

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein strahlungsemitierendes Bauelement, insbesondere ein optoelektronisches Bauelement.

[0002] In der Anmeldung WO 2005/018010 werden organische elektrolumineszente Erzeugnisse mit verbesserter Lichtextraktion beschrieben, die ein angrenzend angeordnetes, lichtstreuendes Medium aufweisen.

[0003] In der Anmeldung EP 1 406 474 wird eine Lichtextraktions-OLED-Vorrichtung mit

- (a) einem transparenten Substrat;
- (b) einer über einer ersten Oberfläche des transparenten Substrats angeordneten Lichtstreuungsschicht;
- (c) einer über der Lichtstreuungsschicht angeordneten transparenten, ersten Elektrodenschicht;
- (d) einem über der transparenten ersten Elektrodenschicht angeordneten organischen EL-Element, wobei die Elektrodenschicht eine oder mehrere organische Schichten, aber mindestens eine Leuchtschicht umfasst, in der Licht erzeugt wird;
- (e) einer über dem organischen EL-Element angeordneten transparenten, zweiten Elektrodenschicht;
- (f) einer über der transparenten zweiten Elektrodenschicht angeordneten Reflektorschicht;
- (g) einer Isolationsschicht mit niedrigem Index, deren optischer Index kleiner als der zwischen der transparenten zweiten Elektrodenschicht und der Reflektorschicht angeordneten Leuchtschicht ist, beschrieben.

[0004] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein verbessertes Bauelement anzugeben. Insbesondere soll ein hinsichtlich der Auskoppelleffizienz und/oder der Homogenität der auskoppelseitigen Strahlungsleistungsverteilung verbessertes strahlungsemitierendes Bauelement angegeben werden.

[0005] Diese Aufgabe wird durch ein strahlungsemitierendes Bauelement mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0006] Ein erfindungsgemäßes strahlungsemitierendes Bauelement umfasst eine zur Strahlungserzeugung ausgebildete aktive Schicht und eine Strahlungsauskopplenseite. Auf der Strahlungsauskopplenseite ist eine Streufolie angeordnet und mit dem Bauelement verbunden.

[0007] Bevorzugt ist das Bauelement als organisches strahlungsemitierendes Bauelement, insbesondere als organische lichtemittierende Diode (OLED) ausgebildet. Die aktive Schicht ist hierbei zweckmäßigerweise mittels einer organischen Schicht gebildet, die ein organisches (halb)leitendes Material enthält. Die organische Schicht enthält dabei zum Beispiel zumindest ein (halb)leitendes Polymer und/oder umfasst zumindest eine Schicht mit einem (halb)leitenden Molekül, insbesondere einem niedermolekularen Molekül.

[0008] Im Bauelement erzeugte Strahlung kann mittels der Streufolie gestreut werden. Hierdurch kann gegenüber einem entsprechenden Bauelement ohne Streufolie seitens der Strahlungsauskopplenseite des Bauelements eine homogenere Verteilung der Strahlungsleistung erzielt werden. Zudem kann durch Streueignisse an oder in der Streufolie der Strahlverlauf gestört werden. Dies führt mit Vorteil zu einer Erhöhung der im Betrieb des Bauelements ausgekoppelten Strahlungsleistung. Insbesondere kann eine unerwünschte Wellenführung im Bauelement, die zum Beispiel aufgrund von (Mehrfach-)Reflexion, insbesondere Totalreflexion im Bauelement auftreten kann, gestört und die aus dem Bauelement ausgekoppelte Strahlungsleistung hierüber vorteilhaft erhöht werden.

[0009] Ferner ist die Streufolie bevorzugt auf ein bereits vorgefertigtes, funktionsfähiges Bauelement aufgebracht und an dem Bauelement befestigt. Es ist demnach insbesondere nicht notwendig, alle Bauelemente einer Herstellungscharge mit einer Streufolie auszustatten. Vielmehr können anwendungsspezifisch lediglich ausgewählte Bauelemente mit einer Streufolie versehen werden. Gegenüber einem während der Herstellung des Bauelements in diesem integrierten Streuelement bietet das nachträgliche Ausstatten von Bauelementen mit der Streufolie den Vorteil, dass diese bedarfsgemäß vorgesehen werden kann.

[0010] Beispielsweise können bereits vorgefertigte Bauelemente zunächst bezüglich eines Kriteriums, beispielsweise hinsichtlich der Funktionsfähigkeit des Bauelements, des Farborts der erzeugten Strahlung oder eines Mindest-Sollwerts der ausgekoppelten Strahlungsleistung, getestet werden. Nachfolgend können lediglich diejenigen Bauelemente, die dem Kriterium genügen mit einer Streufolie versehen werden. Die Herstellungskosten eines Verbundbauelements mit Bauelement und Streufolie, das eine vorteilhaft erhöhte Auskoppelleffizienz aufweist, können hierdurch vorteilhaft verringert werden, da defekte Bauelemente ausgesondert

werden können und nicht mit der Streufolie versehen werden.

[0011] Eine vorgefertigte OLED kann insbesondere Elektroden für die elektrische Kontaktierung und, alternativ oder zusätzlich, eine die organische Schicht schützende Verkapselung, welche die organische Schicht beispielsweise vor Feuchtigkeit schützt, umfassen.

[0012] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Streufolie als Transmissionsstreufolie ausgebildet, die durch die Streufolie hindurch tretende und insbesondere in der aktiven Schicht erzeugte Strahlung streut. Gegenüber einer Reflexionstreufolie, die gestreute Strahlung ins Bauelement zurückreflektiert, bietet eine Transmissionsstreufolie den Vorteil, dass Strahlablenkung und Absorption im Bauelement vermieden werden. Eine von dem Bauelement abgewandte Oberfläche der Streufolie kann als Auskoppelfläche von Strahlung aus dem Verbundbauelement, das das Bauelement und die Streufolie umfasst, ausgebildet sein.

[0013] In einer vorteilhaften Ausgestaltung umfasst das Bauelement ein Substrat, auf dem die aktive Schicht angeordnet ist. Auf dem Substrat kann bei der Herstellung des Bauelements beispielsweise die aktive Schicht aufgebracht werden. Zweckmäßigerweise stabilisiert das Substrat die aktive Schicht mechanisch.

[0014] Das Substrat kann insbesondere durch eine Schicht gebildet sein, auf der die organische Schicht und gegebenenfalls Elektroden zur elektrischen Kontaktierung und/oder weitere Elemente des Bauelements aufgebracht sind.

[0015] Die Streufolie ist bevorzugt auf der von der aktiven Schicht abgewandten Seite des Substrats angeordnet und mit dem Substrat verbunden. Aufgrund der gegenüber einer Folie in der Regel hohen mechanischen Stabilität des Substrats kann die Streufolie an dem Substrat besonders einfach stabil und vorzugsweise dauerhaft befestigt werden. Zweckmäßigerweise ist das Substrat freitragend ausgebildet.

[0016] Alternativ kann das Substrat flexibel ausgebildet sein. Für eine flexible Ausbildung eignet sich zum Beispiel eine Folie, insbesondere eine Kunststoff-Folie, z.B. eine PMMA-Folie. Durch die Streufolie kann die mechanische Stabilität des Substrat/Streufolien-Verbunds gegenüber einem flexiblen Substrat, das nicht mit einer Streufolie versehen ist, erhöht werden.

[0017] Bevorzugt ist das Substrat für in der aktiven Schicht erzeugte Strahlung durchlässig, insbesondere aus einem strahlungsdurchlässigen Material gebildet. Die von der aktiven Schicht abgewandte Seite des Substrats kann eine Strahlungsausstrittsfläche des Bauelements bilden. Beispielsweise enthält das Substrat ein Glas. Ein Glassubstrat wird insbesondere bei OLEDs häufig eingesetzt.

[0018] Bei herkömmlichen Bauelementen ohne Streufolie unterliegt in der Regel ein erheblicher Anteil an in das Substrat eingetretener Strahlung einer kontinuierlichen Wellenführung im Substrat. Diese kann durch Totalreflexion an der von der aktiven Schicht abgewandten Oberfläche des Substrats (mit)verursacht sein. Fortgesetzt im Substrat reflektierte Strahlung kann aus einer nicht erwünschten Fläche des Substrats, z.B. einer Seitenfläche, austreten. Die über die der aktiven Schicht abgewandte Oberfläche des Substrats, die als Hauptaustrittsfläche des Bauelements vorgesehen sein kann, auskoppelbare Strahlungsleistung wird hierüber unerwünschterweise verringert.

[0019] Weiterhin kann Strahlung, die an der von der aktiven Schicht abgewandten Oberfläche des Substrats reflektiert wird, im Bauelement wieder absorbiert werden. Der absorbierte Anteil steht dann naturgemäß nicht mehr zur Auskopplung zur Verfügung.

[0020] Über Streuung an oder in der Streufolie kann sowohl der am Substrat rückreflektierte Anteil an Strahlung als auch die Wellenführung im Substrat vorteilhaft verringert werden. In der Folge wird die Auskoppelleffizienz des Bauelements erhöht.

[0021] Das Substrat kann ferner elektrisch isolierend ausgebildet sein. Die elektrische Kontaktierung des Bauelements erfolgt in diesem Falle vorzugsweise auf der der Streufolie abgewandten Seite des Substrats.

[0022] Das Substrat kann weiterhin im Wesentlichen vollflächig mit der Streufolie versehen sein kann. Bevorzugt überdeckt die Streufolie zumindest die aktive Schicht vollständig.

[0023] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung umfasst die Streufolie eine mit lokalen Streuzonen versetzte Folienmatrix. Die Streuzonen weisen bevorzugt einen Brechungsindex auf, der von dem des Matrixma-

terials der Folienmatrix verschieden ist. Das zweckmäßigerweise strahlungsdurchlässige Matrixmaterial kann durch Ausbilden der Brechungsindex-Inhomogenitäten mit Streueigenschaften für die Streufolie ausgestattet werden.

[0024] Der Brechungsindex der Streuzonen weicht bevorzugt um 0,6 % oder mehr, besonders bevorzugt um 3,0 % oder mehr und mit besonderem Vorteil um 6 % oder mehr vom Brechungsindex des Matrixmaterials ab. Je größer die Abweichung ist, desto effizienter ist in der Regel die Streuung mittels der Streuzone.

[0025] Bevorzugt sind die Streuzonen strahlungsdurchlässig für die in der aktiven Schicht erzeugte Strahlung ausgebildet. Die Streuung von Strahlung kann in der Streufolie demnach durch Brechung beim Eintritt in die, beim Durchtritt durch die und/oder beim Austritt aus den Streuzonen erfolgen.

[0026] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung enthält die Streufolie beziehungsweise die Folienmatrix einen für die in der aktiven Schicht erzeugte Strahlung durchlässigen Kunststoff, z.B. einen Thermoplasten.

[0027] Als Kunststoffe für die Folien können alle transparenten Thermoplaste eingesetzt werden: Polyacrylate, Polymethylmethacrylate (PMMA; Plexiglas® von der Fa. Röhm), Cycloolefin-Copolymere (COC; Topas® von der Fa. Ticona); Zenoex® von der Fa. Nippon Zeon oder Apel® von der Fa. Japan Synthetic Rubber), Polysulfone (Ultrason® von der Fa. BASF oder Udel® von der Fa. Solvay), Polyester, wie z.B. PET oder PEN, Polycarbonat, Polycarbonat/Polyester-Blends, z.B. PC/PET, Polycarbonat/Polycyclohexylmethanolcyclohexandicarboxylat (PCCD; Xylecs® von der Fa. GE) und Polycarbonat/Polybutylenterephthalat (PBT)Blends.

[0028] Beispielsweise enthält die Streufolie beziehungsweise die Folienmatrix ein Polymer, etwa ein Polycarbonat. Kunststofffolien, insbesondere polycarbonat-basierte Folien, sind auf einfache Weise und kostengünstig fertigbar.

[0029] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung umfassen die Streuzonen, insbesondere strahlungsdurchlässige, Streupartikel. Mittels dem Matrixmaterial zugesetzter Streupartikel können wohldefinierte lokale Streuzonen besonders einfach ausgebildet werden. Die Streupartikel umfassen bevorzugt anorganische oder organische Partikel, besonders bevorzugt organische Partikel. Kunststoffpartikel und/oder Polymerpartikel sind als Streupartikel besonders gut geeignet.

[0030] Mittels der Streupartikel kann der Strahlverlauf von (Licht)Strahlen in der Folie aus der ursprünglichen Richtung – also der Richtung vor dem Streueignis an einem Streupartikel – abgelenkt werden.

[0031] In einer vorteilhaften Weiterbildung umfassen die Streupartikel Hohlpartikel, insbesondere polymere Hohlpartikel. Mittels des Hohlraums der Hohlpartikel können Brechungsindex-Inhomogenitäten in dem Matrixmaterial ausgebildet werden. Der Innenraum des Hohlkörpers kann beispielsweise gasgefüllt, z.B. luftgefüllt, sein.

[0032] Über Polymer-Hohlpartikel können in einer Polymermatrix, die mit den Polymer-Hohlpartikeln versehen ist, besonders hohe Brechungsindexunterschiede erzielt werden.

[0033] Strahlungsdurchlässige polymere Materialien weisen in der Regel Brechungsindices auf, die vergleichsweise wenig voneinander abweichen. Der polymerfreie Innenraum des Hohlkörpers dagegen kann demgegenüber vereinfacht eine erhöhte Brechungsindexabweichung zum Matrixmaterial zeigen.

[0034] Solche Hohlkugeln sind z.B. in dem US Patent 5053436 beschrieben. Das Wandmaterial besteht aus Acrylat-Polymer und der Innenraum ist mit Umgebungsluft gefüllt.

