



(10) **DE 10 2006 033 887 B4** 2015.04.09

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 033 887.1**  
(22) Anmeldetag: **21.07.2006**  
(43) Offenlegungstag: **24.01.2008**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **09.04.2015**

(51) Int Cl.: **H01L 51/48** (2006.01)  
**H01L 51/42** (2006.01)  
**B32B 37/15** (2006.01)  
**H01L 23/492** (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Leonhard Kurz GmbH & Co. KG, 90763 Fürth, DE**

(74) Vertreter:  
**LOUIS, PÖHLAU, LOHRENTZ, 90409 Nürnberg,  
DE**

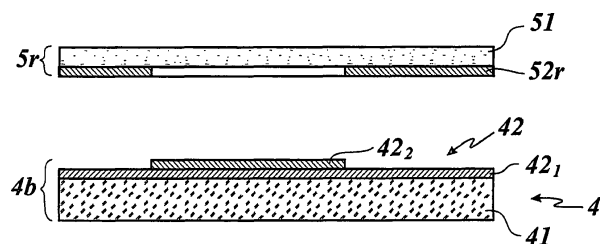
(72) Erfinder:  
**Schindler, Ulrich, Dr., 90762 Fürth, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	103 49 963	A1
US	6 946 676	B2
US	2004 / 0 236 200	A1
US	2005 / 0 053 801	A1
US	2005 / 0 211 293	A1
US	2006 / 0 124 922	A1
EP	1 457 099	B1
WO	02/ 017 392	A2
WO	2004/ 066 477	A2

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines Mehrschichtkörpers mit leitfähiger Polymerschicht**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Herstellung eines Mehrschichtkörpers mit einer auf einer Trägerschicht angeordneten elektrisch leitfähigen Schicht, dadurch gekennzeichnet, dass eine Transferfolie (5) mit einer ein elektrisch leitfähiges Polymer aufweisenden nicht verfilmten Übertragungsschicht (52) bereitgestellt wird, und dass die elektrisch leitfähige Schicht durch Übertragen der Übertragungsschicht (52) von der Transferfolie (5) auf den Mehrschichtkörper (4) ausgebildet wird, und dass die Übertragungsschicht (52) beim Übertragen von der Transferfolie (5) auf den Mehrschichtkörper (4) durch Temperatureinwirkung und/oder Druckeinwirkung und/oder chemische Reaktion verfilmt und mit der unter der Übertragungsschicht (52) angeordneten Schicht des Mehrschichtkörpers (4) verbunden wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Mehrschichtkörpers mit einer elektrisch leitfähigen Polymerschicht.

**[0002]** In zunehmendem Maße werden herkömmliche Produkte und Verfahren der Halbleiterindustrie durch Produkte und Verfahren mit organischen Schichten ersetzt. Wenngleich organische Halbleiter und Leiter vielfach noch nicht alle technischen Anforderungen erfüllen, zeichnen sich doch bedeutende Fortschritte ab, beispielsweise bei organischen Solarzellen bzw. Polymer-Solarzellen.

**[0003]** Zum Aufbau organischer Solarzellen werden unter anderem organische Leiterbahnen und Elektroden-schichten benötigt, deren elektrischen Eigenschaften einstellbar sein müssen. Es ist bekannt, die elektrische Leitfähigkeit organischer Schichten elektrochemisch einzustellen. Das setzt jedoch einer Massenproduktion nach dem Rolle-zu-Rolle-Verfahren Grenzen, das auf konstante Fertigungsbedingungen abstellt.

**[0004]** Elektrisch leitfähige Polymere können häufig als Dispersionen mit einem geringen Feststoffanteil vor. Genau solche Dispersionen lassen sich durch Druckverfahren nicht oder nur mit Qualitätseinbußen strukturiert aufbringen, weil sie meist eine wasserähnliche Konsistenz aufweisen.

**[0005]** Die gattungsbildende DE 103 49 963 A1 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung einer Folie mit zumindest einem elektrischen Bauelement. Die Strukturierung einer elektrisch leitfähigen Schicht einer Transferfolie erfolgt hierbei unter Einsatz einer partiell ausgehärteten Kleberschicht. Dazu ist ein strahlungsvernetzbarer Kleber, beispielsweise ein UV-härtender Kleber vorgesehen. Die Kleberschicht wird auf einer Grundfolie aufgetragen und partiell ausgehärtet. Sodann wird die Transferfolie, welche mindestens eine Trägerschicht und eine elektrische Funktionsschicht aufweist, auf die Kleberschicht aufgebracht, und die Trägerschicht wird abgezogen. Die elektrische Funktionsschicht haftet auf denjenigen Bereichen der Kleberschicht, die nicht ausgehärtet sind und wird zusammen mit der Trägerschicht von den bereits ausgehärteten Bereichen der Kleberschicht abgezogen. Alternativ ist vorgesehen, dass die Kleberschicht erst nach dem Aufbringen der Transferfolie partiell bestrahlt wird, sodass die elektrische Funktionsschicht in den ausgehärteten Bereichen der Kleberschicht auf der Grundfolie verbleibt. In einem Ausführungsbeispiel ist die elektrische Funktionsschicht aus einem leitfähigen Polymer gebildet.

**[0006]** Die WO 02/17392 A2 beschreibt ein Verfahren, um sogenannte Flip Chips zur Montage auf Leiterplatten mit nicht zu den Flip Chips passender Anschlussgeometrie mit neuen montagegerechten Kontaktstellen zu versehen. Neben neuen Kontaktstellen müssen Verbindungsleitungen zwischen den alten und den neuen Kontaktstellen bereitgestellt werden. Die neuen Kontaktstellen und die Verbindungsleitungen werden hierbei aus leitfähigen Polymeren gebildet, die unter anderem durch Transferdruck, Stempeldruck oder weitere Drucktechniken aufgebracht werden. In dem Dokument ist unter anderem auch aufgeführt, dass beim Transferdruck und beim Spin-Coating die Polymere eine relativ geringe Viskosität und eine mittlere Eindickung besitzen sollen. Anschließend wird das aufgebrachte leitfähige Polymer durch Hitze, Strahlung oder andere geeignete Umweltbedingungen polymerisiert.

**[0007]** Die US 2004/0236200 A1 beschreibt ein Analysegerät, welches einen Sensor, eine Sensor-Kontrolleinheit und eine Anzeigeeinheit umfasst. Bei dem Sensor handelt es sich um einen elektrochemischen Sensor, der beispielsweise subkutan implantiert werden kann, etwa zur Bestimmung des Blutzuckerspiegels eines Patienten. Zur Verbindung des Sensors mit der Sensor-Kontrolleinheit werden Verbindungsleitungen benötigt, die mittels Drucktechniken aufgebracht werden können. Insbesondere kann ein Druckkopf die Übertragung der Verbindungsleitungen von einer Trägerfolie durch Druck und/oder Hitze bewirken, und zwar auf ein Substrat, das den Sensor und die Kontrolleinheit aufnimmt. Als leitfähiges Material ist unter anderem ein leitfähiges Polymer vorgesehen.

