



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 043 204.0**

(22) Anmeldetag: **02.11.2010**

(43) Offenlegungstag: **16.02.2012**

(51) Int Cl.: **C23C 14/24 (2006.01)**
C23C 14/58 (2006.01)

(66) Innere Priorität:

10 2010 039 166.2 10.08.2010

(71) Anmelder:

**VON ARDENNE Anlagentechnik GmbH, 01324,
Dresden, DE**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Lippert, Stachow & Partner, 01309,
Dresden, DE**

(72) Erfinder:

**Gross, Harald, Dr., 01465, Langebrück, DE;
Neidhardt, Jörg, Dr., 01097, Dresden, DE;
Burghart, Markus, 01326, Dresden, DE**

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

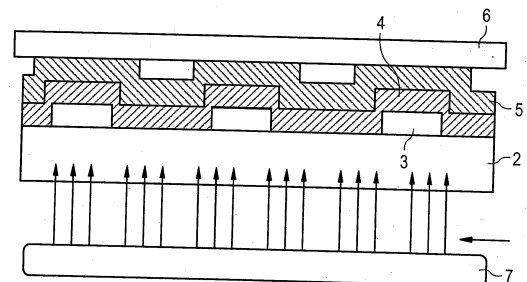
DE	10 2009 007587	A1
DE	10 2006 047472	A1
DE	199 53 667	A1
US	2002/00 92 766	A1
US	53 04 406	A
WO	98/18 852	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Verwendung einer Vorrichtung zur Erzeugung einer Schicht eines organischen Materials auf einem Substrat**

(57) Zusammenfassung: Der Erfindung, die ein Verfahren und die Verwendung einer Vorrichtung zur Erzeugung einer Schicht eines organischen Materials auf einem Substrat betrifft, wobei das Material auf das Substrat unter Verwendung eines Zwischenträgers aufgebracht und auf dem Substrat umgewandelt wird, liegt die Aufgabe zugrunde, die Herstellung von Schichten von Molekülen, insbesondere von mikrostrukturierten kristallinen Schichten, auf einem Substrat zu erleichtern und kostengünstiger zu gestalten und die Vielfalt einzusetzender Materialien zu erhöhen. Dies wird dadurch gelöst, das Material von dem Zwischenträger in einem Vakuum durch Energieeintrag aus einer Strahlung verdampft und dem Substrat abgeschieden wird, wobei das Material auf dem Substrat eine strahlungsinduzierte Umwandlung erfährt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und die Verwendung einer Vorrichtung zur Erzeugung einer Schicht eines organischen Materials auf einem Substrat, wobei das Material auf das Substrat unter Verwendung eines Zwischenträgers aufgebracht und auf dem Substrat umgewandelt wird.

[0002] Die Beschichtung von Substraten mit organischen Molekülen erfolgt bevorzugt durch Verdampfung der organischen Moleküle und deren Abscheidung auf dem Substrat. Dadurch lassen sich definierte Schichten organischer Moleküle, auch in Form von Mischschichten bestehend aus mehreren Materialien herstellen.

[0003] Die DE 103 12 641 B1 beschreibt beispielhaft ein Verfahren und eine Aufdampfvorrichtung zum Aufbringen von organischem Material auf ein Substrat zur Herstellung von OLEDs (Organic Light Emitting Diode). Dabei erfolgt die Abscheidung des organischen Materials durch Verdampfung.

[0004] Alternativ können organische Schichten auch aus Lösungen, z. B. über Siebdruckverfahren abgeschieden werden. Dies ist etwa notwendig bei Verwendung organischer Moleküle mit Molekülmassen über 1000 u, die einer Verdampfung nicht mehr zugänglich sind. Der Nachteil dieser Abscheidung besteht darin, dass nur eine kleine Anzahl von Molekülarten lösbar sind, welche für den Einsatz in Massenprodukten etwa bei OLEDs oder OTFTs (Organic Thin Film Transistors) ausreichende Attraktivität aufweisen. Beispielsweise läßt sich mit nur im Vakuum verdampfbarem Pentacen im Vergleich zum löslichen TIPS-Pentacen eine 10-fach höhere Ladungsträgerbeweglichkeit in einem OTFT erzielen, wie dies in „Printed Organic Semiconductor Devices“, M. Chason et al., Proc. IEEE, Vol. 93, No. 7, July 2005 beschrieben ist.

[0005] Weiterhin ist nach jeder Abscheidung, unabhängig davon ob sie durch ein physikalisches Verdampfen oder über eine Lösung des Materiales erfolgte, ein aufwendiger Temperprozeß bei relativ hohen Temperaturen erforderlich, um die Lösungsmittel auszutreiben und/oder eine Polymerisation und/oder Kristallisation des abgeschiedenen Materials anzuregen. Dies schränkt unter anderem die Auswahl von Substraten weiter ein. Beispielsweise wird bei Substraten aus Kunststoff in vielen Fällen zur Herstellung von OTFTs eine hochtemperaturfeste aber auch preisintensive Folie aus Polyethylenaphthalat verwendet. Kostengünstigere Folien, z. B. aus Polyethylenterephthalat hingegen haben eine zu geringe Temperaturfestigkeit.

[0006] Die vorbeschriebenen Methoden zur Abscheidung organischer Schichten resultieren in der

Abscheidung amorpher Schichten auf dem Substrat. Dahingegen ist die Abscheidung kristalliner Schichten mit den bekannten Methoden nur bei besonderen Bedingungen wie bei der Abscheidung beheiztes Substrat und sehr langsamen Beschichtungsraten möglich.

