

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
6. Januar 2005 (06.01.2005)

PCT

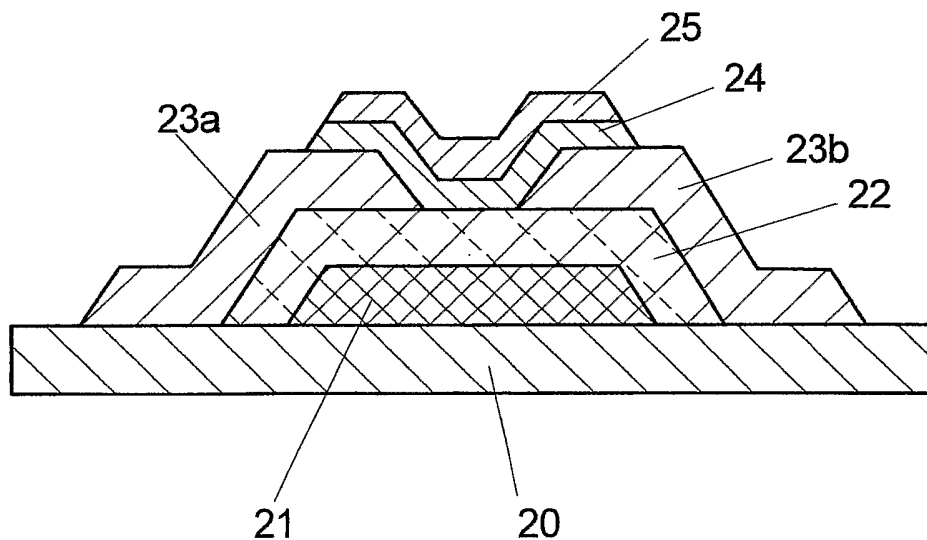
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2005/001923 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H01L 21/50
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/001245
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
14. Juni 2004 (14.06.2004)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
103 29 262.4 23. Juni 2003 (23.06.2003) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-Martin-Strasse 53, 81669 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HALIK, Marcus [DE/DE]; Am Wolfsmantel 12, 91058 Erlangen (DE). SCHMID, Günter [DE/DE]; Lange Strasse 13, 91334 Hemhofen (DE). KLAUK, Hagen [DE/DE]; Täublingstrasse 39, 91058 Erlangen (DE). EDER, Florian [DE/DE]; Koldestrasse 8, 91052 Erlangen (DE). ZSCHIESCHANG, Ute [DE/DE]; Täublingstrasse 39, 91058 Erlangen (DE).
- (74) Anwalt: GROSS, Felix; Maikowski & Ninnemann, Postfach 15 09 20, 10671 Berlin (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SOLUTION AND METHOD FOR THE TREATMENT OF A SUBSTRATE, AND SEMICONDUCTOR COMPONENT

(54) Bezeichnung: LÖSUNG UND VERFAHREN ZUR BEHANDLUNG EINES SUBSTRATES UND EIN HALBLEITERBAUELEMENT



(57) Abstract: The invention relates to a solution for treating a rough surface, especially a paper, which is used as a supporting material for a semiconductor component. Said solution is characterized by at least one phenol-containing basic polymer and/or copolymer. The invention also relates to a method for treating said surface with a solution, and a semiconductor component that is provided with a substrate which has been treated with a solution according to the inventive method. The invention makes it possible to arrange semiconductor components on rough surfaces.

(57) Zusammenfassung: Lösung und Verfahren zur Behandlung einer rauen Oberfläche und ein Halbleiterbauelement. Die Erfindung betrifft eine Lösung zur Behandlung einer rauen Oberfläche, insbesondere eines Papiere, als Trägermaterial für ein Halbleiterbauelement, gekennzeichnet durch mindestens ein phenolhaltiges Basispolymer und / oder Copolymer. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/001923 A2



AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## Beschreibung

Lösung und Verfahren zur Behandlung eines Substrates und ein Halbleiterbauelement

5

Die Erfindung betrifft eine Lösung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, ein Verfahren zur Behandlung eines Substrates nach Anspruch 15 und ein Halbleiterbauelement nach dem Oberbegriff des Anspruchs 20.

10

Die Einführung von RF-ID Systemen als potentieller Ersatz für den stör anfälligen und nur in direktem Sichtkontakt zum Scanner anwendbaren Barcode oder als Sicherheitsmerkmal auf Verpackungen und anderen Gütern gilt als zukunftsweisende Anwendung für extrem preiswerte Elektronik. Aufgrund der Flexibilität und der großen Variationsbreite von Verpackungsmaterialien, sind besonders Schaltungen auf flexiblen Substraten, die in hohen Stückzahlen in Rolle-zu-Rolle Verfahren gefertigt werden können von Interesse.

15

Aufgrund des enormen Preisdrucks solcher Anwendungen eignen sich siliziumbasierte Schaltungen lediglich für leistungsgetriebene Spezialanwendungen, nicht jedoch für den Massenmarkt.

20

Alternative Systeme mit integrierten Schaltungen basierend auf organischen Feldeffekttransistoren (OFET) stellen eine mögliche Lösung für diesen Massenanwendungsbereich preiswerter Elektronik dar.

25

Halbleitende Polymere bzw. organische Halbleiter bieten andererseits das Potential, dass billige Drucktechniken zu ihrer Strukturierung und Applikation eingesetzt werden können. Das Gatepotential zur Steuerung der Transistoren kann umso kleiner gewählt werden, je dünner das Gatedielektrikum hergestellt werden kann.

30

Für eine direkte Integration in den Produktionsprozess einer Verpackung ist die Substratkompatibilität von besonderem

35

Interesse. Besteht die Verpackung aus Papier o.ä. cellulosefaserhaltigen Materialien, sollte die Polymerelektronik direkt auf dieses Trägermaterial integrierbar sein. Papier weist in der Regel aber eine sehr  
5 raue Oberfläche auf, so dass seine Verwendung als Substrat hohe Anforderungen an den Integrationsprozess stellt.

~~Die Verwendung von Papier als Substrat für Polymerelektronik~~  
wird zwar in der EP 1 073 993 B1 vorgeschlagen, jedoch wird  
10 kein konkretes Verfahren zur Realisierung angegeben. Auch ist es bekannt, dass sich Papier als Substrat für die Herstellung elektrochromer Displays bzw. elektrochemischer Transistoren eignet, ohne dass Details der Herstellung bekannt wären.

15 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Lösung und ein Verfahren zu schaffen, mit dem Halbleiterbauelemente auf rauen Oberflächen angeordnet werden können. Auch die Schaffung eines Halbleiterbauelements auf einer entsprechend präparierten Schicht ist eine Aufgabe  
20 dieser Erfindung.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Lösung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

25 Durch die Verwendung einer Lösung mit mindestens einem phenolhaltigen Basispolymer und / oder Copolymer ist eine Oberflächenbeschichtung von Papier oder einer anderen rauen Oberfläche eines papierhaltigen Substrates möglich, die z.B. eine Integration von Feldeffekttransistoren, insbesondere  
30 organischen Feldeffekttransistoren erlaubt.

