

(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
19. März 2020 (19.03.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/053137 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G09G 3/3225 (2016.01) G09G 3/20 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/073974

(22) Internationales Anmeldedatum:
09. September 2019 (09.09.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 122 545.8
14. September 2018 (14.09.2018) DE

(71) Anmelder: **OSRAM OLED GMBH** [DE/DE]; Leibniz-
straße 4, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder: **ILLEK, Stefan**; Bayerwaldstr. 45, 93093 Do-
naustauf (DE). **HALBRITTER, Hubert**; Am Arzberg 3,
92345 Dietfurt (DE). **PERZLMAIER, Korbinian**; Barba-
ra-Blomberg-Str. 42, 93055 Regensburg (DE).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER PATENTAN-
WALTSGESELLSCHAFT MBH**; Schloßschmidstr. 5,
80639 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, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,

NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

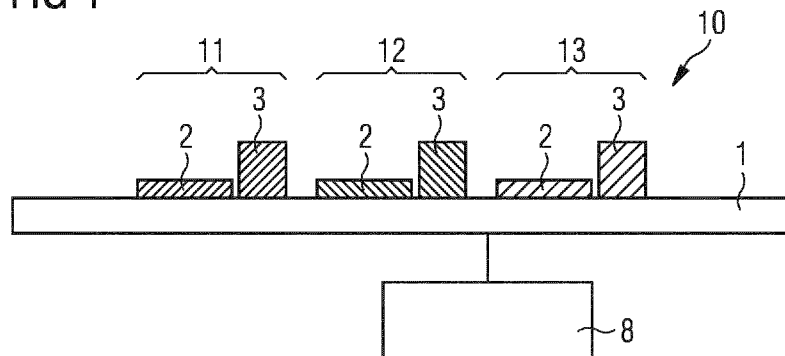
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: LED DISPLAY AND METHOD FOR OPERATING AN LED DISPLAY

(54) Bezeichnung: LED-DISPLAY UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES LED-DISPLAYS

FIG 1



(57) Abstract: An LED display (10) having a multiplicity of pixels (11, 12, 13) is described, wherein the pixels each contain at least one inorganic LED (3) and at least one organic LED (2). Furthermore, a method for operating the LED display (10) is specified.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein LED-Display (10) mit einer Vielzahl von Pixeln (11, 12, 13) beschrieben, wobei die Pixel jeweils zumindest eine anorganische LED (3) und zumindest eine organische LED (2) enthalten. Weiterhin wird ein Verfahren zum Betrieb des LED-Displays (10) angegeben.



WO 2020/053137 A1

Beschreibung

LED-DISPLAY UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES LED-DISPLAYS

5 Die Erfindung betrifft ein LED-Display sowie ein Verfahren zum Betrieb des LED-Displays.

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2018 122 545.8, deren Offenbarungsgehalt
10 hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Eine Anforderung an Displays, die zum Beispiel im Automobilbereich oder in mobilen Endgeräten eingesetzt werden, ist eine kontrastreiche Darstellung in verschiedenen
15 Beleuchtungssituationen. Hierzu ist es wünschenswert, dass das Display sowohl bei geringen Helligkeiten als auch bei großen Helligkeiten eine Vielzahl möglicher Helligkeitsstufen oder anders ausgedrückt einen hohen Dynamikumfang aufweist.

20 Eine zu lösende Aufgabe besteht somit darin, ein Display anzugeben, das sich insbesondere durch einen verbesserten Dynamikumfang und eine hohe Maximalhelligkeit auszeichnet. Weiterhin soll ein geeignetes Verfahren zum Betrieb eines solchen Displays angegeben werden.

25

Diese Aufgaben werden durch ein LED-Display und ein Verfahren zum Betrieb des LED-Displays gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen
30 Ansprüche.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das LED-Display eine Vielzahl von Pixeln auf, wobei die Pixel jeweils

zumindest eine anorganische LED und zumindest eine organische LED enthalten. Durch die Anordnung von jeweils mindestens einer anorganischen LED und mindestens einer organischen LED in den Pixeln kann vorteilhaft ein sehr hoher Dynamikbereich bei gleichzeitig hoher Effizienz realisiert werden. Bei dem LED-Display werden beispielsweise bei großen Helligkeiten die anorganischen LEDs der Pixel betrieben, und bei geringen Helligkeiten, insbesondere im Nachtbetrieb des Displays, die organischen LEDs der Pixel betrieben. Bei dem LED-Display werden somit die Vorteile anorganischer LEDs, sehr hohe Helligkeiten erzielen zu können, mit den Vorteilen organischer LEDs, die bei geringen Helligkeiten gut dimmbar sind und einen hohen Kontrast aufweisen, miteinander kombiniert.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das LED-Display eine Steuervorrichtung auf, die dazu eingerichtet ist, die Helligkeit der Pixel zumindest zeitweise durch Pulsweitenmodulation zu regeln. Bei der Pulsweitenmodulation werden die anorganischen LEDs und/oder die organischen LEDs der Pixel bei konstanter Amplitude der Stromstärke mit Pulsen, insbesondere mit Rechteckpulsen, betrieben, deren Tastgrad bei fester Frequenz moduliert wird, das heißt die Breite der Rechteckpulse wird entsprechend der gewünschten Helligkeit moduliert. Die Pulsweitenmodulation kann insbesondere dazu eingesetzt werden, die Helligkeit der Pixel bei hohen Helligkeiten zu regeln.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Steuervorrichtung dazu eingerichtet, die Helligkeit der anorganischen LED der Pixel zumindest zeitweise durch Pulsweitenmodulation zu regeln, und die Helligkeit der organischen LED der Pixel zumindest zeitweise durch die

Regelung der Stromstärkenamplitude zu regeln. "Zumindest zeitweise" kann insbesondere bedeuten, dass die anorganische LED und die organische LED nicht notwendigerweise zeitgleich betrieben werden, vielmehr kann temporär nur ein Betrieb der

5 anorganischen LED und temporär nur ein Betrieb der organischen LED erfolgen. Bei dem LED-Display werden gemäß dieser Ausgestaltung zwei verschiedene Möglichkeiten der Regelung der Helligkeit der Pixel in vorteilhafter Weise miteinander kombiniert. Die Kombination der beiden
10 verschiedenen Techniken ermöglicht insbesondere eine Erhöhung des Dynamikumfangs des LED-Displays. Beispielsweise kann bei geringen Helligkeiten die organische LED der Pixel durch Regelung der Stromstärkenamplitude, das heißt durch sogenanntes analoges Stromdimming, geregelt werden. Bei
15 größeren Helligkeiten kann die Regelung der Helligkeit der anorganischen LED der Pixel durch Pulsweitenmodulation erfolgen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die
20 Steuervorrichtung dazu eingerichtet, in einem ersten Helligkeitsbereich nur die organische LED der Pixel zu betreiben, und in einem zweiten Helligkeitsbereich, der größere Helligkeiten umfasst als der erste Helligkeitsbereich, nur die anorganische LED der Pixel zu
25 betreiben. Bei dieser Ausgestaltung wird die organische LED in dem ersten Helligkeitsbereich vorzugsweise durch Regelung der Stromstärkenamplitude betrieben, und die anorganische LED in dem zweiten Helligkeitsbereich durch Pulsweitenmodulation betrieben. Alternativ ist es möglich, dass sowohl die
30 organische LED als auch die anorganische LED durch eine Regelung der Stromstärkenamplitude betrieben werden. Es ist möglich, aber nicht zwingend notwendig, dass der erste Helligkeitsbereich und der zweite Helligkeitsbereich nicht

miteinander überlappen. In diesem Fall wird in Abhängigkeit von der Helligkeit jeweils nur die organische LED oder nur die anorganische LED der Pixel betrieben. Der zweite Helligkeitsbereich schließt bei dieser Ausgestaltung
5 vorteilhaft direkt an den ersten Helligkeitsbereich an.

Bei einer weiteren Ausgestaltung ist die Steuervorrichtung dazu eingerichtet, in einem Übergangsbereich, der Helligkeiten zwischen dem ersten und dem zweiten
10 Helligkeitsbereich umfasst, sowohl die organische LED der Pixel als auch die anorganische LED der Pixel zu betreiben. Bei dieser Ausgestaltung erfolgt in dem Übergangsbereich ein Mischbetrieb, bei dem sowohl die organische LED als auch die anorganische LED der Pixel betrieben wird.

