

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-508722

(P2004-508722A)

(43) 公表日 平成16年3月18日(2004.3.18)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 29/786	HO 1 L 29/78 6 1 8 B	5 F 1 1 0
HO 1 L 21/336	HO 1 L 29/28	
HO 1 L 51/00	HO 1 L 29/78 6 1 8 A	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2002-524239 (P2002-524239)	(71) 出願人	390039413
(86) (22) 出願日	平成13年8月29日 (2001.8.29)		シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
(85) 翻訳文提出日	平成15年3月3日 (2003.3.3)		Siemens Aktiengesellschaft
(86) 国際出願番号	PCT/DE2001/003318		ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン ヴィッテルスバッハープラッツ 2
(87) 国際公開番号	W02002/019443	(74) 代理人	100061815
(87) 国際公開日	平成14年3月7日 (2002.3.7)		弁理士 矢野 敏雄
(31) 優先権主張番号	100 43 204.2	(74) 代理人	100094798
(32) 優先日	平成12年9月1日 (2000.9.1)		弁理士 山崎 利臣
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)	(74) 代理人	100099483
(81) 指定国	EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), JP, US		弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機電界効果トランジスター、有機電界効果トランジスターを構造化する方法および集積回路

## (57) 【要約】

本発明は、有機電界効果トランジスター (OFET)、有機電解効果トランジスターを構造化する方法および機能性ポリマー層の改良された構造化を有する集積回路に関する。構造化は、機能性ポリマーを、最初に露光により凹所が形成された成形層にドクター塗布して導入することにより達成される。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板に少なくとも以下の層：

導電性機能性ポリマーからなる、少なくとも 1 個のソース電極および少なくとも 1 個のドレイン電極の間および上の有機半導体層、

半導体層上の有機絶縁層および

有機導体層

を有し、導体層および他の 2 個の層の少なくとも 1 つが構造化されている有機電界効果トランジスタ（O F E T）。

## 【請求項 2】

20  $\mu$ m 未満、有利に 10  $\mu$ m 未満、特に 2 ~ 5  $\mu$ m 未満のソース電極とドレイン電極の間の間隔 1 を有する請求項 1 記載の O F E T。

## 【請求項 3】

1  $\mu$ m の層厚を有する電極を有する請求項 1 または 2 記載の O F E T。

## 【請求項 4】

少なくとも 1 個の構造化された導体層および他の構造化された層を有する少なくとも 1 個の O F E T を有する集積回路。

## 【請求項 5】

少なくとも 1 種の機能性ポリマーをネガ型にドクター塗布することにより O F E T を構造化する方法。

## 【請求項 6】

以下の作業工程：

a) 基板または下側層にネガ型用成形層を載置する工程、

b) この成形層に後の構造のネガに相当する凹所を得る工程および

c) この凹所に引き続き機能性ポリマーをドクター塗布して導入する工程を有する請求項 5 記載の方法。

## 【請求項 7】

成形層を構造化の後に除去する請求項 5 または 6 記載の方法。

## 【請求項 8】

少なくとも 2 回機能性ポリマーを成形層の凹所にドクター塗布して導入する請求項 5 から 7 までのいずれか 1 項記載の方法。

## 【請求項 9】

成形層内の凹所をマスクでの照射により形成する請求項 5 から 8 までのいずれか 1 項記載の方法。

## 【請求項 10】

連続法として連続するベルトを使用して行う請求項 5 から 9 までのいずれか 1 項記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

本発明は、有機電界効果トランジスタ（O F E T）、O F E T を構造化する方法および機能性ポリマー層の改良された構造化を有する集積回路に関する。

## 【0002】

O F E T をベースとする有機集積回路（集積プラスチック回路）はマイクロエレクトロニクス材料の使用および確認用タグおよび製品タグのような使い捨て製品に使用される。タグは、例えば物品またはかばんに取り付けられている電氣的バーコードである。O F E T は、表面に取り付けられてなくてもよい R F I D ( r a d i o f r e q u e n c y i d e n t i f i c a t i o n ) タグ（高周波確認タグ）として広い使用分野を有する。O F E T ではこの使用のためにシリコン技術の優れた作業特性を省くことができるが、このために低い製造費用および機械的柔軟性が保証されなければならない。例えば電氣的バーコードのような構造部品は典型的に使い捨て製品であり、廉価な工程で製造する場合にの