[0035] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung umfassen die Streupartikel Partikel mit einem Kern-Schale-Aufbau, insbesondere Polymerpartikel mit einer Kern-Schale-Morphologie. Diese Partikel sind vorzugsweise als Vollpartikel und nicht als Hohlpartikel ausgeführt.

[0036] Da der Partikelkern durch die den Kern ummantelnde Partikelschale vom Matrixmaterial beabstandet ist, kann mit Vorteil auch ein Material für den Partikelkern eingesetzt werden, das für den direkten Kontakt mit dem Matrixmaterial nur bedingt oder sogar ungeeignet wäre. Beispielsweise kann ein Kernmaterial eingesetzt werden, das den Abbau von Polymerketten des Matrixmaterials fördern würde und dementsprechend bei fehlender Beabstandung vom Matrixmaterial nicht geeignet wäre. Der Aufbau als Kern-Schale-Partikel kommt aus der Anwendung als Schlagzäh-Modifikatoren. Dazu werden eigentlich kautschukelastische Partikel (Kern der

Partikel) benötigt, die aber mit den meisten Thermoplasten völlig unmischbar und unverträglich sind. Das führt zu schlechten mechanischen Eigenschaften der Mischungen. Um die (Misch)Verträglichkeit der Kautschuk-Partikel zu verbessern, kann man sie mit einer Hülle, z.B. einer Acrylat-Hülle, „überziehen“. Die Hülle kann, z.B. durch Änderung der Monomeren, aufpolymerisiert werden. Die Hülle umgibt dann den Partikelkern und die Hülle bildet die Schale.

[0037] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weisen die Streuzonen, insbesondere die Streupartikel, einen Durchschnittsdurchmesser (mittlerer Zonendurchmesser oder -größe) von wenigstens 0,5 µm, bevorzugt von wenigstens 1 µm bis zu 100 µm oder sogar bis zu 120 µm, mehr bevorzugt von 2 bis 50 µm, am meisten bevorzugt von 2 µm bis 30 µm, auf. Unter „Durchschnittsdurchmesser“ (mittlerer Zonendurchmesser) ist der Zahlendurchschnitt zu verstehen. Bevorzugt haben wenigstens 90 %, am meisten bevorzugt wenigstens 95 % der Streuzonen einen Durchmesser von mehr als 1 µm und kleiner als 100 µm. Derartige Abmessungen für die Streuzonen und insbesondere die Streupartikel verleihen der Streufolie besonders gute diffusive Eigenschaften, insbesondere für die Streuung von sichtbarem Licht.

[0038] Für eine OLED haben sich Durchmesser im obigen Sinn zwischen einschließlich 0,5 µm und einschließlich 50 µm, bevorzugt zwischen einschließlich 2 µm und einschließlich 30 µm als besonders geeignet erwiesen.

[0039] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist in einer Oberfläche der Streufolie eine, insbesondere unregelmäßige und vorzugsweise statistisch ausgebildete, Streustruktur ausgebildet. Mittels Streuung von Strahlung an der Oberfläche kann aufgrund der gestörten Reflexion an dieser Oberfläche zum Einen die aus der Streufolie auskoppelbare Strahlungsleistung erhöht und zum Anderen aufgrund diffusiver Streuung die Homogenität der Strahlungsleistungsverteilung seitens der Auskoppelfläche der Streufolie verbessert werden.

[0040] Die Streustruktur ist zweckmäßigerweise in der dem Bauelement, insbesondere dem Substrat, abgewandten Oberfläche der Streufolie ausgebildet.

[0041] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist eine Rauigkeit der Streufolie, insbesondere die Rauigkeit der Oberfläche mit der Streustruktur größer als 3 µm, bevorzugt größer als 4 µm. Die Rauigkeit ist weiterhin bevorzugt kleiner als 300 µm, besonders bevorzugt kleiner als 50 µm. Die Rauigkeit kann gemäß der ISO 4288 bestimmt werden.

[0042] Die strukturierte Oberfläche der Streufolie weist bevorzugt einen Glanzgrad von weniger als 50 %, bevorzugt von weniger als 40 % auf. Weiterhin ist der Glanzgrad bevorzugt größer als 0,5 %. Der Glanzgrad kann gemäß der EN ISO 2813 (Winkel 60°) bestimmt werden.

[0043] In einer weiteren Ausgestaltung kann die die Streufolie auch eine glänzende Oberfläche aufweisen. Diese ist zweckmäßigerweise unstrukturiert ausgeführt. In diesem Fall ist die glänzende Oberfläche vorzugsweise mittels der dem Bauelement zugewandten Oberfläche der Streufolie gebildet. Diese Oberfläche weist bevorzugt einen Glanzgrad von mehr als 50 % auf.

[0044] Mit besonderem Vorteil ist die Streustruktur zusätzlich zu den Streuzonen vorgesehen. Hierdurch kann die Auskopplung aus dem Verbundbauelement in besonders hohem Maße – durch Volumenstreuung an den Streuzonen und Oberflächenstreuung an der Streustruktur – erhöht und zugleich eine besonders homogene Strahlungsleistungsverteilung auf der Austrittsseite des Verbundbauelements erzielt werden.

[0045] Weiterhin kann über die Art der Strukturierung der strukturierten Oberfläche der optische Eindruck des Verbundbauelements, z.B. eher matt oder eher glänzend, eingestellt werden.

[0046] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Streufolie beziehungsweise die Folienmatrix an das Bauelement brechungsindexangepasst. Der Strahlungsübertritt von Strahlung aus dem Bauelement in die Streufolie wird so erleichtert und die Reflexionsverluste an Grenzfläche(n) zwischen Bauelement und Streufolie werden gemindert. Für die Brechungsindexanpassung weicht der Brechungsindex der Streufolie bzw. für den Fall, dass Streuzonen ausgebildet sind, derjenige des Matrixmaterials bevorzugt um 20 % oder weniger, besonders bevorzugt um 10 % oder weniger von dem Brechungsindex des seitens des Bauelements angeordneten Materials, insbesondere dem Brechungsindex des Substrats ab.

[0047] Für die Brechungsindexanpassung kann ein entsprechend geeignetes Material für die Folie eingesetzt werden. Zur Brechungsindexanpassung an ein Glassubstrat ist beispielsweise ein Polycarbonat für die Folie

besonders geeignet.

[0048] Alternativ oder ergänzend kann ein Brechungsindexanpassungsmaterial, z.B. ein optisches Gel für die Brechungsindexanpassung, eingesetzt werden, das zwischen der Streufolie und dem Substrat angeordnet ist. Mit Vorzug mindert das Brechungsindexanpassungsmaterial den Brechungsindexsprung vom Substrat zur Streufolie.

[0049] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die Streufolie an dem Bauelement befestigt. Bevorzugt ist die Streufolie mittels eines Haftvermittlers an dem Bauelement, insbesondere dem Substrat, befestigt oder die Streufolie ist auf das Bauelement, insbesondere auf das Substrat, auflaminiert. Wird ein Haftvermittler eingesetzt, so kann dieser mit Vorteil zugleich als Brechungsindexanpassungsmaterial dienen.

[0050] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist die Streufolie eine Dicke zwischen einschließlich 1 µm und einschließlich 1 mm, bevorzugt zwischen einschließlich 25 µm und einschließlich 500 µm, besonders bevorzugt zwischen einschließlich 25 µm und einschließlich 300 µm, auf. Die Dicke der Folie kann größer oder gleich 30 µm sein.

[0051] Als Folie ist im Zweifel eine Schicht oder ein Schichtverbund anzusehen, die bzw. der das Eigengewicht nicht trägt, also nicht freitragend ausgebildet ist, und insbesondere flexibel ist.

[0052] Alternativ kann im Rahmen der Erfindung auch eine Streuschicht, z.B. mit einer Dicke von bis zu 10 mm, eingesetzt werden, die eventuell keinen Foliencharakter mehr aufweist. Eine Streuschicht mit Foliencharakter eignet sich jedoch, insbesondere aufgrund der Flexibilität, besonders.

[0053] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist das Verbundsubstrat, das die Streufolie und das Substrat umfasst, aufgrund der Streufolie derart mechanisch stabilisiert, dass das Verbundsubstrat selbst bei einer Beschädigung des Substrats mechanisch durch die Streufolie stabilisiert wird.

[0054] Dies ist besonders zweckmäßig falls das Substrat aus einem splitterfähigen Material, zum Beispiel Glas, gebildet ist.

[0055] Ein gesplittertes Substrat kann mittels der Streufolie zusammengehalten werden. Die Streufolie ist hierzu zweckmäßigerweise mit einer geeigneten mechanischen Stabilität ausgebildet und mechanisch stabil und vorzugsweise dauerhaft mit dem Substrat verbunden.

[0056] Über die Streufolie kann so die Gesamtstabilität des Verbundsubstrats und darüber die des Verbundbauelements vorteilhaft erhöht werden. Weiterhin wird die Gefahr von durch Splitter hervorgerufenen Verletzungen bei der Handhabung des Bauelements verringert.

[0057] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Streufolie als Schichtverbund mit einer Mehrzahl von Einzelschichten ausgeführt. Bevorzugt ist die Streufolie als (co)extrudierter Schichtverbund ausgeführt.

[0058] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist ein ultraviolette Strahlung (UV) absorbierendes Element mit dem Bauelement verbunden. Das Element ist vorzugsweise auf der von der aktiven Schicht abgewandten Seite des Substrats angeordnet.

[0059] In einer ersten vorteilhaften Weiterbildung ist das Element als separate UV-Schutz-Folie ausgeführt, welche ultraviolette Strahlung absorbiert. Die separate UV-Schutz-Folie kann in einem Folienverbund mit der Streufolie bereitgestellt werden. Die beiden Folien können für einen Folienverbund insbesondere coextrudiert ausgeführt sein.

[0060] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist die Streufolie, zum Beispiel durch Zusatz eines oder einer Mehrzahl von Additiven, UV-absorbierend ausgebildet.

[0061] Alternativ oder ergänzend kann ein UV-absorbierendes Material für die Folienmatrix eingesetzt werden.

[0062] Sowohl die Basisschicht des Folienverbundes, insbesondere die Schicht mit den Streupartikeln, als auch die gegebenenfalls vorhandene(n) Coextrusionsschicht(en) der erfindungsgemäßen Folien können zusätzlich Additive, wie beispielsweise UV-Absorber und/oder andere Verarbeitungshilfsmittel enthalten. Dies

umfasst insbesondere Entformungsmittel, Fließmittel, für Polycarbonate übliche Stabilisatoren, insbesondere Thermostabilisatoren, Antistatika und/oder optische Aufheller. In jeder Schicht können dabei unterschiedliche Additive bzw. unterschiedliche Konzentrationen von Additiven vorhanden sein. Vorzugsweise enthält (enthalten) die Coextrusionsschicht(en) die Antistatika, UV-Absorber und/oder Entformungsmittel.

[0063] In einer bevorzugten Ausführungsform enthält die Zusammensetzung der Folie zusätzlich 0,01 bis 0,5 Gew.-% eines UV-Absorbers der Klassen Benzotriazol-Derivate, Dimere Benzotriazol-Derivate, Triazin-Derivate, Dimere Triazin-Derivate, Diarylcycanoacrylate.

[0064] Ultraviolette Strahlung kann insbesondere bei OLEDs die organische, zur Strahlungserzeugung vorgesehene Schicht schädigen und einen Defekt des Bauelements beschleunigt herbeiführen. Mittels des ultraviolette Strahlung absorbierenden Elements kann diese UV-Alterung zumindest gehemmt werden.

[0065] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist das Bauelement zur Beleuchtung, insbesondere zur Allgemeinbeleuchtung vorgesehen. Gegenüber einem Einsatz bei Displays, bei denen die Trennschärfe zwischen einzelnen Pixeln gewahrt bleiben muss, kann eine Streufolie, die bei Displays ein Verschwimmen der Einzelpixel verursachen würde, bei Bauelementen zur Allgemeinbeleuchtung ohne wesentliche nachteilige Wirkung eingesetzt werden.

[0066] Das Bauelement kann beispielsweise zur Innenraumbelichtung, zur Außenraumbelichtung oder in einer Signalleuchte eingesetzt werden.

[0067] Das Bauelement ist, insbesondere für den Einsatz in der Allgemeinbeleuchtung, bevorzugt zur Erzeugung sichtbarer Strahlung ausgebildet. Über die Streufolie kann die auskoppelseitige Leuchtdichte erheblich gesteigert werden.

[0068] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist ein antistatisch wirkendes Element, insbesondere seitens der Strahlungsauskopplenseite, mit dem Bauelement verbunden. Schmutzanlagerungen am (Verbund)Bauelement können hierüber vermindert werden. Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, die Streufolie antistatisch auszubilden. Elektrostatisch verursachte Anlagerungen an der Folie, welche sich nachteilig auf die austrittsseitige Strahlungsleistungsverteilung auswirken können, werden so vermindert. Ein Antistatikum kann mit Vorteil in der Streufolie integriert sein.

[0069] Alternativ kann das antistatisch wirkendes Element als separate Antistatikfolie in einem, insbesondere gemeinsam mit der Streufolie coextrudierten Folienverbund vorgesehen sein.

[0070] Beispiele für geeignete Antistatika sind kationaktive Verbindungen, beispielsweise quartäre Ammonium-, Phosphonium- oder Sulfoniumsalze, anionaktive Verbindungen, beispielsweise Alkylsulfonate, Alkylsulfate, Alkylphosphate, Carboxylate in Form von Alkali- oder Erdalkalimetallsalzen, nichtionogene Verbindungen, beispielsweise Polyethylenglykolester, Polyethylenglykolether, Fettsäureester, ethoxylierte Fettamine. Bevorzugte Antistatika sind quartäre Ammonium-Verbindungen, wie z.B. Dimethyldiisopropylammoniumperfluorbutansulfonat.