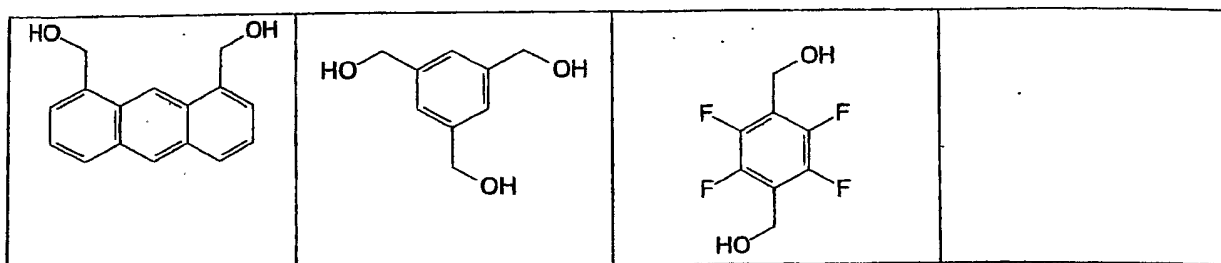
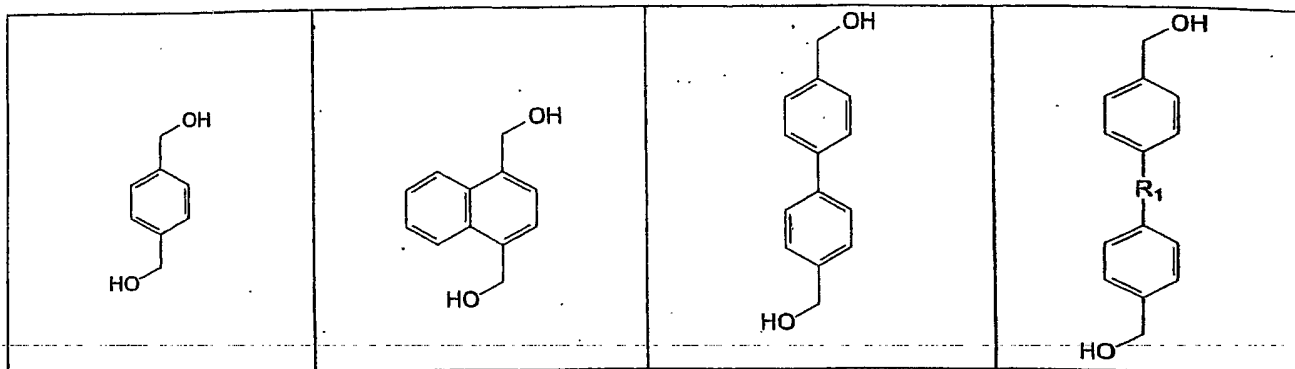
Mit Vorteil ist das phenolhaltige Basispolymer ein Poly-4-  
vinylphenol, ein Poly-4-vinylphenol-co-methacrylsäure-2-  
hydroxyethylester und / oder ein Poly-4-vinylphenol-co-  
35 methacrylsäuremethylester.

Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung weist mindestens eine Vernetzerkomponente auf, wobei es besonders vorteilhaft ist, wenn mindestens eine Vernetzerkomponente eine Di- oder eine Tribenzylalkoholverbindung, insbesondere  
5 4-Hydroxymethyl-benzylalkohol ist.

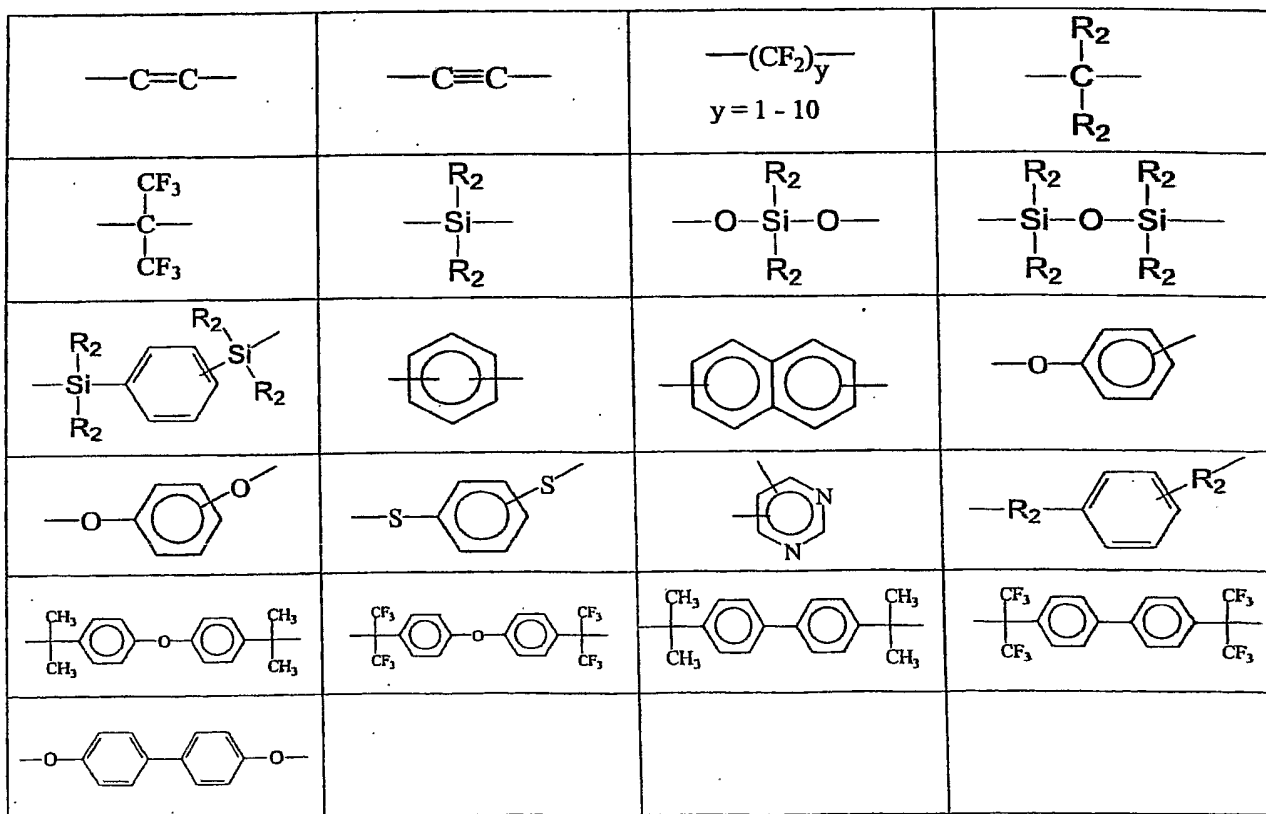
Auch ist es vorteilhaft, wenn mindestens eine Vernetzerkomponente ein Formaldehydgenerator, insbesondere Polymelamin-co-formaldehyd methyliert und / oder ein  
elektrophiles Vernetzersystem, insbesondere 4-  
10 Hydroxymethylbenzylalkohol und / oder 4- Toluolsulfonsäure ist.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn eine Ausführungsform mindestens eine elektrophile Vernetzerkomponente mit einer der folgenden Verbindungen ist:

15



Für R<sub>1</sub> gilt: —O—, —S—, —SO<sub>2</sub>—, —S<sub>2</sub>—, —(CH<sub>2</sub>)<sub>x</sub>— wobei x = 1 - 10, ausserdem:



Für R<sub>2</sub> gilt: Alkyl mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen oder Aryl

Auch ist es vorteilhaft, wenn ein thermischer Säuregenerator in der Lösung enthalten, insbesondere eine Verbindung, die bei Temperaturen unterhalb von 150°C ein Proton auf die Hydroxygruppe eines Benzylalkohols übertragen kann, insbesondere 4-Toluolsulfonsäure.