10

20

30

40

50

み経済的に興味深い。

【0003】

従来は製造費用のためにO F E Tの導体層のみが構造化された。構造化は二段階の方法（リソグラフィ法、これに関しては、Applied Physics Letters 73（1）、1998、108、110頁およびMol. Cryst. Liq. Cryst. 189、1990、221～225頁参照）を介して、最初に全面被覆およびこれに続く構造化を使用してのみ実施することができるが、構造化は更に材料特異的である。材料特異性は、前記処理が前記光化学成分を用いて唯一導電性有機材料ポリアニリンに対して機能することを意味する。他の導電性有機材料、例えばポリピロールはこの形式で容易に構造化することができない。

10

【0004】

機能性ポリマー（ポリマーまたはオリゴマーが存在してもよい）からなる少なくとも半導体層および絶縁層の構造化のような他の層の不足する構造化は得られるO F E Tの明らかな出力の低下を生じるが、それにもかかわらず費用の理由からこれを省く。構造化された層は他の公知の方法（例えば印刷）を使用して、ソース電極とドレイン電極の間隔であり、これによりO F E Tの出力密度の尺度である長さ1が少なくとも30～50 μmであるように構造化することができる。しかし10 μm未満の長さ1が好ましく、費用のかかるリソグラフィ法を除いて一時的にどの構造化法も重要であると思われない。

【0005】

従って本発明の課題は、安い費用で、大量生産に適している、高い分解力を有するO F E Tを構造化する方法を提供することである。

20

【0006】

本発明の課題は、更に少ない間隔1を有して製造できる、複数の構造化層を備えているために出力の強い、コンパクトなO F E Tを提供することである。

【0007】

本発明の対象は、基板に少なくとも以下の層：

導電性有機材料からなる、少なくとも1個のソース電極および少なくとも1個のドレイン電極の間および上の有機半導体層、  
半導体層上の有機絶縁層および  
有機導体層

30

を有し、導体層および他の2個の層の少なくとも1つが構造化されている有機電界効果トランジスタ（O F E T）である。

【0008】

本発明の対象は更に、少なくとも1種の機能性ポリマーをネガ型にドクター塗布することによりO F E Tを構造化する方法である。

【0009】

最後に本発明の対象は、少なくとも1個の構造化された導体層および他の構造化された層を有する少なくとも1個のO F E Tを有する集積回路である。

【0010】

凹所を有し、凹所に機能性ポリマーがドクター塗布により充填され、機能性ポリマーが、例えばO F E Tの電極または半導体層または絶縁層を形成する、構造化された層または構造化された層の一部がネガ型と呼ばれる。

40

【0011】

その際ソース電極とドレイン電極の間隔を示す長さ1は、照射によりネガ型を構造化する場合は、入射する光線の波長の大きさの次元まで小さくすることができる。20 μm未満、有利には10 μm未満、特に2～5 μmまたはこれより小さい長さ1を有するO F E Tが有利である。

【0012】

本発明の方法は、以下の作業工程：

a) 基板または下側層に、場合により全面の成形層を載置する工程、

50

成形層は構造化すべき領域に限定されず、この成形層は機能性ポリマー（従って半導体層、導電性層または絶縁層）だけでなく、導電性有機電極層のための型または鉛版として用いられる他の有機材料であり、この他の有機材料は絶縁特性を有するべきである、

b) この成形層に、構造に相当する凹所をマスク上の露光により得る工程および

c) この凹所に引き続き機能性ポリマーを、液状で、溶液としておよび/または溶融物としてドクター塗布して導入する工程

を有する。

#### 【0013】

成形層上の構造のネガ型は基板または下側層に感光塗料層を露光することにより達成することができる。ネガ型の材料は、例えばシャドーマスクのようなマスク上の露光または他のすでに記載された構造化法および引き続き現像の後に凹所を有する感光塗料であってもよい。

10

#### 【0014】

このために適した塗料はすべて市販されており、例えば露光することにより構造化する方法は文献から公知である。

#### 【0015】

ドクター塗布法の利点は、導入され、成果のある感光塗装法により機能性ポリマーの困難な構造化を克服することにある。これにより豊かな技術的背景を利用することができ、きわめて細かい構造を達成することができる。ドクター塗布法は更に材料に特異的でない。それどころかドクター塗布法を使用してポリアニリンや、他のすべての導電性有機材料、例えばポリピロールを、電極を製造するために使用することができる。同様にこれとともにすべての他の有機材料、例えばポリチオフェンを半導体としておよび/またはポリビニルフェノールを絶縁体として、従ってすべてのOFETを構造化することができる。

20

#### 【0016】

OFETの多層構造において1個以上の層をドクター塗布法で製造することができる。複数の層の場合はネガ型を形成する感光性塗装技術が有利である、それというのも例えばインプリント法が成形層をすべての層厚にわたり構造化するのでなく、凹所に、その下にある層への電氣的接触を避ける所定の面を挿入するからである。例えばソース-ドレイン電極は第1層のために重要でないが、すべての他の層のためには重要である。