15 Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Helligkeit der Pixel in einem Dynamikbereich mit mindestens 2^n-1 Helligkeitsstufen regelbar, wobei $n > 20$. Anders ausgedrückt hat das LED-Display bei dieser Ausgestaltung einen
20 Dynamikumfang von mindestens 20 Bit. Bei weiter bevorzugten Ausgestaltungen kann der Dynamikumfang mindestens 22 Bit, mindestens 24 Bit oder sogar mindestens 26 Bit betragen. Ein so hoher Dynamikumfang wäre mit einem herkömmlichen LED-Display, das beispielsweise nur anorganische LEDs oder nur
25 organische LEDs umfasst, nach derzeitigen Stand der Technik nicht zu realisieren. Die hierin vorgeschlagene Kombination der Vorteile beider Technologien durch den Einsatz von jeweils mindestens einer organischen LED und mindestens einer anorganischen LED in den Pixeln des LED-Displays wird ein
30 derart hoher Dynamikumfang ermöglicht.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die anorganische LED und die organische LED in den Pixeln nebeneinander

angeordnet. In diesem Fall wird vermieden, dass die organische LED von der anorganischen LED durchstrahlt wird oder umgekehrt die anorganische LED von der organischen LED durchstrahlt wird.

5

Gemäß zumindest einer weiteren Ausführungsform sind die anorganische LED und die organische LED in den Pixeln übereinander angeordnet. Diese Anordnung ermöglicht insbesondere eine besonders platzsparende Anordnung der Pixel, so dass ein vergleichsweise geringer Pixelabstand erzielt werden kann.

Es wird weiterhin ein Verfahren zum Betrieb eines LED-Displays angegeben, das eine Vielzahl von Pixeln umfasst, wobei die Pixel jeweils zumindest eine anorganische LED und zumindest eine organische LED umfassen, und wobei eine Helligkeit der Pixel zumindest zeitweise durch Pulsweitenmodulation und zumindest zeitweise durch eine Regelung der Stromstärkenamplitude geregelt wird. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens und daraus resultierende Vorteile ergeben sich unter anderem aus der vorherigen Beschreibung des LED-Displays, so dass diese hier nicht mehr vollständig erläutert werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird die Helligkeit der anorganischen LED der Pixel zumindest zeitweise durch Pulsweitenmodulation geregelt, wobei die Helligkeit der organischen LED der Pixel zumindest zeitweise durch eine Regelung der Stromstärkenamplitude geregelt wird. Alternativ oder zusätzlich kann bei dem Verfahren ein Betriebsmodus vorgesehen sein, bei dem sowohl die organische LED als auch die anorganische LED durch eine Regelung der Stromstärkenamplitude betrieben werden. Vorzugsweise wird

zumindest zeitweise nur die organische LED der Pixel oder nur die anorganische LED der Pixel betrieben. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass in einem ersten Helligkeitsbereich nur die organische LED der Pixel betrieben wird, und in einem
5 zweiten Helligkeitsbereich, der größere Helligkeiten umfasst als der erste Helligkeitsbereich, nur die anorganische LED der Pixel betrieben wird. Bei einer Ausgestaltung des Verfahrens werden in einem Übergangsbereich, der Helligkeiten zwischen dem ersten und dem zweiten Helligkeitsbereich
10 umfasst, sowohl die organische LED der Pixel als auch die anorganische LED der Pixel betrieben.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens weist die Helligkeit der Pixel einen Dynamikbereich mit mindestens
15 $2^n - 1$ Helligkeitsstufen auf, wobei $n \geq 20$, bevorzugt $n \geq 22$, $n \geq 24$ oder sogar $n \geq 26$ ist. Der Dynamikbereich beträgt mit anderen Worten mindestens 20 Bit, mindestens 22 Bit, mindestens 24 Bit oder sogar mindestens 26 Bit. Das Verhältnis der minimal einstellbaren Helligkeit zur maximalen
20 einstellbaren Helligkeit beträgt beispielsweise für $n = 26$ 1:67.108.863.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung weist die Helligkeit der anorganischen LED der Pixel und/oder der organischen LED der
25 Pixel einen Dynamikbereich mit mindestens $2^n - 1$ Helligkeitsstufen auf, wobei $n \geq 10$ ist. Bei weiter bevorzugten Ausgestaltungen kann $n \geq 12$ oder sogar $n \geq 18$ sein. Anders ausgedrückt beträgt der Dynamikbereich der anorganischen LED und/oder der organischen LED mindestens 10
30 Bit, bevorzugt mindestens 12 Bit oder sogar mindestens 18 Bit. Besonders bevorzugt weisen sowohl die anorganische LED als auch die organische LED jeweils einen Dynamikbereich von mindestens 10 Bit oder mindestens 12 Bit oder sogar

mindestens 18 Bit auf. Wenn der Dynamikbereich der Pixel insgesamt beispielsweise mindestens 26 Bit beträgt, kann dieser dadurch realisiert sein, dass die organische LED einen Dynamikbereich von mindestens 18 Bit und die anorganische LED
5 einen Dynamikbereich von mindestens 18 Bit aufweist, wobei die Helligkeitsstufen in einem Bereich von 10 Bit miteinander überlappen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des LED-Displays und des
10 Verfahrens zu dessen Betrieb ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung verschiedener Beispiele im Zusammenhang mit den Figuren 1 bis 12.

15 Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines LED-Displays gemäß einem ersten Beispiel,

20 Figur 2 eine schematische Darstellung eines LED-Displays gemäß einem zweiten Beispiel,

Figur 3 den Dynamikumfang der Pixel in Abhängigkeit von der relativen Helligkeit, und

25 Figur 4 eine schematische Darstellung eines LED-Displays gemäß einem dritten Beispiel,

Figur 5 eine schematische Darstellung eines LED-Displays
30 gemäß einem vierten Beispiel,

Figur 6 eine schematische Darstellung eines LED-Displays gemäß einem fünften Beispiel,

Figur 7 eine schematische Darstellung eines LED-Displays gemäß einem sechsten Beispiel,

5 Figur 8 eine schematische Darstellung eines LED-Displays gemäß einem siebten Beispiel,

Figur 9 eine schematische Darstellung eines LED-Displays gemäß einem achten Beispiel,

10

Figur 10 eine schematische Darstellung eines LED-Displays gemäß einem neunten Beispiel,

Figur 11 eine schematische Darstellung eines LED-Displays
15 gemäß einem zehnten Beispiel, und

Figur 12 eine schematische Darstellung eines LED-Displays gemäß einem elften Beispiel.

20 Gleiche oder gleichwirkende Elemente sind in den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Größen der dargestellten Elemente sowie die Größenverhältnisse der Elemente untereinander sind nicht als maßstabsgerecht anzusehen, vielmehr können einzelne Elemente zur
25 Verdeutlichung übertrieben groß dargestellt sein.

In Figur 1 ist schematisch ein erstes Beispiel eines LED-Displays 10 dargestellt. Das LED-Display 10 weist mehrere Pixel 11, 12, 13 auf, wobei hier und in den weiteren Figuren
30 zur Vereinfachung der Darstellung jeweils nur drei Pixel 11, 12, 13 dargestellt sind. Das LED-Display 10 kann eine Vielzahl derartiger Pixel, beispielsweise mehr als 100.000 Pixel oder mehr als 1 Mio. Pixel aufweisen. Bei dem LED-

Display 10 umfasst jedes Pixel 11, 12, 13 jeweils mindestens eine organische LED 2 und mindestens eine anorganische LED 3. Der innere Aufbau der organischen LED 2 und der anorganischen LED 3 sind in Figur 1 nicht im Detail dargestellt.

5

Die organische LED 2 weist insbesondere eine zur Emission von Licht geeignete aktive Schicht auf, die mit einem zur Lichtemission geeigneten organischen Material gebildet ist. Die organische LED 2 kann zusätzlich beispielsweise eine Elektroneninjektionsschicht, eine Elektronentransportschicht, eine Löcherinjektionsschicht, eine Löchertransportschicht sowie eine erste und zweite Elektrode aufweisen.

