



(11) **EP 1 993 326 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.11.2008 Patentblatt 2008/47

(51) Int Cl.:
H05B 33/22 (2006.01) **H05B 33/26** (2006.01)
H05B 33/28 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07108451.1**

(22) Anmeldetag: **18.05.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

(71) Anmelder: **LYTTRON Technology GmbH**
51021 Köln (DE)

(72) Erfinder:
• **Werners. Thilo-J**
51375 Leverkusen (DE)
• **Heite Dr. Michael**
57462 Olpe (DE)

(74) Vertreter: **Gille Hrabal Struck Neidlein Prop Roos**
Patentanwälte
Brucknerstrasse 20
40593 Düsseldorf (DE)

(54) **Teilchen mit Nanostrukturen enthaltendes Elektrolumineszenzelement**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Teilchen mit Nanostrukturen enthaltendes Elektrolumineszenz-Element, ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Elektrolumineszenz-Elements und die Verwendung eines erfindungsgemäßen Elektrolumineszenz-Elements als Dekorelement und/oder Leuchtele-

ment in Innenräumen oder zur Außenanwendung, bevorzugt an Außenfassaden von Gebäuden, in oder an Einrichtungsgegenständen, in oder an Land-, Luft- oder Wasserfahrzeugen oder in der Werbebranche.

EP 1 993 326 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Teilchen mit Nanostrukturen enthaltendes Elektrolumineszenz-Element, ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Elektrolumineszenz-Elements und die Verwendung eines erfindungsgemäßen Elektrolumineszenz-Elements als Dekorelement und/oder Leuchtelement in Innenräumen oder zur Außenanwendung, bevorzugt an Außenfassaden von Gebäuden, in oder an Einrichtungsgegenständen, in oder an Land-, Luft- oder Wasserfahrzeugen oder in der Werbebranche,

[0002] Unter Elektrolumineszenz (im folgenden durch EL abgekürzt) versteht man die direkte Lumineszenzanregung von Leuchtpigmenten bzw. Luminophoren durch ein elektrisches Wechselfeld.

[0003] Die Elektrolumineszenztechnologie hat in jüngster Zeit zunehmend an Bedeutung gewonnen. Sie ermöglicht die Realisierung beinahe beliebig großer, blend- und schattenfreier, homogener Leuchtf Flächen. Dabei sind Leistungsaufnahme und Bautiefe (in der Größenordnung eines Millimeters und darunter) äußerst gering. Zu den typische Anwendung gehört neben der Hintergrundbeleuchtung von Flüssigkristalldisplays die Hinterleuchtung von transparenten Filmen, welche mit Beschriftungen und/oder Bildmotiven versehen sind. Somit sind transparente Elektrolumineszenz-Anordnungen, z.B. Elektrolumineszenz-Leuchtplatten auf der Basis von Glas oder transparentem Kunststoff, die z.B. als Informationsträger, Werbetransparente oder zu dekorativen Zwecken dienen können, aus dem Stand der Technik bekannt.

[0004] EL-Elemente werden häufig durch Siebdrucken erzeugt. Hierzu kann man ein Substrat zuerst mit einer transparenten Elektrode beschichten (vorzugsweise durch Sputtern), auf die eine Leuchtfunktionsschicht (EL-Schicht) aufgetragen wird. Zwischen der ersten, transparenten Elektrode und der EL-Schicht kann eine dielektrische Schicht vorgesehen sein. Hierauf folgt eine dielektrische Schicht, z.B. aus Bariumtitanat, das eine sehr hohe Dielektrizitätskonstante hat, und dann eine zweite Elektrode, die nicht transparent sein muss. Sie besteht aus einem elektrisch gut leitenden Metall, wie beispielsweise Silber.

[0005] EP-A2-1 434 470 beschreibt ein Dünnschicht-Elektrolumineszenz-Element, welches ein Substrat und auf dem Substrat aufgebracht und in dieser Reihenfolge eine ITO-Elektrode, eine erste Dielektrizitätsschicht, eine Elektrolumineszenz-Schicht, eine zweite Dielektrizitätsschicht und eine Rückelektrode aufweist. Diese Elektrolumineszenz-Anordnung, welche durch Chemical-Vapor-Deposition gebildet wird, weist eine vollständig ausgebildete, d.h. geschlossene anorganische Elektrolumineszenz-Schicht auf. In diesem Dünnschicht-Elektrolumineszenz-Element wird eine separate Schicht, welche Kohlenstoff-Nanoröhren (CNT) enthält, als das Feld verstärkende Schicht verwendet.

[0006] Weitgehend durchgesetzt haben sich auch

Elektrolumineszenz-Elemente (kurz: EL-Elemente) auf Basis der sogenannten Dickschichttechnologie mit anorganischen Leuchtpigmenten bzw. Luminophoren und Wechselspannungsanregung. Gegenüber den beispielsweise in der EP-A2-1 434 470 zitierten Dünnschicht-EL-Elementen sind Dickschicht-EL-Elemente weniger aufwendig und somit kostengünstiger in der Herstellung,

[0007] Die Leuchtpigmente bzw. Luminophore, welche in diesen EL-Elementen verwendet werden, sind in ein transparentes, organisches oder keramisches Bindemittel eingebettet. Ausgangsstoffe sind meist Zinksulfide, welche in Abhängigkeit von Dotierung bzw. Co-Dotierung und Präparationsvorgang unterschiedliche, relativ schmalbandige Emissionsspektren erzeugen. Der Grund für die Verwendung von Zinksulfiden in den EL-Schichten liegt auf der einen Seite in der relativ großen Emissionshelligkeit der zur Verfügung stehenden zinksulfidischen EL-Pigmenten. Der Schwerpunkt des Spektrums bestimmt dabei die jeweilige Farbe des emittierten Lichtes. Die Emissionsfarbe eines EL-Elements kann durch eine Vielzahl möglicher Maßnahmen an den gewünschten Farbeindruck angepasst werden. Hierzu gehören die Dotierung und Co-Dotierung der Leuchtpigmente, die Mischung von zwei oder mehreren EL-Pigmenten, der Zusatz von einem oder mehreren organischen und/oder anorganischen farbkonvertierenden und/oder forbfilternden Pigmenten, die Beschichtung des EL-Pigments mit organischen und/oder anorganischen farbkonvertierenden und/oder forbfilternden Substanzen, die Beimengung von Farbstoffen in die Polymermatrix, in welcher die Leuchtpigmente dispergiert sind, sowie der Einbau einer farbkonvertierenden und/oder forbfilternden Schicht bzw. Folie in den Aufbau des EL-Elements.

[0008] Das anregende Wechselspannungsfeld besitzt in der Regel eine Frequenz von einigen hundert Hertz, wobei der Effektivwert der Betriebsspannung häufig in einem Bereich von etwa 50 bis 150 Volt liegt. Durch Erhöhung der Spannung lässt sich in aller Regel eine höhere Leuchtdichte erzielen, welche üblicherweise in einem Bereich von ungefähr 50 bis etwa 200 Candela pro Quadratmeter liegt. Eine Frequenzerhöhung bewirkt in der Regel eine Farbverschiebung hin zu niedrigeren Wellenlängen. Beide Parameter müssen jedoch aufeinander abgestimmt werden, um einen gewünschten Leuchteindruck zu erzielen,

[0009] Die aus dem Stand der Technik bekannten EL-Elemente auf Basis der Dickschichttechnologie (im folgenden auch als Dickfilm-Elektrolumineszenz-Elemente oder Dickfilm-EL-Element bezeichnet) verwenden üblicherweise zinksulfidische EL-Pigmente und werden gemäß dem Stand der Technik dadurch hergestellt, dass die in den EL-Leuchtstrukturen vorliegenden Elektroden auf die EL-Schicht oder entsprechende dielektrische Schichten mittels Siebdruck oder sonstiger Drucktechniken oder mittels PVD Verfahren aufgebracht werden. Aufgrund der unterschiedlichen Größe von Zinksulfidteilchen mit einem d_{50} -Wert von im Allgemeinen 20 bis 30

μm und einer entsprechenden Pigmentgrößenverteilung und somit einer relativ dicken EL-Schicht im Bereich von 20 bis 50 μm , weisen die EL-Schichten Unebenheiten z, B, aufgrund verschieden großer EL-Pigmente, agglomerierter EL-Pigmente und/oder einer Übereinanderanordnung von zwei oder mehr EL-Pigmenten auf. Aufgrund dieser relativ unebenen EL-Schicht ist eine gute dielektrische Schicht (Isolationsschicht) erforderlich. Diese Isolationsschichten werden im Allgemeinen durch Siebdruckverfahren erzeugt, wobei die den Siebdruck ausbildende Paste mit einem Rakel durch ein Sieb auf die zu beschichtende Oberfläche aufgetragen wird. Diese Vorgehensweise kann zu einem Einschluss von Luftblasen (so genannte "Microbubbles") führen, welche sich dann in der durch Siebdruck gebildeten Isolationsschicht des Elektrolumineszenz-Elements befinden und gegebenenfalls zu einer deutlichen Abnahme der Dielektrizitätskonstante führen. Hierdurch verringern sich die Isolationswirkungen der entsprechenden Schichten erheblich. Bei Verwendung von Siebdruckschichten werden diese daher oft doppelt ausgeführt, da diese speziell im Siebdruckverfahren kleinste Luftbeziehungsweise Gasbläschen, sogenannte "Microbubbles", nicht immer vermieden werden können und die notwendige Wechselspannung von üblicherweise 100 bis 200 Volt bei Frequenzen von der Netzfrequenz von 50 Hz bis 800 Hz und weit darüber eine hohe Anforderung an die Durchschlagsfestigkeit bedeutet. Damit weisen die aus dem Stand der Technik bekannten Dickfilm-EL-Elemente den Nachteil von nicht optimal ausgebildeten dielektrischen Schichten auf. Insbesondere ist die Schichtdicke der Isolationsschichten zu dünnen Schichten hin stark begrenzt.

[0010] Darüber hinaus besteht der Nachteil, dass die aus dem Stand der Technik bekannten Elektrolumineszenz-Elemente nur schlecht dreidimensional verformbar sind, da die Elektrodenmaterialien leicht reißen. Dieses kann in Einzelfällen zu einer deutlichen Verschlechterung der Flächenleitfähigkeit führen.

[0011] Ein weiterer, nicht zu vernachlässigender Nachteil bei den Elektrolumineszenz-Elementen des Standes der Technik ist, dass im Allgemeinen recht hohe Anregungsspannungen erforderlich sind, um eine gewisse Emissionshelligkeit zu erreichen und dass im Allgemeinen die Abnahme der Initialhelligkeit von EL-Elementen bis zum halben Wert, der sogenannten Halbwertszeit, mit einigen 100 Stunden bis zu etwa 2,500 Stunden zu schnell vor sich geht und derart EL-Elemente nach dem Stand der Technik für hochwertige Leuchtanforderungen mit über 2.000 Stunden mit einer stabilen Emissionshelligkeit und einer stabilen Emissionsfarbe bei üblichen Umweltbedingungen, insbesondere bei hoher Luftfeuchtigkeit und hoher Umgebungstemperatur bis zu 80°C, nicht ausreichend stabil sind.