#### 【0017】

本発明の方法の1つの構成により、機能性ポリマーの硬化を行った後にネガ型を取り出し、場合により溶剤の蒸発または収縮により生じる機能性ポリマーとネガ型との高さの差を減少する。

30

#### 【0018】

場合により生じるネガ型と機能性ポリマーの高さの差を避ける他の試みはドクター塗布工程の繰り返しであり、これによりネガ型の容積が簡単に更に満たされる。

#### 【0019】

一般に機能性ポリマーは十分にその最適なコンシステンシーに放置することができる。従って、例えばポリアニリンは導電性有機材料として最適な導電性で所定の粘度を有する。ポリアニリンを印刷する場合は、その粘度は印刷法に適した値に調節しなければならない。これは多くの場合に導電性の損失を意味する。ドクター塗布に関しては粘度の幅が印刷より不均一に大きく、従って有機材料で粘度の変化が行われてはならない。

40

#### 【0020】

最後にドクター塗布法の利点は、厚い層の能力である。従って、例えば厚さ1  $\mu\text{m}$ のポリマー電極の導電性は通常の0.2  $\mu\text{m}$ の層厚より効果的に高い。従って1  $\mu\text{m}$ までの範囲、特に0.3 ~ 0.7  $\mu\text{m}$ の範囲の層厚を有するOFETが有利である。

#### 【0021】

本発明の方法の有利な1つの構成により、連続的に運転し、すなわちベルトを成形層と一緒に順次種々の段階を通過し、ここで最初に例えばマスクでの露光により成形層に凹所を形成し、凹所に引き続き更なる経過で少なくとも1回ドクター塗布段階で機能性ポリマー

50

を充填する。

【0022】

ここでO F E Tおよび多くのO F E Tからなる集積回路の構造に機能的に関係するすべての有機材料、有機金属材料および/または無機材料を機能性ポリマーと呼ぶ。これには、例えば電極を形成する導電性成分(例えばポリアニリン)、電極の間に層を形成する半導電性成分および絶縁成分が属する。従って機能性ポリマーの名称には、例えばオリゴマー化合物のような非ポリマー成分を含むことが指摘される。

【0023】

ここで有機材料をベースとするものをすべて有機と呼び、有機材料は英語でプラスチックと呼ばれている、すべての種類の有機合成樹脂、有機金属合成樹脂および/または無機合成樹脂を含む。典型的な半導体(ゲルマニウム、シリコン)および典型的な金属導体を除くすべての種類の物質である。従って炭素を含有する材料として有機材料に独断的意味で限定することは考えてなく、それどころか例えばシリコンの幅広い使用を考える。更にポリマーまたはオリゴマーの材料に限定することもなく、小さい分子の使用も考慮する。

10

【0024】

ここで構造化層に載置するO F E Tのすべての層を下側層と呼ぶ。成形ポリマーからなる成形層は下側層または基板に接続している。ここで成形ポリマーはポリマーの名称によりポリマーの凝結状態に固定されず、ネガ型を形成するために実際に使用できるすべてのプラスチックであってもよい。

【0025】

以下に本発明の方法の実施例を図面により詳細に説明する。

20

【0026】

図1は、基板または下側層2が、例えば感光塗料のような成形ポリマーからなるネガ型の成形層1に全面に載置していることを示す。成形層1は図2に示されるようにシャドーマスク4上で、例えばUV線3で露光する。これにより図3に示されるように成形層1内に凹所8が形成される。引き続きこの凹所に機能性ポリマー7をドクター6を使用してドクター塗布して導入する(図4および図5)。図6において製造したO F E T内で機能性ポリマー7が成形層1の凹所8を充填していることが理解される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

基板または下側層が成形層に載置している図である。

30

【図2】

成形層をシャドーマスク上で露光する図である。

【図3】

成形層に凹所が形成される図である。

【図4】

機能性ポリマーをドクターで塗布する図である。

【図5】

機能性ポリマーがドクターで塗布され、凹所に導入される図である。

【図6】

機能性ポリマーが凹所に充填された図である。

40

【符号の説明】

1 成形層、 2 基板または下側層、 3 UV線、 4 シャドーマスク、 6 ドクター、 7 機能性ポリマー、 8 凹所、

## 【国際公開パンフレット】

(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  
7. März 2002 (07.03.2002)