[0071] Insgesamt bietet eine Streufolie für eine Auskoppelschicht eines strahlungsemitternden Bauelements und insbesondere auch die Verwendung einer Streufolie bei einem strahlungsemitternden Bauelement eine Vielzahl von oben und im Folgenden dargelegten Vorteilen.

[0072] Weitere Merkmale, Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den Figuren.

[0073] [Fig. 1](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen strahlungsemitternden Bauelements anhand einer schematischen Schnittansicht.

[0074] [Fig. 2](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen strahlungsemitternden Bauelements anhand einer schematischen Schnittansicht.

[0075] [Fig. 3](#) zeigt anhand der [Fig. 3A](#), [Fig. 3B](#) und [Fig. 3C](#) jeweils ein Ausführungsbeispiel einer Streufolie für ein erfindungsgemäßes Bauelement.

[0076] [Fig. 4](#) zeigt die Ergebnisse einer Simulationsrechnung für die Abhängigkeit des Zuwaches an ausge-

koppelter Strahlungsleistung von der Gewichtskonzentration an Streupartikeln.

[0077] [Fig. 5](#) zeigt Messergebnisse für die Abhängigkeit des Zuwachses an ausgekoppelter Strahlungsleistung von der Anzahl an Streupartikeln.

[0078] [Fig. 6](#) zeigt die Abhängigkeit des Zuwachses an ausgekoppelter Strahlungsleistung vom Beobachtungswinkel für ein erfindungsgemäßes Bauelement.

[0079] [Fig. 7](#) zeigt die Abstrahlcharakteristiken eines erfindungsgemäßen Bauelements, eines Bauelements ohne Streufolie und die cosinusförmige Abstrahlcharakteristik eines Lambertschen Strahlers.

[0080] [Fig. 8](#) zeigt die Abhängigkeit der CIE-Farbkoordinaten x und y vom Beobachtungswinkel für ein Bauelement mit Streufolie und ein Bauelement ohne Streufolie.

[0081] [Fig. 9](#) zeigt anhand der Tabellen in [Fig. 9A](#) und [Fig. 9B](#) für verschiedene Betriebsströme ermittelte Mess- und Mittelwerte sowie den hieraus ermittelten Zuwachs an Strahlungsleistung.

[0082] Gleiche, gleichartige und gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0083] Die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen jeweils ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen strahlungsemitternden Bauelements anhand einer schematischen Schnittansicht.

[0084] Das strahlungsemitternde Bauelement **1** ist jeweils als OLED ausgeführt. Das Bauelement **1** umfasst eine zur Strahlungserzeugung ausgebildete organische Schicht **2** oder einen entsprechenden Schichtstapel mit einer Mehrzahl organischer Schichten. Die organische Schicht **2** ist auf einer ersten Hauptfläche **3** eines Substrats **4** des strahlungsemitternden Bauelements angeordnet und mit diesem verbunden.

[0085] Zur Ladungsträgerinjektion in die organische Schicht **2** ist diese elektrisch leitend mit einer ersten Elektrode **5**, z.B. der Kathode, und einer zweiten Elektrode **6**, z.B. der Anode, verbunden. Über diese Elektroden **5**, **6** können der organischen Schicht Ladungsträger – Elektronen bzw. Löcher – zur Strahlungserzeugung durch Rekombination in der organischen Schicht **2** zugeführt werden. Die Elektroden **5** und **6** sind vorzugsweise schichtartig ausgebildet, wobei die organische Schicht besonders bevorzugt zwischen den Elektroden angeordnet ist. Die Elektroden und die organische Schicht **2** können auf die erste Hauptfläche **3** des Substrats aufgebracht sein.

[0086] Die organische Schicht beziehungsweise die organischen Schichten enthalten bevorzugt ein halbleitendes organisches Material.

[0087] Beispielsweise enthält die organische Schicht ein halbleitendes Polymer. Geeignete organische oder organometallische Polymere umfassen: Polyfluorene, Polythiopene, Polyphenylene, Polythiophenvinylene, Poly-p-Phenylvinylene, Polyspiro Polymere und ihre Familien, Kopolymere, Derivate und Mischungen davon.

[0088] Alternativ oder ergänzend zu Polymermaterialien kann die organische Schicht ein niedermolekulares Material (sogenannte Small-Molecules) enthalten. Geeignete Materialien mit niedrigem Molekulargewicht (niedermolekulare Materialien) sind beispielsweise Tris-8-aluminium-quinolinol-Komplexe, Irppy (Tris-(2-phenylpyridyl)Iridium Komplexe) und/oder DPVBI (4,4'-Bis(2,2-diphenyl-ethen-1-yl)-diphenyl) Komplexe.

[0089] Das Substrat **4** ist strahlungsdurchlässig für in der organischen Schicht **2** erzeugte Strahlung ausgebildet. Mittels der organischen Schicht **2** wird vorzugsweise sichtbares Licht erzeugt. Beispielsweise wird als strahlungsdurchlässiges Substrat ein Glassubstrat, zum Beispiel aus Borofloat-Glas, oder ein Kunststoff-(Folien)Substrat, z.B. aus PMMA (Poly(methylmetacrylat)), eingesetzt.

[0090] Durch die der organischen Schicht **2** abgewandte zweite Hauptfläche **7** des Substrats **4** hindurch tretendes Licht kann aus dem Bauelement **1** auskoppeln. Mittels der zweiten Hauptfläche **7** kann insbesondere die Strahlungsaustrittsfläche des Bauelements gebildet sein. Auf der von dem Substrat **4** abgewandten Seite der organischen Schicht **2** kann weiterhin eine Spiegelschicht angeordnet sein. Diese reflektiert in der organischen Schicht vom Substrat weg verlaufende Strahlung vorzugsweise in Richtung des Substrats **4** zurück. Die im Betrieb des Bauelements über die Strahlungsaustrittsfläche austretende Strahlungsleistung kann so erhöht

werden. Bevorzugt ist die erste Elektrode **5** als reflektierende Elektrode und damit zugleich als Spiegelschicht ausgebildet. Hierzu ist die Elektrode **5** vorzugsweise metallisch oder auf Legierungsbasis ausgeführt. Eine separate Spiegelschicht ist in den Figuren nicht explizit gezeigt.

[0091] Die Elektrode **5** kann gegebenenfalls als Mehrschichtstruktur ausgeführt sein. Bevorzugt ist eine der Schichten für die Ladungsträgerinjektion in die organische Schicht **2** und eine weitere Schicht der Elektrode als Spiegelschicht ausgebildet. Die Schicht für die Ladungsträgerinjektion ist zweckmäßigerweise zwischen der Spiegelschicht und der organischen Schicht angeordnet. Die Spiegelschicht und/oder die Ladungsträgerinjektionsschicht kann ein Metall, z.B. Au, Al, Ag oder Pt, enthalten oder daraus bestehen, wobei die beiden Schichten zweckmäßigerweise unterschiedliche Metalle enthalten.

[0092] Gegebenenfalls ist auch eine Legierung, vorzugsweise mit mindestens einem der obengenannten Metalle für die (Mehrschicht)Elektrode **5** geeignet.

[0093] Die zweite Elektrode **6** ist zwischen dem Substrat **4** und der organischen Schicht **2** angeordnet. Für den Strahlungsdurchtritt ist diese Elektrode zweckmäßigerweise strahlungsdurchlässig ausgebildet. Beispielsweise enthält die Elektrode hierzu ein Indiumzinnoxid (ITO: Indium Tin Oxide).

[0094] Auf der Strahlungsauskopplenseite des Bauelements **1**, also der von der organischen Schicht **2** abgewandten Seite des Substrats **4**, ist eine Streufolie **8** an dem Substrat befestigt.

[0095] Auf die Darstellung einer Verkapselung für die organische Schicht **2**, die vorzugsweise auf der von der Streufolie **8** abgewandten Seite des Substrats **4** angeordnet ist, wurde aus Übersichtlichkeitsgründen verzichtet. Eine derartige Verkapselung kapselt die organische Schicht gegenüber schädlichen äußeren Einflüssen, wie Feuchtigkeit, ab. Die Verkapselung kann z.B. als Dachkonstruktion ausgebildet sein.

[0096] Auch auf eine explizite Darstellung der elektrischen Kontaktierung des Bauelements wurde verzichtet. So kann z.B. eine Ansteuerschaltung des Bauelements auf dem Substrat – gegebenenfalls innerhalb der Verkapselung – angeordnet sein.

[0097] Auch kann das Bauelement gegebenenfalls eine Mehrzahl von, vorzugsweise strukturierten, voneinander getrennten organischen Schichten oder Schichtstapeln umfassen. Die verschiedenen Schichten bzw. Schichtstapel können zur Erzeugung verschiedenfarbigen Lichts, z.B. rotem, grünem bzw. blauem Licht, ausgebildet sein.

[0098] Im Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 1](#) ist die Streufolie **8** auf die zweite Hauptfläche des Substrats **4** auflaminiert, wohingegen im Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 2](#) eine gesonderte Haftvermittlungsschicht **9**, zum Beispiel eine Kleberschicht, vorgesehen ist, über die die Streufolie am Substrat **4** befestigt ist. Als Haftvermittler eignet sich zum Beispiel ein Norland Optical Adhesive, etwa das mit der Typenbezeichnung LOT-Nr. 68.

[0099] Die Streufolie **8** ist als Transmissionsstreufolie ausgebildet, so dass aus dem Substrat **4** in die Streufolie gelangende Strahlung mittels der Streufolie gestreut wird und als Streustrahlung über die dem Substrat abgewandte Oberfläche **10** der Streufolie aus der Streufolie austritt.

[0100] Über die Streufolie kann die aus dem in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellten Verbundbauelement, das neben dem Bauelement die an diesem befestigte Streufolie umfasst, im Betrieb ausgekoppelte Strahlungsleistung erhöht werden.

[0101] Über Streuereignisse in der Folie und/oder Streuung an der Folienoberfläche kann der Strahlverlauf in der Folie im Vergleich zu einer Auskoppelschicht, welche nicht zur Streuung ausgebildet ist, durch statistische Strahlumlenkungen gegenüber dem regulären Verlauf gestört werden. Insbesondere können die Auftreffwinkel von Strahlung auf die von der organischen Schicht **2** abgewandte Oberfläche der Streufolie zufällig und insbesondere breiter verteilt sein. Der Anteil von an der von der organischen Schicht **2** abgewandten Oberfläche **10** der Folie rückreflektierten Strahlung kann über die Streuung verringert werden. Der über die Oberfläche **10** der Streufolie ausgekoppelte Strahlungsanteil wird dementsprechend vorteilhaft erhöht. Die Streufolie dient insbesondere als Auskoppelschicht des Verbundbauelements.

[0102] Weiterhin kann die Strahlungsleistungsverteilung auf der Strahlungsauskopplenseite des Verbundbauelements mittels der Streufolie vereinfacht homogenisiert werden. Insbesondere kann ein defekter Bereich der

organischen Schicht, der bei fehlender Streufolie auf der Auskoppelseite als dunkler Bereich erscheinen würde, über diffusive Lichtstreuung mittels der Streufolie kompensiert werden.

[0103] Eine Streufolie **8** kann an den jeweiligen, für geeignet befundenen Bauelementen befestigt werden, nachdem eine Vielzahl an Bauelementen, etwa bezüglich Funktionsfähigkeit oder einer ausreichenden Strahlungsleistung, getestet und ungeeignete Bauelemente aussortiert wurden. Im Gegensatz zu einem in den jeweiligen Bauelementen bereits bei der Fertigung integrierten Streuelement können so die Herstellungskosten aufgrund des verringerten Ausschusses gesenkt werden.

[0104] Das Bauelement **1** ist vorzugsweise zur Beleuchtung, insbesondere zur Allgemeinbeleuchtung ausgebildet. Gegenüber einem Einsatz bei Displays, bei denen die Trennschärfe zwischen einzelnen Pixeln gewahrt bleiben muss, kann eine Streufolie, die bei Displays ein Verschwimmen der Einzelpixel verursachen würde, bei Bauelementen zur Allgemeinbeleuchtung ohne wesentliche nachteilige Wirkung eingesetzt werden.

[0105] Das Bauelement kann beispielsweise zur Innenraumbelichtung, zur Außenraumbelichtung oder in einer Signalleuchte eingesetzt werden.

[0106] Das Bauelement ist, insbesondere für den Einsatz in der Allgemeinbeleuchtung, zweckmäßigerweise zur Erzeugung sichtbarer Strahlung ausgebildet. Über die Streufolie kann die auskoppelseitige Leuchtdichte, die auskoppelseitige spezifische Lichtausstrahlung und/oder die auskoppelseitige Helligkeit erheblich gesteigert werden.

[0107] Die [Fig. 3A](#), [Fig. 3B](#) und [Fig. 3C](#) zeigen jeweils ein Ausführungsbeispiel einer Streufolie **8**. Diese Streufolien können bei den Bauelementen gemäß [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) eingesetzt sein.

[0108] Bei den Ausführungsbeispielen gemäß den [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) umfasst die Streufolie **8** eine mit Streupartikeln **81** versetzte Folienmatrix **82**. Die Folienmatrix **82** ist vorzugsweise aus einem strahlungsdurchlässigen Kunststoff, zum Beispiel Polycarbonat gebildet. Für die Streupartikel eignen sich insbesondere organische Kunststoffpartikel. Vorzugsweise sind die Streupartikel als Polymerpartikel ausgeführt.