**[0008]** Die US 6 946 676 B2 beschreibt einen Dünnschichttransistor mit einer Polymerschicht zwischen einem Gate-Dielektrikum und einer organischen Halbleiterschicht. Als Material für die Gate-Elektrode ist unter anderem PEDOT/PSS vorgesehen. Zum Aufbringen der Dünnschichtelektroden und damit auch der Gate-Elektrode ist unter anderem das Verfahren des Transferdrucks vorgesehen.

**[0009]** Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, einen Mehrschichtkörper zu schaffen, der elektrisch leitfähige organische Schichten aufweist, die in ihren elektrischen Eigenschaften ohne die Anwendung chemischer Verfahren einstellbar sind sowie ein für die Massenproduktion geeignetes Verfahren zur Ausbildung strukturierter elektrisch leitfähiger organischer Schichten anzugeben.

**[0010]** Die Aufgabe der Erfindung wird durch ein Verfahren zur Herstellung eines Mehrschichtkörpers mit einer auf einer Trägerschicht angeordneten elektrisch leitfähigen Schicht gelöst, wobei vorgesehen ist, dass eine Transferfolie mit einer elektrisch leitfähiges Polymer aufweisenden Übertragungsschicht bereitgestellt wird, und dass die elektrisch leitfähige Schicht durch Übertragen der Übertragungsschicht von der Transferfolie auf den Mehrschichtkörper ausgebildet wird. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird vorgeschlagen, eine Transferfolie zu verwenden, deren Übertragungsschicht aus einem elektrisch leitfähigen Polymer gebildet ist.

**[0011]** Zahlreiche Qualitätsprobleme sind dadurch vermieden, dass die elektrischen Eigenschaften der elektrisch leitfähigen Schicht grundsätzlich bei der Herstellung der Polymerdispersion und/oder der Herstellung der Transferfolie eingestellt werden. Bei der Übertragung der Übertragungsschicht auf den Mehrschichtkörper werden nun insbesondere die geometrischen Eigenschaften der elektrisch leitenden Schicht bestimmt, d. h. deren Kontur und deren Dicke. Die Kontur der elektrisch leitenden Schicht ist durch die erfindungsgemäße Übertragungsschicht mit hoher Konturschärfe ausbildbar.

**[0012]** Der erfindungsgemäß hergestellte Mehrschichtkörper weist eine elektrisch leitende Schicht mit präzise einstellbarer Dicke auf, wobei die Dickentoleranz im Wesentlichen durch die Dicke der Übertragungsschicht bestimmt ist. Damit ist beispielsweise die Leitfähigkeit der elektrischen Schicht durch die Anzahl der übertragenen Übertragungsschichten einstellbar. Wenn  $n$  Übertragungsschichten übertragen sind, dann weist die auf diese Weise ausgebildete elektrisch leitfähige Schicht die  $n$ -fache Leitfähigkeit der in jedem Fertigungsschritt übertragenen Übertragungsschicht auf. Der Widerstand oder Flächenwiderstand lässt sich gemäß den Gleichungen der Parallelschaltung von Widerständen berechnen. Das Übertragen der Übertragungsschicht von der Transferfolie auf den Mehrschichtkörper kann vorteilhafterweise in einem Rolle-zu-Rolle-Prozess vorgesehen sein. Bei dem Mehrschichtkörper kann es sich um einen Folienkörper handeln, aus dem nach Abschluss des Fertigungsprozesses Abschnitte abgetrennt werden, die in den Verkehr gebracht werden.

**[0013]** Es ist bei der Erfindung vorgesehen, dass eine nicht verfilmte Übertragungsschicht bereitgestellt wird. Eine nicht verfilmte Übertragungsschicht bildet keinen zusammenhängenden Film. Die nicht verfilmte Übertragungsschicht weist eine pulvrige Konsistenz auf, wenn sie mit der Daumenprobe von der Trägerschicht der Transferfolie gelöst wird. Dies lässt die Ausbildung von Sollbruchstellen in der Übertragungsschicht vermuten, die dadurch entstehen, dass die Übertragungsschicht aus einer Dispersion aufgetragen wird und sodann das Dispersionsmittel bei einer Temperatur von 30 bis 40°C rasch ausgetrieben wird. Infolgedessen ist kein zusammenhängender Polymerfilm ausgebildet und die Haftung auf der Trägerfolie ist so gering, dass die Übertragungsschicht beim Übertragen leicht ablösbar ist. Eine verfilmte Übertragungsschicht ist beim Übertragen auf den Mehrschichtkörper gar nicht oder unvollständig von der Trägerfolie der Transferfolie lösbar und/oder nicht definiert abtrennbar.

**[0014]** Es ist bei der Erfindung ferner vorgesehen, dass die Übertragungsschicht beim Übertragen von der Transferfolie auf den Mehrschichtkörper durch Temperatureinwirkung und/oder Druckeinwirkung und/oder chemische Reaktion verfilmt (verfestigt) wird und mit der unter der Übertragungsschicht angeordneten Schicht des Mehrschichtkörpers verbunden wird. Es kann auch vorgesehen sein, dass den Polymeren Additive zugesetzt werden, die beispielsweise die Haftung oder Zwischenschichthaftung verbessern.

**[0015]** Es kann weiter vorgesehen sein, dass eine Übertragungsschicht bereitgestellt wird, in der das elektrisch leitfähige Polymer in Domänen konzentriert ist und die Übertragungsschicht entlang der Domänengrenzen bevorzugt trennbar ist. Elektrisch leitfähige Polymere können als Stoffgemische ausgebildet sein und Strukturen aufweisen, bei denen das elektrisch leitfähige Polymer Domänen bildet, die in eine Matrix aus einem zweiten Polymer eingebettet sind. In der Matrix kann auch noch das elektrisch leitfähige Polymer in geringer Konzentration vorkommen. Herkömmliche Schichten aus dem elektrisch leitfähigen Polymer bilden einen fest zusammenhängenden Film, der keine Vorzugsbruchgrenzen aufweist. Bei der erfindungsgemäßen Übertragungsschicht kann es sich dagegen um eine elektrisch leitfähige Polymerschicht handeln, in der die Domänengrenzen als Sollbruchstellen dienen, so dass die Übertragungsschicht strukturiert übertragen werden kann. Die Domänen können beispielsweise in der Draufsicht einen zigarrenförmigen Verlauf haben mit den Abmessungen 500 nm × 1000 nm. Es kann sich aber auch um kreisförmige Domänen handeln, wobei die Dicke der Domänen im Wesentlichen durch die Dicke der Übertragungsschicht bestimmt sein kann. Die Domänen können also fladenförmig ausgebildet sein.