[0007] Im Bereich der OTFTs wäre daher die Möglichkeit der Abscheidung kristalliner Schichten von kleinen organischen Molekülen aufgrund der hohen Ladungsträgerbeweglichkeit in hohem Maße wünschenswert. Weiterhin wäre zudem ein Verfahren wünschenswert, welches eine Mikrostrukturierung von kristallinen Schichten von Molekülen auf dem Substrat erlaubt.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, die Herstellung von – Schichten von Molekülen, insbesondere von mikrostrukturierten kristallinen Schichten, auf einem Substrat zu erleichtern und kostengünstiger zu gestalten und das Spektrum der einsetzbaren Materialien zu erhöhen.

[0009] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben. Die Aufgabe wird auch durch eine Verwendung einer Vorrichtung gemäß Anspruch 16 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen dazu sind in den dazugehörigen abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0010] Erfindungsgemäß wird das Material auf das Substrat unter Verwendung eines Zwischenträgers aufgebracht und auf dem Substrat umgewandelt, indem das Material von dem Zwischenträger in einem Vakuum durch Energieeintrag aus einer Strahlung verdampft und auf dem Substrat abgeschieden wird, wobei das Material auf dem Substrat eine energieinduzierte Umwandlung insbesondere durch Strahlung erfährt. Dadurch kann die Umwandlung mit erheblich verringertem Aufwand durchgeführt und die Belastung des Substrats verringert werden, wodurch die insbesondere aus der Art und Weise des Materialauftrags auf das Substrats und dem Umwandlungsprozess resultierenden Materialeinschränkungen und ein aufwendiger und/oder zeitintensiver Umwandlungsprozess vermieden werden können. Außerdem werden so verschiedene Umwandlungsprozesse möglich, beispielsweise eine Vernetzung des Materials.

[0011] Unter Umwandlung wird im Sinne der Erfindung eine strukturelle Veränderung, wie Kristallisation oder Vernetzung, oder eine materielle Veränderung des Materials, wie reaktive Oxidation o. ä. verstanden.

[0012] Vorzugsweise ist die Erfindung auf eine Umwandlung des Materials in Form einer Kristallisation gerichtet. Mit der Erfindung kann in sehr einfacher Art

und Weise in zeitlicher Nähe zu der Abscheidung des Materials oder direkt bei der Abscheidung die Umwandlung insbesondere in Form der Kristallisation erfolgen.

[0013] Der Materialauftrag auf das Substrat kann durch Aufschmelzen von dem Zwischenträger erfolgen, sodass die Umwandlung des Materials sogleich beim Abscheiden und Abkühlen auf dem Substrat erfolgt. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass das Material mit einer ersten Strahlung verdampft und mit einer zweiten Strahlung umgewandelt wird, wobei sich die zweite Strahlung einer anderen Strahlungsart als die erste Strahlung zugeordnet ist oder eine ungleiche Intensität als die erste Strahlung aufweist. So kann das Abscheiden beispielsweise über eine Wärmeleitung und eine Vernetzung über eine Wärmestrahlung erfolgen. Auch kann die Abscheidung mittels einer Wärmestrahlung mit einer für die Verdampfung hohen Intensität erfolgen, der eine Bestrahlung mit einer gerade ausreichenden Wärmestrahlung geringerer Intensität zur Kristallisation auf dem Substrat folgt.

[0014] In einer weiteren Ausführung erfolgt eine lokale Übertragung eines (in der Regel amorphen) Materials auf ein Substrat unter Verwendung des Zwischenträgers, wobei eine Kristallbildung des Materials auf dem Substrat erzielt wird. Dabei liegt das Substrat während der Abscheidung des Materials auf dem Zwischenträger zumindest im Bereich der Übertragung des Materials vom Zwischenträger auf das Substrat auf.

[0015] Das zu übertragende Material wird zunächst auf dem Zwischenträger abgeschieden. Anschließend erfolgt die Übertragung zumindest eines Teils des Materials vom Zwischenträger auf das Substrat mittels eines Energieeintrags durch eine Strahlung. Dabei wird das Material vom Zwischenträger auf das Substrat übertragen. Das Substrat kann dabei auf dem Zwischenträger auch direkt aufliegen.

[0016] Unter einer Übertragung wird im Sinne der Erfindung der Transfer des Materials vom Zwischenträger auf das Substrat verstanden, wobei die Art des Transfers, beispielsweise Verdampfung und Abscheidung, Kontaktstempeln, etc., unbeachtlich ist, sofern das Material vom Zwischenträger auf das Substrat übertragen wird, wobei das Material auf dem Substrat eine kristalline Schicht ausbildet.

[0017] In einer Ausführungsform der Erfindung erfolgt die lokale Übertragung von einem Zwischenträger, der eine Mikrostrukturierung aufweist, wodurch das Material mikrostrukturiert auf das Substrat übertragen wird. Der Zwischenträger (Maske) weist hierbei eine Mikrostrukturierung auf. Auf dieser Mikrostrukturierung wird das zu übertragende Material ganzflächig abgeschieden. Anschließend erfolgt