[0109] Weiterhin sind die Streupartikel **81** vorzugsweise strahlungsdurchlässig ausgeführt. Für eine Streuwirkung weisen die Streupartikel zweckmäßigerweise einen vom Brechungsindex des Folienmatrixmaterials verschiedenen Brechungsindex auf. Mit strahlungsdurchlässigen Streupartikeln kann demnach eine Streuwirkung durch Reflexion an der Grenzfläche zur Folienmatrix und/oder durch Brechung beim Eintritt in, beim Durchtritt durch und/oder beim Austritt aus dem Streupartikel erfolgen.

[0110] Die Streupartikel können einer Formmasse für die Folienmatrix vor der Herstellung der Folie in statistischer Verteilung beigemischt werden. Der Anteil an Streupartikeln in der Streufolie beträgt bevorzugt 50 Gewichtsprozent oder weniger.

[0111] Bei den in den [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) dargestellten Folien findet dementsprechend ein Volumenstreuungsprozess an den Partikeln im Folienvolumen statt.

[0112] Der Brechungsindex der Streupartikel weicht bevorzugt um 0,6 % oder mehr, besonders bevorzugt um 3,0 % oder mehr und mit besonderem Vorteil um 6 % oder mehr vom Brechungsindex des Matrixmaterials ab. Je größer die Abweichung ist, desto effizienter ist in der Regel die Strahlableitung mittels der Streupartikel.

[0113] Für die Streupartikel eignen sich beispielsweise Polymer-Hohlpartikel, wobei eine Streuung durch Brechung hierbei hauptsächlich aufgrund des vergleichsweise hohen Brechungsindexunterschieds zwischen Hohlkörperinnenraum und Hohlkörperwand erfolgt. Werden polymere Materialien sowohl für die Folienmatrix **82** als auch für die Umwandlung des Hohlraums des Hohlpartikels eingesetzt, so weisen diese in der Regel einen vergleichsweise geringen Brechungsindexunterschied auf. Der Brechungsindexunterschied zwischen dem Material der Umwandlung und dem Innenraum, der zum Beispiel mit Gas, etwa Luft, gefüllt sein kann ist demgegenüber vereinfacht größer ausbildbar. Ein derartiges polymeres Hohlpartikel mit dem gasgefüllten Hohlraum **12** und der Hohlraumwand **13** ist in [Fig. 3B](#) schematisch angedeutet.

[0114] Abweichend von den oben beschriebenen Hohlpartikeln können selbstverständlich auch strahlungsdurchlässige Vollpartikel, insbesondere Polymerpartikel eingesetzt werden, die im wesentlichen hohlraumfrei sind. Bevorzugt weisen Polymerpartikel eine Kern-Schalen-Morphologie auf. In der Darstellung in [Fig. 3B](#) entspräche dann das Bezugszeichen **12** dem Kern und das Bezugszeichen **13** dem Mantel.

[0115] Zusätzlich zu den Streupartikeln **81** ist die dem Bauelement abgewandte Oberfläche **10** der in [Fig. 3B](#) gezeigten Streufolie **8** mit einer Streustruktur versehen. Mittels der Streustruktur kann zusätzlich zur Volumestreueung an den Partikeln auch an der Oberfläche der Folie gestreut werden. Für die Streustruktur eignet sich besonders eine unregelmäßige Struktur der Oberfläche, insbesondere eine Struktur nach einem statistischen Muster.

[0116] Ferner kann mittels der Oberflächenstrukturierung der dem Substrat **4** abgewandten Oberfläche **10** der Streufolie **8** der optische Eindruck des Bauelements im ausgeschalteten Zustand eingestellt werden. Je nach der Art der Oberflächenstrukturierung kann das Bauelement mehr glänzend oder eher matt erscheinen.

[0117] [Fig. 3C](#) zeigt eine Streufolie **8**, welche eine Streustruktur aufweist, aber nicht mit Streupartikeln **81** versetzt ist. Diese Streufolie weist also lediglich eine Oberflächenstrukturierung auf. Im Hinblick auf die Nutzung des Volumens der Folie für Streueung ist der Einsatz von Streupartikeln bevorzugt. Es kann jedoch auch bereits mit einer Streufolie, die lediglich eine strukturierte Oberfläche aufweist, die aus dem Bauelement ausgekoppelte Strahlungsleistung erhöht werden.

[0118] Die Pfeile in den [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3C](#) symbolisieren exemplarisch Strahlengänge in der Streufolie **8**, wobei bei den mit Streupartikeln **81** versehenen Folien gemäß den [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) auf eine Darstellung eines Strahlungsdurchtritts durch die Partikel aus Übersichtlichkeitsgründen verzichtet wurde.

[0119] Die Streufolie **8** weist bevorzugt eine Dicke zwischen 25 µm und 500 µm, besonders bevorzugt zwischen 25 µm und 300 µm auf. Diese Dicken sind zum Einen hinsichtlich der Streuwirkung und zum Anderen hinsichtlich einer Erhöhung der mechanischen Gesamtstabilität des Verbundbauelements besonders geeignet. Insbesondere kann durch eine nachträglich an einem vorgefertigten Bauelement befestigte Streufolie die Stabilität des Bauelements auch bei einem zersplitterten Glassubstrat, gewährleistet bleiben. Zudem kann die Verletzungsgefahr durch Splitter aufgrund der Splitterschutz-Streufolie verringert.

[0120] Die Rauigkeit der strukturierten Oberfläche **10** ist für eine effiziente Streueung größer als 3 µm, bevorzugt größer als 4 µm und kleiner als 300 µm, besonders bevorzugt größer als 4 µm und kleiner als 50 µm.

[0121] Aufgrund der sowohl volumen- als auch oberflächenstreuenden Eigenschaften ist eine Streufolie gemäß [Fig. 3B](#) zur Erhöhung der ausgekoppelten Strahlungsleistung besonders geeignet. Mittels einer derartigen Streufolie konnte eine Steigerung der Leuchtdichte um mehr als 20 % gegenüber einem gleichartigen Bauelement ohne Streufolie erzielt werden.

[0122] Für eine optimierte Einkopplung von Strahlung aus dem Bauelement **1** in die Streufolie **8** ist die dem Bauelement zugewandte Oberfläche **11** der Streufolie zweckmäßigerweise eben und insbesondere unstrukturiert ausgebildet. Gegebenenfalls kann eine Streufolie mit strukturierter Oberfläche **11** eingesetzt werden.

[0123] Um den Strahlungsübertritt aus dem Substrat **4** in die Streufolie **8** zu erleichtern, ist bei einer mit Streupartikeln versehenen Streufolie das Matrixmaterial und bei einer Streufolie mit lediglich einer Oberflächenstrukturierung das Material der Folie an das Substrat zweckmäßigerweise brechungsindexangepasst. Für die Folie und insbesondere das Matrixmaterial eignet sich hierzu besonders ein Polycarbonat. Polycarbonate weisen einen Brechungsindex von ungefähr 1,59 auf. Dieses Material ist an ein Glassubstrat, insbesondere ein Boro-float-Glassubstrat mit einem Brechungsindex von ungefähr 1,54 gut brechungsindexangepasst.

[0124] Alternativ oder ergänzend kann auch ein Brechungsindexanpassungsmaterial, etwa ein optisches Gel, zwischen dem Substrat **4** und der Streufolie **8** angeordnet werden. Idealerweise ist im Falle einer Befestigung der Streufolie an dem Bauelement mittels einer Haftvermittlungsschicht **9** die Haftvermittlungsschicht zur Brechungsindexanpassung ausgeführt. Hierzu weist der Haftvermittler bevorzugt einen Brechungsindex auf, der nicht um mehr als 20 %, bevorzugt nicht mehr als 10 % außerhalb eines durch die Brechungsindices des Substrats **4** und des Folienmaterials bzw. des Matrixmaterials begrenzten Intervalls liegt. Vorzugsweise weist das Brechungsindexanpassungsmaterial einen Brechungsindex auf, der zwischen dem des Substrats und dem der Streufolie beziehungsweise der Folienmatrix liegt.

[0125] Über die Brechungsindexanpassung kann eine Wellenführung im Substrat in Richtung der Substrat-Seitenflächen, welche zum Beispiel bei einer Substrat-Luft-Grenzfläche verstärkt auftritt, vermindert werden.

[0126] Im Folgenden werden Folien beschrieben, die für ein erfindungsgemäßes Bauelement, insbesondere

ein sichtbares Licht emittierendes Bauelement, besonders geeignet ist.

[0127] Für transparente Streupartikel ((Streu)Pigmente) der Streufolie können Acrylate, insbesondere Kern-Schale Acrylate eingesetzt werden. Diese verfügen bevorzugt über eine, ausreichend hohe thermische Stabilität, z.B. bis mindestens 300°C, um bei den Verarbeitungstemperaturen des transparenten Kunststoffes, bevorzugt Polycarbonat, nicht zersetzt zu werden.

[0128] Darüber hinaus sollen die Streupigmente über keine Funktionalitäten verfügen, die zu einem Abbau der Polymerkette des Polycarbonat führen. So können z.B. Paraloid® der Fa. Röhm & Haas oder Techpolymer® der Fa. Sekisui gut zur Pigmentierung von transparenten Kunststoffen eingesetzt werden. Aus diesen Produktlinien stehen eine Vielzahl verschiedener Typen zur Verfügung. Bevorzugt werden Kern-Schale-Acrylate aus der Techpolymer-Reihe eingesetzt.

[0129] Bevorzugt weist die Folie, insbesondere auf der strukturierten, dem Bauelement abzuwendenden Seite, einen Glanzgrad (gemessen gemäß EN ISO 2813 (Winkel 60°)) von weniger als 50 %, bevorzugt weniger als 40 % und/oder von mehr als 0,5 % auf. Eine Rauigkeit (gemessen gemäß ISO 4288) auf der strukturierten Seite ist mit Vorteil größer als 3 µm, bevorzugt größer als 4 µm und/oder kleiner als 300 µm, bevorzugt kleiner als 50 µm.

[0130] Aufgrund der Helligkeitseigenschaften und der gleichzeitig hohen Lichtstreuung sind derartige Folien für OLED besonders gut geeignet.

[0131] Der Glanzgrad der Folienoberfläche ist besonders wichtig und beeinflusst die optischen Eigenschaften der Folie. Insbesondere kann hierüber der optische Eindruck des nichtbetriebenen Bauelements eingestellt werden.

[0132] Die Folie ist vorzugsweise als Kunststofffolie ausgeführt, die aus mindestens einer Schicht besteht. Mindestens eine Schicht der Folie enthält transparente polymere Teilchen mit einem vom Matrixmaterial unterschiedlichen Brechungsindex. Die Schicht enthält 50 bis 99,99 Gew.-%, bevorzugt 70 bis 99,99 Gew.-% eines transparenten Kunststoffes, insbesondere Polycarbonat, und 0,01 bis 50 Gew.-%, bevorzugt 0,01 bis 30 Gew.-% polymerer Teilchen. Die Teilchen weisen bevorzugt eine mittlere Teilchengröße im Wesentlichen zwischen 1 und 100 µm, bevorzugt zwischen 1 bis 50 µm auf.

[0133] Die Folie weist weiterhin bevorzugt mindestens eine strukturierte Seite auf, wobei die Oberfläche der strukturierten Seite einen Glanzgrad (gemessen gemäß EN ISO 2813 (Winkel 60°)) von weniger als 50 %, bevorzugt weniger als 40 % und von mehr als 0,5 % und eine Rauigkeit (gemessen gemäß ISO 4288) von größer 3 µm, bevorzugt größer 4 µm und kleiner 50 µm, bevorzugt kleiner 300 µm auf der strukturierten Seite aufweist.

[0134] In einer weiteren Ausgestaltung kann die die Streufolie auch eine glänzende Oberfläche aufweisen. Diese ist zweckmäßigerweise unstrukturiert ausgeführt. In diesem Fall ist die glänzende Oberfläche vorzugsweise mittels der dem Bauelement zugewandten Oberfläche der Streufolie gebildet. Diese Oberfläche weist bevorzugt einen Glanzgrad von mehr als 50 % auf.

[0135] Für die Herstellung der strukturierten Folien-Oberflächen werden vorzugsweise beheizte Gummi-Walzen eingesetzt, wie in der DE 32 28 002 (oder dem US-Äquivalent 4 368 240) der Fa. Nauta Roll Corporation offenbart sind. Die Folie wird ferner bevorzugt durch thermoplastische Verarbeitung hergestellt.

[0136] Die Strukturierung der Folienoberflächen erfolgt bevorzugt mit Hilfe von Walzen, besonders bevorzugt 3 Walzen eines Glättwerkes. Besonders entscheidend für die Ausprägung der Folienoberfläche sind die Strukturen der beiden Walzen, die den Walzenspalt bilden, in den die Schmelze (sogenannter Schmelzevorhang) nach Verlassen der Extruder-Düse eintritt. Für die Herstellung matter und/oder strukturierter Folienoberflächen werden bevorzugt Silicon-Gummi beschichtete Walzen eingesetzt, wie sie z.B. in US 4 368 240 der Fa. Nauta Roll Corporation offenbart sind. Wesentliche verfahrenstechnische Parameter für die Abformung der Strukturen sind die Temperatur der Gummi-Walze und der Druck im Walzenspalt, der auf den Schmelzevorhang zwischen den Walzen ausgeübt wird. Die Verfahrensparameter können durch einfache Versuche schnell ermittelt werden.

[0137] Durch die Kombination von erhöhter Temperatur, z.B. 130°C, und einem engen relativen Walzenspalt, z.B. 0,6, lassen sich beispielsweise Folien aus Polycarbonat herstellen, die eine ausgeprägte Struktur aufwei-

sen.

