



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 033 887 A1** 2008.01.24

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 033 887.1**

(22) Anmeldetag: **21.07.2006**

(43) Offenlegungstag: **24.01.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 23/492** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Leonhard Kurz GmbH & Co. KG, 90763 Fürth, DE**

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

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

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE 103 49 963 A1**

**US 69 46 676 B2**

**US2006/01 24 922 A1**

**US2005/02 11 293 A1**

**US2005/00 53 801 A1**

**US2004/02 36 200 A1**

**EP 14 57 099 B1**

**WO 2004/0 66 477 A2**

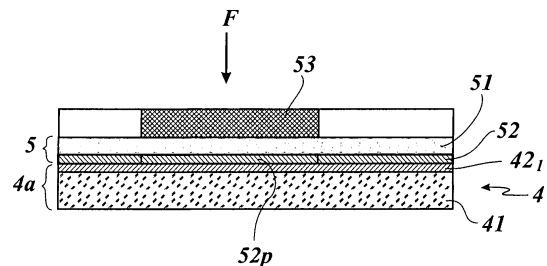
**WO 02/17 392 A1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Mehrschichtkörper mit leitfähiger Polymerschicht**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines Mehrschichtkörpers (4) mit einer auf einer Trägerschicht (41) angeordneten elektrisch leitfähigen Schicht (42<sub>i</sub>) beschrieben, bei dem eine Transferfolie (5) bereitgestellt wird, die eine Übertragungsschicht (52) aus einem elektrisch leitfähigen Polymer aufweist. Die elektrisch leitfähige Schicht wird von der Transferfolie (5) auf den Mehrschichtkörper (4) übertragen. Weiter wird ein nach dem Verfahren hergestellter Mehrschichtkörper angegeben.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Mehrschichtkörper mit einer elektrisch leitfähigen Polymerschicht sowie ein Herstellungsverfahren dazu.

**[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]** 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.

**[0006]** 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. Die Aufgabe wird weiter mit Mehrschichtkörper mit einer strukturierten elektrisch leitfähigen Schicht gelöst, wobei vorgesehen ist, dass die elektrisch leitfähige Schicht aus wenigstens zwei übereinander angeordneten elektrisch leitfähigen Polymerschichten besteht.

**[0007]** Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird vorgeschlagen, eine Transferfolie zu verwenden, deren Übertragungsschicht aus einem elektrisch leitfähigen Polymer gebildet ist.

**[0008]** 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.

**[0009]** Der erfindungsgemäße 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 Übertragungslage 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.

**[0010]** Weitere vorteilhafte Merkmale sind in den Unteransprüchen bezeichnet.

**[0011]** Es kann vorgesehen sein, dass eine nicht verfilmte Übertragungsschicht bereitgestellt wird. Eine nicht verfilmte Übertragungsschicht bildet keinen zusammenhängen 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 Dispersionsmit-

tel 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.

**[0012]** Weiter kann vorgesehen sein, dass die Übertragungsschicht (52) als Polymer-Übertragungsschicht ausgebildet ist.

**[0013]** 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.

**[0014]** 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.

**[0015]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die elektrisch leitfähige Schicht aus einer oder mehreren übereinander angeordneten Übertragungsschichten durch Thermo-Transferdruck 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 Thermo-Transferdruckkopfes bestimmt ist.

**[0016]** 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.

**[0017]** Es kann vorgesehen sein, dass die Übertragungsschicht beim Übertragen von der Transferfolie auf den Mehrschichtkörper durch Temperatureinwirkung und/oder Druckeinwirkung und/oder chemische Reaktion verfestigt 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.

**[0018]** Es kann aber auch vorgesehen sein, dass die Übertragungsschicht 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 auch vorgesehen sein, dass die Übertragungsschicht auf nicht leitende andere Schichten aufgetragen wird, die in einem anschließenden Prozess vernetzen und eine Zwischenschichthaftung hervorrufen.