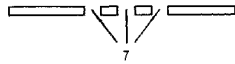
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/19443 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation: **H01L 51/20**, 51/40 (74) **Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/03318 (81) **Bestimmungsstaaten (national):** JP, US.
- (22) Internationales Anmeldedatum: 29. August 2001 (29.08.2001) (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch **Erklärungen gemäß Regel 4.17:**
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch — hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten JP, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR)
- (30) Angaben zur Priorität: 100 43 204.2 1. September 2000 (01.09.2000) DE — Erfinderverklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wiltelsbacherplatz 2, 80333 München (DE). **Veröffentlicht:**
- (72) Erfinder; und — mit internationalem Recherchenbericht
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **CLEMENS, Wolfgang** [DE/DE]; Kornstr. 5, 90617 Puschendorf (DE). **BERNDS, Adolf** [DE/DE]; Adalbert-Stifter-Str. 11, 91083 Baiersdorf (DE). **ROST, Henning** [DE/DE]; Heinrich-Kirchner-Str. 24, 91056 Erlangen (DE). **FIX, Walter** [DE/DE]; Mühlstrasse 20a, 90762 Fürth (DE). — vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen
- 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.

(54) Title: ORGANIC FIELD EFFECT TRANSISTOR, METHOD FOR STRUCTURING AN OFET AND INTEGRATED CIRCUIT

(54) Bezeichnung: ORGANISCHER FELD-EFFEKT-TRANSISTOR, VERFAHREN ZUR STRUKTURIERUNG EINES OFETS UND INTEGRIERTE SCHALTUNG



(57) Abstract: The invention relates to an organic field effect transistor, a method for structuring an OFET and an integrated circuit with improved structuring of the functional polymer layers. Structuring is achieved by scraping the functional polymer into a mold layer in which recesses are initially produced by exposure.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Organischen Feld-Effekt-Transistor, ein Verfahren zur Strukturierung eines OFETs und eine integrierte Schaltung mit verbesserter Strukturierung der Funktionspolymerschichten. Die Strukturierung wird durch Einraken des Funktionspolymers in eine Formschicht, in der zunächst durch Belichten Vertiefungen erzeugt wurden, erzielt.

WO 02/19443 A1

WO 02/19443

PCT/DE01/03318

1

## Beschreibung

Organischer Feld-Effekt-Transistor, Verfahren zur Strukturierung eines OFETs und integrierte Schaltung

5

Die Erfindung betrifft einen Organischen Feld-Effekt-Transistor, ein Verfahren zur Strukturierung eines OFETs und eine integrierte Schaltung mit verbesserter Strukturierung der Funktionspolymerschichten.

10

Organische integrierte Schaltkreise (integrated plastic circuits) auf der Basis von OFETs werden für mikroelektronische Massenwendungen und Wegwerf-Produkte wie Identifikations- und Produkt-„tags“ gebraucht. Ein „tag“ ist z.B. ein elektronischer Streifencode, wie er auf Waren angebracht wird oder auf Koffern. OFETs haben ein weites Einsatzgebiet als RFID-tags: radio frequency identification - tags, die nicht nur auf der Oberfläche angeordnet sein müssen. Bei OFETs für diese Anwendungen kann auf das exzellente Betriebsverhalten der Silizium-Technologie verzichtet werden, aber dafür sollten niedrige Herstellungskosten und mechanische Flexibilität gewährleistet sein. Die Bauteile wie z.B. elektronische Strichkodierungen, sind typischerweise Einwegeprodukte und sind wirtschaftlich nur interessant, wenn sie in preiswerten Prozessen hergestellt werden.

20

Bisher wird, wegen der Herstellungskosten, nur die Leiterschicht des OFETs strukturiert. Die Strukturierung kann nur über einen zweistufigen Prozess („Lithographiemethode“ vgl dazu Applied Physics Letters 73(1),1998, S.108.110 und Mol.Cryst.Liq. Cryst. 189,1990, S.221-225) mit zunächst vollflächiger Beschichtung und darauffolgender Strukturierung, die zudem materialspezifisch ist, bewerkstelligt werden. Mit „Materialspezifität“ ist gemeint, dass der beschriebene Prozess mit den genannten photochemischen Komponenten einzig an dem leitfähigen organischen Material Polyanilin funktioniert. Ein anderes leitfähiges organisches Material, z.B. Polypyr-

35

WO 02/19443

PCT/DE01/03318

2

rol, lässt sich so nicht ohne weiteres auf diese Art strukturieren.