**[0016]** Es kann vorgesehen sein, dass die elektrisch leitfähige Schicht aus einer oder mehreren übereinander angeordneten Übertragungsschichten durch strukturiertes Prägen der Transferfolie auf den Mehrschichtkörper ausgebildet wird. Dabei kann das Heißprägen bevorzugt sein. Über die Flächengeometrie des Prägestempels kann auf einfache Weise die Flächengeometrie der elektrisch leitfähigen Schicht bestimmt werden. Hierbei

sind sehr hohe Auflösungen und sehr hohe Passergenauigkeiten erreichbar. Die Grenzen der Auflösung sind im Wesentlichen durch die Größe der Domänen der Übertragungsschicht der Transferfolie bestimmt.

**[0017]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die elektrisch leitfähige Schicht aus einer oder mehreren übereinander angeordneten Übertragungsschichten durch Thermotransferdruck auf den Mehrschichtkörper ausgebildet wird. Dabei kann vorgesehen sein, dass die Transferfolie eine Wachstrennschicht zwischen Übertragungslage und Trägerfolie aufweist. Was die erreichbare Auflösung betrifft, kann davon ausgegangen werden, dass die erreichbare Auflösung im Wesentlichen durch die Ausbildung des Thermotransferdruckkopfes bestimmt ist. Es kann weiter vorgesehen sein, dass zur Ausbildung von Gradienten des Widerstandes entlang der Flächennormalen der elektrisch leitfähigen Schicht Übertragungsschichten verwendet werden, die eine unterschiedliche elektrische Leitfähigkeit aufweisen.

**[0018]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass eine Transferfolie verwendet wird, die selbst nicht homogen ist und beispielsweise an unterschiedlichen Stellen unterschiedliche Dicken aufweist oder auch ein Dekor.

**[0019]** Es kann weiter vorgesehen sein, dass eine Transferfolie verwendet wird, bei der die leitfähige Schicht in andere Schichten eingebettet ist oder von anderen Schichten umgeben ist, die ihrerseits unterschiedliche Eigenschaften aufweisen können. Es kann weiter vorgesehen sein, dass die Übertragungsschicht sowohl beim Übertragen als auch nach dem Übertragen von der Transferfolie auf den Mehrschichtkörper durch Temperatureinwirkung und/oder Druckeinwirkung und/oder chemische Reaktion verfilmt und mit der unter der Übertragungsschicht angeordneten Schicht des Mehrschichtkörpers verbunden wird. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, die fertig aufgebaute leitfähige Schicht sodann einer Wärmebehandlung zu unterziehen, um die Homogenität und Haftfestigkeit zu verbessern, wobei die Wärmebehandlung in einer Schutzgasatmosphäre oder im Vakuum vorgesehen sein kann.

**[0020]** Weitere Vorteile in diesem Zusammenhang sind zum Beispiel Applikationen auf rauen und vorstrukturierten Schichten, die durch einen normalen Beschichtungsprozess nicht beschichtet werden können. Es kann also ein Mehrschichtkörper vorgesehen sein, bei dem die elektrisch leitfähige Schicht auf einer Schicht mit einer rauen und/oder strukturierten und/oder teilstrukturierten Oberfläche angeordnet ist.

**[0021]** Die einzustellenden Parameter können vorzugsweise durch Versuche bestimmt werden, indem ausgehend von Startwerten die Werte eines Parameters variiert werden und die Werte der restlichen Parameter konstant gehalten werden. Im Allgemeinen ist es ausreichend, vier Parameter zu variieren: Temperatur, Anpressdruck, Zeitdauer und das Substrat, auf dem geprägt wird, beispielsweise dessen Rauigkeit und die chemische Zusammensetzung.

**[0022]** Die erfindungsgemäße elektrisch leitfähige Schicht kann auch nach ihrer Fertigstellung einen sandwichartigen Aufbau aufweisen, der im Schnittbild oder an den ähnlich einer Buchkante strukturierten senkrechten Außenkanten erkennbar ist, wenn keine homogene Verfilmung in senkrechter Richtung zu den Schichten stattgefunden hat.

**[0023]** Es kann vorgesehen sein, dass die Übertragungsschicht der Transferfolie aus PEDOT/PSS gebildet wird. PEDOT/PSS ist eine Kurzbezeichnung für ein Gemisch aus Poly(3,4-ethyldioxythiophen) und Polystyrensulfonat, d. h. ein Polymergemisch aus zwei Ionomeren. Beide Komponenten von PEDOT/PSS tragen unterschiedliche Ladungsträger zur Ausbildung der elektrischen Leitfähigkeit bei: PEDOT positive Ladungsträger, PSS negative Ladungsträger. Eine PEDOT/PSS-Schicht weist Domänen mit einem überwiegenden Anteil von PEDOT auf, die in eine PSS-Matrix eingebunden sind bzw. in eine PEDOT/PSS-Matrix mit geringem PEDOT-Anteil.

**[0024]** PEDOT/PSS wird vorzugsweise als wässrige Dispersion von Polymerpartikeln dargestellt. Vorzugsweise ist vorgesehen, die Übertragungsschicht aus einer wässrigen PEDOT/PSS-Dispersion mit einem Anteil von ca. 1,2 Gewichts-% aufzutragen.

**[0025]** Es kann vorgesehen sein, dass PEDOT/PSS im Gewichtsverhältnis 1:20 bis 1:1 verwendet wird. Vorzugsweise wird PEDOT/PSS im Gewichtsverhältnis von 1:1 verwendet, da es die höchste elektrische Leitfähigkeit aufweist.

**[0026]** Weiter kann vorgesehen sein, dass eine Transferfolie verwendet wird, deren Übertragungsschicht eine Schichtdicke > 500 nm aufweist.

**[0027]** Es kann auch vorgesehen sein, dass eine Transferfolie verwendet wird, deren Übertragungsschicht eine Schichtdicke von 50 nm bis 500 nm aufweist.

**[0028]** Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass eine Transferfolie verwendet wird, deren Übertragungsschicht eine Schichtdicke von 5 nm bis 50 nm aufweist. Eine elektrisch leitfähige Schicht von 50 nm Dicke kann also beispielsweise aus 10 bis 1 Übertragungsschicht aufgebaut sein.

**[0029]** Weiter vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass eine Transferfolie verwendet wird, deren Übertragungsschicht eine Schichtdicke von 5 nm bis 10 nm aufweist.

**[0030]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass eine Transferfolie (**5**) verwendet wird, bei der die Bereiche, die herausgelöst bzw. übertragen werden, in Domänen vorliegen.