die Übertragung zumindest eines Teils des Materials vom Zwischenträger auf das Substrat mittels eines Energieeintrags durch eine Strahlung. Dabei wird das Material vom Zwischenträger auf das Substrat entsprechend der Mikrostrukturierung auf dem Zwischenträger übertragen. Das Material, welches vom Zwischenträger auf das Substrat übertragen wird, bildet dabei auf dem Substrat kristalline Bereiche entsprechend der Mikrostrukturierung aus.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung erfolgt die lokale Übertragung des Materials vom Zwischenträger mittels Energieeintrag durch eine Strahlung, wobei das Material auf dem Zwischenträger lokal erwärmt und anschließend auf das Substrat übertragen wird, wobei sich auf dem Substrat das Material in einer kristallinen Schicht abscheidet. Dabei wird das Material auf dem Zwischenträger durch den kurzzeitigen Energieeintrag mittels Strahlung verflüssigt, aber nicht verdampft. Das so erwärmte Material erstarrt durch Abkühlung auf der kalten Substratoberfläche allmählich nach Beendigung des Energieeintrags. Die Bildung von Kristallen startet also an der kalten Substratoberfläche und setzt sich bis zum Zwischenträger fort. Durch Ausbildung einer Korngrenze zum Zwischenträger infolge der thermisch bedingten Schrumpfung des abgeschiedenen Materials ist nachfolgend eine problemlose Trennung von Zwischenträger und Substrat möglich.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausführung erfolgt in einem ersten Schritt die Herstellung eines mikrostrukturierten Zwischenträgers mittels einer ersten Abscheidung einer mikrostrukturierten strahlungsabsorbierenden Schicht auf einem transparenten Zwischenträger. Danach erfolgt eine zweite Abscheidung einer strahlungsreflektierenden Schicht auf der strahlungsabsorbierenden Schicht und der unbeschichteten Oberfläche des Zwischenträgers. Dadurch wird die gesamte Oberfläche des Zwischenträgers von der strahlungsreflektierenden Schicht bedeckt. Anschließend wird das zu übertragende Material über der strahlungsreflektierenden Schicht auf dem Zwischenträger abgeschieden. Im Anschluss daran erfolgt eine lokale Erwärmung des zu übertragenden Materials, wodurch eine gerichtete Übertragung des Materials entsprechend der Mikrostrukturierung auf das Substrat erfolgt. Dabei wird das Material auf dem Substrat in einer kristallinen Schicht abgeschieden.

[0020] In einer weiteren Ausführungsform wird eine Schutzschicht vor der Abscheidung des Materials auf dem Zwischenträger aufgebracht. Durch diese Schutzschicht werden mögliche Reaktionen des organischen Materials mit strahlungsreflektierenden Schicht auf dem Zwischenträger unterbunden.

[0021] In einer weiteren Ausführung wird die Mikrostrukturierung des Zwischenträgers durch eine struk-

turierte Abscheidung der strahlungsabsorbierenden Schicht erzeugt. Dabei erfolgt die lokale Übertragung vom mikrostrukturierten Zwischenträger mittels Energieeintrag durch eine Strahlung von der dem zu übertragenden Material gegenüberliegenden Seite des Zwischenträgers, wobei die Mikrostrukturierung aus den die Strahlung reflektierenden und absorbierenden Bereichen gebildet wird und die Übertragung in den absorbierenden Bereichen des Zwischenträgers lokalisiert erfolgt. -In den reflektierenden Bereichen der mikrostrukturierten Oberfläche wird ein Energieeintrag durch die Strahlung unterbunden, wodurch eine lokale Erwärmung der auf dem Zwischenträger abgeschiedenen Materialien verhindert wird. Nur in den absorbierenden Bereichen der Mikrostrukturierung erfolgt die lokale Erwärmung. Im Ergebnis wird das zu übertragende Material auf dem Substrat in Form der Mikrostrukturierung abgeschieden, wodurch ein positiver Stempelfeffekt erzielt wird.

[0022] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung erfolgt eine Übertragung des Materials vom Zwischenträger im Bereich des aufliegenden Substrats. Dies wird insbesondere durch ein – Aufliegen des Substrats auf dem Zwischenträger bzw. auf der Mikrostrukturierung des Zwischenträgers gewährleistet. Bei Verwendung flexibler Substrate bzw. nicht planarer Zwischenträger erfolgt die Übertragung mithin nur im Kontaktbereich zwischen Zwischenträger und Substrat.

[0023] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird das Substrat während der Abscheidung des Materials auf das Substrat dauerhaft bewegt. Dies ist insbesondere bei Durchlaufbeschichtungsanlagen der Fall, wo band- oder folienförmige Substrate beschichtet werden. Auch bei Rolle-zu-Rolle-Beschichtungen wird das Substrat fortlaufend bewegt. Das Substrat kann beispielsweise auch als planares Substrat ausgeführt sein.

[0024] In einer alternativen Ausführungsform der Erfindung erfolgt zunächst die Herstellung eines mikrostrukturierten Zwischenträgers mittels einer ersten Abscheidung einer mikrostrukturierten strahlungsreflektierenden Schicht auf einem transparenten Zwischenträger sowie einer zweiten Abscheidung einer strahlungsabsorbierenden Schicht auf der strahlungsreflektierenden Schicht und der unbeschichteten Oberfläche des Zwischenträgers. Dadurch ist die gesamte Oberfläche mit einer strahlungsabsorbierenden Schicht bedeckt. Danach erfolgt die Abscheidung des zu übertragenden Materials über der strahlungsabsorbierenden Schicht. Im Anschluss daran erfolgt durch einen Energieeintrag mittels Strahlung eine lokale Verdampfung des zu übertragenden Materials, wodurch eine gerichtete Abscheidung des Materials in einer amorphen Schicht entsprechend der Mikrostrukturierung auf dem Substrat erfolgt. Anschließend erfolgt eine abschließende Erwärmung

des übertragenen Materials mittels eines zweiten Energieeintrags durch Strahlung auf dem Substrat, wodurch eine Umwandlung der amorphen Schicht auf dem Substrat in eine kristalline Schicht erfolgt. Dabei kann der zweite Energieeintrag, z. B. die Belichtungszeit bei Verwendung einer Lichtquelle als Strahlungsquelle, unabhängig vom ersten Energieeintrag erfolgen, sodass nur ein Aufschmelzen des übertragenen Materials, beispielsweise eines organischen Materials, nicht aber dessen Verdampfung erfolgt. Folglich können dadurch Substrate, wie z. B. Kunststofffolien (Polyethylenterephthalat-Folien) eingesetzt werden, deren maximale Betriebstemperatur unterhalb der Aufschmelztemperatur der Organik (z. B. 300°C) liegt verwendet werden.