Die fehlende Strukturierung der anderen Schichten, wie zumindest die der halbleitenden und der isolierenden Schicht aus Funktionspolymeren (die polymer oder oligomer vorliegen können), führt zu einer deutlichen Leistungssenkung der erhaltenen OFETs, darauf wird aber trotzdem aus Kostengründen verzichtet. Die strukturierte Schicht kann mit anderen bekannten Verfahren (wie z.B. Drucken) nur so strukturiert werden, dass die Länge  $l$ , die den Abstand zwischen Source und Drain Elektrode bezeichnet und damit ein Maß für die Leistungsdichte des OFETs darstellt zumindest 30 bis 50  $\mu\text{m}$  beträgt. Angestrebt werden aber Längen  $l$  von unter 10  $\mu\text{m}$ , so dass ausser der aufwendigen Lithographie-methode momentan keine Strukturierungsmethode sinnvoll erscheint.

Aufgabe der Erfindung ist daher ein kostengünstiges und massenfertigungstaugliches Verfahren zur Strukturierung von OFETs mit hoher Auflösung zur Verfügung zu stellen. Weiterhin ist Aufgabe der Erfindung, einen leistungsstärkeren, weil mit mehr strukturierten Schichten ausgestatteten sowie einen kompakteren OFET zu schaffen, der mit einem geringeren Abstand  $l$  herstellbar ist.

Gegenstand der Erfindung ist ein Organischer Feld-Effekt-Transistor (OFET), zumindest folgende Schichten auf einem Substrat umfassend:

- eine organische Halbleiterschicht zwischen und über zumindest einer Source- und zumindest einer Drain-Elektrode, die aus einem leitenden organischen Material sind,
- eine organische Isolationsschicht über der halbleitenden Schicht und
- eine organische Leiterschicht,

wobei die Leiterschicht und zumindest eine der beiden anderen Schichten strukturiert ist. Ausserdem ist Gegenstand der Er-



WO 02/19443

PCT/DE01/03318

3

findung ein Verfahren zur Strukturierung eines OFETs durch Rakeln von zumindest einem Funktionspolymer in eine Negativ-Form. Schließlich ist Gegenstand der Erfindung eine integrierte Schaltung, die zumindest einen OFET, der zumindest eine strukturierte Leiterschicht und eine weitere strukturierte Schicht hat, umfasst.

Als Negativ-Form wird eine strukturierte Schicht oder ein Teil einer strukturierten Schicht bezeichnet, die Vertiefungen enthält, in die das Funktionspolymer, das z.B. eine Elektrode eines OFETs oder eine Halbleiter- oder eine Isolationsschicht bildet, durch Rakeln eingefüllt wird.

Die Länge  $l$  die den Abstand zwischen Source und Drain Elektrode beschreibt, kann dabei bis zur Größenordnung von  $\lambda$  (Wellenlänge) des eingestrahlt Lichts, wenn die Negativ-Form durch Bestrahlung strukturiert wird verkleinert werden. Bevorzugt ist ein OFET mit einer Länge  $l$  von kleiner 20  $\mu\text{m}$ , insbesondere von kleiner 10  $\mu\text{m}$  und ganz bevorzugt von 2 bis 5  $\mu\text{m}$  oder kleiner.

Das Verfahren umfasst folgende Arbeitsschritte:

a) auf einem Substrat oder einer unteren Schicht wird eine, ggf. vollflächige Formschicht, die nicht auf den Bereich, der strukturiert werden soll beschränkt sein muss, aufgebracht. Diese Formschicht ist nicht das Funktionspolymer (also halbleitende, leitende oder isolierende Schicht), sondern ein anderes organisches Material, das als Form oder Klischee für die leitende organische Elektrodenschicht dient. Dieses andere organische Material sollte isolierende Eigenschaften haben.

b) die Formschicht erhält durch Belichten über eine Maske Vertiefungen, die den Strukturen entsprechen.

c) in diese Vertiefungen wird dann das Funktionspolymer flüssig, als Lösung und/oder als Schmelze hineingerakelt.

WO 02/19443

PCT/DE01/03318

4

Die Negativ-Form der Struktur auf der Formschicht kann durch Belichten einer Photolackschicht auf dem Substrat oder einer unteren Schicht erzeugt werden. Das Material der Negativ-Form  
5 kann ein Photolack sein, der nach Belichten über eine Maske wie z.B. Schattenmaske oder eine andere bereits beschriebene Strukturierungsmethode und nachfolgendes Entwickeln Vertiefungen besitzt.

10 Dafür geeignete Lacke sind allesamt kommerziell erhältlich und die Methoden, sie z.B. durch Belichten zu strukturieren, sind literaturbekannt.

