



(10) **DE 10 2013 003 989 A1** 2013.10.24

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 003 989.4**

(22) Anmeldetag: **07.03.2013**

(43) Offenlegungstag: **24.10.2013**

(51) Int Cl.: **H01L 51/52 (2013.01)**

**H01L 23/28 (2013.01)**

**H01L 27/32 (2013.01)**

**H01L 51/44 (2013.01)**

**G09F 9/30 (2013.01)**

(30) Unionspriorität:  
**13/422,924 16.03.2012 US**

(71) Anmelder:  
**Universal Display Corporation, Ewing, N.J., US**

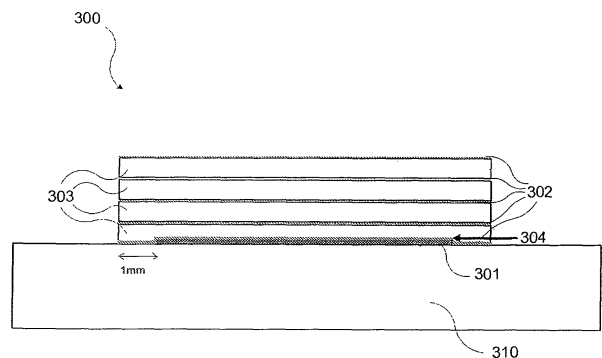
(74) Vertreter:  
**Maiwald Patentanwalts GmbH, 80335, München,  
DE**

(72) Erfinder:  
**Mandlik, Prashant, Ewing, N.J., US; Brown, Julia  
J., Ewing, N.J., US; Walski, Luke, Ewing, N.J., US;  
Ma, Ruiqing, Ewing, N.J., US; Han, Lin, Ewing,  
N.J., US; Silvernail, Jeffrey, Ewing, N.J., US;  
Wagner, Sigurd, Ewing, N.J., US**

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

(54) Bezeichnung: **Elektronische Vorrichtung mit reduziertem nichtvorrichtung-Kantenbereich**

(57) Zusammenfassung: Ein erstes Produkt kann bereitgestellt werden, umfassend ein Substrat, das eine erste Oberfläche, eine erste Seite und eine erste Kante aufweist, an der die erste Oberfläche auf die erste Seite trifft; und eine Vorrichtung, die über dem Substrat angeordnet ist, wobei die Vorrichtung eine zweite Seite aufweist, an der mindestens ein erster Abschnitt der zweiten Seite innerhalb von 3 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet ist. Das erste Produkt kann ferner einen ersten Barrierefilm umfassen, der mindestens einen Abschnitt der ersten Kante des Substrats, mindestens einen Abschnitt der ersten Seite des Substrats und mindestens den ersten Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung bedeckt.



## Beschreibung

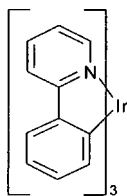
## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0001]** Optoelektronische Vorrichtungen, die organische Materialien nutzen, werden aus zahlreichen Gründen immer wünschenswerter. Viele der Materialien, die verwendet werden, um solche Vorrichtungen herzustellen, sind relativ kostengünstig, so dass organische optoelektronische Vorrichtungen das Potenzial für Kostenvorteile gegenüber anorganischen Vorrichtungen aufweisen. Außerdem können die den organischen Materialien innewohnenden Eigenschaften, wie etwa ihre Flexibilität, diese für besondere Anwendungen, wie etwa die Herstellung auf einem flexiblen Substrat, gut geeignet machen. Beispiele für organische optoelektronische Vorrichtungen beinhalten organische, Licht emittierende Vorrichtungen (OLEDs), organische Phototransistoren, organische Photovoltaikzellen und organische Photodetektoren. Für OLEDs können die organischen Materialien Leistungsvorteile gegenüber herkömmlichen Materialien aufweisen. Zum Beispiel kann die Wellenlänge, bei der eine organische, emittierende Schicht Licht emittiert, mit geeigneten Dotierungsmitteln im Allgemeinen schnell eingestellt werden.

**[0002]** OLEDs nutzen dünne organische Filme, die Licht emittieren, wenn über die Vorrichtung Spannung angelegt wird. OLEDs gewinnen immer größere Bedeutung bei der Verwendung in Anwendungen, wie etwa Flachbildschirmen, Beleuchtung und Hintergrundbeleuchtung. Mehrere OLED-Materialien und Konfigurationen werden in den US-Patentschriften Nr. 5,844,363, 6,303,238 und 5,707,745 beschrieben, die hierin als Bezugsdokumente vollumfänglich aufgenommen werden.

**[0003]** Eine Anwendung für phosphoreszierende, emittierende Moleküle ist ein Vierfarb-Display (full color display). Industriestandards für ein solches Display benötigen Pixel, die angepasst sind, um spezielle Farben auszusenden, die als „gesättigte“ Farben bezeichnet werden. Insbesondere benötigen diese Standards gesättigte rote, grüne und blaue Pixel. Die Farbe kann unter Verwendung der CIE-Koordinaten gemessen werden, die im Fachgebiet gut bekannt sind.

**[0004]** Ein Beispiel für ein grün emittierendes Molekül ist Tris(2-phenylpyridin)iridium, das als  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  angegeben wird, welches die Struktur von Formel I aufweist:



**[0005]** Hierin und in den nachfolgenden Figuren bilden wir die dative (dative) Bindung von Stickstoff an Metall (hier Ir) als gerade Linie ab.

**[0006]** Wie hierin verwendet, beinhaltet der Begriff „organisch“ Polymermaterialien sowie kleine Moleküle aus organischen Materialien (small molecule organic materials), die verwendet werden können, um organische, optoelektronische Vorrichtungen herzustellen. „Kleine Moleküle“ bezieht sich auf jedes organische Material, das kein Polymer ist und „kleine Moleküle“ können tatsächlich relativ groß sein. Kleine Moleküle können unter bestimmten Umständen Wiederholungseinheiten beinhalten. Zum Beispiel wird bei der Verwendung einer langkettigen Alkylgruppe als Substituent kein Molekül aus der Klasse der „kleinen Moleküle“ entfernt. Kleine Moleküle können in Polymere zum Beispiel auch als Seitengruppe auf einer Polymerhauptkette oder als Teil der Hauptkette integriert sein. Kleine Moleküle können auch als Kerneinheit eines Dendrimers dienen, das aus einer Reihe von chemischen Schalen (shells) besteht, die sich auf der Kerneinheit aufbauen. Die Kerneinheit eines Dendrimers kann ein fluoreszierender oder phosphoreszierender Emitter kleiner Moleküle (small molecule emitter) sein. Ein Dendrimer kann ein „kleines Molekül“ sein und es wird angenommen, dass alle Dendrimere, die derzeit auf dem Gebiet der OLEDs verwendet werden, kleine Moleküle sind.

**[0007]** Wie hierin verwendet, bedeutet „oben“ am weitesten vom Substrat entfernt, während „unten“ dem Substrat am Nächsten bedeutet. Wenn eine erste Schicht als „über“ einer zweiten Schicht „angeordnet“ beschrieben wird, wird die erste Schicht weiter vom Substrat entfernt angeordnet. Es können andere Schichten zwischen der ersten und der zweiten Schicht vorhanden sein, es sei denn, es wird angegeben, dass die erste Schicht mit der zweiten Schicht „in Kontakt“ ist. Zum Beispiel kann eine Kathode als „über“ einer Anode „angeordnet“ beschrieben werden, auch wenn sich verschiedene organische Schichten dazwischen befinden.

**[0008]** Wie hierin verwendet, bedeutet „aus Lösung prozessierbar“, befähigt, in einem flüssigen Medium, entweder in Form einer Lösung oder einer Suspension, aufgelöst, dispergiert oder transportiert zu werden und/oder aus diesen abgeschieden zu werden.

**[0009]** Ein Ligand kann als „photoaktiv“ bezeichnet werden, wenn angenommen wird, dass der Ligand direkt zu den photoaktiven Eigenschaften eines emittierenden Materials beiträgt. Ein Ligand kann als „Hilfsligand“ (ancillary) bezeichnet werden, wenn angenommen wird, dass der Ligand nicht zu den photoaktiven Eigenschaften eines emittierenden Materials beiträgt, wenngleich ein Hilfsligand die Eigenschaften eines photoaktiven Liganden verändern kann.

**[0010]** Wie hierin verwendet, und wie es von einem Fachmann auf dem Gebiet im Allgemeinen verstanden würde, ist ein erstes Energieniveau des „höchsten besetzten Molekülorbitals“ (HOMO) oder des „niedrigsten unbesetzten Molekülorbitals“ (LUMO) „größer als“ oder „höher als“ ein zweites Energieniveau von HOMO oder LUMO, wenn das erste Energieniveau näher an dem Vakuumenergieniveau ist. Da die Ionisationspotenziale (IP) als negative Energie bezogen auf ein Vakuumniveau gemessen werden, entspricht ein höheres Energieniveau von HOMO einem IP, das einen kleineren absoluten Wert aufweist (ein IP das weniger negativ ist). Auf ähnliche Weise entspricht ein höheres Energieniveau von LUMO einer Elektronenaffinität (EA), die einen kleineren absoluten Wert aufweist (eine EA, die weniger negativ ist). Auf einem herkömmlichen Energieniveaudiagramm, mit dem Vakuumniveau oben, ist das LUMO-Energieniveau eines Materials höher als das HOMO-Energieniveau aus dem gleichen Material. Ein „höheres“ HOMO- oder LUMO-Energieniveau erscheint nahe an der Spitze eines solchen Diagramms als ein „niedrigeres“ HOMO- oder LUMO-Energieniveau.

**[0011]** Wie hierin verwendet, und wie es im Allgemeinen von einem Fachmann auf dem Gebiet verstanden würde, ist eine erste Austrittsarbeit „größer als“ oder „höher als“ eine zweite Austrittsarbeit, wenn die erste Austrittsarbeit einen höheren absoluten Wert aufweist. Da die Austrittsarbeit im Allgemeinen als negative Zahlen bezogen auf das Vakuumniveau gemessen wird, heißt das, dass eine „höhere“ Austrittsarbeit negativer ist. Auf einem herkömmlichen Energieniveaudiagramm, mit dem Vakuumniveau an der Spitze, wird eine „höhere“ Austrittsarbeit als in abwärtiger Richtung weiter weg von dem Vakuumniveau illustriert. Somit folgen die Definitionen von HOMO- und LUMO-Energieniveaus einer anderen Konvention als die Austrittsarbeit.

**[0012]** Ausführlichere Informationen zu OLEDs und die oben beschriebenen Definitionen sind in der US-Patentschrift Nr. 7,279,704 zu finden, die hierin vollumfänglich als Bezugsdokument aufgenommen wird.

#### KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0013]** Einige hierin bereitgestellten Ausführungsformen können eine Vorrichtung, Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung, und/oder Vorrichtungen, die durch einen Prozess hergestellt werden, der den vorrichtungsfreien (oder „ungenutzter Raum“) einer Vorrichtung reduziert oder beseitigt ohne den Qualitätsverlust durch Atmosphärenbedingungen zu erhöhen. Das heißt zum Beispiel, dass die hierin offenbarten Ausführungsformen eine Vorrichtung umfassen können, in der ein Abschnitt der Vorrichtung an oder nahe der Kante des Substrats angeordnet sein kann, ohne dass der Qualitätsverlust der Vorrichtung erhöht wird, indem ein Barrierefilm als Kantenabdichtung verwendet wird, der über mindestens einem Abschnitt der vertikalen Seite und/oder Kante des Substrats (sowie einer Seite der Vorrichtung) angeordnet ist. Durch dieses Vorgehen, kann das Eindringen durch die Schnittstelle des Barrierefilms und des Substrats (das in der Regel schneller erfolgt als durch das Barrierefilmvolumen) ausreichend lange dauern, ohne dass die Barrierefilmschicht in eine Richtung senkrecht zu einer Seite der Vorrichtung ausgedehnt werden muss, was in einigen Fällen zusätzlichen ungenutzten Raum der Vorrichtung erzeugen würde.

**[0014]** In einigen Ausführungsformen kann ein erstes Produkt bereitgestellt werden. Das erste Produkt kann ein Substrat sein, das eine erste Oberfläche, eine erste Seite und eine erste Kante aufweist, an der die erste Oberfläche auf die erste Seite trifft; und eine Vorrichtung, die über dem Substrat angeordnet ist, umfassen, wobei die Vorrichtung eine zweite Seite aufweist, an der mindestens ein erster Abschnitt der zweiten Seite innerhalb von ungefähr 3 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet ist. Das erste Produkt kann ferner einen ersten Barrierefilm umfassen, der mindestens einen Abschnitt der ersten Kante des Substrats, mindestens einen Abschnitt der ersten Seite des Substrats und mindestens den ersten Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung bedeckt.

**[0015]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, mindestens der erste Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung innerhalb von ungefähr 2 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann der erste Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung

innerhalb von ungefähr 1 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann der erste Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung innerhalb von ungefähr 0,5 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann der erste Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung innerhalb von ungefähr 0,1 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein.

**[0016]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, die Vorrichtung eine aktive Vorrichtungsfläche und eine inaktive Vorrichtungsfläche umfassen und mindestens ein Abschnitt der aktiven Vorrichtungsfläche der Vorrichtung kann innerhalb von 0,1 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein.

**[0017]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, die Vorrichtung eine aktive Vorrichtungsfläche umfassen und mindestens ein Abschnitt der aktiven Vorrichtungsfläche der Vorrichtung kann innerhalb von 0,1 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein.

**[0018]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, das Substrat eines der Folgenden umfassen: ein Glas, einen Kunststoff oder ein Metallfolienmaterial.

**[0019]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, der erste Barrierefilm ein Gemisch aus polymerem Material und nichtpolymerem Material umfassen. In einigen Ausführungsformen kann der erste Barrierefilm ein Gemisch aus polymerem Silicium und anorganischem Silicium umfassen.

**[0020]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, der erste Barrierefilm über mindestens einem Abschnitt der Vorrichtung angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann der erste Barrierefilm über der gesamten Vorrichtung angeordnet sein.

**[0021]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, die Vorrichtung eine Vielzahl von Seiten umfassen und der erste Barrierefilm kann jede der Vielzahl von Seiten der Vorrichtung bedecken. In einigen Ausführungsformen kann das Substrat eine Vielzahl von Seiten umfassen, und der erste Barrierefilm kann mindestens einen Abschnitt jeder der Vielzahl von Seiten des Substrats bedecken. In einigen Ausführungsformen kann das Substrat vier Seiten umfassen, und der erste Barrierefilm kann mindestens einen Abschnitt von mindestens zwei der Seiten des Substrats bedecken. In einigen Ausführungsformen kann der erste Barrierefilm über der gesamten Vorrichtung angeordnet sein.

**[0022]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, das erste Produkt ferner einen zweiten Barrierefilm umfassen, der über der Vorrichtung angeordnet sein kann. Der erste Barrierefilm und der zweite Barrierefilm können verschiedene Materialien umfassen. In einigen Ausführungsformen kann der zweite Barrierefilm ein Glas, einen Kunststoff, einen mit einem Barrierefilm beschichteten Kunststoff oder ein Metallfolienmaterial umfassen.

**[0023]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, das Substrat einen ersten äußeren Umfang aufweisen und die Vorrichtung kann einen zweiten äußeren Umfang aufweisen. In einigen Ausführungsformen können mindestens ungefähr 50% des zweiten äußeren Umfangs der Vorrichtung innerhalb von ungefähr 1 mm von dem ersten äußeren Umfang des Substrats angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen können mindestens ungefähr 50% des zweiten äußeren Umfangs der Vorrichtung innerhalb von ungefähr 0,1 mm von dem ersten äußeren Umfang des Substrats angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen können mindestens ungefähr 75% des zweiten äußeren Umfangs der Vorrichtung innerhalb von ungefähr 1 mm von dem ersten äußeren Umfang des Substrats angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen können mindestens ungefähr 75% des zweiten äußeren Umfangs der Vorrichtung innerhalb von ungefähr 0,1 mm von dem ersten äußeren Umfang des Substrats angeordnet sein.

**[0024]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, der erste Barrierefilm unter Verwendung von chemischer Gasphasenabscheidung CVD und einem siliciumorganischen (organosilicon) Vorläufer (precursor) abgeschieden worden sein.

**[0025]** In einigen Ausführungsformen kann das erste Produkt eines der Folgenden umfassen: eine Solarzelle, eine Dünnschichtbatterie, eine organische elektronische Vorrichtung, eine Leuchttafel oder eine Lichtquelle, die eine Leuchttafel aufweist, eine Anzeige oder eine elektronische Vorrichtung, die eine Anzeige aufweist, ein Mobiltelefon, einen Notebook-Computer, einen Tablet-Computer oder einen Fernseher.

**[0026]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, die Vorrichtung eine organische Schicht umfassen. In einigen Ausführungsformen kann die Vorrichtung eine OLED umfassen.

**[0027]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, das erste Produkt ferner eine Elektronikverpackung (electronics packaging) umfassen, bei der die Elektronikverpackung mindestens eine Abmessung aufweist, die kleiner ist als die der Vorrichtung. In einigen Ausführungsformen weist die Elektronikverpackung eine Gesamtfläche auf, die kleiner ist als die Gesamtfläche der Vorrichtung.

**[0028]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, das erste Produkt ferner eine Vielzahl von Vorrichtungen umfassen. In einigen Ausführungsformen kann jede der Vielzahl von Vorrichtungen in einem Abstand von weniger als 6,0 mm von mindestens einer der anderen Vorrichtungen angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen ist jede der Vielzahl von Vorrichtungen in einem Abstand von weniger als 4,0 mm von mindestens einer der anderen Vorrichtungen angeordnet. In einigen Ausführungsformen kann jede der Vielzahl von Vorrichtungen in einem Abstand von weniger als 2,0 mm von mindestens einer der anderen Vorrichtungen angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann jede der Vielzahl von Vorrichtungen in einem Abstand von weniger als 1,0 mm von mindestens einer der anderen Vorrichtungen angeordnet sein.

**[0029]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, in dem das erste Produkt eine Vielzahl von Vorrichtungen umfasst, die Vielzahl von Vorrichtungen auf dem gleichen Substrat angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann die Vielzahl von Vorrichtungen auf verschiedenen Substraten angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann die Vielzahl von Vorrichtungen mindestens zwei Vorrichtungen umfassen, die Licht emittieren, das eine Peakwellenlänge aufweist, die verschieden ist. In einigen Ausführungsformen kann das erste Produkt eine Anzeige umfassen.

**[0030]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, das Substrat ferner eine zweite Oberfläche umfassen und eine Vielzahl von elektrischen Leitern kann innerhalb des Substrats angeordnet sein, in dem sich jede der Vielzahl von Leitern von der ersten Oberfläche zur zweiten Oberfläche des Substrats erstreckt. In einigen Ausführungsformen kann jeder der elektrischen Leiter innerhalb eines Mikrolochs angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann das Substrat einen äußeren Umfang aufweisen und jede der Vielzahl von Leitern kann innerhalb von 1 mm von dem äußeren Umfang angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen, in denen das Substrat einen äußeren Umfang umfasst, kann mindestens einer der Leiter in einem Abstand von mehr als 1 mm von dem äußeren Umfang des Substrats angeordnet sein.

**[0031]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, das erste Produkt ferner eine Vielzahl von elektrischen Leitern umfassen, die auf der ersten Seite des Substrats angeordnet ist. In einigen Ausführungsformen kann das Substrat ferner eine zweite Oberfläche umfassen und jede der Vielzahl von Leitern kann sich von der ersten Oberfläche zur zweiten Oberfläche des Substrats erstrecken.

**[0032]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, in dem das Substrat eine zweite Oberfläche und eine Vielzahl von Leitern umfasst, die entweder innerhalb des Substrats angeordnet sind oder auf der ersten Seite des Substrats angeordnet sind, das erste Produkt ferner eine Vielzahl von Elektroden umfassen, die über dem Substrat angeordnet sind. In einigen Ausführungsformen kann jede der Vielzahl von elektrischen Leitern mit mindestens einer der Vielzahl von Elektroden elektrisch verbunden sein. In einigen Ausführungsformen kann die elektrische Verbindung zwischen der Vielzahl von Elektroden und der Vielzahl von elektrischen Leitern eine strukturierte Leiterbahn umfassen, die auf der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet ist.

**[0033]** In einigen Ausführungsformen kann ein erstes Produkt bereitgestellt werden, das ein erstes Substrat, das eine erste Oberfläche, eine erste Seite und eine erste Kante aufweist, an der die erste Oberfläche auf die Seite trifft; ein zweites Substrat, das eine erste Oberfläche, eine erste Seite und eine erste Kante aufweist, an der die erste Oberfläche auf die erste Seite trifft; und eine Vielzahl von Vorrichtungen umfasst, die eine erste Vorrichtung und eine zweite Vorrichtung umfasst. Die erste Vorrichtung kann über dem ersten Substrat angeordnet sein und eine zweite Seite aufweisen, in der mindestens ein erster Abschnitt der zweiten Seite der ersten Vorrichtung innerhalb von ungefähr 3,0 mm von der ersten Kante des ersten Substrats angeordnet ist. Das erste Produkt kann ferner einen ersten Barrierefilm umfassen, der mindestens einen Abschnitt der ersten Kante des ersten Substrats, mindestens einen Abschnitt der ersten Seite des ersten Substrats und mindestens den ersten Abschnitt der zweiten Seite der ersten Vorrichtung bedeckt. Die zweite Vorrichtung kann über dem zweiten Substrat angeordnet sein und eine zweite Seite aufweisen, in der mindestens ein erster Abschnitt der zweiten Seite der zweiten Vorrichtung innerhalb von ungefähr 3,0 mm von der ersten Kante des zweiten

Substrats angeordnet ist. Das erste Produkt kann ferner einen zweiten Barrierefilm umfassen, der mindestens einen Abschnitt der ersten Kante des zweiten Substrats, mindestens einen Abschnitt der ersten Seite des zweiten Substrats und mindestens den ersten Abschnitt der zweiten Seite der zweiten Vorrichtung bedeckt.

**[0034]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, der erste Abschnitt der zweiten Seite der ersten Vorrichtung in einem Abstand von weniger als 6,0 mm von dem ersten Abschnitt der zweiten Seite der zweiten Vorrichtung angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann der erste Abschnitt der zweiten Seite der ersten Vorrichtung in einem Abstand von weniger als 2,0 mm von dem ersten Abschnitt der zweiten Seite der zweiten Vorrichtung angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann der erste Abschnitt der zweiten Seite der ersten Vorrichtung in einem Abstand von weniger als 1,0 mm von dem ersten Abschnitt der zweiten Seite der zweiten Vorrichtung angeordnet sein.

**[0035]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, die erste Vorrichtung eine aktive Vorrichtungsfläche und eine inaktive Vorrichtungsfläche umfassen; die zweite Vorrichtung kann eine aktive Vorrichtungsfläche und eine inaktive Vorrichtungsfläche umfassen; und mindestens ein Abschnitt der aktiven Vorrichtungsfläche der ersten Vorrichtung ist in einem Abstand von weniger als 1,0 mm von mindestens einem Abschnitt der aktiven Vorrichtungsfläche der zweiten Vorrichtung angeordnet.

**[0036]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, die erste Vorrichtung eine aktive Vorrichtungsfläche und eine inaktive Vorrichtungsfläche umfassen; und mindestens ein Abschnitt der aktiven Vorrichtungsfläche der ersten Vorrichtung kann in einem Abstand von weniger als 0,01 mm von mindestens einem Abschnitt der aktiven Vorrichtungsfläche der zweiten Vorrichtung angeordnet sein.

**[0037]** Ausführungsformen können auch ein erstes Verfahren bereitstellen. Das erste Verfahren kann die Schritte des Bereitstellens eines Substrats beinhalten, das Substrat aufweisend: eine erste Oberfläche, eine erste Seite und eine erste Kante, an der die erste Oberfläche auf die erste Seite trifft; und eine Vorrichtung, die über der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet ist, wobei die Vorrichtung eine zweite Seite aufweist. Mindestens ein erster Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung kann nicht mehr als 3,0 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein. Nach dem Bereitstellen des Substrats beinhaltet das erste Verfahren ferner den Schritt des Abscheidens eines ersten Barrierefilms, um mindestens einen Abschnitt der ersten Kante des Substrats, mindestens einen Abschnitt der ersten Seite des Substrats und mindestens den ersten Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung zu bedecken.

**[0038]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, mindestens der erste Abschnitt der zweiten Seite nicht mehr als 2,0 mm von der ersten Kante angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann mindestens der erste Abschnitt der zweiten Seite nicht mehr als 1,0 mm von der ersten Kante angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann mindestens der erste Abschnitt der zweiten Seite nicht mehr als 0,5 mm von der ersten Kante angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann mindestens der erste Abschnitt der zweiten Seite nicht mehr als 0,1 mm von der ersten Kante angeordnet sein.

**[0039]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, die Vorrichtung eine aktive Vorrichtungsfläche umfassen und mindestens ein Abschnitt der aktiven Vorrichtungsfläche der Vorrichtung kann innerhalb von 0,1 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein.

**[0040]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, der erste Barrierefilm ein Gemisch aus polymerem Material und nichtpolymerem Material umfassen. In einigen Ausführungsformen kann der erste Barrierefilm ein Gemisch aus polymerem Silicium und anorganischem Silicium umfassen.

**[0041]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, der Schritt des Bereitstellens eines Substrats die folgenden Schritte beinhalten: Ritzen des Substrats an einer Vielzahl von Positionen, Abscheiden der Vorrichtung über der ersten Oberfläche des Substrats und Brechen des Substrats an der Vielzahl von geritzten Positionen. In einigen Ausführungsformen kann der Schritt des Brechens des Substrats durchgeführt werden, bevor die Vorrichtung über der ersten Oberfläche des Substrats abgeschieden wird. In einigen Ausführungsformen kann der Schritt des Brechens des Substrats durchgeführt werden, nachdem die Vorrichtung über der ersten Oberfläche des Substrats abgeschieden wurde.

**[0042]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, der Schritt des Bereitstellens eines Substrats die folgenden Schritte beinhalten: Abscheiden der Vorrichtung über der ersten Oberfläche des Substrats; nachdem die Vorrichtung abgeschieden wurde, Ritzen des Substrats und der Vor-

richtung an einer Vielzahl von Positionen; und Brechen des Substrats und der Vorrichtung an der Vielzahl von geritzten Positionen.

**[0043]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, der Schritt des Bereitstellens den Schritt des Abscheidens der Vorrichtung über der gesamten ersten Oberfläche des Substrats beinhalten. In einigen Ausführungsformen kann der Schritt des Bereitstellens eines Substrats den Schritt des Abscheidens der Vorrichtung durch eine Maske beinhalten, die eine Öffnung aufweist, die größer ist als die erste Oberfläche des Substrats.

**[0044]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, der Schritt des Bereitstellens eines Substrats die folgenden Schritte beinhalten: Abscheiden der Vorrichtung über der ersten Oberfläche des Substrats; und nachdem die Vorrichtung abgeschieden wurde, Brechen des Substrats und der Vorrichtung an einer Vielzahl von Stellen. In einigen Ausführungsformen kann der Schritt des Brechens des Substrats und der Vorrichtung das Schneiden der Vorrichtung und des Substrats umfassen.

**[0045]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, der Schritt des Bereitstellens eines Substrats die folgenden Schritte beinhalten: Abscheiden der Vorrichtung über der ersten Oberfläche des Substrats; nachdem die Vorrichtung abgeschieden wurden, Abtragen eines Abschnitts der aktiven Fläche, um die zweite Seite der Vorrichtung freizulegen; und nachdem die Vorrichtung abgeschieden wurde, Abtragen eines Abschnitts des Substrats, um die erste Seite zu freizulegen.

**[0046]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, nach dem Abscheiden des ersten Barrierefilms, das Verfahren ferner den Schritt des Brechens des Substrats umfassen.

**[0047]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, das erste Verfahren ferner den Schritt des Bildens einer Vielzahl von Leiterbahnen (conductive paths) von der ersten Oberfläche des Substrats zu einer zweiten Oberfläche des Substrats umfassen. In einigen Ausführungsformen kann der Schritt des Bildens einer Vielzahl von Leiterbahnen die folgenden Schritte beinhalten: Herstellen einer Vielzahl von Kontaktlöchern (vias) in dem Substrat von der ersten Oberfläche zu der zweiten Oberfläche; und Abscheiden von leitendem Material in jedes der Vielzahl von Kontaktlöchern.

**[0048]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, das den Schritt des Bildens einer Vielzahl von Leiterbahnen von der ersten Oberfläche des Substrats zu einer zweiten Oberfläche des Substrats umfasst, der Schritt des Bildens einer Vielzahl von Leiterbahnen das Anordnen von leitendem Material auf der ersten Seite des Substrats umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst der Schritt des Anordnens von leitendem Material auf der ersten Seite des Substrats eine von oder eine Kombination von: Direkt drucken des leitenden Materials über einen Abschnitt der ersten Seite, um die Vielzahl von Leiterbahnen zu bilden; Anordnen einer leitenden Schicht über mindestens einem Abschnitt der ersten Seite und Strukturieren der leitenden Schicht, um die Vielzahl von Leiterbahnen zu bilden; Abscheiden einer leitenden Schicht unter Verwendung eines Vakuumverfahrens, um die Vielzahl von Leiterbahnen zu bilden; und/oder Eintauchen der ersten Seite des Substrats in ein leitendes Material, um die Vielzahl von Leiterbahnen zu bilden.

**[0049]** Ausführungsformen können auch ein erstes Produkt bereitstellen, das durch ein Verfahren hergestellt wurde. Der Prozess kann die Schritte des Bereitstellens eines Substrats beinhalten, das eine erste Oberfläche, eine erste Seite und eine erste Kante aufweist, an der die erste Oberfläche auf die erste Seite trifft; und eine Vorrichtung, die über der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet ist, die eine zweite Seite aufweist, an der mindestens ein erster Abschnitt der zweiten Seite nicht mehr als 1,0 mm von der ersten Kante angeordnet ist. Der Prozess kann ferner den Schritt des Bereitstellens eines ersten Barrierefilms beinhalten, um mindestens einen Abschnitt der ersten Kante des Substrats, mindestens einen Abschnitt der ersten Seite des Substrats, und mindestens den ersten Abschnitt der zweiten Seite zu bedecken.

**[0050]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, das durch den oben beschriebenen Prozess hergestellt wurde, der erste Barrierefilm ein Gemisch aus polymerem Material und nichtpolymerem Material umfassen.

**[0051]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, das durch den oben beschriebenen Prozess hergestellt wurde, der Schritt des Abscheidens des ersten Barrierefilms die Verwendung eines siliciumorganischen Vorläufers umfassen. In einigen Ausführungsformen kann der Schritt des Abscheidens des ersten Barrierefilms chemische Gasphasenabscheidung CVD umfassen. In einigen Ausführungsformen kann die chemische Gasphasenabscheidung plasmaunterstützt sein.

**[0052]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, das durch den oben beschriebenen Prozess hergestellt wurde, in dem der Schritt des Abscheidens des ersten Barrierefilms Gasphasenabscheidung unter Verwendung eines siliciumorganischen Vorläufers umfasst, der Barrierefilm im Wesentlichen aus einem Gemisch aus polymerem Silicium und anorganischem Silicium bestehen. In einigen Ausführungsformen kann das Gewichtsverhältnis von polymerem Silicium zu anorganischem Silicium im Bereich von 95,5 bis 5:95 liegen. In einigen Ausführungsformen können das polymere Silicium und das anorganische Silicium aus dem gleichen Vorläufermaterial erzeugt werden. In einigen Ausführungsformen kann mindestens eine Dicke von 0,1  $\mu\text{m}$  des Barrierefilms unter den gleichen Reaktionsbedingungen für alle Reaktionsbedingungen in dem Abscheidungsprozess abgeschieden werden. In einigen Ausführungsformen kann die Wasserdampfdurchdringungsrate durch die Dicke von mindestens 0,1  $\mu\text{m}$  des Barrierefilms kleiner als  $10^{-6}$  g/m<sup>2</sup>/Tag sein.

**[0053]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, das durch den oben beschriebenen Prozess hergestellt wurde, in dem der Schritt des Abscheidens des ersten Barrierefilms Gasphasenabscheidung unter Verwendung eines siliciumorganischen Vorläufers umfasst, das Vorläufermaterial Hexamethyldisiloxan oder Dimethylsiloxan umfassen. In einigen Ausführungsformen kann das Vorläufermaterial eine einzige siliciumorganische Verbindung umfassen. In einigen Ausführungsformen kann das Vorläufermaterial ein Gemisch aus siliciumorganischen Verbindungen umfassen.

**[0054]** Ausführungsformen können auch ein erstes Produkt bereitstellen. Das erste Produkt kann ein Substrat, das eine erste Oberfläche, eine erste Seite und eine erste Kante aufweist, an der die erste Oberfläche auf die erste Seite trifft; und eine Vorrichtung, die über dem Substrat angeordnet ist, das eine zweite Seite aufweist, umfassen, wobei mindestens ein erster Abschnitt der zweiten Seite innerhalb von ungefähr 1,0 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet ist. Die Vorrichtung kann ein erstes organisches Material umfassen. In einigen Ausführungsformen ist kein Abschnitt der ersten Seite des ersten Substrats mit mehr als  $6 \times 10^{13}$  Atomen/cm<sup>2</sup> des ersten organischen Materials bedeckt.

**[0055]** In einigen Ausführungsformen bedeckt in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, das erste organische Material keinen Abschnitt der ersten Seite des Substrats.

**[0056]** In einigen Ausführungsformen kann das erste Produkt, wie oben beschrieben, ferner einen ersten Barrierefilm umfassen, der mindestens einen Abschnitt der ersten Kante des Substrats, mindestens einen Abschnitt der ersten Seite des Substrats und mindestens den ersten Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung bedeckt.

**[0057]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, mindestens der erste Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung innerhalb von ungefähr 0,1 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein.

**[0058]** Ausführungsformen können auch ein erstes Verfahren bereitstellen. Das erste Verfahren kann die Schritte des Bereitstellens eines Substrats beinhalten, das Substrat aufweisend: eine erste Oberfläche, eine erste Seite und eine erste Kante, an der die erste Oberfläche auf die erste Seite trifft; und eine Vorrichtung, die über einer ersten Oberfläche des Substrats angeordnet ist; und das Brechen der Vorrichtung, um eine zweite Seite der Vorrichtung freizulegen, so dass mindestens ein erster Abschnitt der Vorrichtung nicht mehr als 3,0 mm von der ersten Kante angeordnet ist. In einigen Ausführungsformen kann mindestens der erste Abschnitt der Vorrichtung nicht mehr als 2,0 mm von der ersten Kante angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann mindestens der erste Abschnitt der Vorrichtung nicht mehr als 1,0 mm von der ersten Kante angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen ist mindestens der erste Abschnitt der Vorrichtung nicht mehr als 0,1 mm von der ersten Kante angeordnet.