**[0019]** 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.

**[0020]** 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.

**[0021]** 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.

**[0022]** 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.

**[0023]** 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.

**[0024]** 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.

**[0025]** 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-ethylendioxythiophen) 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.

**[0026]** 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.

**[0027]** 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.

**[0028]** Weiter kann vorgesehen sein, dass eine Transferfolie verwendet wird, deren Übertragungsschicht eine Schichtdicke > 500 nm aufweist.

**[0029]** Es kann auch vorgesehen sein, dass eine Transferfolie verwendet wird, deren Übertragungsschicht eine Schichtdicke von 50 nm bis 500 nm aufweist.

**[0030]** 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.

**[0031]** Weiter vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass eine Transferfolie verwendet wird, deren Übertragungsschicht eine Schichtdicke von 5 nm bis 10 nm aufweist.

**[0032]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass eine Transferfolie (5) verwendet wird, der die Bereiche, die herausgelöst werden, in Domänen vorliegen.

**[0033]** Es kann vorgesehen sein, dass die elektrisch leitfähige Schicht des erfindungsgemäßen Mehrschichtkörpers 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.

**[0034]** 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.

**[0035]** Alternativ kann vorgesehen sein, dass die wenigstens zwei übereinander angeordneten Polymerschichten unterschiedlich strukturiert sind. 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.

**[0036]** Im folgenden wird die Erfindung anhand von mehreren Ausführungsbeispielen unter Zuhilfenahme der beiliegenden Zeichnungen beispielhaft verdeutlicht. Es zeigen

**[0037]** [Fig. 1](#) einen schematischen Querschnitt eines ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Mehrschichtkörpers;

**[0038]** [Fig. 2](#) ein Diagramm zur Abhängigkeit des Flächenwiderstandes von der Prägeanzahl für den Mehrschichtkörper in [Fig. 1](#);

**[0039]** [Fig. 3](#) eine schematische Draufsicht eines zweiten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Mehrschichtkörpers;

**[0040]** [Fig. 4](#) eine schematische Schnittansicht entlang der Schnittlinie IV-IV in [Fig. 3](#);

**[0041]** [Fig. 5a](#), [Fig. 5b](#) Fertigungsstufen eines dritten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Mehrschichtkörpers.

**[0042]** [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-ethylendioxythiophen) und Polystyrensulfonat) handelt es sich um ein Polymergemisch aus zwei Ionomeren. Beide Komponenten tragen unterschiedliche Ladungsträger bei: PSS negative Ladungsträger, PEDOT positive Ladungsträger.

**[0043]** 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 Elektroden-schicht aufgebracht ist. In [Fig. 1](#) sind solche weiteren Schichten nicht dargestellt.

**[0044]** 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.

**[0045]** 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.

**[0046]** 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.

**[0047]** 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 Raket R 30/3 aufgetragen (Auftragsgewicht 10g/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 aufgebrauchte PEDOT/PSS-Schicht bildet keinen zusammenhängenden Film.

**[0048]** 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.

**[0049]** 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. Gleichmaßen 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.

**[0050]** 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 Raket 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.

**[0051]** In einem dritten Beispiel wurden zwei unterschiedliche PEDOT-Schichten übereinander aufgetragen, und zwar Orgacon S500 mit einen Festkörperanteil von 1,29% und Baytron FCCP mit einem Festkörperanteil von 1,25%. Die Schichten wurden ebenfalls mit dem Raket R 30/3 aufgetragen, wobei das Raket 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.

**[0052]** Wie das letztgenannte zweite Beispiel gezeigt hat, stimmt der aus den Einzelwerten des Flächenwiderstandes berechnete Gesamtflächenwiderstand sehr gut mit dem gemessenen Gesamt-widerstand überein. Es wurde davon ausgegangen, dass die übereinander angeordneten PEDOT/PSS-Schichten als Parallelschaltung von Widerständen modelliert werden können.