Der Vorteil der Rakel-Methode besteht darin, dass die schwierige  
15 Strukturierung von Funktionspolymeren durch die eingefahrene und bewährte Photolackmethode bewältigt wird. Dadurch kann auf einen reichen technischen Hintergrund zurückgegriffen werden und es können extrem feine Strukturen erzielt werden. Die Rakel-Methode ist zudem nicht materialspezifisch. Mit der  
20 Rakelmethode kann vielmehr Polyanilin, aber auch jedes andere leitfähige organische Material, z.B. Polypyrrol, zur Herstellung von Elektroden eingesetzt werden. Ebenso kann damit jedes andere organische Material wie z.B. Polythiophen als Halbleiter und/oder Polyvinylphenol als Isolator strukturiert  
25 werden, also der gesamte OFET.

Man kann im Mehrschichtaufbau eines OFETs eine oder mehrere Schichten mit der Rakel-Methode herstellen. Bei mehreren Schichten wird die Photolacktechnik zur Bildung der Negativ-  
30 Form bevorzugt, weil z.B. das Imprintverfahren die Formschicht nicht über die ganze Schichtdicke durchstrukturiert, sondern in den Vertiefungen einen bestimmten Boden stecken lässt, der den elektrischen Kontakt zu der darunter liegenden Schicht verhindert. Für die erste Schicht, z.B. Source-Drain-  
35 Elektroden, spielt das keine Rolle, aber für alle weiteren Schichten.

WO 02/19443

PCT/DE01/03318

5

Nach einer Ausführungsform des Verfahrens wird die Negativ-Form nach erfolgter Aushärtung des Funktionspolymers entfernt, so dass ein eventuell durch Verdunstung des Lösungsmittels oder Schrumpfung entstandener Höhenunterschied zwischen Funktionspolymer und Negativ-Form vermindert wird.

Ein anderer Ansatz, einen gegebenenfalls entstandenen Höhenunterschied zwischen Negativ-Form und Funktionspolymer zu vermeiden, liegt in der Wiederholung des Einrakelvorgangs, wodurch das Volumen der Negativ-Form einfach weiter aufgefüllt wird.

In der Regel kann man die Funktionspolymere weitgehend in ihrer optimalen Konsistenz belassen. So besitzt z.B. Polyanilin als leitfähiges organisches Material bei optimaler Leitfähigkeit eine bestimmte Viskosität. Soll Polyanilin gedruckt werden, so muss seine Viskosität auf einen der Druckmethode angepassten Wert eingestellt werden. Das bedeutet meistens Einbusse der Leitfähigkeit. Für das Rakeln ist die Viskositätsspanne ungleich grösser als für das Drucken, so dass in aller Regel keine Viskositätsänderungen am organischen Material vorgenommen werden müssen.

Schließlich ist ein Vorteil der Rakelmethode die Fähigkeit zu dicken Schichten. So ist z.B. die Leitfähigkeit von 1µm dicken Polmerelektroden effektiv höher als bei üblicherweise 0.2µm Schichtdicke. Ein OFET mit einer Schichtdicke im Bereich von bis zu 1µm, insbesondere im Bereich von 0,3 bis 0,7 µm ist deshalb vorteilhaft.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird es kontinuierlich betrieben, das heisst ein Band mit der Formschiicht wird nacheinander an verschiedenen Stationen vorbeigeführt wo zuerst über z.B. Belichtung mit einer Maske Vertiefungen in der Formschiicht gebildet werden, die dann im weiteren Verlauf zumindest einmal mit Funktionspolymer über eine Rakelstation gefüllt werden.

WO 02/19443

PCT/DE01/03318

6

Als „Funktionspolymer“ wird hier jedes organische, metallorganische und/oder anorganische Material bezeichnet, das funktionell am Aufbau eines OFET und/oder einer integrierten Schaltung aus mehreren OFETs beteiligt ist. Dazu zählen beispielhaft die leitende Komponente (z.B. Polyanilin), die eine Elektrode bildet, die halbleitende Komponente, die die Schicht zwischen den Elektroden bildet und die isolierende Komponente. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Bezeichnung „Funktionspolymer“ demnach auch nicht polymere Komponenten, wie z.B. oligomere Verbindungen, umfasst.

Als „organisch“ wird hier kurz alles, was „auf organischem Material basiert“ bezeichnet, wobei der Begriff „organisches Material“ alle Arten von organischen, metallorganischen und/oder anorganischen Kunststoffen, die im Englischen z.B. mit „plastics“ bezeichnet werden, umfasst. Es handelt sich um alle Arten von Stoffen mit Ausnahme der klassischen Halbleiter (Germanium, Silizium) und der typischen metallischen Leiter. Eine Beschränkung im dogmatischen Sinn auf organisches Material als Kohlenstoff-enthaltendes Material ist demnach nicht vorgesehen, vielmehr ist auch an den breiten Einsatz von z.B. Siliconen gedacht. Weiterhin soll der Term keiner Beschränkung auf polymere oder oligomere Materialien unterliegen, sondern es ist durchaus auch der Einsatz von „small molecules“ denkbar.