[0138] Eine glatte und/oder glänzende Oberfläche wird vorzugsweise mit polierten Metallwalzen hergestellt. Die Folie hat vorzugsweise eine Dicke von 25 µm, vorzugsweise 30 µm, bis 1000 µm. Bei der Folie kann es sich auch um einen Mehrschichtverbund aus mindestens zwei Folien handeln.

[0139] Dieser Verbund kann durch Extrusion hergestellt werden. Alternativ können separat vorgefertigte Folien aufeinander angeordnet und miteinander verbunden werden (sogenanntes Kaschieren oder Laminieren).

[0140] Zur Herstellung einer Folie durch Extrusion wird das Kunststoffgranulat, beispielsweise das Polycarbonatgranulat einem Fülltrichter eines Extruders zugeführt und gelangt über diesen in das Plastifiziersystem bestehend aus Schnecke und Zylinder.

[0141] Im Plastifiziersystem erfolgt das Fördern und Aufschmelzen des Kunststoffmaterials. Die Kunststoffschmelze wird durch eine Breitschlitzdüse gedrückt. Zwischen Plastifiziersystem und Breitschlitzdüse können eine Filtereinrichtung, eine Schmelzpumpe, stationäre Mischelemente und weitere Bauteile angeordnet sein. Die die Düse verlassende Schmelze gelangt auf einen Glättkalander. Zur einseitigen Strukturierung der Folienoberfläche kann eine Gummi-Walze eingesetzt werden. Im Walzenspalt des Glättkalanders erfolgt die endgültige Formgebung. Die für die Strukturierung der Folienoberfläche vorzugsweise verwendeten Gummi-Walzen werden in US 4 368 240 beschrieben. Die Formfixierung erfolgt letztendlich durch Abkühlung und zwar wechselseitig auf den Glättwalzen und an der Umgebungsluft. Die weiteren Einrichtungen des Plastifiziersystems dienen dem Transport, dem eventuell gewünschten Aufbringen von Schutzfolien und dem Aufwickeln der extrudierten Folien.

[0142] Als Kunststoffe für die Folien können alle transparenten Thermoplaste eingesetzt werden: Polyacrylate, Polymethylmethacrylate (PMMA; Plexiglas® von der Fa. Röhm), Cycloolefin-Copolymere (COC; Topas® von der Fa. Ticona); Zenoex® von der Fa. Nippon Zeon oder Apel® von der Fa. Japan Synthetic Rubber), Polysulfone (Ultrason® von der Fa. BASF oder Udel® von der Fa. Solvay), Polyester, wie z.B. PET oder PEN, Polycarbonat, Polycarbonat/Polyester-Blends, z.B. PC/PET, Polycarbonat/Polycyclohexylmethanolcyclohexandicarboxylat (PCCD; Xylecs® von der Fa. GE) und Polycarbonat/Polybutylenterephthalat (PBT)Blends.

[0143] Bevorzugt wird ein Polycarbonat eingesetzt. Dieses ist, wie oben bereits erläutert für die Brechungsindexanpassung an eine OLED besonders geeignet.

[0144] Geeignete Polycarbonate für die Herstellung der Folie sind alle bekannten Polycarbonate. Dies sind Homopolycarbonate, Copolycarbonate und thermoplastische Polyestercarbonate.

[0145] Ein geeignetes Polycarbonat hat bevorzugt ein mittleres Molekulargewicht \bar{M}_w von 18.000 bis 40.000, vorzugsweise von 26.000 bis 36.000 und insbesondere von 28.000 bis 35.000, ermittelt durch Messung der relativen Lösungsviskosität in Dichlormethan oder in Mischungen gleicher Gewichtsmengen Phenol/o-Dichlorbenzol geeicht durch Lichtstreuung.

[0146] Die Herstellung der Polycarbonate erfolgt vorzugsweise nach dem Phasengrenzflächenverfahren oder dem Schmelze-Umesterungsverfahren und wird im Folgenden beispielhaft an dem Phasengrenzflächenverfahren beschrieben.

[0147] Die Herstellung der Polycarbonate erfolgt u.a. nach dem Phasengrenzflächenverfahren. Dieses Verfahren zur Polycarbonatsynthese ist mannigfaltig in der Literatur beschrieben; beispielhaft sei auf H. Schnell, Chemistry and Physics of Polycarbonates, Polymer Reviews, Vol. 9, Interscience Publishers, New York 1964 S. 33 ff., auf Polymer Reviews, Vol. 10, „Condensation Polymers by Interfacial and Solution Methods“, Paul W. Morgan, Interscience Publishers, New York 1965, Kap. VIII, S. 325, auf Dres. U. Grigo, K. Kircher und P. R-Müller "Polycarbonate" in Becker/Braun, Kunststoff-Handbuch, Band 3/1, Polycarbonate, Polyacetale, Polyester, Celluloseester, Carl Hanser Verlag München, Wien 1992, S. 118-145 sowie auf EP-A 0 517 044 verwiesen.

[0148] Geeignete Diphenole sind z.B. in den US-A -PS 2 999 835, 3 148 172, 2 991 273, 3 271 367, 4 982 014 und 2 999 846, in den deutschen Offenlegungsschriften 1 570 703, 2 063 050, 2 036 052, 2 211 956 und 3 832 396, der französischen Patentschrift 1 561 518, in der Monographie "H. Schnell, Chemistry and Physics of Polycarbonates, Interscience Publishers, New York 1964, S. 28ff; S.102ff, und in "D.G. Legrand, J.T. Bender, Handbook of Polycarbonate Science and Technology, Marcel Dekker New York 2000, S. 72ff." beschrieben.

[0149] Die Herstellung von Polycarbonaten ist auch aus Diarylcarbonaten und Diphenolen nach dem bekannten Polycarbonatverfahren in der Schmelze, dem sogenannten Schmelzumesterungsverfahren, möglich, das z.B. in WO-A 01/05866 und WO-A 01/05867 beschrieben ist. Daneben werden Umesterungsverfahren (Acetatverfahren und Phenylesterverfahren) beispielsweise in den US-A 34 94 885, 43 86 186, 46 61 580, 46 80 371 und 46 80 372, in den EP-A 26 120, 26 121, 26 684, 28 030, 39 845, 39 845, 91 602, 97 970, 79 075, 14 68 87, 15 61 03, 23 49 13 und 24 03 01 sowie in den DE-A 14 95 626 und 22 32 977 beschrieben.

[0150] Geeignet sind sowohl Homopolycarbonate als auch Copolycarbonate. Zur Herstellung von Copolycarbonaten können auch 1 bis 25 Gew.-%, vorzugsweise 2,5 bis 25 Gew.-% (bezogen auf die Gesamtmenge an einzusetzenden Diphenolen), Polydiorganosiloxane mit Hydroxy-aryloxy-Endgruppen eingesetzt werden. Diese sind bekannt (s. beispielsweise aus US-Patent 3 419 634) bzw. nach literaturbekannten Verfahren herstellbar. Die Herstellung Polydiorganosiloxanhaltiger Copolycarbonate wird z. B. in DE-OS 33 34 782 beschrieben.

[0151] Ferner sind Polyestercarbonate und Block-Copolyestercarbonate geeignet, wie sie z.B. in der WO 2000/26275 beschrieben sind. Aromatische Dicarbonsäuredihalogenide zur Herstellung von aromatischen Polyestercarbonate sind vorzugsweise die Disäuredichloride der Isophthalsäure, Terephthalsäure, Diphenylether-4,4'-dicarbonsäure und der Naphthalin-2,6-dicarbonsäure.

[0152] Die aromatischen Polyestercarbonate können sowohl linear als auch in bekannter Weise verzweigt sein (siehe dazu ebenfalls DE-OS 29 40 024 und DE-OS 30 07 934).

[0153] Die Polydiorganosiloxan-Polycarbonat-Blockpolymeren können auch eine Mischung aus Polydiorganosiloxan-Polycarbonat-Blockcopolymeren mit üblichen polysiloxanfreien, thermoplastischen Polycarbonaten sein, wobei der Gesamtgehalt an Polydiorganosiloxanstruktureinheiten in dieser Mischung ca. 2,5 bis 25 Gew.-% beträgt.

[0154] Derartige Polydiorganosiloxan-Polycarbonat-Blockcopolymeren sind z.B. aus US-PS 3 189 662, US-PS 3 821 325 und US-PS 3 832 419 bekannt.

[0155] Bevorzugte Polydiorganosiloxan-Polycarbonat-Blockcopolymeren werden hergestellt, indem man alpha, omega-Bishydroxyaryloxyendgruppen-haltige Polydiorganosiloxane zusammen mit anderen Diphenolen, gegebenenfalls unter Mitverwendung von Verzweigern in den üblichen Mengen, z. B. nach dem Zweiphasengrenzflächenverfahren (s. dazu H. Schnell, Chemistry and Physics of Polycarbonates Polymer Rev. Vol. IX, Seite 27 ff, Interscience Publishers New York 1964) umgesetzt, wobei jeweils das Verhältnis der bifunktionellen phenolischen Reaktanten so gewählt wird, dass daraus ein geeigneter Gehalt an aromatischen Carbonatstruktureinheiten und Diorganosiloxy-Einheiten resultiert.

[0156] Derartige alpha, Omega-Bishydroxyaryloxyendgruppen-haltige Polydiorganosiloxane sind z.B. aus US 3 419 634 bekannt.

[0157] Als polymere Teilchen auf Acrylatbasis für Streupartikel werden bevorzugt solche eingesetzt, wie sie in EP-A 634 445 offenbart werden.

[0158] Die polymeren Teilchen haben einen Kern aus einem kautschukartigen Vinylpolymeren. Das kautschukartige Vinylpolymere kann ein Homo- oder Copolymeres von einem beliebigen der Monomeren sein, die wenigstens eine ethylenartig ungesättigte Gruppe besitzen und die eine Additionspolymerisation – wie sie allgemein bekannt ist – unter den Bedingungen der Emulsionspolymerisation in einem wässrigen Medium eingehen. Solche Monomere sind in US 4 226 752, Spalte 3, Zeilen 40–62, aufgelistet.

[0159] Am meisten bevorzugt enthalten die polymeren Teilchen einen Kern aus kautschukartigem Alkylacrylatpolymeren, wobei die Alkylgruppe 2 bis 8 Kohlenstoffatome aufweist, wahlweise copolymerisiert mit 0 bis 5 % Vernetzer und 0 bis 5 % Pfpfvernetzer, bezogen auf das Gesamtgewicht des Kerns. Das kautschukartige Alkylacrylat ist bevorzugt mit bis zu 50 % von einem oder mehreren copolymerisierbaren Vinylmonomeren copolymerisiert, beispielsweise den zuvor genannten. Geeignete vernetzende und pfpfvernetzende Monomere sind beispielsweise in EP-A 0 269 324 beschrieben sind.

[0160] Die polymeren Teilchen enthalten einen oder mehrere Mäntel. Dieser eine Mantel oder diese mehreren Mäntel sind bevorzugt aus einem Vinylhomo- oder -copolymeren hergestellt. Geeignete Monomere zur Herstellung des/der Mäntels/Mäntel sind im US-Patent No. 4 226 752, Spalte 4, Zeilen 20–46, aufgeführt, wobei auf die Angaben hierüber Bezug genommen wird. Ein Mantel oder mehrere Mantel sind bevorzugt ein Poly-

meres aus einem Methacrylat, Acrylat, Vinylaren, Vinylcarboxylat, Acrylsäure und/oder Methacrylsäure.

[0161] Die polymeren Teilchen sind nützlich, um dem transparenten Kunststoff, bevorzugt Polycarbonat, Lichtstreueneigenschaften zu erteilen.

[0162] Die polymeren Teilchen haben vorzugsweise einen Durchschnittsteilchendurchmesser (mittleren Teilchendurchmesser oder -größe) von wenigstens 0,5 Mikrometer, bevorzugt von wenigstens 1 Mikrometer bis höchstens 100 Mikrometer, mehr bevorzugt von 2 bis 50 Mikrometer, am meisten bevorzugt von 2 bis 30 Mikrometer. Unter „Durchschnittsteilchendurchmesser“ (mittlerer Teilchendurchmesser) ist der Zahlendurchschnitt zu verstehen. Bevorzugt haben wenigstens 90 am meisten bevorzugt wenigstens 95 % der polymeren Teilchen einen Durchmesser von mehr als 1 Mikrometer und kleiner als 100 µm. Die polymeren Teilchen sind bevorzugt ein freifließendes Pulver, bevorzugt in kompakter Form.

[0163] Die polymeren Teilchen können folgendermaßen hergestellt werden: Im Allgemeinen wird wenigstens eine Monomerenkomponente des Kernpolymeren der Emulsionspolymerisation unter Bildung von Emulsionspolymerteilchen unterworfen. Die Emulsionspolymerteilchen werden mit derselben oder einer oder mehreren anderen Monomerenkomponenten des Kernpolymeren gequollen, und das/die Monomere werden innerhalb der Emulsionspolymerteilchen polymerisiert. Die Stufen des Quellens und Polymerisierens können wiederholt werden, bis die Teilchen auf die gewünschte Kerngröße angewachsen sind. Die Kernpolymerteilchen werden in einer zweiten wässrigen Monomerenemulsion suspendiert, und es wird ein Polymermantel aus dem/den Monomeren auf die Polymerteilchen in der zweiten Emulsion polymerisiert. Ein Mantel oder mehrere Mantel können auf dem Kernpolymeren polymerisiert werden. Die Herstellung von Kern/Mantel-Polymerteilchen ist in EP-A 0 269 324 und in den US-Patenten 3,793,402 und 3,808,180 beschrieben.

[0164] Die Folie wird vorzugsweise durch Extrusion hergestellt.

