als ITO-Ersatz eingesetzt werden können (Titelbild).

Weitere Anwendungsbereiche von PolyTC-Folien sind:

- transparente EMI-Shielding-Folien,
- transparente Heizfolien,
- transparente Elektroden als Basis für den Aufbau von Organischen Leuchtdioden (OLEDs) oder Organischen Solarzellen (OPV) sowie
- Ableitung von elektrostatischen Aufladungen (ESD).

Transparente Folien für Touch-Keys

Touch-Keys bzw. Sensortasten sind elektronische Schalter, die keine beweglichen mechanischen Teile beinhalten und durch Fingerberührung bedient werden. Sie sind die derzeit bevorzugte Anwendung für transparente leitfähige Folien. Touch-Keys bestehen aus leitfähigen Oberflächen, die mit einem Controller- →

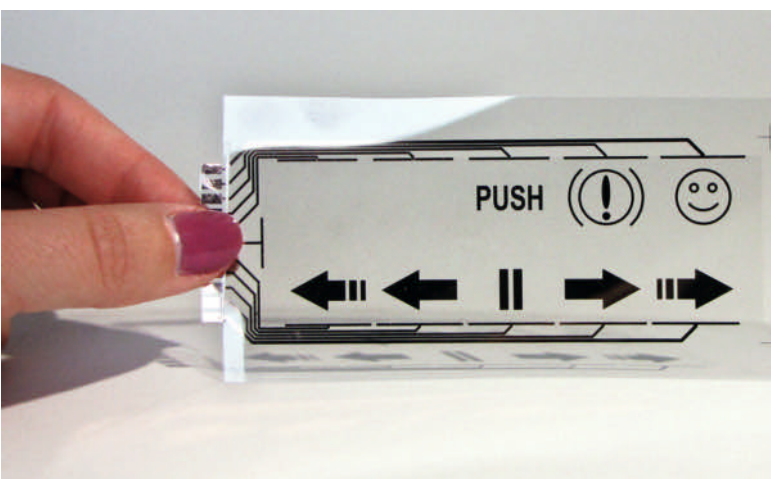


Bild 2. Transparente leitfähige Folien für Sensortasten (Touch-Keys)



Bild 3. Flexible, leitfähige und transparente Folien in geschwungenen oder kurvigen Oberflächen (z.B. Instrumententafeln)

Chip verbunden sind. Derartige Bauteile erkennen Änderungen der elektrischen Kapazität, wie sie zum Beispiel durch die Berührung der Folie mit einem Finger verursacht werden können. Die Änderung der Kapazität löst dann eine Schalteroperation aus. Der Verzicht auf mechanische Teile macht die Touch-Keys sehr robust. Das flache Design und das quasi nicht vorhandene Volumen ermöglichen die einfache Integration in eine Vielzahl von unterschiedlichen Anwendungen. Durch die Transparenz der Touch-Keys ist es möglich, sie als „unsichtbare“ Schalter einzusetzen, die optisch erst dann erscheinen, wenn sie hinterleuchtet werden.

Die Vorteile der mit PolyTC-Folien hergestellten Touch-Keys liegen auf der Hand. Diese Bauteile

- sind durchsichtig,
- können hinterleuchtet werden,
- sind dünn, flexibel und somit für die Integration in dreidimensional gekrümmte Oberflächen geeignet,
- haben keinerlei mechanische Komponenten und unterliegen kaum Verschleiß,
- könnten dort eingesetzt werden, wo einfach zu reinigende Oberflächen bzw. Schalter benötigt werden, z. B. im Medizinbereich.

Diese Touch-Keys erlauben neue innovative Designkonzepte, die mit eindeutigen technischen Vorteilen einhergehen. Neben dem Fahrzeuginnenraum von Automobilen sind weitere Anwendungen in Form von Schaltflächen (**Bild 2**) für die sogenannte „weiße Ware“ (große elektronische Haushaltsgeräte wie Herde, Kühlschränke oder Waschmaschinen), „braune Ware“ (elektrische oder elektronische Konsumgüter, wie Fernsehgeräte, Radios und DVD-Player) sowie für medizinische Geräte denkbar.

Ein nicht zu unterschätzender Vorteil ist die Flexibilität der hier beschriebenen Touch-Keys. Bis vor kurzem konnten herkömmliche Touch-Keys nur in flache und ebene Oberflächen integriert werden. Die auf PolyTC-Folien basierenden Touch-Keys können nun überall in der Instrumententafel oder in der Mittelkonsole eingearbeitet werden – auch in geschwungenen und kurvigen Bereichen, was neuartige, kreative und grafisch attrakti-

ve Designs ohne mechanische Schalter und Knöpfe ermöglicht (**Bild 3**).

