

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
4. September 2008 (04.09.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/104164 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 51/50 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2008/000341

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Februar 2008 (26.02.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 009 530.0
27. Februar 2007 (27.02.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH** [DE/DE]; Leibnizstrasse 4, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **PÄTZOLD, Ralph** [DE/DE]; Immelmannstrasse 5, 91154 Roth (DE). **ARICI BOGNER, Elif** [TR/AT]; Thürnau 31, A-4062 Kirchberg-Thening (AT). **HUNZE, Arvid** [DE/DE]; Heinrich-Kirchner-Strasse 32, Apartment 62, 91056 Erlangen (DE). **HEUSER, Karsten** [DE/DE]; Georg-Frank-Strasse 17, 91056 Erlangen (DE).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Ridlerstrasse 55, 80339 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

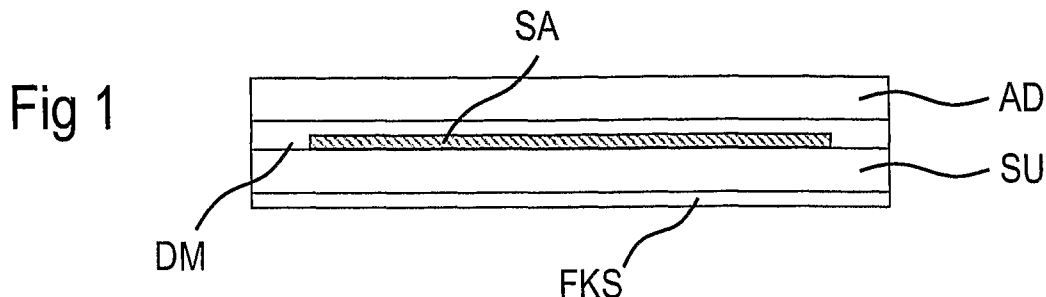
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OLED WITH COLOUR CONVERSION

(54) Bezeichnung: OLED MIT FARBKONVERSION



(57) Abstract: The invention relates to an OLED with a layered construction that is located on a substrate, said construction at least comprising an anode, a cathode and a functional layer situated therebetween. At least one electrode, either the anode or the cathode, is permeable to the light emitted by the functional layer and is situated on the light-emitting side (emission side) of the layered construction. The colour conversion layer or layers has/have quantum dots and is/are situated on the emission side, above or below the layered construction.

(57) Zusammenfassung: Es wird also eine OLED angegeben, die einen auf einem Substrat (SU) angeordneten Schichtaufbau (SA) aufweist, der zumindest Anode, Kathode und eine dazwischen angeordnete Funktionsschicht umfasst. Zumindest eine Elektrode, ausgewählt aus Anode und Kathode ist für das von der Funktionsschicht emittierte Licht durchlässig und auf der lichtemittierenden Seite - Emissionsseite - des Schichtaufbaus angeordnet. Die zumindest eine Farbkonversionsschicht (FKS) weist Quantendots auf und ist auf der Emissionsseite über oder unter dem Schichtaufbau angeordnet.



WO 2008/104164 A1



-
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

Beschreibung

OLED mit Farbkonversion

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2007 009 530.0, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Die Erfindung betrifft eine organische Leuchtdiode - OLED (organic light emitting diode) - mit einer Farbkonversionsschicht zum Umwandeln einer primär von der OLED erzeugten Strahlung einer ersten Wellenlänge in Strahlung und insbesondere in Licht einer zweiten längeren Wellenlänge, wie sie insbesondere als Beleuchtungselement oder als Display eingesetzt werden kann.

Die Verwendung von Farbkonversionsschichten ist eine bekannte Methode, aus der primär von der OLED erzeugten und üblicherweise monochromatischen Strahlung ein Spektrum einer gewünschten Lichtfarbe bzw. Lichtfarbmischung zu erzeugen. Ziel kann es dabei sein, weißes und insbesondere dem Tageslicht angenähertes Licht zu erzeugen, was am besten für Beleuchtungszwecke geeignet ist.

Für LEDs sind Farbkonversionsschichten bekannt, die einen in eine Polymerschicht dispergierten Farbstoff enthalten, der in der Lage ist, die Primärstrahlung der LED zu absorbieren und eine langwelligere Sekundärstrahlung zu erzeugen. Durch eine Kombination von drei Farbkonversionsschichten mit geeignet gewählten Emissionswellenlängen der Sekundärstrahlung bzw. dazu geeigneter Farbstoffe gelingt durch Farbmischung der Emissionswellenlängen eine Annäherung an das Tageslicht. Dabei sind auch die Dicke der einzelnen Farbkonversionsschichten und die Konzentration der darin dispergierten Farbstoffe geeignet auszuwählen.

Für die Verwendung dieser bekannten Farbkonversionsschichten bei OLEDs ist es jedoch nachteilig, dass mit deren Farbstoffen und der Polymermatrix weiteres empfindliches Material in die OLED eingebaut wird, was die Lebensdauer dieser Bauelemente weiter reduziert bzw. durch Zersetzung der organischen Bestandteile das Nachlassen der

Leuchtstärke beschleunigt. Darüber hinaus führt unterschiedliches Altern der unterschiedlichen Farbkonversionsschichten zu einer frühzeitig einsetzenden unerwünschten Farbveränderung des resultierenden emittierten Gesamtspektrums.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine OLED mit einer Farbkonversionsschicht anzugeben, die die genannten Nachteile vermeidet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine OLED mit dem Merkmal von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

Es wird eine OLED vorgeschlagen, die zumindest eine Farbkonversionsschicht aufweist, die Quantendots enthält.