Als „untere Schicht“ wird hier jede Schicht eines OFETs bezeichnet, auf die eine zu strukturierende Schicht aufgebracht wird. Die Formschicht aus dem Formpolymer schliesst an die „untere Schicht“ oder das Substrat an. Das Formpolymer wird hier durch die Bezeichnung „polymer“ auch nicht auf einen polymeren Aggregatzustand festgelegt, vielmehr kann es sich bei dieser Substanz auch um alle praktisch einsetzbaren Kunststoffe zur Ausbildung einer Negativ-Form handeln.

WO 02/19443

PCT/DE01/03318

7

Im folgenden wird eine Ausführungsform des Verfahrens noch anhand von schematischen Figuren näher erläutert.

Figur 1 zeigt das Substrat oder eine untere Schicht 2 auf die die Formschicht der Negativ-Form 1, beispielsweise aus einem Formpolymer wie einem Photolack, vollflächig aufgebracht ist. Die Formschicht 1 wird, wie in Figur 2 gezeigt, über eine Schattenmaske 4 mit, beispielsweise UV-Strahlung 3, belichtet. Dadurch entstehen Vertiefungen 8 in der Formschicht 1, wie sie in Figur 3 gezeigt sind. In diese Vertiefungen wird dann das Funktionspolymer 7 mit einem Rakel 6 hineingerakelt (Figuren 4 und 5). In Figur 6 erkennt man, wie im fertigen OFET das Funktionspolymer 7 die Vertiefungen 8 der Formschicht 1 ausfüllt.

15

WO 02/19443

PCT/DE01/03318

8

## Patentansprüche

1. Organischer Feld-Effekt-Transistor (OFET), zumindest folgende Schichten auf einem Substrat umfassend:
- 5 - eine organische Halbleiterschicht zwischen und über zumindest einer Source- und zumindest einer Drain-Elektrode, die aus einem leitenden Funktionspolymer sind,
- eine organische Isolationsschicht über der halbleitenden Schicht und
- 10 - eine organische Leiterschicht,
- wobei die Leiterschicht und zumindest eine der beiden anderen Schichten strukturiert ist.
- 15 2. OFET nach Anspruch 1 mit einem Abstand  $l$  zwischen Source und Drain Elektrode von kleiner  $20 \mu\text{m}$ , insbesondere von kleiner  $10 \mu\text{m}$  und ganz bevorzugt von 2 bis  $5 \mu\text{m}$ .
3. OFET nach einem der Ansprüche 1 oder 2, der eine Elektrode
- 20 mit einer Schichtdicke von  $1 \mu\text{m}$  umfasst.
4. Integrierte Schaltung, die zumindest einen OFET, der zumindest eine strukturierte Leiterschicht und eine weitere strukturierte Schicht hat, umfasst.
- 25 5. Verfahren zur Strukturierung eines OFETs durch Rakeln von zumindest einem Funktionspolymer in eine Negativ-Form.
6. Verfahren nach Anspruch 5, folgende Arbeitsschritte umfassend:
- 30 a) auf einem Substrat oder einer unteren Schicht wird eine Formschicht für eine Negativform aufgebracht,
- 35 b) diese Formschicht erhält Vertiefungen, die den Negativen der späteren Strukturen entsprechen und

WO 02/19443

PCT/DE01/03318

9

c) in diese Vertiefungen wird dann das Funktionspolymer hineingerakelt.

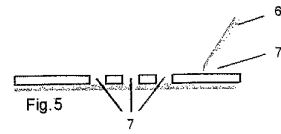
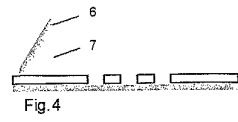
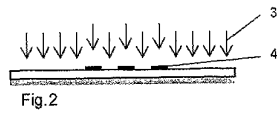
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, bei dem die  
5 Formschicht nach der Strukturierung entfernt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, bei dem zumindest zweimal das Funktionspolymer in die Vertiefungen der Formschicht eingerakelt wird.

10

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, bei dem die Vertiefungen in der Formschicht durch Bestrahlung mit einer Maske erzeugt werden.

15 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, das als kontinuierliches Verfahren mit einem durchlaufenden Band durchgeführt wird.





## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/DE 01/03318
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 H01L51/20 H01L51/40		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) INSPEC, EPO-Internal, PAJ		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 198 51 703 A (INST HALBLEITERPHYSIK GMBH) 4 May 2000 (2000-05-04) figure 3	1,4
X	ROGERS J A ET AL: "PRINTING PROCESS SUITABLE FOR REEL-TO-REEL PRODUCTION OF HIGH-PERFORMANCE ORGANIC TRANSISTORS AND CIRCUITS" ADVANCED MATERIALS, VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, WEINHEIM, DE, vol. 11, no. 9, 5 July 1999 (1999-07-05), pages 741-745, XP000851834 ISSN: 0935-9648 the whole document --- -/--	1,2
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents:		
*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
*E* earlier document but published on or after the international filing date		*X* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)		*Y* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		*&* document member of the same patent family
*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
7 February 2002	14/02/2002	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Königstein, C	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 01/03318

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	ROGERS J A ET AL: "LOW-VOLTAGE 0.1 MUM ORGANIC TRANSISTORS AND COMPLEMENTARY INVERTER CIRCUITS FABRICATED WITH A LOW-COST FORM OF NEAR-FIELD PHOTOLITHOGRAPHY" APPLIED PHYSICS LETTERS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, NEW YORK, US, vol. 75, no. 7, 16 August 1999 (1999-08-16), pages 1010-1012, XP000827671 ISSN: 0003-6951 the whole document	1,2,4
A	US 6 087 196 A (WU CHUNG CHIH ET AL) 11 July 2000 (2000-07-11) the whole document	

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
Information on patent family members

International Application No  
PCT/DE 01/03318

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19851703 A	04-05-2000	DE 19851703 A1	04-05-2000
US 6087196 A	11-07-2000	AU 2481599 A	16-08-1999
		EP 1051738 A2	15-11-2000
		WO 9939373 A2	05-08-1999

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT		Internationales Aktenzeichen PCT/DE 01/03318
A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 H01L51/20 H01L51/40		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Fischerischer Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 H01L		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) INSPEC, EPO-Internal, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 198 51 703 A (INST HALBLEITERPHYSIK GMBH) 4. Mai 2000 (2000-05-04) Abbildung 3	1,4
X	ROGERS J A ET AL: "PRINTING PROCESS SUITABLE FOR REEL-TO-REEL PRODUCTION OF HIGH-PERFORMANCE ORGANIC TRANSISTORS AND CIRCUITS" ADVANCED MATERIALS, VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, WEINHEIM, DE, Bd. 11, Nr. 9, 5. Juli 1999 (1999-07-05), Seiten 741-745. XP000851834 ISSN: 0935-9648 das ganze Dokument	1,2
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *B* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelsfrei erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *C* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
7. Februar 2002	14/02/2002	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2260 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax. (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Königstein, C	

1

Formular PCTISA/210 (Bst. 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT		Internationales Aktenzeichen PCT/DE 01/03318
C(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	ROGERS J A ET AL: "LOW-VOLTAGE 0.1 MUM ORGANIC TRANSISTORS AND COMPLEMENTARY INVERTER CIRCUITS FABRICATED WITH A LOW-COST FORM OF NEAR-FIELD PHOTOLITHOGRAPHY" APPLIED PHYSICS LETTERS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, NEW YORK, US, Bd. 75, Nr. 7, 16. August 1999 (1999-08-16), Seiten 1010-1012, XP000827671 ISSN: 0003-6951 das ganze Dokument ----	1,2,4
A	US 6 087 196 A (WU CHUNG CHIH ET AL) 11. Juli 2000 (2000-07-11) das ganze Dokument -----	

1

Formblatt PCTISA210 (Fortsetzung von Blatt 2) (Juli 1992)

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**  
Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE 01/03318

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19851703	A 04-05-2000	DE 19851703 A1	04-05-2000
US 6087196	A 11-07-2000	AU 2481599 A	16-08-1999
		EP 1051738 A2	15-11-2000
		WO 9939373 A2	05-08-1999

Formblatt PCT/ISA-210 (Anhang Patentfamilie), Juli 1992

---

フロントページの続き

(74)代理人 100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(74)代理人 230100044

弁護士 ラインハルト・アインゼル

(72)発明者 ヴォルフガング クレメンス

ドイツ連邦共和国 ブッシュェンドルフ コルンシュトラッセ 5

(72)発明者 アドルフ ベルンツ

ドイツ連邦共和国 バイヤースドルフ アダルベルト - シュティフター - シュトラッセ 11

(72)発明者 ヘニング ロスト

ドイツ連邦共和国 エアランゲン ハイน์リヒ - キルヒナー - シュトラッセ 24

(72)発明者 ヴァルター フィックス

ドイツ連邦共和国 フュルト ミュールシュトラッセ 20アー

Fターム(参考) 5F110 AA16 BB20 CC01 EE01 EE42 FF01 FF27 GG05 GG42