**[0059]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, die Vorrichtung eine aktive Vorrichtungsfläche umfassen und mindestens ein Abschnitt der aktiven Vorrichtungsfläche der Vorrichtung kann nicht mehr als 0,1 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein.

**[0060]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten oben beschriebenen Verfahren der Schritt des Bereitstellens eines Substrats, das eine erste Seite und eine erste Kante aufweist, den Schritt des Brechens des Substrates entlang der ersten Seite beinhalten. In einigen Ausführungsformen können die Schritte des Brechens des Substrats und des Brechens der Vorrichtung den gleichen Schritt umfassen.

**[0061]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten oben beschriebenen Verfahren und nach dem Schritt des Brechens der Vorrichtung, das Verfahren ferner den Schritt des Abscheidens eines ersten Barrierefilms



umfassen, so dass mindestens ein Abschnitt der ersten Kante des Substrats, mindestens ein Abschnitt der ersten Seite des Substrats und mindestens der erste Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung bedeckt wird. In einigen Ausführungsformen können die Schritte des Brechens der Vorrichtung und des Abscheidens eines ersten Barrierefilms in einem Vakuum durchgeführt werden. In einigen Ausführungsformen kann der erste Barrierefilm ein Gemisch aus polymerem Silicium und anorganischem Silicium umfassen.

**[0062]** In einigen Ausführungsformen kann der Schritt des Brechens der Vorrichtung das Schneiden der Vorrichtung umfassen.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0063]** [Fig. 1](#) zeigt eine organische Licht emittierende Vorrichtung.

**[0064]** [Fig. 2](#) zeigt eine invertierte organische Licht emittierende Vorrichtung, die keine separate Elektronentransportschicht aufweist.

**[0065]** [Fig. 3](#) zeigt einen Querschnitt einer beispielhaften Vorrichtung, die eine mehrschichtige Barriere aufweist. Die Muster (footprints) der Aufdampfmasken, die sowohl für die anorganischen als auch die polymeren Filme verwendet werden, können die gleichen sein, welche in dieser beispielhaften Vorrichtung zum Beispiel 1 mm größer ist als das Vorrichtungsmuster..

**[0066]** [Fig. 4](#) zeigt einen Querschnitt einer beispielhaften Vorrichtung, die eine mehrschichtige Barriere aufweist. Das Muster der Maske, die für den Polymerfilm verwendet wird, kann um zum Beispiel 1 mm größer sein als das Muster der Vorrichtung, und das Muster der Maske des anorganischen Films kann zum Beispiel um 1 mm größer sein als die des Polymerfilms.

**[0067]** [Fig. 5](#) zeigt einen Querschnitt einer beispielhaften Vorrichtung, die eine mehrschichtige Barriere aufweist. Die Muster der Masken, die für jeden Stapel aus anorganischem Film und Polymerfilm verwendet werden, können zum Beispiel um 1 mm größer sein als der vorhergehende Stapel. Das Muster des ersten Stapels ist, zum Beispiel 1 mm, größer als das des Vorrichtungsmusters der Vorrichtung.

**[0068]** [Fig. 6](#) ist eine Fotografie eines Siliciumwafers, der in einem plasmaunterstützten Gasphasenabscheidungssystem (PECVD) vertikal auf eine Substratelektrode montiert ist.

**[0069]** [Fig. 7](#) ist eine Querschnittsansicht eines beispielhaften Geräts zur plasmaunterstützten Gasphasenabscheidung gemäß einigen Ausführungsformen.

**[0070]** [Fig. 8](#) ist eine beispielhaftes Diagramm der Versuchsergebnisse, die die halblogarithmische Skala der Filmdicke ( $\log(t)$ ) mit der Länge korrelieren, wobei die „Länge“ dem Abstand von einer RF-Elektrode zu einem Substrat in einen beispielhaften Gasphasen-Abscheidungsprozess entspricht.

**[0071]** [Fig. 9](#) ist eine Querschnittsansicht einer beispielhaften Vorrichtung gemäß einigen Ausführungsformen.

**[0072]** [Fig. 10](#) ist eine Illustration einer beispielhaften Konfiguration elektrischer Leiter von einer ersten Oberfläche eines Substrats zu einer zweiten Oberfläche des Substrats gemäß einigen Ausführungsformen.

**[0073]** [Fig. 11](#) ist eine Illustration einer beispielhaften Konfiguration elektrischer Leiter von einer ersten Oberfläche eines Substrats zu einer zweiten Oberfläche des Substrats gemäß einigen Ausführungsformen.

**[0074]** [Fig. 12\(a\)](#) und (b) zeigen eine beispielhafte mobile Vorrichtung gemäß einigen Ausführungsformen.

**[0075]** [Fig. 13](#) umfasst zwei Fotografien einer Versuchsvorrichtung direkt nach der Herstellung gemäß einigen Ausführungsformen.

**[0076]** [Fig. 14](#) umfasst zwei Fotografien der Versuchsvorrichtung aus [Fig. 13](#), [Fig. 21](#) Stunden nach der Herstellung gemäß einigen Ausführungsformen.

**[0077]** [Fig. 15\(a\)](#) bis (d) zeigen eine beispielhafte Vorrichtung und einen beispielhaften Herstellungsprozess gemäß einigen Ausführungsformen.

**[0078]** **Fig. 16** zeigt eine beispielhafte Vorrichtung und einen beispielhaften Herstellungsprozess gemäß einigen Ausführungsformen.

**[0079]** **Fig. 17** zeigt eine beispielhafte Vorrichtung und einen beispielhaften Herstellungsprozess gemäß einigen Ausführungsformen.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0080]** Im Allgemeinen umfasst eine OLED mindestens eine organische Schicht, die dazwischen angeordnet und elektrisch mit einer Anode und einer Kathode verbunden ist. Wenn ein Strom angelegt wird, injiziert die Anode Löcher und die Kathode injiziert Elektronen in die organische(n) Schicht(en). Die injizierten Löcher und Elektronen wandern jeweils zur entgegengesetzt geladenen Elektrode. Wenn ein Elektron und ein Loch auf dem gleichen Molekül lokalisiert sind, wird ein „Exciton“ gebildet, welches ein lokalisiertes Elektron-Loch-Paar ist, das einen angeregten Energiezustand aufweist. Licht wird emittiert, wenn sich das Exciton über einen Photoemissionsmechanismus relaxiert. In einigen Fällen kann das Exciton auf einem Excimer oder einem Exciplex lokalisiert sein. Strahlungslose Mechanismen, wie etwa thermische Relaxation, können ebenfalls auftreten, werden aber im Allgemeinen als unerwünscht angesehen.

**[0081]** Die ersten OLEDs verwendeten emittierende Moleküle, die aus ihren Singulettzuständen Licht emittieren („Fluoreszenz“), wie zum Beispiel in der US-Patentschrift Nr. 4,769,292 offenbart, die hierin vollumfänglich als Bezugsdokument aufgenommen wird. Fluoreszenzemission findet im Allgemeinen in einem Zeitrahmen von weniger als 10 Nanosekunden statt.

**[0082]** In jüngerer Zeit wurden OLEDs nachgewiesen, die emittierende Materialien aufweisen, die Licht aus Triplettzuständen emittieren („Phosphoreszenz“). Baldo et al., „Highly Efficient Phosphorescent Emission from Organic Electroluminescent Devices,” *Nature*, vol. 395, 151–154, 1998; („Baldo-I“) und Baldo et al., „Very high-efficiency green organic light-emitting devices based on electrophosphorescence,” *Appl. Phys. Lett.*, vol. 75, No. 3, 4–6 (1999) („Baldo-II“), die hierin vollumfänglich als Bezugsdokumente aufgenommen werden. Phosphoreszenz wird ausführlicher in der US-Patentschrift Nr. 7,279,704 in den Spalten 5–6 beschrieben, die hierin als Bezugsdokumente aufgenommen werden.

**[0083]** **Fig. 1** zeigt eine organische Licht emittierende Vorrichtung **100**. Die Figuren sind nicht zwangsläufig maßstabsgetreu gezeichnet. Vorrichtung **100** kann ein Substrat **110**, eine Anode **115**, eine Lochinjektionsschicht **120**, eine Lochtransportschicht **125**, eine Elektronenblockierungsschicht **130**, eine emittierende Schicht **135**, eine Lochblockierungsschicht **140**, eine Elektronentransportschicht **145**, eine Elektroneninjectionsschicht **150**, eine Schutzschicht **155** und eine Kathode **160** beinhalten. Kathode **160** ist eine Verbundkathode mit einer ersten leitenden Schicht **162** und einer zweiten leitenden Schicht **164**. Die Vorrichtung **100** kann hergestellt werden, indem die beschriebenen Schichten in der richtigen Reihenfolge abgeschieden werden. Die Eigenschaften und Funktionen dieser verschiedenen Schichten sowie Beispielmateriale werden ausführlicher in der US-Patentschrift Nr. 7,279,704 in den Spalten 6–10 beschrieben, die hierin als Bezugsdokumente aufgenommen werden.

**[0084]** Weitere Beispiele für jede dieser Schichten stehen zur Verfügung. Zum Beispiel wird eine flexible und transparente Substrat-Anoden-Kombination in der US-Patentschrift Nr. 5,844,363 offenbart, die hierin vollumfänglich als Bezugsdokument aufgenommen wird. Ein Beispiel für eine p-dotierte Lochtransportschicht ist m-MTDATA, dotiert mit F<sub>4</sub>-TCNQ in einem Molverhältnis von 50:1, wie in der US-Patentanmeldung Nr. 2003/0230980 offenbart, die hierin vollumfänglich als Bezugsdokument aufgenommen wird. Beispiele für emittierende Materialien und Wirtsmaterialien werden in der US-Patentschrift Nr. 6,303,238 an Thompson et al. offenbart, die hierin vollumfänglich als Bezugsdokument aufgenommen wird. Ein Beispiel für eine n-dotierte Elektronentransportschicht ist BPhen, dotiert mit Li in einem Molverhältnis von 1:1, wie in der US-Patentanmeldung Nr. 2003/0230980 offenbart, die hierin vollumfänglich als Bezugsdokument aufgenommen wird. Die US-Patentschriften Nr. 5,703,436 und 5,707,745, die hierin vollumfänglich als Bezugsdokumente aufgenommen werden, offenbaren Beispiele für Kathoden, die Verbundkathoden mit einer Dünnschicht aus Metall, wie etwa Mg:Ag, mit einer darüber liegenden transparenten, elektrisch leitenden, durch Sputtern abgeschiedenen ITO-Schicht enthalten. Die Theorie und die Verwendung von Blockierungsschichten wird ausführlicher in der US-Patentschrift Nr. 6,097,147 und der US-Patentanmeldung Nr. 2003/0230980 beschrieben, die hierin vollumfänglich als Bezugsdokumente aufgenommen werden. Beispiele für Injektionsschichten werden in der US-Patentanmeldung Nr. 2004/0174116 bereitgestellt, die hierin vollumfänglich als Bezugsdokument aufgenommen wird. Eine Beschreibung von Schutzschichten kann in der US-Patentanmeldung Nr. 2004/0174116 gefunden werden, die hierin vollumfänglich als Bezugsdokument aufgenommen wird.

**[0085]** [Fig. 2](#) zeigt eine invertierte OLED **200**. Die Vorrichtung beinhaltet ein Substrat **210**, eine Kathode **215**, eine emittierende Schicht **220**, eine Lochtransportschicht **225** und eine Anode **230**. Vorrichtung **200** kann hergestellt werden, indem die beschriebenen Schichten in der richtigen Reihenfolge abgeschieden werden. Da die häufigste OLED-Konfiguration eine Kathode aufweist, die über der Anode angeordnet ist, und Vorrichtung **200** eine Kathode **215** aufweist, die unter Anode **230** angeordnet ist, kann **200** als eine „invertierte“ OLED bezeichnet werden. Materialien, ähnlich jenen, die bezogen auf Vorrichtung **100** beschrieben werden, können in den entsprechenden Schichten von Vorrichtung **200** verwendet werden. [Fig. 2](#) stellt ein Beispiel dafür bereit, wie einige Schichten aus der Struktur von Vorrichtung **100** weggelassen werden können.

**[0086]** Die einfach geschichtete Struktur, die in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) illustriert wird, wird als nicht beschränkendes Beispiel bereitgestellt und es versteht sich, dass Ausführungsformen der Erfindung in Verbindung mit zahlreichen anderen Strukturen verwendet werden können. Die beschriebenen spezifischen Materialien und Strukturen dienen als Beispiel und es können andere Materialien und Strukturen verwendet werden. Funktionelle OLEDs können erhalten werden, indem auf verschiedene Arten beschriebene, unterschiedliche Schichten kombiniert werden, oder es können Schichten auf der Basis von Design, Leistung und Kostenfaktoren ganz weggelassen werden. Andere, nicht spezifisch beschriebene Schichten können ebenfalls eingefügt werden. Es können andere Materialien als die spezifisch beschriebenen verwendet werden. Auch wenn viele der hierin bereitgestellten Beispiele verschiedene Schichten beschreiben, die nur ein einziges Material umfassen, versteht es sich, dass Kombinationen aus Materialien, wie etwa ein Gemisch aus Wirt und Dotierungsmittel, oder allgemeiner ein Gemisch, verwendet werden kann. Die Schichten können auch verschiedene Teilschichten aufweisen. Die Namen, mit denen die verschiedenen Schichten hierin bezeichnet werden, sind nicht als strikt beschränkend anzusehen. Zum Beispiel transportiert in Vorrichtung **200** die Lochtransportschicht **225** Löcher und injiziert Löcher in die emittierende Schicht **220** und kann als eine Lochtransportschicht oder eine Lochinjektionsschicht beschrieben werden. In einer Ausführungsform kann eine OLED als eine „organische Schicht“ aufweisend beschrieben werden, die zwischen einer Kathode und einer Anode angeordnet ist. Diese organische Schicht kann eine einzige Schicht umfassen oder sie kann ferner mehrere Schichten aus verschiedenen organischen Materialien umfassen, wie zum Beispiel bezogen auf [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) beschrieben.

**[0087]** Es können auch Strukturen und Materialien verwendet werden, die nicht spezifisch beschrieben werden, wie etwa OLEDs, die aus Polymermaterialien (PLEDs) bestehen, wie sie etwa in der US-Patentschrift Nr. 5,247,190 an Friend et al. beschrieben werden, die hierin vollumfänglich als Bezugsdokument aufgenommen wird. Als weiteres Beispiel können OLEDs verwendet werden, die eine einzige organische Schicht aufweisen. OLEDs können gestapelt werden, wie es zum Beispiel in der US-Patentschrift Nr. 5,707,745 an Forrest et al. beschrieben wird, die hierin vollumfänglich als Bezugsdokument aufgenommen wird. Die OLED-Struktur kann von der einfach geschichteten Struktur abweichen, die in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) illustriert ist. Zum Beispiel kann das Substrat eine winkelige reflektierende Oberfläche beinhalten, um die Auskopplung zu verbessern, wie etwa eine Mesastruktur, wie sie in der US-Patentschrift Nr. 6,091,195 an Forrest et al. beschrieben wird, und/oder eine Struktur mit Vertiefungen, wie sie in der US-Patentschrift Nr. 5,834,893 an Bulovic et al. beschrieben wird, die hierin vollumfänglich als Bezugsdokumente aufgenommen werden.

**[0088]** Wenn nicht anders angegeben, kann jede der Schichten der verschiedenen Ausführungsformen mit jedem geeigneten Verfahren abgeschieden werden. Für die organischen Schichten beinhalten bevorzugte Verfahren thermisches Verdampfen, Tintenstrahl, wie etwa in den US-Patentschriften Nr. 6,013,982 und 6,087,196 beschrieben, die hierin vollumfänglich als Bezugsdokumente aufgenommen werden, organische Gasphasenabscheidung (OVPD), wie in der US-Patentschrift Nr. 6,337,102 an Forrest et al. beschrieben, die hierin vollumfänglich als Bezugsdokument aufgenommen wird, und Abscheidung mittels organischem Gasphasenstrahlendruck (Organic Vapor Jet Printing = OVJP), wie in der US-Patentanmeldung Seriennr. 10/233,470 beschrieben, die hierin vollumfänglich als Bezugsdokument aufgenommen wird. Andere geeignete Abscheidungsverfahren beinhalten Schleuderbeschichtung (spin coating) und andere lösungsbasierte Prozesse. Lösungsbasierte Prozesse werden bevorzugt in Stickstoff oder einer inerten Atmosphäre durchgeführt. Für die anderen Schichten beinhalten bevorzugte Verfahren thermisches Verdampfen. Bevorzugte Strukturierungsverfahren beinhalten Abscheidung durch eine Maske, Kaltschweißen, wie in den US-Patentschriften Nr. 6,294,398 und 6,468,819 beschrieben, die hierin vollumfänglich als Bezugsdokumente aufgenommen werden, und Strukturierung, die mit einigen der Abscheidungsverfahren, wie etwa Tintenstrahl und OVJP, verbunden ist. Es können auch andere Verfahren verwendet werden. Die abzuscheidenden Materialien können modifiziert werden, damit sie mit einem speziellen Abscheidungsverfahren kompatibel werden. Zum Beispiel können Substituenten, wie etwa Alkyl- und Arylgruppen, die verzweigt oder unverzweigt sind und bevorzugt mindestens 3 Kohlenstoffe enthalten, in kleinen Molekülen verwendet werden, um sie für eine Prozessierung aus Lösung besser geeignet zu machen. Substituenten mit 20 Kohlenstoffen oder mehr können verwendet werden und 3 bis 20 Kohlenstoffe sind ein bevorzugter Bereich. Materialien mit asymmetrischen Strukturen können eine bessere Prozessier-

barkeit in Lösung aufweisen als solche, die symmetrische Strukturen aufweisen, da asymmetrische Materialien eine geringere Umkristallisierungstendenz aufweisen können. Dendrimersubstituenten können verwendet werden, um kleine Moleküle für eine Prozessierung aus Lösung besser geeignet zu machen.

**[0089]** Vorrichtungen, die gemäß den Ausführungsformen der Erfindung hergestellt wurden, können in eine Vielzahl von Konsumprodukten integriert werden, einschließlich Flachbildschirme, Computermonitore, Fernseher, Werbetafeln, Lampen zur Innen- und Außenbeleuchtung und/oder zur Signalgebung, Headup-Displays, volltransparente Bildschirme, flexible Bildschirme, Laserdrucker, Telefone, Mobiltelefone, PDA-Computer (PDAs), Laptop-Computer, Digitalkameras, Camcorder, Sucher, Mikrodisplays, Fahrzeuge, ein großes Wandfeld (large area wall), einen Theater- oder Stadionbildschirm, Beleuchtungskörper oder ein Schild. Es können verschiedene Steuermechanismen verwendet werden, um Vorrichtungen zu steuern, die gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt wurden, einschließlich passive Matrix und aktive Matrix. Viele der Vorrichtungen sind zur Verwendung in einem Temperaturbereich bestimmt, der für den Menschen angenehm ist, wie etwa 18 Grad C bis 30 Grad C und stärker bevorzugt bei Raumtemperatur (20 bis 25 Grad C).

**[0090]** Die hierin beschriebenen Materialien und Strukturen können in Vorrichtungen Anwendungen finden, die keine OLEDs sind. Zum Beispiel können andere optoelektronische Vorrichtungen, wie etwa organische Solarzellen und organische Photodetektoren die Materialien und Strukturen nutzen. Allgemeiner können organische Vorrichtungen, wie etwa organische Transistoren, die Materialien und Strukturen nutzen.

**[0091]** Die Begriffe Halo, Halogen, Alkyl, Cycloalkyl, Alkenyl, Alkynyl, Aryl, heterocyclische Gruppe, Aryl, aromatische Gruppe und Heteroaryl sind im Fachgebiet bekannt und werden in der US-Patentschrift 7,279,704 in den Spalten 31–32 beschrieben, die hierin als Bezugsdokumente aufgenommen werden.

**[0092]** Wie hierin verwendet, kann sich die „aktive Vorrichtungsfläche“ einer Vorrichtung auf den Abschnitt der Vorrichtung beziehen, in dem Elektronen, Löcher und/oder Photonen erzeugt oder absorbiert werden und sie kann ein oder mehrere organische und/oder halbleitende Materialien (wie etwa organische Halbleiter oder dotiertes Silicium) umfassen. Für organische elektronische Vorrichtungen kann die aktive Vorrichtungsfläche eine oder mehrere organische Schichten umfassen. Zum Beispiel kann sich die aktive Vorrichtungsfläche einer OLED auf die emittierende Fläche der Vorrichtung (d. h. den Abschnitt der Vorrichtung, der Licht emittiert) beziehen und kann ein organisches Elektrolumineszenzmaterial beinhalten. Die aktive Vorrichtungsfläche einer Solarzelle kann sich auf den Abschnitt der Vorrichtung beziehen, in dem Photonen absorbiert und Elektronen freigesetzt werden (z. B. kann sie sich auf den Abschnitt der Vorrichtung beziehen, der ein Halbleitermaterial umfasst). Für eine Dünnschichtbatterie kann sich die aktive Vorrichtungsfläche auf den Elektrolyten beziehen und kann zum Beispiel Lithiumphosphoroxynitrid umfassen. Dies sind nur ein paar Beispiele für aktive Vorrichtungsflächen beispielhafter Vorrichtungen und es sollte sich verstehen, dass die hierin offenbarten Ausführungsformen nicht darauf begrenzt sind.

**[0093]** Wie hierin verwendet, kann sich der Begriff „ungefähr“ auf einschließlich plus oder minus 10 Prozent beziehen. Somit kann der Ausdruck „ungefähr 10 mm“ so verstanden werden, dass er einschließlich 9 mm bis 11 mm meint.

**[0094]** Wie hierin verwendet kann sich ein „Barrierefilm“ oder eine „Barrierschicht“ auf eine Schicht aus einem Material beziehen, das verwendet werden kann, um die Permeation von Gasen, Dämpfen und/oder Feuchtigkeit (oder anderen Stäuben aus der Umwelt) in die aktive Vorrichtungsfläche der Vorrichtung zu verringern, um die Lebensdauer zu verlängern und/oder den Leistungsverlust zu reduzieren. In einigen Ausführungsformen kann der Barrierefilm eine Hybridschicht umfassen, die ein Gemisch aus einem polymeren Material und einem nichtpolymeren Material umfasst. Wie hierin verwendet, bezieht sich der Begriff „nichtpolymer“ auf ein Material, das aus Molekülen mit einer gut definierte chemischen Formel mit einer einzigen, gut definierten relativen Molekülmasse besteht. Ein „nichtpolymere“ Molekül kann eine signifikant große Molmasse aufweisen. In einigen Fällen kann ein nichtpolymere Molekül Wiederholungseinheiten beinhalten. Wie hierin verwendet, bezieht sich der Begriff „polymer“ auf ein Material, das aus Molekülen besteht, die Wiederholungsuntereinheiten aufweisen, die kovalent gebunden sind, und das eine Molmasse aufweist, die von Molekül zu Molekül variieren kann, da die Polymerisierungsreaktion zu verschiedenen Anzahlen an Wiederholungseinheiten für jedes Molekül führen kann. Zum Beispiel kann in einigen Ausführungsformen der Barrierefilm ein Gemisch aus polymerem Silicium und anorganischem Silicium umfassen. Beispiele für Barrierefilme werden im Folgenden ausführlicher beschrieben.

**[0095]** Wie hierin verwendet, kann die „Randfläche“ (d. h. der ungenutzte Raum) der Vorrichtung die Kombination der „inaktiven Vorrichtungsfläche“ und der „vorrichtungsfreien (non-device) Kantenfläche“ umfassen.

Wie in diesem Kontext verwendet, kann sich die „Dicke“ der Randfläche auf den Abstand von dem Vorrichtungsmuster zur Kante der Randfläche beziehen (die in einigen Ausführungsformen auch die Kante des Substrats umfassen kann) in einer Richtung, die sich senkrecht zu einer Seite des Vorrichtungsmusters befindet.

**[0096]** Wie hierin verwendet, ist der Begriff „umfassend“ als nicht beschränkend anzusehen, kann aber eine Übergangsprase sein, synonym mit „einschließlich“, „enthaltend“ oder „gekennzeichnet durch“. Der Begriff „umfassend“ kann dadurch einschließend oder erweiterbar sein und schließt zusätzliche, nicht genannte Elemente oder Verfahrensschritte nicht aus, wenn er in einem Anspruch verwendet wird. Beim Beschreiben eines Verfahrens zeigt „umfassend“ zum Beispiel an, dass der Anspruch erweiterbar ist und zusätzliche Schritte ermöglicht. Beim Beschreiben einer Vorrichtung, kann „umfassend“ bedeuten, dass ein genanntes Element (genannte Elemente) in einer Ausführungsform wesentlich ist (sind), aber es können auch andere Elemente zugefügt werden und weiterhin ein Konstrukt innerhalb des Schutzbereichs eines Anspruchs bilden. Dagegen schließt der Übergangsausdruck „bestehend aus“ jedes Element, jeden Schritt oder jeden Bestandteil aus, der in einem Anspruch nicht spezifiziert wird. Dies ist konsistent mit der Verwendung des Begriffs in der gesamten Spezifikation.

**[0097]** Wie hierin verwendet, kann eine „Vorrichtung“ jede Komponente umfassen, die (entweder als einzelne Schicht oder in mehreren Schichten) über einem Substrat abgeschieden werden kann (können) und eine gewünschte Funktionalität bereitstellen können, basierend auf dem Anlegen einer Spannung, eines Stroms oder einer Photonenexposition (z. B. Solarzelle). Die Vorrichtung kann eine „aktive Vorrichtungsfläche“ (in der Elektronen, Löcher und/oder Photonen erzeugt oder absorbiert werden) und eine „inaktive Vorrichtungsfläche“ umfassen. Bezugnehmend auf eine organische Vorrichtung zu Illustrationszwecken, kann sich die „Vorrichtung“ auf eine oder mehrere organische Schichten, eine oder mehrere isolierende Gitterschichten, Elektroden und alle Schichten beziehen, die zwischen den Elektroden angeordnet sind, wie in den Beispielen aus [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt. Ein Beispiel für eine Vorrichtung ist eine OLED. Wie hierin verwendet, beinhaltet die Vorrichtung keinen elektrischen Kontakt (keine elektrischen Kontakte), der (die) sich von der aktiven Vorrichtungsfläche weg und in die inaktive Vorrichtungsfläche erstreckt (erstrecken). Das heißt, dass zum Beispiel jeder Abschnitt einer oder mehrerer Elektroden, der sich derart erstreckt, dass er nicht innerhalb des Vorrichtungsmusters (device footprint) angeordnet ist, keinen Abschnitt der Vorrichtung umfasst (z. B. können solche Abschnitte einen elektrischen Kontakt bilden).

**[0098]** Wie hierin verwendet, kann sich das „Vorrichtungsmuster“ auf die Gesamtfläche der „aktiven Vorrichtungsfläche“ der Vorrichtung und die „inaktive Vorrichtungsfläche“ der Vorrichtung beziehen. Bezugnehmend auf eine organische Vorrichtung zu Illustrationszwecken, kann sich das Vorrichtungsmuster auf den Abschnitt der Vorrichtung beziehen, in dem eine oder mehrere organische Schichten (d. h. das organische Muster) und/oder eine oder mehrere isolierende Gitterschichten über dem Substrat angeordnet sind.

**[0099]** Wie hierin verwendet, kann sich die „inaktive Vorrichtungsfläche“ einer Vorrichtung auf Abschnitte der Vorrichtung beziehen, die eine oder mehrere Schichten aus Materialien umfassen (wie etwa organische Schichten), die in der aktiven Fläche ebenfalls enthalten sind, die keinen Teil der Vorrichtung umfassen, indem Elektronen, Löcher und/oder Photonen erzeugt oder absorbiert werden (d. h. sie ist nicht Teil der aktiven Vorrichtungsfläche der Vorrichtung). Zum Beispiel kann mit Bezug auf eine OLED die inaktive Vorrichtungsfläche eine oder mehrere organische Schichten und/oder einen Abschnitt einer Elektrode beinhalten, aber dieser Abschnitt der Vorrichtung kann keine der anderen organischen Schicht(en) (oder Elektrode(n)) beinhalten und emittiert daher kein Licht. Die inaktive Vorrichtungsfläche ist häufig, aber nicht immer, das Ergebnis der Abscheidung einer organischen Schicht auf eine Weise, dass sie sich über die Kanten einer der Elektroden erstreckt, um die Wahrscheinlichkeit eines Kurzschlusses zu verhindern oder zu reduzieren. In einigen Fällen kann eine isolierende Schicht (z. B. eine „Gitterschicht“) über dem Substrat und einem Abschnitt einer Elektrode auf eine Weise angeordnet werden, dass sie die leitenden Schichten der Vorrichtung elektrisch isoliert. Diese Flächen emittieren im Allgemeinen kein Licht und würden daher einen Abschnitt der „inaktive Vorrichtungsfläche“ umfassen. In den meisten Fällen ist die inaktive Vorrichtungsfläche der Vorrichtung benachbart zu einer oder mehreren Seiten der aktiven Vorrichtungsfläche angeordnet. Die Ausführungsformen sind jedoch nicht darauf beschränkt und in einigen Fällen kann eine Vorrichtung inaktive Vorrichtungsflächen aufweisen, die zwischen aktiven Vorrichtungsflächen angeordnet sind (z. B. kann eine AMOLED-Anzeige nicht emittierende Flächen zwischen Pixeln aufweisen, die „inaktive Vorrichtungsflächen“ umfassen).

**[0100]** Wie hierin verwendet, kann sich eine „vorrichtungsfreie Kantenfläche“ auf die Fläche um die Vorrichtungsmusterfläche beziehen – das heißt, den Abschnitt eines Produkts, der die „aktive Vorrichtungsfläche“ oder die „inaktive Vorrichtungsfläche“ der Vorrichtung nicht enthält. Zum Beispiel kann die vorrichtungsfreie Kantenfläche weder eine noch mehrere Schichten der aktiven Vorrichtungsfläche der Vorrichtung umfassen.

Unter Bezugnahme auf organische elektronische Vorrichtungen, kann sich die vorrichtungsfreie Kantenfläche auf den Abschnitt des Produkts beziehen, der in der Regel keine organische Schicht oder keine isolierende Schicht umfasst (wie etwa eine Gitterschicht, die über einer der Elektroden der OLED angeordnet ist). Zum Beispiel kann sich die vorrichtungsfreie Kantenfläche auf die nicht emittierenden Flächen der OLED beziehen, die keinen Teil der inaktiven Vorrichtungsfläche umfassen (z. B. Die vorrichtungsfreie Kantenfläche kann die Abschnitte des Produkts beinhalten, in denen einer oder mehrere Barrierefilme oder -schichten entlang einer Seite des Vorrichtungsmusters angeordnet sind.

**[0101]** Wie hierin verwendet, kann sich die „senkrechte Länge“ des Barrierefilms auf den Abstand von einem Abschnitt des Barrierefilms, der am nächsten an dem Vorrichtungsmuster angeordnet ist (z. B. benachbart zu der aktiven Vorrichtungsfläche oder in einigen Fällen der inaktiven Vorrichtungsfläche) zu einem anderen Abschnitt des Barrierefilms beziehen, der am weitesten weg von dem Vorrichtungsmuster angeordnet ist (z. B. einer Kante des Barrierefilms) in einer Richtung, die senkrecht zu der Seite des Vorrichtungsmusters und parallel zu der Oberfläche des Substrats verläuft, über dem die Vorrichtung angebracht ist. Anders ausgedrückt, kann die senkrechte Länge ein Maß für den Abstand sein, in dem sich der Barrierefilm von dem Vorrichtungsmuster weg erstreckt. Der Grund für die Verwendung der „Seite“ des Vorrichtungsmusters zur Bestimmung der senkrechten besteht im Allgemeinen darin, die Eckeneffekte auszuschließen, bei denen die Länge des Barrierefilms aufgrund der Form des Vorrichtungsmusters variieren kann. Somit kann im Allgemeinen die senkrechte Länge der Länge des Barrierefilms entsprechen, der angeordnet ist, um Beständigkeit gegen das horizontale Eindringen von Feuchtigkeit (und anderer Kontaminanten) in die aktive Vorrichtungsfläche bereitzustellen.

**[0102]** Wie hierin verwendet, wird der Begriff „Produkt“ als einschließender Begriff verwendet, der eine Vorrichtung (wie etwa eine OLED, Dünnschichtbatterie, Solarzelle usw.) mit zusätzlichen Komponenten oder Komponenten (z. B. darauf angeordneten Barrierschichten), eine Vielzahl von Vorrichtungen, die auf einem einzigen Substrat oder mehreren Substraten oder einer einzigen Vorrichtung angeordnet oder aufgebaut sind, umfassen kann. Somit kann in einigen Fällen ein „Produkt“ austauschbar mit „Vorrichtung“ oder „elektronischer Vorrichtung“ verwendet werden. Ein Produkt kann Vorrichtungen für Konsumenten (wie oben definiert) beinhalten.

**[0103]** Es wird darauf hingewiesen, dass auch wenn sich unten beschriebene Ausführungsformen auf organische Vorrichtungen, wie etwa OLEDs, beziehen können, die Ausführungsformen nicht darauf beschränkt sind. Die Erfinder haben herausgefunden, dass Barrierefilme, die wie unten beschrieben als Kantenabdichtung angeordnet sind im Allgemeinen in jeder elektronischen Dünnschichtvorrichtung verwendet werden können, insbesondere in jenen, die eine Komponente (oder Komponenten) aufweisen können, die gegenüber Permeanten aus der Umwelt, wie etwa Wasserdampf, sensitiv ist (sind). Darüber hinaus haben die Erfinder herausgefunden, dass die Anordnung und Konfiguration eines Barrierefilms, wie hierin beansprucht, der als Kantenabdichtung verwendet wird, Vorrichtungen bereitstellen kann, bei denen die Vorrichtung innerhalb von 3,0 mm (bevorzugt weniger als 2,0 mm; stärker bevorzugt weniger als 1,0 mm; und stärker bevorzugt weniger als 0,1 mm) von einer Kante des Substrats angeordnet sein kann, und dabei noch immer eine angemessene Leistung und Lebensdauer der Vorrichtung bereitstellen kann. Diese Reduktion beim Abstand zwischen einer Seite der Vorrichtung und einer Kante des Substrats kann die Größe der vorrichtungsfreien Fläche solcher Vorrichtungen reduzieren und dadurch potentiell die Gesamtgröße einer elektronischen Vorrichtung reduzieren, die den Barrierefilm, der wie hierin beschrieben angeordnet ist, umfasst. In einigen Fällen, kann diese aktive Vorrichtungsfläche einer Vorrichtung innerhalb von 0,1 mm von der Kante des Substrats angeordnet sein (die ferner das Auftreten jeder Randfläche reduzieren kann, egal, ob sie durch die vorrichtungsfreie Kantenfläche (z. B. einer Barrierschicht) oder einer inaktiven Vorrichtungsfläche der Vorrichtung (z. B. einer Gitterschicht) erzeugt wurde.