Auch kann vorteilhafterweise ein Photosäuregenerator in der Lösung verwendet werden, insbesondere ein Photosäuregenerator der nach Bestrahlung mit UV-Licht eine Photosäure generiert, die im weiteren die Übertragung eines Protons auf die Hydroxygruppe eines Benzylalkohols bewirkt, insbesondere ein Sulfonium- und / oder ein Iodonium-Salz.

Als Lösungsmittel wird vorteilhafterweise ein Alkohol, insbesondere n-Butanol, und / oder Dioxan, N-Methylpyrrolidon (NMP),  $\gamma$ -Butyrolacton, Xylen und / oder Propylenglykolmonomethyletheracetat (PGMEA) verwendet.

Dabei bilden sich die besten Filmeigenschaften, wenn der Masseanteil der Lösung zwischen 5 und 20 % liegt.

Vorteilhaft sind folgende Zusammensetzungen der Lösungen:

25	Basispolymer	100 Teile,
	Elektrophiler Vernetzer	10 bis 20 Teile,
	Säurekatalysator	1 bis 10 Teile.

Oder:

30	Basispolymer	100 Teile,
	Elektrophiler Vernetzer	10 bis 20 Teile,
	PAG	0,2 bis 10 Teile.

Die Aufgabe wird auch durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst. Dadurch, dass die Oberfläche mit einer Lösung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 14 in

Kontakt gebracht wird, scheidet sich aus der Lösung eine Polymerformulierung auf der Oberfläche ab, die die Fasern der Oberfläche glättet, und zwar in der Größenordnung der Schichtdicke des Polymerfilms (100 bis 500 nm).

5

Vorteilhaft ist dabei, wenn die Polymerformulierung flächig und / oder strukturiert auf der Oberfläche abgeschieden wird. Vorteilhafte Verfahren zum Aufbringen der Lösung sind Spin-Coating, Spray-Coating, Druck- und / oder Tauchprozesse.

10

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird eine thermische Vernetzung und / oder eine photoinduzierte Vernetzung der Polymerformulierung auf der Oberfläche vorgenommen. Dabei ist es vorteilhaft, wenn eine thermische Vernetzung bei einer Temperatur zwischen 120 und 200 °C vorgenommen wird.

15

Die Aufgabe wird auch durch ein Halbleiterbauelement, insbesondere ein organischer Feldeffekttransistor, gelöst, bei dem das Substrat eine Oberfläche aufweist, die mit einem Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 15 bis 19 behandelt ist. Dabei ist es vorteilhaft, wenn das Substrat ein Papier ist, insbesondere ein glattes, heiß verpresstes, holzfreies Papier ohne leichtlösliche Füllstoffe. Damit lassen sich besonders kostengünstige Halbleiterbauelemente herstellen.

20

25

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren der Zeichnungen an mehreren Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

30

Fig. 1A, B            Zeichnung von Rasterelektronenmikroskop-Aufnahmen von Zellulosefasern;

35 Fig. 2                Strukturformeln für elektrophile Vernetzer;



- Fig. 3 schematischer Aufbau eines organischen Feldeffekttransistors;
- Fig. 4 Zeichnung eines Fotos mit einem  
5 Papiersubstrat für eine integrierte Schaltung;
- Fig. 5 Ausgangskennlinie eines Pentazen-OFET auf einem Papiersubstrat;
- 10 Fig. 6 Durchgangskennlinie eines Pentazen-OFET auf einem Papiersubstrat;
- Fig. 7 Zeichnung einer Kennlinie eines 5-Stufen Ringoszillators.

15

Bevor auf Ausführungsformen der Erfindung eingegangen wird, soll die grundlegende Problematik rauer Oberflächen als Grundlage für Halbleiterbauelemente dargestellt werden. Dabei wird dies anhand von Substraten aus Papier beschrieben, wobei  
20 grundsätzlich auch papierhaltige Substrate (z.B. Kompositmaterialien aus Papier und Kunststoff) durch die erfindungsgemäße Lösung und / oder das erfindungsgemäße Verfahren behandelt werden können, so dass auf dem Substrat ein Halbleiterbauelement angeordnet werden kann.

25

Papiere unterscheiden sich im Gegensatz zu anderen flexiblen Substraten (z.B. Kunststofffolien) dadurch, dass sie im Wesentlichen aus Cellulose basierten Fasern aufgebaut sind, die zusammen mit diversen Füllstoffen ein dreidimensionales  
30 Netzwerk ausbilden. Dabei sind jedoch bei den meisten Papieren Faserstrukturen an der Oberfläche des Papiers präsent, was zur Folge hat, dass die Oberfläche des Papiers eine Rauigkeit aufweist, welche sich in der Größenordnung der eingesetzten Cellulosefasern entspricht (mehrere Mikrometer)  
35 und die Fasern selbst eine Oberflächenrauigkeit von mehreren

hundert Nanometern zeigen. Dies ist in den Fig. 1A und 1B dargestellt.

Es sind auch Spezialpapiere bekannt, (Fotoglossy-Papier, 5 Inkjet-Papier) bei denen die Oberflächenrauigkeit mittels einer Folienlaminierung reduziert ist. Diese Folienlaminierungen sind jedoch nicht resistent gegenüber Prozessbedingungen, wie sie z.B. bei der Herstellung von integrierten Schaltungen basierend auf organischen 10 Feldeffekttransistoren benötigt werden (Temperaturbeständigkeit bis 200°C, Lösungsmittelbeständigkeit - basische wässrige Lösungsmittel, organische Lösungsmittel). Des Weiteren sind diese Spezialpapiere relativ teuer, was sie für den Einsatz von 15 Massenartikeln ungeeignet macht.

Generell erweist sich die Rauigkeit des Papiers, sowie die Aufnahme von Lösungsmitteln (Wasser, Aceton, Alkohole, etc.) und das damit verbundene Quellverhalten des Papiers als 20 problematisch für die Prozessierung und Integration von organischen Dünnschicht-Transistoren deren Gesamtdicke (vgl. Fig. 3) zwischen 200 nm und 1 µm beträgt und bei denen Strukturgrößen von kleiner 5 µm (Kanallänge - Abstand zwischen Source- und Drainkontakt) fehlerfrei abgebildet werden müssen.

25 Mit Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es möglich, kostengünstig eine prozesskompatible Oberflächenbeschichtung auf Papieren zu erzeugen, so dass im Weiteren organische Dünnschicht-Transistoren und darauf basierend ICs auf diesen Papieren hergestellt werden können. 30 Grundsätzlich sind alle nichtlaminieren Papiere geeignet, besonders solche, die keine leichtlöslichen Füllstoffe aufweisen, holzfrei und glatt (z.B. heiß verpresst) sind.