[0012] Damit ergibt sich als Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element auf der Basis von Zinksulfid, welches die zuvor genannten Nachteile vorzugsweise nicht aufweist, bereitzustellen,

[0013] Insbesondere soll das Dickfilm-Elektrolumines-

zenz-Element dreidimensional verformbar sein, ohne dass es zu einer Rissbildung in den Elektroden kommt. Darüber hinaus soll das Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element vorzugsweise eine Isolationsschicht mit hoher Dielektrizitätskonstante aufweisen, so dass die Isolationsschicht insgesamt relativ dick ausgebildet sein kann. Ferner soll das EL-Element vorzugsweise moderate Anregungsspannungen erfordern, um eine gewisse Emissionshelligkeit zu erreichen,

[0014] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element auf der Basis von Zinksulfid, welches eine erste transparente Elektrode (1), zumindest eine Elektrolumineszenz-Schicht, zumindest eine erste Dielektrizitätsschicht und zumindest eine zweite Rückelektrode umfasst.

[0015] Das erfindungsgemäße Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element auf der Basis von Zinksulfid ist dadurch gekennzeichnet, dass es Teilchen mit Nanostrukturen umfasst,

[0016] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden unter dem Begriff der "Teilchen mit Nanostrukturen" nanoskalige Materialstrukturen verstanden, welche ausgewählt sind aus der Gruppe, bestehend aus Single-Wall-Carbon-Nano-Tubes (SWCNTs), Multi-Wall-Carbon-Nano-Tubes (MWCNTs), Nanohorns, Nanodisks, Nanocones (d.h. kegelmantelförmige Strukturen), metallischen Nanowires und Kombinationen der zuvor genannten Teilchen, Entsprechende Teilchen mit Nanostrukturen auf der Basis von Kohlenstoff können beispielsweise aus Kohlenstoffnanoröhrchen (einschalige und mehrschalige), Kohlenstoffnanofasern (fischgräten-, blättchen-, schraubenartige) und dergleichen bestehen, Kohlenstoffnanoröhrchen werden international auch als Carbon Nanotubes, (single-walled und multi-walled), Kohlenstoffnanofasern als Carbon Nanofibers (herringbone, platelet-, screw-Typ) bezeichnet,

[0017] Hinsichtlich metallischer Nanowires wird auf die WO 2007/022226 A2 verwiesen, deren Offenbarung hinsichtlich der dort offenbarten Nanowires durch Bezugnahme in die vorliegende Erfindung eingeschlossen ist, Die in der WO 2007/022226 A2 beschriebenen elektrisch gut leitenden und weitgehend transparenten Silber-Nanowires sind für die vorliegende Erfindung insbesondere geeignet,

[0018] Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, dass die Teilchen mit Nanostrukturen in dem erfindungsgemäßen Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element verwendet werden, wobei durch die gezielte Verwendung der Teilchen mit Nanostrukturen in bestimmten Schichten des EL-Elements die zuvor genannten Aufgaben auf überraschende Weise gelöst werden können.

[0019] In einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die Teilchen mit Nanostrukturen in einer Dielektrizitätsschicht des erfindungsgemäßen Dickfilm-Elektrolumineszenz-Elements verwendet. Diese Isolationsschichten werden im Allgemeinen durch Siebdruckverfahren erzeugt, wobei die den Siebdruck ausbildende Paste mit einem Rakel durch ein Sieb auf

die zu beschichtende Oberfläche aufgetragen wird, Durch die Verwendung entsprechend geringer Mengen an Teilchen mit Nanostrukturen in der Dielektrizitätsschicht wird erreicht, dass der Perkulationsschwellwert (=percolation) der Teilchen, also die elektrische Leitfähigkeit aufgrund direkter elektrischer Kontakte der einzelnen beigemengten Teilchen, nicht erreicht wird, und es derart zu keiner ohmschen Leitfähigkeit kommt. Damit wird die Dielektrizitätskonstante der Dielektrizitätsschicht hoch gehalten und die Isolationswirkung ist ausgeprägt. Darüber hinaus ist es möglich, die entsprechenden dielektrischen Schichten dicker auszubilden als es ohne den Zusatz von Teilchen mit Nanostrukturen möglich wäre, Sollten in dem erfindungsgemäßen EL-Element mehr als eine Dielektrizitätsschicht verwendet werden, können die Teilchen mit Nanostrukturen nur in einer der Dielektrizitätsschichten oder aber in allen, beispielsweise in zwei Dielektrizitätsschichten enthalten sein.

[0020] In einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die erfindungsgemäß verwendeten Teilchen mit Nanostrukturen in mindestens einer der Elektrodensichten, also in der transparenten Elektrode oder der Rückelektrode oder aber in beiden Elektroden enthalten, Hierdurch wird erreicht, dass die resultierenden EL-Elemente eine deutlich verbesserte Verformbarkeit aufweisen, Aufgrund des ausgeprägten Aspekt-Verhältnisses der Teilchen mit Nanostrukturen wird die Perkolation auch in der EL-Schicht erhöht, was dazu führt, dass bei einem Verformen der EL-Schichten die Leitfähigkeit der einzelnen Elektroden erhalten bleibt, Insgesamt kommt es zu einer Verbesserung der elektrischen Flächenleitfähigkeit der Elektroden,

[0021] In einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die erfindungsgemäß zu verwenden Teilchen mit Nanostrukturen in der EL-Schicht enthalten. Hierdurch wird eine örtliche elektrische Felderhöhung in der EL-Schicht erreicht und derart lokal die Anregungsfeldstärke an den EL-Pigmenten der EL-Schicht erhöht. Als Folge hiervon ist eine Reduktion der Anregungsspannung bei gleicher Emissionshelligkeit möglich,

[0022] In einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die Teilchen mit Nanostrukturen in mindestens einer separaten Schicht verwendet, welche insbesondere zwischen der Dielektrizitätsschicht und der EL-Schicht, zwischen beiden Dielektrizitätsschichten (falls zwei Dielektrizitätsschichten verwendet werden) und/oder zwischen der transparenten Vorderseitenelektrode und der EL-Schicht angeordnet ist. Die in dieser Ausführungsform vorgesehene separate Schicht, enthaltend Teilchen mit Nanostrukturen, wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch als "floatende Elektrodenschicht" bezeichnet. Im Umfang dieser vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es auch möglich, dass mehrere floatende Elektrodensichten, enthaltend Teilchen mit Nanostrukturen, an unterschiedlichen Positionen in dem EL-Element vorhanden sind. Die floatende Elektrode ist eine leitfähige Schicht bzw,

eine Schicht mit hohem ϵ , die an kein Potential ohmsch angeschlossen ist, Aufgrund der Verwendung entsprechender floatender Elektrodensichten wird eine gleichmäßigere EL-Emission bewirkt, d.h. der gesamte Wirkungsgrad des EL-Systems wird erhöht, Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit einer Reduktion der Spannung bei gleicher Emissionshelligkeit oder aber eine Steigerung der Emissionshelligkeit bei gleicher Versorgungsspannung.

[0023] In einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können die Teilchen mit Nanostrukturen kombiniert in den unterschiedlichen Schichten des EL-Elementes enthalten sein, insbesondere können Teilchen mit Nanostrukturen gleichzeitig

- (1) in einer Elektrodenschicht und einer dielektrischen Schicht;
- (2) in einer Elektrodenschicht und einer EL-Schicht;
- (3) in einer Elektrodenschicht und einer floatenden Elektrodenschicht;
- (4) in einer dielektrischen Schicht und einer EL-Schicht;
- (5) in einer dielektrischen Schicht und einer floatenden Elektrodenschicht;
- (6) in einer EL-Schicht und einer floatenden Elektrodenschicht;
- (7) in einer Elektrodenschicht, einer dielektrischen Schicht und einer EL-Schicht;
- (8) in einer Elektrodenschicht, einer dielektrischen Schicht und einer floatenden Elektrodenschicht;
- (9) in einer dielektrischen Schicht, einer EL-Schicht und einer floatenden Elektrodenschicht; und
- (10) in einer Elektrodenschicht, einer dielektrischen Schicht, einer EL-Schicht und einer floatenden Elektrodenschicht, wobei

[0024] unter dem Begriff in einer Schicht erfindungsgemäß auch verstanden wird, dass die Teilchen mit Nanostrukturen auch in zwei oder mehreren dieser Schichten enthalten sein können, wenn das erfindungsgemäße EL-Element mehrere dieser Schichten umfasst,

[0025] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung können die Teilchen mit Nanostrukturen in den jeweiligen Schichten des EL-Elements homogen dispergiert oder willkürlich orientiert oder gerichtet sein.

[0026] Darüber hinaus können in Kombination zu den Teilchen mit Nanostrukturen in den jeweiligen Schichten des Dickfilm-Elektrolumineszenz-Elements sphärische Teilchen, beispielsweise auch sphärische Teilchen mit Nanostrukturen wie zum Beispiel Fullereene, oder ITO (Indium-Tin-Oxide)-Teilchen und/oder Agglomerate beziehungsweise Aggregate derartiger sphärischer Nanoteilchen mit Abmessungen im Submikrometerbereich verwendet werden. Die sphärischen Teilchen weisen dabei einen Durchmesser von im Allgemeinen 1 bis 50 nm, vorzugsweise 2 bis 30 nm, insbesondere 3 bis 15 nm, auf. Die sphärischen Teilchen weisen unabhängig vom Durchmesser vorzugsweise eine Länge von im Allgemei-

nen 0,01 bis 100 nm, vorzugsweise 0,5 bis 50 nm, insbesondere 0,1 bis 10 nm, auf. Bei den sphärischen Teilchen handelt es sich bevorzugt um ITO (Indium-Tin-Oxid)-Teilchen oder im Allgemeinen um elektrisch leitfähige metallische oder metalloxidische oder ferroelektrische (Perovskite)-Teilchen,

[0027] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden als Teilchen mit Nanostrukturen sogenannte Single-Wall-Carbon-Nano-Tubes (SWCNTs) oder Multi-Wall-Carbon-Nano-Tubes (MWCNTs) verwendet. SWCNTs weisen dabei den Vorteil auf, dass sie - beispielsweise im Vergleich zu MWCNTs oder anderen Teilchen mit Nanostrukturen - eher transparent sind. Nachteilig an den SWCNTs ist jedoch, dass diese Teilchen relativ teuer sind. Die Verwendung von SWCNTs insbesondere auch in Alleinstellung, d.h., ohne die zeitgleiche Verwendung von MWCNTs, ist besonders dann bevorzugt, wenn die entsprechenden Teilchen mit Nanostrukturen in der transparenten Elektrode der Vorderseite oder aber in Floating-Elektroden-schichten verwendet werden, welche an die transparente Elektrode der Vorderseite angrenzen, da die SWCNT - im Vergleich zu MWCNT oder den übrigen Teilchen mit Nanostrukturen - eine höhere Transparenz aufweisen, so dass die EL-Emission des resultierenden EL-Elements nicht reduziert wird.