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

**[0053]** Der gemessene Gesamt-widerstand betrug, wie oben ausgeführt, 0,565 kΩ.

**[0054]** 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.

**[0055]** [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

**[0056]** 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.

**[0057]** [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>**.

**[0058]** 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.

**[0059]** [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 aufgebracht, 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.

**[0060]** Die [Fig. 5a](#) und [Fig. 5b](#) zeigen nun Fertigungsschritte eines Mehrschichtkörpers **4**.

[0061] [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.

[0062] 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.

[0063] [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](#)).

[0064] 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.

[0065] 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 einen 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 ein elektrisch leitfähiges Polymer aufweisenden 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.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine nicht verfilmte Übertragungsschicht (**52**) bereitgestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragungsschicht (**52**) als Polymer-Übertragungsschicht ausgebildet ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Übertragungsschicht (**52**) bereitgestellt wird, in der das elektrisch leitfähige Polymer in Domänen konzentriert ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 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.

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

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, 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.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, 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.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Transferfolie (**5**) verwendet wird, die selbst nicht homogen ist und beispielsweise an unterschiedlichen Stellen unter-



schiedliche Dicken aufweist oder auch ein Dekor.

10. 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.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragungsschicht (52) nach dem 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.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragungsschicht (52) der Transferfolie (5) aus PEDOT/PSS gebildet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass PEDOT/PSS im Gewichtsverhältnis 1 : 20 bis 1 : 1 verwendet wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Transferfolie (5) verwendet wird, deren Übertragungsschicht (52) eine Schichtdicke > 500 nm aufweist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass eine Transferfolie (5) verwendet wird, deren Übertragungsschicht (52) eine Schichtdicke von 50 nm bis 500 nm aufweist.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Transferfolie (5) verwendet wird, deren Übertragungsschicht (52) eine Schichtdicke von 5 nm bis 50 nm aufweist.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass eine Transferfolie (5) verwendet wird, deren Übertragungsschicht eine Schichtdicke von 5 nm bis 10 nm aufweist.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Transferfolie (5) verwendet wird, der die Bereiche, die herausgelöst werden, in Domänen vorliegen.

19. Mehrschichtkörper mit einer strukturierten elektrisch leitfähigen Schicht, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitfähige Schicht (12, 32) aus wenigstens zwei übereinander angeordneten elektrisch leitfähigen Polymerschichten (12<sub>1</sub> bis 12<sub>22</sub>, 32<sub>1</sub> bis 32<sub>3</sub>) besteht.

20. Mehrschichtkörper nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens zwei übereinander angeordneten elektrisch leitfähigen Polymerschichten (12<sub>1</sub> bis 12<sub>22</sub>, 32<sub>1</sub> bis 32<sub>3</sub>) gleich strukturiert sind.

21. Mehrschichtkörper nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens zwei übereinander angeordneten elektrisch leitfähigen Polymerschichten (12<sub>1</sub> bis 12<sub>22</sub>, 32<sub>1</sub> bis 32<sub>3</sub>) unterschiedlich strukturiert sind.

22. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die übereinander angeordneten elektrisch leitfähigen Polymerschichten (12<sub>1</sub> bis 12<sub>22</sub>, 32<sub>1</sub> bis 32<sub>3</sub>) aus unterschiedlichem Material gebildet sind.

23. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitfähige Schicht (12, 32) als eine Trennschicht zwischen einer Halbleiterschicht und einer Elektrodenschicht ausgebildet ist.

24. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitfähige Schicht (12, 32) als eine Leiterbahn ausgebildet ist.

25. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 19 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitfähige Polymerschicht aus PEDOT/PSS gebildet ist.