**[0104]** Es wird darauf hingewiesen, dass auch wenn sich unten beschriebene Ausführungsformen auf organische Vorrichtungen, wie etwa OLEDs, beziehen können, die Ausführungsformen nicht darauf beschränkt sind. Die Erfinder haben herausgefunden, dass Barrierefilme, wie hierin bereitgestellt, allgemein in jeder elektronischen Dünnschichtvorrichtung verwendet werden können, insbesondere jenen, die eine Komponente (oder Komponenten) aufweisen können, die gegenüber Permeanten aus der Umwelt, wie etwa Wasserdampf, sensitiv ist (sind). Darüber hinaus haben die Erfinder gefunden, dass es der beispielhafte Barrierefilm ermöglichen kann, dass Vorrichtungen innerhalb von 3,0 mm (bevorzugt innerhalb von 2,0 mm; und stärker bevorzugt innerhalb von 1,0 mm) einer Kante des Substrats angeordnet sein können, und dabei noch immer eine angemessene Leistung und Lebensdauer der Vorrichtung bereitstellen können.

**[0105]** Im Allgemeinen können elektronische Vorrichtungen mit feuchtigkeitssensitiven elektronischen Komponenten (wie etwa wasserdampfsensitive Elektroden) bei der Lagerung aufgrund der Atmosphärenbedingungen Qualitätsverluste erleiden. Der Qualitätsverlust kann in Form von dunklen Flecken auftreten, die durch das Eindringen von Wasserdampf und Sauerstoff senkrecht durch das Volumen (bulk) einer Dünnschichtverkap-

selung (Thin film encapsulation TFE) (oder durch Partikel, die in die TFE eingebettet sind) oder durch das Eindringen von Wasserdampf und Sauerstoff horizontal durch die Kante des TFE hervorgerufen werden. Die TFE kann hierin auch als Barrierschicht oder Barrierefilm bezeichnet werden. Das Eindringen von Wasserdampf durch die Kante findet in der Regel entweder über die horizontale Permeation der Permeanten (z. B. Wasserdampfmoleküle) durch die TFE selbst (vgl., z. B. [Fig. 6, 604](#) unten beschrieben) oder über die horizontale Permeation der Permeanten durch die Schnittstelle zwischen der TFE und dem darunter liegenden Substrat statt (vgl. z. B., [Fig. 6, 605](#) unten beschrieben). Die Erfinder haben dadurch gefunden, dass es bevorzugt ist, das eine TFE, die einen Kantenabdichtung für eine elektronische Vorrichtung bereitstellt, beide Arten horizontaler Permeationen (d. h. Permeation durch die Schicht selbst und Permeation an der Schnittstelle zwischen der Schicht und dem Substrat) reduziert. Im Hinblick darauf umfassen die hierin bereitgestellten Ausführungsformen eine Kantenabdichtung, die eine verbesserte Leistung bereitstellen kann und für elektronische Vorrichtungen verwendet werden kann, die auf Atmosphärenbedingungen, wie etwa Feuchtigkeit sensitiv reagieren können.

**[0106]** Vorherige Kantenabdichtungen, die in großem Umfang genutzt wurden, verwendeten mehrschichtige Barrieren. Zum Beispiel umfassten viele Vorrichtungen mehrschichtige Barrieren, die aus sich abwechselnden Schichten aus anorganischen und polymeren Filmen bestanden. Diese Barrieren arbeiten nach einem Prinzip, bei dem das Erreichen der Vorrichtung durch die Permeantenmoleküle verzögert wird, indem die Barrieren einen langen und gewundenen Diffusionsweg bilden. Einige Beispiele für diese mehrschichtigen Barrieren werden unten beschrieben.

**[0107]** Eine der vorherigen Verfahren zur Verkapselung einer Vorrichtung mit einer mehrschichtigen Barriere nutzt die gleiche Maske sowohl für die anorganischen als auch die polymeren Filme; die Größe der Maske ist jedoch größer als das Muster einer Vorrichtung, so dass eine gewisse Barriere gegen das Eindringen an den Kanten bereitgestellt wird (und auch eine Maskenanordnungstoleranz ermöglicht wird). Wenn wir von einer Anordnungstoleranz von 500 µm (was für die meisten Herstellungsprozesse ein angemessener Wert ist) sowohl für die Vorrichtungsmaske (z. B. die Maske, die verwendet werden kann, um die Schichten abzuschneiden, die die aktive Vorrichtungsfläche, die inaktive Vorrichtungsfläche und/oder andere Komponenten, wie etwa Elektroden bilden) als auch die Verkapselungsmaske (z. B. die Maske, die verwendet wird, um die anorganischen und die polymeren Filme abzuschneiden) ausgehen, bedeutet das, dass die Verkapselungsmaske etwa 1,0 mm größer sein sollte als die Vorrichtungsmaske, um jede Freilegung der Vorrichtung zu verhindern, wenn im ungünstigsten Fall sowohl die Abscheidung der Vorrichtung als auch die Anordnung der Verkapselungsmaske nicht stimmen. Man kann auch davon ausgehen, dass die Dicke des anorganischen Films der mehrschichtigen Barriere etwa 50 nm beträgt und dass die Dicke des Polymerfilms der mehrschichtigen Barriere etwa 800 nm beträgt, wie es in der Regel bei solchen Vorrichtungen der Fall ist. [Fig. 3](#) stellt ein Beispiel für eine solche Vorrichtung bereit.

**[0108]** [Fig. 3](#) zeigt ein Produkt **300**, das ein Substrat **310**, eine Vorrichtung **301**, die ein Vorrichtungsmuster (das eine aktive Vorrichtungsfläche und eine inaktive Vorrichtungsfläche beinhalten kann), das über dem Substrat **310** angeordnet ist, aufweist, und eine Vielzahl von anorganischen Schichten **302** und Polymerschichten **303** umfasst, die die Vorrichtung **301** verkapseln. Das Produkt **300** aus [Fig. 3](#) zeigt einen Verkapselungsprozess durch mehrschichtige Barrieren, die aus einem 5-schichtigen Stapel bestehen, der fünf anorganische Schichten (**302**) mit vier Polymerschichten (**303**) enthält, die zwischen den organischen Schichten (d. h. dazwischengeschichtet) angeordnet sind. Im Allgemeinen kann diese Art von Maskierungs- und Abscheidungsverfahren relativ einfach durchgeführt werden, da es eine minimale Anzahl von Maskenwechseln verwendet (wodurch eine minimale Verarbeitungszeit für die Fertigung hinzukommt) – d. h. nachdem die Vorrichtung **301** und die entsprechenden Komponenten auf dem Substrat abgeschieden wurden, können sowohl die anorganische Schicht als auch die Polymerschicht durch eine einzige Maske abgeschieden werden. Wie in [Fig. 3](#) gezeigt, stellt diese beispielhafte mehrschichtige Barriere einen direkten Weg (d. h. Weg-1, gezeigt durch den Pfeil **304**) für den Wasserdampf dar, der horizontal durch die Polymerschicht **303** wandert und die Vorrichtung **301** des Produkts **300** erreicht (z. B. eine umweltsensitive Elektrode oder organische Schicht), indem er durch nur eine anorganische Schicht **302** (d. h. die anorganische Schicht, die benachbart zum Vorrichtungsmuster der Vorrichtung **301** angeordnet wurde) permeiert. Somit ist die Kantenabdichtung, die durch diese Art von mehrschichtiger Barriere, wie in [Fig. 3](#) gezeigt, bereitgestellt wird, überwiegend von der Permeationsrate des Wasserdampfs durch das Polymermaterial **303** abhängig (die in der Regel höher ist als die Permeationsrate des anorganischen Materials). Für Vorrichtungsdesigns, wie etwa jene, die in [Fig. 3](#) gezeigt werden, würde eine solche Vorrichtung, um eine geeignete Leistung und Lebensdauer der Vorrichtung zu erreichen, im Allgemeinen ein Muster für die Verkapselungsschicht (z. B. die Polymerschicht **303** und die anorganische Schicht **302**) verwenden, das sehr viel größer ist als das Muster von Vorrichtung **301**. Das heißt, die Verwendung einer einzigen Maskengröße sowohl für die anorganischen Filme **302** als auch die organischen Filme **303**, die grö-

ber ist als das Vorrichtungsmuster, um die Kantenabdichtung abzuscheiden, kann keine durchführbare oder praktische Lösung sein, um eine Vorrichtung mit einer minimalen Menge an Randfläche (d. h. ungenutztem Raum) bereitzustellen. Dies wird ferner in dem unten bereitgestellten Beispiel illustriert.

**[0109]** Der Wert der Diffusionskonstante von Wasserdampf in Polyacrylatpolymer (ein häufig verwendetes Verkapselungsmaterial) bei 25°C kann unter Verwendung der Diffusionskonstante („D“) von Polyacrylatpolymer bei 38°C, wie sie von G. L. Graff, R. E. Williford, and P. E. Burrows, Mechanisms of vapor permeation through multilayer barrier films: Lag time versus equilibrium permeation, J. Appl. Phys., 96 (4), pp. 1840–1849 (2004) berechnet wurde, (d. h. die Diffusionskonstante (D) bei 38°C  $\sim 8,5 \times 10^{-9}$  cm<sup>2</sup>/Sek.), das hierin vollumfänglich als Bezugsdokument aufgenommen wird, und unter Verwendung der Aktivierungsenergie von Wasserdampf in einem solchen Polymer, wie sie von Z. Chen, Q. Gu, H. Zou, T. Zhao, H. WANG, Molecular Dynamics Simulation of Water Diffusion Inside an Amorphous Polyacrylate Latex Film, Journal of Polymer Science: Part B: Polymer Physics, Vol. 45, 884–891 (2007) berechnet wurde (die mit ungefähr gleich 13 kJ/Mol erhalten wurde), das hierin vollumfänglich als Bezugsdokument aufgenommen wird, berechnet werden. Auf diese Weise kann die Diffusionskonstante von Wasserdampf in Polyacrylatpolymer bei 25°C als  $\sim 6,8 \times 10^{-9}$  cm<sup>2</sup>/Sek. ermittelt werden. Unter Verwendung dieser Diffusionskonstante kann die Verzögerungszeit der Wasserdampfdiffusion durch Weg-1 (**304**) für die Vorrichtung **300**, gezeigt in **Fig. 3**, ermittelt werden. Wie in diesem Kontext verwendet, bezieht sich die Verzögerungszeit ( $t_l$ ) auf die ungefähre Diffusionszeit von Permeantmolekülen (z. B. Wasserdampfmolekülen) über einen Abstand (l) und bezieht sich auf die Diffusionskonstante des Materials durch die folgende Relation:  $t_l = l^2/(6D)$ , wie von Graff et al., Mechanisms of vapor permeation through multilayer barrier films: Lag time versus equilibrium permeation, J. Appl. Phys., 96 (4), pp. 1840–1849 (2004) gezeigt. Unter Verwendung der oben berechneten Diffusionskonstante (D) von Wasserdampf in Polyacrylatpolymer kann die Verzögerungszeit bei 25°C für eine Weglänge von 1,0 mm als nahe an 70 Stunden berechnet werden. Das heißt, für das beispielhafte Verkapselungsverfahren, das in **Fig. 3** gezeigt wird, würde der Wasserdampf bei Raumtemperatur im Allgemeinen ungefähr 70 Stunden brauchen, um die anorganische Schicht **302**, die sich benachbart zum Muster der Vorrichtung **301** des Produkts **300** befindet, zu erreichen, wenn er horizontal entlang Weg-1 (**304**) wandert. Sobald der Permeant die Polymerschicht **303** entlang Weg-1 (**304**) überquert hat, muss es nur noch durch nur eine einzige anorganische Filmschicht **302** permeieren (die in der Regel eine Dicke von ungefähr 50 nm hat), um das Muster von Vorrichtung **301** zu erreichen. Die Permeanten können die aktive Vorrichtungsfläche schnell durch Defekte (z. B. feinste Löcher, Risse, Partikel usw.) erreichen und Schaden verursachen. Natürlich kann dieses Design zu einem Qualitätsverlust der Vorrichtung führen, die ist für einen vorgesehenen Zweck oder eine vorgesehene Anwendung inakzeptabel ist.

**[0110]** Ein anderer Ansatz zur Verkapselung der Vorrichtung eines Produkts unter Verwendung einer mehrschichtigen Barriere wird in **Fig. 4** gezeigt. Das Produkt **410** umfasst ein Substrat **410**, eine Vorrichtung **401**, die ein Vorrichtungsmuster (das eine aktive Vorrichtungsfläche und eine inaktive Vorrichtungsfläche umfassen kann), die über dem Substrat angeordnet ist **310**, aufweist, und eine Vielzahl von anorganischen Schichten **402** und Polymerschichten **403**, die über der Vorrichtung **401** angeordnet sind. Wie gezeigt, verwendet die Vorrichtung **400** eine Maske für die anorganische Schicht (die bei der Abscheidung der anorganischen Schichten **402** verwendet wird), die größer ist als die Maske für die Polymerschicht (die bei der Abscheidung der Polymerschichten **403** verwendet wird), so dass eine anorganische Schicht **420** die Seite der Polymerschichten **403** bedeckt. Wie in **Fig. 4** gezeigt, ist sogar bei diesem Ansatz der Weg des horizontalen Eindringens (d. h. Weg-1, gezeigt durch den Pfeil **404**) der leichteste Weg für Wasserdampf, um horizontal zu wandern und die Vorrichtung **401** des Produkts **400** zu erreichen. Die durch dieses Verfahren erzeugte Barrierschicht für den Weg des horizontalen Eindringens (d. h. Weg-1 (**404**)) für die Permeation von Wasserdampf (oder anderer Permeanten) für ein Design mit einem 5-schichtigen Stapel ist äquivalent mit einer zweiseichtigen Barriere, die aus einer ersten anorganischen Schicht (in der Regel 50 nm dick und benachbart zu dem Muster von Vorrichtung **401** angeordnet ist), einer zweiten Polymerschicht (in der Regel 800 nm dick) und einer dritten anorganischen Schicht (in der Regel 200 nm dick, die in **Fig. 4** mit **420** gekennzeichnet ist) besteht. Wie gezeigt, ist daher die Beständigkeit gegen horizontale Permeation, die diese Art von Design mit mehrschichtigem Barrieren bereitstellt, äquivalent mit einer mehrschichtigen Barriere, die aus zwei anorganischen Schichten und einer Polymerschicht, die dazwischen (z. B. dazwischengeschichtet) angeordnet ist, besteht. Somit erfolgt der Schutz gegen das vertikale Eindringen zwar durch fünf anorganische Barrierschichten **402** und vier polymere Schichten **403**, aber das horizontale Eindringen stellt einen sehr viel einfacheren Permeationsweg bereit, der für die Lebensdauer oder den Qualitätsverlust der Vorrichtung **401** bestimmend sein kann.

**[0111]** Ein weiterer Ansatz für ein Produkt unter Verwendung einer mehrschichtigen Barriere wird in **Fig. 5** gezeigt. Das Produkt **510** umfasst ein Substrat **510**, eine Vorrichtung **500**, die ein Vorrichtungsmuster (das eine aktive Vorrichtungsfläche und eine inaktive Vorrichtungsfläche umfassen kann), die über dem Substrat **510** angeordnet ist, aufweist, und eine Vielzahl von anorganischen Schichten **502** und Polymerschichten **503**,



die über und entlang den Seiten des Musters der Vorrichtung **501** angeordnet sind. Die Barrierschichten werden unter Verwendung von immer größer werdenden Masken für die aufeinander folgenden Polymerschichten **503** und anorganischen Schichten **502** abgeschieden. Bei diesem Ansatz ist der Wasserdampf, der horizontal entlang Weg-1 (gezeigt durch den Pfeil mit dem Bezugszeichen **504**) in die Kantenregion des Produkts **500** wandert, auf seinem Weg mit dem gesamten mehrschichtigen Stapel konfrontiert, bevor er die Vorrichtung **501** erreicht (anders als die oben beschriebenen Produkte aus [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#)). In diesem Fall ist die Kantenabdichtung, die durch die mehrschichtige Barriere, die die Schichten **502** und **503** umfasst, gegen den Wasserdampf (oder andere Permeanten), der/die durch das Barrierevolumen horizontal entlang Weg-1 (**504**) wandern, bereitgestellt wird, äquivalent mit der Abdichtung, die von der mehrschichtigen Barriere gegen den Wasserdampf bereitgestellt wird, der vertikal durch das Barrierevolumen (d. h. entlang Weg-3, gezeigt durch den Pfeil **507**) wandert.

**[0112]** Selbst wenn jedoch die Dicke des Polymerfilms pro Stapel­einheit in horizontaler Richtung (in der Regel jeweils ~ 1,0 mm, wie in [Fig. 5](#) gezeigt) sehr viel größer ist als die Dicke in vertikaler Richtung (in der Regel jeweils ~ 0,8 µm), ist die Beständigkeit gegen Wasserdampfdiffusion durch die Schichten in beiden Richtungen relativ ähnlich. Der Grund hierfür, wie von G. L. Graff, Mechanisms of vapor permeation through multilayer barrier films: Lag time versus equilibrium permeation, J. Appl. Phys., 96 (4), pp. 1840–1849 (2004) beschrieben, besteht darin, dass die effektive Dicke zur Berechnung der Länge (C) bei der Berechnung der Verzögerungszeit ( $t_l = l^2/(6D)$ ) entweder durch die Dicke des Polymerfilms oder durch den Abstand der Defekte in dem anorganischen Film bestimmt wird. In vertikaler Richtung (d. h. entlang Weg-3 (**507**)), ist der Defekt­abstand des anorganischen Films, wenn gute Permeationseigenschaften der Barrierschichten angenommen werden (z. B. in der Größenordnung von einigen hundert Mikrometer) sehr viel größer als die Dicke des Polymerfilms. In horizontaler Richtung (d. h. entlang Weg-1 (**504**)), ist das Gegenteil der Fall – das heißt, der Defekt­abstand des anorganischen Films ist kleiner als die Dicke des Polymerfilms. Daher ist es sinnvoll, anzunehmen, dass das Eindringen über die Kante (z. B. Weg-1 (**504**)) für das Produkt **500**, das unter Verwendung des Ansatzes mit einer immer größer werdenden Maske hergestellt wurde, mit der vertikalen Permeation (d. h. entlang Weg-3 (**507**)) in der mehrschichtigen Barriere vergleichbar ist.

**[0113]** Auch wenn oben zwei Eindringwege beschrieben wurden – d. h. der horizontale Weg-1 (**504**) und der vertikale Weg-3 (**507**) – gibt es einen anderen potentiellen Eindringweg für Permeanten (Weg-2, der durch den Pfeil **505** gezeigt wird). Weg-2 (**505**) entspricht der Wasserdampfpermeation entlang der Schnittstelle zwischen dem anorganischen Film und dem Substrat **510**. Jedoch, selbst wenn die Schnittstellenpermeation entlang Weg-2 (**505**) für den anorganischen Film schlechter ist als die Bulkpermeation in dem anorganischen Film, ist der Eindringweg durch die Schnittstelle eher lang (z. B. ungefähr 5,0 mm, wie in [Fig. 5](#) gezeigt), was in der Regel eine ausreichend große Entfernung ist, um ihn zu einem Eindringweg zu machen, der im Vergleich zu dem Eindringen entlang Weg-1 (**504**) zweitrangig ist (das heißt, es ist wahrscheinlicher, dass Permeanten die Vorrichtung **501** durch Weg-1 (**504**) erreichen, bevor sie die Vorrichtung **501** durch Weg-2 (**505**) erreichen). Eines der Probleme, das mit dem Ansatz der Kantenverkapselung, der in [Fig. 5](#) gezeigt wird, bei dem immer größer werdende Masken verwendet werden, assoziiert ist, ist die Komplexität, die mit der Verwendung der Vielzahl von Maskenwechseln während der Fertigung assoziiert ist – das heißt, jedes Mal, wenn während des Fertigungsprozesses eine neue Maske verwendet wird, ist es erforderlich, dass die Maske richtig ausgerichtet wird (was sich negativ auf die Dauer und die Kosten des Prozesses auswirkt). Zusätzlich ist die senkrechte Länge (z. B. Muster) der Barriere, die die mehreren anorganischen Schichten **502** und Polymerschichten **503** umfasst, groß (d. h. ungefähr 5,0 mm breiter als die von Vorrichtung **501** des Produkts **500** auf jeder Seite). Dies kann dadurch die nichtaktive Kantenfläche des Produkts um das Muster von Vorrichtung **501** herum vergrößern, die zum Beispiel der Randfläche der Vorrichtung (d. h. nicht emittierende Regionen bei einer OLED) entsprechen kann, und auch unnötigerweise die Produktgröße erhöhen, um die mehreren Barrierschichten aufzunehmen. Somit haben die Erfinder gefunden, dass beim Versuch, die Probleme des Eindringens über die Kante mit einer mehrschichtigen Barriere aus anorganischen und polymeren Schichten zu reduzieren, eine lange Diffusionslänge erforderlich sein kann, um das Permeieren von Wasserdampf (oder eines anderen Permeanten) in horizontaler Richtung (z. B. entlang Weg-1 (**504**) oder Weg-2 (**505**)) entlang der Kante des Produkts **500** zu verzögern.

**[0114]** Wenn versucht wird, eine mehrschichtige Barriere aus anorganischen und polymeren Schichten als Kantenabdichtung zu verwenden, ist es somit, wie oben beschrieben, in der Regel erforderlich, lange Diffusionswege bereitzustellen, um die Permeation von Wasserdampf (oder anderen partikulären Substanzen) durch die Barrierschichten in horizontaler Richtung entlang der Kante des Produkts (entweder durch das Materialvolumen oder entlang der Schnittstelle) zu verzögern. Die Techniken und Konfigurationen, die in diesen Designs von mehrschichtigen Barrieren verwendet werden, können dieses Eindringen von Permeanten durch die Kante (z. B. entlang horizontaler Wege) nicht einfach verzögern, es sei denn, diese Schichten sind mehrere

Millimeter dick (d. h. sie erstrecken sich mehrere Millimeter weg von der Seite der Vorrichtung). Die Verwendung von Kantenabdichtungen, die mehrere Millimeter dick sind, erzeugt jedoch eine relativ große vorrichtungsfreie Kantenfläche des Produkts (die der Barrierschicht entspricht, die die Kantenabdichtung um eine oder mehrere Seiten der Vorrichtung bildet). Diese vorrichtungsfreie Kantenfläche kann dann erfordern, dass die Gesamtgröße des Produkts (einschließlich der Gesamtgröße des Vorrichtungsmusters und der nichtaktiven Vorrichtungsfläche) wesentlich größer ist als die Vorrichtung selbst, und kann daher erkennbare Mängel bei der Leistung oder dem Aussehen erzeugen (z. B. indem eine nicht emittierende Fläche für Licht emittierende Vorrichtungen erzeugt wird). Die Erfinder haben Techniken und Konfigurationen zur Verwendung eines Barrierefilms als Kantenabdichtung auf Vorrichtungen entdeckt, die Komponenten aufweisen, die für Permeanten (wie etwa Wasserdampf) anfällig sein können, die die vorrichtungsfreie Kantenfläche des Produkts, die durch die Kantenabdichtung erzeugt wird, reduzieren oder beseitigen (oder die vorrichtungsfreie Kantenfläche des Produkts mindestens minimieren, wenn Herstellungsfehler und andere Fehler, wie etwa Schneidtoleranzen usw., berücksichtigt werden), und dabei auch einen ausreichenden Schutz für die Vorrichtung bereitstellen, um den Qualitätsverlust, der auf dem Eindringen von Permeanten in die aktive Vorrichtungsfläche der Vorrichtung basiert, zu reduzieren und die Lebensdauer zu erhöhen.

**[0115]** Im Hinblick darauf und wie bezogen auf [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) unten beschrieben und gezeigt, haben die Erfinder entdeckt, dass Material, das geeignete Barrierefilmschichten bilden kann, sowohl auf vertikalen Oberflächen als auch auf horizontalen Oberflächen wachsen kann. Die Fähigkeit, Barrierefilmmaterial auf vertikalen Oberflächen (wie etwa den Seiten der Vorrichtung und/oder dem Substrat einer Vorrichtung) anzuordnen, kann die Vorrichtung (die aktive Vorrichtungsfläche oder die inaktive Vorrichtungsfläche der Vorrichtung) dazu befähigen, sich bis zur Kante des Substrats zu erstrecken und diese einzuschließen (wodurch die vorrichtungsfreie Kantenfläche reduziert oder beseitigt wird), da der Barrierefilm nicht zwangsläufig über einer Oberfläche des Substrats und entlang der Seite der Vorrichtung (z. B. entlang der Seite oder sich von dem Vorrichtungsmuster erstreckend) angeordnet werden muss. Stattdessen kann der Barrierefilm in einigen Ausführungsformen entlang einer vertikalen Seite der Vorrichtung und/oder des Substrats angeordnet werden, um eine Kantenabdichtung zu erzeugen, die sich mehr oder weniger in vertikaler Richtung entlang der Vorrichtung und des Substrats (anstelle von horizontal von der Vorrichtung weg) erstreckt.

**[0116]** Unten wird eine Beschreibung der Versuche bereitgestellt, die von den Erfindern bei der Bestimmung der Anwendbarkeit der Anordnung von Barrierefilmen entlang der vertikalen Oberfläche eines Substrats und/oder einer Vorrichtung (z. B. einer Seite der aktiven Vorrichtungsfläche oder inaktiven Vorrichtungsfläche) durchgeführt wurden. Die Erfinder montierten zunächst ein Stück eines Siliciumwafers vertikal auf die Substratelektrode in einem plasmaunterstützten System zur chemischen Gasphasenabscheidung (PE-CVD), wie in der Fotografie aus [Fig. 6](#) gezeigt. Die Höhe des Siliciumwafers in diesem Versuch betrug ungefähr 1,0 cm. Dann wurde ein Barrierefilm gewachsen, indem ein hybrider Barrierefilm abgeschieden wurde, der ein Gemisch aus einem polymeren Material und einem nicht polymeren Material umfasste. Beispielhafte Abscheidungsverfahren, -bedingungen und -materialien für die Barrierschicht, die ein Hybridmaterial umfasst, werden unten sowie zum Beispiel in der US-Patentschrift Nr. 7,968,146, eingereicht am 31. Oktober 2007; US-Patentanmeldung Nr. 11/783,361, eingereicht am 9. April 2007; US-Patentanmeldung Nr. 12/990,860, eingereicht am 5. Mai 2009 und der vorläufigen US-Patentanmeldung Nr. 61/086,047, von denen jede hierin vollumfänglich für alle Zwecke als Bezugsdokument aufgenommen wird, beschrieben. Es sollte sich verstehen, dass in den hierin bereitgestellten Ausführungsformen jedes geeignete Material für den Barrierefilm verwendet werden kann und dass der Barrierefilm im Allgemeinen auf jede geeignete Weise abgeschieden wird, um eine Kantenabdichtung, wie hierin beschrieben, zu bilden, wenn nicht anders angegeben, wie es von einem Durchschnittsfachmann auf dem Gebiet nach der Lektüre dieser Offenbarung verstanden würde.

**[0117]** Die Erfinder führten auch einen Versuch durch, um zu bestimmen, in welchem Umfang die beispielhaften Barrierefilme unter Verwendung vorhandener Abscheidungstechniken und -geräte indirekt über einer Oberfläche abgeschieden werden konnten (das heißt, einer Oberfläche, die nicht im Wesentlichen senkrecht war oder dem Abscheidungsmaterial nicht ausgesetzt war). Unter Bezugnahme auf [Fig. 7](#) wird ein beispielhafter Fertigungsprozess und eine Fertigungsapparatur beschrieben, der/die von den Erfindern bei der Abscheidung des Barrierefilms über einem Substrat verwendet wurden. Wie bereits erwähnt, kann jede Art von Abscheidungsprozess gemäß den hierin bereitgestellten Ausführungsformen verwendet werden. In diesem beispielhaften Fall verwendeten die Erfinder eine PE-CVD-Apparatur und eine PE-CVD-Abscheidungstechnik. Im Allgemeinen umfasst eine PE-CVD-Apparatur (wie etwa Apparatur **700**, gezeigt in [Fig. 7](#)) eine Reaktionskammer, die dazu bestimmt ist, ein Vakuum zu enthalten, und eine Vakuumpumpe, die mit der Reaktionskammer verbunden ist, um den geeigneten Druck zu erzeugen und/oder aufrecht zu erhalten. Es kann ein N<sub>2</sub>-Gastank verwendet werden, um N<sub>2</sub>-Gas zum Spülen des Geräts **700** bereitzustellen. Für die Steuerung der Gasströmung kann das Gerät **700** auch verschiedene Strömungsregelungsmechanismen (wie etwa Masseströmungs-

regler, Absperrventile und Kontrollventile) enthalten, die manuell oder automatisch gesteuert werden können. Eine Quelle (Quellen) für ein Vorläufermaterial kann (können) verwendet werden, um ein Vorläufermaterial (z. B. HMDSO in flüssiger Form oder eines oder mehrere der weiter unten ausführlicher beschriebenen Materialien) bereitzustellen, das in Dampf überführt und in die Reaktionskammer geleitet wird. In einigen Fällen kann das Vorläufermaterial unter Verwendung eines Trägergases, wie etwa Argon, in die Reaktionskammer transportiert werden. Ein Reaktionsgastank stellt das Reaktionsgas (z. B. Sauerstoff) bereit, das ebenfalls in die Reaktionskammer geleitet wird (z. B. über die Gaszufuhr **705**). Das Vorläufermaterial und das Reaktionsgas strömen in die Reaktionskammer, um ein Reaktionsgemisch zu erzeugen. Der Druck im Innern der Reaktionskammer kann ferner angepasst werden, um den Abscheidendruck zu erreichen.

**[0118]** Die Reaktionskammer beinhaltet eine Substratelektrode **701** und eine Bodenelektrode **704**, die auf Elektrodenabstandshaltern, die Leiter oder Nichtleiter sein können, montiert sind. Das Elektrodennetz **703** wird zwischen der Substratelektrode **701** und der Bodenelektrode **704** angeordnet und mit RF-Leistung versorgt, um in dem Reaktionsgemisch Plasmapbedingungen zu erzeugen. Die durch das Plasma erzeugten Reaktionsprodukte werden auf den Substraten **702** abgeschieden. Die Bodenelektrode **704** wird auch mit einer Gaszufuhr durch **705** gezeigt, durch die Gas in die Reaktionskammer eintreten kann. Die Reaktion wird für einen Zeitraum fortgesetzt, der ausreicht, um eine Barrierefilmschicht (z. B. eine Hybridschicht aus einem Material, wie dem unten beschriebenen, oder jede andere geeignete Materialschicht) auf einem Substrat abzuscheiden. Im Allgemeinen wird die Reaktionszeit von verschiedenen Faktoren abhängen, wie etwa der Position des Substrats bezogen auf die Elektroden, der Art des abzuscheidenden Materials (z. B. Barrierefilmmaterial), den Reaktionsbedingungen, der gewünschten Dicke der Barrierefilmschicht, dem Vorläufermaterial und dem Reaktionsgas. Ein Durchschnittsfachmann würde verstehen, dass diese Bedingungen variiert und/oder abgestimmt werden können, um eine abgeschiedene Filmschicht zu erhalten, die, je nach der jeweiligen Anwendung, gewünschte Eigenschaften aufweist. Die Reaktionszeit liegt in der Regel zwischen 5 Sekunden und 5 Stunden, aber es können abhängig von der Anwendung auch längere oder kürzere Zeiten verwendet werden.

**[0119]** Wie in [Fig. 7](#) gezeigt, gibt es in diesem beispielhaften PE-CVD-Gerät **700** einen Abstand („L“) zwischen dem Abscheideort auf den Probensubstraten **702** und der mit RF-Leistung versorgten Netzelektrode **703**. Wenn dieser Abstand L vergrößert wird, erreichen weniger Radikale die Substrate **702** und daher verringert sich die Abscheidungsgeschwindigkeit (d. h. die Wachstumsgeschwindigkeit des abgeschiedenen Materials auf den Substrate **702** verringert sich). Nach der Durchführung des PE-CVD-Prozesses, wurde der Abstand L für jeden Ort auf dem Substrat ebenso wie die Dicke der abgeschiedenen Schicht an diesem Ort bestimmt. Der beispielhafte Abscheidungsprozess verwendete ein Vorläufermaterial, das HMDSO umfasste und Sauerstoff als Reaktionsgas. Die Bedingungen für den beispielhaften Abscheidungsprozess werden in Tabelle 1 unten ausführlich dargestellt. Während des gesamten Abscheidungsprozesses wurden die Positionen der Elektroden und des Substrats konstant gehalten. Die Ergebnisse dieser Tests werden in dem Diagramm in [Fig. 8](#) illustriert, das zeigt, dass die halblogarithmische Skala der Filmdicke ( $\log(t)$ ) von dem Quadrat von Abstand L abhängt. Für dieses Beispiel, wie in [Fig. 8](#) gezeigt, verringert sich  $\log(t)$  linear mit  $L^2$  mit einer negativen Flanke von 0,00409. Basierend auf diesen Ergebnissen haben die Erfinder daher bestimmt, dass der Barrierefilm auf Oberflächen angeordnet werden (z. B. wachsen) kann, die nicht auf eine Weise angeordnet sind, dass die Oberfläche dem Plasma direkt ausgesetzt ist (d. h.

**[0120]** Oberflächen, die das Plasma nicht direkt sehen oder die sich nicht senkrecht zum Plasma befinden). Die Erfinder haben daher gefunden, dass die Vorrichtung (z. B. die aktive Vorrichtungsfläche und/oder die inaktive Vorrichtungsfläche) sogar dann ausreichend verkapselt sein können, wenn sich die Vorrichtung bis an die Kante oder in die Nähe der Kante des Substrats erstreckt, indem ein Abschnitt der Schicht auf den vertikalen Oberflächen der Vorrichtung und/oder des Substrats bereitgestellt wird.

Sauerstoff (sccm)	HMDSO (sccm)	Leistungsdichte (mW/cm <sup>2</sup> )	Druck (m Torr)
33	1,25	384	120

Tabelle 1: Prozessbedingungen für die Filmabscheidung auf dem Si-Wafer in [Fig. 6](#).