[0028] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden unter dem Ausdruck "Single-Walled-Carbon-Nano-Tubes" (SWCNTs) verschiedene Varianten von Kohlenstoff-Nanoröhrchen mit einer einzigen Wand, welche auch Nanofasern mit umfassen können, zusammengefasst. Bei den Single-Walled-Carbon-Nano-Tubes handelt es sich im Wesentlichen um zumeist zylindrische Kohlenstoffgebilde mit einem Durchmesser von einigen Nanometern. Die Herstellung dieser Single-Walled-Carbon-Nano-Tubes ist dem Fachmann bekannt und es kann auf entsprechende Verfahren des Standes der Technik zurückgegriffen werden. Hierzu zählen beispielsweise die katalytisch-chemische Gasphasen-Abscheidung (CCVD),

[0029] Diese Verfahren liefern häufig Fraktionen, die sich in Durchmesser, Länge, Chiralität und elektronischen Eigenschaften der SWCNTs unterscheiden. Sie treten gebündelt auf und sind häufig mit einem Teil amorphem Kohlenstoff vermischt. Die SWCNTs werden ausgehend von diesen Fraktionen abgetrennt.

[0030] Die bisher bekannten Separationsverfahren für SWCNT basieren auf Elektronentransfer-Effekten an metallischen mit Diazoniumsalzen behandelten SWCNT, auf Dielektrophorese, auf einer besonderen chemischen Affinität von halbleitenden Kohlenstoff-Nanoröhrchen zu Oktadecylaminen und auf Kohlenstoff-Nanoröhrchen, die mit einsträngiger DNS umhüllt wurden. Die Selektivität dieser Methoden kann durch intensive Zentrifugation vorbehandelter Dispersionen und Anwendung der Ionenaustauscherchromatografie weiter verbessert werden. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden vorzugsweise fraktionsreine Single-Walled-Car-

bon-Nano-Tubes verwendet, d.h.

[0031] Fraktionen von Single-Walled-Carbon-Nano-Tubes, welche sich hinsichtlich einem Parameter, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Durchmesser, Länge, Chiralität und elektronischen Eigenschaften, höchstens um 50 %, besonders bevorzugt höchstens um 40 %, insbesondere um höchstens 30 %, speziell höchstens um 20 %, ganz speziell höchstens um 10 %, unterscheiden.

[0032] Die erfindungsgemäß verwendeten SWCNTs sind allgemein bekannt und kommerziell erhältlich. Die SWCNTs weisen bevorzugt einen äußeren Durchmesser zwischen 1 nm und 50 nm, bevorzugt zwischen 3 nm und 25 nm, besonders bevorzugt zwischen 5 nm und 15 nm, und eine Länge zwischen 1 µm und 100 µm, bevorzugt zwischen 1 µm und 50 µm, besonders bevorzugt zwischen 1 µm und 10 µm auf. SWCNTs können als Reinstoff oder als master batch enthaltend in thermoplastischen Kunststoffen mit Bindemitteln, welche in den jeweiligen Schichtzusammensetzungen verwendet werden, bevorzugt homogen gemischt werden. Einzelwandige Kohlenstoffnanoröhren (SWCNTs) sind für den Zweck der vorliegenden Erfindung besonders bevorzugt, da sie dünner sind und höhere Leitfähigkeiten aufweisen, wodurch der gewünschte Effekt bereits bei geringerem Einsatz erzielt werden kann. Gleichzeitig sind sie transparenter als andere der Teilchen mit Nanostrukturen.

[0033] Falls SWCNTs oder MWCNTs oder Kombinationen von SWCNTs und MWCNTs verwendet werden, dann beträgt das Aspektverhältnis der jeweiligen Teilchen, d.h., das Verhältnis von Länge zu Durchmesser der jeweiligen Nanoröhren, im Allgemeinen mehr als 1:100, vorzugsweise mehr als 1:200, besonders bevorzugt mehr als 1:1000. Teilchen mit Nanostrukturen, die eine größere Länge aufweisen, sind dahingehend von Vorteil, dass Mikrorisse vermieden werden können,

[0034] Aufgrund der erfindungsgemäßen Verwendung der Teilchen mit Nanostrukturen, insbesondere in der Dielektrizitätsschicht, ist es bevorzugt, dass die Teilchen mit Nanostrukturen eine hohe Dielektrizitätskonstante oder eine elektrische Leitfähigkeit aufweisen. Die Dielektrizitätskonstante der Teilchen mit Nanostrukturen sollte dabei im Allgemeinen mindestens 30, vorzugsweise mindestens 50, besonders bevorzugt mindestens 100, oder unendlich betragen,

[0035] Darüber hinaus ist es bevorzugt, Teilchen mit Nanostrukturen in den Isolations- bzw. Dielektrizitätsschichten und/oder EL-Schichten zu verwenden, welche eine organische oder anorganische Isolationsschicht aufweisen, wodurch sich die Isolation in den einzelnen Dielektrizitätsschichten erhöht,

[0036] Falls die Teilchen mit Nanostrukturen eine anorganische Isolationsschicht umfassen, dann kann diese im Allgemeinen aus einer oxidischen und/oder nitridischen Schicht gebildet werden.

[0037] Wenn die Teilchen mit Nanostrukturen in dem erfindungsgemäßen EL-Element in der EL-Schicht und/oder der Dielektrizitätsschicht enthalten sind, so liegt de-

ren Menge in der Schicht im Allgemeinen in einer Größenordnung, so dass die Perkulationsgrenze nicht erreicht wird, d.h., dass die elektrische Leitfähigkeit aufgrund direkter elektrischer Kontakte der einzelnen beigemengten Teilchen zu keiner ohmschen Leitfähigkeit führt. Daher ist es weiter bevorzugt, dass die Teilchen mit Nanostrukturen in der EL-Schicht bzw. der Dielektrizitätsschicht mit einem Füllprozentsatz von im Allgemeinen weniger als 2 Gew.-%, vorzugsweise weniger als 1 Gew.-%, besonders bevorzugt weniger als 0,5 Gew.-%, in den jeweiligen Schichten, jeweils bezogen aus das Gewicht der Schichten, enthalten sind.

[0038] Wenn die Teilchen mit Nanostrukturen in der Elektrodenschicht der transparenten Vorderseite und/oder der Rückseite zugegen sind, so beträgt deren Gehalt im Allgemeinen 0,1 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise 0,2 bis 5 Gew.-%, besonders bevorzugt 0,3 bis 2 Gew.-% in den jeweiligen Schichten, jeweils bezogen aus das Gewicht der Schichten,

[0039] Wenn die Teilchen mit Nanostrukturen in der gefloateten Elektrodenschicht enthalten sind, so beträgt deren Gehalt im Allgemeinen 0,1 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise 0,2 bis 5 Gew.-%, insbesondere 0,3 bis 3 Gew.-%, jeweils bezogen aus das Gewicht der Schicht,

[0040] In der EL-Schicht des erfindungsgemäßen EL-Elements sind Elektrolumineszenz-Pigmente enthalten. Diese können auf bevorzugte Weise mit den Teilchen mit Nanostrukturen im Sinne einer nicht zusammenhängenden Hybridization belegt werden. Unter Hybridization wird verstanden, dass an der Oberfläche von EL-Pigmente entsprechende Nanoteilchen angelagert sind.

[0041] Darüber hinaus ist es im Rahmen der vorliegenden Erfindung vorgesehen, dass in dem Fall, in welchem das erfindungsgemäße EL-Element eine Schicht, umfassend nanotubearartige Teilchen mit Nanostrukturen, zwischen der vorderen transparenten Elektrode und der Elektrolumineszenz-Schicht als floatende Elektrode angeordnet umfasst, die EL-Pigmente durch den Herstellprozess bedingt auf diese floatende Schicht sinken und die floatende Schicht die elektrische Feldstärke örtlich erhöht und dergestalt die EL-Emission erhöht oder die Versorgungsspannung reduziert werden kann. In diesem Fall werden aufgrund der Transparenz als Teilchen mit Nanostrukturen vorzugsweise SWCNTs verwendet.

[0042] Ferner ist es im Rahmen der vorliegenden Erfindung vorgesehen, dass in dem Fall, in welchem das erfindungsgemäße EL-Element eine Schicht, umfassend Teilchen mit Nanostrukturen zwischen der Elektrolumineszenz-Schicht und der ersten Isolationsschicht als floatende Elektrode angeordnet werden, die EL-Pigmente durch den Herstellprozess bedingt auf diese floatende Schicht sinken und die floatende Schicht die elektrische Feldstärke örtlich erhöht und dergestalt die EL-Emission erhöht oder die Versorgungsspannung reduziert werden kann.

[0043] Im Folgenden wird der allgemeine Aufbau geeigneter EL-Elemente beschrieben, in welchen gemäß der zuvor beschriebenen Art Teilchen mit Nanostruktu-

ren enthalten sein können.

Elektroden

5 **[0044]** Das erfindungsgemäße EL-Element weist eine erste zumindest teilweise transparente Elektrode und eine zweite Rückelektrode auf.

[0045] Unter dem Ausdruck "zumindest teilweise transparent" ist im Sinne der vorliegenden Anmeldung 10 eine Elektrode zu verstehen, die aus einem Material aufgebaut ist, welches eine Transmission von im Allgemeinen mehr als 60 %, vorzugsweise mehr als 70 %, besonders bevorzugt mehr als 80 %, speziell mehr als 90%, aufweist.

15 **[0046]** Die Rückelektrode muss nicht zwingend transparent ausgebildet sein.

[0047] Geeignete elektrische leitende Materialien für die Elektroden sind dem Fachmann an sich bekannt. Grundsätzlich bieten sich bei der Herstellung von Dickfilm-EL-Elementen mit Wechsellspannungsanregung 20 mehrere Arten von Elektroden an. Zum einen sind dies im Vakuum auf Kunststofffolien gesputterte oder aufgedampfte Indium-Zinn-Oxid-Elektroden (Indium-Tin-Oxide, ITO). Sie sind sehr dünn (einige 100 Å) und bieten den Vorteil einer hohen Transparenz bei einem relativ geringen Flächenwiderstand (ca. 60 bis 600 Ω).

[0048] Ferner können Druckpasten mit ITO oder ATO (Antimon-Tin-Oxide, Antimon-Zinn-Oxid) oder intrinsisch leitfähige transparente Polymerpasten verwendet 25 werden, aus welchen flächige Elektroden mittels Siebdruck erzeugt werden. Bei einer Dicke von ca. 5 bis 20 µm bieten derartige Elektroden nur geringere Transparenz bei hohem Flächenwiderstand (bis 50 kΩ). Sie sind weitgehend beliebig strukturiert applizierbar, und zwar auch auf strukturierten Oberflächen. Ferner bieten sie eine relativ gute Laminierbarkeit. Auch Non-ITO-Siebdruckschichten (wobei der Begriff "Non-ITO" alle Siebdruckschichten umfasst, die nicht auf Indium-Zinn-Oxid (ITO) basieren), das heißt intrinsisch leitfähige 30 polymere Schichten mit üblicherweise nanoskaligen elektrisch leitfähigen Pigmenten, beispielsweise die ATO-Siebdruckpasten mit den Bezeichnungen 7162E oder 7164 von DuPont, intrinsisch leitfähigen Polymersystemen wie dem Orgacon® System von Agfa, dem Baytron® Poly-(3,4-ethylenedioxythiophen)-System von H.C. Starck GmbH, dem als organisches Metall (PEDT-conductive polymer polyethylenedioxythiophene) bezeichneten System von Ormecon, leitfähigen Beschichtungs- oder Druckfarbensystemen von Panipol OY und gegebenenfalls mit hochflexiblen Bindemitteln, zum Beispiel 35 auf Basis von PU (Polyurethanen), PMMA (Polymethylmethacrylat), PVA (Polyvinylalkohol), modifiziertes Polyanilin, können verwendet werden. Bevorzugt wird als Material der zumindest teilweise transparenten Elektrode des Elektrolumineszenz-Elements Baytron® Poly-(3,4-ethylenedioxythiophen)-System von H.C. Starck GmbH eingesetzt. Beispiele für elektrisch leitende Polymerfilme sind Polyaniline, Polythiophene, Polyacetylene, Polypyr-

role (Handbook of Conducting Polymers, 1986) mit und ohne Metalloxid-Füllung,

[0049] Darüber hinaus sind auch Zinn-Oxid (NESA) Pasten als entsprechendes Elektrodenmaterial denkbar.