**[0031]** Es kann vorgesehen sein, dass ein Mehrschichtkörper hergestellt wird, bei dem die elektrisch leitfähige Schicht aus wenigstens zwei übereinander angeordneten elektrisch leitfähigen Polymerschichten besteht. Bei nur einer übertragenen Polymerschicht kann die elektrisch leitfähige Schicht Fehlstellen aufweisen, welche deren verwendungsgemäße Funktion infrage stellen können. Des Weiteren ist bei nur einer Polymerschicht die Einstellbarkeit der elektrischen Parameter, beispielsweise der elektrischen Leitfähigkeit, eingeschränkt. Deshalb ist mehr als eine übertragene Polymerschicht bevorzugt.

**[0032]** Es kann vorgesehen sein, dass die wenigstens zwei übereinander angeordneten Polymerschichten gleich strukturiert sind. Die elektrisch leitfähige Schicht eines solchen Mehrschichtkörpers ist also dadurch gekennzeichnet, dass sie in jedem Bereich aus der gleichen Anzahl übereinander angeordneter Polymerschichten aufgebaut ist.

**[0033]** Alternativ kann vorgesehen sein, dass die wenigstens zwei übereinander angeordneten Polymerschichten unterschiedlich strukturiert werden. Auf diese Weise können beispielsweise Bereiche mit unterschiedlicher elektrischer Leitfähigkeit ausgebildet sein, d. h. Bereiche der elektrisch leitfähigen Schicht können beispielsweise die Funktion eines Widerstandes übernehmen. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass der an diesem Widerstand eintretende Spannungsabfall ausgewertet wird und als Eingangsgröße einer elektronischen Schaltung dient, beispielsweise einer Regelungsschaltung oder eines Alarmgebers.

**[0034]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand von mehreren Ausführungsbeispielen unter Zuhilfenahme der beiliegenden Zeichnungen beispielhaft verdeutlicht. Es zeigen

**[0035]** Fig. 1 einen schematischen Querschnitt eines ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäß hergestellten Mehrschichtkörpers;

**[0036]** Fig. 2 ein Diagramm zur Abhängigkeit des Flächenwiderstandes von der Prägeanzahl für den Mehrschichtkörper in Fig. 1;

**[0037]** Fig. 3 eine schematische Draufsicht eines zweiten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäß hergestellten Mehrschichtkörpers;

**[0038]** Fig. 4 eine schematische Schnittansicht entlang der Schnittlinie IV-IV in Fig. 3;

**[0039]** Fig. 5a, Fig. 5b Fertigungsstufen eines dritten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäß hergestellten Mehrschichtkörpers.

**[0040]** Fig. 1 zeigt einen Mehrschichtkörper **1**, der durch multiples Prägen erzeugt wurde, bestehend aus einer elektrisch isolierenden Trägerschicht **11** und einer PEDOT/PSS-Schicht **12**. Bei PEDOT/PSS (Poly(3,4-ethylenedioxythiophen) und Polystyrensulfonat) handelt es sich um ein Polymergemisch aus zwei Ionomeren. Beide Komponenten tragen unterschiedliche Ladungsträger bei: PSS negative Ladungsträger, PEDOT positive Ladungsträger.

**[0041]** Bei der Trägerschicht **11** handelt es sich um Plexiglas mit einer Stärke von 1 bis 2 mm. In dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem Mehrschichtkörper um ein Versuchsmuster zum Nachweis der elektrischen Eigenschaften der PEDOT/PSS-Schicht **12**. Das Material und/oder die Dicke der Trägerschicht **11** kann an den Einsatzzweck angepasst sein, beispielsweise an den Einsatz des Mehrschichtkörpers **1** als Polymer-Solarzelle. Es kann sich bei der Trägerschicht **11** um eine organische Halbleiterschicht

besagter Polymer-Solarzelle handeln, die auf weiteren Schichten und einem Substrat aufgebaut ist, bei der die PEDOT/PSS-Schicht als Schicht zwischen der Halbleiterschicht und einer Elektrodschicht aufgebracht ist. In **Fig. 1** sind solche weiteren Schichten nicht dargestellt.

**[0042]** Die PEDOT/PSS-Schicht **12** ist aus PEDOT/PSS-Teilschichten **12<sub>1</sub>** bis **12<sub>22</sub>** aufgebaut, die nacheinander durch Prägen einer PEDOT/PSS-Prägefolie aufgebracht sind. Hierbei ist ein Prägen unterschiedlicher PEDOT/PSS-Typen denkbar. In diesem Zusammenhang wurde festgestellt, dass Applikationen auf rauen und vorstrukturierten Schichten möglich sind, die durch einen normalen Beschichtungsprozess nicht beschichtet oder sehr ungenügend beschichtet werden können.

**[0043]** Die PEDOT/PSS-Prägefolie ist in dem in **Fig. 1** und den weiteren Figuren beschriebenen Ausführungsbeispielen durch Aufrakeln und Trocknen einer PEDOT/PSS-Dispersion auf eine Trägerfolie gebildet. Die getrocknete PEDOT/PSS-Schicht bildet eine Übertragungsschicht der PEDOT/PSS-Prägefolie.

**[0044]** Die Trägerfolie wurde auf die Trägerschicht **11** abgeprägt, wobei die Temperatur des Prägerades auf 190 bis 200°C eingestellt war. Einige der Test-Mehrschichtkörper **1** wurde nach dem Prägen jeweils ca. 10 min bei ca. 130 bis 150°C ausgeheizt. Dieser Schritt dient der weiteren Homogenisierung und Verfilmung sowie zum Austreiben restlicher Lösungsmittel.

**[0045]** In einem ersten Beispiel wurde Baytron® FCCP der Fa. H. C. Starck verwendet. Baytron® FCCP weist einen Festkörperanteil von 1,25% auf und wurde mit einem Rakel R 30/3 aufgetragen (Auftragsgewicht 10 g/m<sup>2</sup> bei Festkörpergehalt von 38,54%). Die Konsistenz dieser Dispersion ist dabei sehr gering. Die Proben wurden sodann im Luftstrom eines Heißluftgebläses bei etwa 35 bis 40°C getrocknet. Die Trockenzeit betrug ca. 2 Minuten. Die mit besagtem Verfahren erzeugte PEDOT/PSS-Schicht ließ sich bei einer Daumenprobe leicht von der Trägerfolie entfernen, wobei die PEDOT/PSS-Schicht pulvrig zerfiel. Diese Materialeigenschaft ist dadurch hervorgerufen, dass es sich um eine nicht verfilmte PEDOT/PSS-Schicht handelt, d. h. die nach dem vorstehend beschriebenen Verfahren aufgebraute PEDOT/PSS-Schicht bildet keinen zusammenhängenden Film.