[0025] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung erfolgt der zweite Energieeintrag von der beschichteten Seite des Substrats. Dies kann etwa durch eine Heizeinrichtung erfolgen, die in Substratnähe angeordnet ist. Weiterhin sind auch andere Strahlungsquellen denkbar, die einen hinreichenden Energieeintrag in die auf dem Substrat abgeschiedene amorphe Schicht erlauben.

[0026] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung erfolgt der zweite Energieeintrag von der, der beschichteten Seite des Substrats gegenüberliegenden Seite. Dies ist insbesondere bei transparenten Substraten, etwa in Form von Glas oder Kunststofffolien, vorteilhaft, da somit ein gezielter Energieeintrag nach der Abscheidung des Materials auf dem transparenten Substrat durch einen Energieeintrag, etwa in Form von Licht, möglich ist.

[0027] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung erfolgt der Energieeintrag durch Strahlung zur lokalen Erwärmung bzw. Verdampfung des zu übertragenden Materials von der, dem zu übertragenden Material Seite gegenüberliegenden Seite des Zwischenträgers. Dies ist insbesondere vorteilhaft bei Verwendung eines transparenten Zwischenträgers.

[0028] Die weitere Lösung der Aufgabe erfolgt durch eine erfindungsgemäße Verwendung einer Vorrichtung zur lokalen Übertragung eines Materials auf ein Substrat. Diese umfasst ein Schichtsystem bestehend aus einem transparenten Zwischenträger mit einer Mikrostrukturierung aus einer strahlungsabsorbierenden und einer strahlungsreflektierenden Schicht, auf der das zu übertragende Material abgeschieden wird, sowie einer Strahlungsquelle, die auf der dem abgeschiedenen Material gegenüberliegenden Seite des Zwischenträgers angeordnet ist. In einer bevorzugten Gestaltung liegt das Substrat zumindest im Übertragungsbereich direkt auf dem Zwischenträger auf.

[0029] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist auf der strahlungsreflektierenden Schicht ei-

ne Schutzschicht angeordnet, auf der das zu übertragende Material abgeschieden wird.

[0030] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die strahlungsreflektierende Schicht auf der mikrostrukturierten, strahlungsabsorbierende Schicht angeordnet.

[0031] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist eine Heizeinrichtung auf der mit dem Material beschichteten Seite des Zwischenträgers angeordnet.

[0032] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird der Zwischenträger dauerhaft bewegt. Dabei kann die Abscheidung des Materials entsprechend der Mikrostrukturierung durch die Transportgeschwindigkeit des Zwischenträgers beeinflusst werden. In einer Ausgestaltung dieser Ausführungsform kann dabei durch Anpassung der Transportgeschwindigkeit von Substrat und Zwischenträger die Form der Mikrostrukturierung entsprechend des Bedarfs angepasst werden.

[0033] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der mikrostrukturierte Zwischenträger als Zylinder ausgeführt.

[0034] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der mikrostrukturierte Zwischenträger als Zylinder ausgeführt, welcher dauerhaft bewegt wird.

[0035] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der als Zylinder aufgeführte mikrostrukturierte Zwischenträger in einer Vakuumkammer einer Durchlaufbeschichtungsanlage angeordnet, wobei die Vakuumkammer einen Verdampfer für die Erwärmung und Verdampfung des Materials aufweist und weiterhin eine Abschirmung vorgesehen ist, die das Substrat vom Verdampfer separiert, wobei die Abschirmung den mikrostrukturierten Zwischenträger umfasst.

[0036] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Abschirmung beheizbar ausgeführt.

[0037] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Strahlungsquelle im Inneren des mikrostrukturierten Zwischenträgers angeordnet.

[0038] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Strahlungsquelle als Lichtquelle ausgeführt.

[0039] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Lichtquelle als Blitzröhre, z. B. Xenon-Blitz-Röhre ausgeführt. Dadurch lassen sich vorteilhafterweise hohe Energiemengen in kurzer Zeit auf den Zwischenträger übertragen und somit die mini-

male Strukturbreite verkleinern sowie die Wärmebelastung des Substrats reduzieren.

[0040] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Strahlungsquelle als Mikrowellenquelle ausgeführt.

[0041] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das zu übertragende Material ein organisches Material, beispielsweise ein organisches Material aus der Klasse der kleinen Moleküle („Small Molecules“).

[0042] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das zu übertragende Material ein anorganisches Material, beispielsweise ein Metall. Die ist insbesondere vorteilhaft für die Herstellung von Bauelementen mit organischen Schichten, wo durch die Abscheidung des Metalls eine Kontaktschicht auf einem bereits auf dem Substrat abgeschiedenen organischen Material erzeugt werden kann.

[0043] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die vorbeschriebene Vorrichtung in einer Durchlaufbeschichtungsanlage, vorzugsweise einer Vakuumdurchlaufbeschichtungsanlage, vorgesehen, um eine lokale Übertragung eines Materials in kristalliner Form auf ein Substrat unter Verwendung eines Zwischenträgers gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren durchzuführen.

