



(10) **DE 10 2011 053 000 B4** 2017.08.17

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 053 000.2**
 (22) Anmeldetag: **25.08.2011**
 (43) Offenlegungstag: **01.03.2012**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **17.08.2017**

(51) Int Cl.: **H01L 27/32 (2006.01)**
H01L 51/52 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
10-2010-0083631 27.08.2010 KR

(72) Erfinder:
Yoo, Juhn-Suk, Goyang-si, Gyeonggi-do, KR;
Kim, Yong-Chul, Paju-si, Gyeonggi-do, KR

(73) Patentinhaber:
LG Display Co., Ltd., Seoul, KR

(56) Ermittelter Stand der Technik:

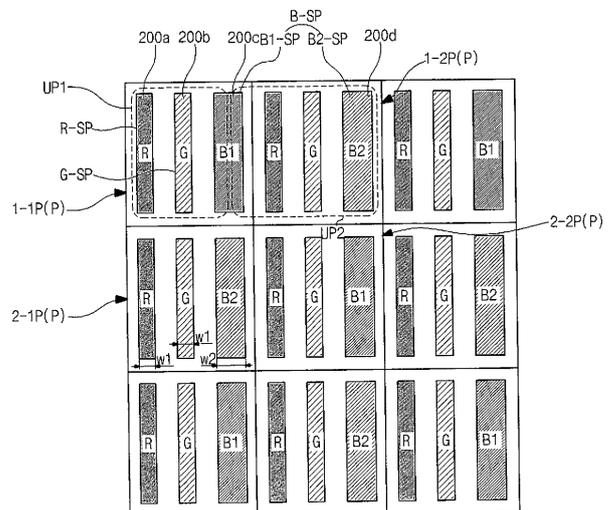
(74) Vertreter:
TER MEER STEINMEISTER & PARTNER
PATENTANWÄLTE mbB, 80335 München, DE

US	6 366 025	B1
US	7 791 565	B2
US	2002 / 0 015 110	A1
US	2007 / 0 002 084	A1
US	2007 / 0 222 800	A1
EP	2 204 862	A2

(54) Bezeichnung: **Organische elektrolumineszente Vorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Eine organische elektrolumineszente Vorrichtung, umfassend:

- einen ersten Pixelbereich mit einem ersten roten Unterpixelbereich, einem ersten grünen Unterpixelbereich und einem tiefblauen Unterpixelbereich; und
- einen zweiten Pixelbereich mit einem zweiten roten Unterpixelbereich, einem zweiten grünen Unterpixelbereich und einem himmelblauen Unterpixelbereich, wobei der erste Pixelbereich und der zweite Pixelbereich abwechselnd zueinander angeordnet sind, wobei der tiefblaue Unterpixelbereich und der himmelblaue Unterpixelbereich jeweils eine Fläche aufweisen, die größer als die jedes der ersten und zweiten roten Unterpixelbereiche und der ersten und zweiten grünen Unterpixelbereiche ist, wobei ein Einheitspixel ein Bild mit einem roten Unterpixel, einem grünen Unterpixel und einem blauen Unterpixel mittels eines Unterpixel-Darstellungsverfahrens anzeigt, und wobei das blaue Unterpixel wenigstens einer von dem tiefblauen Unterpixelbereich und dem himmelblauen Unterpixelbereich ist.



Beschreibung

HINTERGRUND

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine organische elektrolumineszente Vorrichtung (engl. „organic electroluminescent device“, OELD), und insbesondere eine OELD, die Vorteile hinsichtlich eines Öffnungsverhältnisses, einer Farbwiedergabe und einer Auflösung aufweist.

STAND DER TECHNIK

[0002] Kathodenstrahlröhren werden weitläufig für Anzeigevorrichtungen verwendet. Gegenwärtig werden jedoch Flachbildanzeigevorrichtungen, wie beispielsweise Plasmaanzeigevorrichtungen (PDP), Flüssigkristallanzeigevorrichtungen (LCD) und OELD entwickelt und verwendet.

[0003] Die OELD ist eine selbstemittierende Vorrichtung und benötigt keine Hintergrundbeleuchtungseinheit. Dementsprechend weist die OELD ein geringes Gewicht und einen geringen Stromverbrauch auf. Weiter weist die OELD hervorragende Eigenschaften hinsichtlich eines Betrachtungswinkels, eines Kontrastverhältnisses, einer Ansprechzeit usw. auf. Insbesondere wird die OELD durch einfachere Prozesse hergestellt und weist geringe Herstellungskosten. Kürzlich wurde eine flexible OELD vorgestellt.