**[0046]** Die Proben wiesen zunächst einen mittleren Flächenwiderstand von 4,078 kΩ auf. Nach einer weiteren dreiminütigen Temperaturbehandlung bei 150°C wiesen die Proben einen mittleren Flächenwiderstand von 3,856 kΩ auf. Die Proben waren nach der besagten Temperaturbehandlung verfilmt und ließen sich nicht mehr mit der Daumenprobe ablösen.

**[0047]** Im Unterschied dazu haftete die in einem Trockenschrank bei 130°C bis 150°C ca. 5 Minuten getrocknete PEDOT/PSS-Schicht fester auf der Trägerfolie und bildete einen fest zusammenhängenden Film, der mit dem Reibtest (Daumenprobe) nur schwer entfernbar war. Gleichermaßen kann die mit oben genannten Verfahren bei 35 bis 40°C getrocknete PEDOT/PSS-Schicht nach längerer Lagerung (10 bis 14 Tage) einen fester haftenden Film bilden und ist deshalb nicht mehr als Übertragungsschicht der PEDOT/PSS-Prägefolie geeignet. Es ist deshalb vorgesehen, die PEDOT/PSS-Prägefolie zeitnah nach der Herstellung zu verarbeiten oder die PEDOT/PSS-Prägefolie aufzuwickeln, so dass die Trägerfolie zugleich eine Schutzfolie für die PEDOT/PSS-Übertragungsschicht ist und das nachträgliche Verfilmen der PEDOT/PSS-Übertragungsschicht verhindert oder zumindest sehr verzögert. Die Langzeitstabilität hängt auch von dem verwendeten PEDOT/PSS ab.

**[0048]** In einem zweiten Beispiel wurde Orgacon® S500 Pedot der Fa. AGFA in der vorstehend beschriebenen Weise aufgetragen. Orgacon® PEDOT weist einen Festkörperanteil von 1,29% auf und wurde mit einem Rakel R 30/3 aufgetragen. Nach dem Auftrocknen wurde ein mittlerer Flächenwiderstand von 0,658 kΩ gemessen; nach dreiminütiger Temperaturbehandlung bei 150°C wurde ein mittlerer Oberflächenwiderstand von 0,703 kΩ gemessen.

**[0049]** In einem dritten Beispiel wurden zwei unterschiedliche PEDOT-Schichten übereinander aufgetragen, und zwar Orgacon® S500 mit einem Festkörperanteil von 1,29% und Baytron® FCCP mit einem Festkörperanteil von 1,25%. Die Schichten wurden ebenfalls mit dem Rakel R 30/3 aufgetragen, wobei das Rakel ein Auftragsgewicht von 10 g/m<sup>2</sup> hatte nach dem Festkörperanteil, der 38,54% betrug. Die Proben wurden sodann im Luftstrom eines Heißluftgebläses bei etwa 35 bis 40°C getrocknet. Die Trockenzeit betrug ca. 2 Minuten. Die Proben wiesen zunächst einen mittleren Flächenwiderstand von 0,565 kΩ auf und wiesen nach einer weiteren dreiminütigen Temperaturbehandlung bei 150°C einen mittleren Flächenwiderstand von 0,613 kΩ auf. Die Proben waren nach der besagten Temperaturbehandlung verfilmt und ließen sich nicht mehr mit der Daumenprobe ablösen.

**[0050]** Wie das letztgenannte zweite Beispiel gezeigt hat, stimmt der aus den Einzelwerten des Flächenwiderstandes berechnete Gesamtflächenwiderstand sehr gut mit dem gemessenen Gesamtwiderstand überein. Es wurde davon ausgegangen, dass die übereinander angeordneten PEDOT/PSS-Schichten als Parallelschaltung von Widerständen modelliert werden können.

$$1/R_{\text{ges}} = 1/R_{\text{BaytronFCCP}} + 1/R_{\text{Orgacon}} = 1/4,078 \text{ k}\Omega + 1/0,658 \text{ k}\Omega = 1/0,5665 \text{ k}\Omega$$

$$R_{\text{ges}} = 0,5665 \text{ k}\Omega$$

**[0051]** Der gemessene Gesamtwiderstand betrug, wie oben ausgeführt, 0,565 k $\Omega$ .

**[0052]** Es kann auch vorgesehen sein, das PEDOT/PSS mittels Rotationsbeschichtung (Spin-coating) oder auch über eine Düsenbeschichtung auf die Trägerfolie aufzutragen und anschließend in der weiter oben beschriebenen Weise zu trocknen.

**[0053]** Fig. 2 zeigt nun mit Bezug auf Fig. 1 ein Diagramm, welches die Abhängigkeit des Flächenwiderstandes der PEDOT/PSS-Schicht **12** in Abhängigkeit von der Anzahl der PEDOT/PSS-Teilschichten **12<sub>1</sub>** bis **12<sub>22</sub>** aufzeigt. Wie in Fig. 2 zu erkennen, ergibt sich ein nichtlinearer Verlauf des Flächenwiderstandes, wobei in dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel der Flächenwiderstand nach 8 Prägeschritten auf 9% des Ausgangswertes gesunken ist und nach weiteren 14 Prägeschritten auf ca. 4% des Ausgangswertes. Der Flächenwiderstand wurde wie auch in den weiter oben genannten drei Beispielen jeweils nach der so genannten 4-Punkt-Methode bestimmt. Es handelt sich dabei ein unter anderem in der Geophysik angewendetes Messverfahren, bei dem der spezifische Widerstand eines Körpers bzw. einer Schicht ohne Probenahme durch Messungen an der Oberfläche bestimmt wird.

Prägeanzahl	gemessener Oberflächenwiderstand in Ohm per Square	Kehrwert des Oberflächenwiderstands
1	3860	$2,6 \cdot 10^{-4}$
2	1620	$6,2 \cdot 10^{-4}$
3	1030	$9,7 \cdot 10^{-4}$
4	820	$12,2 \cdot 10^{-4}$
8	350	$28,6 \cdot 10^{-4}$
22	145	$69,0 \cdot 10^{-4}$

Tabelle 1

**[0054]** In Tabelle 1 sind die gemessenen Oberflächenwiderstände in Abhängigkeit von der Prägeanzahl den berechneten Kehrwerten des Oberflächenwiderstandes (Leitwert) gegenübergestellt. Der Leitwert ist in guter Näherung der Prägeanzahl proportional. Es ist also möglich, durch mehrmaliges Prägen PEDOT/PSS-Schichten mit definiertem Leitwert zu erzeugen.