**[0121]** [Fig. 9](#) zeigt den Querschnitt eines beispielhaften Produkts **900**, in dem die Vorrichtung **901** bis zu Kante des Substrats **910** angeordnet ist. Wie gezeigt, umfasst das beispielhafte Produkt ein Substrat **910**, das eine erste Oberfläche **911**, eine erste Seite **912** und eine erste Kante **913** aufweist, an der die erste Oberfläche **911** auf die erste Seite **912** trifft; eine Vorrichtung **901**, die auf der ersten Oberfläche **911** des Substrats **910** angeordnet ist und eine Seite **902** aufweist; und einen Barrierefilm **903**. Wie gezeigt, erstreckt sich die Vor-

richtung **901** bis zur ersten Kante **913** des Substrats **910**, so dass die Seite **902** der Vorrichtung **901** über der ersten Kante **913** des Substrats **910** angeordnet ist (oder innerhalb einer kurzen Entfernung – z. B. weniger als 3,0 mm – von der Kante **913**). Der Barrierefilm **903** in der beispielhaften Vorrichtung **900** wird so gezeigt, dass er die erste Kante **913** des Substrats **910**, einen Abschnitt der ersten vertikalen Seite **912** des Substrats **910** und die Seite **902** der Vorrichtung **901**, die über der Kante **913** des Substrats **910** (oder innerhalb einer kurzen Entfernung von der Kante **913**) angeordnet ist, bedeckt (z. B. über ihr angeordnet ist). Eine solche Verkapselung (oder in einigen Fällen Kantenabdichtung) der Vorrichtung **901** des Produkts **900** kann erreicht werden, indem zuerst die Vorrichtung **901** auf dem Substrat **910** abgeschieden (z. B. gewachsen) wird, dann das Substrat **910** und/oder die Vorrichtung **901** abgeschnitten werden, dann der Barrierefilm **903** abgeschieden wird, um die Vorrichtung **901** zu verkapseln, indem das Produkt **900** in der Abscheidungskammer so montiert wird, dass die Kanten des Substrats **910** (so weit wie möglich) nicht mit irgend einer Art von Maske bedeckt sind, wodurch es ermöglicht wird, den Barrierefilm auf der vertikalen Seite und den Kanten des Substrats **910** und/oder der (den) vertikalen Seite(n) der Vorrichtung **901** während der Barrierefilmabscheidung abzuschneiden (und dadurch wachsen zu lassen).

**[0122]** In dieser beispielhaften Ausführungsform permeiert der Wasserdampf (oder ein anderer Permeant), der horizontal entlang Weg-1 (gezeigt durch den Pfeil mit dem Bezugszeichen **904**) in die Kantenregion des Produkts **900** wandert, durch das Materialvolumen des Barrierefilms **903**, um die Vorrichtung **901** zu erreichen. Wenn der Barrierefilm **903** ein Material umfasst, das einen ausreichenden Diffusionskoeffizienten aufweist, kann daher die senkrechte Länge (oder Dicke) des Barrierefilms **903**, der sich von der Seite der Vorrichtung **901** weg erstreckt, an diesem Ort relativ klein sein (z. B. weniger als 3,0 mm; bevorzugt weniger als 1,0 mm; und stärker bevorzugt weniger als 0,1 mm). Die Erfinder haben gefunden, dass für einige Materialien (wie etwa einige der Hybridschichten, die ein hierin beschriebenes Gemisch aus polymeren und nicht polymeren Materialien umfassen), die senkrechte Länge des Barrierefilms **903** kleiner als 0,1 mm sein kann und noch immer eine ausreichende Kantenabdichtung für eine angemessene Lebensdauer der Vorrichtung bereitstellen kann. Wie oben beschrieben, kann es das Bereitstellen eines Barrierefilms **903** mit einer kurzen senkrechten Länge der Seite (z. B. Seite **902**) der Vorrichtung **901** ermöglichen, innerhalb eines entsprechenden Abstands (z. B. in diesem Beispiel innerhalb von 0,1 mm) von der Kante **913** des Substrats **910** angeordnet zu sein. Darüber hinaus kann das Eindringen entlang Weg-2 (gezeigt durch den Pfeil mit dem Bezugszeichen **905**), das der Diffusion durch die Schnittstelle zwischen dem Barrierefilm **903** und dem Substrat **910** in der Kantenregion des Produkts **900** entspricht, entlang der vertikalen Seite des Substrats **910** ausgedehnt werden. Auf diese Weise kann Weg-2 (**905**) (der in der Regel einen höheren Diffusionskoeffizienten aufweist als der Volumendiffusionskoeffizient des Barrierefilms **903**) verlängert werden, ohne die senkrechte Länge des Barrierefilms **903**, der sich von der Seite der Vorrichtung **901** weg erstreckt, zu erhöhen. Das heißt, indem der Barrierefilm **903** die vertikale Seite des Substrats **910** weiter hinab angeordnet wird (z. B. indem er mehr von der Seite **912** des Substrats **910** bedeckt), kann die Länge des Eindringwegs-2 (**905**) um eine entsprechende Strecke verlängert werden. Die Erhöhung der Länge des Eindringwegs kann die Permeationszeit und dadurch die Lebensdauer der Vorrichtung (mindestens bezogen auf den umweltbedingten Qualitätsverlust) erhöhen. Somit kann, anders als bei Ausführungsformen, in denen der Barrierefilm **903** über der ersten Oberfläche **911** des Substrats **910** angeordnet wird, in diesem Beispiel Weg-2 (**905**) verlängert werden, ohne potenziell die vorrichtungsfreie Kantenfläche des Produkts vergrößern zu müssen (einer Folge der Verlängerung der senkrechten Länge des Barrierefilms **903**, der sich von der Seite der Vorrichtung **901** erstreckt). Der Barrierefilm **903** kann sich entlang der Seite **912** des Substrats **910** bis zu jedem geeigneten Abstand erstrecken. Die Erfinder haben gefunden, dass es in einigen Ausführungsformen bevorzugt sein kann, dass sich der Barrierefilm **903**, der ein Gemisch aus einem polymeren und nicht polymeren Material umfasst, mindestens 0,1 mm entlang der Seite **912** des Substrats **910** (bevorzugt mindestens 1,0 mm und stärker bevorzugt mindestens 3,0 mm) erstrecken kann.

**[0123]** Im Allgemeinen können es einige hierin bereitgestellte Ausführungsformen ermöglichen, bei elektronischen Vorrichtungen die vorrichtungsfreie Kantenfläche zu reduzieren oder zu beseitigen. Das heißt, Ausführungsformen können es ermöglichen, dass sich mindestens ein Abschnitt des Umfangs der Vorrichtung (d. h. eine Kante der Vorrichtung) mit einer Kante des Substrats, über dem sie angeordnet ist, überlappt (oder innerhalb eines kurzen Abstands von der Kante angeordnet ist). In einigen Ausführungsformen kann dies ermöglicht werden, indem der Barrierefilm sowohl oben als auch auf der Seite der Vorrichtung (z. B. über einer organischen Schicht einer OLED) abgeschieden wird und der Barrierefilm außerdem ausgedehnt wird, um einen Abschnitt einer Seite des Substrats zu bedecken. Es wird darauf hingewiesen, dass der Barrierefilm eine bestimmte Dicke entlang der Seite des Substrats aufweisen kann (d. h. der Barrierefilm kann sich die Seite des Substrats hinab in einer Richtung weg von der Oberfläche, auf der die Vorrichtung angeordnet ist, über einen bestimmten Abstand erstrecken). Es kann auch zusätzliche Materialien geben, die über der obersten Schicht des Barrierefilms und/oder über dem Abschnitt des Barrierefilms, der in einigen Ausführungsformen die Kante des Substrats bedeckt, angeordnet sind.

**[0124]** Zusätzlich zu einigen der oben erwähnten Vorteilen kann von einigen Ausführungsformen ein anderer Vorteil bereitgestellt werden, der auf der Anordnung des Barrierefilms über der vertikalen Seite des Substrats basiert. Diese vertikale Oberfläche kann während irgendeines der anderen Abscheidungsprozessschritte keinerlei Beschichtungs- oder Oberflächenbehandlung ausgesetzt gewesen sein (z. B. können, wenn die Vorrichtung oder andere Komponenten abgeschieden wurden, keine Materialien auf der Seite des Substrats abgeschieden worden sein) und daher kann der Barrierefilm eine dichte, hochwertige Schnittstelle mit der Oberfläche der vertikalen Seite des Substrats bilden. Diese dichte, hochwertige Schnittstelle kann dadurch die Permeation durch die Schnittstelle zwischen dem Barrierefilm und dem Substrat verringern, wodurch die Lebensdauer der Vorrichtung effektiv erhöht wird und/oder der Qualitätsverlust der Vorrichtung reduziert wird (oder es ermöglicht wird, dass sich der Barrierefilm über einen kürzeren Abstand entlang der Seite der Seite des Substrats erstreckt).

**[0125]** Die hierin bereitgestellten Ausführungsformen können im Allgemeinen jedes geeignete Substrat verwenden, wie etwa Glas oder flexible Substrate, wie etwa Metallfolien und Kunststoffe. Es ist im Allgemeinen bevorzugt, dass die vertikalen Seiten der Vorrichtung und (mindestens ein Abschnitt) des Substrats gute Bedeckung durch den Barrierefilm aufweisen. Zur Fertigung solcher Vorrichtungen können bestimmte Prozesse verwendet werden, die ein solches Verhalten des Barrierefilms fördern werden, von denen einige unten bereitgestellt werden.

**[0126]** In einigen Ausführungsformen kann die Oberseite der Vorrichtung ferner geschützt werden, indem eine Schicht aus Materialien angebracht/auf laminiert wird, die eine gute Barriereeigenschaft aufweisen. Diese Materialien können, nur als Beispiel, Glas, Metallfolie und/oder barrierebeschichteten Kunststoff (d. h. ein Kunststoffmaterial, das auf einer oder mehreren Oberflächen mit einem Barrierefilm beschichtet ist – wie etwa einer Hybridschicht, die ein Gemisch aus polymerem und nichtpolymerem Material umfasst) beschichtet sein. Dieser Ansatz kann besonders bevorzugt sein, wenn Partikel/Kontaminanten auf der Oberfläche der Vorrichtung vorhanden sind.

**[0127]** In einigen Ausführungsformen kann zusätzlicher Schutz entlang einer Seite des Substrats bereitgestellt werden. Zum Beispiel kann die Seite einer OLED-Vorrichtung vor Feuchtigkeit und Sauerstoff durch die Barrierefilmverkapselung um die Seiten der Vorrichtung herum, die sich entlang eines Abschnitts einer Seite des Substrats erstreckt, geschützt werden. Eine zweite Barrierefilmschicht oder eine andere Verkapselung könnten auch auf die Seite des Substrats aufgebracht werden, um ferner die Permeationseigenschaft der Vorrichtung zu verstärken. Ferner können, wie oben erwähnt, andere Beschichtungen und Materialien auf die Oberseite der Barrierefilmverkapselung und/oder die Seiten des Barrierefilms auf dem Substrat aufgebracht werden, um Funktionen, wie etwa mechanischen Schutz, eine spezielle Textur zum Halten (z. B. Kupplung) von Komponenten auf der Vorrichtung oder dem Substrat oder andere aktive Funktionen (z. B. Abtasten), bereitzustellen. In einigen Ausführungsformen kann es bevorzugt sein, dass diese zusätzlichen Materialien außerdem auch gute Permeationseigenschaften aufweisen. Zum Beispiel können die verkapselten Vorrichtungen der vorliegenden Erfindung vorteilhafterweise einen Anodenkontakt zusätzlich zu einer Anode beinhalten, wobei mindestens einer aus Anode und Anodenkontakt nicht mit Feuchtigkeit reagiert. Zusätzlich oder alternativ können die verkapselten Vorrichtungen der vorliegenden Erfindung vorteilhafterweise einen Kathodenkontakt zusätzlich zu einer Kathode beinhalten, wobei mindestens einer aus Kathode und Kathodenkontakt nicht mit Feuchtigkeit reagiert. Zum Beispiel kann mindestens einer aus Anode und Anodenkontakt ITO, IZO, ein Metall oder eine Kombination davon umfassen. Zusätzlich oder alternativ kann mindestens einer aus Katode und Kathodenkontakt ITO, IZO, ein Metall oder eine Kombination davon umfassen.

**[0128]** Hierin bereitgestellte Ausführungsformen, die eine mit einem Dünnschicht verkapselte Vorrichtung umfassen können, können den Vorteil bereitstellen, keine vorrichtungsfreie Kantenfläche (oder eine begrenzte/reduzierte Menge an vorrichtungsfreier Kantenfläche) aufzuweisen, nicht nur auf drei Seiten der Vorrichtung (wie in der Versuchsvorrichtung gezeigt, die von den Erfindern gefertigt wurde, wie unten beschrieben), sondern solche Vorrichtungen könnten auch keine (oder eine begrenzte Menge an) vorrichtungsfreien Kantenflächen auf allen vier Seiten (oder mehr) um die Vorrichtung herum aufweisen. In einigen solchen Ausführungsformen können die elektrischen Kontaktpunkte anstelle einer Anordnung auf einer Kante eher in Richtung Mitte der Vorrichtung bewegt werden (d. h. in die aktive Vorrichtungsfläche). Dies würde zum Beispiel Vorrichtungen, wie etwa Leuchttafeln oder Anzeigen, ermöglichen, die sich leicht kacheln lassen, weil keine wahrnehmbare nichtaktive (d. h. nicht emittierende) Fläche zwischen den aktiven Vorrichtungsflächen der Vorrichtung wahrnehmbar sein würde. Jedoch sind, wie unten ausführlicher beschrieben, die Ausführungsformen nicht darauf beschränkt und die elektrischen Kontakte können entlang einer oder mehrerer Seiten des Substrats angeordnet sein. Ein weiterer Vorteil einiger der hierin bereitgestellten Ausführungsformen besteht darin, dass ein wiederholbares Busleitungsdesign auf einem großflächigen Substrat verwendet werden könnte, so dass die

Vorrichtung (z. B. eine Leuchttafel) geschnitten werden könnte, um ein einziges Muster oder mehrere Musterwiederholungen, abhängig von der Vorrichtungsgröße, die gewünscht war, zu beinhalten. Ein anderer potenzieller Vorteil, insbesondere für Produkte, die eine OLED-Tafel umfassen, besteht darin, dass es solche Produkte ermöglichen können, dass elektronische Geräte (wie etwa ein Smartphone, ein Tablet- oder Notebook-Computer, TV usw.) keine (oder minimale) nicht emittierenden Flächen auf Geräte-Level aufweisen. In elektronischen Geräten, die eine begrenzte vorrichtungsfreie Kantenfläche umfassen, wobei die Kante (und/oder die Seiten) der Vorrichtung freigelegt (aber durch einen Barrierefilm geschützt) sein können. Wie oben erwähnt, sind die hierin bereitgestellten Ausführungsformen jedoch nicht auf organische Vorrichtungen, wie etwa OLEDs, beschränkt, könnten aber jede Vorrichtung oder Komponente umfassen, die eine Dünnschichtbarrierschicht umfasst. Einige andere elektronische Vorrichtungen beinhalten Solarzellen, Dünnschichtbatterien und organische Elektronik.

**[0129]** Wie oben erwähnt, können die hierin bereitgestellten Ausführungsformen viele Arten von Unterhaltungselektronikvorrichtungen (oder Komponenten davon) umfassen. Die Produkte, die eine begrenzte Menge an (oder keine) nicht-vorrichtungs-Kantenflächen um die Vorrichtung herum umfassen, wie etwa die hierin beschriebenen Beispiele, können die Implementation von Unterhaltungselektronikvorrichtungen ermöglichen, die keinen Rahmen (auf Elektronikvorrichtungsniveau) mindestens um einen Teil des Vorrichtungsumfangs herum aufweisen. In [Fig. 12\(a\)](#) ist ein Beispiel illustriert, das ein exemplarisches Smartphone-Design zeigt, das eine Anzeige aufweist, die sich bis zur Kante des Produkts erstreckt (ohne eine vorrichtungsfreie Kantenfläche, die um jede der Seiten der Anzeige herum angeordnet ist). In diesem Design weisen alle vier Kanten des Telefons keinen Rahmen oder vorrichtungsfreie Kantenfläche auf. Dieses Design wird bereitgestellt, indem das Gehäusemuster (housing footprint) nicht größer als das Anzeigetafelmuster (display panel footprint) ist, wie in [Fig. 12\(b\)](#) illustriert. In anderen Design-Ausführungsformen, können nicht alle vier Seiten der Unterhaltungselektronikvorrichtungen eine Seite der Vorrichtung umfassen (d. h. es kann eine oder mehrere Seiten geben, die eine vorrichtungsfreie Kantenfläche und/oder einen Rahmen aufweisen, der sich außerhalb des Musters der Anzeige erstreckt).

**[0130]** In einigen Ausführungsformen kann ein Verfahren zur Fertigung eines Produkts, wie etwa die beispielhafte Ausführungsform, die in [Fig. 9](#) gezeigt wird, den folgenden Prozessablauf umfassen: 1) Ritzen der rückwärtigen Oberfläche des Substrats (d. h. der Oberfläche des Substrats, auf der die Vorrichtung nicht angeordnet ist); 2) Anordnen (z. B. Wachsen) der Vorrichtung auf der vorderen Oberfläche des Substrats (z. B. der Oberfläche gegenüber der rückwärtigen Oberfläche); 3) Brechen des Substrats an den vorgeritzten Stellen, die die vertikalen Seiten der Vorrichtung und des Substrats freilegen; und 4) Auftragen einer Barrierefilmverpackelung, um beide Seiten der Vorrichtung (und in einigen Ausführungsformen die obere Seite) und die Kante und mindestens einen Abschnitt einer vertikalen Seite des Substrats zu bedecken.

**[0131]** Der oben beschriebene Prozess wird als ein Beispiel dafür bereitgestellt, wie eine solche beispielhafte Vorrichtung gefertigt werden kann. Wie oben erwähnt, können jedoch Ausführungsformen, die einen Barrierefilm umfassen, der einen Abschnitt der Kante und der Seite des Substrats (sowie eine Seite der Vorrichtung) bedeckt, unter Verwendung jedes geeigneten Verfahrens gefertigt werden, wie es von einem Durchschnittsfachmann auf dem Gebiet nach der Lektüre dieser Offenbarung verstanden werden wird. Zum Beispiel haben die Erfinder entdeckt, dass einige Ausführungsformen irgendeines der Folgenden umfassen können: Anstelle des Ritzens und/oder Schneidens des Substrats und/oder der Vorrichtung, kann ein kleines Substrat verwendet werden (d. h. ein Substrat mit einer kleinen Oberfläche, auf die die Vorrichtung anzuordnen ist). Das Muster der Vorrichtung kann größer sein als die Oberfläche des Substrats, was zu einer Vorrichtung führt, die sich bis an die Kante des Substrats erstreckt. Sowohl das Substrat als auch die Vorrichtung können dann freigelegte vertikale Seiten aufweisen, die bedeckt werden können, wenn der Barrierefilm abgeschieden wird.

**[0132]** Ein anderes beispielhaftes Verfahren zur Fertigung eines Produkts kann darin bestehen, die Vorrichtung anzuordnen (z. B. die Schicht(en) der Vorrichtung wachsen zu lassen), ohne die Substrate vorzuritzen. Nachdem die Vorrichtung (wie etwa eine organische Schicht einer OLED) abgeschieden wurde, können die Seite der Vorrichtung und mindestens ein Abschnitt einer Seite des Substrats freigelegt werden durch irgendein Verfahren aus: Ritzen in das Substrat; Abtragen der Vorrichtung und des Substrats mittels Laser oder jedem anderen geeigneten Verfahren. Der Barrierefilm kann dann abgeschieden werden, um die Seite der Vorrichtung und mindestens einen Abschnitt der Kante und die freigelegte Seite des Substrats zu bedecken. In einigen Ausführungsformen, wie etwa wenn flexible Substrate, wie etwa Metallfolien oder Kunststoffe verwendet werden, besteht ein einfaches Verfahren zur Freilegung einer Seite des Substrats und/oder einer Vorrichtungsseite in der Verwendung einer Schere zum Schneiden (oder jeder anderen Schneidetechnik). Der Barrierefilm kann dann abgeschieden werden, um die Seite der Vorrichtung und mindestens einen Abschnitt der Kante und die freigelegte Seite des Substrats zu bedecken.

## Elektrische Anschlüsse

**[0133]** Wie oben beschrieben, können die hierin bereitgestellten Ausführungsformen unter Verwendung von Dünnschichtverkapselung die Fähigkeit bereitstellen, Produkte (wie etwa solche, die eine OLED-Anzeige umfassen), die die Vorrichtung(en) sehr nahe an der Kante des Substrats aufweisen, herzustellen. Dies kann zum Beispiel tatsächlich randlose (oder nahezu randlose) Anzeigen bereitstellen, entweder für die Ansicht als einzelne Anzeige oder beim Kacheln mehrerer Vorrichtungen, um ein größeres Anzeigesystem herzustellen. Auch wenn die unten bereitgestellten Beispiele unter Bezugnahme auf eine Anzeige beschrieben werden, können Ausführungsformen, die der (den) Vorrichtung(en) elektrische Kontakte bereitstellen, die auf dem Substrat angeordnet sind, gleichermaßen auf andere Arten von Vorrichtungen anwendbar sein, wie etwa die Arten von Vorrichtungen, die hierin als Beispiele bereitgestellt werden (z. B. Solarzellen, Dünnschichtbatterien, organische elektronische Vorrichtungen usw.).

**[0134]** Ein potenzielles Problem für solche randlosen Vorrichtungen (d. h. Vorrichtungen ohne oder mit reduzierter vorrichtungsfreier Kantenfläche um eine oder mehrere Seiten der Vorrichtung herum), wie etwa Anzeigen, besteht in der Frage, wie die erforderliche elektrische Ansteuerung für die Vorrichtungen bereitgestellt werden kann (insbesondere für Anzeigen, die sowohl Zeilen- als auch Spaltensignale nutzen). In einer herkömmlichen Anzeige können diese Signale auf die Anzeige durch Anschlüsse nahe an der Anzeigekante gebracht werden, mit oder ohne integrierter Funktionalität, diese Signale im Multiplex zu nutzen, Scantreiber usw. bereitzustellen, wobei dies durch die Verwendung von Dünnschichttransistoren (TFTs), die auf dem Substrat gefertigt werden oder durch integrierte Schaltungen, die nahe der Anzeigekante an das Substrat gebunden sind, erfolgt.

**[0135]** Unten werden zwei beispielhafte Verfahren zur Bereitstellung elektronischer Anschlüsse für eine tatsächlich randlose (oder nahezu randlose) Anzeige bereitgestellt. In jedem dieser Beispiele besteht das allgemeine Konzept darin, die Zeilen- und die Spaltenelektroden auf der Vorderseite der Anzeige mit elektrischen Anschlüssen auf der Rückseite der Anzeige zu verbinden, so dass Anschlüsse und Ansteuerungsschaltungen (z. B. Abschnitte der Elektronikeinheit der Vorrichtung) auf die rückwärtig Oberfläche der Anzeige aufgebracht werden können. Auf diese Weise werden diese Komponenten innerhalb der Fläche (d. h. dem Muster) des Substrats und/oder der Vorrichtung angeordnet und benötigen oder erzeugen keine vorrichtungsfreie Kantenflächen oder keinen Rand/Rahmen um die Vorrichtung herum oder machen diese nicht erforderlich. Im Allgemeinen werden die unten bereitgestellten beispielhaften Verfahren bevorzugt vor der Fertigung der Rückwandplatte und der Fertigung der Frontplatte durchgeführt, auch wenn die Ausführungsformen nicht darauf beschränkt sind.

**[0136]** Die erste beispielhafte Ausführungsform umfasst die Verwendung von Kontaktlöchern (vias), die in das Substrat von der vorderen zur rückwärtigen Oberfläche des Substrats eingebracht wurden. Dies wird in [Fig. 10](#) illustriert, die ein Substrat **1010** zeigt, das eine vordere (oder obere) Oberfläche **1011** und eine rückwärtige (oder untere) Oberfläche **1020** aufweist und das eine Vielzahl von Mikrolöchern **1002** umfasst, die durch das Glassubstrat **1010** (oder ein anderes geeignetes Substratmaterial) gebohrt wurden. Diese Kontaktlöcher (z. B. Mikrolöcher **1002**) können mit leitendem Material (wie etwa Metall) gefüllt werden, um eine elektrische Vernetzungsmöglichkeit zwischen den Zeilen- oder Spaltenlinien auf der vorderen Oberfläche der Anzeige **1011** mit elektrischen Anschlüssen auf der rückwärtigen Oberfläche **1020** der Anzeige bereitzustellen. Die Mikrolöcher **1002** können sich nahe der Anzeigekante **1012** (wie gezeigt) befinden oder können irgendwo anders auf der Anzeige angeordnet sein.

**[0137]** Die zweite beispielhafte Ausführungsform umfasst das Strukturieren von Leitern, die auf der (den) Seite(n) einer Anzeige angeordnet sind, um die Zeilen- und Spaltenlinien auf der vorderen Anzeigenoberfläche mit elektrischen Anschlüssen auf der rückwärtigen Oberfläche zu verbinden. Dies wird in [Fig. 11](#) illustriert, die ein Substrat **1110** zeigt, das eine vordere (oder obere) Oberfläche **1111** und eine rückwärtige (oder untere) Oberfläche **1120** aufweist und das eine Vielzahl von strukturierten Leitern **1102** entlang der Seiten **1112** des Substrats **1110** umfasst. Die strukturierten Leiter **1102** können Leiterbahnen entlang den Substratseiten **1112** und/oder der oberen Oberfläche **1111** des Substrats **1102** umfassen, die eine oder mehrere Busleitungen auf der Vorderseite **1111** der Anzeige mit elektrischen Anschlüssen auf der Rückseite **1120** verbinden können. Die strukturierten Leiter **1102** können unter Verwendung jedes geeigneten Verfahrens gebildet werden, wie etwa Direktdruck (z. B. Tintenstrahldruck der dünnen elektrischen Leitungen aus löslichen leitfähigen Tinten); Abscheiden und Strukturieren unter Verwendung eines Vakuumbedampfungsprozesses mit Schattenmaske; Abscheiden von Metallen oder leitfähigen Tinten auf der (den) Anzeigeseite(n) **1112** und dann Strukturieren unter Verwendung von Lithographie oder unter Verwendung eines Lasers, um Film von Regionen abzutragen, um leitendes Material zu entfernen und Leiterbahnen oder Leitungen zu hinterlassen, wobei der Abscheidungsprozess

das Abscheiden von Metallen oder Leitern durch einen Vakuumprozess (z. B. Sputtern, Verdampfung usw.) beinhalten kann; oder indem die Anzeigeseite(n) **1112** in eine lösliche leitfähige Tinte getaucht wird (werden).

**[0138]** In jedem Fall können die beispielhaften Ansätze die Anwendung eines Barrierefilms zur Verkapselung und zur Bildung hermetischer Abdichtungen um eine Vorrichtung herum, einschließlich jedes oder aller strukturierten Leiter, ermöglichen. Wie oben erwähnt, auch wenn die beispielhaften Ansätze in Bezug auf eine Anzeigevorrichtung beschrieben wurden, sind die Ausführungsformen nicht darauf beschränkt. Das gleiche oder ähnliche Verfahren könnten auf eine Leuchttafel oder jede andere Vorrichtung, die einen Barrierefilm als Kanten- oder Verkapselungsschicht nutzt, angewendet werden. Für die meisten Vorrichtungen, insbesondere Leuchttafeln, ist die Anzahl der strukturierten Leiter in der Regel sehr viel geringer als die Anzahl, die für eine Anzeige erforderlich ist, und daher können die Verfahren leichter implementiert werden.

#### Zusammensetzung und Fertigung eines beispielhaften Barrierefilms

**[0139]** Unten werden beispielhafte Zusammensetzungen (und Verfahren zur Fertigung solcher Zusammensetzungen) von Barrierefilmmolekülen und Materialien, die als Kantenabdichtung in einigen oben beschriebenen Ausführungsformen verwendet werden können, bereitgestellt. Im Hinblick darauf werden beispielhafte Ausführungsformen von Materialien (und Abscheidungsprozessen), die als Kantenabdichtung verwendet werden können, ausführlich in der US-Patentschrift Nr. 7,968,146 mit dem Titel „Hybrid Layers for Use in Coatings on Electronic Devices or Other Articles“ beschrieben, die hierin vollumfänglich für alle Zwecke als Bezugsdokument aufgenommen wird. Die Erfinder haben gefunden, dass die in der US-Patentschrift Nr. 7,968,146 beschriebenen Materialien und Verfahren, von denen einige unten bereitgestellt werden, einen Barrierefilm bereitstellen können, der für die Verwendung als Kantenabdichtung für elektronische Vorrichtungen bevorzugt sein kann. Die Ausführungsformen sind jedoch nicht zwangsläufig auf die darin beschriebenen Moleküle und Verfahren begrenzt.

**[0140]** Im Hinblick darauf und wie oben erwähnt, kann in einigen Ausführungsformen der Barrierefilm eine Hybridschicht umfassen, die ein Gemisch aus einem polymeren Material und einem nichtpolymeren Material umfasst. Die Hybridschicht kann einphasig oder mehrphasig sein.

**[0141]** Wie hierin verwendet, kann sich der Begriff „nichtpolymer“ auf ein Material beziehen, das aus Molekülen mit einer gut definierten chemischen Formel mit einer einzigen, gut definierten relativen Molekülmasse besteht. Ein „nichtpolymere“ Molekül kann eine signifikant höhere Molmasse aufweisen. In einigen Fällen kann ein nichtpolymere Molekül Wiederholungseinheiten beinhalten. Wie hierin verwendet, kann sich der Begriff „polymer“ auf ein Material beziehen, das aus Molekülen besteht, die Wiederholungsuntereinheiten aufweisen, die kovalent gebunden sind, und das eine Molmasse (molecular weight) aufweist, die von Molekül zu Molekül variieren kann, da die Polymerisationsreaktion zu verschiedenen Anzahlen an Wiederholungseinheiten für jedes Molekül führen kann. Polymerer können beinhalten, sind aber nicht beschränkt auf Homopolymere und Copolymere, wie etwa Block-, Pfropf- (graft), Random-Copolymere oder alternierende Copolymere, sowie Mischungen und Modifikationen davon. Polymere beinhalten, sind aber nicht beschränkt auf Polymere aus Kohlenstoff oder Silicium.

**[0142]** Wie hierin verwendet, kann sich ein „Gemisch aus einem polymeren Material und einem nichtpolymeren Material“ auf eine Zusammensetzung beziehen, die ein Durchschnittsfachmann auf dem Gebiet als weder rein polymer noch rein nichtpolymer verstehen würde. Der Begriff „Gemisch“ soll alle polymeren Materialien ausschließen, die zufällige Mengen an nichtpolymerem Material enthalten (das natürlich zum Beispiel in den Zwischenräumen der polymeren Materialien vorhanden sein kann), das ein Durchschnittsfachmann auf dem Gebiet aber dennoch als rein polymer ansehen würde. Entsprechend soll dies alle nichtpolymeren Materialien ausschließen, die zufällige Mengen an polymerem Material enthalten, die aber ein Durchschnittsfachmann auf dem Gebiet dennoch als rein nichtpolymer ansehen würde. In einigen Fällen liegt das Gewichtsverhältnis von polymerem zu nichtpolymerem Material in der Hybridschicht im Bereich von 95:5 bis 5:95 und bevorzugt im Bereich von 90:10 bis 10:90, und stärker bevorzugt im Bereich von 25:75 bis 10:90.

**[0143]** Die polymere/nichtpolymere Zusammensetzung einer Schicht kann unter Verwendung verschiedener Techniken bestimmt werden, einschließlich Kontaktwinkeln von Wassertropfen, IR-Absorption, Härte und Biegsamkeit. In bestimmten Fällen weist die Hybridschicht einen Kontaktwinkel (wetting contact angle) im Bereich von 30° bis 85° und bevorzugt im Bereich von 30° bis 60° und stärker bevorzugt im Bereich von 36° bis 60° auf. Es wird darauf hingewiesen, dass der Kontaktwinkel eine Messung der Zusammensetzung ist, wenn er auf der Oberfläche eines As-aufgedampften (as-deposited) Films bestimmt wird. Da der Kontaktwinkel durch Behandlung nach der Abscheidung stark variieren kann, können Messungen, die nach solchen Behandlungen



gemacht wurden, die Schichtzusammensetzung nicht exakt widerspiegeln. Man geht davon aus, dass diese Kontaktwinkel auf ein großes Spektrum an Schichten, die aus siliciumorganischen Vorläufern gebildet werden, anwendbar sind. In bestimmten Fällen weist die Hybridschicht eine Nanoeindringhärte im Bereich von 3 bis 20 GPa und bevorzugt im Bereich von 10 bis 18 GPa auf. In bestimmten Fällen weist die Hybridschicht eine Oberflächenrauigkeit (quadratischer Mittelwert) im Bereich von 0,1 bis 10 nm und bevorzugt im Bereich von 0,2 bis 0,35 nm auf. In bestimmten Fällen ist die Hybridschicht, wenn sie als eine 4 mm dicke Schicht auf einem 50 mm dicken Polyimidfoliensubstrat abgeschieden wird, ausreichend flexibel, dass nach mindestens 55.000 Walzzyklen auf einer Walze mit einem Durchmesser von 1 Inch bei einer Dehnung ( $\epsilon$ ) von 0,2% keine mikrostrukturellen Veränderungen beobachtet werden. In bestimmten Fällen ist die Hybridschicht ausreichend flexibel, dass bei einer Dehnung ( $\epsilon$ ) von mindestens 0,35% keine Risse auftreten (einem Dehnungsniveau, bei dem eine 4 mm dicke Schicht aus reinem Siliciumoxid normalerweise reißen würde, wie es von einem Durchschnittsfachmann angenommen würde).

**[0144]** Es wird darauf hingewiesen, dass der Begriff „Gemisch“ sowohl Zusammensetzungen beinhalten soll, die einphasig sind als auch Zusammensetzungen, die mehrphasig sind. Daher schließt ein „Gemisch“ anschließend abgeschiedene alternierende polymere und nichtpolymere Schichten aus. Anders ausgedrückt, um als „Gemisch“ angesehen zu werden, sollte eine Schicht unter den gleichen Reaktionsbedingungen und/oder zur gleichen Zeit abgeschieden werden.