Quantendots haben den Vorteil, dass sie anorganisch und in der Regel unempfindlich gegen Feuchtigkeit und Sauerstoff sind. Sie weisen eine definierte Emissionswellenlänge auf, die keiner Alterung unterworfen und auch photochemisch stabil ist. Sie haben gegenüber Farbkonversionsschichten mit Farbstoffen den weiteren Vorteil, dass sie eine wesentlich breitere Absorptionsbande gegenüber einer Primärstrahlung haben und praktisch alle im Bereich blauer OLEDs liegende kurzwelligere Strahlung absorbieren. Quantendots sind darüber hinaus einfach zu verarbeiten und bei der Herstellung bezüglich ihrer Emissionslänge und auch bezüglich der Breite ihrer Emissionsbande beliebig trimm- und einstellbar. Sie sind auch einfach zu verarbeiten und kommerziell erhältlich.

Es wird also eine OLED angegeben, die einen auf einem Substrat angeordneten Schichtaufbau aufweist, der zumindest Anode, Kathode und eine dazwischen angeordnete Funktionsschicht umfasst. Zumindest eine Elektrode, ausgewählt aus Anode und Kathode ist für das von der Funktionsschicht emittierte Licht durchlässig und auf der lichtemittierenden Seite - Emissionsseite - des Schichtaufbaus angeordnet. Die zumindest eine Farbkonversionsschicht mit den Quantendots ist auf der Emissionsseite über oder unter dem Schichtaufbau angeordnet.

Die zumindest eine Farbkonversionsschicht enthält zumindest eine Sorte von Quantendots, umfasst vorteilhaft jedoch drei bezüglich ihrer Emissionswellenlänge unterschiedliche Quantendots. Diese Emissionswellenlängen können so gewählt sein, dass deren addiertes Gesamt-Emissionsspektrum dem weißen Licht angenähert ist. Auf diese Weise werden für Beleuchtungszwecke gut geeignete OLEDs erhalten.

Die Quantendots können in einer transparenten Matrix dispergiert sein, die z.B. ein organisches Polymer umfasst. Möglich ist es jedoch auch, die als Nanopartikel oder als Suspension von Nanopartikeln vorliegenden Quantendots direkt zur Schichterzeugung der Farbkonversionsschicht zu verwenden. Zum mechanischen Schutz kann die Nanopartikel der Farbkonversionsschicht mit einer Abdeckung versehen werden, welche eine Polymerschicht, eine Folie oder ein festes transparentes Material umfassen kann.

Das den Schichtaufbau tragende Substrat kann transparent und auf der Emissionsseite angeordnet sein. Dabei ist es möglich und vorteilhaft, die Farbkonversionsschicht direkt auf dem Substrat vorzusehen. Dies kann auf der zum Schichtaufbau weisenden Seite des Substrats oder auf der dem Schichtaufbau gegenüberliegenden Seite sein. Letzteres hat den Vorteil, dass keine direkter Kontakt zwischen Elektroden bzw. Funktionsschichten der OLED und der Farbkonversionsschicht erfolgt und letztere auch nach der Herstellung des Schichtaufbaus erst aufgebracht werden kann, so dass Sie den Schichtaufbringbedingungen insbesondere der transparenten Elektrode nicht ausgesetzt zu werden braucht.

Möglich ist es auch, dass die Emissionsseite der dem Substrat gegenüberliegenden Seite des Schichtaufbaus entspricht und dass die Farbkonversionsschicht auf der transparenten Elektrode angeordnet ist. Dies ist unproblematisch, da die Schichterzeugung der Quantendots umfassenden Farbkonversionsschicht bei Raumtemperatur erfolgen und so durchgeführt werden kann, dass keine Beschädigung des Schichtaufbaus und insbesondere keiner der organischen Funktionsschichten erfolgt.

Vorteilhaft ist es, die OLED auf der Emissionsseite mit einer Abdeckung zu versehen und insbesondere zu verkapseln und die Farbkonversionsschicht auf dieser Abdeckung aufzubringen. Dies kann vor der Verkapselung wahlweise auf der Innenseite oder der

Außenseite der Abdeckung erfolgen oder nach der Verkapselung nur noch auf der Außenseite.

Vorteilhaft umfassen Substrat und/oder Abdeckung eine Glasschicht. Glas hat den Vorteil, dass es transparent für emittierte Strahlung, kostengünstig, leicht verarbeitbar, diffusionsdicht und ausreichend mechanisch stabil ist. Zumindest eines aus Substrat und Abdeckung kann gegebenenfalls zusätzlich weitere Schichten umfassen und beispielsweise als Mehrschichtlaminat ausgebildet sein. Zumindest eines aus Substrat und Abdeckung ist für das von der OLED abgestrahlte Licht zumindest teilweise durchlässig.

Das Substrat, insbesondere wenn es nicht auf der Emissionsseite des Schichtaufbaus angeordnet ist, kann jedoch ein beliebig festes gegebenenfalls sogar flexibles Material sein.

Umgekehrt kann die OLED auf fast beliebigen auf gekrümmten Oberflächen aufgebracht werden. Sie kann jedoch auch ein einzeln handhabbares Bauelement sein.

Die OLED kann auf eine beliebig große Substratfläche stufenlos skaliert werden. Der Grundriss kann beliebig gestaltet und einer gegebenen Verwendung angepasst sein. Er kann eine geometrisch regelmäßige Form annehmen wie z.B. ein Rechteck, Polygon, Kreis oder beliebig unregelmäßig sein.