**[0055]** Fig. 3 zeigt nun einen Mehrschichtkörper **3**, der auf einer rechteckförmigen Trägerschicht **31** eine PEDOT/PSS-Schicht **32**, gebildet aus drei PEDOT/PSS-Teilschichten **32<sub>1</sub>** bis **32<sub>3</sub>** aufweist. Die PEDOT/PSS-Teilschicht **32<sub>1</sub>** ist als ein waagrecht angeordneter streifenförmiger Bereich ausgebildet und ist unmittelbar auf der Trägerschicht **31** angeordnet. Die PEDOT/PSS-Teilschicht **32<sub>2</sub>** ist über der PEDOT/PSS-Teilschicht **32<sub>1</sub>** angeordnet und weist drei voneinander getrennte Bereiche auf, wobei der linke und der mittlere Bereich als senkrecht verlaufende streifenförmige Bereiche ausgebildet sind, die mit den waagerechten Rändern der Trägerschicht **31** abschließen und der rechte Bereich nur den rechten Randabschnitt der PEDOT/PSS-Teilschicht **32<sub>1</sub>** überdeckt. Die PEDOT/PSS-Teilschicht **32<sub>3</sub>** ist die oberste PEDOT/PSS-Teilschicht und weist zwei voneinander getrennte Bereiche auf. Der linke Bereich der PEDOT/PSS-Teilschicht **32<sub>3</sub>** überdeckt den linken Bereich der PEDOT/PSS-Teilschicht **32<sub>2</sub>** und der rechte Bereich der PEDOT/PSS-Teilschicht **32<sub>3</sub>** überdeckt den rechten Bereich der PEDOT/PSS-Teilschicht **32<sub>2</sub>**.

**[0056]** In dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die PEDOT/PSS-Schicht **32** der übersichtlichen Darstellung wegen nur aus drei PEDOT/PSS-Teilschichten gebildet. Es kann aber vorgesehen sein, jede der drei PEDOT/PSS-Teilschichten **32<sub>1</sub>** bis **32<sub>3</sub>** beispielsweise aus jeweils 7 Teilschichten aufzubauen, so dass der Flächenwiderstand der drei PEDOT/PSS-Teilschichten zusammen etwa 350  $\Omega$  ist, die in Fig. 1 beschriebene

Prägefolie vorausgesetzt. Bei der vorstehend genannten Ausbildung der drei PEDOT/PSS-Teilschichten sind Teilbereiche gebildet, in denen 7, 14 oder 21 Teilschichten übereinander angeordnet sind, die Flächenwiderstände von 350  $\Omega$ , 250  $\Omega$  oder 150  $\Omega$  aufweisen.

**[0057]** Fig. 4 zeigt den Mehrschichtkörper längs der Schnittlinie IV in Fig. 3. Es ist also nicht nur möglich, den Flächenwiderstand der PEDOT/PSS-Schicht durch die Anzahl der nacheinander aufgetragenen, übereinander angeordneten PEDOT/PSS-Teilschichten einzustellen, sondern den Flächenwiderstand der PEDOT/PSS-Schicht auch lokal zu verändern. Zudem kann ein Widerstandsgradient entlang der Flächennormalen der PEDOT/PSS-Schicht ausgebildet werden. Auf diese Weise können beispielsweise miteinander und/oder mit anderen Bauelementen verbundene Arbeitswiderstände erzeugt werden, wobei die Bereiche der PEDOT/PSS-Schicht mit geringem Flächenwiderstand Leiterbahnen bilden können, welche die vorbenannten Bauelemente miteinander zu einer elektronischen Schaltung verknüpfen.

**[0058]** Die Fig. 5a und Fig. 5b zeigen nun Fertigungsschritte eines Mehrschichtkörpers 4.

**[0059]** Fig. 5a zeigt einen Mehrschichtkörper 4a, der die erste Fertigungsstufe des Mehrschichtkörpers 4 bildet. Der Mehrschichtkörper 4a ist aus einer Trägerschicht 41 und einer ersten PEDOT/PSS-Teilschicht 42<sub>1</sub> gebildet, welche vollflächig die Trägerschicht 41 bedeckt.

**[0060]** Der Mehrschichtkörper 4a steht in Kontakt mit einer Prägefolie 5, die aus einer Trägerschicht 51 und einer Übertragungsschicht 52 aus PEDOT/PSS gebildet ist. Von der Prägefolie 5 wird nun mittels eines Prägewerkzeugs ein Abschnitt 52p der Übertragungsschicht 52 auf den Mehrschichtkörper 4a übertragen.

**[0061]** Fig. 5b zeigt nun einen Mehrschichtkörper 4b, auf dessen erster PEDOT/PSS-Teilschicht 42<sub>1</sub> eine zweite PEDOT/PSS-Teilschicht 42<sub>2</sub> aufgebracht ist, wobei die zweite PEDOT/PSS-Teilschicht 42<sub>2</sub> aus dem Abschnitt 52p der Übertragungsschicht 52 der Prägefolie 5 gebildet ist (Fig. 5a).

**[0062]** In Fig. 5b ist weiter die von dem Mehrschichtkörper 4b abgezogene Prägefolie 5r dargestellt, die nunmehr eine Rest-Übertragungsschicht 52r aufweist, die nicht mehr den abgelösten Abschnitt 52p aufweist.

**[0063]** Die in Fig. 5a und Fig. 5b dargestellten Fertigungsschritte können so oft wiederholt werden, bis die PEDOT/PSS-Schicht in der gewünschten Schichtdicke und/oder Struktur ausgebildet ist. Dabei kann vorgesehen sein, nacheinander unterschiedliche Prägewerkzeuge zu verwenden, um eine oder mehrere Teilschichten der PEDOT/PSS-Schicht unterschiedlich zu strukturieren, wie weiter oben in Fig. 3 und Fig. 4 beschrieben. Es kann aber auch vorgesehen sein, die PEDOT/PSS-Schicht mittels eines Thermotransferdruckers zu übertragen und schichtweise aufzubauen, wobei vorgesehen sein kann, die PEDOT/PSS-Schicht anschließend durch ein thermisches Presswerkzeug zu verfilmen. Zudem kann vorgesehen werden, dass der Prägeuntergrund rau, strukturiert oder teilstrukturiert ist.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Mehrschichtkörpers mit einer auf einer Trägerschicht angeordneten elektrisch leitfähigen Schicht, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Transferfolie (5) mit einer elektrisch leitfähigen Polymer aufweisenden nicht verfilmten Übertragungsschicht (52) bereitgestellt wird, und dass die elektrisch leitfähige Schicht durch Übertragen der Übertragungsschicht (52) von der Transferfolie (5) auf den Mehrschichtkörper (4) ausgebildet wird, und dass die Übertragungsschicht (52) beim Übertragen von der Transferfolie (5) auf den Mehrschichtkörper (4) durch Temperatureinwirkung und/oder Druckeinwirkung und/oder chemische Reaktion verfilmt und mit der unter der Übertragungsschicht (52) angeordneten Schicht des Mehrschichtkörpers (4) verbunden wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Übertragungsschicht (52) bereitgestellt wird, in der das elektrisch leitfähige Polymer in Domänen konzentriert ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrisch leitfähige Schicht (42) aus einer oder mehreren übereinander angeordneten Übertragungsschichten (52) durch strukturiertes Prägen der Transferfolie (5) auf den Mehrschichtkörper (4) ausgebildet wird.