10

Die anorganische LED 3 weist ebenfalls eine zur Emission von Licht geeignete aktive Schicht auf, die mit einem zur Lichtemission geeigneten anorganischen Halbleitermaterial gebildet ist. Die aktive Schicht ist typischerweise zwischen einem n-Typ Halbleiterbereich und einem p-Typ Halbleiterbereich angeordnet. Die anorganische LED basiert insbesondere auf einem III-V-Halbleitermaterial. Bei dem Halbleitermaterial handelt es sich zum Beispiel um ein Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{N}$ oder um ein Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{P}$ oder auch um ein Arsenid-

15

20

25

Verbindungshalbleitermaterial wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{As}$ oder wie $\text{Al}_n\text{Ga}_m\text{In}_{1-n-m}\text{As}_k\text{P}_{1-k}$, wobei jeweils $0 \leq n \leq 1$, $0 \leq m \leq 1$ und $n + m \leq 1$ sowie $0 \leq k < 1$ ist. Bevorzugt gilt dabei für zumindest eine Schicht oder für alle Schichten der Halbleiterschichtenfolge $0 < n \leq 0,8$, $0,4 \leq m < 1$ und $n + m \leq 0,95$ sowie $0 < k \leq 0,5$. Dabei kann die Halbleiterschichtenfolge Dotierstoffe sowie zusätzliche Bestandteile aufweisen. Der Einfachheit halber sind jedoch nur die wesentlichen Bestandteile des Kristallgitters der

30

Halbleiterschichtenfolge, also Al, As, Ga, In, N oder P, angegeben, auch wenn diese teilweise durch geringe Mengen weiterer Stoffe ersetzt und/oder ergänzt sein können.

5 Das Halbleitermaterial wird insbesondere nach der zu realisierenden Emissionswellenlänge ausgewählt. Es ist möglich, dass jedes Pixel des Displays mehrere Subpixel zur Lichtemission verschiedener Farben aufweist. In diesem Fall weist jedes Subpixel jeweils mindestens eine organische LED 2
10 und mindestens eine anorganische LED 3 zur Emission der jeweiligen Farbe auf. Das LED-Display 10 ist dann ein mehrfarbiges LED-Display 10. Das LED-Display 10 kann insbesondere ein RGB-Display sein. In diesem Fall weisen die Pixel mindestens drei Subpixel der Farben rot, grün und blau
15 auf, wobei jedes Subpixel eine organische LED 2 und eine anorganische LED 3 aufweist. Die drei in Figur 1 dargestellten Pixel 11, 12, 13 können beispielsweise Subpixel eines RGB-Farbpixels sein, wobei zum Beispiel das Pixel 11 ein rotes Subpixel, das Pixel 12 ein grünes Subpixel und das
20 Pixel 13 ein blaues Subpixel ist.

Das LED-Display 10 weist einen Träger 1 auf, über den die LEDs 2, 3 elektrisch kontaktiert sind. Der Träger 1 kann insbesondere eine Leiterplatte sein, die Leiterbahnen für die
25 Stromzufuhr zu den LEDs 2, 3 aufweist. Der Träger 1 kann mit einer Steuervorrichtung 8 verbunden sein, die zur Ansteuerung der LEDs 2, 3 geeignet ist. Es ist möglich, dass die Steuervorrichtung 8 oder Teile davon in den Träger 1 integriert sind. Abhängig von der Emissionsrichtung des LED-
30 Displays kann der Träger 1 lichtundurchlässig oder lichtdurchlässig sein. Im Fall eines Vorderseiten-emittierenden LED-Displays ist der Träger 1 beispielsweise aus einem lichtundurchlässigen Material gebildet.

Im Fall eines Rückseiten-emittierenden LED-Displays ist der Träger 1 aus einem transparenten Material wie beispielsweise einem Glas gebildet. In diesem Fall weisen vorteilhaft auch
5 Leiterbahnen, die in oder auf dem Träger angeordnet sind, ein transparentes Material wie beispielsweise ein transparentes leitfähiges Oxid (TCO, transparent conductive oxide) auf.

Figur 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des LED-
10 Displays, bei dem die organische LED 2 und die anorganische LED 3 der Pixel 11, 12, 13 jeweils übereinander angeordnet sind. Diese Ausgestaltung hat insbesondere den Vorteil, dass ein vergleichsweise kleiner Pixelabstand (pitch) erzielt werden kann. Es ist insbesondere auch möglich, dass die
15 organische LED 2 und die anorganische LED 3 jeweils einen gemeinsamen elektrischen Kontakt aufweisen. Konkrete Ausgestaltungen werden in nachfolgenden Ausführungsbeispielen noch näher erläutert.

20 Das hierin beschriebene LED-Display 10, bei dem die Pixel 11, 12, 13 jeweils eine organische LED 2 und eine anorganische LED 3 aufweisen, hat insbesondere den Vorteil, dass auf diese Weise ein hoher Helligkeits-Dynamikbereich erzielt werden kann. Figur 3 zeigt beispielhaft die relative Helligkeit I
25 (in Prozent) in Abhängigkeit von der Helligkeitsinformation (in Bit) in dem Dynamikbereich des Displays. Bei dem dargestellten Beispiel weist das LED-Display einen Dynamikbereich von mindestens 26 Bit auf. Abweichend von Figur 3 kann die relative Helligkeit auch nichtlinear von der
30 Helligkeitsinformation abhängen.

Ein LED-Display, das einen Dynamikbereich von n Bit aufweist, kann $2^n - 1$ von Null verschiedene Helligkeitsstufen aufweisen.

Beispielsweise hat ein LED-Display mit einem Dynamikbereich von 1 Bit nur 2^1-1 , also eine von Null verschiedene Helligkeitsstufe, das heißt die LED ist entweder aus oder weist eine Helligkeit von 100 % auf. Entsprechend weist ein
5 LED-Display mit einem Dynamikbereich von 2 Bit 2^2-1 von Null verschiedene Helligkeitsstufen, also drei Helligkeitsstufen, auf. Bei dem gezeigten Beispiel mit einem Dynamikbereich von 26 Bit weist das Display $2^{26}-1$ Helligkeitsstufen, also 67.108.863 Helligkeitsstufen auf. Das Verhältnis der
10 kleinsten von Null verschiedenen Helligkeit zur größten von Null verschiedenen Helligkeit beträgt also 1:67.108.863.

Dieser extrem hohe Dynamikbereich wird bei dem hierin beschriebenen LED-Display durch die Kombination von jeweils
15 mindestens einer organischen LED 2 und mindestens einer anorganischen LED 3 in den Pixeln realisiert. Der gesamte Dynamikbereich von 26 Bit verteilt sich auf Helligkeitsstufen, die mit der organischen LED erzielt werden, und Helligkeitsstufen, die mit der anorganischen LED
20 realisiert werden. Beispielsweise deckt die organische LED einen ersten Bereich von geringen Helligkeiten ab, der einen Dynamikbereich von 18 Bit hat (in Figur 3 mit OLED bezeichnet). Weiterhin deckt bei dem Beispiel die anorganische LED ebenfalls einen Dynamikbereich von 18 Bit ab
25 (in Figur 3 mit LED bezeichnet), wobei die anorganische LED in einem zweiten Helligkeitsbereich betrieben wird, der größere Helligkeiten umfasst als der erste Helligkeitsbereich. Der erste Helligkeitsbereich des LED-Displays kann beispielsweise für den Nachtbetrieb vorgesehen
30 sein und der zweite Helligkeitsbereich für den Tagbetrieb.

Bei dem dargestellten Beispiel überlappen der erste Helligkeitsbereich und der zweite Helligkeitsbereich in einem

Übergangsbereich miteinander. In diesem Übergangsbereich, der im Beispiel einen Dynamikumfang von 10 Bit umfasst, können die Helligkeitswerte durch die organische LED und/oder die anorganische LED realisiert werden. Es ist möglich, aber
5 nicht zwingend notwendig, dass in diesem Übergangsbereich die organische LED und die anorganische LED gleichzeitig betrieben werden. Es ist alternativ auch möglich, dass auf einen derartigen Übergangsbereich verzichtet wird, um einen Mischbetrieb der organischen LED und der anorganischen LED zu
10 vermeiden.

Die organische LED wird bei geringen Helligkeiten vorzugsweise durch reines Stromdimming, das heißt durch die Regelung der Stromstärkenamplitude, geregelt. Auf diese Weise
15 kann beispielsweise ein Dynamikbereich von etwa 12 Bit erzielt werden. Zusätzlich kann für die organische LED eine Pulsweitenmodulation vorgesehen sein, mit der beispielsweise ein weiterer Dynamikbereich von etwa 6 Bit erzielt werden kann. Durch Kombination des Stromdimming und der
20 Pulsweitenmodulation ergibt sich so der Dynamikbereich von 18 Bit, der durch die organische LED realisiert wird. Der Betrieb der organischen LED bei niedrigen Helligkeiten mittels Stromdimming ist vorteilhaft, da bei geringen Helligkeiten ein Betrieb der anorganischen LED mittels
25 Pulsweitenmodulation schwierig ist (angedeutet durch die gestrichelte Linie in Figur 3), da die Pulsweiten bei der Pulsweitenmodulation sehr kurz sein müssten.