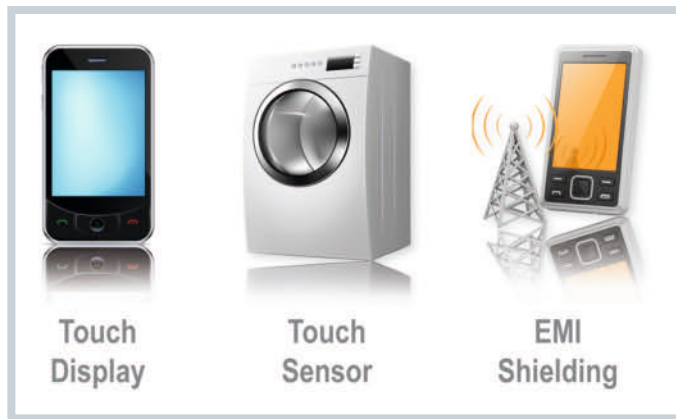
Aktive Schaltflächen

Völlig außergewöhnliche Design-Möglichkeiten erhält man, wenn darüber hinaus Dekorationsfolien-Technologie und Funktionsfolie, also PolyTC, kombiniert werden. In der Dekoration von Kunststoffteilen hat sich in den letzten Jahren die Technik In-Mold Decoration (IMD) etabliert (das Einspritzen von Einzelfolien, der sogenannten Labels, wird In-Mold Labeling (IML) genannt). Bei der IMD-Technik werden Spritzgießen und Heißprägen in einem einzigen Arbeitsschritt kombiniert. Da die Kunststoffteile bei diesem Verfahren bereits während

! Gedruckte Elektronik

Unter gedruckter Elektronik versteht man elektronische Bauelemente die vollständig oder teilweise mittels Druckverfahren hergestellt werden. Anstelle von konventionellen Druckfarben ohne jegliche elektrische Funktion werden sogenannte „elektronische Funktionsmaterialien“, oft in Form von speziellen Kunststoffen, verdruckt. Die hierbei eingesetzten leitenden, halbleitenden und isolierenden Kunststoffe werden in herkömmlichen organischen Lösungsmitteln gelöst und als Art elektronische Tinte verdruckt [2]. Verschiedene Schichten dieser Kunststoffe werden dabei mit großer Präzision strukturiert aufeinander abgelegt. Auf diese Art und Weise können elektronische Komponenten wie Transistoren, Dioden und Kondensatoren erzeugt werden [3]. Die Nutzung von modernen und hochvolumigen Druckverfahren führt zu einer erheblichen Reduzierung der Herstellungskosten. Die Möglichkeit, großflächige und flexible Substrate zu bedrucken sowie die Nutzung neuartiger Funktionsmaterialien erlauben die Erschließung von Anwendungsfeldern für die Elektronik, die der konventionellen Silizium-basierten Elektronik bisher nicht oder nur eingeschränkt zugänglich waren. Neue Entwicklungen durch die gedruckte Elektronik zeichnen sich u. a. in Anwendungen wie Funketiketten (RFID-Tags), Displays und Solarzellen ab.

Bild 4. Einsatzmöglichkeiten für flexible, leitfähige und transparente Folien (Foto: iStock)



des Spritzgießvorgangs komplett dekoriert werden können, ist eine beträchtliche Reduzierung der Produktionskosten möglich. Die Dekoration nach dem Spritzgießen, das Zwischenlager und zusätzliche Arbeitsschritte können somit entfallen. Dieser Prozess ermöglicht auch, dekorative Kunststoffteile mit integrierter Touchfunktionalität durch einen Spritzgießvorgang und der Kombination aus IMD und IML mit der PolyTC-Folie herzustellen. Auf diesem Wege wird die betrachtete Oberfläche der Bauelemente nicht länger von mechanischen Schaltern unterbrochen, da sich die Schaltelemente hinter der Dekoration befinden. Nicht leitfähige metallische IMD-Folien können genutzt werden, um metallisch erscheinende oder gar „Brushed-Metal“-Oberflächen mit aktiven Schaltflächen zu erzeugen.

Elektrische Heizelemente

Die leitfähigen Leiterbahnen auf den PolyTC-Folien können auch zur Umwandlung von elektrischem Strom in Wärme genutzt werden und damit zum Einsatz als Heizfolien kommen. Hohe Auflösung der PolyTC-Strukturen führt einerseits zu hohen Transparenzwerten, aber auch zu niedrigerer Leitfähigkeit der Folie, die eine Einschränkung der Heizleistung bedeutet. Beim Design einer PolyTC-Heizfolie ist es damit entscheidend, einen guten Kompromiss zwischen ausreichender Transparenz und genügend hoher Leitfähigkeit zu finden. Dennoch bieten die hier beschriebenen Folien interessante Perspektiven für den Einsatz in lokalen Heizelementen, so z. B. um das Beschlagen von Windschutzscheiben und Autospiegeln effektiv zu verhindern.