Zwischen Abdeckung und Substrat kann über oder neben der der lichtabstrahlenden aktiven Fläche der OLED ein Hohlraum eingeschlossen sein, in dem ein Getter-Material angeordnet ist. Dieses ist so gewählt, dass es bei eindringender Feuchtigkeit und/oder eindringendem Sauerstoff eine Beschädigung des lichtemittierenden Elements bzw. der OLED verhindern oder zumindest über einen längeren Zeitraum verzögern kann. Das Getter-Material muss daher zur Absorption beziehungsweise zum Binden von Sauerstoff und/oder Feuchtigkeit geeignet sein und ist entsprechend ausgewählt.

Möglich ist es auch, das Getter-Material ohne Hohlraum direkt auf den Schichtaufbau vorzusehen.

Die Abdeckung kann den Schichtaufbau freitragend überspannen und nur außerhalb des aktiven Bereichs der OLED mit dem Substrat verbunden sein, z.B. mit einem Dicht- oder Klebemittel.

Bei größeren aktiven Flächen kann sich die Abdeckung auch auf dem Schichtaufbau abstützen. Dabei kann die gesamte aktive Fläche zum Abstützen dienen. Auf dem Schichtaufbau kann auch ganzflächig eine Klebstoffschicht oder ein Dichtmittel oder ein isolierendes Material aufgebracht und mit der Abdeckung verklebt sein.

Möglich ist jedoch auch, zumindest ein Abstützelement mit kleinerer Grundfläche zwischen Schichtaufbau und Abdeckung vorzusehen. Vorteilhaft ist zumindest im Bereich des zumindest einen Abstützelements zwischen Abstützelement und Schichtaufbau eine Pufferschicht vorgesehen, die insbesondere weich oder elastisch mit niedrigem E-Modul ausgebildet ist, um Beschädigungen des Schichtaufbaus durch die auf ihn einwirkenden Abstützkräfte zu vermeiden.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen Figuren näher erläutert. Die Figuren dienen allein der Veranschaulichung der Erfindung und sind nur schematisch und nicht maßstabsgetreu ausgeführt.

Figuren 1 bis 7 zeigen verschiedene OLEDs mit einer Farbkonversionsschicht

Figuren 8 und 9 zeigen mögliche Schichtaufbauten für die OLED

Figur 10 zeigt einen Schichtaufbau mit einer aus Teilschichten bestehenden Farbkonversionsschicht.

Figur 1 zeigt eine an sich bekannte OLED, welche als Schichtaufbau SA auf einem Substrat SU aufgebaut ist. Mit Hilfe eines Dichtmittels DM ist eine Abdeckung AD über der OLED angeordnet, wobei der Schichtaufbau von dem Dichtmittel abgedeckt ist. Zusätzlich weist die OLED eine Farbkonversionsschicht FKS auf, die direkt auf der Unterseite des Substrats SU aufgebracht ist, welches hier transparent ausgebildet ist und daher die lichtemittierende Seite darstellt.

Figur 2 zeigt eine ähnliche OLED, bei der im Unterschied zu Figur 1 die Farbkonversionsschicht FKS auf der Abdeckung AD aufgebracht ist, die hier transparent ist und die lichtemittierende Seite darstellt.

Figur 3 zeigt eine weitere an sich bekannte Vorrichtung, bei der die Abdeckung AD kappenartig ausgebildet ist und den Schichtaufbau SA berührungsfrei überdeckt. Das Dichtmittel DM ist hier auf den Auflagebereich der Abdeckung AD auf dem Substrat SU beschränkt. Auf der Innenseite der Abdeckung AD kann ein Getter-Material GE aufgebracht sein. Zusätzlich ist auf der Oberseite der hier transparent ausgebildeten Abdeckung AD die Farbkonversionsschicht FKS angeordnet.

Figur 4 zeigt eine ähnlich wie in Figur 3 ausgebildete OLED, bei der im Unterschied zu Figur 3 die Farbkonversionsschicht FKS auf der Unterseite des Substrats SU angeordnet ist, wobei das Substrat hier transparent ist und die lichtemittierende Seite darstellt. Auf der Innenseite der Abdeckung AD, die über dem Schichtaufbau SA einen Hohlraum einschließt, kann ein Getter-Material GE aufgebracht sein.

Figur 5 zeigt eine ähnlich wie in Figur 4 ausgebildete OLED, bei der im Unterschied zu Figur 3 die Farbkonversionsschicht FKS auf der Oberseite der Abdeckung AD angeordnet ist, die hier transparent ist und die lichtemittierende Seite darstellt. Auf kann auf der Innenseite der Abdeckung AD ein Getter-Material GE aufgebracht sein.

Figur 6 und Figur 7 zeigen eine OLED, bei der die Farbkonversionsschicht FKS direkt auf den Schichtaufbau SA aufgebracht ist. Figur 6 zeigt eine direkt auf der eine Farbkonversionsschicht FKS aufliegende Abdeckung AD, während Figur 7 einen unter der Abdeckung den Schichtaufbau SA einschließenden Hohlraum zeigt. Zwischen Farbkonversionsschicht FKS und Abdeckung AD kann in einem Aufbau ähnlich wie in Figur 6 noch eine abdichtende oder haftungsvermittelnde Schicht (nicht dargestellt) vorgesehen sein.

Figur 8 zeigt einen an sich bekannten möglichen Aufbau einer OLED. Die OLED hat einen Schichtaufbau SA, der eine organische Funktionsschicht FS oder eine Schichtenfolge mit

zumindest einer organischen Schicht aufweisen kann mit einem aktiven Bereich, der im Betrieb elektromagnetische Strahlung aussenden kann. Dies ist eine Schicht, die zumindest einen Farbstoff enthält oder in seltenen Fällen nur aus einem Farbstoff besteht.