[0044] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung sind der folgenden detaillierten Beschreibung von Ausführungsbeispielen sowie den anliegenden Zeichnungen zu entnehmen. Dabei zeigt:

[0045] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen mikrostrukturierten Zwischenträgers,

[0046] [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Zwischenträgers und eines aufliegenden Substrats,

[0047] [Fig. 3](#) eine schematische Darstellung der gezielten Übertragung des Materials und deren gerichtete Abscheidung als kristalline Schicht auf einem Substrat,

[0048] [Fig. 4](#) eine schematische Darstellung einer Umwandlung des übertragenen Materials von einer amorphen Schicht in eine kristalline Schicht auf dem Substrat und

[0049] [Fig. 5](#) eine schematische Darstellung eines alternativen Ausführungsbeispiels einer Umwandlung des übertragenen Materials von einer amorphen Schicht in eine kristalline Schicht auf dem Substrat.

[0050] In den aufgeführten Ausführungsbeispielen sind beispielhaft einige erfindungsgemäße Ausgestaltungen des Verfahrens und der Vorrichtung aufgezeigt. Die Ausführungsbeispiele sollen die Erfindung beschreiben ohne sich auf diese zu beschränken.

[0051] In einem ersten Ausführungsbeispiel ist in [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen, mikrostrukturierten Zwischenträgers **1** wiedergegeben. Dabei wird in einem ersten Schritt eine strahlungsabsorbierende Schicht **3** auf einem transparenten Zwischenträger **2** aufgebracht. Dies kann beispielsweise durch ein lithographisches Verfahren erfolgen. In einem weiteren Schritt wird eine strahlungsreflektierende Schicht **4** auf die mikrostrukturierte, strahlungsabsorbierende Schicht **3** und die unbeschichteten Bereiche des transparenten Zwischenträgers **2** aufgebracht. Dadurch ist auf der gesamten Oberfläche des mikrostrukturierten Zwischenträgers **1** eine strahlungsreflektierende Schicht **4** aufgebracht. Danach erfolgt die Abscheidung des zu übertragenden Materials **5**, beispielsweise eines organischen Materials wie etwa „Small Molecules“, auf der strahlungsreflektierenden Schicht **4**.

[0052] Anschließend wird, wie in [Fig. 2](#) dargestellt, das Substrat **6** auf dem mikrostrukturierten Zwischenträger **1** direkt aufgelegt, sodass ein direkter Kontakt zwischen den auf den mikrostrukturierten Bereichen des Zwischenträgers **1** abgeschiedenen Material **5** und dem Substrat **6** erfolgt.

[0053] Danach erfolgt, wie in [Fig. 3](#) dargestellt, ein Energieeintrag mittels Strahlung durch eine Strahlungsquelle **7**, etwa in Form von Licht, welche auf der, der beschichteten Seite des Zwischenträgers **1** gegenüberliegenden Seite angeordnet ist. Durch den Energieeintrag wird das zu übertragende Material **5** erwärmt, wodurch das zu übertragende Material **5** verflüssigt wird. Das Material **5**, welches nun in einer flüssigen Phase vorliegt, wird infolge des direkten Kontakts mit dem Substrat **6** auf dieses übertragen. Dadurch erfolgt eine mikrostrukturierte Übertragung des Materials **5** vom mikrostrukturierten Zwischenträger **1** auf das Substrat **6**. Der Zwischenträger **1** weist infolge des Energieeintrags zumindest im Bereich der strahlungsabsorbierenden Bereiche eine gegenüber dem Substrat **6** erhöhte Temperatur auf. Das Substrat **6**, welches eine niedrigere Temperatur aufweist, dient dabei als Ausgangspunkt der Kristallisation. Infolge der Kristallisation wird das übertragene Material **9** als kristalline Schicht auf dem Substrat **6** abgeschieden. Dabei kann sich eine Korngrenze infolge der thermisch bedingten Schrumpfung des Materials zum mikrostrukturierten Zwischenträger **1** ausbilden, was ein einfaches Lösen des mikrostrukturierten Zwischenträgers **1** vom beschichteten Substrat **6** ermöglicht.

[0054] In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird eine nicht näher dargestellte Schutzschicht vor der Abscheidung des Materials **5** auf dem Zwischenträger **1** aufgebracht. Dadurch werden unerwünschte Reaktionen des zu übertragenden Materials **5** mit der strahlungsreflektierenden Schicht **4** unterbunden. Die Schutzschicht kann auch transparent ausgebildet werden.

[0055] In einem weiteren nicht näher dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt die Herstellung eines mikrostrukturierten Zwischenträgers **1** mittels einer ersten Abscheidung einer mikrostrukturierten strahlungsreflektierenden Schicht **4** auf einem transparenten Zwischenträger **2**, einer zweiten Abscheidung einer strahlungsabsorbierenden Schicht **3** auf der strahlungsreflektierenden Schicht **4** und der unbeschichteten Oberfläche des Zwischenträgers **2**. Danach erfolgt die Abscheidung des zu übertragenden Materials **5** über der strahlungsabsorbierenden Schicht **3**. Anschließend erfolgt eine lokale Verdampfung des zu übertragenden Materials **5** durch einen Energieeintrag mittels Strahlung durch eine Strahlungsquelle **7**, welche auf dem der beschichteten Seite des Zwischenträgers gegenüberliegenden Seite angeordnet ist. Dadurch erfolgt eine gerichtete Abscheidung des Materials **9** in einer amorphen Schicht entsprechend der Mikrostrukturierung auf dem Substrat **6**. In einem abschließenden Schritt erfolgt eine Erwärmung des übertragenen Materials **9** mittels eines zweiten Energieeintrags **11** durch Strahlung auf dem Substrat **6**, wodurch eine Umwandlung der amorphen Schicht auf dem Substrat **6** in eine kristalline Schicht erfolgt. Dabei kann der zweite Energieeintrag **11** durch eine Strahlungsquelle **10**, wie in [Fig. 4](#) dargestellt, von der beschichteten Seite des Substrats **6** erfolgen.