Es ist möglich, dass die anorganische LED nur durch
30 Pulsweitenmodulation geregelt wird. Bei einer Bildwiederholrate von 100 Hz, also einer Periodendauer von 10 ms, ergibt sich bei einem Dynamikbereich von 18 Bit eine kürzeste Pulsdauer von 38 ns. Es ist alternativ auch möglich,

dass die anorganische LED sowohl durch Pulsweitenmodulation als auch durch Stromdimming geregelt wird. Dies kann beispielsweise derart realisiert werden, dass ein Dynamikbereich von 11 Bit durch Pulsweitenmodulation und ein weiterer Dynamikbereich von 7 Bit durch Stromdimming realisiert wird. Wenn ein Dynamikbereich von 11 Bit bei einer Periodendauer von 10 ms durch Pulsweitenmodulation realisiert werden soll, ergibt sich beispielsweise eine kürzeste Pulsdauer von 5 μ s.

10

In den Figuren 4 und 5 sind Abwandlungen der Beispiele der Figuren 1 und 2 dargestellt. Figur 4 zeigt das LED-Display 10 gemäß Figur 1, bei dem die organischen LEDs 2 und anorganischen LEDs nebeneinander angeordnet sind, und wobei über dem LED-Display 10 ein optisches Element 9 angeordnet ist. Das optische Element 9 kann insbesondere dazu vorgesehen sein, unerwünschte Reflexionen an dem LED-Display 10 zu unterdrücken. Bei den gezeigten Beispielen ist das optische Element 9 eine Kombination aus einer $\lambda/4$ -Platte 4 und eines Linearpolarisators 5, die übereinander angeordnet sind, um Reflexionen zu vermindern. Es sind alternativ aber auch andere Ausgestaltungen des optischen Elements 9 möglich.

20

In entsprechender Weise zeigt die Figur 5 das LED-Display 10 gemäß der Figur 2, bei dem die organischen LEDs 2 und anorganischen LEDs 3 übereinander angeordnet sind, und wobei über dem LED-Display 10 ein optisches Element 9 angeordnet ist, das eine $\lambda/4$ -Platte 4 und einen Linearpolarisator 5 aufweist, um unerwünschte Reflexionen an dem LED-Display 10 zu unterdrücken. In den Figuren 4 und 5 ist das LED-Display 10 jeweils ein zur Vorderseite, d.h. zur vom Träger 1 abgewandten Seite, emittierendes Display. Alternativ kann das LED-Display 10 ein zur Rückseite hin emittierendes Display

25

30

sein, d.h. die Strahlung wird durch den Träger 1 hindurch emittiert. Der Träger 1 kann wie bei den vorherigen Beispielen mit einer Steuervorrichtung verbunden sein, die hier und in den folgenden Beispielen zur Vereinfachung nicht
5 dargestellt ist.

In Figur 6 ist ein weiteres Beispiel des LED-Displays dargestellt, bei dem die organische LED 2 und die anorganische LED 3 in den Pixeln übereinander angeordnet
10 sind. Das LED-Display 10 kann eine Verkapselung 6 aufweisen, in die die organischen LEDs 2 und anorganischen LEDs 3 eingebettet sind. Die Verkapselung 6 schützt das LED-Display 10 insbesondere vor äußeren Einflüssen. Die Verkapselung 6 kann beispielsweise als Spin-on-Glass ausgeführt sein.

15

Die anorganische LED 3 weist jeweils eine erste Elektrode 31 und eine zweite Elektrode 32 auf. Die organische LED 2 weist jeweils eine erste Elektrode 21 und eine zweite Elektrode 32 auf, wobei die zweite Elektrode 32 zwischen der organischen
20 LED 2 und der anorganischen LED 3 angeordnet ist und als gemeinsame Elektrode für die organische LED 2 und die anorganische LED 3 ausgebildet ist. Bei dem Beispiel ist die erste Elektrode 21 der organischen LED 2 jeweils unmittelbar an dem Träger 1 angeordnet. Die erste Elektrode 31 der
25 anorganischen LED 3 sowie die gemeinsame zweite Elektrode 32 können beispielsweise mit Kontaktdurchführungen 41, 42, welche durch die Verkapselung 6 geführt sind, mit dem Träger 1 verbunden sein. Es ist möglich, dass die erste Elektrode 31 oder die zweite Elektrode 32 bei mehreren nebeneinander
30 angeordneten Pixeln oder Subpixeln miteinander verbunden sind.

Das LED-Display 10 gemäß Figur 6 kann ein Vorderseiten-emittierendes LED-Display oder ein Rückseiten-emittierendes LED-Display sein. Im Fall eines Vorderseiten-emittierenden LED-Displays sind die erste Elektrode 31 der anorganischen LEDs 3 sowie die gemeinsame zweite Elektrode 32 der organischen LEDs 2 und anorganischen LEDs 3 vorteilhaft jeweils transparente Elektroden. Die transparenten Elektroden können beispielsweise ein transparentes leitfähiges Oxid, wie zum Beispiel ITO, aufweisen. Die rückseitige erste Elektrode 21 der organischen LEDs 2 ist im Fall des Vorderseiten-emittierenden LED-Displays vorzugsweise als Metallkontakt ausgeführt, um in Richtung des Trägers 1 emittierte Strahlung zu reflektieren.

Alternativ ist es möglich, dass das LED-Display 10 gemäß Figur 6 als Rückseiten-emittierendes LED-Display ausgeführt ist. Bei dieser Ausgestaltung sind vorteilhaft die ersten Elektroden 21 der organischen LEDs 2 sowie die gemeinsamen Elektroden 32 der organischen LEDs 2 und anorganischen LEDs 3 als transparente Elektroden ausgeführt, die beispielsweise ITO aufweisen. Die vorderseitigen ersten Elektroden 31 der anorganischen LEDs 3 sind bei dieser Ausgestaltung vorzugsweise als Metallkontakt ausgeführt, um emittierte Strahlung in Richtung zur Strahlungsaustrittsfläche zu reflektieren. Der Träger 1 sowie eine gegebenenfalls darin enthaltene Steuerelektronik sind bei dieser Ausgestaltung zumindest im Wesentlichen transparent ausgeführt. Der Träger 1 kann beispielsweise eine auf IGZO (Indium-Gallium-Zink-Oxid) oder LTPS (Low Temperature PolySilicon) basierende Steuerelektronik aufweisen.

Das weitere in der Figur 7 dargestellte Beispiel des LED-Displays unterscheidet sich von dem vorherigen Beispiel

dadurch, dass die anorganischen LEDs 3 jeweils als Flip-Chip ausgeführt sind. Bei dieser Ausgestaltung sind beide Elektroden 31, 32 der anorganischen LED 3 jeweils an deren Rückseite, das heißt an einer der organischen LED 2

5 zugewandten Seite, angeordnet. Die zweite Elektrode 32 kann wie bei dem vorherigen Ausführungsbeispiel als gemeinsame Elektrode mit den organischen LEDs 2 ausgeführt sein. Die Elektroden 31, 32 können mittels Kontaktdurchführungen 41, 42, die durch die Verkapselung 6 verlaufen, mit dem Träger 1
10 verbunden sein. Die Elektroden 31, 32 sind durch eine transparente elektrisch isolierende Schicht 33 voneinander isoliert.

Entsprechend dem Beispiel der Figur 6 kann auch das LED-
15 Display 10 der Figur 7 entweder als Vorderseiten-emittierendes LED-Display oder als Rückseiten-emittierendes LED-Display ausgeführt sein. Im Fall des Vorderseiten-emittierenden LED-Displays sind die ersten Elektroden 21 der organischen LEDs 2 jeweils als reflektierende Metallkontakte
20 ausgeführt. Im Gegensatz dazu sind die erste Elektrode 31 der anorganischen LEDs 3 sowie die gemeinsame Elektrode 32 vorteilhaft jeweils transparent ausgeführt, beispielsweise als transparentes leitendes Oxid.

25 Im Fall eines Rückseiten-emittierenden LED-Displays sind die ersten Elektroden 21 der organischen LEDs 2, die dem Träger 1 zugewandt sind, vorteilhaft jeweils als transparente Elektroden ausgeführt. Die organischen Leuchtdioden 2 sind vorteilhaft jeweils transparent, sodass die anorganischen
30 LEDs 3 durch die organischen LEDs 2 nach unten abstrahlen können.