Dabei wird eine Polymerformulierung flächig oder strukturiert 35 auf die Papieroberfläche aufgetragen. Besonders geeignet ist

hierfür eine Formulierung von Poly-4-vinylphenol mit einer Vernetzerkomponente in einem organischen Lösemittel (z.B. Alkohole, PGMEA). Als Vernetzerkomponente eignen sich generell alle Formaldehydgeneratoren (z. B. Polymelamin-co-  
5 formaldehyd methyliert) und andere elektrophile Vernetzersysteme (z.B. 4-Hydroxymethylbenzylalkohol / 4-Toluolsulfonsäure). In Fig. 2 sind Verbindungen dargestellt, die als elektrophile Vernetzer dienen können.

10 Diese Polymerschichten lassen sich, aufgebracht auf die Papieroberfläche, durch die Zufuhr thermischer Energie (bei 120 -200°C) chemisch vernetzen und bilden so einen dünnen Polymerfilm auf der Oberfläche des Papiers, der chemisch  
15 resistent und glatt ist und es erlaubt, organische Dünnschicht-Transistoren darauf herzustellen. Dabei verhindert diese Polymerschicht auch ein Quellen (Eindringen von Lösemittel in die Papierstruktur) des Papiers. Der Polymerfilm ist je nach Formulierung und Applikationsmethode  
20 sehr dünn (100 - 500 nm) und beeinflusst daher nicht die makroskopischen Eigenschaften des Papiers (z.B. Flexibilität, Farbe etc.). Es handelt sich demnach nicht um eine klassische Planarisierungsmethode bei der die Papieroberfläche und damit die Fasern an der Oberfläche) in eine dicke Polymerschicht  
25 eingebettet wird, sondern vielmehr um eine oberflächliche Glättung der Fasern in der Größenordnung der Schichtdicke des Polymerfilms (100-500 nm).

Des weiteren eignen sich auch photoinduzierte Vernetzersysteme (PAG + elektrophiler Vernetzer), wobei mit diesen Systemen eine Photostrukturierbarkeit der polymeren  
30 Schutzschicht erreicht werden kann.

Ebenfalls sind auch Formulierungen anderer phenolhaltiger Basispolymere (z.B. Poly-4-vinylphenol-co- methacrylsäure-2-hydroxyethylester oder Poly-4-vinylphenol-co-  
methacrylsäuremethylester) für solche Anwendungen möglich.

35 Beispielhaft sind folgende Ausführungsformen genannt:

Als Basispolymere eignen sich prinzipiell alle phenolhaltigen Polymere und deren Copolymere, wie Poly-4-vinylphenol, Poly-4-vinylphenol-co-methacrylsäure-2-hydroxyethylester oder Poly-4-vinylphenol-co-methacrylsäuremethylester.

5

Als Vernetzerkomponente eignen sich besonders 4-Hydroxymethyl-benzylalkohol oder andere Di- oder Tribenzylalkoholverbindungen.

10 Als thermische Säurekatalysatoren eignen sich prinzipiell alle Verbindungen, die unterhalb von 150 °C in der Lage sind, ein Proton auf die Hydroxygruppe des Benzylalkohols zu übertragen (z.B. 4-Toluolsulfonsäure).

15 Als Photosäuregeneratoren (PAGs) eignen sich grundsätzlich alle Verbindungen, die in der Lage sind, nach Bestrahlung mit UV-Licht, eine Photosäure zu generieren, die im Weiteren die Übertragung eines Protons auf die Hydroxygruppe des Benzylalkohols bewirkt (z.B. Sulfonium- oder Iodonium-Salze).

20 Als Lösungsmittel eignen sich ein Alkohol, insbesondere n-Butanol, und / oder Dioxan, N-Methylpyrrolidon (NMP),  $\gamma$ -Butyrolacton, Xylen und / oder Propylenglykolmonomethyletheracetat (PGMEA).

Als Ausführungsbeispiele werden mengenmäßig folgende Mischungen angegeben.

25

Basispolymer	100 Teile,
Elektrophiler Vernetzer	10 bis 20 Teile,
Säurekatalysator	1 bis 10 Teile.

30 Oder:

Basispolymer	100 Teile,
Elektrophiler Vernetzer	10 bis 20 Teile,
PAG	0,2 bis 10 Teile.

Die Massenanteile liegen vorteilhafterweise zwischen 5 und 20 %.

Im Folgenden werden zwei Formulierungen beispielhaft  
5 angegeben:

Formulierung 1: 10%-ige Lösung in PGMEA (100: 10: 2,5)

Eine Mischung aus 2 g PVP (MW ca. 20.000) und 200 mg 4-  
Hydroxymethyl-benzylalkohol werden in 20,5 g PGMEA auf einer  
10 Rüttelapparatur gelöst (ca. 3 Stunden). Anschließend werden  
50 mg 4- Toluolsulfonsäure zugegeben und eine weitere Stunde  
geschüttelt. Vor Benutzung wird die Polymerlösung durch einen  
0.2 µm Filter filtriert.

15 Formulierung 2: 10%-ige Lösung in PGMEA (100: 20 : 2,5)

Eine Mischung aus 2 g PVP (MW ca. 20.000) und 400 mg 4-  
Hydroxymethyl-benzylalkohol werden in 20,5 g PGMEA auf einer  
Rüttelapparatur gelöst (ca. 3 Stunden). Anschließend werden  
50 mg 4- Toluolsulfonsäure zugegeben und eine weitere Stunde  
20 geschüttelt. Vor Benutzung wird die Polymerlösung durch einen  
0.2 µm Filter filtriert.

Die Oberflächenbeschichtung erfolgt mit einer aus Lösung  
abgeschiedenen Polymerformulierung, die flächig oder  
strukturiert auf die Papieroberfläche aufgebracht wird.

25 Dies kann z.B. durch Spin-Coating, Spray-Coating, Druck- und  
/ oder Tauchprozesse geschehen.

Ein Ausführungsbeispiel für die Filmpräparation ist Folgende:

2 ml der Formulierung 1 werden mittels Spin Coater bei 2000  
30 U/min für 22 s auf ein Papiersubstrat (Maxigloss 100; UPM  
Kymmene Group)) aufgebracht. Anschließend wird dieses bei 100  
°C für 2 min auf einer Hotplate getrocknet. Die  
Vernetzungsreaktion erfolgt bei 200 °C im Ofen unter 400 mbar

N<sub>2</sub>-Atmosphäre. Die Filmpräparation für Formulierung 2 erfolgt analog.

Aufbauend auf dieser Vorbehandlung der Papieroberfläche  
5 können organische Transistoren und Schaltungen aufgebaut werden.

In Fig. 3 ist der grundsätzliche Aufbau eines organische Feldeffekttransistors (OFET) dargestellt. Organische Feldeffekttransistoren sind elektronische Bauteile, die aus  
10 mehreren Schichten (Lagen) bestehen, welche alle strukturiert sind, um durch Verbindungen einzelner Schichten integrierte Schaltungen zu generieren. Dabei zeigt Fig. 3 den prinzipiellen Aufbau eines solchen Transistors in einer Bottom-Kontakt Architektur.

15

Auf einem Basis-Substrat 20 ist eine Gateelektrode 21 angeordnet, die von einer Gatedielektrikumsschicht 22 überdeckt ist. Eine solche Gatedielektrikumssicht 22 kann z.B. aus einer molekularen Monolage bestehen. Derartige  
20 Dielektrika besitzen eine Schichtdicke von weniger als 5 nm (Bottom up).