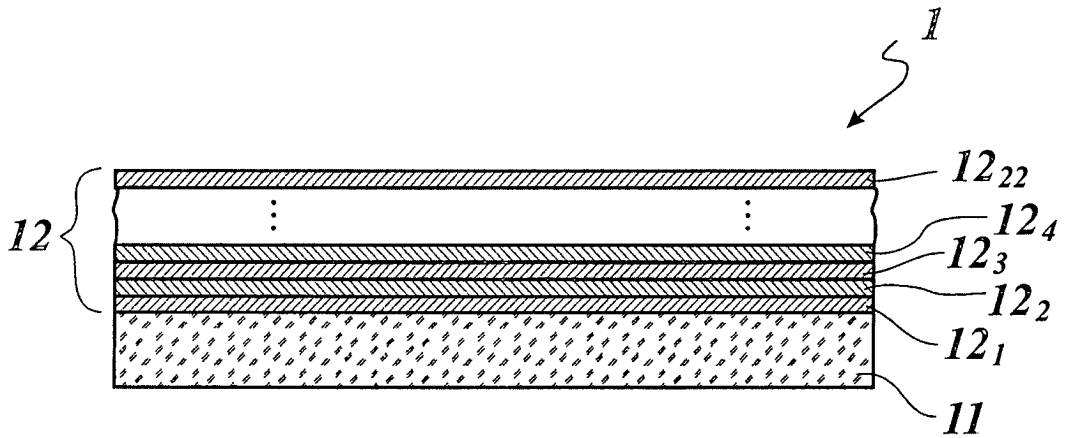
26. Mehrschichtkörper nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitfähige Polymerschicht aus PEDOT/PSS im Gewichtsverhältnis 1 : 20 bis 1 : 1 gebildet ist.

27. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 19 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitfähige Schicht (**12, 32**) auf einer Schicht mit einer rauen und/oder strukturierten und/oder teilstrukturierten Oberfläche angeordnet ist.

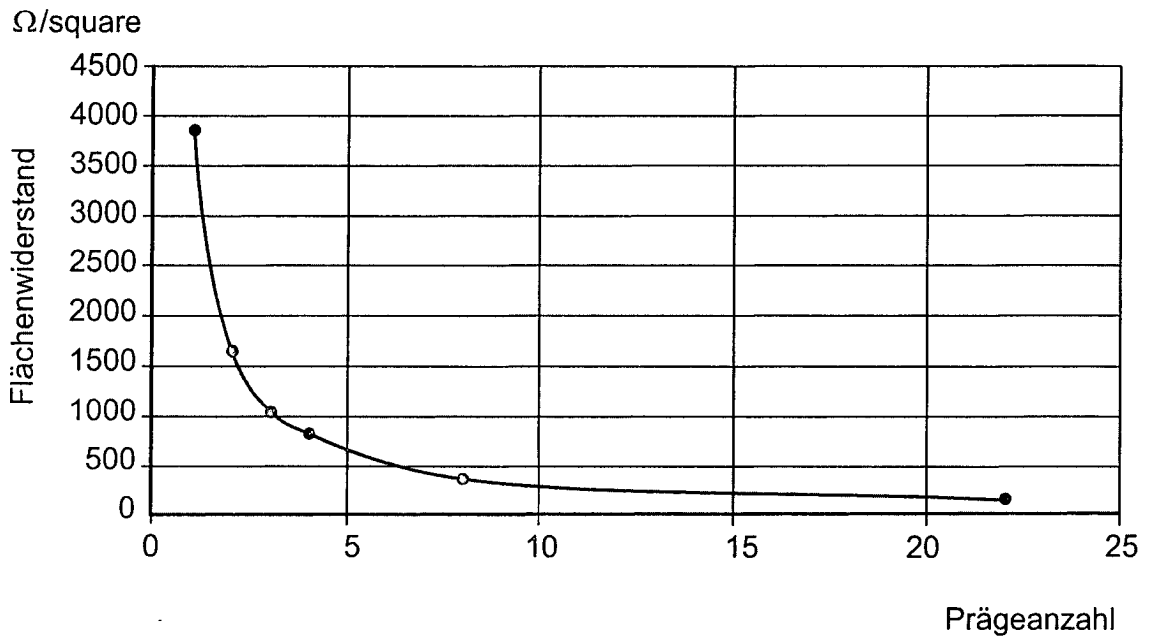
28. Polymer-Solarzelle, umfassend eine elektrisch leitfähige Schicht, gebildet aus einer ein elektrisch leitfähiges Polymer aufweisenden Übertragungsschicht einer Transferfolie.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