**[0145]** Die Hybridschicht kann durch chemische Gasphasenabscheidung unter Verwendung eines einzigen Vorläufermaterials (z. B. aus einer einzigen Quelle oder aus mehreren Quellen) gebildet werden. Wie hierin verwendet, kann sich ein „Vorläufermaterial aus einer einzigen Quelle“ auf eine Quelle beziehen, die alle die Vorläufermaterialien bereitstellt, die erforderlich sind, um sowohl die polymeren als auch die nichtpolymeren Materialien zu bilden, wenn das Vorläufermaterial mittels CVD, mit oder ohne einem Reaktionsgas, abgeschieden wird. Dadurch sollen Verfahren ausgeschlossen werden, bei denen das polymere Material unter Verwendung eines Vorläufermaterials gebildet wird und das nichtpolymere Material unter Verwendung eines anderen Vorläufermaterials gebildet wird. Wie ein Fachmann auf dem Gebiet zu schätzen weiß, kann eine „einzigste Quelle“ für Vorläufermaterial einen oder mehrere Behälter (z. B. Tiegel) enthalten, der (die) während des Prozesses verwendet werden kann (können), um die Chemikalien, die ein einziges Vorläufermaterial bilden können oder enthalten, zu erhitzen oder zu mischen. Zum Beispiel kann ein einziges Vorläufermaterial in einer Vielzahl von Behältern gemischt werden oder enthalten sein und dann aufgedampft werden. Im Allgemeinen kann der Abscheidungsprozess durch die Verwendung eines einzigen Vorläufermaterials vereinfacht werden.

**[0146]** Zum Beispiel wird ein einziges Vorläufermaterial die Notwendigkeit getrennter Ströme von Vorläufermaterialien und die damit verbundene Notwendigkeit, die getrennten Ströme zuzuführen und zu kontrollieren, überflüssig machen.

**[0147]** Im Allgemeinen kann das Vorläufermaterial eine einzige Verbindung oder ein Gemisch aus Verbindungen sein. Wenn das Vorläufermaterial ein Gemisch aus Verbindungen ist, ist in einigen Fällen jede der verschiedenen Verbindungen in dem Gemisch selbst in der Lage, unabhängig als Vorläufermaterial zu dienen. Zum Beispiel kann das Vorläufermaterial ein Gemisch aus Hexamethyldisiloxan (HMDSO) und Dimethylsiloxan (DMSO) sein. Andere Vorläufer können ebenfalls verwendet werden, wie etwa Tetraethoxysilan (TEOS) oder Dimethylsiloxan (DMSO) oder Octamethylcyclotetrasiloxan oder Hexamethyldisilazan oder andere Organosilane oder Organosiloxane und Organosilazane oder deren Gemische.

**[0148]** In einigen Fällen kann die plasmaunterstützte CVD (PE-CVD) für die Abscheidung der Hybridschicht verwendet werden. PE-CVD kann aus verschiedenen Gründen wünschenswert sein, einschließlich Niedrigtemperaturabscheidung, gleichmäßige Schichtbildung und kontrollierbare Prozessparameter. Verschiedene PE-CVD-Prozesse, die für die Verwendung bei der Bildung einer Hybridschicht, die eine Barrierschicht für eine Kantenabdichtung umfassen kann, geeignet sind, sind im Fachgebiet bekannt, einschließlich jene, die RF-Energie nutzen, um das Plasma zu erzeugen.

**[0149]** Das Vorläufermaterial kann ein Material sein, das in der Lage ist, sowohl ein polymeres Material als auch ein nichtpolymere Material zu bilden, wenn es mittels chemischer Gasphasenabscheidung abgeschieden wird. Verschiedene solche Vorläufermaterialien sind für die Verwendung bei der Bereitstellung eines Barrierefilms, der eine Hybridschicht umfasst, geeignet, und können aufgrund ihrer verschiedenen Merkmale ausgewählt werden. Zum Beispiel kann ein Vorläufermaterial für seinen Gehalt an chemischen Elementen, seine stöchiometrischen Verhältnisse der chemischen Elemente und/oder den polymeren und nichtpolymeren Materialien, die unter CVD gebildet werden, ausgewählt werden. Zum Beispiel sind siliciumorganische Verbindungen, wie etwa Siloxane, eine Klasse von Verbindungen, die für die Verwendung als Vorläufermaterial

geeignet sind. Repräsentative Beispiele für Siloxanverbindungen beinhalten Hexamethyldisiloxan (HMDSO) und Dimethylsiloxane (DMSO). Wenn sie mittels CVD abgeschieden werden, sind diese Siloxanverbindungen in der Lage, polymere Materialien, wie etwa Siliciumpolymere, und nichtpolymere Materialien, wie etwa Siliciumoxid, zu bilden. Das Vorläufermaterial kann auch aus verschiedenen anderen Merkmalen, wie etwa Kosten, Nichttoxizität, Handhabungsmerkmale, die Fähigkeit, bei Raumtemperatur eine flüssige Phase beizubehalten, Volatilität, Molmasse usw. ausgewählt werden.

**[0150]** Andere siliciumorganische Verbindungen, die für die Verwendung als Vorläufermaterial geeignet sind, beinhalten Methylsilan; Dimethylsilan; Vinyltrimethylsilan; Trimethylsilan; Tetramethylsilan; Ethylsilan; Disilanomethan; Bis(methylsilano)methan; 1,2-Disilanoethan; 1,2-Bis(methylsilano)ethan; 2,2-Disilanoethan; 1,3,5-Trisilano-2,4,6-trimethylen und fluorierte Derivate dieser Verbindungen. Phenyl-enthaltende siliciumorganische Verbindungen, die für die Verwendung als Vorläufermaterial geeignet sind, beinhalten: Dimethylphenylsilan und Diphenylmethylsilan. Sauerstoff-enthaltende siliciumorganische Verbindungen, die für die Verwendung als Vorläufermaterial geeignet sind, beinhalten: Dimethyldimethoxysilan; 1,3,5,7-Tetramethylcyclotetrasiloxan; 1,3-Dimethyldisiloxan; 1,1,3,3-Tetramethyldisiloxan; 1,3-Bis(silanomethylen)disiloxan; Bis(1-methyldisiloxanyl)methan; 2,2-Bis(1-methyldisiloxanyl)propan; 2,4,6,8-Tetramethylcyclotetrasiloxan; Octamethylcyclotetrasiloxan; 2,4,6,8,10-Pentamethylcyclopentasiloxan; 1,3,5,7-Tetrasilano-2,6-dioxy-4,8-dimethylen; Hexamethylcyclotrisiloxan; 1,3,5,7,9-Pentamethylcyclopentasiloxan; Hexamethoxydisiloxan und fluorierte Derivate dieser Verbindungen. Stickstoff-enthaltende siliciumorganische Verbindungen, die für die Verwendung als Vorläufermaterial geeignet sind, beinhalten: Hexamethyldisilazan; Divinyltetramethyldisilazan; Hexamethylcyclotrisilazan; Dimethylbis(N-methylacetamido)silan; Dimethylbis-(N-ethylacetamido)silan; Methylvinylbis(N-methylacetamido)silan; Methylvinylbis(N-butylacetamido)silan; Methyltris(N-phenylacetamido)silan; Vinyltris(N-ethylacetamido)silan; Tetrakis(N-methylacetamido)silan; Diphenylbis(diethylaminoxyl)silan; Methyltris(diethylaminoxyl)silan; und Bis(trimethylsilyl)carbodiimid.

**[0151]** Wenn es mittels CVD abgeschieden wird, kann das Vorläufermaterial verschiedene Arten von polymeren Materialien in verschiedenen Mengen bilden, abhängig von der Art des Vorläufermaterials, der Gegenwart irgendwelcher Reaktionsgase und anderer Reaktionsbedingungen. Das polymere Material kann anorganisch oder organisch sein. Wenn zum Beispiel siliciumorganische Verbindungen als Vorläufermaterial verwendet werden, kann die abgeschiedene Hybridschicht Polymerketten von Si-O-Bindungen, Si-C-Bindungen oder Si-O-C-Bindungen beinhalten, um Polysiloxane, Polycarbosilane und Polysilane sowie organische Polymere zu bilden.

**[0152]** Wenn es mittels CVD abgeschieden wird, kann das Vorläufermaterial verschiedene Arten von nichtpolymeren Materialien in verschiedenen Mengen bilden, abhängig von der Art des Vorläufermaterials, der Gegenwart irgendwelcher Reaktionsgase und anderer Reaktionsbedingungen. Das nichtpolymere Material kann anorganisch oder organisch sein. Wenn zum Beispiel siliciumorganische Verbindungen als Vorläufermaterial in Kombination mit einem Sauerstoff-enthaltenden Reaktionsgas verwendet werden, kann das nichtpolymere Material Siliciumoxide, wie etwa SiO, SiO<sub>2</sub> und Oxide mit gemischter Valenz, SiO<sub>x</sub>, beinhalten. Wenn es mit einem Stickstoff-enthaltenden Reaktionsgas abgeschieden wird, kann das nichtpolymere Material Siliciumnitride (SiN<sub>x</sub>) enthalten. Andere nichtpolymere Materialien, die gebildet werden können in einigen Fällen, beinhalten Siliciumoxycarbide und Siliciumoxynitride.

**[0153]** Wenn PE-CVD verwendet wird, kann das Vorläufermaterial in Verbindung mit einem Reaktionsgas verwendet werden, das mit dem Vorläufermaterial in dem PE-CVD-Prozess reagiert. Die Verwendung von Reaktionsgasen, die in PE-CVD im Fachgebiet bekannt sind und verschiedene Reaktionsgase sind für die Verwendung in der vorliegenden Erfindung geeignet, einschließlich Sauerstoff-enthaltende Gase (z. B., O<sub>2</sub>, Ozon, Wasser) und Stickstoff-enthaltende Gase (z. B. Ammoniak). Das Reaktionsgas kann verwendet werden, um die stöchiometrischen Verhältnisse der chemischen Elemente zu variieren, die in dem Reaktionsgemisch vorhanden sind. Wenn zum Beispiel ein Siloxanvorläufermaterial mit einem Sauerstoff- oder Stickstoff-enthaltenden Reaktionsgas verwendet wird, wird das Reaktionsgas die stöchiometrischen Verhältnisse von Sauerstoff oder Stickstoff in Bezug auf Silicium und Kohlenstoff in dem Reaktionsgemisch verändern. Diese stöchiometrische Beziehung zwischen den verschiedenen chemischen Elementen (z. B. Silicium, Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff) in dem Reaktionsgemisch kann auf mehrere Arten variiert werden. Eine Art besteht darin, die Konzentration des Vorläufermaterials oder des Reaktionsgases in der Reaktion zu variieren. Eine andere Art besteht darin, die Strömungsraten des Vorläufermaterials oder des Reaktionsgases in der Reaktion zu variieren. Eine andere Art besteht darin, die Art des Vorläufermaterials oder des Reaktionsgases in der Reaktion zu variieren.

**[0154]** Die Veränderung der stöchiometrischen Verhältnisse der Elemente in dem Reaktionsgemisch kann die Eigenschaften und die relativen Mengen der polymeren und nichtpolymeren Materialien in der abgeschie-

denen Hybridschicht beeinflussen. Zum Beispiel kann ein Siloxangas mit variierenden Mengen an Sauerstoff kombiniert werden, um die Menge an nichtpolymerem Material bezogen auf das polymere Material in der Hybridschicht anzupassen. Indem das stöchiometrische Verhältnis von Sauerstoff bezogen auf Silicium oder Kohlenstoff erhöht wird, kann die Menge an nichtpolymerem Material, wie etwa Siliciumoxiden, erhöht werden. Entsprechend kann, indem das stöchiometrische Verhältnis von Sauerstoff reduziert wird, die Menge an Silicium- und Kohlenstoff-enthaltenden polymerem Material erhöht werden. Die Zusammensetzung der Hybridschicht kann auch variiert werden, indem andere Reaktionsbedingungen angepasst werden. Zum Beispiel können im Fall einer PE-CVD, Prozessparameter, wie etwa RF-Leistung und -Frequenz, Abscheidungsdruck, Abscheidungsdauer und Gasströmungsraten variiert werden.

**[0155]** Somit wird es durch die Verwendung der oben beschriebenen beispielhaften Verfahren möglich, eine Hybridschicht mit hybridem polymeren/nichtpolymerem Charakter zu bilden und Merkmale zu haben, die für die Verwendung in verschiedene Anwendungen geeignet sind, insbesondere als Barrierefilm, um das Eindringen von Permeanten über die Kanten zu reduzieren. Solche Merkmale des Barrierefilms können optische Transparenz (z. B. kann die Hybridschicht in einigen Fällen optisch transparent oder halbtransparent sein), Undurchlässigkeit, Flexibilität, Dicke, Adhäsion und andere mechanische Eigenschaften beinhalten. Zum Beispiel können ein oder mehrere dieser Merkmale angepasst werden, indem der prozentuale Gewichtsanteil an polymerem Material in der Hybridschicht variiert wird, wobei der Rest nichtpolymere Material ist. Zum Beispiel kann, um ein gewünschtes Niveau an Flexibilität und Undurchlässigkeit zu erreichen, der prozentuale Gewichtsanteil an polymerem Material bevorzugt im Bereich von 5 bis 95% und stärker bevorzugt im Bereich von 10 bis 25% liegen. Andere Bereiche sind jedoch, abhängig von der Anwendung, auch möglich.

#### Beispielhafte Ausführungsformen

**[0156]** In einigen Ausführungsformen kann ein erstes Produkt bereitgestellt werden. Das erste Produkt kann ein Substrat, das eine erste Oberfläche, eine erste Seite und eine erste Kante aufweist, an der die erste Oberfläche auf die erste Seite trifft; und eine Vorrichtung, die über dem Substrat angeordnet ist, umfassen, wobei die Vorrichtung eine zweite Seite aufweist, an der mindestens ein erster Abschnitt der zweiten Seite innerhalb von 3,0 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet ist. Das erste Produkt kann ferner einen ersten Barrierefilm umfassen, der mindestens einen Abschnitt der ersten Kante des Substrats, mindestens einen Abschnitt der ersten Seite des Substrats und mindestens den ersten Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung bedeckt. Eine beispielhafte Ausführungsform wurde oben unter Bezugnahme auf das in [Fig. 9](#) gezeigte Produkt **900** beschrieben.

**[0157]** Wie in diesem Kontext verwendet, bezieht sich der Begriff „innerhalb“ auf den gesamten Abstand zwischen dem Abschnitt der Vorrichtung und der Kante des Substrats und es ist dadurch nicht vorgesehen, dass die Vorrichtung innerhalb der Kanten des Substrats angeordnet ist (d. h. die Vorrichtung ist nicht beschränkt darauf, eine Seite aufzuweisen, die sich nicht über eine der Kanten des Substrats hinaus erstreckt). Das heißt zum Beispiel, wenn sich die Vorrichtung um weniger als 3,0 mm über die Kante des Substrats erstreckt, dann wird sie als „innerhalb“ 3,0 mm von der Kante des Substrats angesehen. Entsprechend wird sie, wenn die Seite der Vorrichtung über dem Substrat, aber weniger als 3,0 mm von der Kante angeordnet ist, auch als innerhalb 3,0 mm von der Kante des Substrats liegend angesehen. Der Begriff „innerhalb“ ist einschließend gemeint und umfasst dadurch auch Abstände von weniger als 3,0 mm.

**[0158]** Auch wenn die Erfinder entdeckt haben, dass die hierin bereitgestellten Ausführungsformen effektiv und vorteilhaft sein können, wenn die Vorrichtung in einem Abstand von bis zu und einschließlich 3,0 mm von einer Kante des Substrats angeordnet ist, haben die Erfinder auch gefunden, dass einige hierin offenbarte Ausführungsformen bei der Verhinderung des Eindringens bei sehr viel kürzeren Abständen unerwarteterweise effektiv sind (d. h. weniger als 1,0 mm und sogar stärker bevorzugt bei weniger als 0,1 mm). Zum Beispiel stellt die Konfiguration, bei der die Barrierschicht Abschnitte der vertikalen Seite des Substrats bedeckt, die Fähigkeit bereit, die Länge des Eindringwegs entlang der Schnittstelle des Substrats und der Barrierschicht (z. B. Weg-2 (**905**) in [Fig. 9](#)) zu verlängern, der häufig schnellste Weg für Kontaminaten ist, in die aktive Vorrichtungsfläche der Vorrichtung zu permeieren. Darüber hinaus kann die Verlängerung des Eindringwegs bereitgestellt werden, ohne die Dicke des Barrierefilms in horizontaler Richtung (d. h. die senkrechten Länge der Barrierschicht von der Seite der Vorrichtung) zu erhöhen, was zu Vorrichtungen mit reduzierten vorrichtungsfreien Kantenflächen führen kann, die in der Regel mit der Verwendung von Kantenabdichtungen assoziiert sind. Auf diese Weise können die hierin bereitgestellten Ausführungsformen Vorrichtungen bereitstellen, die keine vorrichtungsfreie Kantenfläche (oder eine sehr begrenzte nichtaktive Kantenfläche) entlang einer oder mehrerer Seiten der Vorrichtung aufweisen.

**[0159]** In dieser Hinsicht kann in einigen Ausführungsformen des ersten Produkts, wie oben beschrieben, mindestens der erste Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung innerhalb von ungefähr 2,0 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann der erste Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung innerhalb von ungefähr 1,0 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann der erste Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung innerhalb von ungefähr 0,5 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann der erste Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung innerhalb von ungefähr 0,1 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann der erste Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung innerhalb von ungefähr 0,05 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein.

**[0160]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, die Vorrichtung eine aktive Vorrichtungsfläche und eine inaktive Vorrichtungsfläche umfassen und mindestens ein Abschnitt der aktiven Vorrichtungsfläche der Vorrichtung kann innerhalb von 0,1 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein. Das heißt dass zum Beispiel die Randfläche des Produkts (die die vorrichtungsfreie Kantenfläche und die inaktive Vorrichtungsfläche umfasst) kleiner als 0,1 mm sein kann, so dass mindestens ein Abschnitt der aktiven Fläche relativ nahe an der Kante des Substrats angeordnet sein kann. Wie oben festgestellt gilt: Je kleiner der Abstand ist, in dem die aktive Vorrichtungsfläche von der Kante des Substrats angeordnet ist, umso weniger ungenutzter Raum scheint das Produkt zu haben (mindestens für Ausführungsformen, in denen das Produkt eine Licht emittierende Vorrichtung umfasst).

**[0161]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, die Vorrichtung eine aktive Vorrichtungsfläche umfassen und mindestens ein Abschnitt der aktiven Vorrichtungsfläche der Vorrichtung kann innerhalb von 0,1 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein. Dies kann, muss aber nicht einer Vorrichtung entsprechen, die keine inaktive Vorrichtungsfläche umfasst, mindestens für einen Abschnitt der Vorrichtung, die eine aktive Vorrichtungsfläche aufweist, die nahe an der Kante des Substrats angeordnet ist.

**[0162]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, das Substrat eines der Folgenden umfassen: ein Glas-, ein Kunststoff- oder ein Metallfolienmaterial. Im Allgemeinen kann jedes geeignete Substratmaterial verwendet werden. Es kann in einigen Ausführungsformen bevorzugt sein, dass ein Material, das sich leicht brechen (wie etwa schneiden) lässt, verwendet wird, um den Prozess der Freilegung der Seiten der Vorrichtung und des Substrats der Vorrichtung zu erleichtern. Die freigelegten Seiten (oder Abschnitte davon) können dann unter Verwendung eines Barrierefilms bedeckt werden, um die gesamte Vorrichtung oder einen Abschnitt davon zu verkapseln.

**[0163]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, der erste Barrierefilm ein Gemisch aus polymerem Material und nichtpolymerem Material umfassen. Wie oben festgestellt, auch wenn die Ausführungsformen nicht darauf beschränkt sind, haben die Erfinder allgemein gefunden, dass diese Art von Material für die Verwendung als Barrierschicht bevorzugt sein kann, weil es gute Eigenschaften sowohl im Hinblick auf den Volumendiffusionskoeffizienten durch das Material als auch den Diffusionskoeffizienten an der Schnittstelle mit dem Substrat bereitstellen kann. Es wurde auch gefunden, dass dieses Material in der Lage ist, auf den vertikalen Oberflächen, wie etwa der Seite des Substrats und/oder der Vorrichtung, abgeschieden zu werden. In einigen Ausführungsformen kann der erste Barrierefilm ein Gemisch aus polymerem Silicium und anorganischem Silicium umfassen.

**[0164]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, der erste Barrierefilm über mindestens einem Abschnitt der Vorrichtung angeordnet sein. Das heißt, die Barrierschicht kann mindestens einen Abschnitt der Vorrichtung (d. h. die obere Oberfläche zusätzlich zu einer oder mehreren Seiten – oder Abschnitten der Seiten) bedecken. In einigen Ausführungsformen kann der erste Barrierefilm über der gesamten Vorrichtung angeordnet sein. Im Allgemeinen kann es in einigen Fällen bevorzugt sein, den Barrierefilm so abzuschneiden, dass er über der Vorrichtung angeordnet ist, weil dies die Herstellungskosten und die Komplexität verringern kann. In solchen Ausführungsformen könnte der Barrierefilm als Deckschicht in einem einzigen Verarbeitungsschritt abgeschieden werden und die Verwendung einer Maske (die richtig ausgerichtet werden müsste) nicht erforderlich machen. Darüber hinaus kann der Barrierefilm auch als obere Barrierschicht wirken (zusätzlich zu einer Kantenabdichtung), wodurch entweder eine zusätzliche obere Abdichtungskomponente überflüssig würde oder er könnte in Verbindung mit einer Oberseitenverkapselung (wie etwa einem Glas- und Epoxidmaterial oder einem anderen Filmmaterial) verwendet werden, um zusätzlichen Schutz gegen Kontaminaten (contaminates) bereitzustellen.

**[0165]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, die Vorrichtung eine Vielzahl von Seiten umfassen und der erste Barrierefilm kann jede der Vielzahl von Seiten der Vorrichtung bedecken. Das heißt, der Barrierefilm kann zum Beispiel als Kantenabdichtung entlang jeder der Seiten der Vorrichtung dienen. Es wird darauf hingewiesen, dass in einigen Ausführungsformen, in denen der Barrierefilm eine Vielzahl von Seiten der Vorrichtung bedeckt, jede dieser Seiten der Vorrichtung innerhalb von 3,0 mm (stärker bevorzugt innerhalb von 1,0 mm; und noch stärker bevorzugt innerhalb von 0,1 mm) von einer Kante des Substrats angeordnet sein kann, aber nicht sein muss. In einigen Ausführungsformen kann das Substrat eine Vielzahl von Seiten umfassen, und der erste Barrierefilm kann mindestens einen Abschnitt jeder der Vielzahl von Seiten des Substrats bedecken. Wiederum wird darauf hingewiesen, dass solche Ausführungsformen einen oder mehrere Abschnitte der Vorrichtung aufweisen können, die in einem Abstand von mehr als 3,0 mm angeordnet ist, auch wenn es, wie oben festgestellt, im Allgemeinen bevorzugt sein kann, dass die Seiten der Vorrichtung jeweils so nah an der Kante des Substrats angeordnet sind, wie es praktikabel ist, um die Größe der nichtaktiven Kantenfläche zu reduzieren. In einigen Ausführungsformen kann das Substrat vier Seiten umfassen, und der erste Barrierefilm kann mindestens einen Abschnitt von mindestens zwei der Seiten des Substrats bedecken. Das heißt, eine Vorrichtung kann keine vorrichtungsfreie Kantenflächen (oder eine reduzierte vorrichtungsfreie Kantenfläche) auf zwei Seiten der Vorrichtung aufweisen, basierend auf der Anordnung der Seiten der Vorrichtung innerhalb eines kleinen Abstands (z. B. weniger als 3,0 mm; bevorzugt weniger als 0,1 mm) von einer Kante des Substrats, kann aber vorrichtungsfreie Kantenflächen, zum Beispiel auf den oberen und unteren Abschnitten der vorderen Oberfläche eines Produkts (wie etwa für eine Nutzerschnittstelle oder eine Hardware-Ausrüstung, wie etwa Kameras, Lautsprecher usw.) aufweisen. In einigen solchen Ausführungsformen kann der erste Barrierefilm über der gesamten Vorrichtung angeordnet sein; die Ausführungsformen sind jedoch nicht darauf beschränkt.

**[0166]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, das erste Produkt ferner einen zweiten Barrierefilm umfassen, der über der Vorrichtung angeordnet sein kann. Der erste Barrierefilm und der zweite Barrierefilm können verschiedene Materialien umfassen. In einigen Ausführungsformen kann der zweite Barrierefilm ein Glas, einen Kunststoff, einen mit einem Barrierefilm beschichteten Kunststoff oder ein Metallfolienmaterial umfassen. Zum Beispiel kann eine der praktischeren Ausführungsformen darin bestehen, ein Kunststoffmaterial, das mit einem Barrierefilm beschichtet ist, als zweite Barrierschicht zu verwenden, um die Oberseite der Vorrichtung zu verkapseln. Das Kunststoffmaterial, das mit einem Barrierefilm beschichtet ist, kann dadurch als ein „zweiter Barrierefilm“, wie hierin verwendet, angesehen werden. Der Kunststoff, der den beschichteten Barrierefilm aufweist, kann an die Oberseite der Vorrichtung (z. B., um die Vorrichtung zu bedecken) auf jede geeignete Weise angebracht (attached) sein, einschließlich durch die Verwendung eines Epoxids.

**[0167]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, das Substrat einen ersten äußeren Umfang aufweisen und die Vorrichtung kann einen zweiten äußeren Umfang aufweisen. Wie hierin verwendet, kann sich der „äußere Umfang“ auf die Kante der Vorrichtung oder des Substrats beziehen, die eine kontinuierliche oder halbkontinuierliche Kante oder Schnittstelle um diese Komponente herum bildet. Das heißt, der „äußere Umfang“ kann die Abschnitte des Substrats oder der Vorrichtung umfassen, die am weitesten von der Mitte des Substrats bzw. der Vorrichtung entfernt angeordnet sind, in einer Richtung, die senkrecht zu der Schnittstelle zwischen der Vorrichtung und dem Substrat ist. In einigen Ausführungsformen können mindestens ungefähr 50% des zweiten äußeren Umfangs der Vorrichtung innerhalb von ungefähr 1,0 mm von dem ersten äußeren Umfang des Substrats angeordnet sein. Das heißt zum Beispiel, wenn die Vorrichtung vier gleich lange Seiten umfasst, die deren Umfang umfassen, dann kann diese Ausführungsform mindestens zwei dieser Seiten umfassen, die innerhalb von 1,0 mm von einem Abschnitt des Umfangs des Substrats (das eine Kante des Substrats umfasst) angeordnet sind. Im Allgemeinen gilt, dass je größer der Prozentsatz des äußeren Umfangs der aktiven Fläche ist, die in einem kurzen Abstand von dem äußeren Umfang des Substrats angeordnet ist, umso weniger nichtaktive Kantenfläche kann die Vorrichtung aufweisen. In einigen Ausführungsformen können mindestens ungefähr 50% des zweiten äußeren Umfangs der Vorrichtung innerhalb von ungefähr 0,1 mm von dem ersten äußeren Umfang des Substrats angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen können mindestens ungefähr 75% des zweiten äußeren Umfangs der Vorrichtung innerhalb von ungefähr 1 mm von dem ersten äußeren Umfang des Substrats angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen können mindestens ungefähr 75% des zweiten äußeren Umfangs der Vorrichtung innerhalb von ungefähr 0,1 mm von dem ersten äußeren Umfang des Substrats angeordnet sein.

**[0168]** Für Ausführungsformen, in denen die Vorrichtung eine gebogene Seite oder Seiten umfasst (z. B. wenn der äußere Umfang der Vorrichtung oder ein Abschnitt davon gebogen ist), dann können in Ausführungsformen, in denen 50% des zweiten äußeren Umfangs der Vorrichtung innerhalb ungefähr 1,0 mm von dem ersten äußeren Umfang des Substrats angeordnet sind, der Anordnung entsprechen, bei der 50% der Länge des

äußeren Umfangs (d. h. der gebogenen Seite) der Vorrichtung innerhalb von 1,0 mm von jedem Abschnitt der Kante des Substrats (z. B. dem äußeren Umfang des Substrats) angeordnet sind. In einigen Ausführungsformen können mindestens 10% des zweiten äußeren Umfangs der Vorrichtung (z. B. die einen gebogenen Umfang aufweist) innerhalb ungefähr 3,0 mm (bevorzugt innerhalb von 1,0 mm und stärker bevorzugt innerhalb von 0,1 mm) von dem ersten äußeren Umfang des Substrats (d. h. der Kante des Substrats) angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen können mindestens 30% (bevorzugt mindestens 50% und stärker bevorzugt mindestens 75%) des zweiten äußeren Umfangs der Vorrichtung (z. B. die einen gebogenen Umfang aufweist) innerhalb ungefähr 3,0 mm (bevorzugt innerhalb von 1,0 mm und stärker bevorzugt innerhalb von 0,1 mm) von dem ersten äußeren Umfang des Substrats (d. h. der Kante des Substrats) angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann das Substrat auch einen gebogenen Umfang aufweisen, auch wenn die Ausführungsformen nicht darauf beschränkt sind.

**[0169]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, der erste Barrierefilm unter Verwendung von chemischer Gasphasenabscheidung CVD und einem siliciumorganischen Vorläufer abgeschieden worden sein. Im Allgemeinen kann CVD (und bevorzugt PE-CVD) eine effiziente Weise der Abscheidung des Barrierefilms (insbesondere, wenn der Barrierefilm eine Deckenschicht umfasst) umfassen, auch wenn die Ausführungsformen nicht darauf beschränkt sind. Darüber hinaus haben die Erfinder gefunden, dass Gasphasen-Abscheidungstechniken eine effektive Möglichkeit sind, Barrierefilmmaterialien auf vertikalen Oberflächen abzuscheiden.

**[0170]** In einigen Ausführungsformen kann das erste Produkt eines der Folgenden umfassen: eine Solarzelle, eine Dünnschichtbatterie, eine organische elektronische Vorrichtung, eine Leuchttafel oder eine Lichtquelle, die eine Leuchttafel aufweist, eine Anzeige oder eine elektronische Vorrichtung, die eine Anzeige aufweist, ein Mobiltelefon, einen Notebook-Computer, einen Tablet-Computer oder einen Fernseher.

**[0171]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, die Vorrichtung eine organische Schicht umfassen. In einigen Ausführungsformen kann die Vorrichtung eine OLED umfassen. Wie oben festgestellt, beziehen sich viele der hierin bereitgestellten Beispiele auf organische Beleuchtungsvorrichtungen (wie etwa Leuchttafeln oder Anzeigen). Dies mag zwar eine bevorzugte Ausführungsform sein, weil die nichtaktiven Kantenflächen in der Regel von einem Betrachter wahrgenommen werden, wenn er die Lichtquelle betrachtet, aber die Ausführungsformen sind nicht darauf beschränkt.

**[0172]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, das erste Produkt ferner eine Elektronikverpackung umfassen, bei der die Elektronikverpackung mindestens eine Abmessung aufweist, die kleiner ist als die des Vorrichtungsmusters. Die „Elektronikverpackung“ (electronics packaging) kann sich auf jedes und/oder alle der elektronischen Komponenten beziehen, die das erste Produkt umfassen, die nicht integriert an die Vorrichtung gekoppelt oder innerhalb der Vorrichtung angeordnet sind. Wenn die Vorrichtung keine vorrichtungsfreie Kantenfläche um ihre Seiten herum aufweist (oder wenn solche Flächen relativ klein sind und für einen Nutzer der Vorrichtung nicht wahrnehmbar sind), die einer Kantenabdichtung oder einem Barrierefilm zuzuschreiben sind, dann kann im Allgemeinen der Vorteil, der von solchen Ausführungsformen bereitgestellt wird (mindestens aus ästhetischer Sicht) nicht genauso vorteilhaft sein, wenn sich andere Komponenten an beliebigen Seiten um die Vorrichtung herum erstrecken. In einigen Ausführungsformen kann die Elektronikverpackung eine Gesamtfläche aufweisen, die kleiner ist als die Gesamtfläche des Vorrichtungsmusters. Wie in diesem Kontext verwendet, kann sich die „Gesamtfläche“ im Allgemeinen auf die Fläche der Verpackung beziehen, die im Wesentlichen parallel zum Vorrichtungsmuster angeordnet ist. Somit kann, wenn die Gesamtfläche der Elektronikverpackung zum Beispiel kleiner ist als die des Vorrichtungsmusters, die Elektronikverpackung vollständig von der Vorrichtung bedeckt sein, so dass die Verpackung für einen Nutzer nicht sichtbar ist. In solchen Ausführungsformen kann das Produkt keinerlei vorrichtungsfreie Kantenflächen (non-device edge areas) aufweisen.

**[0173]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, das erste Produkt ferner eine Vielzahl von Vorrichtungen umfassen. Das heißt zum Beispiel, ein Produkt kann eine Vielzahl von OLEDs umfassen, die auf einer einzigen Oberfläche (wie etwa, wenn eine Anzeige oder eine Leuchttafel gekachelt sind) angeordnet und/oder elektrisch angeschlossen sein können. In einigen Ausführungsformen kann jede der Vielzahl von Vorrichtungen in einem Abstand von weniger als 6,0 mm von mindestens einer der anderen Vorrichtungen angeordnet sein. Dies könnte zum Beispiel Ausführungsformen umfassen, in denen jede der Vorrichtungen 3,0 mm vorrichtungsfreie Kantenfläche aufweist, die um ihre Seiten herum angeordnet ist, zu der zum Beispiel der Barrierefilm beiträgt, der eine Kantenabdichtung bildet. Wenn die Vorrichtungen benachbart zueinander angeordnet sind (zum Beispiel in einem  $4 \times 4$ - oder  $6 \times 6$ -Grid-Array), wird der Abstand zwischen jeder Vorrichtung äquivalent zu der vorrichtungsfreien Kantenfläche um jede der Vorrichtungen herum sein, in

einer Richtung senkrecht zu einer Seite jeder der Vorrichtungen. Daher gilt, dass je kleiner die vorrichtungsfreie Kantenfläche um jede Vorrichtung herum ist, umso weniger ungenutzten Raum wird die Vorrichtung aufweisen – wodurch der Kacheleffekt für einen Betrachter weniger wahrnehmbar ist. In einigen Ausführungsformen ist jede der Vielzahl von Vorrichtungen in einem Abstand von weniger als 4,0 mm von mindestens einer der anderen Vorrichtungen angeordnet. In einigen Ausführungsformen kann jede der Vielzahl von Vorrichtungen in einem Abstand von weniger als 2,0 mm von mindestens einer der anderen Vorrichtungen angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann jede der Vielzahl von Vorrichtungen in einem Abstand von weniger als 1,0 mm von mindestens einer der anderen Vorrichtungen angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann jede der Vielzahl von Vorrichtungen in einem Abstand von weniger als 0,1 mm von mindestens einer der anderen Vorrichtungen angeordnet sein. Wie oben festgestellt, können die hierin bereitgestellten Ausführungsformen eine effektive Kantenabdichtung bereitstellen, ohne, in einigen Ausführungsformen, zu erfordern, dass der Barrierefilm einen großen senkrechten Abstand aufweist, der sich weg von dem Vorrichtungsmuster erstreckt.