Auf der Gatedielektrikumsschicht 22 sind eine Sourceschicht 23a und eine Drainschicht 23b angeordnet, die beide mit einer  
25 darbüberliegenden aktiven halbleitenden Schicht 24 in Verbindung stehen. Über der aktiven Schicht 24 ist eine Passivierungsschicht 25 angeordnet.

In Fig. 4 ist eine Durchzeichnung eines Fotos dargestellt,  
30 das integrierte Schaltungen als Halbleiterbauelemente auf einem biegsamen und leichten Papiersubstrat zeigt. Diese Ausführungsform weist eine Titan-Gatelage, ein PVP-Dielektrikum, eine Gold-Source-Drain Lage und Pentazen als organischen Halbleiter auf. Die Schaltungen sind auf einem  
35 kreisrunden Papiersubstrat angebracht, das durch die

dargestellte Hand deutlich durchgebogen wird. Die rechtwinkligen Kreuze auf dem Substrat erscheinen daher verbogen.

5 Fig. 5 zeigt die Ausgangskennlinienschar eines Pentazen-OFET auf einem Papiersubstrat gemäß der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform. Der OFET mit PVP Gatedielektrikum weist folgende Daten auf:  $L = 50 \mu\text{m}$ ,  $W = 500 \mu\text{m}$ ,  $t_{\text{PVP}} = 270 \text{ nm}$ , carrier mobility =  $0,2 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$  und Threshold voltage = - 6  
10 V.

In Fig. 6 ist die Durchgangskennlinie des OFET gemäß Fig. 5 dargestellt (Subthreshold slope =  $1,8 \text{ V} / \text{Decade}$ ), on / off current ratio  $10^6$ .

15 In Fig. 7 ist eine Durchzeichnung eines Oszilloskopbildes dargestellt, das die Kennlinie eines 5-Stufen Ringoszillators darstellt. Der Ringoszillator arbeitet mit einer Signalverzögerung von  $120 \text{ ms}$  pro Stufe.

20

Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend angegebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, die von der erfindungsgemäßen Lösung, dem erfindungsgemäßen Verfahren und  
25 dem erfindungsgemäßen Halbleiterbauelement auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch machen.

Bezugszeichenliste

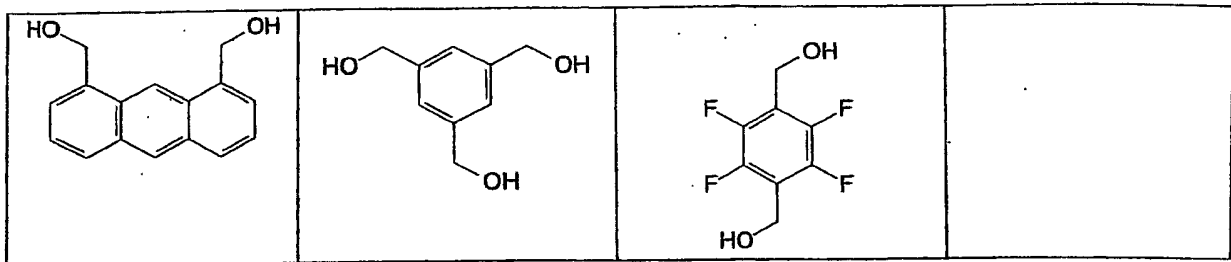
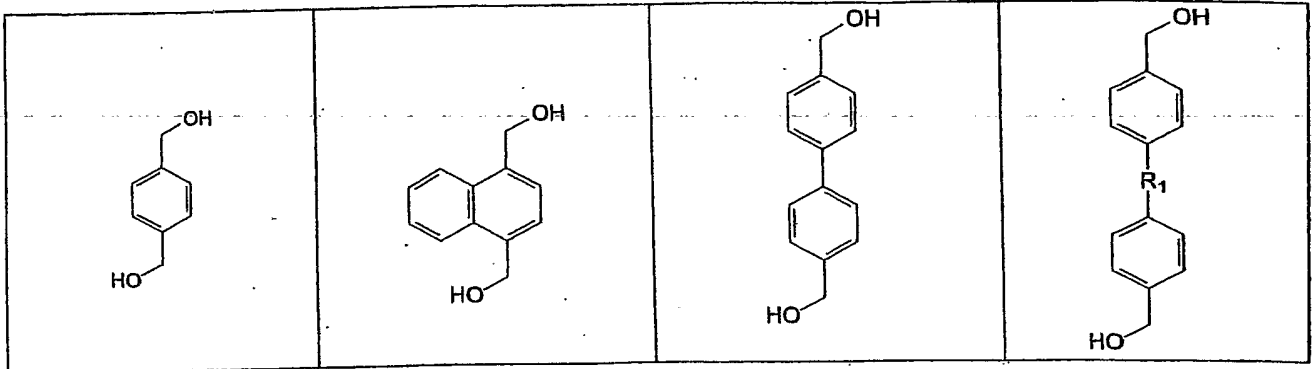
- 20 Basis-Substrat für OFET
- 21 Gateelektrode
- 5 22 Gatedielektrikumsschicht
- 23a Sourceschicht
- 23b Drainschicht
- 24 aktive Halbleiterschicht
- 25 Passivierungsschicht