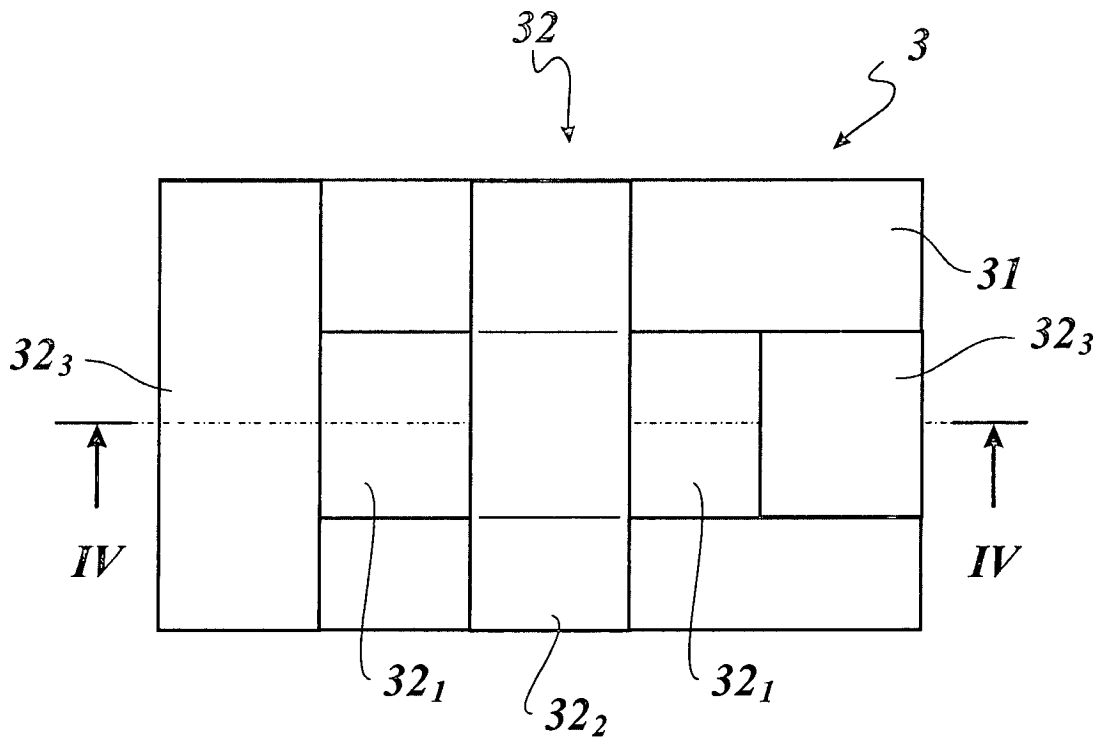
Anhängende Zeichnungen



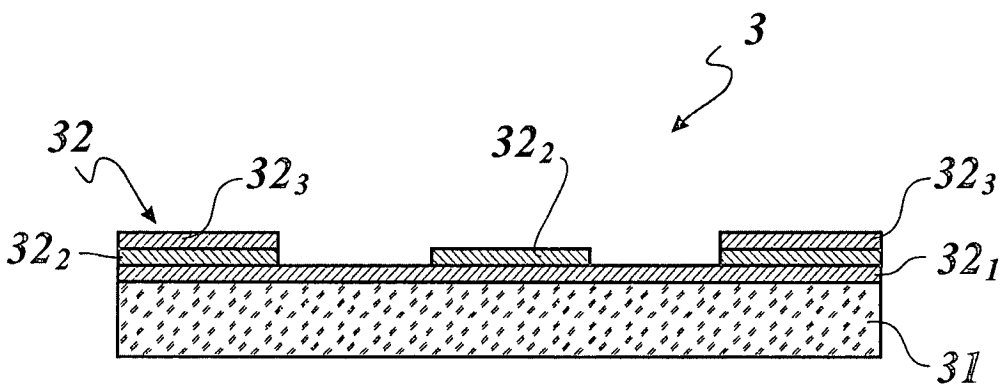
*Fig. 1*