[0165] Zur Extrusion wird ein Polycarbonat-Granulat dem Extruder zugeführt und im Plastifizierungssystem des Extruders aufgeschmolzen. Die Kunststoffschmelze wird durch eine Breitschlitzdüse gedrückt und dabei verformt, im Walzenspalt eines Glättkalenders in die gewünschte endgültige Form gebracht und durch wechselseitige Kühlung auf Glättwalzen und der Umgebungsluft formfixiert. Die zur Extrusion verwendeten Polycarbonate mit hoher Schmelzeviskosität werden üblicherweise bei Schmelzetemperaturen von 260 bis 320°C verarbeitet, entsprechend werden die Zylindertemperaturen des Plastifizierzylinders sowie Düsentemperaturen eingestellt.

[0166] Durch Einsatz von einem oder mehrerer Seitenextruder und geeigneten Schmelzeadaptoren vor der Breitschlitzdüse lassen sich Polycarbonatschmelzen verschiedener Zusammensetzung übereinander legen und somit mehrschichtige Folien erzeugen (siehe beispielsweise EP-A 0 110 221 und EP-A 0 110 238).

[0167] Sowohl die Basisschicht, insbesondere die Schicht mit den Streupartikeln, als auch die gegebenenfalls vorhandene(n) Coextrusionsschicht(en) der erfindungsgemäßen Folien können zusätzlich Additive, wie beispielsweise UV-Absorber und/oder andere Verarbeitungshilfsmittel enthalten. Dies umfasst insbesondere Entformungsmittel, Fließmittel, für Polycarbonate übliche Stabilisatoren, insbesondere Thermostabilisatoren, Antistatika und/oder optische Aufheller. In jeder Schicht können dabei unterschiedliche Additive bzw. unterschiedliche Konzentrationen von Additiven vorhanden sein. Vorzugsweise enthält(enhalten) die Coextrusionsschicht(en) die Antistatika, UV-Absorber und/oder Entformungsmittel.

[0168] In einer bevorzugten Ausführungsform enthält die Zusammensetzung der Folie zusätzlich 0,01 bis 0,5 Gew.-% eines UV-Absorbers der Klassen Benzotriazol-Derivate, Dimere Benzotriazol-Derivate, Triazin-Derivate, Dimere Triazin Derivate, Diarylcianoacrylate.

[0169] Geeignete Stabilisatoren sind beispielsweise Phosphine, Phosphite oder Si enthaltende Stabilisatoren und weitere in EP-A 0 500 496 beschriebene Verbindungen. Beispielfhaft seien Triphenylphosphite, Diphenylalkylphosphite, Phenylalkylphosphite, Tris-(nonylphenyl)phosphit, Tetrakis-(2,4-di-tert.-butylphenyl)-4,4'-biphenylen-diphosphonit, Bis (2,4-dicumylphenyl)phosphit und Triarylphosphit genannt. Besonders bevorzugt sind Triphenylphosphin und Tris-(2,4-di-tert.-butylphenyl)phosphit.

[0170] Geeignete Entformungsmittel sind beispielsweise die Ester oder Teilester von ein- bis sechswertigen Alkoholen, insbesondere des Glycerins, des Pentaerythrits oder von Guerbetalkoholen.

[0171] Einwertige Alkohole sind beispielsweise Stearylalkohol, Palmitylalkohol und Guerbetalkohole, ein

zweiwertiger Alkohol ist beispielsweise Glycol, ein dreiwertiger Alkohol ist beispielsweise Glycerin, vierwertige Alkohole sind beispielsweise Pentaerythrit und Mesoerythrit, fünfwertige Alkohole sind beispielsweise Arabit, Ribit und Xylit, sechswertige Alkohole sind beispielsweise Mannit, Glucit (Sorbit) und Dulcit.

[0172] Die Ester sind bevorzugt die Monoester, Diester, Triester, Tetraester, Pentaester und Hexaester oder deren Mischungen, insbesondere statistische Mischungen, aus gesättigten, aliphatischen C₁₀ bis C₃₆-Monocarbonsäuren und gegebenenfalls Hydroxy-Monocarbonsäuren, vorzugsweise mit gesättigten, aliphatischen C₁₄ bis C₃₂-Monocarbonsäuren und gegebenenfalls Hydroxy-Monocarbonsäuren.

[0173] Die kommerziell erhältlichen Fettsäureester, insbesondere des Pentaerythrits und des Glycerins, können herstellungsbedingt weniger als 60 % unterschiedlicher Teilester enthalten.

[0174] Gesättigte, aliphatische Monocarbonsäuren mit 10 bis 36 C-Atomen sind beispielsweise Caprinsäure, Laurinsäure, Myristinsäure, Palmitinsäure, Stearinsäure, Hydroxystearinsäure, Arachinsäure, Behensäure, Lignocerinsäure, Cerotinsäure und Montansäuren.

[0175] Beispiele für geeignete Antistatika sind kationaktive Verbindungen, beispielsweise quartäre Ammonium-, Phosphonium- oder Sulfoniumsalze, anionaktive Verbindungen, beispielsweise Alkylsulfonate, Alkylsulfate, Alkylphosphate, Carboxylate in Form von Alkali- oder Erdalkalimetallsalzen, nichtionogene Verbindungen, beispielsweise Polyethylenglykolester, Polyethylenglykoether, Fettsäureester, ethoxylierte Fettamine. Bevorzugte Antistatika sind quartäre Ammonium-Verbindungen, wie z. B. Dimethyldiisopropylammoniumperfluorbutansulfonat.

[0176] Die Herstellung der Folie wird anhand des folgenden Beispiels näher erläutert.

Beispiel:

A) Herstellung eines Master-Batches durch Compoundierung:

[0177] Die Herstellung des Master-Batches erfolgt mit herkömmlichen Zweischnecken-Compoundierextrudern (z.B. ZSK 32) bei für Polycarbonat üblichen Verarbeitungstemperaturen von 250 bis 330°C.

[0178] Es wurde ein Master-Batch mit folgender Zusammensetzung hergestellt:

1. 80 Gew.-% Makrofon® 3108 550115 (Polycarbonat (PC) der Fa. Bayer MaterialScience AG)
2. 20 Gew.-% Kern-Schale-Teilchen mit einem Butadien/Styrol-Kern und einer Methylmethacrylat-Schale (Techpolymer® MBX 5 der Fa. Sekisui) mit einer Teilchengröße von 2 bis 15 µm und einer mittleren Teilchengröße von 8 µm.

[0179] Die verwendete Anlage für die Herstellung der Folien besteht aus

1. einem Hauptextruder mit einer Schnecke von 105 mm Durchmesser (D) und einer Länge von 41xD; die Schnecke weist eine Entgasungszone auf;
2. einem Dreiwalzen-Glättkalender mit horizontaler Walzenanordnung, wobei die dritte Walze um +/- 45° gegenüber der Horizontalen schwenkbar ist;
3. einer Rollenbahn;
4. einer Einrichtung zum beidseitigen Aufbringen von Schutzfolie;
5. einer Abzugseinrichtung;
6. Aufwickelstation.

[0180] Das Granulat des lichtstreuenden Materials wurde dem Fülltrichter des Hauptextruders zugeführt. Im Plastifiziersystem Zylinder/Schnecke des Extruders erfolgte das Aufschmelzen und Fördern des Materials. Die Materialschmelze wurde dem Glättkalender zugeführt, dessen Walzen die in der untenstehenden Tabelle genannte Temperatur aufwiesen. Auf dem Glättkalender (bestehend aus drei Walzen) erfolgte die endgültige Formgebung und Abkühlung der Folie. Zur einseitigen Strukturierung der Folienoberfläche wurde dabei eine Gummi-Walze eingesetzt. Die für die Strukturierung der Folienoberfläche verwendete Gummi-Walze ist in US-4 368 240 der Fa. Nauta Roll Corporation offenbart. Anschließend wurde die Folie durch einen Abzug transportiert. Danach kann eine Schutzfolie aus PE beidseitig aufgebracht werden und eine Aufwicklung der Folie erfolgen.

Tabelle:

Verfahrensparameter	
Temperatur des Hauptextruders	etwa 275°C
Temperatur des Umlenkkopfes	etwa 285°C
Temperatur der Düse	etwa 300°C
Drehzahl des Hauptextruders	45 min ⁻¹
Temperatur der Gummiwalze 1	24°C
Temperatur der Walze 2	72°C
Temperatur der Walze 3	131°C
Abzugsgeschwindigkeit	21,5 m/min

B) Beispiel:

[0181] Es wurde folgende Lichtstreuende Zusammensetzung dem Hauptextruder zugeführt:

1. 50,0 Gew.-% Makrolon® 3108 550115 (PC der Fa. Bayer MaterialScience AG)
2. 50,0 Gew.-% Masterbatch (wie oben unter A) beschrieben)

[0182] Hieraus wurde eine Extrusionsfolie einer Lichtstreuenden Schicht mit einer strukturierten Oberfläche und einer Gesamtdicke von 300 µm erhalten.

[0183] Die Streueigenschaften der Streufolie lassen sich zuverlässig und auf besonders einfache Weise mittels der Henyey-Greenstein-Phasenfunktion P

$$P(\cos\vartheta) = \frac{1 - g^2}{4\pi(1 + g^2 - 2g\cos\vartheta)^2}$$

beschreiben.

[0184] Hierbei ist ϑ der Zwischenwinkel zwischen einem auf die Streufolie einfallenden Strahl und diesem Strahl nach der Streuung. Für eine Transmissionsstreufolie ist ϑ zwischen der (gedachten) Fortsetzung des einfallenden Strahls auf der Austrittsseite und dem austretenden Strahl gebildet.

[0185] Der Streu-Anisotropiefaktor g (g-Faktor) beschreibt die Streueigenschaften der Streufolie. Dieser g-Faktor liegt zwischen -1 und 1, wobei ein Wert von -1 spiegelartiger Rückstreuung, ein Wert von 0 isotroper Streuung und ein Wert von 1 keiner Änderung im Strahlverlauf entspricht. g-Faktoren im Bereich größer 0 geben die Vorwärtsstreuung an. Der g-Faktor ist experimentell zugänglich.

[0186] Der Zusammenhang zwischen der Intensitätsverteilung I(Θ) vor der Streuung und der Intensitätsverteilung I'(Θ') nach der Streuung durch die Folie ist durch den Zusammenhang

$$I'(\Theta') = P(\cos\vartheta) \cdot I(\Theta)$$

gegeben. Θ und Θ' bezeichnen hierbei den Winkel der einfallenden Strahlung bzw. den Winkel der gestreuten Strahlung relativ zur jeweiligen Oberflächennormalen, wobei ϑ durch die Differenz dieser Winkel bestimmt ist.

[0187] Die geeignete Auswahl einer Streufolie, welche mit Streupartikeln versetzt ist und vorzugsweise eine Streustruktur an einer Folienoberfläche aufweist, kann einen erheblichen Einfluss auf den maximal zu erzielenden Zuwachs für die aus dem Bauelement ausgekoppelte Strahlungsleistung bezogen auf ein entsprechendes Bauelement ohne Streufolie haben.

[0188] Selbstverständlich beeinflussen auch bauelementinterne Parameter, wie die Absorption im Bauelement die Auskoppelleffizienz. Bauelementinterne Parameter können aber nach Fertigstellung des Bauelements nicht mehr ohne weiteres geändert werden. Im Gegensatz hierzu kann die Streufolie **8** jedoch nachträglich an dem Bauelement **1** befestigt werden. Der Herstellungsprozess für die Bauelemente kann bei einer nachträglich

vorgesehenen Streufolie mit Vorteil ohne veränderte Prozessparameter durchgeführt werden.

[0189] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Streufolie **8**, insbesondere bezüglich des Bauelements derart ausgebildet, dass der g-Faktor zwischen einschließlich 0,3 und einschließlich 0,9, besonders bevorzugt zwischen einschließlich 0,5 und 0,7, liegt.

[0190] In **Fig. 4** sind die Ergebnisse einer diesbezüglichen Simulationsrechnung grafisch dargestellt. Hierbei wurden verschiedene g-Faktoren für die Streufolie angenommen. Es wurde die Abhängigkeit des Zuwachses an ausgekoppelter Strahlungsleistung von dem Anteil an Streupartikeln eines vorgegebenen Typs in Gewichtsprozent für eine Streufolie einer vorgegebenen Dicke bestimmt. Für die verschiedenen g-Faktoren weist der Zuwachs jeweils ein ausgeprägtes Maximum auf. Zweckmäßigerweise wird die Streufolie für ein vorgegebenes Bauelement derart ausgebildet, dass der Zuwachs nahe an dem oder im Maximum liegt.

[0191] Es hat sich herausgestellt, dass sich mittels einer Streufolie mit einem g-Faktor zwischen einschließlich 0,3 und einschließlich 0,9 ein Zuwachs von mehr als 20 % erzielen lässt. Bevorzugt wird eine Folie mit einem g-Faktor zwischen einschließlich 0,5 und einschließlich 0,7 eingesetzt, da hier besonders hohe Zuwächse – über 30% und insbesondere bis über 40 % – zu erzielen sind.