[0050] Die oben beschriebenen elektrisch leitenden Materialien können darüber hinaus auf einem Trägermaterial aufgebracht sein. Als Trägermaterial bieten sich beispielsweise transparente Gläser und thermoplastische Folien an, Entsprechende Trägermaterialien werden weiter unten näher beschrieben, Im Rahmen der vorliegenden Erfindung können ein oder zwei Trägersubstrate verwendet werden

[0051] Diese Elektrodenmaterialien können beispielsweise mittels Siebdruck, Rakein, Spritzen, Streichen auf entsprechende Trägermaterialien (Substrate) aufgebracht werden, wobei bevorzugt anschließend bei geringen Temperaturen von beispielsweise 80 bis 120 °C getrocknet wird,

[0052] In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Aufbringung der elektrisch leitfähigen Beschichtung mittels Vakuum oder pyrolytisch,

[0053] Besonders bevorzugt ist die elektrisch leitfähige Beschichtung eine mittels Vakuum oder pyrolytisch hergestellte metallische oder metalloxidische dünne und weitgehend transparente Schicht, die bevorzugt einen Flächenwiderstand von 5 mΩ bis 3.000 Ω/Quadrat, besonders bevorzugt einen Flächenwiderstand von 0,1 bis 1.000 Ω/Quadrat, ganz besonders bevorzugt 5 bis 30 Ω/Quadrat aufweist, und in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform eine Tageslichtdurchlässigkeit von zumindest größer 60 % (> 60 bis 100 %) und insbesondere größer 76 % (> 76 bis 100 %) aufweist,

[0054] Darüber hinaus kann auch elektrisch leitfähiges Glas als Elektrode verwendet werden,

[0055] Eine spezielle bevorzugte Art von elektrisch leitfähigem und hochtransparentem Glas, insbesondere Floatglas, stellen pyrolytisch hergestellte Schichten dar, die ein hohe Oberflächenhärte aufweisen und deren elektrischer Oberflächenwiderstand in einem sehr weiten Bereich von im Allgemeinen einigen Milliohm bis 3.000 Ω/Quadrat eingestellt werden kann.

[0056] Derartige pyrolytisch beschichtete Gläser können gut verformt werden und weisen eine gute Kratzbeständigkeit auf, insbesondere führen Kratzer nicht zu einer elektrischen Unterbrechung der elektrisch leitenden Oberflächenschicht, sondern lediglich zu einer meist geringfügigen Erhöhung des Flächenwiderstandes,

[0057] Des Weiteren sind pyrolytisch hergestellte leitfähige Oberflächenschichten durch die Temperaturbehandlung derart stark in die Oberfläche diffundiert und in der Oberfläche verankert, dass bei einem anschließenden Materialauftrag ein extrem hoher Haftverbund zum Glassubstrat gegeben ist, was für die vorliegende Erfindung ebenfalls sehr vorteilhaft ist. Zusätzlich weisen derartige Beschichtungen eine gute Homogenität, also eine geringe Streuung des Oberflächenwiderstandswertes über große Oberflächen auf. Diese Eigenschaft stellt ebenfalls einen Vorteil für die vorliegende Erfindung dar.

[0058] Elektrisch leitfähige und hochtransparente dünne Schichten können auf einem Glassubstrat, das erfindungsgemäß bevorzugt eingesetzt wird, wesentlich effizienter und kostengünstiger als auf polymeren Substraten wie PET oder PMMA oder PC hergestellt werden, Der elektrische Flächenwiderstand ist bei Glasbeschichtungen im Schnitt um den Faktor 10 günstiger als auf einer polymeren Folie bei vergleichbarer Transparenz, also beispielsweise 3 bis 10 Ohm/Quadrat bei Glas-schichten verglichen mit 30 bis 100 Ω/Quadrat auf PET-Folien,

[0059] Bei der Rückelektrode handelt es sich - wie bei der zumindest teilweise transparenten Elektrode - um eine flächige Elektrode, die jedoch nicht transparent oder zumindest teilweise transparent sein muss, Diese ist im Allgemeinen aus elektrisch leitenden Materialien auf anorganischer oder organischer Basis aufgebaut, beispielsweise aus Metallen wie Silber, Geeignete Elektroden sind ferner insbesondere polymere elektrisch leitfähige Beschichtungen, Dabei können die bereits vorstehend bezüglich der zumindest teilweise transparenten Elektrode genannten Beschichtungen eingesetzt werden, Daneben sind solche, dem Fachmann bekannten polymeren elektrisch leitfähigen Beschichtungen einsetzbar, die nicht zumindest teilweise transparent sind.

[0060] Geeignete Materialien der Rückelektrode sind somit bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Metallen wie Silber, Kohlenstoff, ITO-Siebdruckschichten, ATO-Siebdruckschichten, Non-ITO-Siebdruckschichten, das heißt intrinsisch leitfähige polymere Systeme mit üblicherweise nanoskaligen elektrisch leitfähigen Pigmenten, beispielsweise ATO-Siebdruckpasten mit der Bezeichnung 7162E oder 7164 von DuPont, intrinsisch leitfähigen Polymersystemen wie dem Orgacon® System von Agfa, dem Baytron® Poly-(3,4-ethylen-dioxythiophen)-System von H, C, Starck GmbH, dem als organisches Metall (PEDT conductive polymer polyethylenedioxythiophene) bezeichneten System von Ormcon, leitfähigen Beschichtungs- und Druckfarbensystemen von Panipol Oy und gegebenenfalls mit hochflexiblen Bindemitteln, zum Beispiel auf Basis von PU (Polyurethanen), PMMA (Polymethylmethacrylat), PVA (Polyvinylalkohol), modifiziertes Polyanilin, wobei die vorstehend genannten Materialien zur Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit mit Metallen wie Silber oder Kohlenstoff versetzt werden können und/oder mit einer Lage aus diesen Materialien ergänzt werden können,

Leiterbahnen, Anschlüsse der Elektroden

[0061] Bei großflächigen Leuchtelementen mit einem Leuchtcondensatoraufbau spielt die Flächenleitfähigkeit für eine gleichmäßige Leuchtdichte eine beträchtliche Rolle. Häufig werden bei großflächigen Leuchtelementen, so genannte Bus-bars eingesetzt, insbesondere bei halbleitenden LEP beziehungsweise OLED Systemen, worin verhältnismäßig große Ströme fließen. Dabei werden in der Art eines Kreuzes sehr gut elektrisch leitfähige

Leiterbahnen hergestellt, Auf diese Weise wird beispielsweise eine große Fläche in vier kleine Flächen unterteilt, Damit wird der Spannungsabfall im Mittelbereich einer Leuchtfläche wesentlich reduziert und die Gleichmäßigkeit der Leuchtdichte beziehungsweise der Abfall der Helligkeit in der Mitte eines Leuchtfeldes reduziert.

[0062] Bei einem in einer erfindungsgemäßen Ausführungsform eingesetzten zinksulfidischen partikulären EL-Feld werden im Allgemeinen größer 100 Volt bis über 200 Volt Wechselspannung angelegt, und es fließen bei Verwendung eines guten Dielektrikums beziehungsweise guter Isolation sehr geringe Ströme. Daher ist bei dem erfindungsgemäßen ZnS-Dickfilm-AC-EL-Element das Problem der Strombelastung wesentlich geringer als bei halbleitenden LEP beziehungsweise OLED Systemen, so dass der Einsatz von Bus-bars nicht unbedingt erforderlich ist, sondern großflächige Leuchtelemente ohne Einsatz von Bus-bars bereit gestellt werden können.

[0063] Die elektrischen Anschlüsse können beispielsweise unter Verwendung von elektrisch leitfähigen und einbrennbaren Pasten mit Zinn, Zink, Silber, Palladium, Aluminium und weiteren geeigneten leitfähigen Metallen beziehungsweise Kombinationen und Mischungen oder Legierungen daraus, hergestellt werden.

[0064] Dabei werden die elektrisch leitfähigen Kontaktierstreifen im Allgemeinen mittels Siebdruck, Pinselauftrag, Ink-Jet, Rakel, Rolle, durch Sprühen oder mittels Dispensierauftrag oder vergleichbaren dem Fachmann bekannten Auftragsmethoden auf die elektrisch leitfähigen und zumindest teilweise transparenten dünnen Beschichtungen aufgebracht und anschließend im Allgemeinen in einem Ofen thermisch behandelt, so dass üblicherweise seitlich entlang einer Substratkante angebrachte Streifen gut mittels Lötten, Klemmen oder Stecken elektrisch leitend kontaktiert werden können.

[0065] Solange nur geringe elektrische Leistungen auf elektrisch leitfähige Beschichtungen eingeleitet werden müssen, sind Federkontakte oder Carbon-gefüllte Gummielemente beziehungsweise so genannte Zebra-Gummistreifen ausreichend,

[0066] Als Leitkleberposten werden bevorzugt Leitkleberposten auf Basis von Silber, Palladium, Kupfer oder Gold gefüllter Polymerkleber verwendet. Es können ebenfalls selbstklebende elektrisch leitfähige Streifen zum Beispiel aus verzinnter Kupferfolie mit einem in z-Richtung elektrisch leitfähigen Kleber durch Anpressen appliziert werden,

[0067] Die Klebeschicht wird dabei im Allgemeinen mit einigen N/cm² Flächenpressung gleichmäßig angepresst, und es werden so je nach Ausführung Werte von 0,013 Ohm/cm² (z.B. Conductive Copper Foil Tape VE 1691 der Firma D & M International, A-8451 Heimschuh) beziehungsweise 0,005 Ohm (z.B. Type 1183 der Firma 3M Electrical Products Division, Austin, Texas USA; gemäß MIL-STD-200 Method 307 maintained at 5 psi / 3,4 N/cm² measured over 1 sq.in. surface area) oder 0,001 Ohm (z.B. Type 1345 der Firma 3M) oder 0,003 Ohm (z.B. Type 3202 der Firma Holland Shielding Systems BV)

erreicht.

Dielektrizitätsschicht

[0068] Das erfindungsgemäße EL-Element weist zumindest eine Dielektrizitätsschicht auf, welche zwischen der Rückelektrode und der EL-Schicht vorgesehen ist.