Weiterhin kann die OLED eine auf dem Substrat SU aufgebrachte erste Elektrode E1 und auf dem Schichtaufbau SA eine zweite Elektrode ES aufweisen, wobei die Funktionsschicht(en) mit dem aktiven Bereich zwischen der ersten und zweiten Elektrode angeordnet sein kann. Vorzugsweise stellt die auf einem transparenten Substrat SU aufliegende erste Elektrode E1 die Anode dar, während die zweite nicht unbedingt transparent ausgeführte Elektrode E2 die Kathode darstellt.

Die Elektroden können eine der Grundfläche der OLED entsprechende einzige zusammenhängende Grundfläche aufweisen, die bereits mit je einer elektrisch Zuleitung angesteuert werden kann, so dass die OLED mit ihrer gesamten aktiven Fläche (Grundfläche) Licht emittieren kann.

Möglich ist es jedoch auch, entweder nur eine oder beide Elektroden durch Strukturieren in kleinere Teilflächen aufzuteilen. Diese Teilflächen können dann auch elektrisch einzeln und werden. Möglich ist es jedoch auch, den gesamten Schichtaufbau der OLED zu strukturieren, um die gewünschten entsprechenden Teilflächen zu erhalten.

Eine im unabhängig ansteuerbare Teilflächen strukturierte OLED kann auch Teilflächen mit unterschiedlichen Farbkonversionsschichten aufweisen. So ist es möglich, neben einheitlich emittierenden Flächen auch aus mehreren unterschiedlich emittierenden Teilflächen bunte Gesamtflächen zu erzeugen, mit denen die Darstellung von Bildern, Symbolen und Mustern gelingt.

Eine transparente erste Elektrode E1, die als Anode ausgeführt sein kann und somit als positive Ladungen oder „Löcher“ injizierendes Material dienen kann, kann beispielsweise ein transparentes leitendes Oxid aufweisen oder aus einem transparenten leitenden Oxid bestehen. Transparente leitende Oxide (transparent conductive oxides, kurz „TCO“) sind transparente, leitende Materialien, in der Regel Metalloxide, wie beispielsweise Zinkoxid, Zinnoxid, Cadmiumoxid, Titanoxid, Indiumoxid oder Indiumzinnoxid (ITO). Neben

binären Metall-Sauerstoffverbindungen, wie beispielsweise ZnO , SnO_2 oder In_2O_3 gehören auch ternäre Metallsauerstoffverbindungen, wie beispielsweise Zn_2SnO_4 , CdSnO_3 , ZnSnO_3 , MgIn_2O_4 , GaInO_3 , $\text{Zn}_2\text{In}_2\text{O}_5$ oder $\text{In}_4\text{Sn}_3\text{O}_{12}$ oder Mischungen unterschiedlicher transparenter leitender Oxide zu der Gruppe der TCOs. Weiterhin müssen die TCOs nicht zwingend einer stöchiometrischen Zusammensetzung entsprechen und können auch p- oder n-dotiert sein. Alternativ oder zusätzlich kann die erste Elektrode auch ein Metall, beispielsweise Silber, aufweisen.

Eine nicht transparente Kathode kann aus einem Metall oder Legierung mit geringer Elektronenaustrittsarbeit bestehen und zum Beispiel Aluminium, Barium, Ruthenium, Indium, Silber, Gold, Magnesium, Calcium oder Lithium sowie Verbindungen, Kombinationen und Legierungen davon umfassen.

Der in Figur 8 dargestellte Schichtaufbau SA kann auch invertiert sein, so dass die erste Elektrode E1 die nicht transparente Kathode und die zweite Elektrode E2 die transparente Anode auf der Emissionsseite darstellt.

Die erste und die zweite Elektrode injizieren „Löcher“ beziehungsweise Elektronen in den aktiven Bereich, die dort unter Ausbildung eines angeregten Zustands rekombinieren können. Dessen Energie wird dann auf den Farbstoff der Funktionsschicht FS übertragen, der dann in einen elektronisch angeregten Zustand übergeht. Unter Emission von elektromagnetischer Strahlung bzw. Licht geht der Farbstoff dann in einen energetisch niedriger gelegenen Zustand oder den Grundzustand über.

Figur 9 zeigt einen weiter verfeinerten Schichtaufbau SA, zwischen Anode (erster Elektrode E1) und Funktionsschicht FS eine Lochleitungsschicht LTS und zwischen Funktionsschicht und Kathode (zweite Elektrode E2) eine Elektronentransportschicht oder eine Elektronen injizierende Schicht ETS angeordnet ist. Eine weitere Schicht kann zwischen Funktionsschicht FS und Lochleitungsschicht LTS vorgesehen sein und zur Absenkung der Injektionsbarriere für Löcher dienen.

Als Schutzschicht und zur Verringerung der Injektionsbarriere für Elektronen kann zwischen Kathode und Elektronentransportschicht ETS noch eine dünne Schicht aus LiF oder CsF aufgedampft sein.

Figur 10 zeigt einen möglichen Aufbau einer aus mehreren Teilschichten zusammengesetzten Farbkonversionsschicht FKS. Die z.B. direkt über oder unter dem Schichtaufbau SA angeordnete Farbkonversionsschicht FKS umfasst hier eine erste Teilschicht TS1, die einen im Roten emittierenden Quantendot aufweist. Eine darüber (oder darunter) angeordnete zweite Teilschicht TS2, die weist einen orange emittierenden Quantendot auf. Die darüber (oder darunter) angeordnete dritte Teilschicht TS3 weist einen grün emittierenden Quantendot auf.