[0192] **Fig. 5** zeigt Messergebnisse für die Abhängigkeit des Zuwachses an ausgekoppelter Strahlungsleistung von der Anzahl an Streupartikeln im Volumen pro Einheitsfläche in Aufsicht auf die Folie für Streupartikel eines vorgegebenen Typs und gegebenenfalls einer vorgegebenen Streustruktur der Folie. Für verschiedene Anteile an Streupartikeln in Gewichtsprozent (wt. %) kann die absolute Anzahl an Teilchen im Volumen pro Einheitsfläche in Aufsicht auf die Folie in einer Folie jeweils derart gewählt werden, dass der Zuwachs im Bereich des maximal erreichbaren Zuwachses liegt oder der Zuwachs gleich dem maximal erreichbaren Zuwachs ist. Über die Anzahl an Partikeln kann insbesondere die Häufigkeit von Streueignissen in der Folie variiert werden. Bei der Ermittlung der Abhängigkeit des Zuwachses von der Anzahl an Partikeln im Volumen pro Einheitsfläche in Aufsicht auf die Folie kann bei vorgegebener Partikelgröße(nverteilung) die Dicke der Streufolie variiert werden. Für die Streufolie wird die Teilchenanzahldichte in der Folie zweckmäßigerweise derart ausgebildet, dass der Zuwachs optimal ist.

[0193] **Fig. 6** zeigt die Abhängigkeit des Zuwachses an ausgekoppelter Strahlungsleistung vom Beobachtungswinkel für eine OLED, die mit einer 300 µm dicken Polymer-Streufolie als Auskoppelschicht versehen wurde.

[0194] Der Beobachtungswinkel wurde dabei relativ zur Oberflächennormalen der Auskoppelfläche der Streufolie gemessen. Als organisches strahlungsemitterendes Bauelement wurde ein weißes Licht emittierendes Bauelement eingesetzt. Der Zuwachs liegt im vermessenen Winkelbereich stets über zwanzig Prozent und weist ein Maximum bei ungefähr 43 Prozent auf. Der durchschnittliche Zuwachs beträgt ungefähr 35 Prozent.

[0195] Trotz der erhöhten Auskopplung weist das Bauelement mit der Streufolie eine gegenüber einem entsprechenden Bauelement ohne Streufolie eine im Wesentlichen unveränderte Abstrahlcharakteristik auf. Bei beiden Bauelementen – mit und ohne Folie – entspricht die Abstrahlcharakteristik zumindest im Bereich zwischen 0° und 70° im wesentlichen der eines Lambertschen Strahlers und verläuft somit kosinusartig (vergleiche **Fig. 7**).

[0196] Neben der erhöhten Auskopplung und der auskoppelseitig homogenen spezifischen Lichtausstrahlung liegt ein weiterer Vorteil der Streufolie darin, dass Schwankungen im Farbort über die Auskoppelseite des Bauelements kompensiert werden können. Der Farbort kann sich insbesondere mit dem Blickwinkel ändern. Derartige Farbortschwankungen sind bei vielen OLED intrinsisch vorhanden. Farbortschwankungen, das heißt Schwankungen in der x- und/oder y-Koordinate gemäß der CIE (Commission Internationale l'Eclairage), können mittels der Streufolie reduziert werden (vergleiche **Fig. 8**).

[0197] Ferner können kleine Defektbereiche, d.h. Dunkelbereiche, in denen ein erheblich reduzierter Lichtstrom aus dem Bauelement auskoppelt, mittels der diffusiven Streufolie "vertuscht" werden.

[0198] In den **Fig. 9A** und **Fig. 9B** sind für OLEDs mit verschiedenen strahlungserzeugenden Polymeren die mittels der Streufolie bei verschiedenen Betriebsströmen I erzielten Zuwächse für zwei Bauelemente unterschiedlichen Typs dargestellt. Es wurden jeweils OLEDs mit sichtbares Licht emittierenden Polymeren eingesetzt. In **Fig. 9A** wurde ein im gelben Spektralbereich emittierendes Material und in **Fig. 9B** wurde ein weißes Licht emittierendes Material untersucht.

[0199] Bei der Weißlichtquelle wurden besonders hohe Zuwächse erzielt, was für Beleuchtungsanwendungen mit Weißlicht von besonderem Vorteil ist.

[0200] Bei den verschiedenen Betriebsströmen wurde die spezifische Lichtausstrahlung in $1\text{m}/(\text{m}^2)$ jeweils mit und ohne Streufolie für ansonsten identische Bauelemente gemessen (Spalten: Max., Min. und Mitte). Unter den jeweiligen Messwerten ist der jeweilige Zuwachs gegenüber dem Vergleichsbaulement in Prozent angegeben. In den einzelnen Spalten sind die maximale (Max.) und minimale (Min.) spezifische Lichtausstrahlung und die spezifische Lichtausstrahlung im Zentralbereich der Auskoppelfläche (Mitte) sowie die mittlere spezifische Lichtausstrahlung beziehungsweise der entsprechende Zuwachs angegeben.

[0201] Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Patentansprüche

1. Organisches strahlungsemitterendes Bauelement (1) mit einer zur Strahlungserzeugung ausgebildeten organischen Schicht (2) und einer Strahlungsauskopplenseite (7, 10), wobei auf der Strahlungsauskopplenseite des Bauelements eine Streufolie (8) angeordnet und mit dem Bauelement verbunden ist.

2. Bauelement nach Anspruch 1, das ein Substrat (4) umfasst, auf dem die organische Schicht (2) angeordnet ist, wobei die Streufolie (8) auf der von der organischen Schicht abgewandten Seite des Substrats angeordnet und mit dem Substrat verbunden ist.

3. Bauelement nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Streufolie (8) als Transmissionsstreufolie ausgebildet ist, die im Betrieb des Bauelements (1) durch die Streufolie hindurch tretende Strahlung streut.

4. Bauelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Streufolie (8) eine mit Streupartikeln (81) versetzte Folienmatrix (82) umfasst.

5. Bauelement nach Anspruch 4, bei dem Streupartikel (81) strahlungsdurchlässig ausgebildet sind.

6. Bauelement nach Anspruch 4 oder 5, bei dem die Streupartikel (81) organische Partikel umfassen.

7. Bauelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 4 bis 6, bei dem die Streupartikel (81) Hohlpartikel (12, 13) umfassen.

8. Bauelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 4 bis 6, bei dem die Streupartikel (81) Partikel mit einem Kern-Schale Aufbau (12, 13) umfassen.

9. Bauelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 4 bis 8, bei dem die Streupartikel (81) einen mittleren Partikeldurchmesser zwischen einschließlich 0,5 Mikrometer und einschließlich 50 Mikrometer, bevorzugt zwischen einschließlich 2 Mikrometer und einschließlich 30 Mikrometer, aufweisen.

10. Bauelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem in einer Oberfläche (10) der Streufolie (8) eine Streustruktur ausgebildet ist.

11. Bauelement nach Anspruch 10 unter direktem oder indirektem Rückbezug auf Anspruch 4, bei dem die Streustruktur zusätzlich zu den Streupartikeln vorgesehen ist.

12. Bauelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Streufolie (8) bzw. die Folienmatrix (82) einen für die im Bauelement (1) erzeugte Strahlung durchlässigen Kunststoff enthält.

13. Bauelement nach Anspruch 12, bei dem der Kunststoff ein Polycarbonat ist.

14. Bauelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Streufolie (8) bzw. die Folienmatrix (82) an das Bauelement brechungsindexangepasst ist.

15. Bauelement nach den Ansprüchen 13 und 14, bei dem das Substrat Glas enthält.

16. Bauelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Streufolie (8) an dem Bauelement (1) mittels eines Haftvermittlers (9) befestigt ist oder bei dem die Streufolie auf das Bauelement auflaminiert ist.
17. Bauelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Substrat (4) aus einem splitterfähigen Material gebildet ist, und die Streufolie (8) derart mechanisch stabil ausgebildet und mit dem Substrat verbunden ist, dass ein gesplittertes Substrat mittels der Streufolie zusammengehalten wird.
18. Bauelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Streufolie (8) eine Dicke zwischen einschließlich 1 μm und einschließlich 1 mm, bevorzugt zwischen einschließlich 25 μm und einschließlich 500 μm aufweist.
19. Bauelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem ein ultraviolette Strahlung absorbierendes Element mit dem Bauelement (1) verbunden ist.
20. Bauelement nach Anspruch 19, bei dem das ultraviolette Strahlung absorbierende Element auf der von der organischen Schicht (2) abgewandten Seite des Substrats (4) angeordnet ist.
21. Bauelement nach Anspruch 19 oder 20, bei dem das Element eine separate UV-Schutz-Folie ist.
22. Bauelement nach Anspruch 19 oder 20, bei dem die Streufolie UV-absorbierend ausgebildet ist.
23. Bauelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Streufolie antistatisch ausgebildet ist.
24. Bauelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, das als organische lichtemittierende Diode ausgebildet ist.
25. Bauelement nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, das zur Beleuchtung, insbesondere zur Allgemeinbeleuchtung vorgesehen ist.
26. Verwendung einer Folie für eine Auskoppelschicht für ein organisches strahlungsemitterendes Bauelement.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