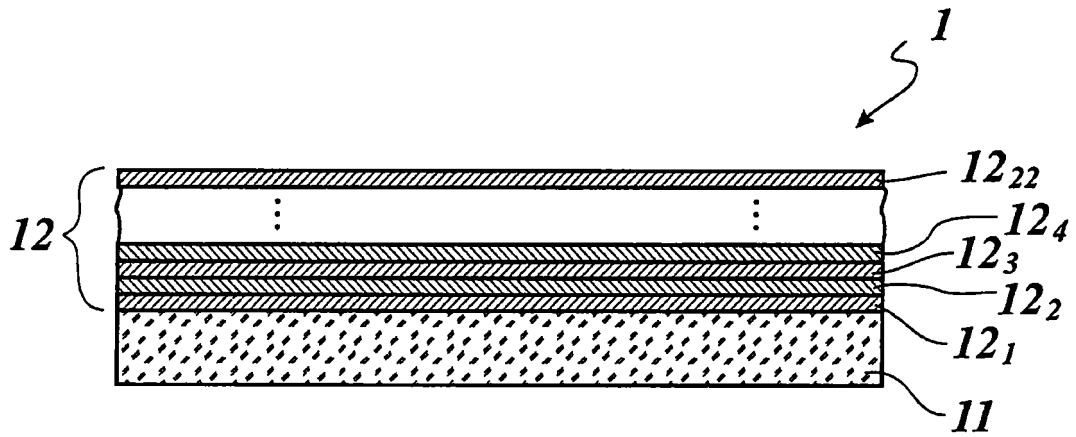
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrisch leitfähige Schicht (42) aus einer oder mehreren übereinander angeordneten Übertragungsschichten (52) durch Thermotransferdruck auf den Mehrschichtkörper (4) ausgebildet wird.



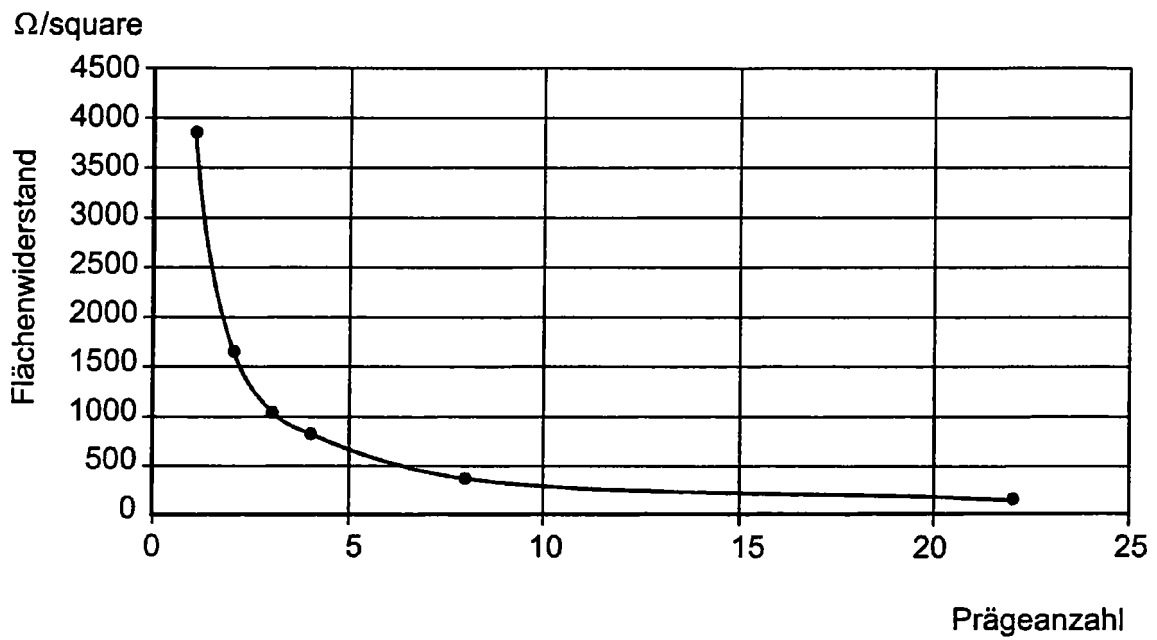
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Ausbildung von Gradienten des Widerstandes entlang der Flächennormalen der elektrisch leitfähigen Schicht (**42**) Übertragungsschichten (**52**) verwendet werden, die eine unterschiedliche elektrische Leitfähigkeit aufweisen.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Transferfolie (**5**) verwendet wird, die selbst nicht homogen ist und beispielsweise an unterschiedlichen Stellen unterschiedliche Dicken aufweist oder auch ein Dekor.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Transferfolie (**5**) verwendet wird, bei der die leitfähige Schicht in andere Schichten eingebettet ist oder von anderen Schichten umgeben ist, die ihrerseits unterschiedliche Eigenschaften aufweisen können.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Übertragungsschicht (**52**) der Transferfolie (**5**) aus PEDOT/PSS gebildet wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass PEDOT/PSS im Gewichtsverhältnis 1:20 bis 1:1 verwendet wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Transferfolie (**5**) verwendet wird, deren Übertragungsschicht (**52**) eine Schichtdicke  $> 500$  nm aufweist.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Transferfolie (**5**) verwendet wird, deren Übertragungsschicht (**52**) eine Schichtdicke von 50 nm bis 500 nm aufweist.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Transferfolie (**5**) verwendet wird, deren Übertragungsschicht (**52**) eine Schichtdicke von 5 nm bis 50 nm aufweist.
13. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Transferfolie (**5**) verwendet wird, deren Übertragungsschicht eine Schichtdicke von 5 nm bis 10 nm aufweist.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Transferfolie (**5**) verwendet wird, bei der die Bereiche, die übertragen werden, in Domänen vorliegen.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