[0056] In einer alternativen Ausgestaltung des vorbeschriebenen Ausführungsbeispiels erfolgt, wie in [Fig. 5](#) dargestellt, der zweite Energieeintrag **11** durch eine Strahlungsquelle **10** von der der beschichteten Seite des Substrats **6** gegenüberliegenden Seite aus. Dies ist insbesondere bei transparenten Substraten, wie beispielsweise Polyethylenterephthalat-Folie, vorgesehen.

[0057] In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird das Substrat **6** während der Übertragung des Materials **5** dauerhaft bewegt. Dabei kann das Substrat **6** als band- oder folienförmiges Substrat **6**, wie z. B. als Kunststoffolie, Metallband, etc. ausgeführt sein.

[0058] In einem weiteren nicht näher dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Zwischenträger als Zylinder, etwa aus Quarzglas, ausgeführt. Der Zylinder wird dabei dauerhaft um seine Rotationsachse bewegt, wodurch eine fortlaufende Übertragung des Materials **5** vom zylindrischen Zwischenträger **1** auf das Substrat **6** im Übertragungsbereich erfolgt. Der zylindrische Zwischenträger wird dabei während der

Rotation um seine Rotationsachse in einem ersten Bereich mit dem zu übertragenden Material beschichtet. Danach erfolgt eine Rotationsbewegung zu einem zweiten Bereich, in dem die Übertragung des Materials **5** vom Zwischenträger **1** auf das Substrat **6** erfolgt. In diesem zweiten Bereich, in dem die Übertragung des Materials **5** auf das Substrat **6** erfolgt, liegt das Substrat direkt auf dem Zwischenträger **1** auf. Dadurch kann eine gerichtete Übertragung des Materials **5** auf das Substrat **6** entsprechend der Mikrostrukturierung auf dem Zwischenträger **1** erfolgen. Das übertragene Material **5** scheidet sich auf dem Substrat als kristalline Schicht ab. Nach erfolgter Übertragung des Materials wird der zylindrische Zwischenträger **1** infolge der Rotation wieder in den ersten Bereich bewegt, wo eine neue Beschichtung mit zu übertragenden Material **5** erfolgt.

[0059] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist die Strahlungsquelle **7** im Inneren des mikrostrukturierten Zwischenträgers **1** angeordnet.

[0060] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist Strahlungsquelle **7** als Blitz-Röhre ausgeführt.

[0061] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist die Strahlungsquelle **7**, welche als Blitz-Röhre ausgeführt ist, eine Xenon-Blitzröhre.

[0062] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist Strahlungsquelle **7** als Mikrowellenquelle ausgeführt.

Bezugszeichenliste

- | | |
|-----------|---|
| 1 | mikrostrukturierter Zwischenträger |
| 2 | transparenter Zwischenträger |
| 3 | strahlungsabsorbierende Schicht |
| 4 | strahlungsreflektierende Schicht |
| 5 | zu übertragendes Material |
| 6 | Substrat |
| 7 | Strahlungsquelle |
| 9 | übertragenes Material |
| 10 | Strahlungsquelle für zweiten Energieeintrag |
| 11 | zweiter Energieeintrag |

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 10312641 B1 [0003]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- „Printed Organic Semiconductor Devices”, M. Chason et al., Proc. IEEE, Vol. 93, No. 7, July 2005 [0004]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung einer Schicht eines organischen Materials auf einem Substrat (6), wobei das Material (5) auf das Substrat (6) unter Verwendung eines Zwischenträgers (1) aufgebracht und auf dem Substrat (6) umgewandelt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Material (5) von dem Zwischenträger (1) in einem Vakuum durch Energieeintrag aus einer Strahlung verdampft und auf dem Substrat (6) abgeschieden wird, wobei das Material (5) auf dem Substrat (6) eine energieinduzierte Umwandlung erfährt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Material (5) bei der Umwandlung kristallisiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Material (5) mit einer ersten Strahlung verdampft und mit einer zweiten Strahlung umgewandelt wird, wobei die zweite Strahlung einer anderen Strahlungsart als die erste Strahlung zugeordnet ist oder eine ungleiche Intensität als die erste Strahlung aufweist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine lokale Übertragung des Materials (5) vom Zwischenträger (1), von welchem das Material (5) vom Zwischenträger (1) auf das Substrat (6) übertragen wird, mittels Energieeintrag durch eine Strahlung erfolgt wobei das Material (9) auf dem Substrat (6) eine kristalline Schicht ausbildet.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die lokale Übertragung von einem Zwischenträger (1) erfolgt, der eine Mikrostrukturierung aufweist, wodurch das Material (5) mikrostrukturiert auf das Substrat (6) übertragen wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die lokale Übertragung des Materials (5) vom Zwischenträger (1) mittels Energieeintrag durch eine Strahlung erfolgt, wobei das Material (5) auf dem Zwischenträger (1) lokal erwärmt und anschließend auf das Substrat (6) übertragen wird, wobei sich auf dem Substrat (6) das Material (9) in einer kristallinen Schicht abscheidet.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6 umfassend