In den folgenden Figuren 8 und 9 ist schematisch eine beispielhafte Anordnung der Elektroden 31, 32, 21 sowie deren elektrische Verschaltung dargestellt. Wie in der linken Hälfte der Figur 8 zu sehen, weist die anorganische LED eine erste Elektrode 31 und eine zweite Elektrode 32 auf, wobei die erste Elektrode 31 beispielsweise an der Oberseite der anorganischen LED 3 und die zweite Elektrode 32 beispielsweise an der Unterseite der anorganischen LED 3, welche der organischen LED 2 zugewandt ist, angeordnet ist. Die organische LED 2 weist eine dem Träger 1 zugewandte erste Elektrode 21 auf und ist an der Oberseite mit der zweiten Elektrode 32 der anorganischen LED 3 verbunden, wobei die zweite Elektrode 32 als gemeinsame Kathode für sowohl die organische LED 2 als auch die anorganische LED 3 fungiert.

Wie im schematischen Schaltbild auf der rechten Seite der Figur 8 zu erkennen, ist die gemeinsame Kathode 32 beispielsweise mit Massepotential verbunden, wobei die Anoden-Elektroden 21, 31 jeweils an einen PMOS (p-Kanal-Metall-Oxid-Halbleiter) verbunden und auf diese Weise von einem Signal angesteuert werden.

Figur 9 zeigt die elektrische Ansteuerung schematisch in einem Schaltbild. Die gemeinsame Kathode 32 der organischen LED 2 und der anorganischen LED 3 sind jeweils mit Massepotential (GND = 0V) verbunden. Die Anoden können jeweils mit einer Versorgungsspannung V_{DD} beaufschlagt werden. Die Ansteuerung erfolgt beispielsweise über einen PMOS-Feldeffekttransistor, der mit einem Signal S-OLED für die organische LED 2 und einem Signal S-LED für die anorganische LED 3 geschaltet wird.

In den folgenden Figuren 10, 11 und 12 sind drei Beispiele des LED-Displays dargestellt, bei denen die organische Leuchtdiode 2 jeweils vom Träger 1 aus gesehen oberhalb der anorganischen Leuchtdiode 3 angeordnet ist.

5

Bei dem Ausführungsbeispiel der Figur 10 weist das LED-Display 10 einen Träger 1 auf, der beispielsweise ein Glas enthalten kann. Die anorganischen LEDs 3 weisen jeweils eine erste Elektrode 31 auf, die dem Träger 1 zugewandt ist. Die anorganischen LEDs 3 sind von einer Verkapselung 6 umgeben, die beispielsweise ein Spin-on-Glass aufweist. An der vom Träger 1 abgewandten Oberseite weisen die anorganischen LEDs 3 eine gemeinsame Anode 32 auf, die vorteilhaft eine Schicht aus einem transparenten leitfähigen Oxid, wie beispielsweise ITO, ist. Die zweite Elektrode 32 ist insbesondere transparent. Weiterhin dient die zweite Elektrode 32 gleichzeitig als Anode für die organischen LEDs 2, die über den anorganischen LEDs 3 angeordnet sind. Die organischen LEDs 2 können eine gemeinsame Löchertransportschicht 23 aufweisen, die auf die zweite Elektrode 32 abgeschieden ist. Auf der Löchertransportschicht 23 sind die lichtemittierenden aktiven Schichten 24 der organischen LEDs 2 in strukturierter Form, d.h. als separate Schichten für die einzelnen organischen LEDs 2, aufgebracht. Über den aktiven Schichten sind die ersten Elektroden 21 der organischen LEDs 2, die insbesondere die Kathoden ausbilden, angeordnet. Zum Schutz vor äußeren Einflüssen ist vorteilhaft eine weitere Verkapselung 7 auf die organischen LEDs 2 aufgebracht.

30 Das LED-Display 10 gemäß Figur 11 unterscheidet sich von dem vorherigen Beispiel dadurch, dass sowohl die erste Elektrode 31 als auch die zweite Elektrode 32 der anorganischen LEDs 3 an einer dem Träger 1 zugewandten Unterseite der

anorganischen LEDs 3 angeordnet ist. Die anorganischen LEDs 3 sind insbesondere als Flip-Chips ausgebildet. Weiterhin sind die anorganischen LEDs 3 bei diesem Beispiel an ihrer Oberseite von der Verkapselung 6, insbesondere einem Spin-on-Glass, bedeckt.

Die gemeinsame zweite Elektrode 22 der organischen LEDs 2 ist auf der Verkapselung 6 angeordnet und hat keinen elektrischen Kontakt zu den anorganischen LEDs 3. Wie bei dem vorherigen Ausführungsbeispiel ist auf der zweiten Elektrode 22 der organischen LEDs 2 eine Löchertransportschicht 23 angeordnet, auf die die lichtemittierenden organischen Schichten 24 sowie die ersten Elektroden 21, welche die Kathoden darstellen, aufgebracht sind. Die organischen LEDs 2 sind wiederum von einer Verkapselung 7 gegen äußere Einflüsse geschützt.

Bei dem weiteren Beispiel eines LED-Displays gemäß Figur 12 weisen die anorganischen LEDs 3 wie bei dem vorherigen Ausführungsbeispiel jeweils eine erste Elektrode 31 und eine zweite Elektrode 32 auf, die keine elektrische Verbindung zu den Elektroden 21, 22 der organischen LEDs 2 aufweisen. Anders als beim vorherigen Ausführungsbeispiel sind die anorganischen LEDs 3 als vertikale LEDs ausgeführt, bei denen die erste Elektrode 31 dem Träger 1 zugewandt ist, und wobei die zweite Elektrode 32 an der vom Träger abgewandten Oberseite angeordnet ist. Die zweite Elektrode 32 an der Oberseite der anorganischen LEDs kann durch eine elektrisch leitfähige Verbindung, die durch die Verkapselung 6 geführt ist, mit dem Träger 1 und einer gegebenenfalls darin enthaltenen Steuerelektronik verbunden sein. Die Verkapselung 6 der anorganischen LEDs 3 bildet eine elektrisch isolierende Oberfläche aus, auf der die zweite Elektrode 22 der organischen LEDs 2 angeordnet ist. Der Aufbau und die

Kontaktierung der organischen LEDs 2 entspricht dem vorherigen Ausführungsbeispiel. Insbesondere ist auf der zweiten Elektrode 22, die insbesondere eine ITO-Schicht sein kann, eine Löchertransportschicht 23 angeordnet, auf der die
5 lichtemittierenden organischen Schichten 24 sowie die ersten Elektroden 21 angeordnet sind. Weiterhin sind die organischen LEDs 2 wie bei den vorherigen Ausführungsbeispielen in einer weiteren Verkapselung 7 angeordnet.

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

Bezugszeichenliste

	1	Träger
	2	organische LED
5	3	anorganische LED
	4	$\lambda/4$ -Platte
	5	Linearpolarisator
	6	Verkapselung
	7	Verkapselung
10	8	Steuervorrichtung
	9	optisches Element
	10	LED-Display
	11	Pixel
	12	Pixel
15	13	Pixel
	21	erste Elektrode
	22	zweite Elektrode
	23	Löchertransportschicht
	24	organische aktive Schicht
20	31	erste Elektrode
	32	zweite Elektrode
	33	elektrisch isolierende Schicht
	41	Kontaktdurchführung
	42	Kontaktdurchführung
25		

Patentansprüche

1. LED-Display (10) mit einer Vielzahl von Pixeln (11, 12, 13), wobei die Pixel jeweils zumindest eine anorganische LED (3) und zumindest eine organische LED (2) enthalten.
5
2. LED-Display nach Anspruch 1,
wobei das LED-Display (10) eine Steuervorrichtung (8)
aufweist, die dazu eingerichtet ist, eine Helligkeit der
10 Pixel (11, 12, 13) zumindest zeitweise durch
Pulsweitenmodulation zu regeln.
3. LED-Display nach Anspruch 2,
wobei die Steuervorrichtung (8) dazu eingerichtet ist,
15 die Helligkeit der anorganischen LED (3) der Pixel
zumindest zeitweise durch Pulsweitenmodulation zu
regeln, und die Helligkeit der organischen LED (2) der
Pixel zumindest zeitweise durch die Regelung der
Stromstärkenamplitude zu regeln.
20
4. LED-Display nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Steuervorrichtung (8) dazu eingerichtet ist,
in einem ersten Helligkeitsbereich nur die organische
LED (2) der Pixel (11, 12, 13) zu betreiben, und in
25 einem zweiten Helligkeitsbereich, der größere
Helligkeiten umfasst als der erste Helligkeitsbereich,
nur die anorganische LED (3) der Pixel (11, 12, 13) zu
betreiben.
- 30 5. LED-Display nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Steuervorrichtung (8) dazu eingerichtet ist,
in einem Übergangsbereich, der Helligkeiten zwischen dem
ersten und dem zweiten Helligkeitsbereich umfasst,

sowohl die organische LED (2) der Pixel (11, 12, 13) als auch die anorganische LED (3) der Pixel (11, 12, 13) zu betreiben.