[0069] Entsprechende Dielektrizitätsschichten sind dem Fachmann bekannt. Entsprechende Schichten weisen häufig hoch dielektrisch wirkende Pulver wie beispielsweise Bariumtitanat auf, welche vorzugsweise in fluorenthaltenden Kunststoffen oder in auf cyanbasierenden Harzen dispergiert sind. Beispiele für besonders geeignete Teilchen sind Bariumtitanat-Teilchen im Bereich von bevorzugt 1,0 bis 2,0 µm. Diese können bei einem hohen Füllgrad eine relative Dielektrizitätskonstante von bis zu 100 ergeben.

[0070] Die Dielektrizitätsschicht weist eine Dicke von im Allgemeinen 1 bis 50 µm, vorzugsweise 2 bis 40 µm, besonders bevorzugt 5 bis 25 µm, speziell 8 bis 15 µm, auf,

[0071] Das erfindungsgemäße EL-Element kann in einer Ausführungsform auch zusätzlich noch eine weitere Dielektrizitätsschicht aufweisen, welche übereinander angeordnet werden und zusammen die Isolationswirkung verbessern oder aber welche durch eine floatende Elektrodenschicht unterbrochen wird, Die Verwendung einer zweiten Dielektrizitätsschicht kann von der Qualität und Pinhole-Freiheit der ersten Dielektrizitätsschicht abhängen.

EL-Schicht

[0072] Das erfindungsgemäße EL-Element umfasst eine EL-Schicht.

[0073] Die mindestens eine Elektrolumineszenz (EL)-Schicht, ist im Allgemeinen zwischen der ersten transparenten Elektrode und einer dielektrischen Schicht angeordnet. Dabei kann die EL-Schicht unmittelbar im Anschluss an die dielektrische Schicht angeordnet sein oder es können gegebenenfalls eine oder mehrere weitere Schichten zwischen der dielektrischen Schicht und der EL-Schicht angeordnet sein, Bevorzugt ist die EL-Schicht unmittelbar im Anschluss an die dielektrische Schicht angeordnet.

[0074] Die mindestens eine Elektrolumineszenz-EL-Schicht kann auf der gesamten Innenfläche der ersten teilweise transparenten Elektrode angeordnet sein oder auf einer oder mehreren Teilflächen der ersten zumindest teilweise transparenten Elektrode, In dem Fall, dass die Leuchstruktur auf mehreren Teilflächen angeordnet ist, haben die Teilflächen im Allgemeinen einen Abstand von 0,5 bis 10,0 mm, bevorzugt 1 bis 5 mm voneinander.

[0075] Die EL-Schicht ist im Allgemeinen aus einer Bindemittelmatrix mit darin homogen dispergierten EL-Pigmenten aufgebaut, Die Bindemittelmatrix wird im Allgemeinen so gewählt, dass ein guter Haftverbund auf der Elektrodenschicht (bzw. der ggf. darauf aufgebracht-

ten dielektrischen Schicht gegeben ist. In einer bevorzugten Ausführung werden dabei PVB oder PU basierende Systeme verwendet, Neben den EL-Pigmenten können ggf. noch weitere Zusätze in der Bindemittelmatrix vorliegen, wie farbkonvertierende organische und/oder anorganische Systeme, Farbzusatzstoffe für einen Tag- und Nacht-Lichteffect und/oder reflektierende und/oder Licht absorbierende Effektpigmente wie Aluminiumflakes oder Glasflakes oder Mica-Platelets, Im Allgemeinen beträgt der Anteil der EL-Pigmente an der Gesamtmasse der EL-Schicht (Füllgrad) 20 bis 75 Gew.-%, bevorzugt 50 bis 70 Gew.-%,

[0076] Die in der EL-Schicht verwendeten EL-Pigmente weisen im Allgemeinen eine Dicke von 1 bis 50 μm , vorzugsweise 5 bis 25 μm , auf,

[0077] Bevorzugt ist die mindestens eine EL-Schicht eine Wechselstrom-Dickfilm-Puiver-Elektrolumineszenz (AC-P-EL)-Leuchtstruktur,

[0078] Dickfilm AC-EL Systeme sind seit Destriau 1947 gut bekannt und werden meist mittels Siebdruck auf ITO-PET Folien appliziert, Da zinksulfidische Elektroluminophore im Betrieb und speziell bei höheren Temperaturen und einer Wasserdampfumgebung eine sehr starke Degradation aufweisen, werden heute für langlebige Dickfilm AC-EL Lampenaufbauten im Allgemeinen mikroverkapselte EL-Phosphore (Pigmente) verwendet. Es ist jedoch ebenfalls möglich, in dem erfindungsgemäßen EL-Element nicht mikroverkapselte Pigmente einzusetzen, wie nachstehend weiter ausgeführt wird.

[0079] Unter EL-Elementen werden im Sinne der vorliegenden Erfindung Dickfilm-EL Systeme verstanden, die mittels Wechselspannung bei normativ 100 Volt und 400 Hertz betrieben werden und derart ein so genanntes kaltes Licht von einigen cd/m^2 bis zu einigen 100 cd/m^2 emittieren, In derartigen anorganischen Dickfilm-Wechselspannungs-EL-Elementen werden im Allgemeinen EL-Siebdruckposten verwendet,

[0080] Derartige EL-Siebdruckpasten werden im Allgemeinen auf Basis anorganischer Substanzen aufgebaut, Geeignete Substanzen sind z.B. hochreine ZnS, CdS, $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{S}$ Verbindungen der Gruppen II und IV des Periodensystems der Elemente, wobei besonders bevorzugt ZnS eingesetzt wird. Die vorstehend genannten Substanzen können dotiert oder aktiviert werden und gegebenenfalls des Weiteren coaktiviert werden. Zur Dotierung werden z.B. Kupfer und/oder Mangan eingesetzt, Die Coaktivierung erfolgt z.B. mit Chlor, Brom, Iod und Aluminium. Der Gehalt an Alkali- und Selten-Erd-Metallen ist in den vorstehend genannten Substanzen im Allgemeinen sehr gering, falls diese überhaupt vorliegen, Ganz besonders bevorzugt wird ZnS eingesetzt, das bevorzugt mit Kupfer und/oder Mangan dotiert beziehungsweise aktiviert wird und bevorzugt mit Chlor, Brom, Iod und/oder Aluminium coaktiviert wird.

[0081] Übliche EL-Emissionsfarben sind gelb, grün, grün-blau, blau-grün und weiß, wobei die Emissionsfarbe weiß oder rot durch Mischungen geeigneter EL-Phosphore (Pigmente) gewonnen werden kann oder durch

Forbkonversion. Die Farbkonversion kann im Allgemeinen in Form einer konvertierenden Schicht und/oder der Beimengung entsprechender Farbstoffe und Pigmente in den polymeren Binder der Siebdruckfarben beziehungsweise der polymeren Matrix, in die die EL-Pigmente eingebaut sind, erfolgen.

[0082] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die zur Herstellung der EL-Schicht eingesetzte Siebdruckmatrix mit lasierenden, farbfiltrenden oder mit farbkonvertierenden Farbstoffen und/oder Pigmenten versehen sind, Auf diese Weise kann eine Emissionsfarbe Weiß oder ein Tag-Nacht-Lichteffect generiert werden.

[0083] In einer weiteren Ausführungsform werden in der EL-Schicht Pigmente eingesetzt, die eine Emission im blauen Wellenlängenbereich von 420 bis 480 nm aufweisen und mit einer farbkonvertierenden Mikroverkapselung versehen sind. Auf diese Weise kann die Farbe Weiß emittiert werden.

[0084] In einer Ausführungsform werden als Pigmente in der EL-Schicht AC-P-EL Pigmente eingesetzt, die eine Emission im blauen Wellenlängenbereich von 420 bis 480 nm aufweisen. Zusätzlich weist die AC-P-EL Siebdruckmatrix bevorzugt wellenlängenkonvertierende anorganische feine Partikel auf Basis von Europium (II) aktivierten Erdalkali-ortho-Silikat Phosphoren wie $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ oder YAG Phosphoren wie $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ oder $\text{Tb}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ oder $\text{Sr}_2\text{GaS}_4:\text{Eu}^{2+}$ oder $\text{SrS}:\text{Eu}^{2+}$ oder $(\text{Y}, \text{Lu}, \text{Gd}, \text{Tb})_3(\text{Al}, \text{Sc}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ oder $(\text{Zn}, \text{Ca}, \text{Sr})(\text{S}, \text{Se}):\text{Eu}^{2+}$ auf. Auf diese Weise kann eine weiße Emission erzielt werden.

[0085] Entsprechend dem Stand der Technik können die vorstehend genannten 'EL-Phosphor'-Pigmente mikroverkapselt werden, Durch die anorganische Mikroverkapselungstechnologie sind gute Halbwertszeiten erzielbar, Beispielhaft sei hier das EL-Siebdrucksystem Luxprint® for EL der Firma E.I. du Pont de Nemours and Companies genannt, Organischen Mikroverkapselungstechnologien und Folienhüll-Lamine auf Basis der diversen thermoplastischen Folien sind grundsätzlich ebenfalls geeignet, haben sich jedoch als teuer und nicht wesentlich lebensdauerverlängernd erwiesen.

[0086] Geeignete zinksulfidische mikroverkapselte EL-Phosphore (Pigmente) werden von der Firma Osram Sylvania, Inc. Towanda unter dem Handelsnamen GlacierGLO® Standard, High Brite und Long Life und von der Firma Durel Division der Rogers Corporation, unter den Handelsnamen 1 PHS001® High-Efficiency Green Encapsulated EL Phosphor, 1 PHS002® High-Efficiency Blue-Green Encapsulated EL phosphor, 1 PHS003® Long-Life Blue Encapsulated EL Phosphor, 1 PHS004® Long-Life Orange Encapsulated EL Phosphor, angeboten,

[0087] Die mittleren Teilchendurchmesser der in der EL-Schicht geeigneten mikroverkapselten Pigmente betragen im Allgemeinen 15 bis 60 μm , bevorzugt 20 bis 35 μm .

[0088] In der EL-Schicht des erfindungsgemäßen EL-

Elements können auch nicht mikroverkapselte feinkörnige EL-Pigmente, bevorzugt mit einer hohen Lebensdauer, eingesetzt werden. Geeignete nicht mikroverkapselte feinkörnige zinksulfidische EL-Phosphore sind z.B. in US 6,248,261 und in WO 01/34723 offenbart. Diese weisen bevorzugt ein kubisches Kristallgefüge auf. Die nicht mikroverkapselten Pigmente haben bevorzugt mittlere Teilchendurchmesser von 1 bis 30 μm , besonders bevorzugt 3 bis 25 μm , ganz besonders bevorzugt 5 bis 20 μm ,
[0089] Speziell nicht mikroverkapselte EL-Pigmente können mit kleineren Pigmentabmessungen bis unter 10 μm verwendet werden, Dadurch kann die Durchsichtigkeit des Glaselementes erhöht werden.

[0090] Somit können den gemäß der vorliegenden Anmeldung geeigneten Siebdruckfarben unverkapselte Pigmente beigemischt werden, bevorzugt unter Berücksichtigung der speziellen hygroskopischen Eigenschaften der Pigmente, bevorzugt der ZnS-Pigmente, Dabei werden im Allgemeinen Bindemittel verwendet, die einerseits eine gute Adhäsion zu sogenannten ITO-Schichten (Indium-ZinnOxid) oder intrinsisch leitfähige polymeren transparenten Schichten haben, und des Weiteren gut isolierend wirken, das Dielektrikum verstärken und damit eine Verbesserung der Durchschlagsfestigkeit bei hohen elektrischen Feldstärken bewirken und zusätzlich im ausgehärteten Zustand eine gute Wasserdampfsperre aufweisen und die Phosphorpigmente zusätzlich schützen und lebensdauererweiternd wirken.