Die Teilschichten TS der Farbkonversionsschicht FKS können als Dispersion in einer polymeren Matrix aufgebracht werden, die gegebenenfalls nach dem Aufbringen aushärtet. Möglich ist jedoch auch die Nanopartikel der Quantendot als Suspension in einem Lösungsmittel aufzubringen, so dass nach Abdampfen des Lösungsmittels eine reine Nanopartikelschicht verbleibt, die eine Teilschicht darstellen kann.

Das Aufbringen der Dispersion oder Suspension kann durch Aufschleudern erfolgen. Die Dispersivität der Nanopartikel in der Matrix oder im Lösungsmittel ist dabei eine Funktion der Oberfläche, in die die Quantendots eingebettet sind. Beispielsweise sind in Triphenylphosphit eingebettete Quantendots in Acetonitril löslich, während in Tri-n-octylphosphin eingebettete Quantendots in einer nicht polaren Matrix oder einem solchen Lösungsmittel löslich bzw. dispergierbar sind. Geeignet ist z.B. Toluol.

Mittels Aufschleudern als Aufbringverfahren kann die erforderliche Anzahl von Teilschichten TS_n ($n > 1$) gefahrlos direkt übereinander aufgebracht werden, ohne dass eine untere Teilschicht TS_{n-1} dabei beschädigt wird.

Die Quantendots haben eine nanoskopische Struktur und sind meist aus Halbleitermaterial (z.B. InGaAs, CdSe oder auch GaInP/InP). Die Ladungsträger (Elektronen, Löcher) in einem Quantendot sind in allen drei Raumdimensionen so weit eingeschränkt, dass ihre Energie nicht mehr kontinuierliche, sondern nur noch diskrete Werte annehmen kann.

Diese Energie bzw. der Unterschied zwischen diskreten Energieniveaus des Quantendots bestimmt die Emissionswellenlänge des Quantendots.

Die Emissionswellenlänge des Quantendots ist dabei eine Funktion der Größe des Quantendots. Sie kann ein schmales Gauss'sches Emissionsband zeigen, das z.B. für CdSe Nanopartikel eines Durchmessers von 2 nm ein Maximum bei 520 nm aufweist. Der gleiche Nanopartikel dagegen mit einem Durchmessers von 6 nm zeigt ein Emissionsmaximum bei 640 nm. Das heißt, dass die Quantendots maßgeschneidert auf eine bestimmte Emissionswellenlänge hin hergestellt werden können. Dies ist ein weiterer Vorteil gegenüber Farbkonversionsschichten mit Farbstoffen, wobei dort für jede Teilschicht erst der richtige zur Wellenlänge passende Farbstoff gefunden werden muss, also z.B. drei verschiedene Farbstoffe, die dann auch noch unterschiedlich absorbieren.

Bei enger Partikelgrößenverteilung der Quantendots in einer Teilschicht (Trägersubstrat) kann eine schmale Emissionsbande mit dieser Teilschicht erhalten werden, die z.B. eine FWHM Breite (full width at half maximum) von weniger als 40 nm aufweist.

Das Absorptionsspektrum der Quantendots dagegen hängt in nur geringem Maß von ihrem Durchmesser ab, so dass alle unterschiedlichen Quantendots in den Teilschichten TS der Farbkonversionsschicht FKS mit der gleichen Wellenlänge angeregt werden können. Die Anregungswellenlänge wird vorzugsweise im Blauen bei ca. 300 bis 450 nm ausgewählt, allein weil blau mittels einer Farbkonversionsschicht in alle anderen langwelligeren Farben konvertiert werden kann.

Die Dicke der Farbkonversionsschicht FKS bzw. jeder ihrer Teilschichten TS kann leicht durch die Parameter des Aufschleuderverfahrens eingestellt werden, so dass eine gewünschte Mischfarbe aus den einzelnen Emissionswellenlängen der Teilschichten auch exakt eingestellt und erhalten werden kann.

Die nur anhand weniger Ausführungsbeispiele beschriebene Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungen beschränkt. Vielmehr ist es möglich, in einzelnen Figuren dargestellte Einzelmerkmale mit in anderen Figuren dargestellten Merkmalen zu kombinieren. Die genaue des Schichtaufbaus SA, der Abdeckung AD, die Art und Ausgestaltung des

Substrat SU, und die Größenverhältnisse können von den in den Figuren dargestellten Ausführungen abweichen. Soweit Materialangaben bezüglich der einzelnen Elemente der erfindungsgemäßen OLED gemacht wurden, so sind diese doch nicht bindend. Insbesondere ist es möglich, für einzelne Komponenten der Vorrichtung, soweit diese mit bekannten Vorrichtungen übereinstimmen, die entsprechenden bekannten Materialien einzusetzen.

Die OLED kann zu Beleuchtungszwecken vorwiegend mit weißer Mischfarbe emittierend eingesetzt werden. Die Farbkonversionsschicht bzw. deren Teilschichten kann jedoch auch eine andere resultierende Lichtfarbe ergeben, so dass auch z.B. dekorative Anwendungen und darstellende Abbildungen mit der OLED erzeugt werden können. Mit einer strukturierten OLED mit einzeln ansteuerbaren Teilflächen, die unterschiedliche mittels unterschiedlicher Farbkonversionsschichten erzeugte Lichtfarben emittieren, lassen sich auch bunte und animierte Lichteffekte erzielen.