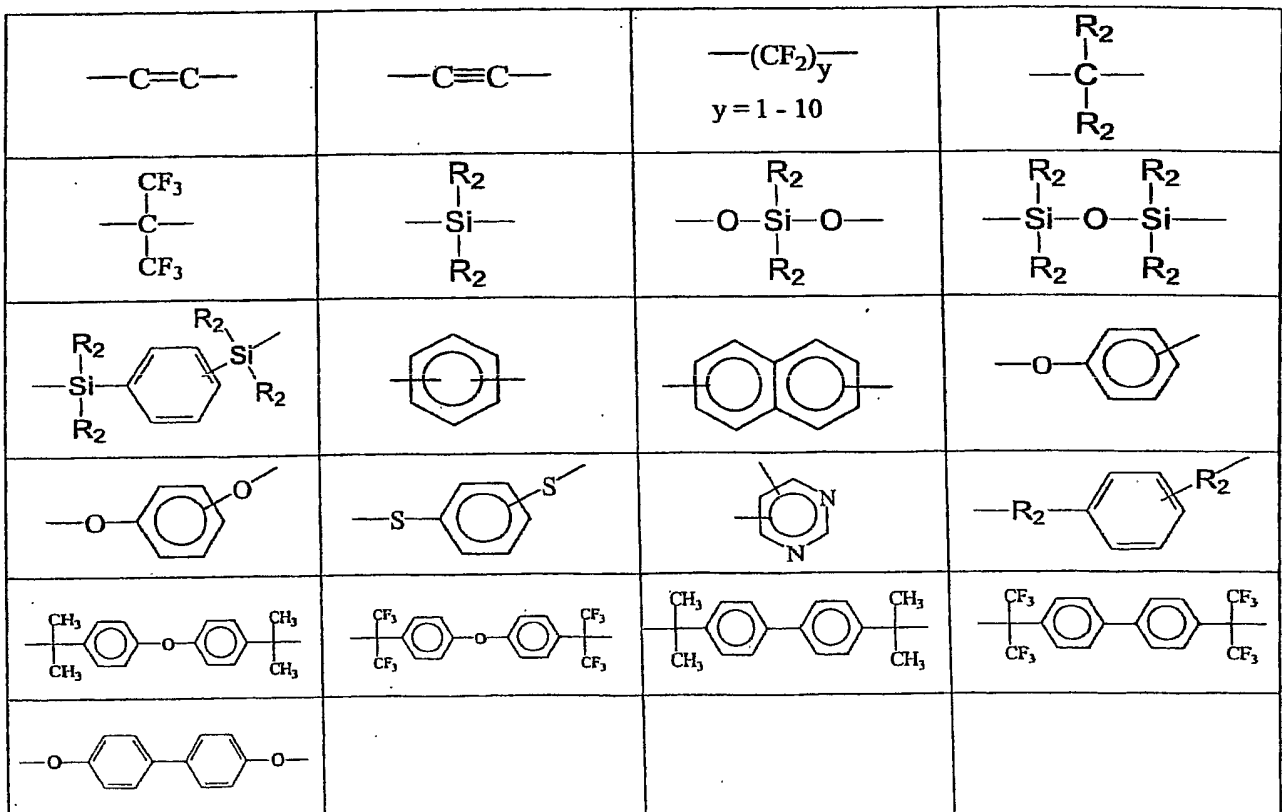
## Patentansprüche

1. Lösung zur Behandlung eines Substrates aus Papier oder zur  
5 Behandlung eines papierhaltigen Substrates, insbesondere  
eines Papierses als Trägermaterial für ein  
Halbleiterbauelement,  
gekennzeichnet durch  
10 mindestens ein phenolhaltiges Basispolymer und / oder  
Copolymer.
2. Lösung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
15 dass das phenolhaltige Basispolymer ein Poly-4-vinylphenol,  
ein Poly-4-vinylphenol-co-methacrylsäure-2-hydroxyethylester  
und / oder ein Poly-4-vinylphenol-co-  
methacrylsäuremethylester ist.
- 20 3. Lösung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet  
durch mindestens eine Vernetzerkomponente.
4. Lösung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,  
dass mindestens eine Vernetzerkomponente eine Di- oder eine  
25 Tribenzylalkoholverbindung, insbesondere 4-Hydroxymethyl-  
benzylalkohol ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch  
gekennzeichnet, dass mindestens eine  
30 Vernetzerkomponente ein Formaldehydgenerator, insbesondere  
Polymelamin-co-formaldehyd methyliert und / oder ein  
elektrophiles Vernetzersystem, insbesondere 4-  
Hydroxymethylbenzylalkohol und / oder 4-Toluolsulfonsäure  
ist.

6. Lösung nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine elektrophile Vernetzerverkennung eine der folgenden 5 Verbindungen ist:



Für R<sub>1</sub> gilt: —O—, —S—, —SO<sub>2</sub>—, —S<sub>2</sub>—, —(CH<sub>2</sub>)<sub>x</sub>— wobei x = 1 - 10, ausserdem:



Für R<sub>2</sub> gilt: Alkyl mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen oder Aryl

7. Lösung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch mindestens einen thermischen Säuregenerator.

5

8. Lösung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein thermischer Säuregenerator eine Verbindung ist, die bei Temperaturen unterhalb von 150°C ein Proton auf die Hydroxygruppe eines Benzylalkohols übertragen kann, insbesondere 4-Toluolsulfonsäure.

10

9. Lösung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch mindestens einen Photosäuregenerator.

15

10. Lösung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Photosäuregenerator nach Bestrahlung mit UV-Licht eine Photosäure generiert, die im weiteren die Übertragung eines Protons auf die Hydroxygruppe eines Benzylalkohols bewirkt, insbesondere ein Sulfonium- und / oder ein Iodonium-Salz.

20

11. Lösung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche gekennzeichnet durch mindestens ein Lösungsmittel, insbesondere einen Alkohol, insbesondere n-Butanol, Dioxan, N-Methylpyrrolidon (NMP),  $\gamma$ -Butyrolacton, Xylen und / oder Propylenglykolmonomethyletheracetat (PGMEA) enthält.

25

12. Lösung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Masseanteil zwischen 5 und 20 % liegt.

30

13. Lösung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch folgende Zusammensetzung:

35

18

Basispolymer 100 Teile,  
Elektrophiler Vernetzer 10 bis 20 Teile,  
Säurekatalysator 1 bis 10 Teile.

5 14. Lösung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12,  
gekennzeichnet durch folgende Zusammensetzung:

Basispolymer 100 Teile,  
Elektrophiler Vernetzer 10 bis 20 Teile,  
10 PAG 0,2 bis 10 Teile.

15 15. Verfahren zur Behandlung eines Substrates aus Papier oder  
zur Behandlung eines papierhaltigen Substrates, insbesondere  
eines Papierses als Trägermaterial für ein  
Halbleiterbauelement,

dadurch gekennzeichnet, dass

20 die Oberfläche mit einer Lösung nach mindestens einem der  
Ansprüche 1 bis 14 in Kontakt gebracht wird, wobei sich aus  
der Lösung eine Polymerformulierung auf der Oberfläche  
abscheidet.

25 16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch  
gekennzeichnet, dass sich die Polymerformulierung  
flächig und / oder strukturiert auf der Oberfläche  
abscheidet.

30 17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Lösung durch Spin-Coating,  
Spray-Coating, Druck- und / oder Tauchprozesse auf das  
Substrat gebracht wird.

35 18. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden  
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine  
thermische Vernetzung und / oder eine photoinduzierte  
Vernetzung der Polymerformulierung auf dem Substrat

19

vorgenommen wird.

19. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine  
5 thermische Vernetzung bei einer Temperatur zwischen 120 und 200 °C vorgenommen wird.

20. Halbleiterbauelement, insbesondere ein organischer Feldeffekttransistor, mit einem Substrat,  
10 dadurch gekennzeichnet, dass

das Substrat mit einem Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 15 bis 19 behandelt ist.

15 21. Halbleiterbauelement, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat ein Papier ist, insbesondere ein glattes, heiß verpresstes, holzfreies Papier ohne leichtlösliche Füllstoffe.