[0091] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden in der AC-P-EL-Leuchtschicht Pigmente eingesetzt, die nicht mikroverkapselt sind.

[0092] Die Halbwertszeiten der geeignete Pigmente in der EL-Schicht, also jene Zeit, in der die Initialhelligkeit des erfindungsgemäßen EL-Elements auf die Hälfte abgesunken ist, betragen im Allgemeinen bei 100 bzw. 80 Volt und 400 Hertz 400 bis maximal 5000 Stunden, üblicherweise jedoch nicht mehr als 1000 bis 3500 Stunden.

[0093] Die Helligkeitswerte (EL-Emission) betragen im Allgemeinen 1 bis 200 cd/m^2 , bevorzugt 3 bis 100 cd/m^2 , und liegen bei großen Leuchtflächen besonders bevorzugt im Bereich von 1 bis 20 cd/m^2 ,

[0094] Es können jedoch auch Pigmente mit längeren oder kürzeren Halbwertszeiten und höheren oder niedrigeren Helligkeitswerten in der EL-Schicht des erfindungsgemäßen EL-Elements eingesetzt werden.

[0095] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weisen die in der EL-Schicht vorliegenden Pigmente einen derart kleinen mittleren Teilchendurchmesser auf, beziehungsweise einen derart geringen Füllgrad in der EL-Schicht, beziehungsweise die einzelnen EL-Schichten sind geometrisch derart klein ausgeführt, beziehungsweise der Abstand der einzelnen EL-Schichten wird derart groß gewählt, so dass das EL-Element bei nicht elektrisch aktivierter Leuchtstruktur als zumindest teilweise durchsichtig gestaltet ist beziehungsweise eine Durchsicht gewährleistet ist, Geeignete Pigmentteilchendurchmesser, Füllgrade, Abmessungen der Leuchtelemente

sind vorstehend genannt.

Substrate

[0096] Das erfindungsgemäße EL-Element kann auf einer oder auf beiden Seiten an den jeweiligen Elektroden Substrate, wie beispielsweise Gläser, Kunststofffolien oder dergleichen aufweisen.

[0097] Bei dem erfindungsgemäßen EL-Element ist es bevorzugt, dass zumindest das Substrat, welches mit der transparenten Elektrode in Kontakt steht, innenseitig grafisch lasierend transluzent und opak abdeckend gestaltet ist, Unter einer opaken abdeckenden Gestaltung wird ein großflächiger Elektrolumineszenzbereich verstanden, der durch eine hochauflösende grafische Gestaltung opak abgedeckt wird und/oder lasierend beispielsweise im Sinne von rot - grün - blau transluzent für Signalzwecke ausgebildet ist.

[0098] Darüber hinaus ist es bevorzugt, dass das Substrat, welches mit der transparenten Elektrode in Kontakt steht, eine Folie ist, welche unterhalb Tg kaltreckbar verformbar ist, Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit, dass resultierende EL-Element dreidimensional zu verformen,

[0099] Darüber hinaus ist es bevorzugt, dass das Substrat, welches mit der Rückelektrode in Kontakt steht eine, Folie ist, welche ebenfalls unterhalb Tg kaltreckbar verformbar ist. Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit, dass resultierende EL-Element dreidimensional zu verformen.

[0100] Darüber hinaus ist es bevorzugt, dass das EL-Element dreidimensional verformbar ist und insbesondere unterhalb Tg kaltreckbar verformbar ist und derart eine präzise geformte dreidimensionale Gestalt erhält.

[0101] Das dreidimensional verformte Element kann in einem Spritzgusswerkzeug auf zumindest einer Seite mit einem thermoplastischen Kunststoff angeformt werden,

Herstellung erfindungsgemäßer EL-Elemente

[0102] Üblicherweise werden die vorstehend genannten Pasten (Siebdruckpasten) auf transparente Kunststoff-Folien oder Gläser aufgebracht, die wiederum eine weitgehend transparente elektrisch leitende Beschichtung aufweisen und dadurch die Elektrode für die Sichtseite darstellen, Anschließend werden drucktechnisch und/oder laminationstechnisch das Dielektrikum und die Rückseitenelektrode hergestellt,

[0103] Es ist jedoch ebenfalls ein umgekehrter Herstellungsprozess möglich, wobei zunächst die Rückseitenelektrode hergestellt wird oder die Rückseitenelektrode in Form einer metallisierten Folie verwendet wird und auf diese Elektrode das Dielektrikum aufgetragen wird, Anschließend wird die EL-Schicht und daran anschließend die transparente und elektrisch leitende obere Elektrode aufgetragen. Das erhaltene System kann anschließend gegebenenfalls mit einer transparenten Deckfolie laminiert und damit gegen Wasserdampf bzw. auch gegen mechanische Beschädigung geschützt werden,

[0104] Die EL-Schicht wird üblicherweise drucktechnisch mittels Siebdruck oder Dispenserauftrag oder Ink-Jet-Auftrag oder auch mit einem Rakelvorgang oder einem Rollenbeschichtungsverfahren oder einem Vorhanggießverfahren oder einem Transferverfahren, bevorzugt mittels Siebdruck, aufgebracht. Bevorzugt wird die EL-Schicht auf die Oberfläche der Elektrode oder auf die ggf. auf die Rückelektrode aufgebraute Isolations-schicht aufgebracht,

[0105] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Anmeldung ist die Verwendung eines erfindungsgemäßen EL-Elements als Dekorelement und/oder Leuchtelement in Innenräumen oder zur Außenanwendung, bevorzugt an Außenfassaden von Gebäuden, in oder an Einrichtungsgegenständen, in oder an Land-, Luft- oder Wasserfahrzeugen, in Gebäudeeinrichtungen, in der Automobilindustrie oder in der Werbebranche,

[0106] Die vorliegende Erfindung wird nachstehend anhand von Figuren näher erläutert. Die Figuren stellen bevorzugte Ausführungsformen dar und sind nicht einschränkend zu verstehen.

[0107] Die Figuren 1 bis 7 zeigen schematisch mögliche unterschiedliche Aufbauten des erfindungsgemäßen EL-Elementes jeweils in geschnittener Ausführung,

[0108] In den nachfolgend beschriebenen Figuren weisen die einzelnen Bezugszeichen die folgende Bedeutungen auf:

Bezugszeichenliste

[0109]

- 1 Zinksulfidisches Dickfilm-AC-Elektrolumineszenz Element (EL-Element)
- 2 Substrat/Trägermaterial (Top-layer beziehungsweise Overlay)
- 3 Transparente Elektrode (Vorderseite)
- 4 EL-Dickfilm-Schicht
- 5 EL-Pigment:
- 6 Polymermatrix
- 7 Erste dielektrische Schicht:
- 8 Zweite dielektrische Schicht:
- 9 Rückelektrode:
- 10 Substrat/Trägermaterial (rückseitige Elektrode)
- 11 Teilchen mit Nanostrukturen
- 12 floatende Elektrode
- 13 weitere floatende Elektrode
- 14 SWCNTs in der transparenten Vorderseitenelektrode
- 15 Teilchen mit Nanostrukturen in der ersten Isolations-schicht
- 16 Teilchen mit Nanostrukturen in der zweiten Isolations-schicht
- 17 Teilchen mit Nanostrukturen in der Rückelektroden-schicht
- 18 Teilchen mit Nanostrukturen im Bereich der EL-Pigmente
- 19 SWCNT-Schicht zwischen transparenter Vorder-

seitenelektrode und EL-Schicht

- 20 Teilchen mit Nanostrukturen in unmittelbarer Nachbarschaft zu den EL-Pigmenten
- 21 EL-Inverter Anschluß: typisch 100 bis 200 Volt, 100 bis 2,000 Hz
- 22 EL-Emission

Figur 1 (Stand der Technik):

- 10 **[0110]** Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines beispielhaften Querschnitts durch ein EL-Element (1) mit einem Substrat (2), auf welches eine transparente Vorderseiten-Elektrode (3) aufgebracht ist. Auf der dem Substrat abgewandten Seite der transparenten Elektrode ist eine EL-Schicht (4) mit entsprechenden EL-Pigmenten (5) in einer Polymermatrix (6) vorgesehen. Im Kontakt mit der EL-Schicht (4) befindet sich darüber hinaus auf der der transparenten Elektrode (3) abgewandten Seite eine Dielektrizitätsschicht (7). An die Dielektrizitätsschicht schließt sich die Rückelektrode (9) sowie gegebenenfalls ein weiteres Substrat (10) an.

Figur 2 (erfindungsgemäß):

- 25 **[0111]** Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung eines beispielhaften Querschnitts durch ein EL-Element (1) mit einem Substrat (2), auf welches eine transparente Elektrode (3) aufgebracht ist. Auf der dem Substrat abgewandten Seite der transparenten Elektrode ist eine EL-Schicht (4) mit entsprechenden EL-Pigmenten (5) in einer Polymermatrix (6) vorgesehen. Im Kontakt mit der EL-Schicht (4) befindet sich darüber hinaus auf der der transparenten Elektrode (3) abgewandten Seite zwei Dielektrizitätsschichten (7) und (8). An die Dielektrizitätsschicht schließt sich die Rückelektrode (9) sowie gegebenenfalls ein weiteres Substrat (10) an. In der EL-Schicht (4) sind Teilchen mit Nanostrukturen (11) enthalten.

Figur 3 (erfindungsgemäß):

- 45 **[0112]** Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung eines beispielhaften Querschnitts durch ein erfindungsgemäßes EL-Element (1) mit einem Substrat (2), auf welches eine transparente Elektrode (3) aufgebracht ist. Auf der dem Substrat abgewandten Seite der transparenten Elektrode ist eine EL-Schicht (4) mit entsprechenden EL-Pigmenten (5) in einer Polymermatrix (6) vorgesehen. Im Kontakt mit der EL-Schicht (4) befindet sich darüber hinaus auf der der transparenten Elektrode (3) abgewandten Seite eine Schicht (12), welche ein floatendes nanotubartige Teilchen mit Nanostrukturen umfasst. Im Anschluss folgt an diese Schicht (12) zwei Dielektrizitätsschichten (7) und (8). An die Dielektrizitätsschicht schließt sich die Rückelektrode (9) sowie gegebenenfalls ein weiteres Substrat (10) an.