Patentansprüche

1. OLED, aufweisend einen auf einem Substrat (SU) angeordneten Schichtaufbau (SA) aus zumindest Anode, Kathode und einer dazwischen angeordneten Funktionsschicht (FS), wobei zumindest eine Elektrode (E), ausgewählt aus Anode und Kathode für das von der Funktionsschicht emittierte Licht durchlässig und auf der Emissionsseite des Schichtaufbau angeordnet ist, wobei die OLED zumindest eine auf der Emissionsseite über oder unter dem Schichtaufbau angeordnete, als Farbkonversionsschicht (FKS) dienende Schicht aufweist, die Quantendots enthält.

2. OLED nach Anspruch 1, bei der die zumindest eine Farbkonversionsschicht (FKS) drei bezüglich ihrer Emissionswellenlänge unterschiedliche Quantendots aufweist, deren addiertes Gesamt-Emissionsspektrum dem weißen Licht angenähert ist.

3. OLED nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Quantendots in einer transparenten Matrix dispergiert sind.

4. OLED nach einem der Ansprüche 1 - 3, bei der die Quantendots in einer transparenten Matrix aus einem organischen Polymer enthalten sind.

5. OLED nach einem der Ansprüche 1 - 4, bei der die Quantendots als Nanopartikelschicht aufgebracht und mit einer transparenten Schutzschicht abgedeckt sind.

6. OLED nach einem der Ansprüche 1 - 5, bei der das den Schichtaufbau (SA) tragende Substrat (SU) transparent und auf der Emissionsseite angeordnet ist, und bei der die Farbkonversionsschicht (FKS) auf dem Substrat aufgebracht ist.

7. OLED nach einem der Ansprüche 1 - 5,
bei der die Emissionsseite der dem Substrat (SU) gegenüberliegenden Seite des Schichtaufbaus (SA) entspricht und bei der die Farbkonversionsschicht (FKS) auf der transparenten Elektrode (E1) angeordnet ist.

8. OLED nach einem der Ansprüche 1 - 7,
bei der zumindest drei Teilschichten (TS) die Farbkonversionsschicht (FKS) bilden und übereinander angeordnet sind, die jeweils eine Sorte Quantendots mit einer dieser Sorte zugewiesenen Emissionswellenlängen enthalten, wobei sich die Emissionswellenlängen der Quantendots in den zumindest drei Teilschichten der Farbkonversionsschicht unterscheiden.

9. OLED nach einem der Ansprüche 1 - 8,
bei der Schichtaufbau (SA) zwischen dem Substrat (SU) und einer Abdeckung (AD) verkapselt ist.

10. OLED nach Anspruch 9,
bei der Substrat (SU) und Abdeckung (AD) eine Glasschicht umfassen.

11. OLED nach einem der Ansprüche 1 - 8,
bei der die zumindest eine Farbkonversionsschicht (FKS) auf der Abdeckung (AD) aufgebracht ist.

12. OLED nach Anspruch 11,
bei der die zumindest eine Farbkonversionsschicht (FKS) auf der zum Schichtaufbau (SA) weisenden Innenseite der Abdeckung (AD) aufgebracht ist.