**[0174]** Im Hinblick darauf kann in einigen Ausführungsformen, wie oben beschrieben, die Vielzahl von Vorrichtungen auf dem gleichen Substrat angeordnet sein in dem das erste Produkt eine Vielzahl von Vorrichtungen umfasst. In einigen Ausführungsformen kann die Vielzahl von Vorrichtungen auf verschiedenen Substraten angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann die Vielzahl von Vorrichtungen mindestens zwei Vorrichtungen umfassen, die Licht emittieren, das eine Peakwellenlänge aufweist, die verschieden ist. In einigen Ausführungsformen kann das erste Produkt eine Anzeige umfassen. Im Allgemeinen kann das Kacheln von Licht emittierenden Vorrichtungen Effizienzen bei der Herstellung bereitstellen (z. B. kann es leichter sein, eine Vielzahl von kleineren Vorrichtung zu fertigen als eine große Vorrichtung) und ein robusteres System (z. B. wenn eine der Vorrichtungen ausfällt, dann muss nur diese Vorrichtung und nicht die gesamte Vorrichtung ersetzt werden).

**[0175]** Beispielhafte Ausführungsformen, die das Kacheln von zwei getrennten Vorrichtungen umfassen, können wie folgt sein: In einigen Ausführungsformen kann das gekachelte Produkt ein erstes Substrat umfassen, das eine erste Oberfläche, eine erste Seite und eine erste Kante aufweist, an der die erste Oberfläche auf die Seite trifft; ein zweites Substrat, das eine erste Oberfläche, eine erste Seite und eine erste Kante aufweist, an der die erste Oberfläche auf die erste Seite trifft; und eine Vielzahl von Vorrichtungen, die eine erste Vorrichtung und eine zweite Vorrichtung umfassen. Die erste Vorrichtung kann über dem ersten Substrat angeordnet sein und eine zweite Seite aufweisen, in der mindestens ein erster Abschnitt der zweiten Seite der ersten Vorrichtung innerhalb von ungefähr 3,0 mm von der ersten Kante des ersten Substrats angeordnet ist. Die gekachelte Vorrichtung kann ferner einen ersten Barrierefilm umfassen, der mindestens einen Abschnitt der ersten Kante des ersten Substrats, mindestens einen Abschnitt der ersten Seite des ersten Substrats und mindestens den ersten Abschnitt der zweiten Seite der ersten Vorrichtung bedeckt. Die zweite Vorrichtung kann über dem zweiten Substrat angeordnet sein und eine zweite Seite aufweisen, in der mindestens ein erster Abschnitt der zweiten Seite der zweiten Vorrichtung innerhalb von ungefähr 3,0 mm von der ersten Kante des zweiten Substrats angeordnet ist. Die erste gekachelte Vorrichtung kann ferner einen zweiten Barrierefilm umfassen, der mindestens einen Abschnitt der ersten Kante des zweiten Substrats, mindestens einen Abschnitt der ersten Seite des zweiten Substrats und mindestens den ersten Abschnitt der zweiten Seite der zweiten Vorrichtung bedeckt. In einigen Ausführungsformen kann in der gekachelten Vorrichtung, wie oben beschrieben, der erste Abschnitt der zweiten Seite der ersten Vorrichtung in einem Abstand von weniger als 6,0 mm von dem ersten Abschnitt der zweiten Seite der zweiten Vorrichtung angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann der erste Abschnitt der zweiten Seite der ersten Vorrichtung in einem Abstand von weniger als 2,0 mm von dem ersten Abschnitt der zweiten Seite der zweiten Vorrichtung angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann der erste Abschnitt der zweiten Seite der ersten Vorrichtung in einem Abstand von weniger als 1,0 mm von dem ersten Abschnitt der zweiten Seite der zweiten Vorrichtung angeordnet sein.

**[0176]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, die erste Vorrichtung eine aktive Vorrichtungsfläche und eine inaktive Vorrichtungsfläche umfassen; die zweite Vorrichtung kann eine aktive Vorrichtungsfläche und eine inaktive Vorrichtungsfläche umfassen; und mindestens ein Abschnitt der aktiven Vorrichtungsfläche der ersten Vorrichtung ist in einem Abstand von weniger als 1,0 mm von mindestens einem Abschnitt der aktiven Vorrichtungsfläche der zweiten Vorrichtung angeordnet. Im Allgemeinen gilt, dass je kürzer der Abstand zwischen den aktiven Vorrichtungsflächen (im Gegensatz zu den Vorrichtungsmustern allein, die auch eine inaktive Vorrichtungsfläche beinhalten können) von jeder der Vielzahl von Vorrichtungen ist, umso weniger wahrnehmbar kann jede Randfläche zwischen den Vorrichtungen für eine Betrachter sein (mindestens für Licht emittierende Produkte, wie etwa Anzeigen oder Leuchttafeln).

**[0177]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, die erste Vorrichtung eine aktive Vorrichtungsfläche und eine inaktive Vorrichtungsfläche umfassen; und mindestens ein Abschnitt

der aktiven Vorrichtungsfläche der ersten Vorrichtung kann in einem Abstand von weniger als 0,01 mm von mindestens einem Abschnitt der aktiven Vorrichtungsfläche der zweiten Vorrichtung angeordnet sein.

**[0178]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, das Substrat ferner eine zweite Oberfläche umfassen und eine Vielzahl von elektrischen Leitern kann innerhalb des Substrats angeordnet sein, in dem sich jede der Vielzahl von Leitern von der ersten Oberfläche zur zweiten Oberfläche des Substrats erstreckt. Wie oben unter Bezugnahme auf [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) ausführlich beschrieben wurde, erfordert das Bereitstellen einer Vorrichtung häufig, dass elektrische Komponenten (wie etwa Elektroden), die auf gegenüberliegenden Oberflächen des Substrats angeordnet sind, mit Strom oder Spannung versorgt werden. In einigen Ausführungsformen kann jeder der elektrischen Leiter innerhalb eines Mikrolochs angeordnet sein. Das heißt, ein oder mehrere Kontaktlöcher durch das Substrat können bereitgestellt werden, um die elektrischen Anschlüsse herzustellen. In einigen Ausführungsformen kann das Substrat einen äußeren Umfang aufweisen und jede der Vielzahl von Leitern kann innerhalb von 1,0 mm von dem äußeren Umfang angeordnet sein. Auch wenn die Mikrolöcher relativ klein sein können, wird jedes von ihnen tatsächlich inaktive Vorrichtungsflächen in der Vorrichtung erzeugen und daher haben die Erfinder gefunden, dass, indem diese Komponenten in Richtung des Rands der Vorrichtung verschoben werden, ihr Auswirkung für eine Betrachter minimiert werden kann (z. B. wenn die Vorrichtung eine Licht emittierende Vorrichtung ist). Die Ausführungsformen sind jedoch nicht darauf beschränkt und in einigen Fällen, in denen das Substrat einen äußeren Umfang umfasst, kann mindestens einer der Leiter in einem Abstand von mehr als 1,0 mm von dem äußeren Umfang des Substrats angeordnet sein.

**[0179]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, das erste Produkt ferner eine Vielzahl von elektrischen Leitern umfassen, die auf der ersten Seite des Substrats angeordnet sind. In einigen Ausführungsformen kann das Substrat ferner eine zweite Oberfläche umfassen und jede der Vielzahl von Leitern kann sich von der ersten Oberfläche zur zweiten Oberfläche des Substrats erstrecken. Das heißt, in einigen Ausführungsformen können die elektrischen Leiter, müssen aber nicht, innerhalb des Substrats (z. B. unter Verwendung eines oder mehrerer Kontaktlöcher) angeordnet sein. Das heißt, die Vielzahl von Leitern könnte zum Beispiel auf (oder über) einer oder mehreren der Seiten des Substrats angeordnet sein (z. B. können die Leitern strukturierte Leiter sein, die über einen Abschnitt der Seite des Substrats angeordnet sind).

**[0180]** In einigen Ausführungsformen kann das erste Produkt, wie oben beschrieben, in dem das Substrat eine zweite Oberfläche und eine Vielzahl von Leitern umfasst, die entweder innerhalb des Substrats angeordnet sind oder auf der ersten Seite des Substrats angeordnet sind, das erste Produkt ferner eine Vielzahl von Elektroden umfassen, die über dem Substrat angeordnet sind. In einigen Ausführungsformen kann jede der Vielzahl von elektrischen Leitern mit mindestens einer der Vielzahl von Elektroden elektrisch verbunden sein. In einigen Ausführungsformen kann die elektrische Verbindung zwischen der Vielzahl von Elektroden und der Vielzahl von elektrischen Leitern eine strukturierte Leiterbahn und/oder Busleitung umfassen, die auf der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet ist.

**[0181]** Ausführungsformen können auch ein erstes Verfahren bereitstellen. Das erste Verfahren kann die Schritte des Bereitstellens eines Substrats beinhalten, das Substrat aufweisend: eine erste Oberfläche, eine erste Seite und eine erste Kante, an der die erste Oberfläche auf die erste Seite trifft; und eine Vorrichtung, die über der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet ist, wobei die Vorrichtung eine zweite Seite aufweist. Mindestens ein erster Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung kann nicht mehr als 3,0 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein. Nach dem Bereitstellen des Substrats beinhaltet das erste Verfahren ferner den Schritt des Fertigen eines ersten Barrierefilms, um mindestens einen Abschnitt der ersten Kante des Substrats, mindestens einen Abschnitt der ersten Seite des Substrats und mindestens den ersten Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung zu bedecken.

**[0182]** Der Begriff „bereitstellen“ wird in diesem Kontext allgemein als einschließender Begriff verwendet und schließt jede Art des Erhaltens oder Verfügbarmachens eines Substrats ein, das eine Vorrichtung über dem Substrat angeordnet zur Verwendung in solchen Verfahren aufweist. Zum Beispiel können in einigen Ausführungsformen das Substrat und die Vorrichtung (und/oder Komponenten davon) erworben werden, wie etwa durch Einkauf von einem Dritten. In einigen Ausführungsformen könnten das Substrat und/oder die Vorrichtung gefertigt, hergestellt oder anderweitig zusammengefügt werden, oder die Komponenten könnten einem Dritten bereitgestellt werden, der dann das Substrat fertigen oder zusammenfügen kann, das darauf angeordnet eine Vorrichtung aufweist.

**[0183]** Entsprechend ist der Begriff „Fertigen“ auch als einschließender Begriff anzusehen und kann jeden geeigneten Abscheidungsprozess oder jede andere Technik zum Abscheiden des Barrierefilms umfassen, um



die Abschnitte der Seite und der Kante des Substrats und der Seite der Vorrichtung zu bedecken. Dies könnte, nur als Beispiel, das Vakuumabscheiden einer Deckschicht eines Barrierefilms oder einer strukturierten Schicht durch eine Maske, Lösungsabscheidung usw. umfassen.

**[0184]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, mindestens der erste Abschnitt der zweiten Seite nicht mehr als 2,0 mm von der ersten Kante angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann mindestens der erste Abschnitt der zweiten Seite nicht mehr als 1,0 mm von der ersten Kante angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann mindestens der erste Abschnitt der zweiten Seite nicht mehr als 0,5 mm von der ersten Kante angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann mindestens der erste Abschnitt der zweiten Seite nicht mehr als 0,1 mm von der ersten Kante angeordnet sein.

**[0185]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, die Vorrichtung eine aktive Vorrichtungsfläche umfassen und mindestens ein Abschnitt der aktiven Vorrichtungsfläche der Vorrichtung kann innerhalb von 0,1 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein.

**[0186]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, der erste Barrierefilm ein Gemisch aus polymerem Material und nichtpolymerem Material umfassen. In einigen Ausführungsformen kann der erste Barrierefilm ein Gemisch aus polymerem Silicium und anorganischem Silicium umfassen.

**[0187]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, der Schritt des Bereitstellens eines Substrats die folgenden Schritte beinhalten: Ritzen des Substrats an einer Vielzahl von Positionen, Abscheiden der Vorrichtung über der ersten Oberfläche des Substrats und Brechen des Substrats an der Vielzahl von geritzten Positionen. Wie in diesem Kontext verwendet, kann „Brechen“ jedes geeignete Verfahren zur Trennung des Substrats in eine Vielzahl getrennter Segmente oder Stücke umfassen (wie etwa Abbrechen des Substrats oder Anwenden von Druck entlang der geritzten Positionen). Das Brechen des Substrats an den geritzten Positionen könnte die vertikale Seite des Substrats freilegen (in einigen Ausführungsformen kann die Seite der Vorrichtung auch freigelegt werden, wenn sie bereits über dem Substrat abgeschieden wurde), so dass der Barrierefilm über jeder dieser Positionen abgeschieden werden kann. Wie in diesem Kontext verwendet, kann sich eine „Vielzahl von Ritzpositionen“ auf jede Form oder Anordnung des Ritzes entlang einer Oberfläche des Substrats beziehen, wie etwa eine Linie, eine Vielzahl von Punkten, eine Kurve oder jede andere Form oder Konfiguration des Ritzens, so dass das Substrat entlang vorbestimmter Stellen brechen kann. In einigen Ausführungsformen kann der Schritt des Brechens des Substrats durchgeführt werden bevor die Vorrichtung über der ersten Oberfläche des Substrats abgeschieden wird. In einigen Ausführungsformen kann der Schritt des Brechens des Substrats durchgeführt werden, nachdem die Vorrichtung über der ersten Oberfläche des Substrats abgeschieden wurde.

**[0188]** Wie oben festgestellt, sollte das Brechen des Substrats an den geritzten Positionen, nachdem die Vorrichtung abgeschieden wurde, die vertikale Seite des Substrats und der Vorrichtung freilegen. Die Erfinder haben gefunden, dass es weniger wahrscheinlich ist, dass die Kante des Substrats mit beliebigen anderen Partikeln (wie etwa organischem Material) kontaminiert wird, wenn das Substrat gebrochen wird, nachdem die Vorrichtung abgeschieden wurde. Die Kontaminanten können die Leichtigkeit beeinflussen, mit der Permeanten in die Vorrichtung in Richtung der aktiven Vorrichtungsfläche eindringen. Daher haben die Erfinder gefunden, dass es generell bevorzugt sein kann, das Substrat zu brechen, um die Seiten des Substrats und der Vorrichtung freizulegen, nachdem die Vorrichtung abgeschieden wurde, aber bevor der Barrierefilm abgeschieden wurde. Darüber hinaus kann der Schritt des Brechens in einem Vakuum durchgeführt werden, um eine zusätzliche Kontamination der Vorrichtung zu verhindern oder zu reduzieren.

**[0189]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, der Schritt des Bereitstellens eines Substrats die folgenden Schritte beinhalten: Abscheiden der Vorrichtung über der ersten Oberfläche des Substrats; nachdem die Vorrichtung abgeschieden wurde, Ritzen des Substrats und der Vorrichtung an einer Vielzahl von Positionen; und Brechen des Substrats und der Vorrichtung an der Vielzahl von geritzten Positionen. Somit können in dieser beispielhaften Ausführungsform sowohl das Substrat als auch die Vorrichtung geritzt und dann gebrochen werden (und nicht nur das Substrat), um die Seiten freizulegen, die (mindestens teilweise) mit dem Barrierefilm bedeckt werden sollen.

**[0190]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, der Schritt des Bereitstellens den Schritt des Abscheidens der Vorrichtung über der gesamten ersten Oberfläche des Substrats beinhalten. Das heißt, einige Ausführungsformen können zum Beispiel eine Abscheidemaske nutzen, die größer ist als die Fläche der ersten Oberfläche des Substrats, so dass die Vorrichtung über der gesamten Oberfläche des Substrats angeordnet sein wird. In einigen Fällen kann diese Ausführungsform nicht bevorzugt

sein, da sie dazu führen kann, dass einiges von dem Material der aktiven Schicht auf der Seite des Substrats angeordnet wird (d. h. die Seite des Substrats kann kontaminiert werden). In einigen Ausführungsformen kann der Schritt des Bereitstellens eines Substrats den Schritt des Abscheidens der Vorrichtung durch eine Maske beinhalten, die eine Öffnung aufweist, die größer ist als die erste Oberfläche des Substrats.

**[0191]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, der Schritt des Bereitstellens eines Substrats die folgenden Schritte beinhalten: Abscheiden der Vorrichtung über der ersten Oberfläche des Substrats; und nachdem die Vorrichtung abgeschieden wurde, Brechen des Substrats und der Vorrichtung an einer Vielzahl von Stellen. Wie in diesem Kontext verwendet, kann sich der Begriff „Brechen“ allgemein auf jede Art der Trennung des Substrats und/oder der Vorrichtung in kleinere Komponenten oder Abschnitte beziehen. Es kann Schneiden, Abtragen, Reißen, Ritzen und Trennen usw. beinhalten. In einigen Ausführungsformen kann der Schritt des Brechens des Substrats und der Vorrichtung das Schneiden der Vorrichtung und des Substrats umfassen. Dies kann umfassen eine relativ einfache, aber effektive Art die Seiten der Vorrichtung und des Substrats freizulegen.

**[0192]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, der Schritt des Bereitstellens eines Substrats die folgenden Schritte beinhalten: Abscheiden der Vorrichtung über der ersten Oberfläche des Substrats; nachdem die Vorrichtung abgeschieden wurde, Abtragen eines Abschnitts der Vorrichtung, um die zweite Seite der Vorrichtung freizulegen; und nachdem die Vorrichtung abgeschieden wurde, Abtragen eines Abschnitts des Substrats, um die erste Seite zu freizulegen. Wie in diesem Kontext verwendet, kann „Abtragen eines Abschnitts des Substrats“ das Trennen des Substrats umfassen (z. B. kann sich die Abtragung von der oberen Oberfläche des Substrats von der unteren Oberfläche des Substrats erstrecken, um das Substrat in zwei Komponenten zu trennen). Die Ausführungsformen sind nicht darauf beschränkt. In einigen Ausführungsformen kann ein Teil des Substrats abgetragen werden, um einen Abschnitt des Substrats freizulegen. Der Barrierefilm kann dann derart abgeschieden werden, dass er einen Teil oder den gesamten freigelegten Abschnitt des Substrats (sowie eine oder mehrere Seiten der Vorrichtung) bedecken kann. Das Substrat kann dann gebrochen werden, um zwei getrennte Komponenten zu bilden. Dies wird in [Fig. 15\(a\)](#)–(d) illustriert und unten beschrieben.

**[0193]** [Fig. 15\(a\)](#) zeigt ein Produkt **1500**, das ein Substrat **1510** und eine Vorrichtung **1501**, die über der Oberfläche des Substrats **1510** angeordnet ist, aufweist. [Fig. 15\(b\)](#) zeigt die gleiche Vorrichtung nach einem Abtragungsprozessschritt, bei dem die Vorrichtung **1501** abgetragen wurde, um zwei physikalisch getrennte Vorrichtungen: **1530** und **1531**, zu bilden: Die Abtragung der Vorrichtung **1501** legte eine Seite **1532** von jeder der Vorrichtungen **1530** und **1531** frei. Der Abtragungsprozess wird auch so gezeigt, dass ein Teil des Substrats **1510** abgetragen ist, dass das Substrat **1510** aber hat nicht vollständig in zwei getrennte Regionen getrennt wurde. Der Abtragungsprozess legte jedoch einen Abschnitt des Substrats **1533** frei. [Fig. 15\(c\)](#) zeigt das gleiche Produkt **1500** nachdem ein Barrierefilm **1503** als Deckschicht über den Vorrichtungen **1530** und **1531** und Abschnitten des Substrats **1510** abgeschieden wurde. Wie gezeigt, wurde der Barrierefilm **1503** so angeordnet, dass er beide Seiten der Vorrichtungen **1530** und **1531** sowie Abschnitte des Substrats **1510** (einschließlich der freigelegten Region **1533**) bedeckt. [Fig. 15\(d\)](#) zeigt ferner das Produkt **1500** nachdem das Substrat **1510** in zwei getrennte physikalische Komponenten: **1534** und **1535**, gebrochen wurde. Wie gezeigt, bedeckt die Barrierschicht **1503** die Vorrichtungen **1530** und **1531** sowie die Abschnitte der Seiten jeder Substratkomponente **1534** und **1535** – einschließlich der vorher freigelegten Abschnitte der Seiten **1533**. Darüber hinaus werden die Vorrichtungen **1530** und **1531** gezeigt, die die Seiten **1532** aufweisen, die über einer Kante der Substratkomponenten **1534** bzw. **1535** angeordnet sind. Auf diese Weise können die Vorrichtungen **1530** und **1531** die Seiten **1532** aufweisen, die innerhalb eines kleinen Abstands von einer Kante des Substrats, über dem jede jeweils angeordnet ist, (z. B. weniger als 3,0 mm; bevorzugt weniger als 1,0 mm; stärker bevorzugt weniger als 0,1 mm) angeordnet sind. Dieser Prozess kann eine bessere Kontrolle des Abschnitts der freigelegten Seite des Substrats bereitstellen, das von dem Barrierefilm bedeckt ist, weil die anfängliche Tiefe der Abtragung des Substrats kontrolliert werden kann, bevor der Barrierefilm abgeschieden wird.

**[0194]** In einigen Ausführungsformen können mehrere Vorrichtungen auf einem einzigen Substrat hergestellt (z. B. angeordnet oder abgeschieden) werden (auf ähnliche Weise, wie viele Anzeigen auf einem großen Glas hergestellt werden). In einigen solchen Ausführungsformen, kann, um die vorrichtungsfreie Kantenfläche um die einzelnen Vorrichtungen herum zu minimieren ohne die Lagerungsfähigkeit der Vorrichtung zu beeinträchtigen, das Substrat mit Kerben hergestellt werden, wie in [Fig. 16](#) und [Fig. 17](#) gezeigt. Wie in [Fig. 16](#) gezeigt, können die Vorrichtungen auf dem gekerbten Substrat abgeschieden werden, worauf die Abscheidung des Barrierefilms folgt. Für die Vorrichtungsschichten und die Barrierefilmabscheidung können Schattenmasken verschiedener Größe verwendet werden, um zu verhindern (oder zu reduzieren), dass die Vorrichtungsschichten in die Kerben abgeschieden werden und potenziell die richtige Funktion des Barrierefilms stören. Der Bar-

rierefilm selbst kann auf der vertikalen Oberfläche der Kerben abgeschieden werden und dadurch eine zusätzliche Kantenlänge für eine längere Lagerungsfähigkeit bereitstellen (z. B. indem der Eindringweg für die Permeanten entlang der Schnittstelle mit dem Substrat verlängert wird). Die Vorrichtungen können dann unter Verwendung jedes geeigneten Verfahrens, wie etwa den hierin beschriebenen, getrennt werden.

**[0195]** Fig. 17 zeigt eine andere Ausführungsform, in der die Kerben keine vertikalen Wände aufweisen sondern einen stumpfen Winkel **1701** mit der oberen Oberfläche des Substrats bilden. Ein solcher schräger Querschnitt kann verhindern, dass die physikalischen Schichten der Gasphasenabscheidung (wie etwa die organischen Schichten einer OLED) auf den Wänden der Kerbe abgeschieden werden, da sie bevorzugt einer Sichtlinienabscheidung folgen. Der Barrierefilm, der normalerweise unter Verwendung von chemischer Gasphasenabscheidung abgeschieden wird, kann jedoch auf den Wänden abgeschieden werden, wodurch der Barrierefilm eine zusätzliche Kantenlänge erhalten kann, um die Vorrichtung vor Permeanten zu schützen. Dieses Vorkerben des Substrats kann der Barriere eine zusätzliche Kantenlänge bereitstellen, wenn sie für einen Herstellungsprozess verwendet wird, in dem mehrere Vorrichtungen auf einem einzigen Substrat hergestellt werden. Das Substrat kann nach dem Einkerben gereinigt werden, um die Partikel zu beseitigen, die während des Einkerbens erzeugt worden sein können.

**[0196]** Im Hinblick darauf kann in einigen Ausführungsformen in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, der Schritt des Bereitstellens des Substrats das Erzeugen einer Vielzahl von Kerben auf der ersten Oberfläche des Substrats, nach dem Erzeugen einer Vielzahl von Kerben, das Abscheiden einer Vielzahl von Vorrichtungen über der ersten Oberfläche auf dem Substrat, so dass jede der Vielzahl von Vorrichtungen von jeder der anderen Vorrichtungen durch mindestens eine der Vielzahl von Kerben getrennt ist, und nachdem die Barrierschicht abgeschieden wurde, das Brechen des Substrats entlang der Vielzahl von Kerben umfassen. In einigen Ausführungsformen kann jede Kerbe der Vielzahl von Kerben eine erste Wand und eine zweite Wand umfassen und mindestens eine aus der ersten Wand oder der zweiten Wand kann einen stumpfen Winkel mit der ersten Oberfläche des Substrats bilden, bevor das Substrat entlang der Vielzahl von Kerben gebrochen wird.

**[0197]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, nach dem Abscheiden des ersten Barrierefilms, das Verfahren ferner den Schritt des Brechens des Substrats umfassen.

**[0198]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, das erste Verfahren ferner den Schritt des Bildens einer Vielzahl von Leiterbahnen von der ersten Oberfläche des Substrats zur einer zweiten Oberfläche des Substrats umfassen. In einigen Ausführungsformen kann der Schritt des Bildens einer Vielzahl von Leiterbahnen die folgenden Schritte beinhalten: Herstellen einer Vielzahl von Kontaktlöchern in dem Substrat von der ersten Oberfläche zu der zweiten Oberfläche; und Abscheiden von leitendem Material in jede der Vielzahl von Kontaktlöchern.

**[0199]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, das den Schritt des Bildens einer Vielzahl von Leiterbahnen von der ersten Oberfläche des Substrats zu einer zweiten Oberfläche des Substrats umfasst, der Schritt des Bildens einer Vielzahl von Leiterbahnen das Anordnen von leitendem Material auf die erste Seite des Substrats umfassen. In einigen Ausführungsformen umfasst der Schritt des Anordnens von leitendem Material auf der ersten Seite des Substrats eine aus oder eine Kombination aus: Direkt drucken des leitenden Materials über einen Abschnitt der ersten Seite, um die Vielzahl von Leiterbahnen zu bilden; Anordnen einer leitenden Schicht über mindestens einem Abschnitt der ersten Seite und Strukturieren der leitenden Schicht, um die Vielzahl von Leiterbahnen zu bilden; Abscheiden einer leitenden Schicht unter Verwendung eines Vakuumverfahrens und Strukturieren der leitenden Schicht, um die Vielzahl von Leiterbahnen zu bilden; und/oder Eintauchen der ersten Seite des Substrats in ein leitendes Material und strukturieren des leitenden Materials, um die Vielzahl von Leiterbahnen zu bilden.

**[0200]** Ausführungsformen können auch ein erstes Produkt bereitstellen, das durch ein Verfahren hergestellt wurde. Der Prozess kann die Schritte des Bereitstellens eines Substrats beinhalten, das eine erste Oberfläche, eine erste Seite und eine erste Kante aufweist, an der die erste Oberfläche auf die erste Seite trifft; und eine Vorrichtung, angeordnet über der ersten Oberfläche des Substrats, die eine zweite Seite aufweist, an der mindestens ein erster Abschnitt der zweiten Seite nicht mehr als 3,0 mm (und bevorzugt nicht mehr als 1,0 mm) von der ersten Kante angeordnet ist. Der Prozess kann ferner den Schritt des Bereitstellens eines ersten Barrierefilms beinhalten, um mindestens einen Abschnitt der ersten Kante des Substrats, mindestens einen Abschnitt der ersten Seite des Substrats, und mindestens den ersten Abschnitt der zweiten Seite zu bedecken.

**[0201]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, das durch den oben beschriebenen Prozess hergestellt wurde, der erste Barrierefilm ein Gemisch aus polymerem Material und nichtpolymerem Ma-

terial umfassen. Wie oben beschrieben, haben die Erfinder gefunden, dass eine solche Barrierschicht Eigenschaften aufweisen kann, die sowohl das Eindringen von Feuchtigkeit einschränken als auch, in einigen Fällen, das Abscheiden des Materials auf einer vertikalen Oberfläche ermöglichen können.

**[0202]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, das durch den oben beschriebenen Prozess hergestellt wurde, der Schritt des Abscheidens des ersten Barrierefilms die Verwendung eines siliciumorganischen Vorläufers umfassen. In einigen Ausführungsformen kann der Schritt des Abscheidens des ersten Barrierefilms chemische Gasphasenabscheidung CVD umfassen. In einigen Ausführungsformen kann die chemische Gasphasenabscheidung plasmaunterstützt sein.

**[0203]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, das durch den oben beschriebenen Prozess hergestellt wurde, in dem der Schritt des Abscheidens des ersten Barrierefilms Gasphasenabscheidung unter Verwendung eines siliciumorganischen Vorläufers umfasst, der Barrierefilm im Wesentlichen aus einem Gemisch aus polymerem Silicium und anorganischem Silicium bestehen. In einigen Ausführungsformen kann das Gewichtsverhältnis von polymerem Silicium zu anorganischem Silicium im Bereich von 95,5 bis 5:95 liegen. In einigen Ausführungsformen können das polymere Silicium und das anorganische Silicium aus dem gleichen Vorläufermaterial erzeugt werden. In einigen Ausführungsformen kann mindestens eine Dicke von 0,1  $\mu\text{m}$  des Barrierefilms unter den gleichen Reaktionsbedingungen für alle Reaktionsbedingungen in dem Abscheidungsprozess abgeschieden werden. In einigen Ausführungsformen kann die Wasserdampfdurchdringungsrate durch die Dicke von mindestens 0,1  $\mu\text{m}$  des Barrierefilms kleiner als  $10^{-6}$   $\text{g/m}^2/\text{Tag}$  sein.

**[0204]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, das durch den oben beschriebenen Prozess hergestellt wurde, in dem der Schritt des Abscheidens des ersten Barrierefilms Gasphasenabscheidung unter Verwendung eines siliciumorganischen Vorläufers umfasst, das Vorläufermaterial Hexamethyldisiloxan oder Dimethylsiloxan umfassen. In einigen Ausführungsformen kann das Vorläufermaterial eine einzige siliciumorganische Verbindung umfassen. In einigen Ausführungsformen kann das Vorläufermaterial Gemisch aus siliciumorganischen Verbindungen umfassen.

**[0205]** Ausführungsformen können auch ein erstes Produkt bereitstellen. Das erste Produkt kann ein Substrat, das eine erste Oberfläche, eine erste Seite und eine erste Kante aufweist, an der die erste Oberfläche auf die erste Seite trifft; und eine Vorrichtung, die über dem Substrat angeordnet ist, das eine zweite Seite aufweist, umfassen, wobei mindestens ein erster Abschnitt der zweiten Seite innerhalb von ungefähr 1,0 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet ist. Die Vorrichtung kann ein erstes organisches Material umfassen. In einigen Ausführungsformen ist kein Abschnitt der ersten Seite des ersten Substrats mit mehr als  $6 \times 10^{13}$  Atomen/ $\text{cm}^2$  des ersten organischen Materials bedeckt. Das heißt, diese Ausführungsformen können einem Produkt entsprechen, das sich in einem dazwischen liegenden Produktionsschritt befindet, in dem das Substrat eine Seite aufweist, auf der keinerlei organisches Material abgeschieden wurde. Zum Beispiel kann das Zwischenprodukt einem Teil des Fertigungsprozesses nach dem Schritt entsprechen, in dem das organische Material der Vorrichtung auf dem ersten Substrat abgeschieden wurde und nachdem das Substrat gebrochen wurde, um die Seite des Substrats freizulegen, die innerhalb von 1,0 mm von der Seite der Vorrichtung angeordnet ist, aber bevor der Barrierefilm abgeschieden wurde. Das organische Material wurde abgeschieden, bevor die Seite des Substrats freigelegt wurde und daher wird die Seite wahrscheinlich keine signifikante Menge der darauf abgeschiedenen organischen Schicht aufweisen. Im Hinblick darauf bedeckt in einigen Ausführungsformen in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, das erste organische Material keinen Abschnitt der ersten Seite des Substrats.

**[0206]** In einigen Ausführungsformen kann das erste Produkt, wie oben beschrieben, ferner einen ersten Barrierefilm umfassen, der mindestens einen Abschnitt der ersten Kante des Substrats, mindestens einen Abschnitt der ersten Seite des Substrats und mindestens den ersten Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung bedeckt.

**[0207]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Produkt, wie oben beschrieben, mindestens der erste Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung innerhalb von ungefähr 0,1 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein.

**[0208]** Ausführungsformen können auch ein erstes Verfahren bereitstellen. Das erste Verfahren kann die Schritte des Bereitstellens eines Substrats beinhalten, das Substrat aufweisend: eine erste Oberfläche, eine erste Seite und eine erste Kante, an der die erste Oberfläche auf die erste Seite trifft; und eine Vorrichtung, angeordnet über einer ersten Oberfläche des Substrats; und das Brechen der Vorrichtung, um eine zweite Seite der Vorrichtung freizulegen, so dass mindestens ein erster Abschnitt der Vorrichtung nicht mehr als 3,0

mm von der ersten Kante angeordnet ist. In einigen Ausführungsformen kann mindestens der erste Abschnitt der Vorrichtung nicht mehr als 2,0 mm von der ersten Kante angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann mindestens der erste Abschnitt der Vorrichtung nicht mehr als 1,0 mm von der ersten Kante angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen ist mindestens der erste Abschnitt der Vorrichtung nicht mehr als 0,1 mm von der ersten Kante angeordnet.

**[0209]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten Verfahren, wie oben beschrieben, die Vorrichtung eine aktive Vorrichtungsfläche umfassen und mindestens ein Abschnitt der aktiven Vorrichtungsfläche der Vorrichtung kann nicht mehr als 0,1 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet sein.

**[0210]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten oben beschriebenen Verfahren der Schritt des Bereitstellens eines Substrats, aufweisend eine erste Seite und eine erste Kante, den Schritt des Brechens des Substrates entlang der ersten Seite beinhalten. In einigen Ausführungsformen können die Schritte des Brechens des Substrats und des Brechens der Vorrichtung den gleichen Schritt umfassen. Wie in diesem Kontext verwendet, kann sich der Begriff „umfassen den gleichen Schritt“ im Allgemeinen darauf beziehen, dass das Brechen sowohl des Substrats als auch der Vorrichtung gleichzeitig während eines einzigen Prozessschritts oder durch mehrere Prozessschritte stattfinden kann.