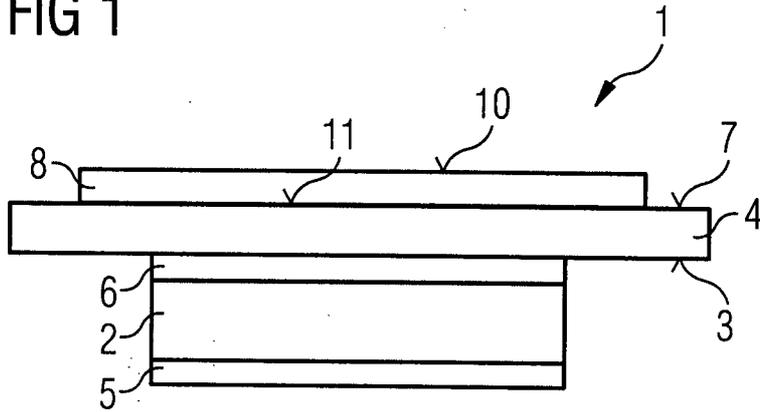


FIG 2

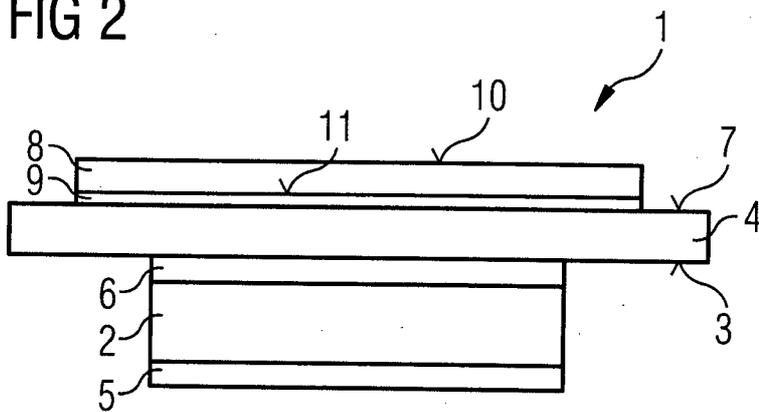


FIG 3A

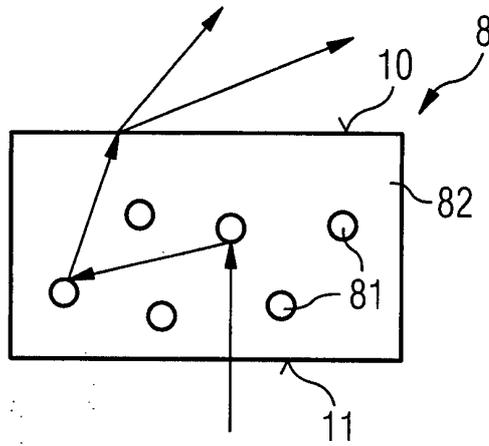


FIG 3B

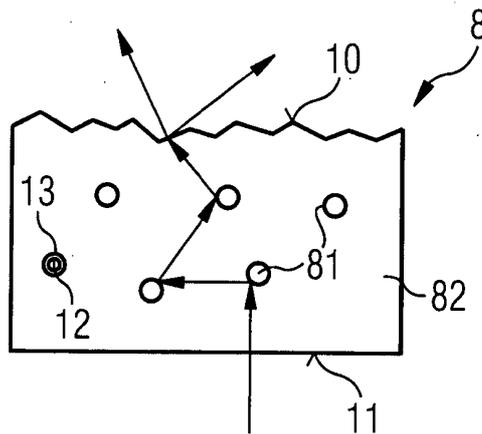


FIG 3C

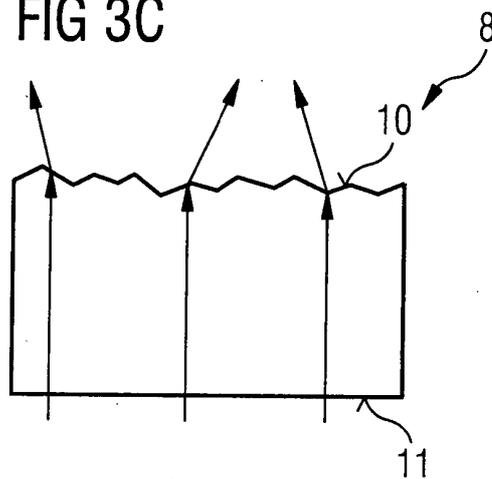


FIG 4

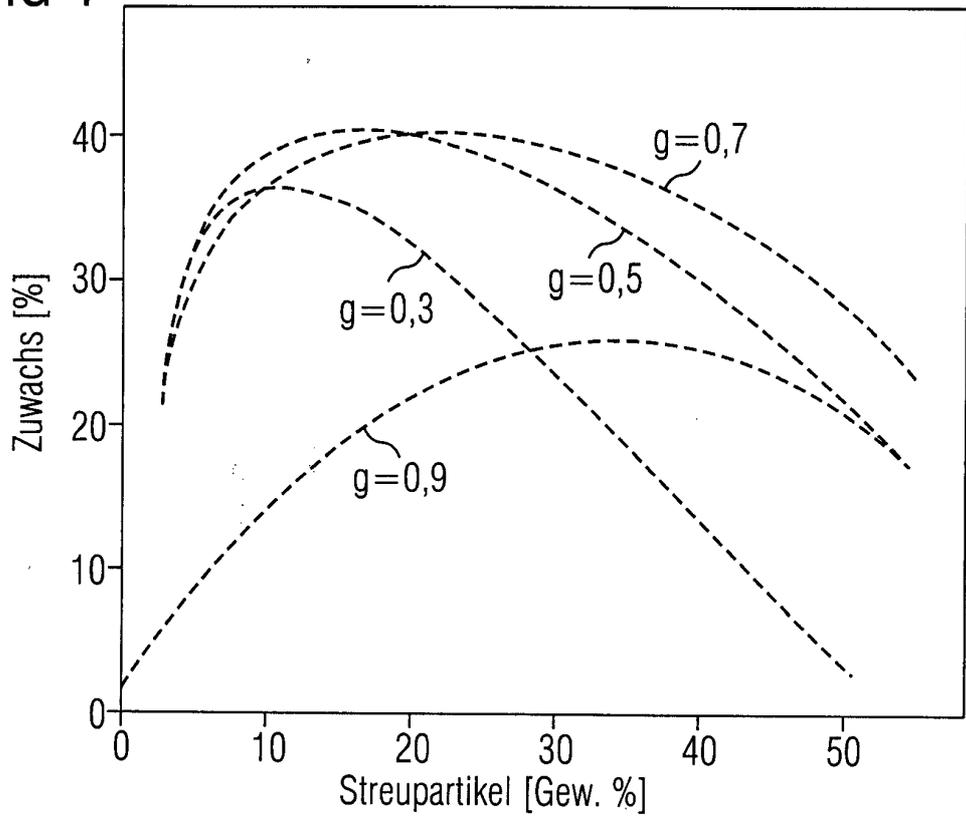


FIG 5

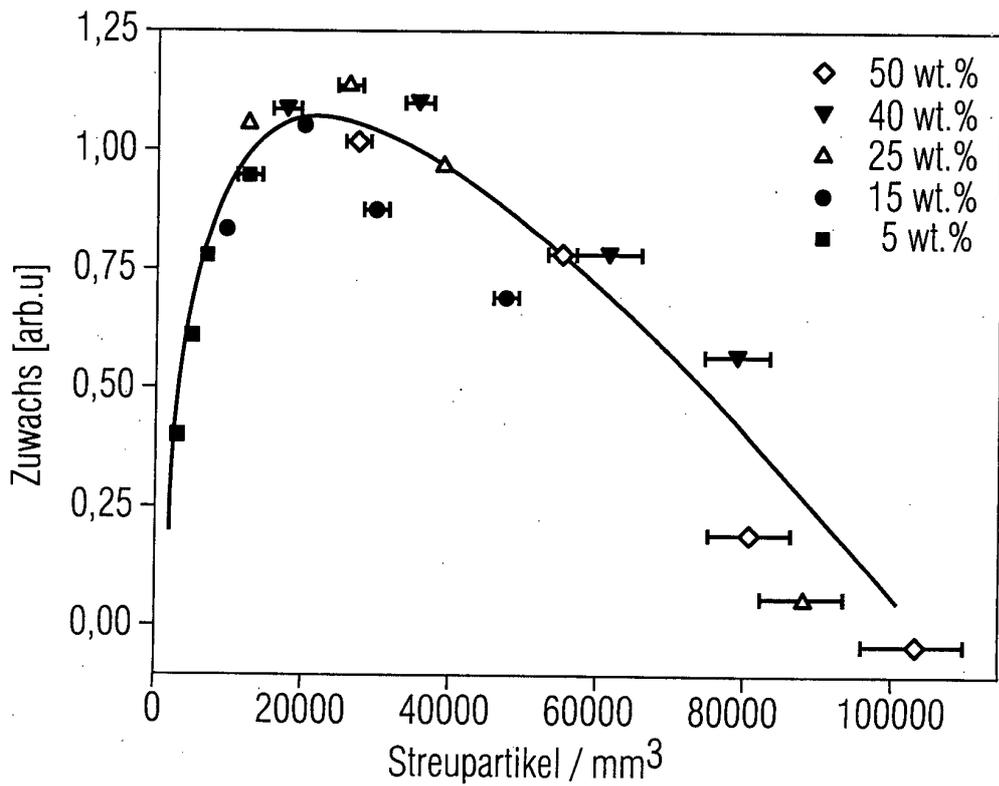


FIG 6

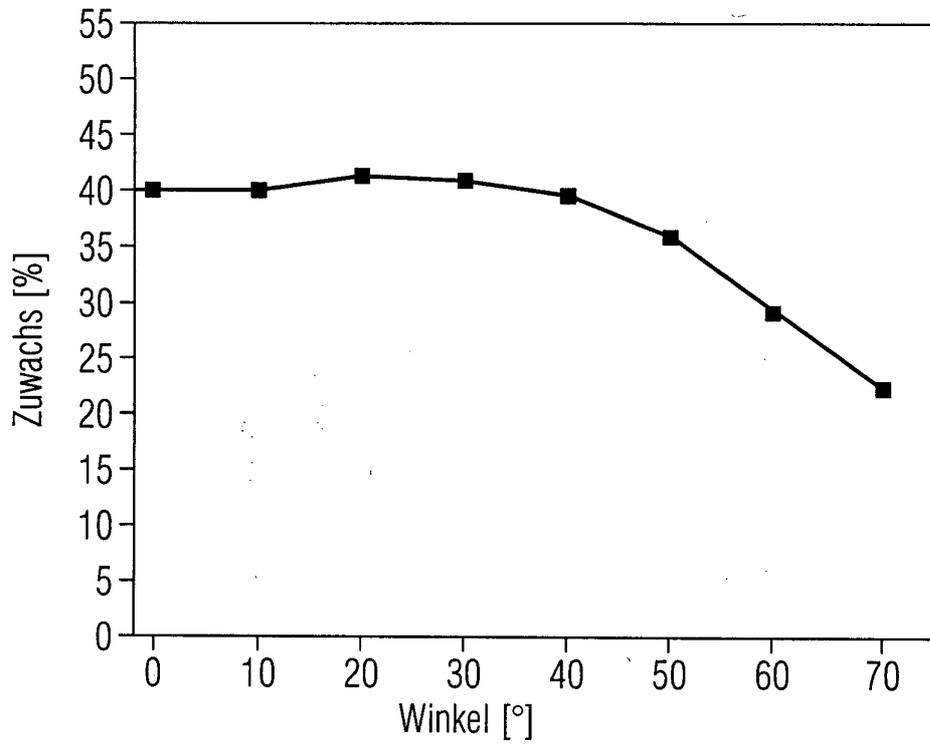


FIG 7

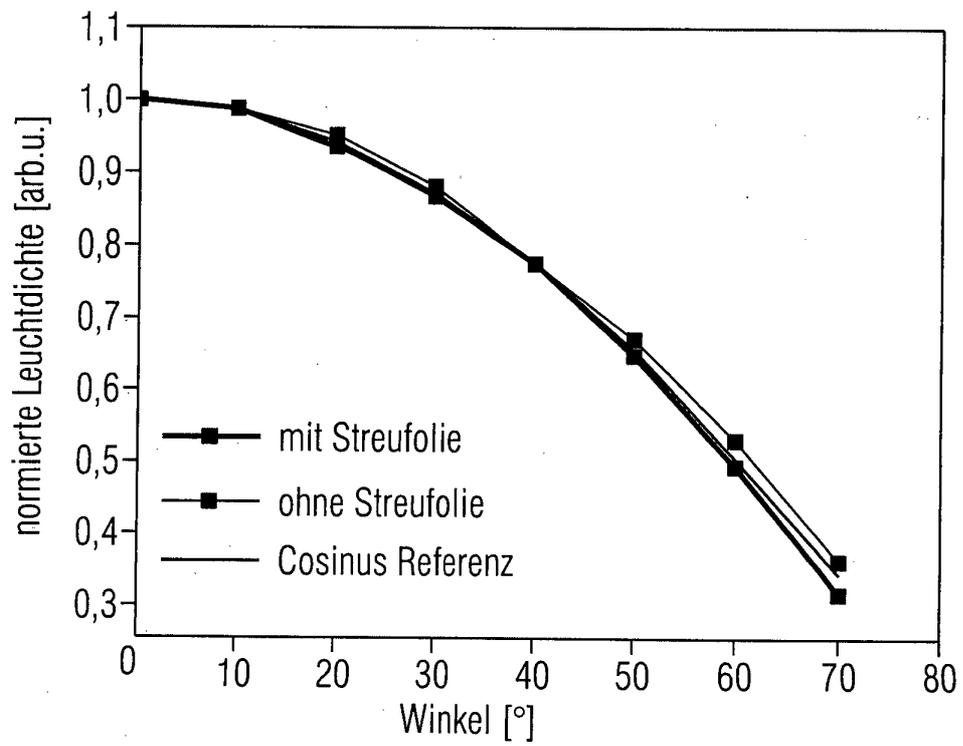


FIG 8

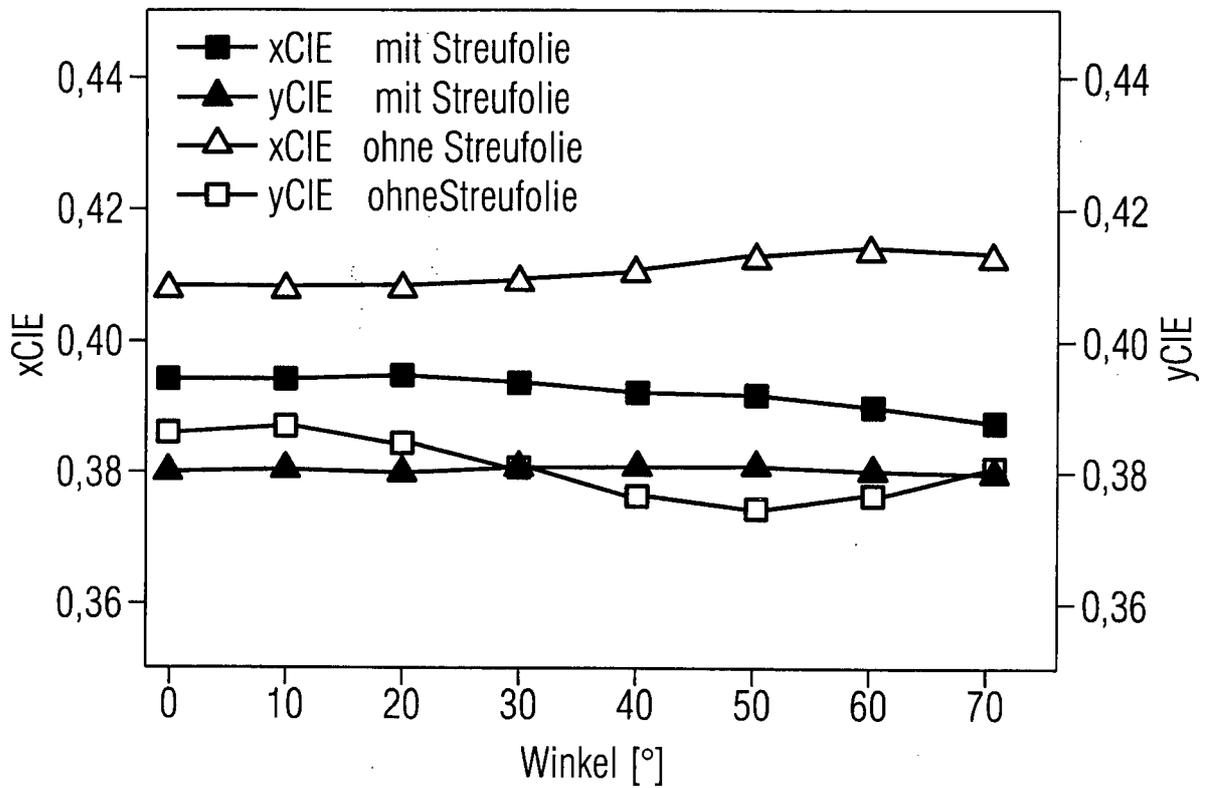


FIG 9A

	I [mA]	Mittelwert	Max.	Min.	Mitte
Mit Folie	10	6,61	8,31	3,62	6,66
Ohne Folie	10	5,57	7,14	3,09	5,43
Zuwachs [%]	10	18,7	16,3	17,3	22,6
Mit Folie	100	218,90	286,50	125,00	207,70
Ohne Folie	100	178,70	264,00	79,20	163,70
Zuwachs [%]	100	22,5	8,5	57,8	26,9
Mit Folie	200	559,20	717,50	351,00	514,60
Ohne Folie	200	455,90	689,90	282,00	406,80
Zuwachs [%]	200	22,7	4,0	24,5	26,5
Zuwachs im Mittel [%]		21,3	9,6	33,2	25,3

FIG 9B

	I [mA]	Mittelwert	Max.	Min.	Mitte
Mit Folie	10	28,40	32,40	19,85	29,40
Ohne Folie	10	20,77	25,64	8,48	20,85
Zuwachs [%]	10	36,7	26,4	134,1	41,0
Mit Folie	100	450,40	514,10	326,10	449,30
Ohne Folie	100	345,00	515,00	146,50	334,90
Zuwachs [%]	100	30,6	-0,2	122,6	34,2
Mit Folie	200	948,90	1129,00	676,90	927,00
Ohne Folie	200	721,80	932,60	307,10	686,40
Zuwachs [%]	200	31,5	21,1	120,4	35,1
Zuwachs im Mittel [%]		32,9	15,7	125,7	39,7