Elektroden für EMI-Abschirmung

Unter dem Begriff EMI (Electromagnetic Interference) versteht man elektronische Störaussendungen, die ein elektronisches Gerät stören oder von diesem selbst produziert werden. Aufgrund der stetig steigenden Komplexität von elektronischen Schaltungen, z. B. im Automobil- oder Mobiltelefonbereich, treten immer öfter Störungen auf, ausgelöst durch elektromagnetische Wellen. Durch den Einsatz von Komponenten, die unter die Kategorie EMI-Abschirmung fallen, kann dieses Risiko eingedämmt werden. Poly-IC kann hochtransparente, leitfähige Po- →

lyTC-Folien für Anwendungen zur Abschirmung von elektromagnetischen Störungen in Displays herstellen (Bild 4).

Derartige Folien bieten für EMI-Schirmungen folgende Vorteile:

- kundenspezifische Layouts in Form von rhombischen, rechteckigen oder hexagonalen Designs,
- individuell einstellbarer Oberflächenwiderstand mit entsprechendem Abschirmungseffekt und gewünschter Transparenz sowie
- kundenspezifische Geometrie zur gewünschten Einstellung der EMI cut-off Frequenz.

Durch Gesten gesteuerte Leuchtelemente

Auf der Light+Building Messe 2012, Frankfurt am Main, wurde durch den deutschen Leuchtenhersteller Occhio [5] eine innovative neue Leuchterserie mit dem Namen io 3d präsentiert.

Das Außergewöhnliche an diesem Leuchtersystem ist nicht nur das Design, sondern auch das neuartige und innovative Bedienkonzept. Die Steuerung erfolgt nicht mehr durch herkömmliche Schalter und Knöpfe, sondern durch einfache Gesten der Hand: berührungslos und intuitiv. Nähert man sich dem Kopf der Leuchte langsam mit der Hand, kann das Licht heller oder dunkler gedimmt werden. Eine kürzere Handbewegung am Leuchtenkopf bewirkt das Ein- und Ausschalten der Leuchte.

In der Occhio-Lampe ist PolyTC-Folie in die Linse des Leuchtenkopfs integriert



Bild 5. Durch Gesten steuerbare Lampe, in der eine flexible, leitfähige und transparente Folie in die Linse des Leuchtenkopfs integriert ist

(Foto: Occhio)

und dient als Sensorelement für eine berührungslose Gestensteuerung. Durch Ausnutzung des sogenannten Proximity-Effekts wird die Annäherung der Hand erkannt und in den entsprechenden Befehl umgesetzt (Bild 5).

Fazit

Gedruckte Elektronik – also die Produktion von elektronischen Komponenten und Produkten durch Rolle-zu-Rolle-Prozesse – hat das Laborstadium verlassen und zeigt erste erfolgreiche Anwendungsmöglichkeiten auf dem Massenmarkt. Das erste Produkt dieses Typs, also leitfähige und transparente Folien auf Kunststoffbasis mit Markennamen PolyTC, befindet sich auf dem Weg zu praktischen, hochvolumi-

gen Anwendungen. Die neuartige Folie bietet klare Vorteile sowohl bezüglich des Produktdesigns als auch der Integrationsmöglichkeiten in das Zielprodukt. ■

LITERATUR

- 1 Wörle, J.; Rost, H.: Roll-to-roll production of transparent conductive films using metallic grids. MRS Bulletin 36 (10) (2011) S. 789
- 2 Rost, H.: Vom Polymer-Transistor zur gedruckten Elektronik. Kunststoffe 10 (2005) S. 209-214
- 3 Rost, H.; Mildner, W.: Auf dem Weg zur gedruckten Elektronik: Neueste Fortschritte. Kunststoffe 6 (2008) S. 108-113
- 4 Wörle, J.; Rost, H.: Unsichtbare Helfer. Kunststofftechnik 4 (2010) S. 82-85
- 5 www.occhio.de

DIE AUTOREN

MARTIN SCHEWE, geb. 1981, ist als Project Manager bei der PolyIC GmbH & Co. KG, Fürth, tätig; info@polyic.com

DR. HENNING ROST, geb. 1966, ist Senior Project Manager bei der PolyIC GmbH & Co. KG, Fürth.

SUMMARY

CONDUCTIVE, TRANSPARENT, FLEXIBLE

FILMS. Transparent, conductive films based on flexible plastic sheets open up completely new designs for control and touch-keys. These "invisible" touch-keys can be integrated into transparent user interfaces or into curved (3D) surfaces. This allows decoration and functionality to be combined with maximum design flexibility, e.g. in cars and smart-phones.

Read the complete article in our magazine

Kunststoffe international and on www.kunststoffe-international.com