20

FIG 1A



FIG 1B

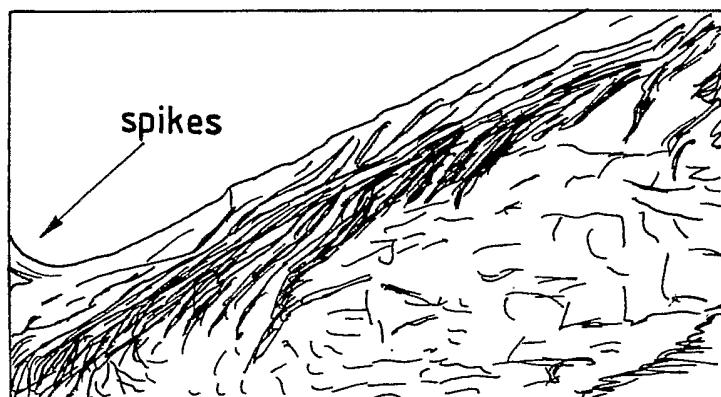
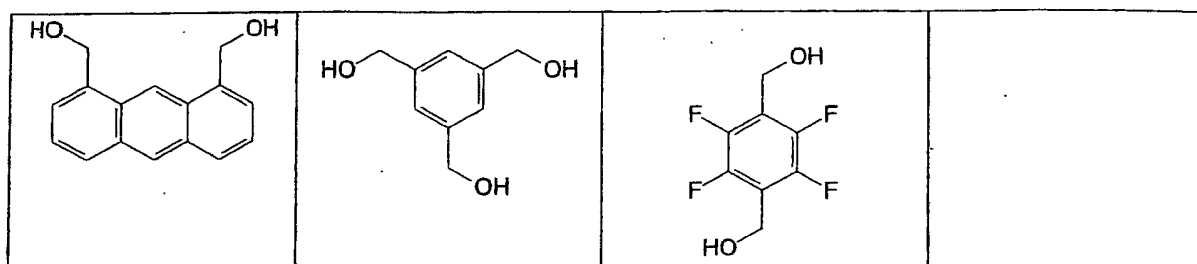
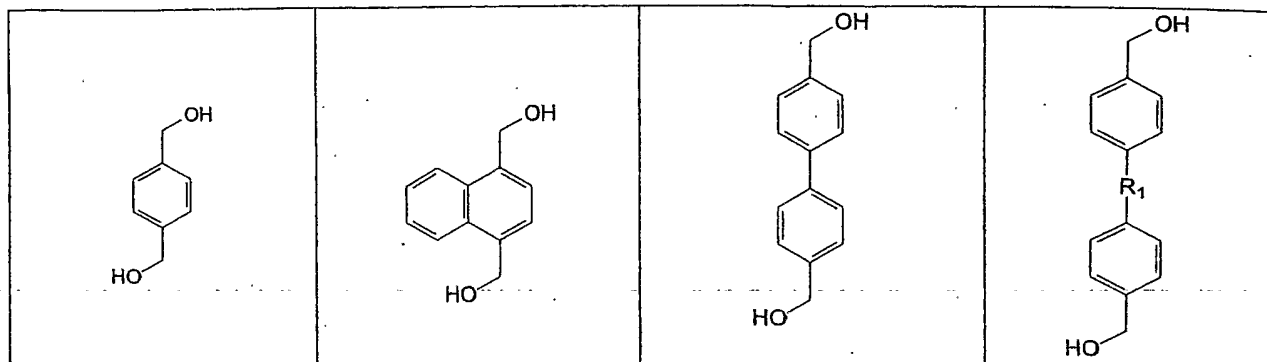
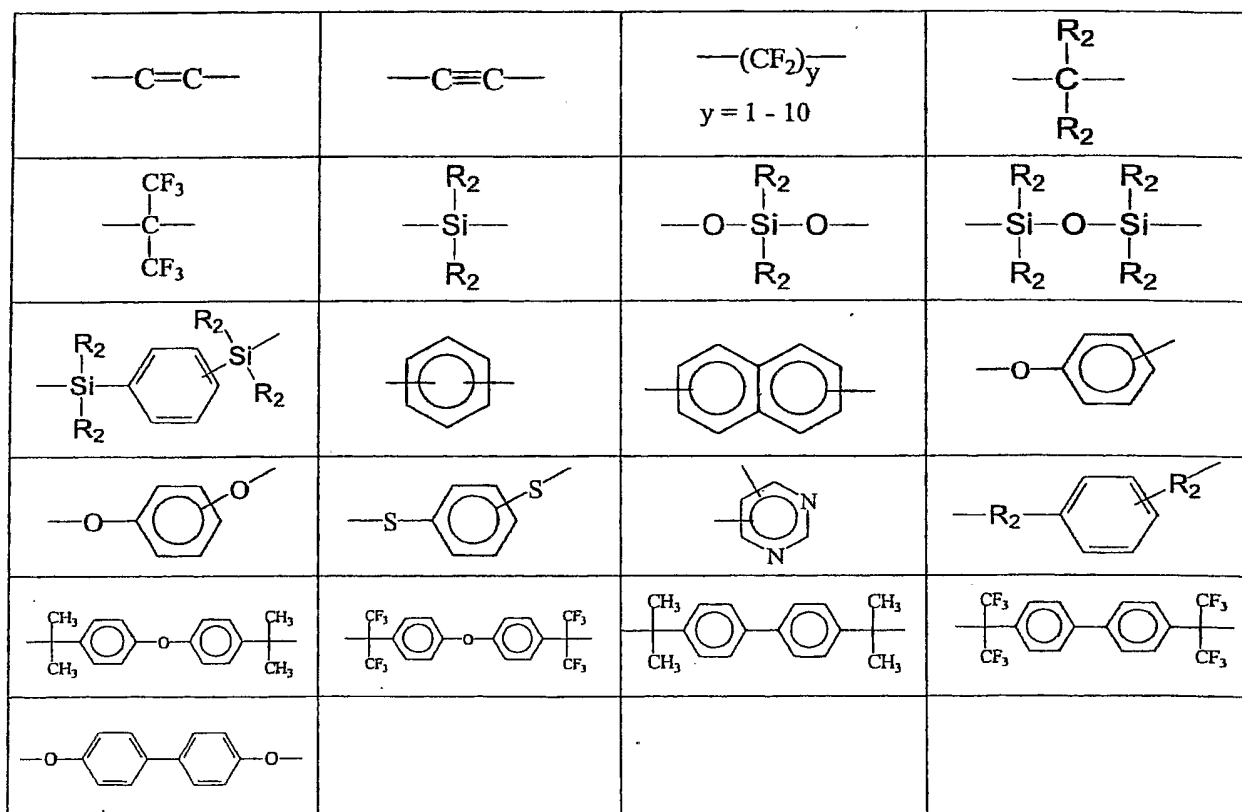


FIG 2



Für R<sub>1</sub> gilt: —O—, —S—, —SO<sub>2</sub>—, —S<sub>2</sub>—, —(CH<sub>2</sub>)<sub>x</sub>— wobei x = 1 - 10, ausserdem:



Für R<sub>2</sub> gilt: Alkyl mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen oder Aryl