- 5 6. LED-Display nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Helligkeit der Pixel (11, 12, 13) in einem Dynamikbereich mit mindestens $2^n - 1$ Helligkeitsstufen regelbar ist, wobei $n > 20$.
- 10 7. LED-Display nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die anorganische LED (3) und die organische LED (2) in den Pixeln (11, 12, 13) nebeneinander angeordnet sind.
- 15 8. LED-Display nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die anorganische LED (3) und die organische LED (2) in den Pixeln (11, 12, 13) übereinander angeordnet sind.
- 20 9. Verfahren zum Betrieb eines LED-Displays, das eine Vielzahl von Pixeln umfasst, wobei die Pixel (11, 12, 13) jeweils zumindest eine anorganische LED (3) und eine organische LED (2) umfassen, und wobei eine Helligkeit der Pixel (11, 12, 25 13) zumindest zeitweise durch Pulsweitenmodulation und zumindest zeitweise durch eine Regelung der Stromstärkenamplitude geregelt wird.
- 30 10. Verfahren zum Betrieb eines LED-Displays nach Anspruch 9, wobei die Helligkeit der anorganischen LED (3) der Pixel zumindest zeitweise durch Pulsweitenmodulation geregelt wird, die Helligkeit der organischen LED (2) der Pixel

(11, 12, 13) zumindest zeitweise durch eine Regelung der Stromstärkenamplitude geregelt wird.

- 5 11. Verfahren zum Betrieb eines LED-Displays nach einem der Ansprüche 9 oder 10,
wobei zumindest zeitweise nur die organische LED (2) der Pixel (11, 12, 13) oder nur die anorganische LED (3) der Pixel (11, 12, 13) betrieben wird.
- 10 12. Verfahren zum Betrieb eines LED-Displays nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
wobei in einem ersten Helligkeitsbereich nur die organische LED (2) der Pixel (11, 12, 13) betrieben wird, und in einem zweiten Helligkeitsbereich, der
15 größere Helligkeiten umfasst als der erste Helligkeitsbereich, nur die anorganische LED (3) der Pixel (11, 12, 13) betrieben wird.
- 20 13. Verfahren zum Betrieb eines LED-Displays nach Anspruch 12,
wobei in einem Übergangsbereich, der Helligkeiten zwischen dem ersten und dem zweiten Helligkeitsbereich umfasst, sowohl die organische LED (2) der Pixel (11, 12, 13) als auch die anorganische LED (3) der Pixel (11, 25 12, 13) betrieben werden.
- 30 14. Verfahren zum Betrieb eines LED-Displays nach einem der Ansprüche 9 bis 13,
wobei die Helligkeit der Pixel (11, 12, 13) einen Dynamikbereich mit mindestens $2^n - 1$ Helligkeitsstufen aufweist, wobei $n \geq 20$.

15. Verfahren zum Betrieb eines LED-Displays nach einem der Ansprüche 9 bis 14,
wobei die die Helligkeit der anorganischen LED (3) der Pixel (11, 12, 13) und/oder der organischen LED (2) der
5 Pixel (11, 12, 13) einen Dynamikbereich mit mindestens 2^n-1 Helligkeitsstufen aufweist, wobei $n \geq 10$.