– die Herstellung eines mikrostrukturierten Zwischenträgers (1) mittels einer ersten Abscheidung einer mikrostrukturierten strahlungsabsorbierenden Schicht (3) auf einem transparenten Zwischenträger (2), einer zweiten Abscheidung einer strahlungsreflektierenden Schicht (4) auf der strahlungsabsorbierenden Schicht (3) und der unbeschichteten Oberfläche des Zwischenträgers (2), sowie

– einer Abscheidung des Materials (5) über der strahlungsreflektierenden Schicht (4) und

– eine lokale Erwärmung des zu übertragenden Materials (5), wodurch eine gerichtete Übertragung des Materials (5) entsprechend der Mikrostrukturierung auf das Substrat (6) erfolgt, wobei das Material (9) sich auf dem Substrat in einer kristallinen Schicht abscheidet.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schutzschicht vor der Abscheidung des Materials (5) auf dem Zwischenträger (1) aufgebracht wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrostrukturierung des Zwischenträgers (1) durch eine strukturierte Abscheidung der strahlungsabsorbierenden Schicht (3) erzeugt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Übertragung des Materials (5) vom Zwischenträger (1) im Bereich des aufliegenden Substrats (6) erfolgt.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (6) während der Abscheidung des Materials (5) auf das Substrat (6) dauerhaft bewegt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 umfassend

– die Herstellung eines mikrostrukturierten Zwischenträgers (1) mittels einer ersten Abscheidung einer mikrostrukturierten strahlungsreflektierenden Schicht (4) auf einem transparenten Zwischenträger (2), einer zweiten Abscheidung einer strahlungsabsorbierenden (3) auf der strahlungsreflektierenden Schicht (4) und der unbeschichteten Oberfläche des Zwischenträgers (2),

– einer Abscheidung des zu übertragenden Materials (5) über der strahlungsabsorbierenden Schicht (3), sowie

– eine lokale Verdampfung des zu übertragenden Materials (5), wodurch eine gerichtete Abscheidung des Materials (9) in einer amorphen Schicht entsprechend der Mikrostrukturierung auf dem Substrat (6) erfolgt und

– einer abschließenden Erwärmung des übertragenen Materials (9) mittels zweiten Energieeintrags (11) durch Strahlung auf dem Substrat (6), wodurch eine Umwandlung der amorphen Schicht auf dem Substrat (6) in eine kristalline Schicht erfolgt.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Energieeintrag (11) von der beschichteten Seite des Substrats (6) erfolgt.

14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Energieeintrag (11) von

der, der beschichteten Seite des Substrats (6) gegenüberliegenden Seite erfolgt.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Energieeintrag durch Strahlung zur lokalen Erwärmung bzw. Verdampfung des zu übertragenden Materials (5) von der, dem zu übertragenden Material (5) Seite gegenüberliegenden Seite des Zwischenträgers (1) erfolgt.

16. Verwendung einer Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 15, umfassend ein Schichtsystem bestehend aus einem transparenten Zwischenträger (2) mit einer Mikrostrukturierung aus einer strahlungsabsorbierenden (3) und einer strahlungsreflektierenden Schicht (4), auf der das zu übertragende Material (5) abgeschieden wird, sowie einer Strahlungsquelle (7) die auf der dem abgeschiedenen Material (9) gegenüberliegenden Seite des Zwischenträgers (1) angeordnet ist.

17. Verwendung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (6) zumindest im Übertragungsbereich direkt auf dem Zwischenträger (1) aufliegt.

18. Verwendung einer Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass auf der strahlungsreflektierenden Schicht (4) eine Schutzschicht angeordnet ist, auf der das zu übertragende Material (5) abgeschieden wird.

19. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die strahlungsreflektierende Schicht (4) auf der mikrostrukturierten, strahlungsabsorbierenden Schicht (3) angeordnet ist.

20. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass eine Heizeinrichtung auf der mit dem Material (5) beschichteten Seite des Zwischenträgers (1) angeordnet ist.

21. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass der mikrostrukturierte Zwischenträger (1) als Zylinder ausgeführt ist.

22. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass der mikrostrukturierte Zwischenträger (1) als Zylinder ausgeführt ist, welcher dauerhaft bewegt wird.

23. Verwendung einer Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungsquelle (7) im Inneren des mikrostrukturierten Zwischenträgers (1) angeordnet ist.

24. Verwendung einer Vorrichtung nach den Ansprüchen 16 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass Strahlungsquelle (7) als Blitz-Röhre ausgeführt ist.

25. Verwendung einer Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungsquelle (7), welche als Blitz-Röhre ausgeführt ist, eine Xenon-Blitzröhre ist.

26. Durchlaufbeschichtungsanlage umfassend eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 25 zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