**[0211]** In einigen Ausführungsformen kann in dem ersten oben beschriebenen Verfahren und nach dem Schritt des Brechens der Vorrichtung, das Verfahren ferner den Schritt des Abscheidens eines ersten Barrierefilms auf eine Weise umfassen, so dass mindestens einen Abschnitt der ersten Kante des Substrats, mindestens einen Abschnitt der ersten Seite des Substrats und mindestens der erste Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung bedeckt ist. In einigen Ausführungsformen können die Schritte des Brechens der Vorrichtung und des Abscheidens eines ersten Barrierefilms in einem Vakuum durchgeführt werden. In einigen Ausführungsformen kann der erste Barrierefilm ein Gemisch aus polymerem Silicium und anorganischem Silicium umfassen. In einigen Ausführungsformen kann der Schritt des Brechens der Vorrichtung das Schneiden der Vorrichtung umfassen.

**[0212]** In einigen Ausführungsformen kann ein erstes Produkt bereitgestellt werden, das mindestens einen Abschnitt des äußeren Umfangs der Vorrichtung aufweist, der sich mit dem des Substrats, auf dem es angeordnet ist überlappt (d. h. die Vorrichtung und das Substrat können die gleiche (mehr oder weniger) vertikale Kante aufweisen). In einigen Ausführungsformen kann die Vorrichtung ein Dünnschicht sein, der mit einem Barrierefilm verkapselt ist, der die Seite der aktiven Verbindung und des Substrats bedeckt. In einigen Ausführungsformen wird der Verkapselungsfilm in PE-CVD unter Verwendung eines siliciumorganischen Vorläufers gewachsen. In einigen Ausführungsformen kann eine andere Schicht, die eine gute Barriereeigenschaft aufweist, auf die Oberseite der Barriere und der Vorrichtung aufgebracht werden. In einigen Ausführungsformen kann es keine vorrichtungsfreien Kantenflächen um einige oder alle der Kanten der Vorrichtung geben, weil es innerhalb der Vorrichtung eine Vielzahl von Öffnungen für elektrische Kontakte geben kann. In einigen Ausführungsformen kann das erste Produkt eine elektronische Vorrichtung/Gerät (wie etwa ein Smartphone) ohne vorrichtungsfreie Kantenflächen um eine OLED-Tafel herum umfassen. In einigen Ausführungsformen kann das erste Produkt das Kacheln einer Vielzahl von Tafeln umfassen, die keine vorrichtungsfreien Kantenflächen aufweisen, um eine größere Vorrichtung zu bilden.

**[0213]** In einigen Ausführungsformen kann ein Verfahren zur Erzeugung einer Vorrichtung umfassen: Wachsen einer Vorrichtung auf einem Substrat; Freilegen der vertikalen Seiten der Vorrichtung und mindestens eines Teils des Substrats; und Abscheiden eines Dünnschichts, um sowohl die Oberseite als auch Seiten der Vorrichtung und des Substrats zu verkapseln.

#### Experimentelle Überprüfung

**[0214]** [Fig. 13](#) und [Fig. 14](#) umfassen Fotografien eines beispielhaften Produkts, das auf drei Seiten des Produkts randlos oder nahezu randlos ist. Dieses Beispiel wird nur zu Illustrationszwecken bereitgestellt und ist nicht als beschränkend anzusehen. Wiederum gilt: Auch wenn die beispielhafte Ausführungsform eine OLED-Anzeige umfasst, sind die Ausführungsformen nicht darauf beschränkt.

**[0215]** Es wurde eine großflächige OLED-Leuchttafel verwendet, die elektrische Kontakte an nur einer Kante der Vorrichtung aufwies, um das Konzept einer Vorrichtung ohne vorrichtungsfreie Kantenfläche (z. B. einer randloses oder fast randlosen Vorrichtung) zu überprüfen. Zunächst wurde das Glassubstrat auf der Rückseite (der Seite ohne Abscheidung) des Substrats genau innerhalb der Kanten geritzt, an denen das organische Material der aktiven Vorrichtungsfläche der OLED abgeschieden werden sollte. Das Substrat wurde dann unter Verwendung eines thermisch leitenden Polymers (Fuji-poly®) auf eine Aufspannplatte (backing plate) montiert.

Dies wurde durchgeführt, um zu verhindern, dass das Substrat während der Verarbeitung bricht. Das Substrat wurde in dem Träger nur durch die Kanten gestützt, an denen die drei Seiten geritzt wurden, um nach der Verarbeitung abgebrochen zu werden. Danach wurde eine transparente Standard-PHOLED-Vorrichtung auf der Oberfläche des Substrats abgeschieden (d. h. gewachsen). Das Substrat wurde dann in den Handschuhkasten (glove box) übertragen, in dem die drei Kanten abgebrochen wurden, ohne das Substrat von der Aufspannplatte zu entfernen. Das Substrat wurde erneut in das Abscheidungssystem geladen, in dem ein Barrierefilm, der ein Hybridmaterial (d. h. ein Gemisch aus polymerem und nichtpolymerem Material) umfasst, abgeschieden wurde. Der Barrierefilm wurde über der gesamten Vorrichtung und über Abschnitten der drei freigelegten Seiten des Substrats abgeschieden. [Fig. 13](#) zeigt zwei Bilder, die die Leuchttafel, die unter Verwendung der oben genannten Schritte hergestellt wurde, direkt nach der Fertigung und Verkapselung zeigen.

**[0216]** [Fig. 14](#) umfasst Bilder der gleichen Tafel nach einundzwanzig Stunden Lagerung bei umgebender Raumtemperatur und Feuchtigkeit. Wie aus den Fotografien in [Fig. 14](#) hervorgeht, gibt es auf keiner der geschnittenen Kanten einen Qualitätsverlust der OLED-Vorrichtung. Kleine dunkle Punkte wurden in der Vorrichtung beobachtet; diese waren jedoch das Ergebnis großer Partikel auf der Vorrichtung vor dem Verkapselungsprozess mit einer Hybridbarriere.

**[0217]** Wie oben festgestellt, verwendete das Verfahren, das in diesem Beispiel von den Erfindern bei der Bildung einer OLED-Leuchttafel verwendet wird, die folgenden Prozessabläufe: 1) Ritzten der rückwärtigen Seite des Substrats; 2) Wachsen der Vorrichtung auf der vorderen Seite; 3) Brechen des Substrats an den vorgeritzten Stellen, um die vertikale Seite der Vorrichtung und des Substrats freizulegen; und 4) Aufbringen der Barrierefilmverkapselung, um sowohl die oberen als auch die vertikalen Seiten der Vorrichtung (d. h. der OLED) und die vertikale Seite des Substrats zu bedecken. Wie oben festgestellt, können andere Schritte ebenfalls verwendet werden.

#### Schlussfolgerung

**[0218]** Es versteht sich, dass die hierin beschriebenen verschiedenen Ausführungsformen nur als Beispiel dienen und nicht dazu gedacht sind, den Schutzbereich der Erfindung zu beschränken. Zum Beispiel können viele der hierin beschriebenen Materialien und Strukturen durch andere Materialien und Strukturen substituiert werden, ohne das Wesen der Erfindung zu verlassen. Die vorliegende Erfindung wie beansprucht kann daher Variationen der hierin beschriebenen besonderen Beispiele und bevorzugten Ausführungsformen beinhalten, wie es für den Fachmann offensichtlich ist. Es versteht sich, dass verschiedene Theorien im Hinblick darauf, warum die Erfindung funktioniert nicht beschränkend anzusehen gedacht sind.

**[0219]** Die oben genannten Beschreibungen dienen der Illustration und sind nicht beschränkend. Viele Variationen der Erfindung werden für den Fachmann bei der Prüfung der Offenbarung offensichtlich sein. Der Schutzbereich der Erfindung sollte daher nicht mit Bezug auf die obige Beschreibung bestimmt werden, sondern sollte stattdessen mit Bezug auf die angemeldeten Ansprüche zusammen mit dem vollen Umgang von Äquivalenten, zu denen solche Ansprüche berechtigt sind, bestimmt werden.

**[0220]** Auch wenn viele Ausführungsformen oben als verschiedene Merkmale und/oder Kombinationen von Merkmalen umfassend beschrieben wurden, kann eine Durchschnittsfachmann auf dem Gebiet nach der Lektüre dieser Offenbarung verstehen, dass in einigen Fällen eine oder mehrere dieser Komponenten mit jeder der oben beschriebenen Komponenten oder Merkmale kombiniert werden könnten. Das heißt, ein oder mehrere Merkmale aus jeder Ausführungsform können mit einem oder mehreren Merkmalen jeder anderen Ausführungsform kombiniert werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

**[0221]** Wie oben festgestellt, dienen alle hierin innerhalb der Spezifikation oder innerhalb der Figuren bereitgestellten Messungen, Abmessungen und Materialien nur als Beispiele.

**[0222]** Die Nennung von „ein“, „eine“, „einer“ oder „der/die/das“ soll „ein(e)(er) oder mehr(ere)“ bedeuten, wenn nicht spezifisch das Gegenteil angegeben wird. Die Bezugnahme auf eine „erste“ Komponente erfordert nicht zwangsläufig, dass eine zweite Komponente bereitgestellt wird. Darüber hinaus beschränkt die Bezugnahme auf eine „erste“ oder eine „zweite“ Komponente die Komponente, auf die Bezug genommen wird, nicht auf einen bestimmten Ort, es sei denn es wird ausdrücklich festgestellt.

**[0223]** Alle hierin erwähnten Veröffentlichungen werden hier vollumfänglich als Bezugsdokumente aufgenommen, um die Verfahren und/oder Materialien in Verbindung mit den zitierten Veröffentlichungen zu offenbaren und zu beschreiben. Die hierin diskutierten Veröffentlichungen werden nur für ihre Offenbarung vor dem An-

meldetag der vorliegenden Anmeldung bereitgestellt. Nichts hierin darf als Anerkenntnis ausgelegt werden, dass die vorliegende Erfindung keinen Anspruch darauf hat, eine derartige Veröffentlichung kraft einer vorhergehenden Erfindung vorwegzunehmen. Ferner können sich die bereitgestellten Veröffentlichungsdaten von den tatsächlichen Veröffentlichungsdaten, die unabhängig bestätigt werden müssen, unterscheiden.

**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**

- US 5844363 [[0002](#), [0084](#)]
- US 6303238 [[0002](#), [0084](#)]
- US 5707745 [[0002](#), [0084](#), [0087](#)]
- US 7279704 [[0012](#), [0082](#), [0083](#), [0091](#)]
- US 4769292 [[0081](#)]
- US 5703436 [[0084](#)]
- US 6097147 [[0084](#)]
- US 5247190 [[0087](#)]
- US 6091195 [[0087](#)]
- US 5834893 [[0087](#)]
- US 6013982 [[0088](#)]
- US 6087196 [[0088](#)]
- US 6294398 [[0088](#)]
- US 6468819 [[0088](#)]
- US 7968146 [[0116](#), [0139](#), [0139](#)]

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- Baldo et al., „Highly Efficient Phosphorescent Emission from Organic Electroluminescent Devices,” Nature, vol. 395, 151–154, 1998; („Baldo-I”) [[0082](#)]
- Baldo et al., „Very high-efficiency green organic light-emitting devices based on electrophosphorescence,” Appl. Phys. Lett., vol. 75, No. 3, 4–6 (1999) („Baldo-II”) [[0082](#)]
- G. L. Graff, R. E. Williford, and P. E. Burrows, Mechanisms of vapor permeation through multilayer barrier films: Lag time versus equilibrium permeation, J. Appl. Phys., 96 (4), pp. 1840–1849 (2004) [[0109](#)]
- Z. Chen, Q. Gu, H. Zou, T. Zhao, H. WANG, Molecular Dynamics Simulation of Water Diffusion Inside an Amorphous Polyacrylate Latex Film, Journal of Polymer Science: Part B: Polymer Physics, Vol. 45, 884–891 (2007) [[0109](#)]
- Graff et al., Mechanisms of vapor permeation through multilayer barrier films: Lag time versus equilibrium permeation, J. Appl. Phys., 96 (4), pp. 1840–1849 (2004) [[0109](#)]
- G. L. Graff, Mechanisms of vapor permeation through multilayer barrier films: Lag time versus equilibrium permeation, J. Appl. Phys., 96 (4), pp. 1840–1849 (2004) [[0112](#)]



**Patentansprüche**

1. Ein erstes Produkt, umfassend:  
ein Substrat, aufweisend eine erste Oberfläche, eine erste Seite, und eine erste Kante, an der die erste Oberfläche auf die erste Seite trifft;  
eine Vorrichtung, die über dem Substrat angeordnet ist, wobei die Vorrichtung eine zweite Seite aufweist;  
wobei mindestens ein erster Abschnitt der zweiten Seite innerhalb von ungefähr 3 mm von der ersten Kante des Substrats angeordnet ist; und  
ein erster Barrierefilm, der mindestens einen Abschnitt der ersten Kante des Substrats, mindestens einen Abschnitt der ersten Seite des Substrats, und mindestens den ersten Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung bedeckt.
2. Erstes Produkt nach Anspruch 1 wobei mindestens der erste Abschnitt der zweiten Seite der ersten Vorrichtung innerhalb von ungefähr 1 mm von der ersten Kante des ersten Substrats angeordnet ist.
3. Erstes Produkt nach Anspruch 1, wobei mindestens der erste Abschnitt der zweiten Seite der ersten Vorrichtung innerhalb von ungefähr 0,1 mm von der ersten Kante des ersten Substrats angeordnet ist.
4. Erstes Produkt nach Anspruch 1, wobei die erste Vorrichtung eine aktive Vorrichtungsfläche umfasst, wobei mindestens ein Abschnitt der aktiven Vorrichtungsfläche der ersten Vorrichtung innerhalb von 0,1 mm von der ersten Kante des ersten Substrats angeordnet ist.
5. Erstes Produkt nach Anspruch 1, wobei der erste Barrierefilm ein Gemisch aus polymeren Material und nichtpolymeren Material umfasst.
6. Erstes Produkt nach Anspruch 1, wobei der erste Barrierefilm über der gesamten Vorrichtung angeordnet ist.
7. Erstes Produkt nach Anspruch 1, wobei die erste Vorrichtung eine Vielzahl von Seiten umfasst und wobei der erste Barrierefilm jede der Vielzahl von Seiten der ersten Vorrichtung bedeckt.
8. Erstes Produkt nach Anspruch 1, wobei das erste Substrat einen ersten äußeren Umfang aufweist und die erste Vorrichtung einen zweiten äußeren Umfang aufweist und wobei mindestens ungefähr 50% des zweiten äußeren Umfangs der ersten Vorrichtung innerhalb von ungefähr 1 mm des ersten äußeren Umfangs des ersten Substrats angeordnet sind.
9. Erstes Produkt nach Anspruch 1, wobei der erste Barrierefilm unter Verwendung von chemischer Gasphasenabscheidung CVD und einem siliziumorganischen (organosilicon) Vorläufer abgeschieden wird.
10. Erstes Produkt nach Anspruch 1, wobei das erste Produkt eines der Folgenden umfasst: eine Solarzelle, eine Dünnschichtbatterie, eine organische elektronische Vorrichtung, eine Leuchttafel oder eine Lichtquelle, die eine Leuchttafel aufweist, eine Anzeige oder eine elektronische Vorrichtung, die eine Anzeige aufweist, ein Mobiltelefon, ein Notebook-Computer, ein Tablet-Computer, eine 3D-Vorrichtung, ein Fernseher oder eine organische Licht emittierende Vorrichtung (OLED).
11. Erstes Produkt nach Anspruch 1, ferner umfassend eine Elektronikverpackung (electronic packaging), wobei die Elektronikverpackung eine Gesamtfläche aufweist, die kleiner ist als die Gesamtfläche der ersten Vorrichtung.
12. Erstes Produkt nach Anspruch 1, ferner umfassend eine Vielzahl von Vorrichtungen, wobei jede der Vielzahl von Vorrichtungen in einem Abstand von weniger als 6 mm von mindestens einer der anderen Vorrichtungen angeordnet ist.
13. Erstes Produkt nach Anspruch 1, wobei das erste Substrat ferner eine zweite Oberfläche umfasst und wobei eine Vielzahl von elektrischen Leitern innerhalb des ersten Substrats angeordnet ist, wobei sich jede der Vielzahl von Leitern von der ersten Oberfläche zur zweiten Oberfläche des ersten Substrats erstreckt.
14. Erstes Produkt nach Anspruch 1, ferner umfassend ein zweites Substrat, das eine erste Oberfläche, eine erste Seite und eine erste Kante aufweist, an der die erste Oberfläche auf die erste Seite trifft;

eine zweite Vorrichtung, die über dem zweiten Substrat angeordnet ist, wobei die zweite Vorrichtung eine zweite Seite aufweist, wobei mindestens ein erster Abschnitt der zweiten Seite der zweiten Vorrichtung innerhalb von ungefähr 2 mm von der ersten Kante des zweiten Substrats angeordnet ist; und ein zweiter Barrierefilm, der mindestens einen Abschnitt der ersten Kante des zweiten Substrats, mindestens einen Abschnitt der ersten Seite des zweiten Substrats, und mindestens den ersten Abschnitt der zweiten Seite der zweiten Vorrichtung bedeckt.

15. Erstes Produkt nach Anspruch 14, wobei der erste Abschnitt der zweiten Seite der ersten Vorrichtung in einem Abstand von weniger als 1,0 mm von dem ersten Abschnitt der zweiten Seite der zweiten Vorrichtung angeordnet ist.

16. Erstes Verfahren, umfassend:

Bereitstellen eines Substrats, das eine erste Oberfläche, eine erste Seite und eine erste Kante aufweist, an der die erste Oberfläche auf die erste Seite trifft; und eine Vorrichtung, die über der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet ist, wobei die Vorrichtung eine zweite Seite aufweist, wobei mindestens ein erster Abschnitt der zweiten Seite nicht mehr als 3,0 mm von der ersten Kante angeordnet ist; und nach dem Bereitstellen des Substrats, Abscheiden eines ersten Barrierefilms, um mindestens einen Abschnitt der ersten Kante des Substrats, mindestens einen Abschnitt der ersten Seite des Substrats und mindestens den ersten Abschnitt der zweiten Seite der Vorrichtung zu bedecken.

17. Erstes Verfahren nach Anspruch 16, wobei der Schritt des Bereitstellens des Substrats umfasst:

Erzeugen einer Vielzahl von Kerben auf der ersten Oberfläche des Substrats; nach dem Erzeugen der Vielzahl von Kerben, Anordnen einer Vielzahl von Vorrichtungen über der ersten Oberfläche des Substrats, so dass jede der Vielzahl von Vorrichtungen von jeder der anderen Vorrichtungen durch mindestens eine der Vielzahl von Kerben getrennt ist; und nachdem die Barrierschicht abgeschieden wurde, Brechen des Substrats entlang der Vielzahl von Kerben.

18. Erstes Verfahren nach Anspruch 16, wobei der Schritt des Bereitstellens eines Substrats umfasst:

Abscheiden der Vorrichtung über der ersten Oberfläche des Substrats; und nachdem die Vorrichtung abgeschieden wurde, Brechen des Substrats und der Vorrichtung an einer Vielzahl von Stellen.

Es folgen 18 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

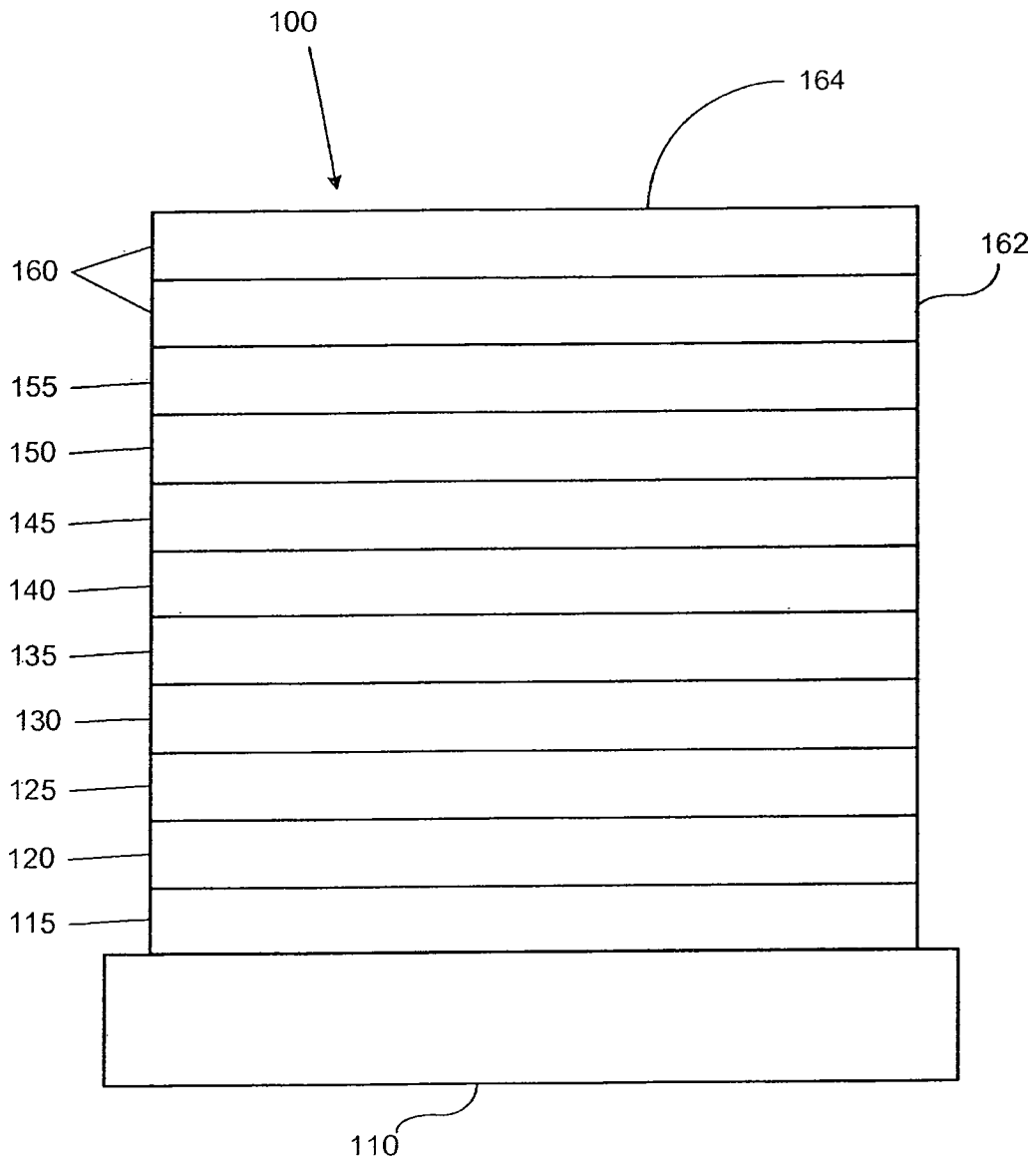
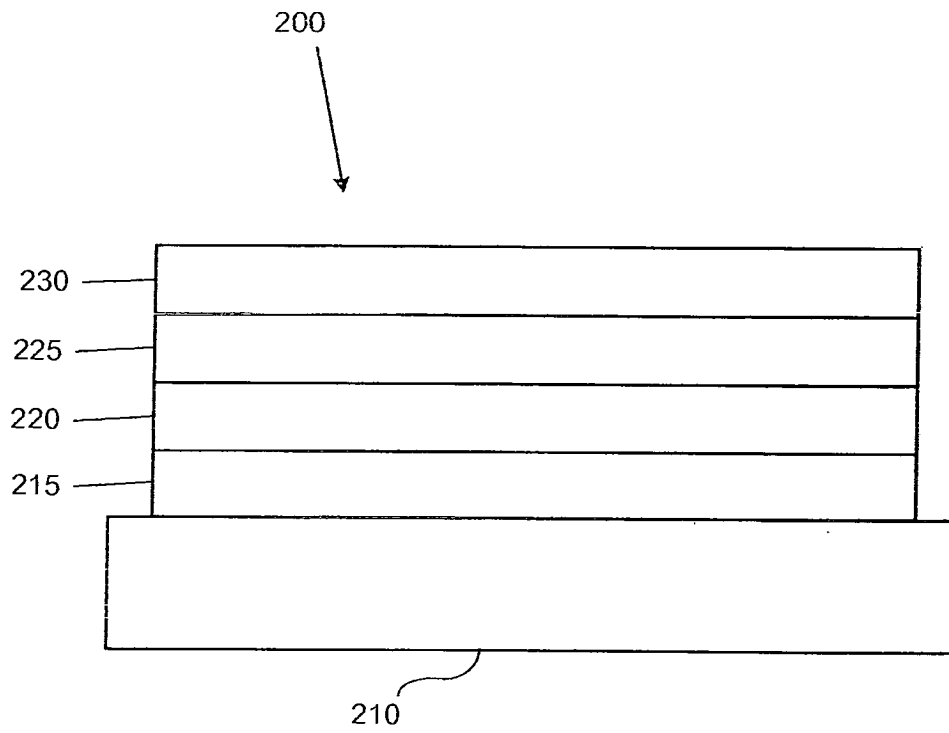
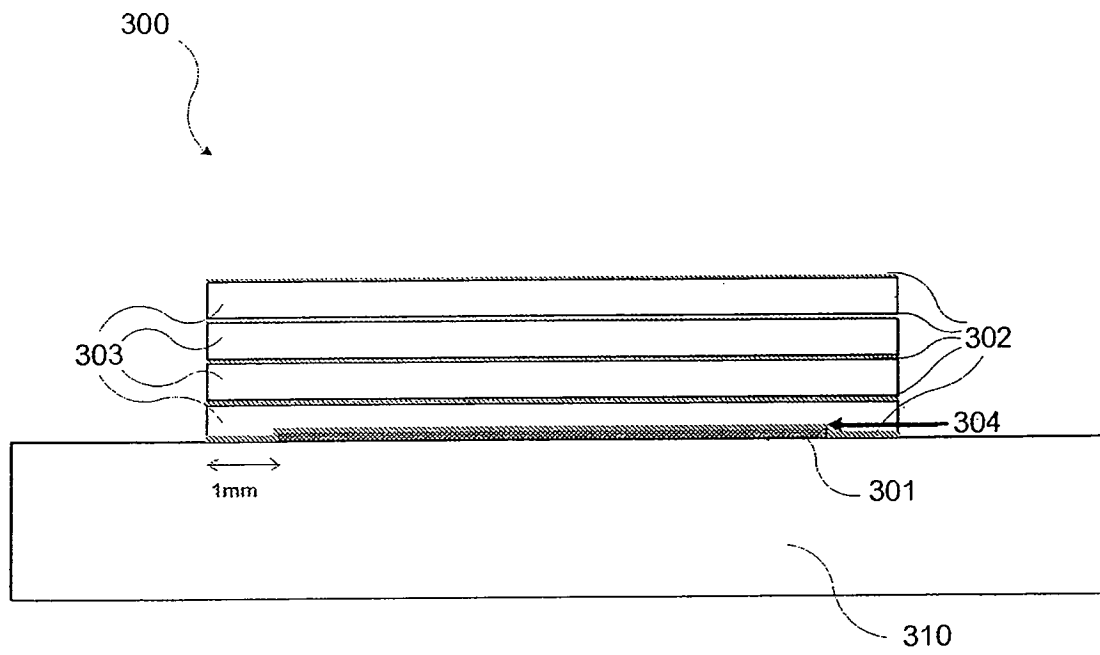


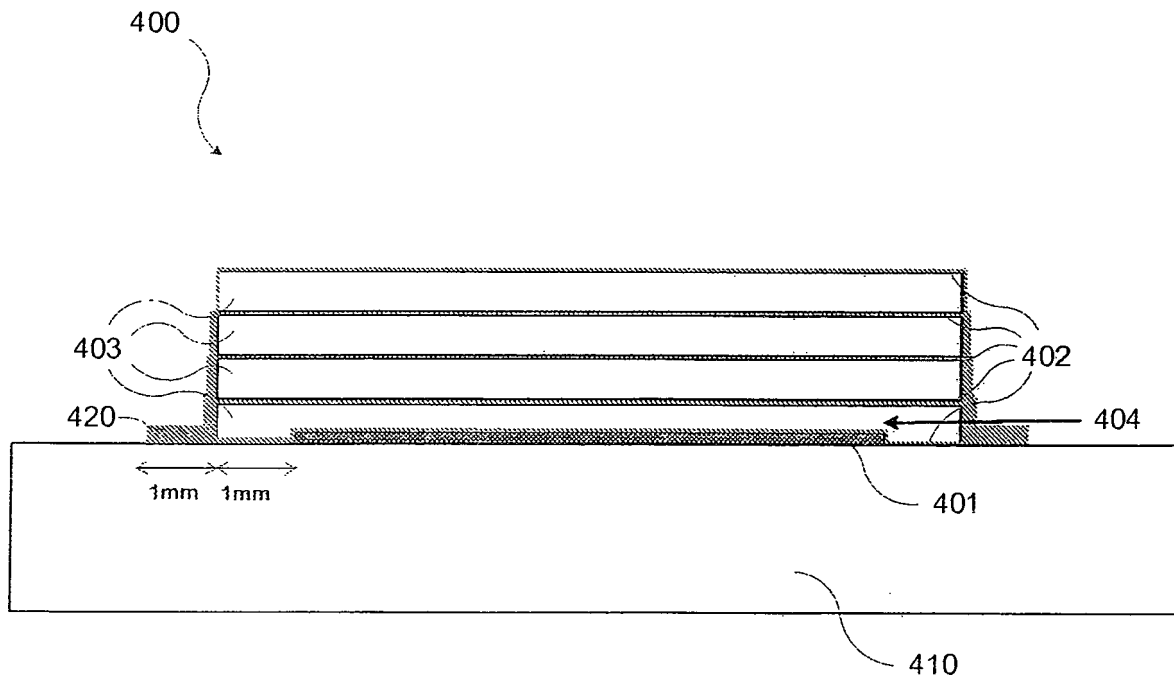
FIG. 1



**FIG. 2**



**FIG. 3**



**FIG. 4**

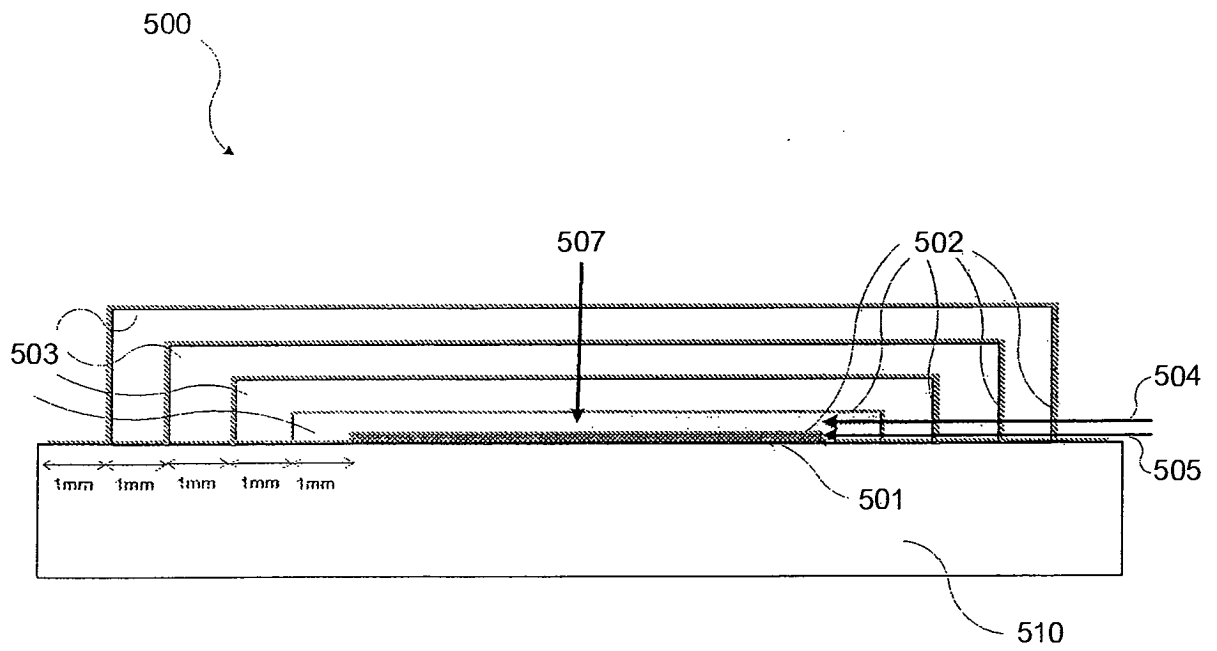
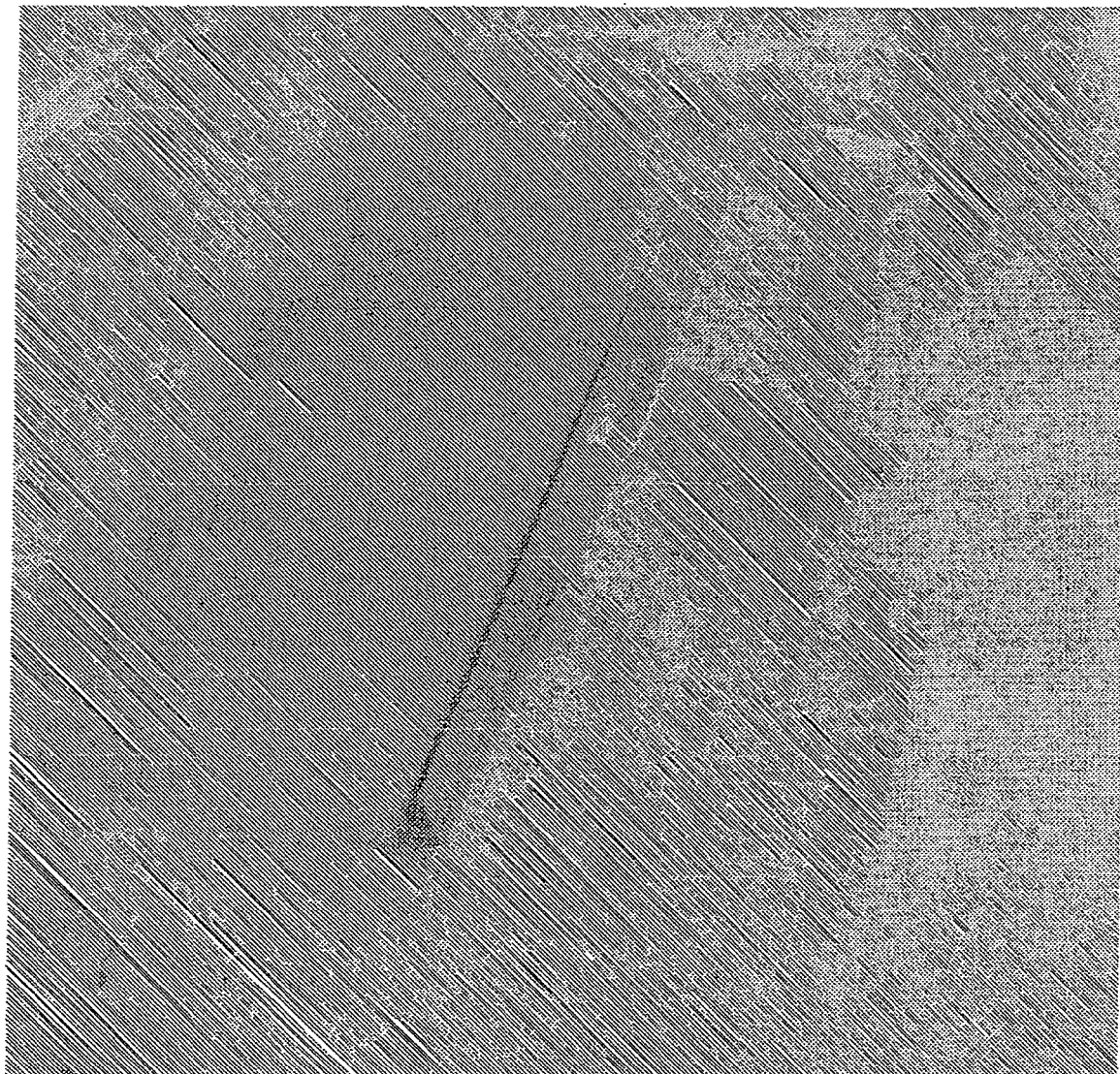
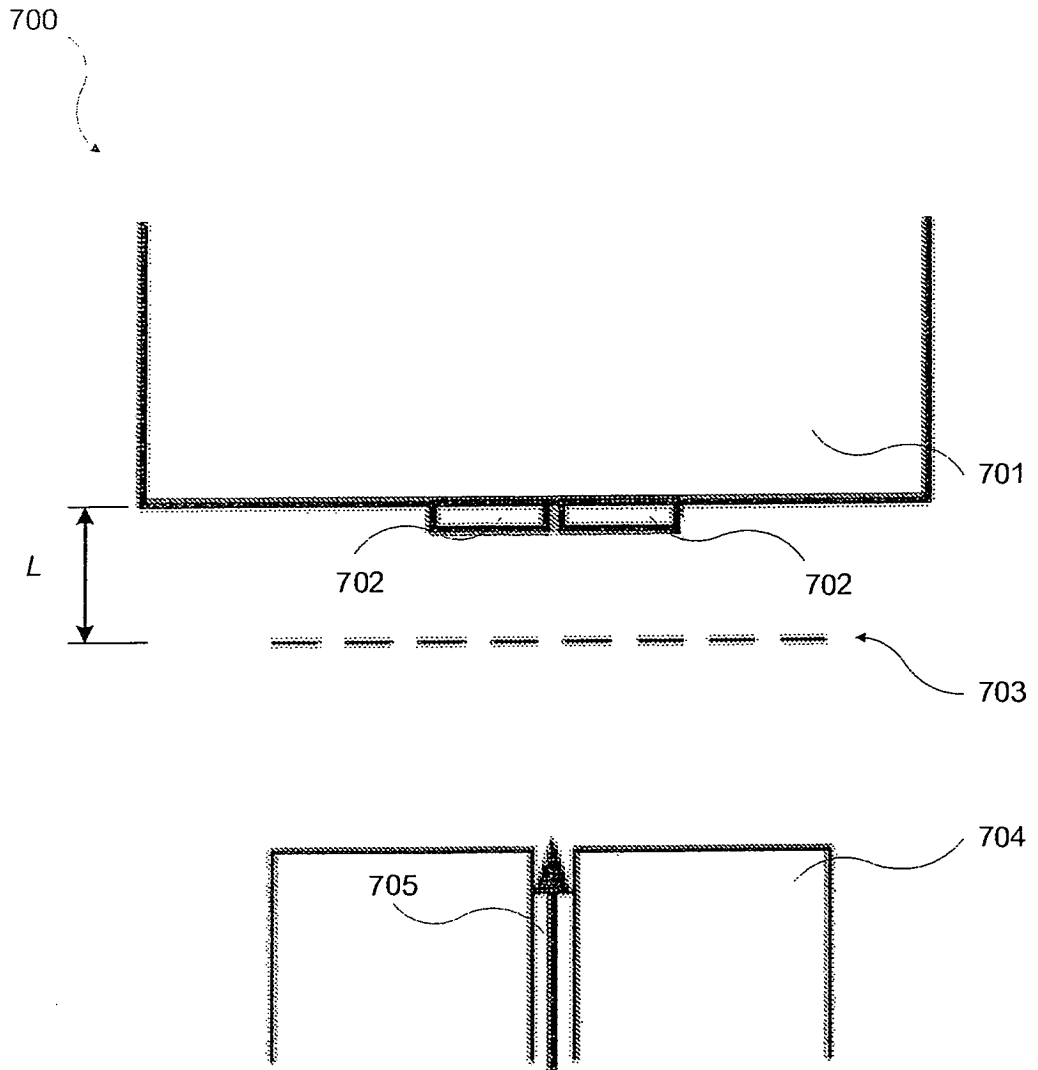