Figur 4 (erfindungsgemäß):

[0113] Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung eines beispielhaften Querschnitts durch ein erfindungsgemäßes EL-Element (1) mit einem Substrat (2), auf welches eine transparente Elektrode (3) aufgebracht ist. In der transparenten Elektrode sind Single-Wall-Carbon-Nano-Tubes (14) enthalten. Der dem Substrat abgewandten Seite der transparenten Elektrode ist eine EL-Schicht (4) mit entsprechenden EL-Pigmenten (5) in einer Polymermatrix (6) vorgesehen. Ferner sind in dieser EL-Schicht noch Teilchen mit Nanostrukturen (11) zugegeben. Im Kontakt mit der EL-Schicht (4) befindet sich darüber hinaus auf der der transparenten Elektrode (3) abgewandten Seite eine Schicht (12), welche Teilchen mit Nanostrukturen umfasst. Im Anschluss an die Schicht (12) folgen zwei Dielektrizitätsschichten (7) und (8), welche durch eine Schicht (13), enthaltend Teilchen mit Nanostrukturen als floatende Elektrode, voneinander getrennt sind. In beiden Dielektrizitätsschichten (7) und (8) sind Teilchen mit Nanostrukturen enthalten (15, 16). An die Dielektrizitätsschicht schließt sich die Rückelektrode (9), ebenfalls enthaltend Teilchen mit Nanostrukturen (17), sowie ein Substrat (10) an.

Figur 5 (erfindungsgemäß):

[0114] Figur 5 zeigt eine schematische Darstellung eines beispielhaften Querschnitts durch ein erfindungsgemäßes EL-Element (1) mit einem Substrat (2), auf welches eine transparente Elektrode (3) aufgebracht ist. Der dem Substrat abgewandten Seite der transparenten Elektrode ist eine EL-Schicht (4) mit entsprechenden EL-Pigmenten (5) in einer Polymermatrix (6) vorgesehen. Im Kontakt mit der EL-Schicht (4) befindet sich darüber hinaus auf der der transparenten Elektrode (3) abgewandten Seite zwei Dielektrizitätsschichten (7) und (8). An die Dielektrizitätsschicht schließt sich die Rückelektrode (9) sowie gegebenenfalls ein weiteres Substrat (10) an. Die EL-Schicht (4) umfasst Teilchen mit Nanostrukturen im Bereich der EL-Pigmente,

Figur 6 (erfindungsgemäß):

[0115] Figur 6 zeigt eine schematische Darstellung eines beispielhaften Querschnitts durch ein erfindungsgemäßes EL-Element (1) mit einem Substrat (2), auf welches eine transparente Elektrode (3) aufgebracht ist. Der dem Substrat abgewandten Seite der transparenten Elektrode ist zunächst eine Schicht (19), enthaltend Teilchen mit Nanostrukturen (hier: SWCNT), und dann eine EL-Schicht (4) mit entsprechenden EL-Pigmenten (5) in einer Polymermatrix (6) vorgesehen. Im Kontakt mit der EL-Schicht (4) befindet sich darüber hinaus auf der der transparenten Elektrode (3) abgewandten Seite zwei Dielektrizitätsschichten (7) und (8). An die Dielektrizitätsschicht schließt sich die Rückelektrode (9) sowie gegebenenfalls ein weiteres Substrat (10) an. Die EL-Schicht

(4) umfasst nanotubeartige Teilchen im Bereich der EL-Pigmente. Das Element zeigt eine EL-Emission (22).

Figur 7 (erfindungsgemäß):

[0116] Figur 7 zeigt eine schematische Darstellung eines beispielhaften Querschnitts durch ein erfindungsgemäßes EL-Element (1) mit einem Substrat (2), auf welches eine transparente Elektrode (3) aufgebracht ist. Der dem Substrat abgewandten Seite der transparenten Elektrode ist zunächst eine EL-Schicht (4) mit entsprechenden EL-Pigmenten (5) in einer Polymermatrix (6) vorgesehen. Im Kontakt mit dieser EL-Schicht (4) befindet sich darüber hinaus auf der der transparenten Elektrode (3) abgewandten Seite eine gefloatete Elektroden-schicht (20), enthaltend Teilchen mit Nanostrukturen, sowie zwei Dielektrizitätsschichten (7) und (8). An die Dielektrizitätsschicht schließt sich die Rückelektrode (9) sowie gegebenenfalls ein weiteres Substrat (10) an. Das Element zeigt eine EL-Emission (22). Ein EL-Inverteranschluss (21) ist vorgesehen.

Patentansprüche

1. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element auf der Basis von Zinksulfid, umfassend eine erste transparente Elektrode, zumindest eine Elektrolumineszenz-Schicht, zumindest eine Dielektrizitätsschicht und eine zweite Rückelektrode, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element Teilchen mit Nanostrukturen umfasst,
2. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element zusätzlich noch eine weitere Dielektrizitätsschicht aufweist.
3. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element zusätzlich noch ein erstes Trägersubstrat aufweist.
4. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element zusätzlich noch ein zweites Trägersubstrat aufweist,
6. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Teilchen mit Nanostrukturen ausgewählt sind aus der Gruppe, bestehend aus Single-Wall-Carbon-Nano-Tubes (SWCNTs), Multi-Wall-Carbon-Nano-Tubes (MWCNTs), Nanohorns, Nanodisks, Nanocones, metallischen Nanowires und Kombinationen der zuvor genannten Teilchen.
7. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach An-

spruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teilchen mit Nanostrukturen homogen dispergiert oder willkürlich orientiert oder gerichtet sind.

8. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Kombination zu den Teilchen mit Nanostrukturen in dem Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element sphärische Teilchen verwendet werden, 5

9. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die sphärischen Teilchen Abmessungen von 1 bis 50 nm Durchmesser und/oder 0,01 bis 100 nm Länge aufweisen. 10

10. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Teilchen mit Nanostrukturen SWCNTs oder MWCNTs oder Kombinationen von beiden Arten mit jeweils einem Aspekt-Verhältnis von zumindest 1 : 100 verwendet werden. 20

11. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teilchen mit Nanostrukturen eine hohe dielektrischen Konstante von zumindest 30 oder elektrische Leitfähigkeit aufweisen, 25

12. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teilchen mit Nanostrukturen in mindestens einer der Elektrodenschichten, der EL-Schichten oder der Dielektrizitätsschicht zugegen sind. 30

13. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** Teilchen mit Nanostrukturen in der EL-Schicht zugegen sind, 35

14. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teilchen mit Nanostrukturen in der EL-Schicht mit einem Füllprozentatz, dass die Perkulationsgrenze nicht erreicht wird, enthalten sind. 40

15. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teilchen mit Nanostrukturen in der EL-Schicht mit einem Füllprozentatz von weniger als 2 Gew.-% zugegen sind. 45

16. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** Teilchen mit Nanostrukturen in der Dielektrizitätsschicht zugegen sind. 50

17. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teilchen mit Nanostrukturen in der Dielektrizitätsschicht mit einem Füllprozentatz, dass die Perkulationsgrenze nicht erreicht wird, enthalten sind,

18. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teilchen mit Nanostrukturen in der Dielektrizitätsschicht mit einem Füllprozentatz von weniger als 2 Gew.-% zugegen sind.

19. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** Teilchen mit Nanostrukturen in mindestens einer der Elektrodenschichten zugegen sind,

20. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element eine floatende Elektrodenschicht, enthaltend Teilchen mit Nanostrukturen, zwischen der EL-Schicht und der Dielektrizitätsschicht umfasst,

21. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach einem der Ansprüche 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element eine floatende Elektrodenschicht, enthaltend Teilchen mit Nanostrukturen, zwischen einer ersten Dielektrizitätsschicht und einer zweiten Dielektrizitätsschicht Teilchen mit Nanostrukturen umfasst,

22. Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element in der Elektrolumineszenz-Schicht Elektrolumineszenz-Pigmente enthält, welche mit den Teilchen mit Nanostrukturen im Sinne einer nicht zusammenhängenden Hybridization belegt werden,

23. Verfahren zur Herstellung eines Dickfilm-Elektrolumineszenz-Elements nach einem der Ansprüche 1 bis 22 durch Siebdrucken, Dispenserauftrag oder Ink-Jet-Drucken der einzelnen Schichten,

24. Verfahren zur Herstellung eines Dickfilm-Elektrolumineszenz-Elements nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest das Substrat, welches der transparenten Elektrode zugeordnet ist, innenseitig grafisch lasierend transluzent und opak abdeckend gestaltet ist.

25. Verfahren zur Herstellung eines Dickfilm-Elektrolumineszenz-Elements nach Anspruch 23 oder 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest das Substrat, welches der transparenten Elektrode zugeordnet ist, unterhalb T_g kaltreckbar verformbar ist.

26. Verfahren zur Herstellung eines Dickfilm-Elektrolumineszenz-Element nach einem der Ansprüche 23 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest das Substrat, welches der Rückelektrode zugeordnet ist, unterhalb Tg kaltreckbar verformbar ist, 5

27. Verfahren zur Herstellung eines Dickfilm-Elektrolumineszenz-Elements nach einem der Ansprüche 23 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** das EL-Element dreidimensional verformbar ist und insbesondere unterhalb Tg kaltreckbar verformbar ist und derart eine präzise geformte dreidimensionale Gestalt erhält, 10

28. Verfahren zur Herstellung eines Dickfilm-Elektrolumineszenz-Elements nach einem der Ansprüche 23 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein dreidimensional verformtes Element in einem Spritzgusswerkzeug auf zumindest einer Seite mit einem thermoplastischen Kunststoff angeformt wird, 15 20

29. Verwendung eines Dickfilm-Elektrolumineszenz-Elements gemäß einem der Ansprüche 1 bis 22 oder eines Dickfilm-Elektrolumineszenz-Elements, welches erhältlich ist gemäß dem Verfahren der Ansprüche 23 bis 28, als Dekorelement und/oder Leuchtelement in Innenräumen oder zur Außenanwendung, bevorzugt an Außenfassaden von Gebäuden, in oder an Einrichtungsgegenständen, in oder an Land-, Luft- oder Wasserfahrzeugen, in Gebäudeeinrichtungen, in der Automobilindustrie oder in der Werbebranche. 25 30