FIG 3

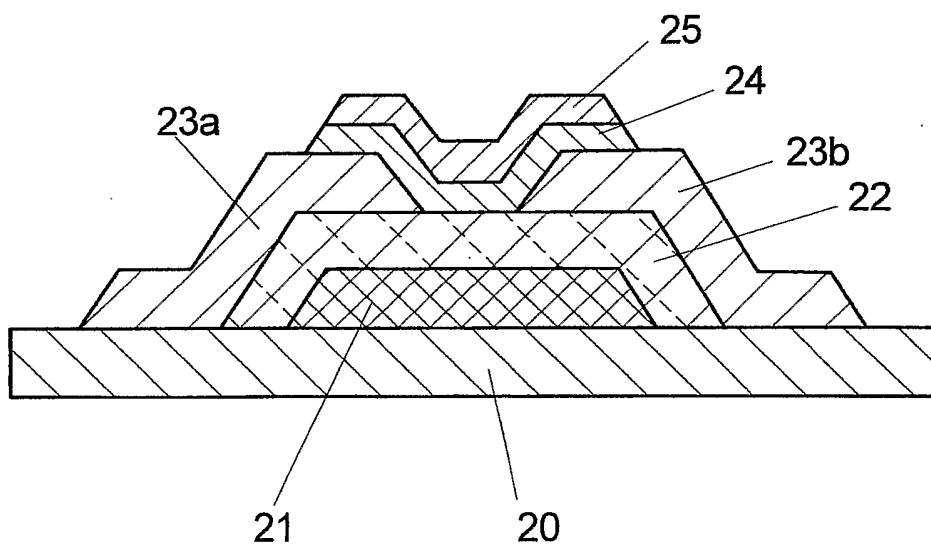




FIG 4

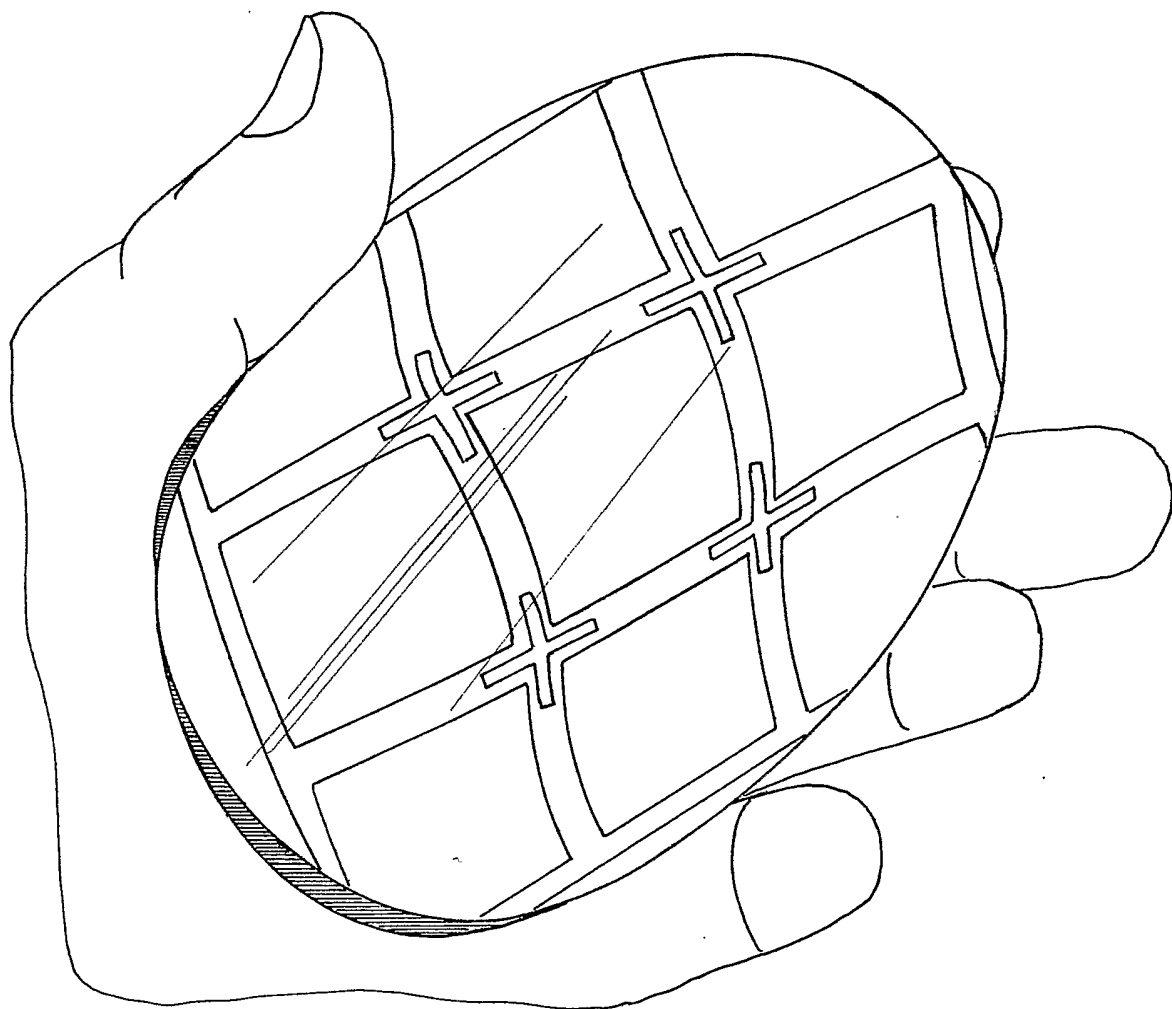


FIG 6

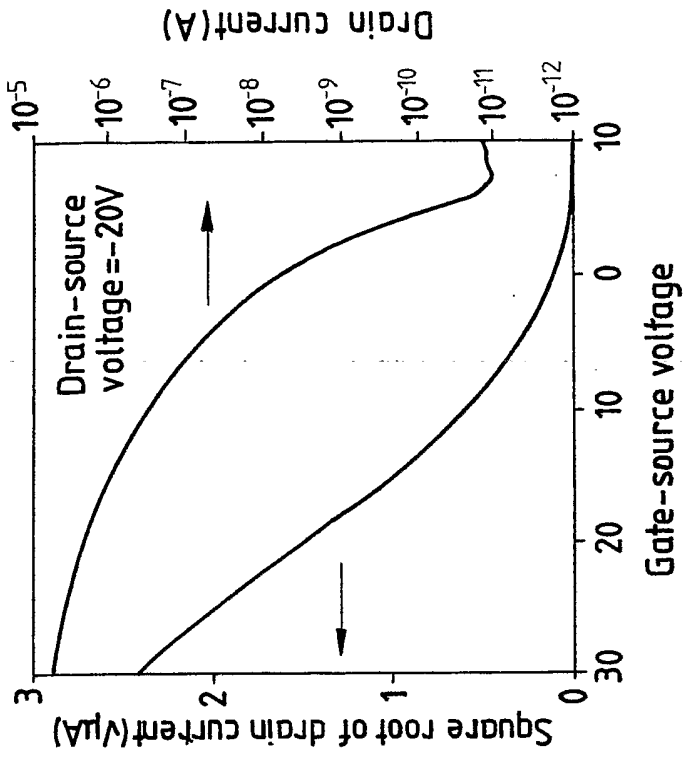


FIG 5

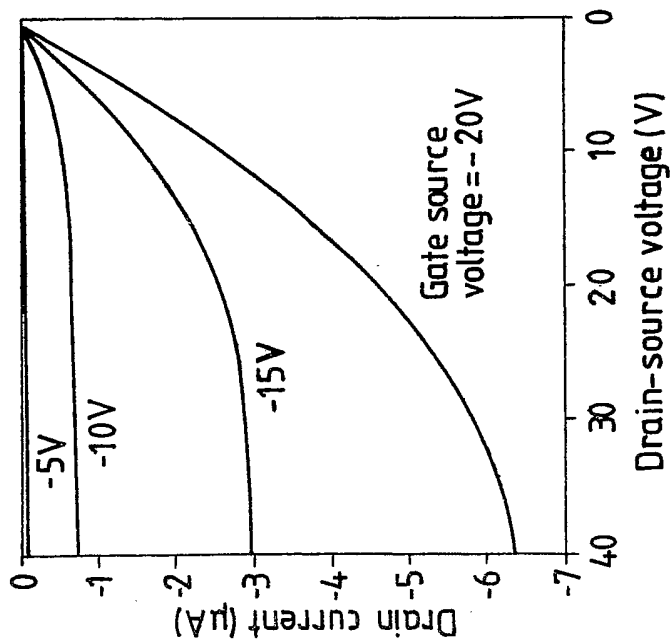


FIG 7