FIG 1

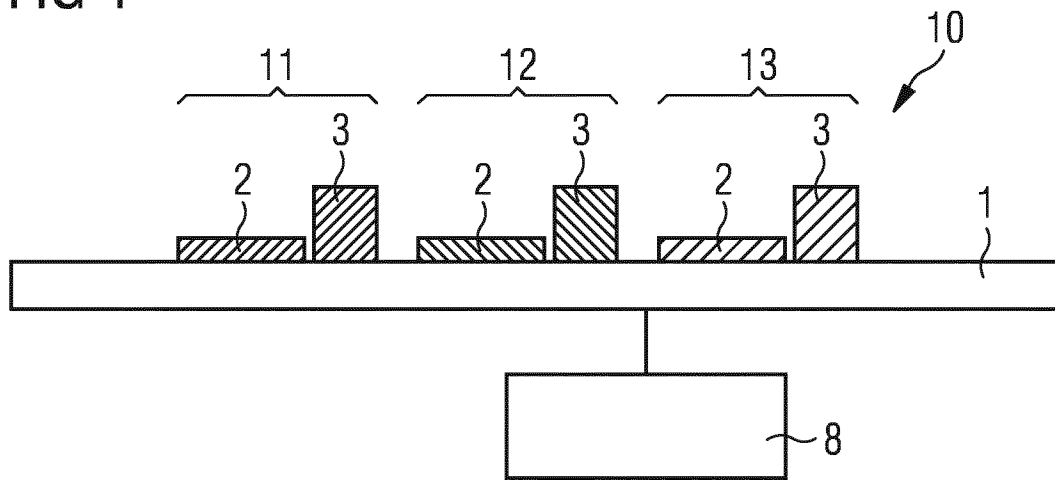


FIG 2

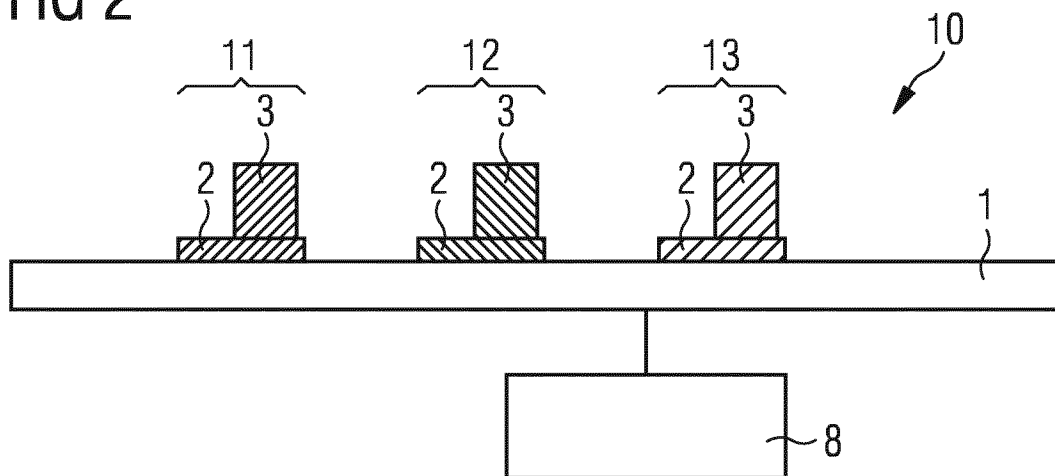


FIG 3

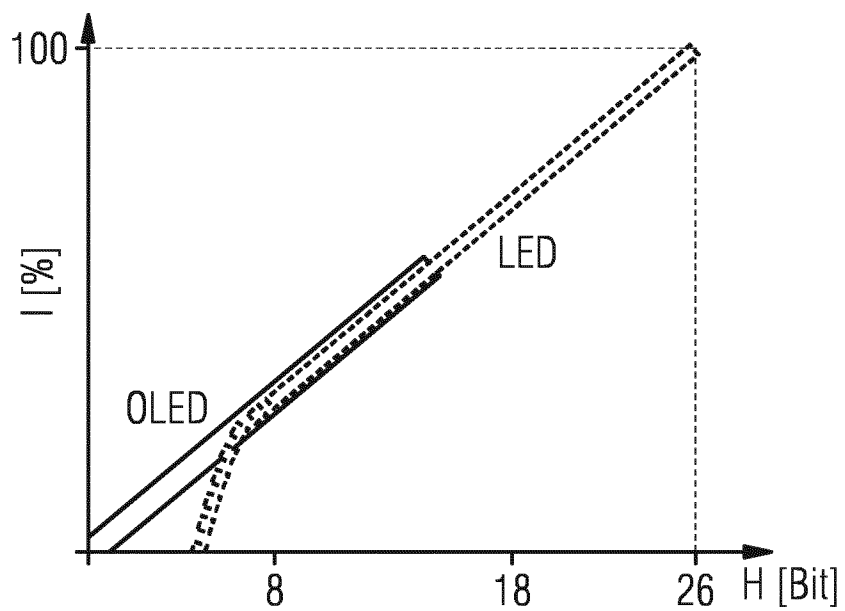


FIG 4

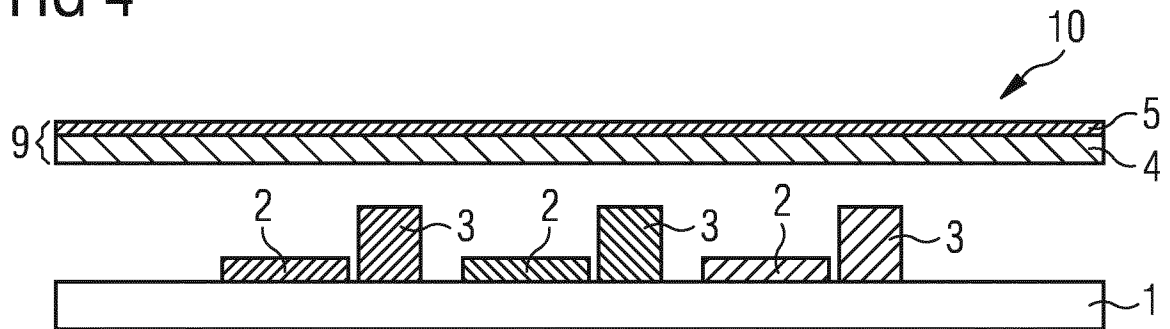


FIG 5

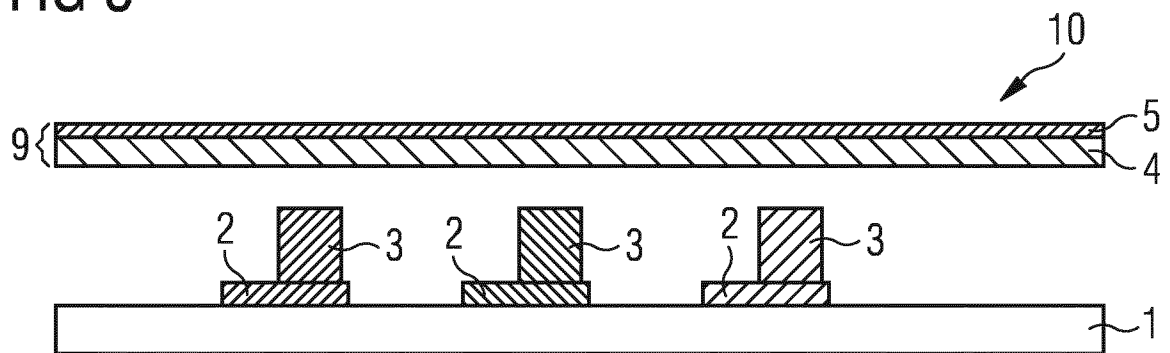


FIG 6

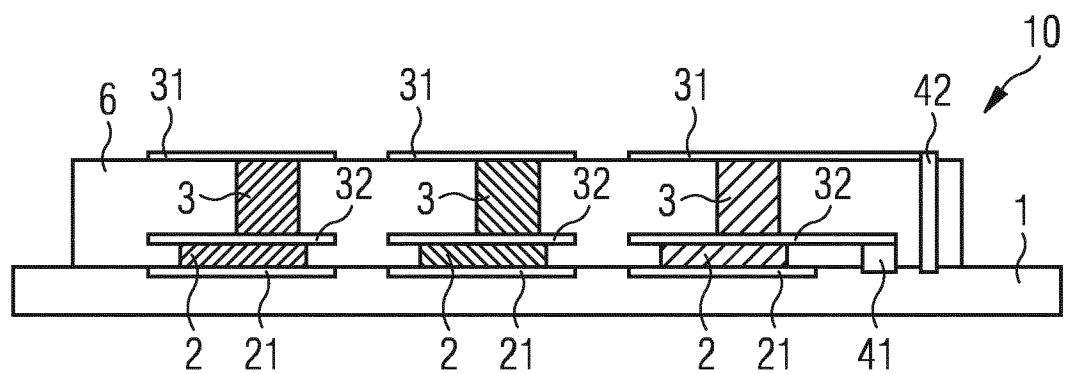


FIG 7

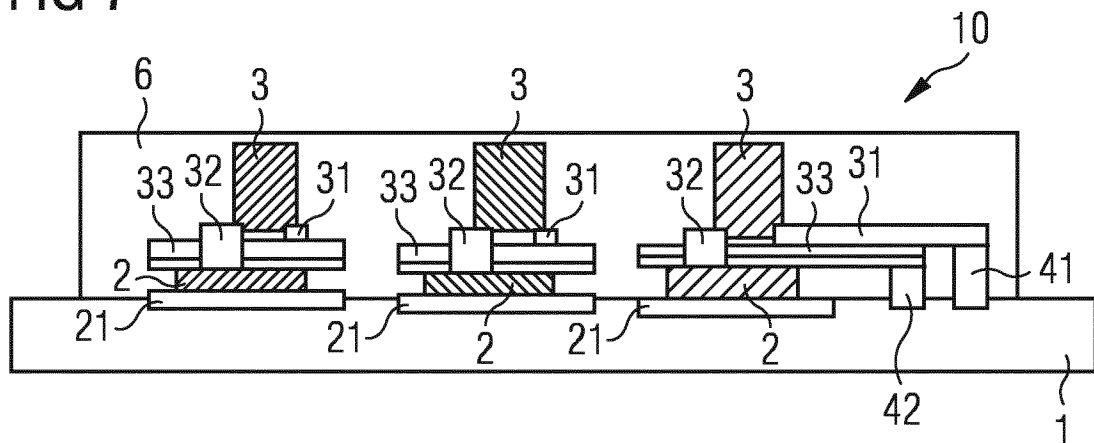


FIG 8

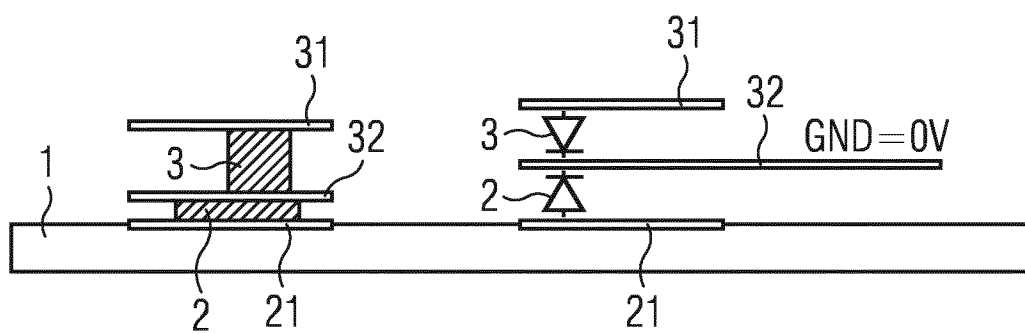


FIG 9

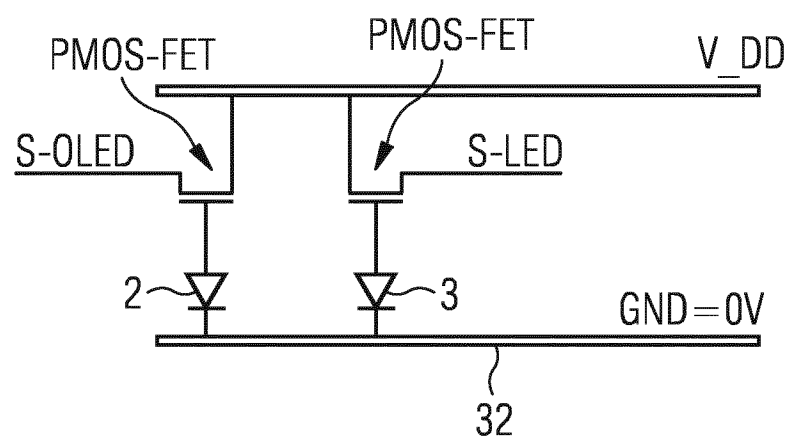


FIG 10

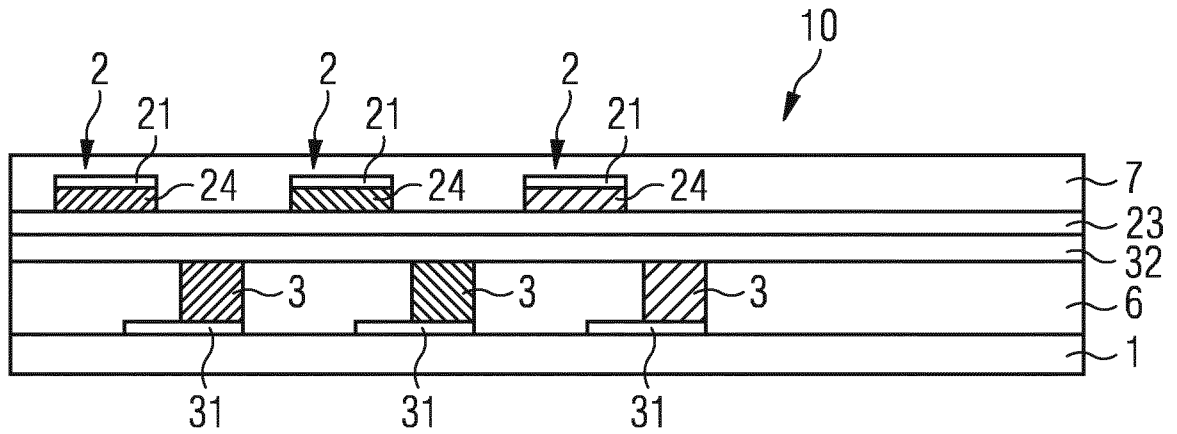


FIG 11

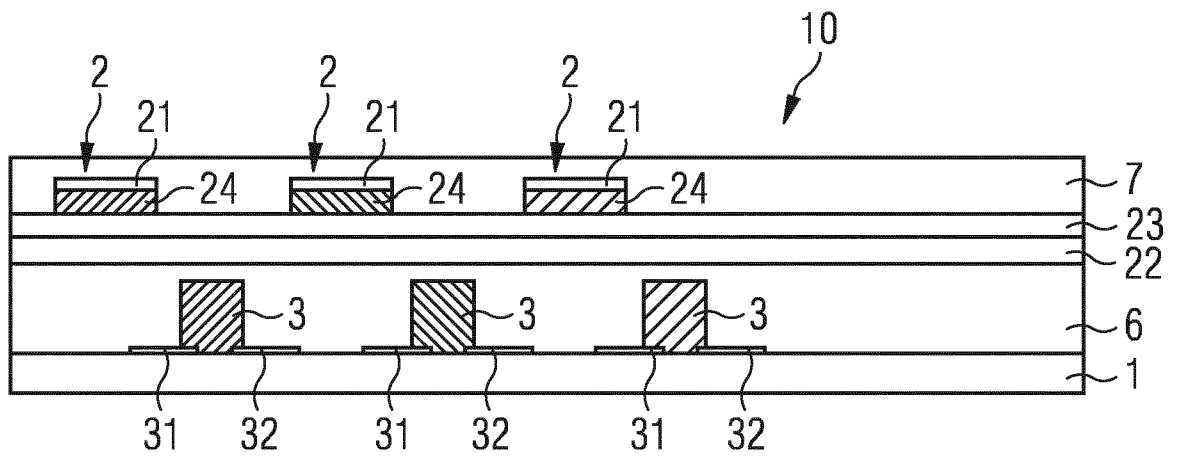
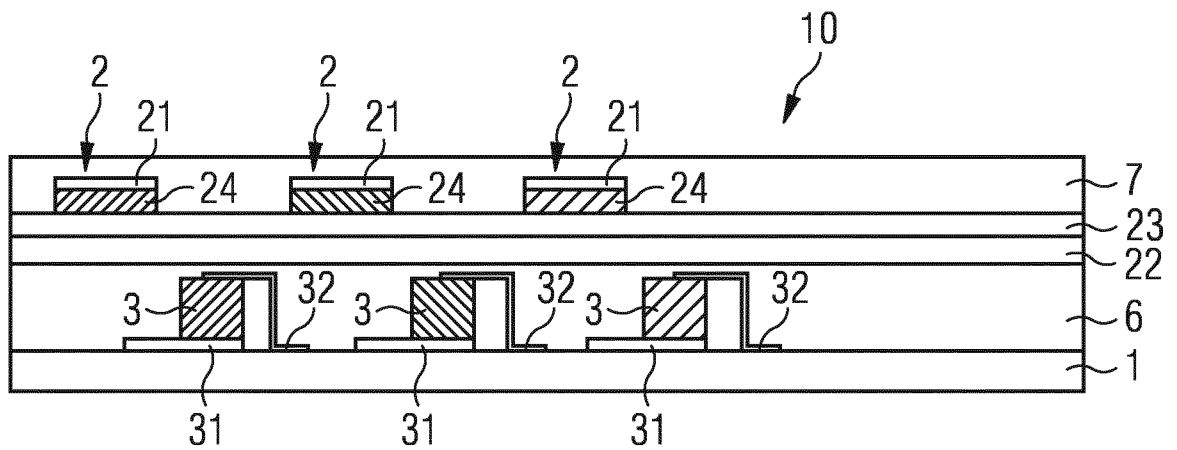


FIG 12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/073974**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G09G 3/3225**(2016.01)i; **G09G 3/20**(2006.01)i

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)

G09G

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 practicable, 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	US 2018166512 A1 (HACK MICHAEL [US] ET AL) 14 June 2018 (2018-06-14)	1-3,7-11
Y	paragraph [0047] - paragraph [0131]; figures 1-8B	1-6,9-15
X	US 2017025484 A1 (FORREST STEPHEN R [US] ET AL) 26 January 2017 (2017-01-26)	1,7
Y	paragraph [0017] - paragraph [0087]; figures 1-10E	1,4-6
X	US 2016064363 A1 (BOWER CHRISTOPHER [US] ET AL) 03 March 2016 (2016-03-03)	1,7
	paragraph [0008] - paragraph [0174]; figures 1-3	
Y	US 2008197784 A1 (BENZARTI WALID [FR]) 21 August 2008 (2008-08-21)	1-6,9-15
	paragraph [0018] - paragraph [0099]; figures 1-4C	

☐ 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 application or patent 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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 November 2019

Date of mailing of the international search report

27 November 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Harke, Michael

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/073974

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2018166512	A1	14 June 2018	NONE			
US	2017025484	A1	26 January 2017	US	2017025484	A1	26 January 2017
				US	2019013366	A1	10 January 2019