35

40

45

50

55

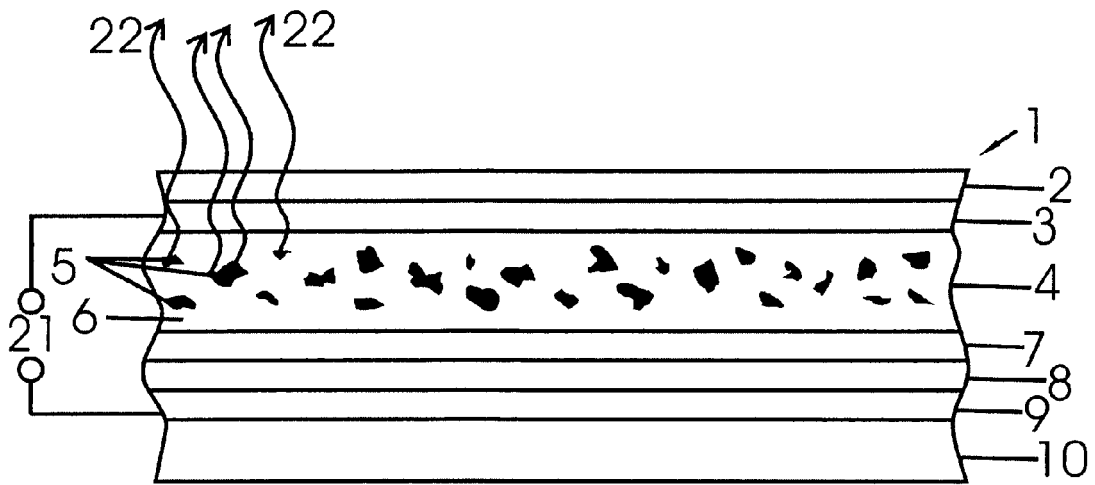


Fig. 1

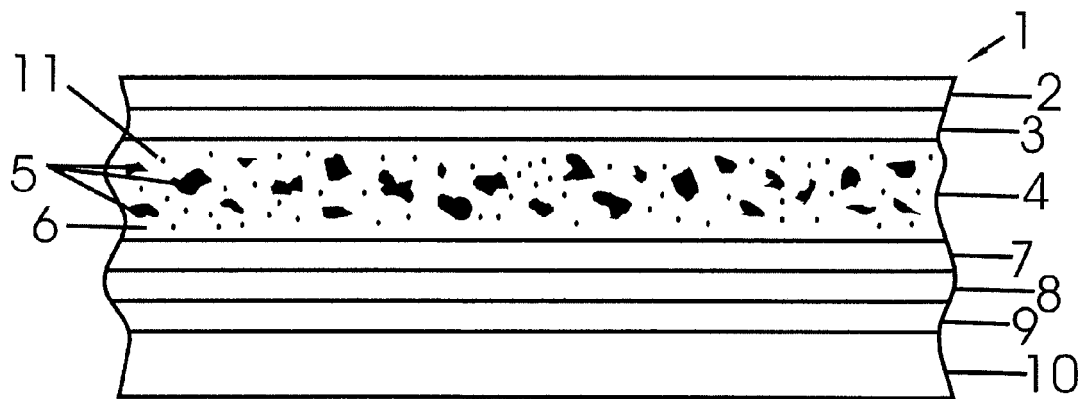


Fig. 2

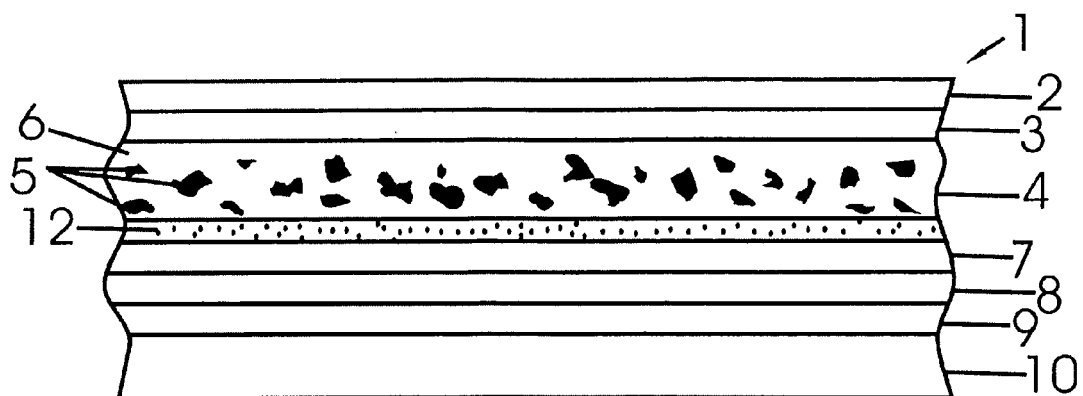


Fig. 3

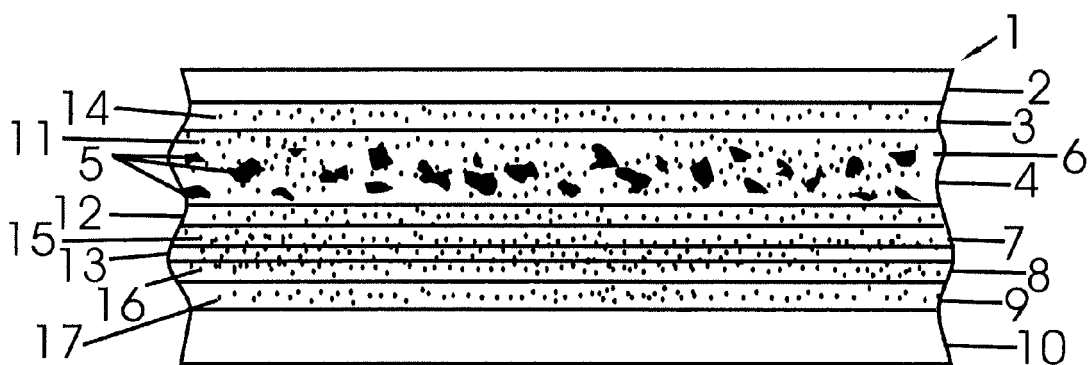


Fig. 4

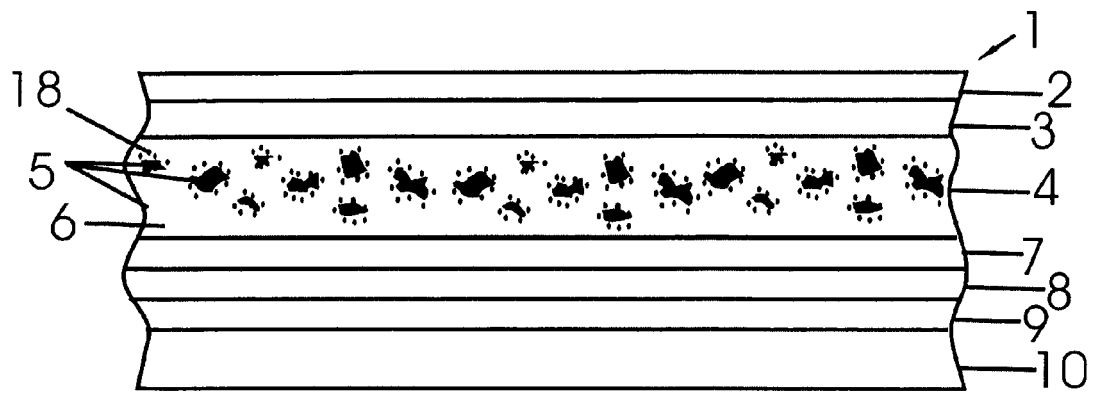


Fig. 5

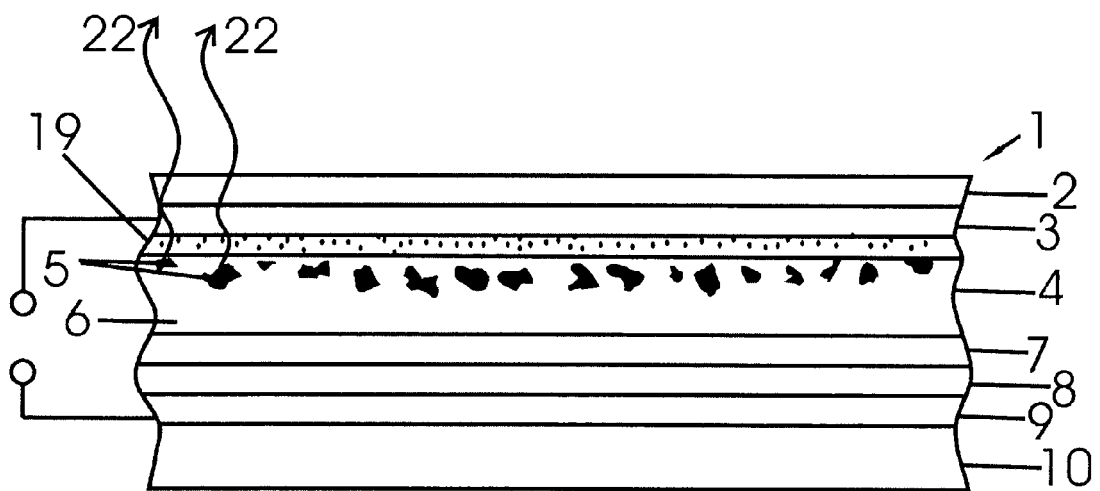


Fig. 6

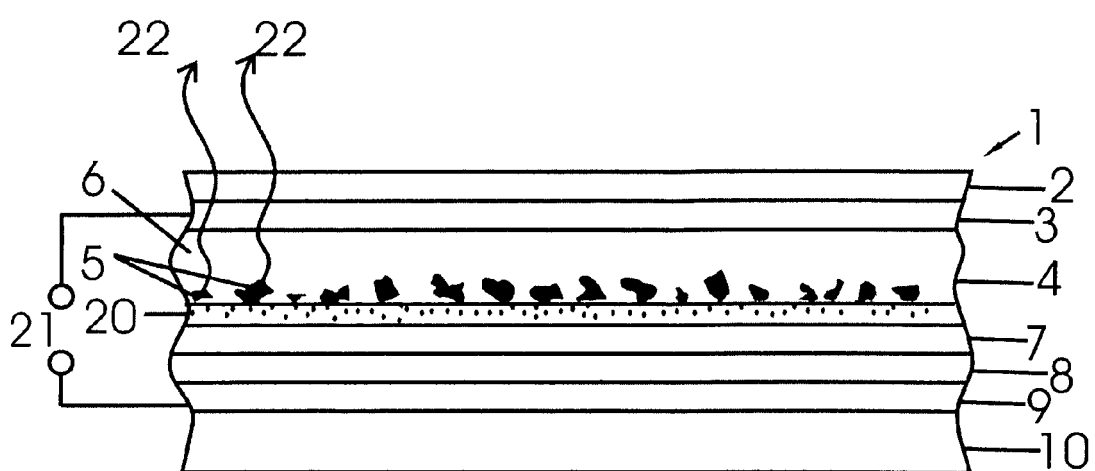


Fig. 7



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 10 8451

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 1 244 335 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]) 25. September 2002 (2002-09-25) * Absätze [0013] - [0039]; Ansprüche 1-16; Abbildungen 1-3 *	1-29	INV. H05B33/22 H05B33/26 H05B33/28
Y	JP 2002 305087 A (SONY CORP) 18. Oktober 2002 (2002-10-18) * Zusammenfassung *	1-29	
Y	KR 2005 0037180 A (HEESUNG PREC LTD [KR]; MATRIX CO LTD [KR]; PARK I SOON [KR]) 21. April 2005 (2005-04-21) * Zusammenfassung *	1-29	
A	EP 1 434 470 A (SAMSUNG SDI CO LTD [KR]) 30. Juni 2004 (2004-06-30) * Absätze [0008] - [0011]; Ansprüche 1-7; Abbildungen 2-5 *	1-29	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H05B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		30. Oktober 2007	
		Prüfer	
		Wengeler, Heinz	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 07 10 8451

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

30-10-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1244335 A	25-09-2002	CN 1376016 A	23-10-2002
		JP 3979072 B2	19-09-2007
		JP 2003178869 A	27-06-2003
		KR 20020074414 A	30-09-2002
		US 2002145383 A1	10-10-2002

JP 2002305087 A	18-10-2002	KEINE	

KR 20050037180 A	21-04-2005	KEINE	

EP 1434470 A	30-06-2004	CN 1520239 A	11-08-2004
		JP 2004207246 A	22-07-2004
		KR 20040056661 A	01-07-2004
		US 2004174117 A1	09-09-2004

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1434470 A2 [0005] [0006]
- WO 2007022226 A2 [0017] [0017]
- US 6248261 B [0088]
- WO 0134723 A [0088]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Handbook of Conducting Polymers. 1986 [0048]