1/2

Fig 1

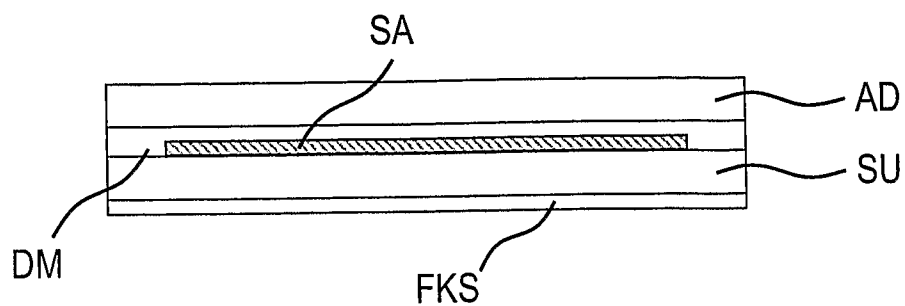


Fig 2

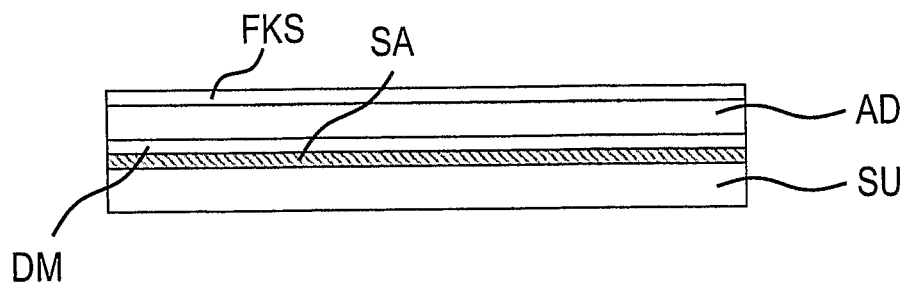


Fig 3

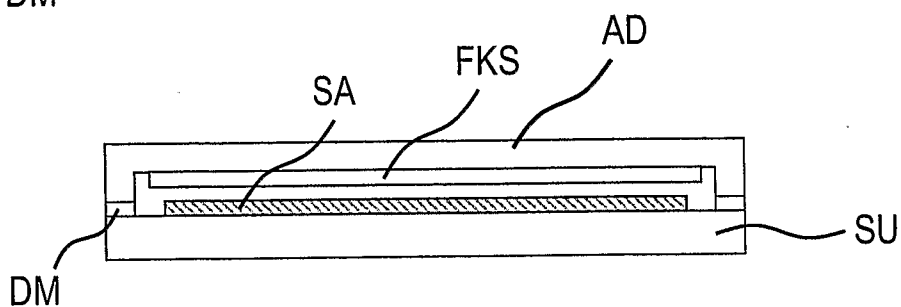


Fig 4

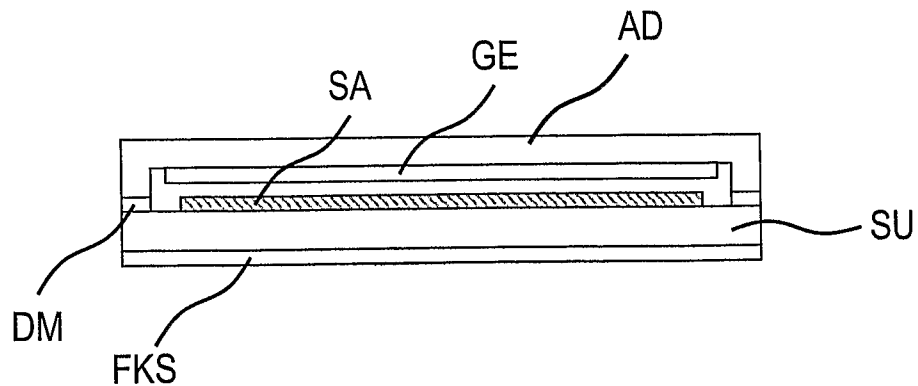
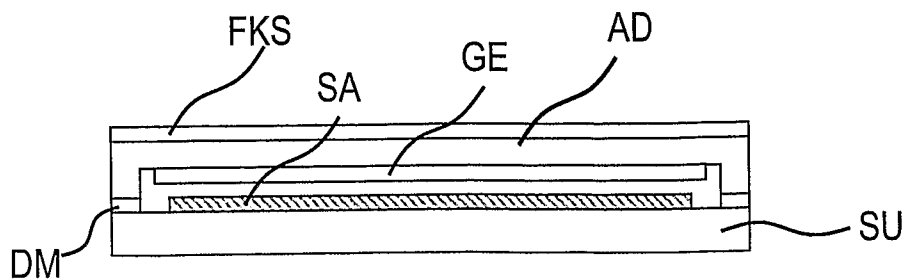