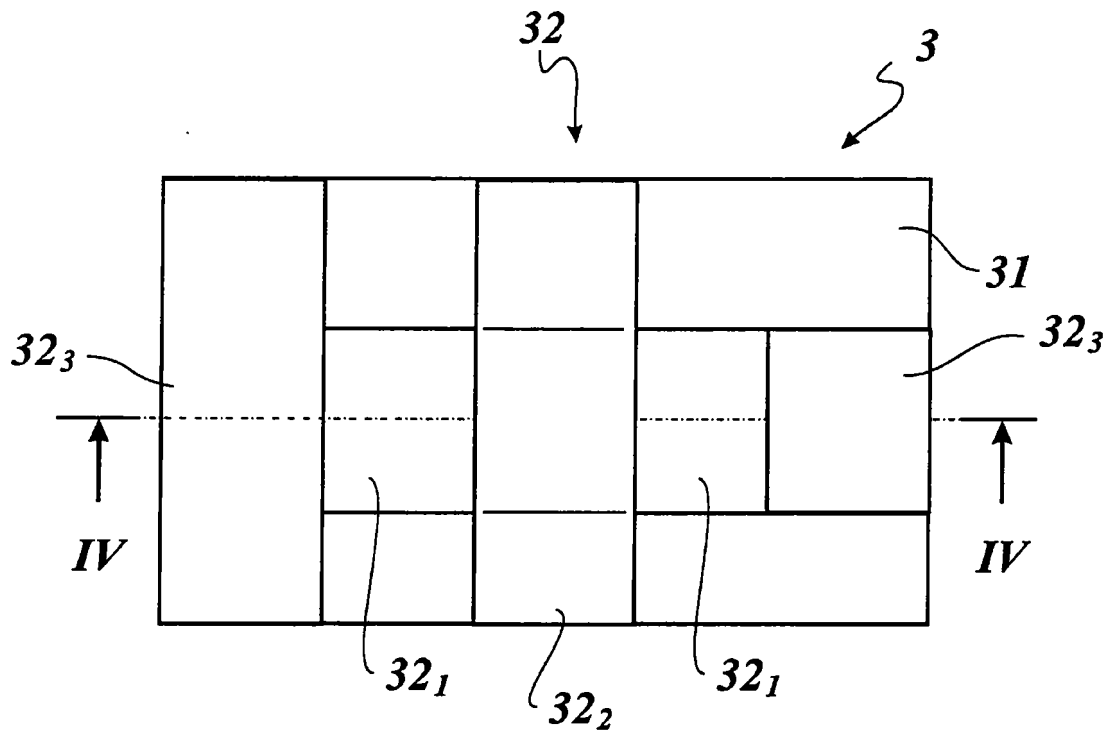
Anhängende Zeichnungen



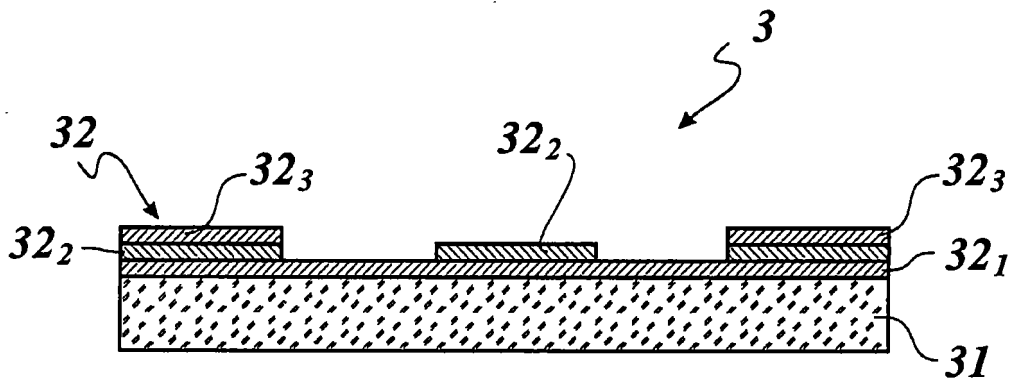
**Fig. 1**



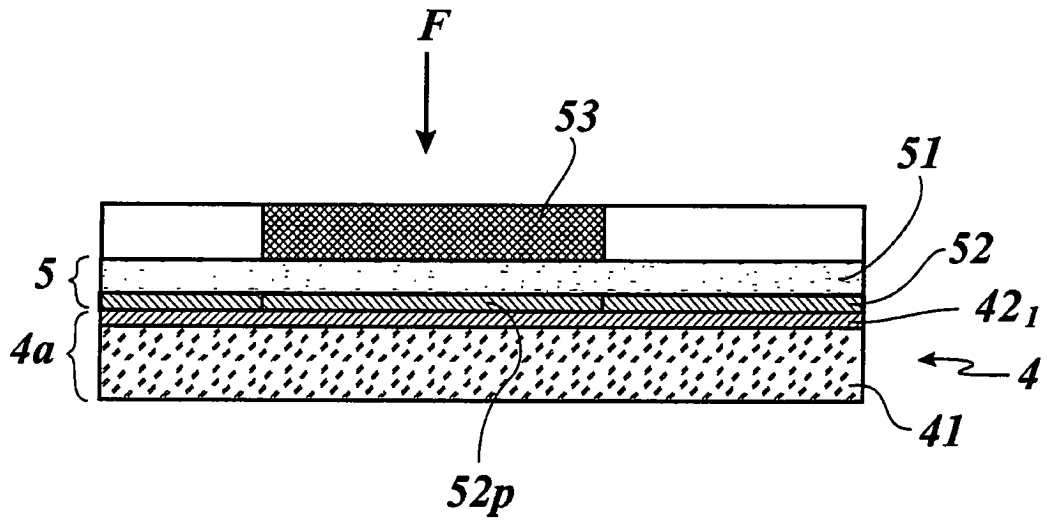
**Fig. 2**



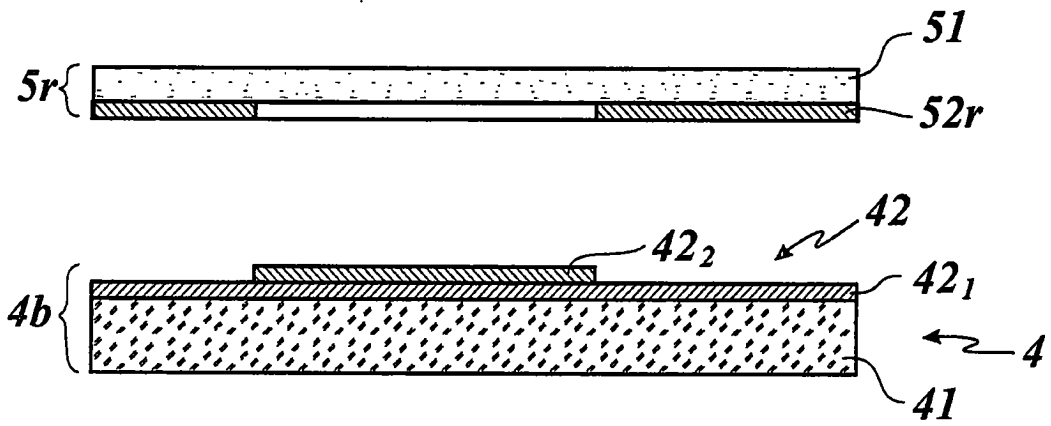
**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5a**



**Fig. 5b**