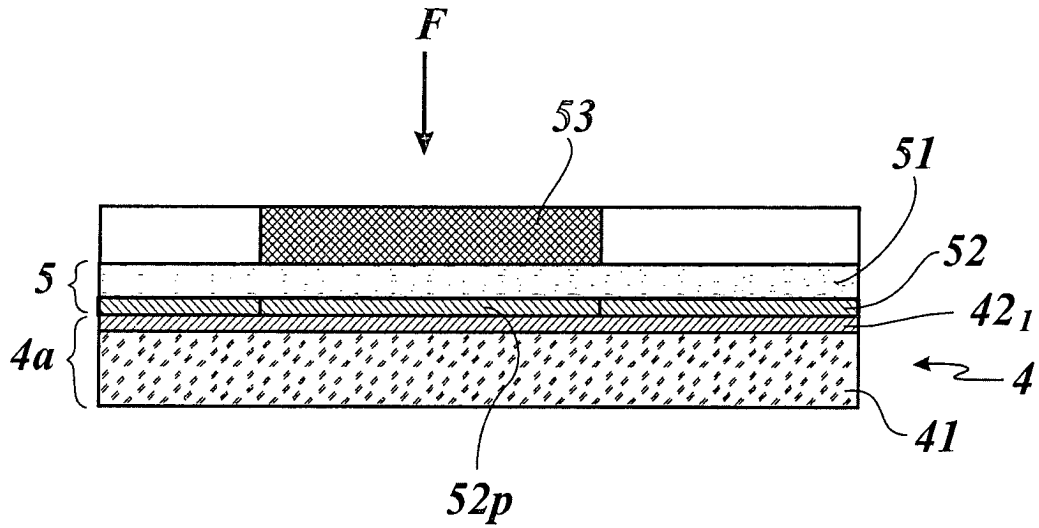
*Fig. 2*



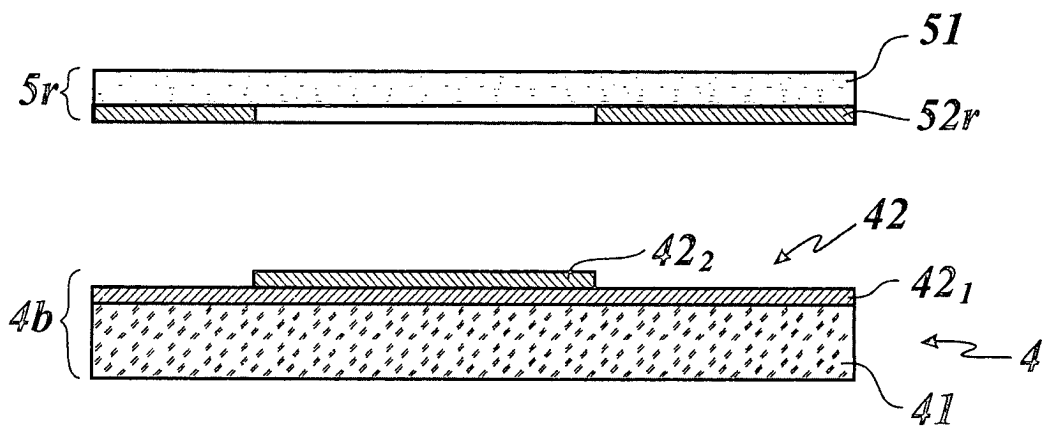
*Fig. 3*



*Fig. 4*



*Fig. 5a*



*Fig. 5b*