FIG. 5

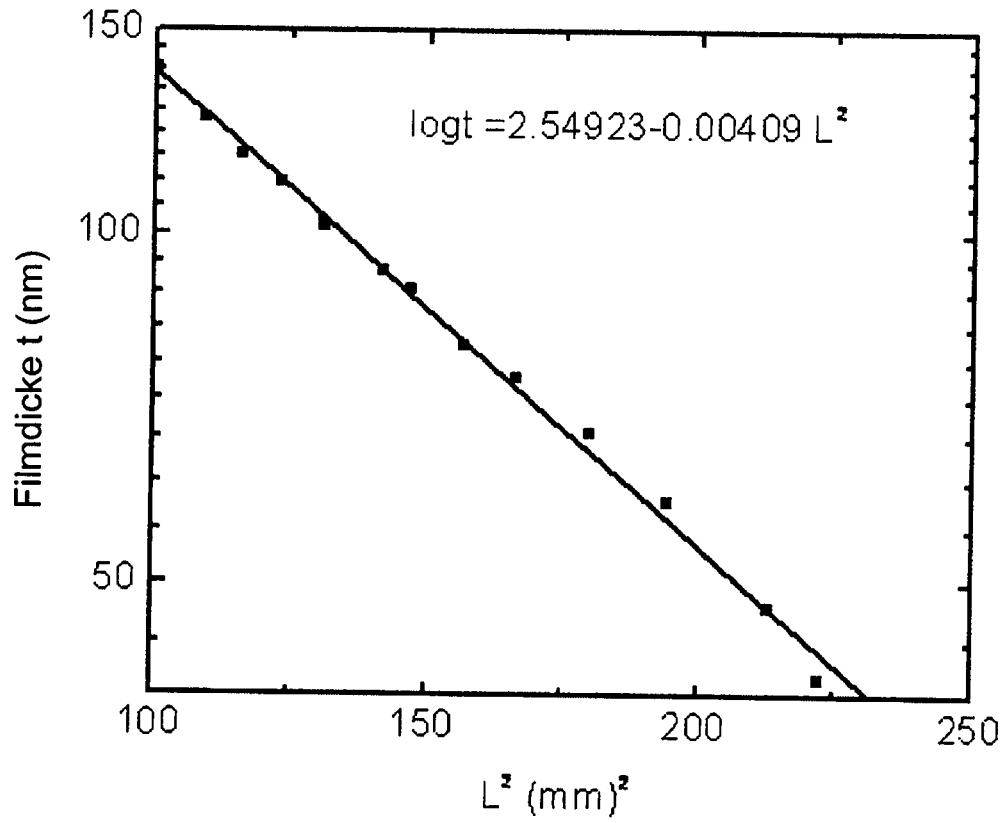


**FIG. 6**

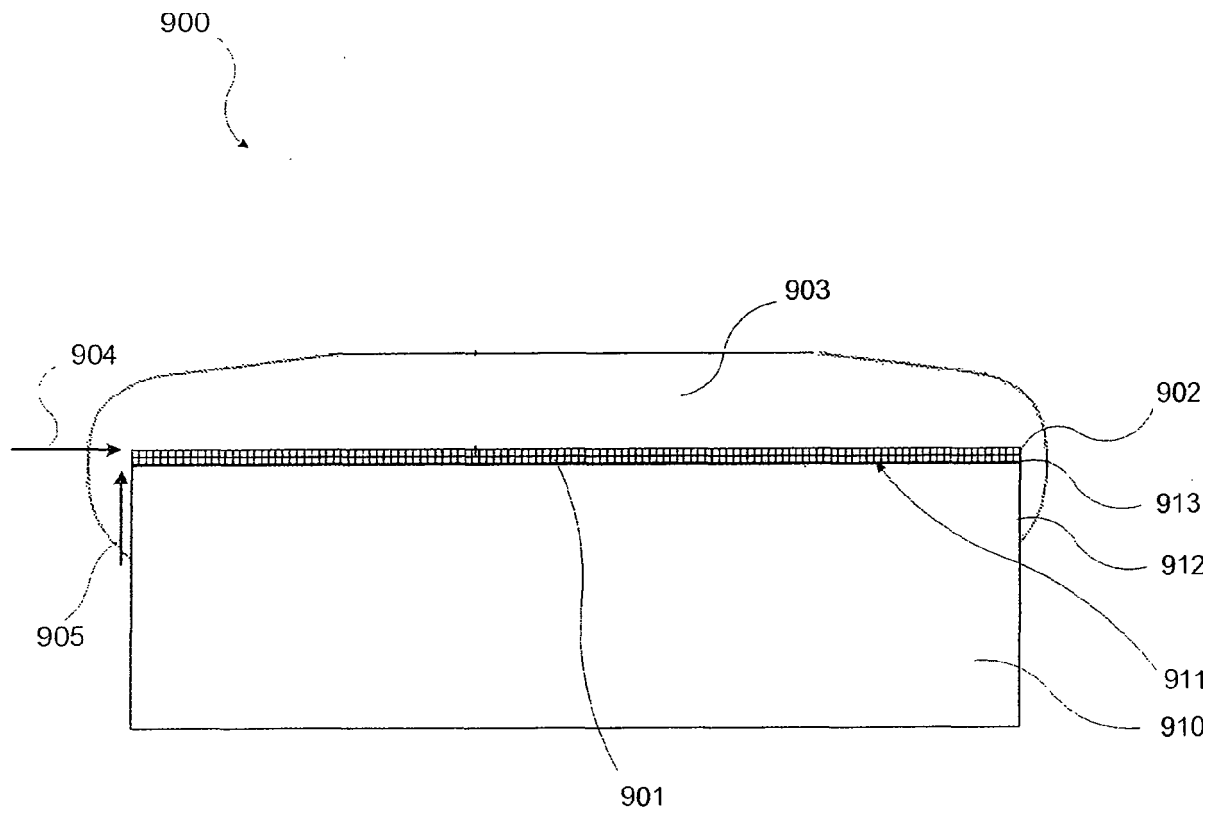




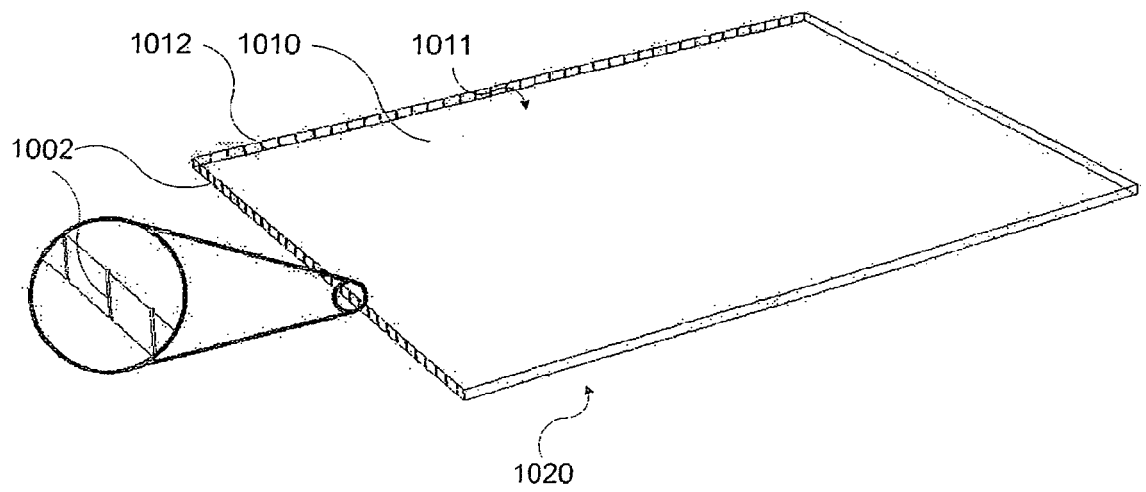
**FIG. 7**



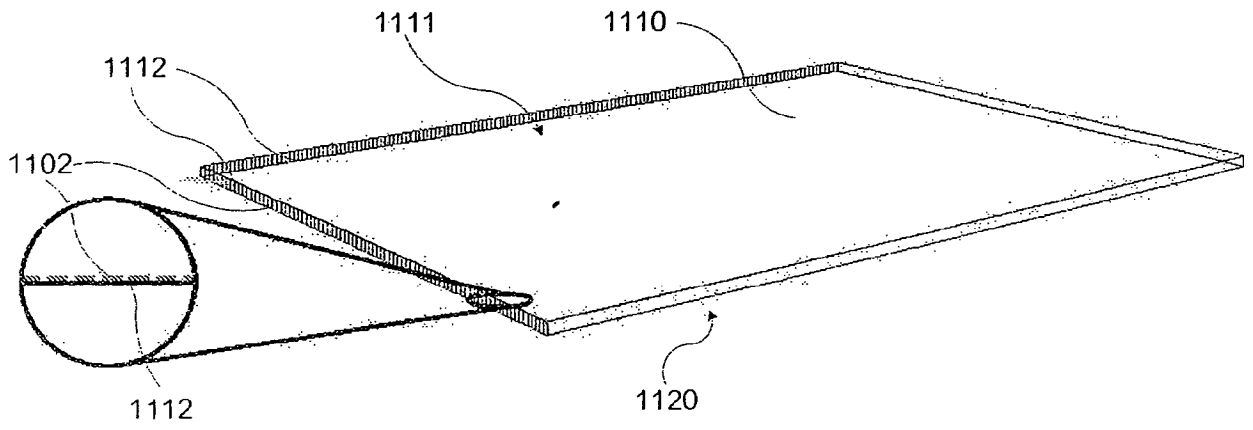
**FIG. 8**



**FIG. 9**



**FIG. 10**



**FIG. 11**



FIG. 12(a)

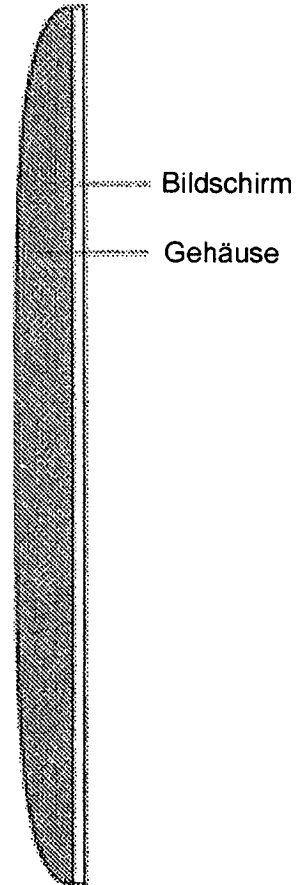
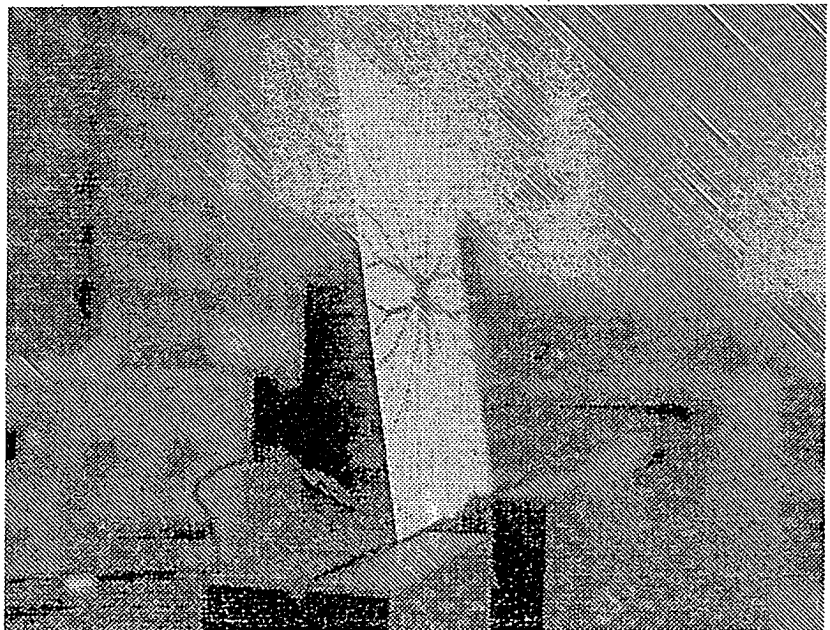
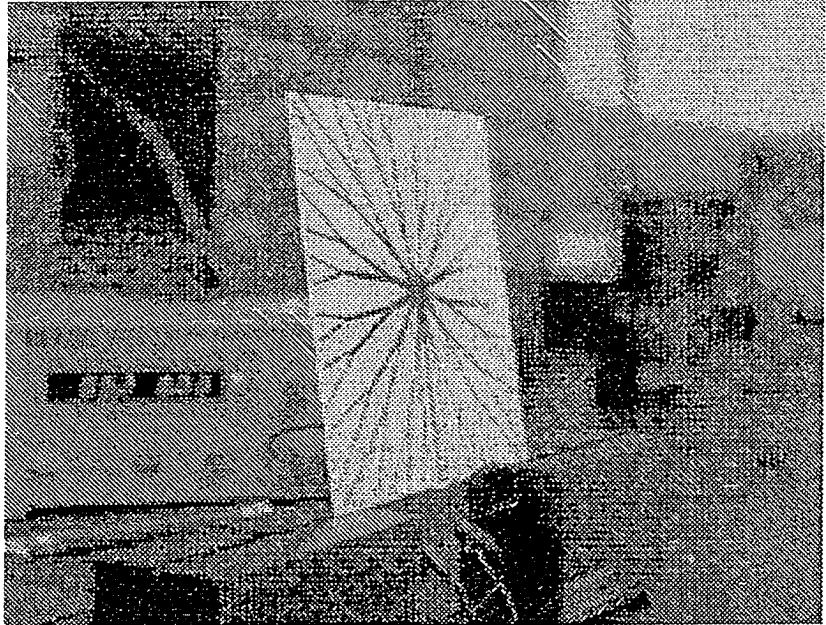
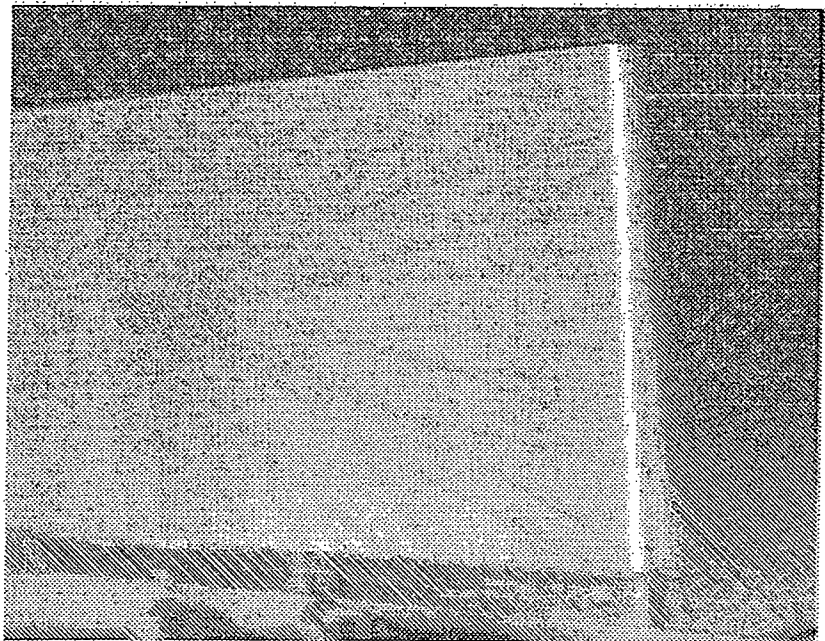
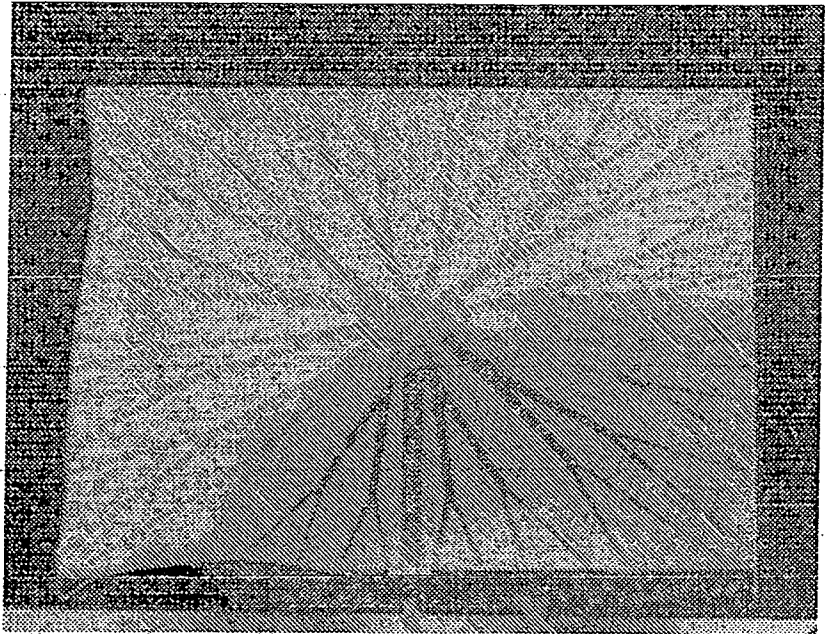


FIG. 12(b)



**FIG. 13**



**FIG. 14**



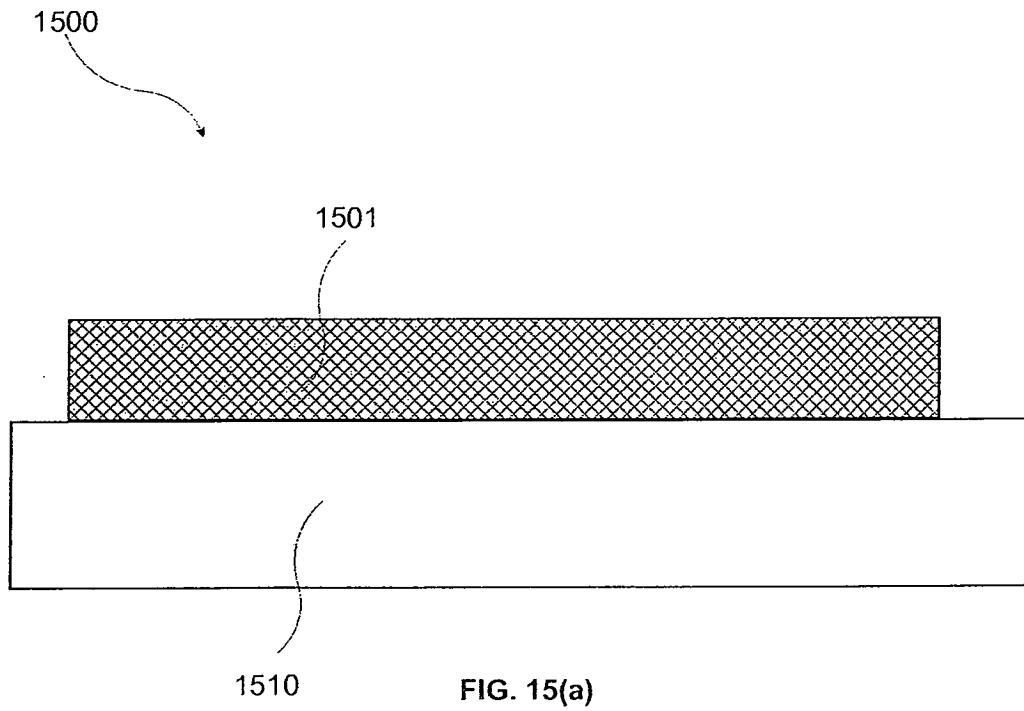


FIG. 15(a)

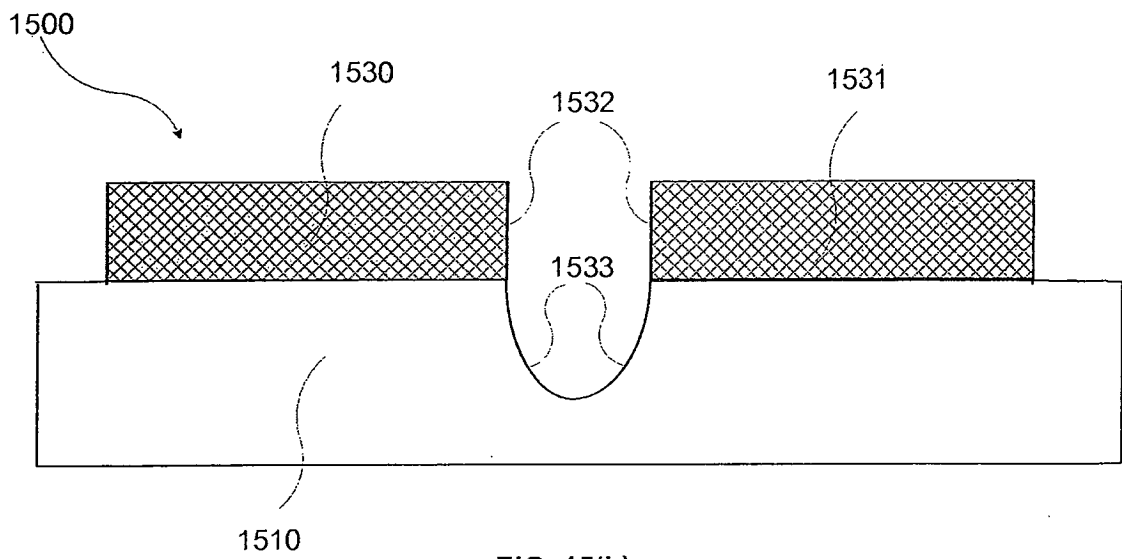


FIG. 15(b)

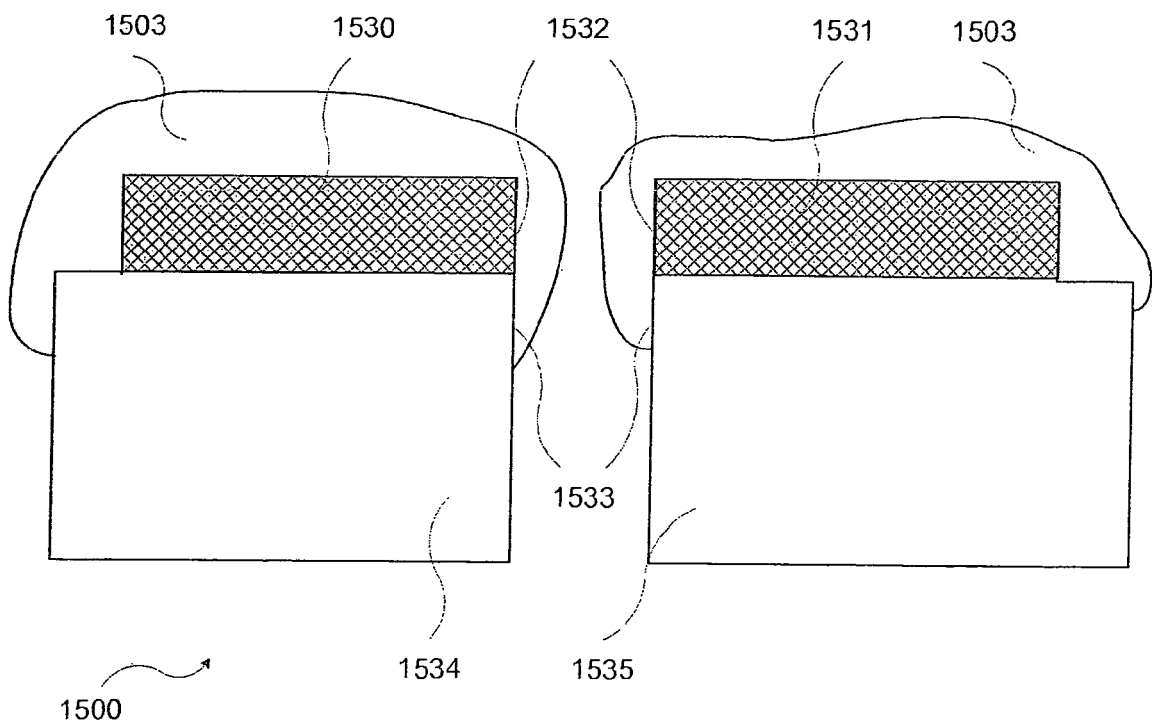
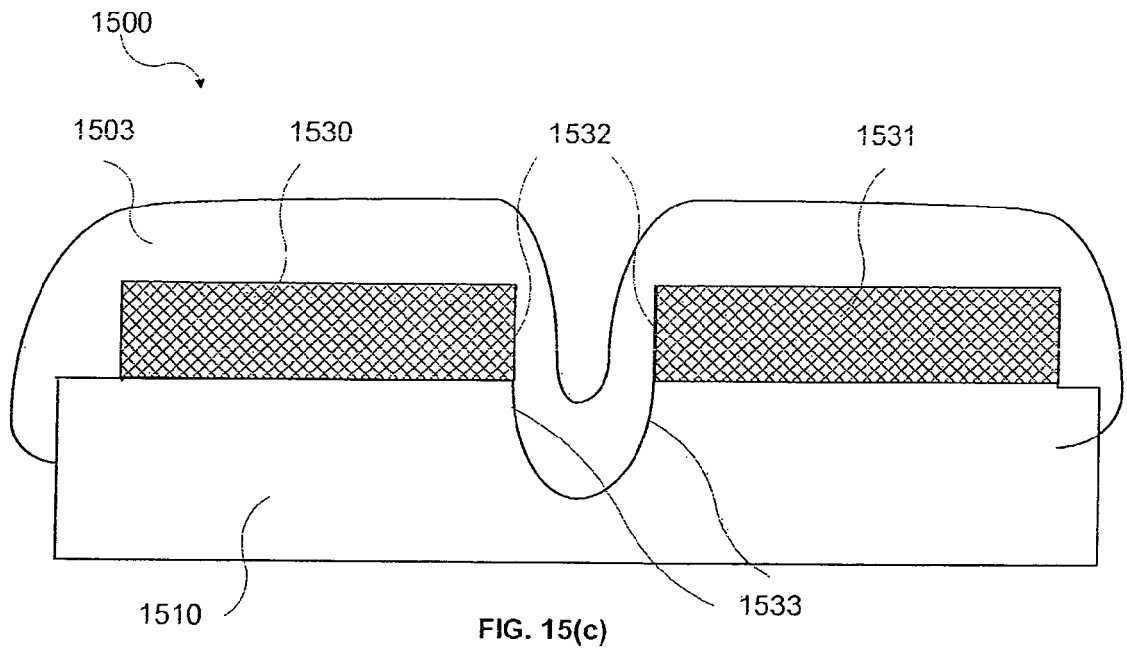


FIG. 15(d)

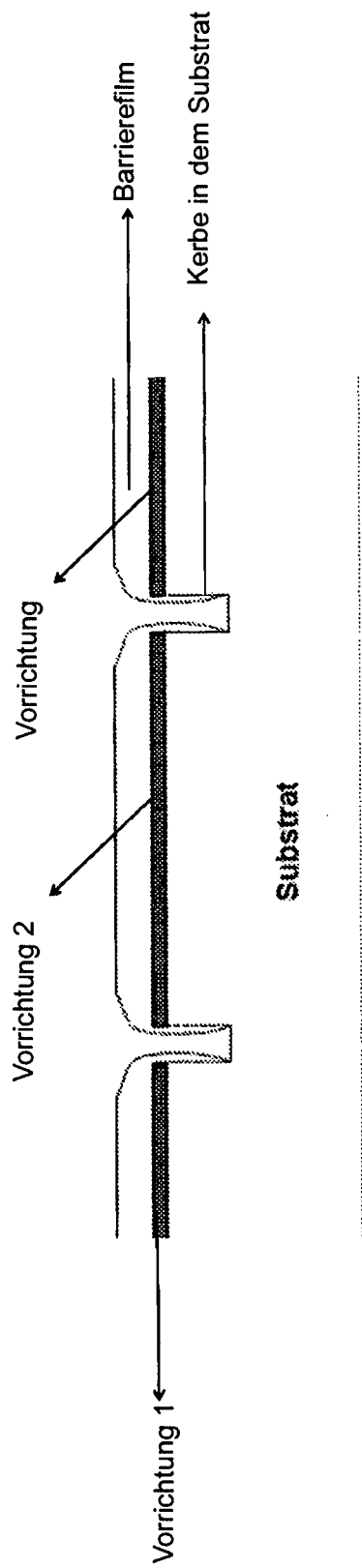


FIG. 16

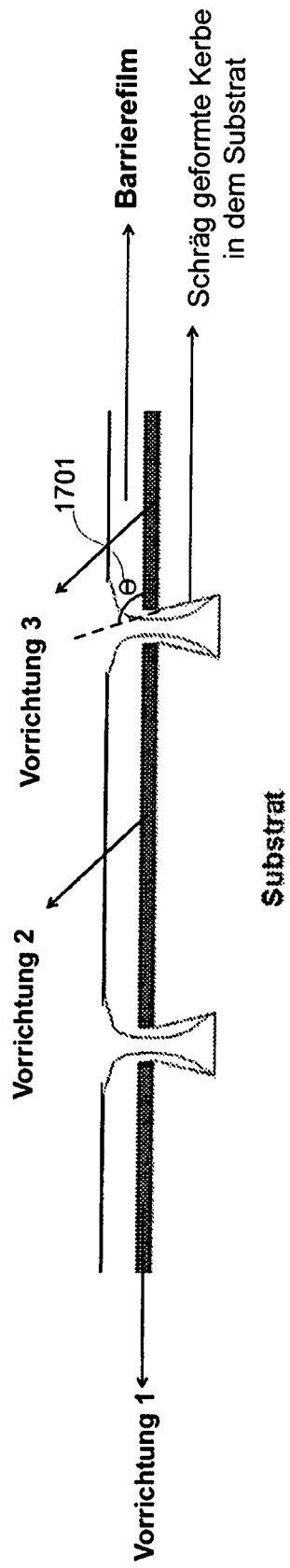


FIG. 17