Fig 5



2/2

Fig 6

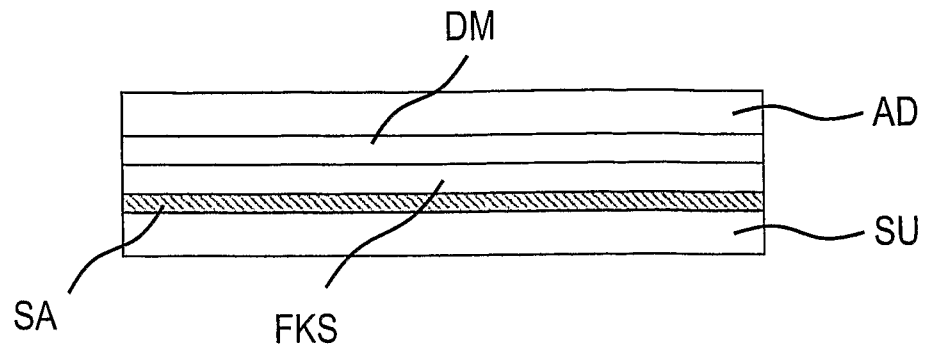


Fig 7

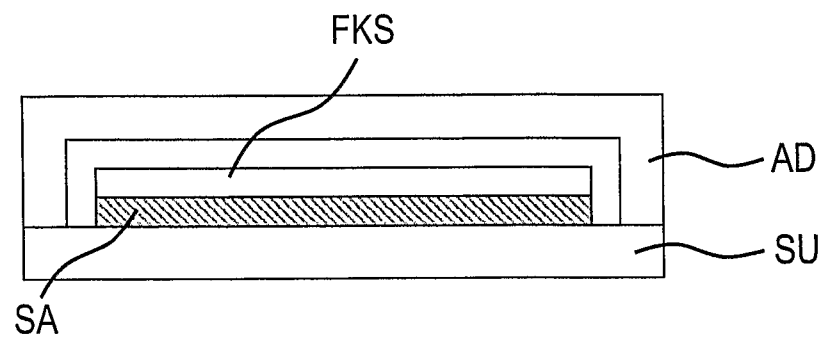


Fig 8

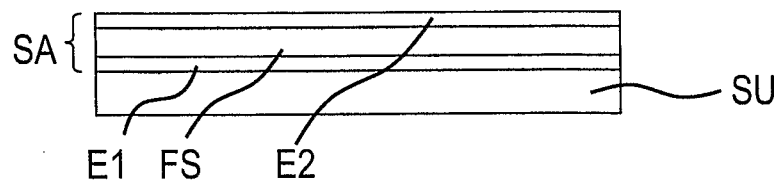


Fig 9

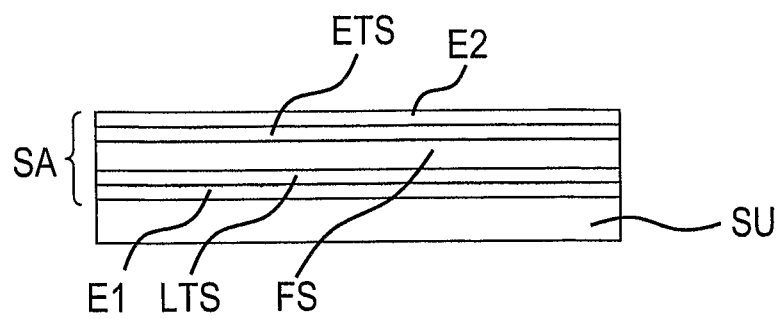
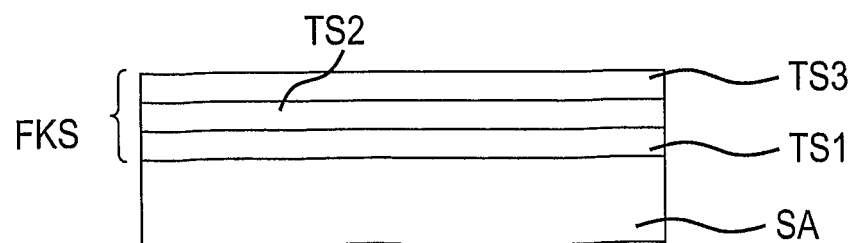


Fig 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2008/000341

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L51/50

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 00/17903 A (FED CORP [US]; SOKOLIK IGOR [US]; CAMPOS RICHARD A [US]) 30 March 2000 (2000-03-30) page 8, line 26 - page 11, line 31 page 13, line 11 - page 14, line 30 figures	1,3,4,6, 7,9-12
X	EP 1 731 583 A (IDEMITSU KOSAN CO [JP]) 13 December 2006 (2006-12-13)	1,3,4,6, 7
Y	paragraphs [0017], [0018], [0020], [0030], [0031], [0054] - [0056], [0068], [0069], [0084], [0094]; figure 12 ----- -/--	2,5,8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 Juli 2008

Date of mailing of the international search report

09/07/2008

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

De Laere, Ann

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2008/000341

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>WO 99/50916 A (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY [US]; HEWLETT PACKARD CO [US]) 7 October 1999 (1999-10-07) page 3, lines 13-30 page 5, lines 19-25 page 6, line 31 - page 7, line 7 page 8, lines 9-28 page 10, lines 16-25</p> <p>-----</p>	2,8
Y	<p>WO 01/66997 A (TELEDYNE LIGHTING & DISPLAY [US]) 13 September 2001 (2001-09-13) page 2, lines 8-14 page 2, line 30 - page 3, line 4 page 3, lines 17-23 page 5, lines 27-31</p> <p>-----</p>	5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2008/000341

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0017903	A	30-03-2000	EP 1042775 A2	11-10-2000
EP 1731583	A	13-12-2006	CN 1938396 A	28-03-2007
			WO 2005097939 A1	20-10-2005
			KR 20070004010 A	05-01-2007
WO 9950916	A	07-10-1999	EP 1070355 A1	24-01-2001
			JP 2002510866 T	09-04-2002
			US 6501091 B1	31-12-2002
			US 2003127659 A1	10-07-2003
			US 2003127660 A1	10-07-2003
			US 6803719 B1	12-10-2004
WO 0166997	A	13-09-2001	AU 5289401 A	17-09-2001
			CA 2401459 A1	13-09-2001
			EP 1264353 A2	11-12-2002
			JP 2003526190 T	02-09-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2008/000341

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01L51/50

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 00/17903 A (FED CORP [US]; SOKOLIK IGOR [US]; CAMPOS RICHARD A [US]) 30. März 2000 (2000-03-30) Seite 8, Zeile 26 - Seite 11, Zeile 31 Seite 13, Zeile 11 - Seite 14, Zeile 30 Abbildungen	1,3,4,6, 7,9-12
X	EP 1 731 583 A (IDEMITSU KOSAN CO [JP]) 13. Dezember 2006 (2006-12-13)	1,3,4,6, 7
Y	Absätze [0017], [0018], [0020], [0030], [0031], [0054] - [0056], [0068], [0069], [0084], [0094]; Abbildung 12 ----- -/-	2,5,8

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. Juli 2008

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

09/07/2008

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

De Laere, Ann

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 99/50916 A (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY [US]; HEWLETT PACKARD CO. [US]) 7. Oktober 1999 (1999-10-07) Seite 3, Zeilen 13-30 Seite 5, Zeilen 19-25 Seite 6, Zeile 31 - Seite 7, Zeile 7 Seite 8, Zeilen 9-28 Seite 10, Zeilen 16-25 -----	2,8
Y	WO 01/66997 A (TELEDYNE LIGHTING & DISPLAY [US]) 13. September 2001 (2001-09-13) Seite 2, Zeilen 8-14 Seite 2, Zeile 30 - Seite 3, Zeile 4 Seite 3, Zeilen 17-23 Seite 5, Zeilen 27-31 -----	5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2008/000341

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0017903	A	30-03-2000	EP 1042775 A2	11-10-2000
EP 1731583	A	13-12-2006	CN 1938396 A	28-03-2007
			WO 2005097939 A1	20-10-2005
			KR 20070004010 A	05-01-2007
WO 9950916	A	07-10-1999	EP 1070355 A1	24-01-2001
			JP 2002510866 T	09-04-2002
			US 6501091 B1	31-12-2002
			US 2003127659 A1	10-07-2003
			US 2003127660 A1	10-07-2003
			US 6803719 B1	12-10-2004
WO 0166997	A	13-09-2001	AU 5289401 A	17-09-2001
			CA 2401459 A1	13-09-2001
			EP 1264353 A2	11-12-2002
			JP 2003526190 T	02-09-2003