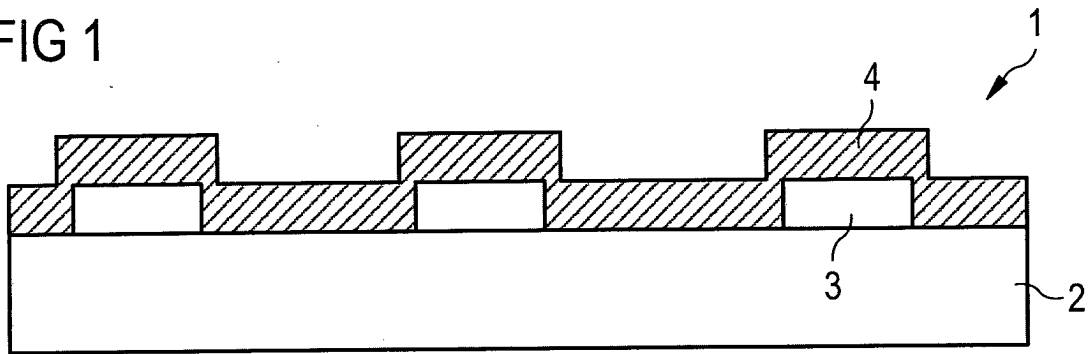


FIG 2

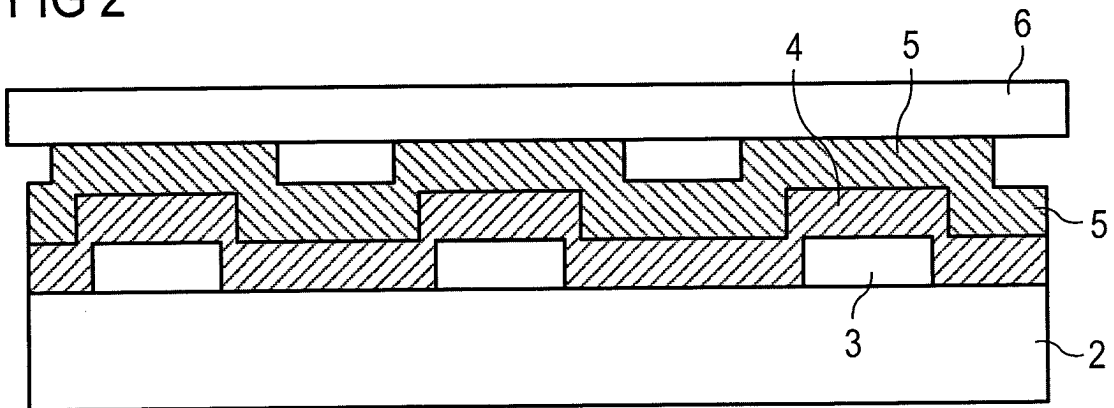


FIG 3

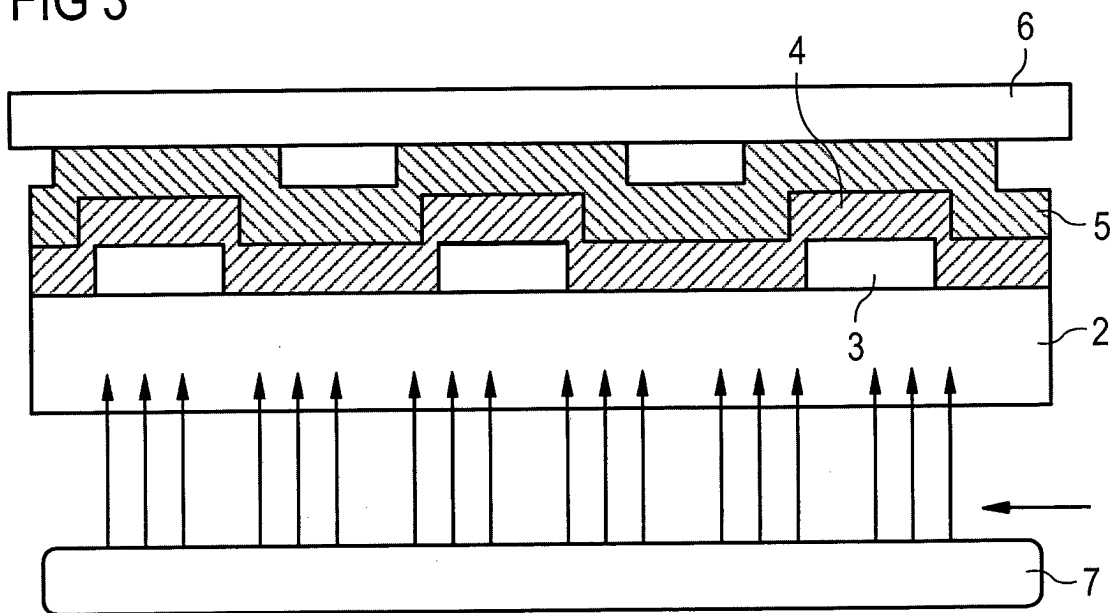


FIG 4

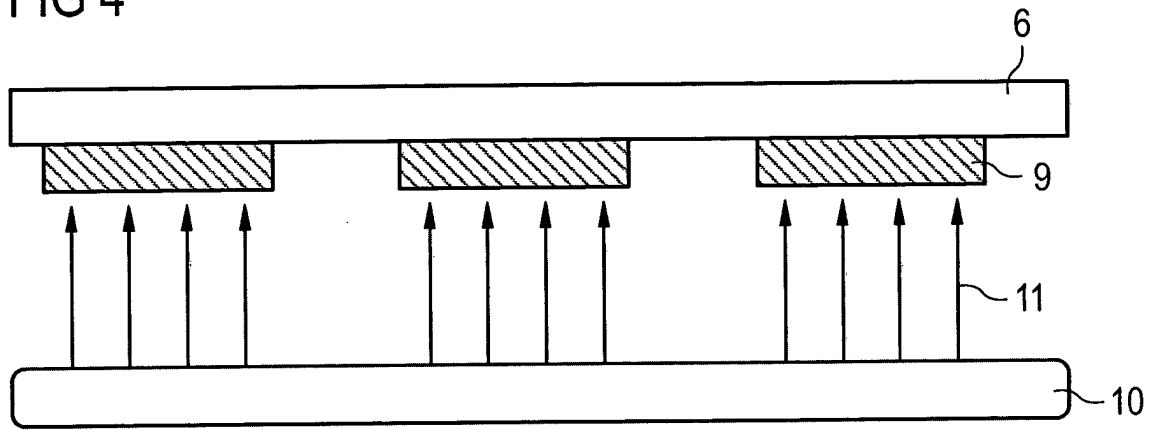


FIG 5