				WO	2015081289	A1	04 June 2015
US	2016064363	A1	03 March 2016	KR	20170047324	A	04 May 2017
				KR	20190122916	A	30 October 2019
				TW	201611257	A	16 March 2016
				US	2016064363	A1	03 March 2016
				WO	2016030422	A1	03 March 2016
US	2008197784	A1	21 August 2008	EP	1719102	A1	08 November 2006
				FR	2866973	A1	02 September 2005
				JP	2007524872	A	30 August 2007
				US	2008197784	A1	21 August 2008
				WO	2005086130	A1	15 September 2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G09G3/3225 G09G3/20
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G09G

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	US 2018/166512 A1 (HACK MICHAEL [US] ET AL) 14. Juni 2018 (2018-06-14)	1-3,7-11
Y	Absatz [0047] - Absatz [0131]; Abbildungen 1-8B	1-6,9-15

X	US 2017/025484 A1 (FORREST STEPHEN R [US] ET AL) 26. Januar 2017 (2017-01-26)	1,7
Y	Absatz [0017] - Absatz [0087]; Abbildungen 1-10E	1,4-6

X	US 2016/064363 A1 (BOWER CHRISTOPHER [US] ET AL) 3. März 2016 (2016-03-03)	1,7
	Absatz [0008] - Absatz [0174]; Abbildungen 1-3	

Y	US 2008/197784 A1 (BENZARTI WALID [FR]) 21. August 2008 (2008-08-21)	1-6,9-15
	Absatz [0018] - Absatz [0099]; Abbildungen 1-4C	



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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. November 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

27/11/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Harke, Michael

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/073974

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie			Datum der Veröffentlichung
US 2018166512	A1	14-06-2018	KEINE			

US 2017025484	A1	26-01-2017	US	2017025484	A1	26-01-2017
			US	2019013366	A1	10-01-2019
			WO	2015081289	A1	04-06-2015

US 2016064363	A1	03-03-2016	KR	20170047324	A	04-05-2017
			TW	201611257	A	16-03-2016
			US	2016064363	A1	03-03-2016
			WO	2016030422	A1	03-03-2016

US 2008197784	A1	21-08-2008	EP	1719102	A1	08-11-2006
			FR	2866973	A1	02-09-2005
			JP	2007524872	A	30-08-2007
			US	2008197784	A1	21-08-2008
			WO	2005086130	A1	15-09-2005