[0004] Fig. 1 ist ein Banddiagramm, das das Emissionsprinzip der OELD gemäß dem Stand der Technik zeigt.

[0005] Wie in Fig. 1 gezeigt ist, umfasst eine organische elektrolumineszente Diode **10** für die OELD eine Anode **21**, eine Kathode **25**, eine Lochtransport-schicht (HTL) **33**, eine Elektronentransportschicht (ITL) **35** und eine Emissionsmaterialschicht (EML) **40**. Die HTL **33** und die ETL **35** sind zwischen der Anode **21** und der Kathode **25** angeordnet, und die Emissionsmaterialschicht ist zwischen der HTL **33** und der ETL **35** angeordnet. Um eine Emissionseffizienz zu verbessern, weist die organische elektrolumineszente Diode **10** weiter eine Lochinjektionsschicht (HIL) **37** zwischen der Anode **21** und der HTL **33** und eine Elektroneninjectionsschicht (EIL) **39** zwischen der Kathode **25** und der ETL **35** auf.

[0006] Wenn Spannungen an die Anode **21** und die Kathode **25** angelegt werden, werden ein Loch von der Anode **21** und ein Elektron von der Kathode **25** in die EML **40** transportiert, so dass diese ein Exziton bilden. Das Exziton geht von einem angeregten Zustand in einen Grundzustand über, um Licht zu erzeugen. Im Ergebnis wird Licht von der EML **40** emittiert.

[0007] Im Allgemeinen werden die HIL **37**, die HTL **33**, die EML **40**, die ETL **35** und die EIL **39** durch eine vakuumthermische Abscheidung ausgebildet. Bei der vakuumthermischen Abscheidung wird in einer Vakuumkammer ein Substrat über einer Quelle eines organischen Materials angeordnet. Die Quelle des organischen Materials wird erhitzt, so dass ein organisches Material auf das Substrat aufgebracht wird. Dementsprechend werden die oben genannten Elemente auf dem Substrat ausgebildet. Bei der vakuumthermischen Abscheidung wird eine Schattensmaske mit mehreren Öffnungen nahe über dem Substrat angeordnet, und das organische Material wird durch die Öffnungen aufgebracht.

[0008] Jüngst umfassen die Vollfarben-OELD rote, grüne und blaue Farbemissionsmaterialschichten, um Vollfarbbilder zu erzeugen. In diesem Fall sollte, um einen Schatteneffekt zwischen benachbarten Emissionsmaterialschichten zu vermeiden, ein vorbestimmter Abstandsbereich zwischen benachbarten Emissionsmaterialschichten vorhanden sein. Die vorbestimmten Abstandsbereiche können nicht für die Emission verwendet werden, so dass diese als tote Zonen bezeichnet werden können.

[0009] Bevorzugterweise wird ein Bereich der toten Zone für eine hohe Auflösung und eine hohe Farbwiedergabe reduziert. Hier gibt es jedoch technische Grenzen. Dementsprechend wird, um eine hohe Auflösung und eine hohe Farbwiedergabe zu erhalten, eine Fläche der Emissionsmaterialschicht reduziert. Unvorteilhafterweise wird durch das Reduzieren der Fläche der Emissionsmaterialschicht ein Öffnungsverhältnis der OELD reduziert.

[0010] Auf der anderen Seite wurde kürzlich ein Vierfach-Pixeltyp vorgestellt, um eine Effizienz der OELD zu verbessern. Bei der OELD des Vierfachtyps ist ebenfalls eine Verbesserung eines Öffnungsverhältnisses notwendig.

[0011] Die US 7 791 565 B2 betrifft ein elektrolumineszentes Farbdisplay und beschreibt eine organische elektrolumineszente Vorrichtung mit einem Pixelbereich mit einem ersten roten Unterpixelbereich, einem ersten grünen Unterpixelbereich, einem blauen Unterpixelbereich mit langer Standzeit, einem zweiten roten Unterpixelbereich, einem zweiten grünen Unterpixelbereich und einem blauen Unterpixelbereich mit guten Farbeigenschaften. Die unterschiedlichen blauen Unterpixelbereiche sind dabei abwechselnd zueinander angeordnet.

[0012] Die EP 2 204 862 A2 betrifft eine organische lichtemittierende Vorrichtung, und beschreibt verschiedene organische lumineszente Materialien zur Ausbildung von tiefblauen und himmelblauen Unterpixelbereichen.

[0013] Die US 6 366 025 B1 zeigt, dass es bei elektrolumineszenten Anzeigevorrichtungen bekannt ist, rote, grüne und blaue Unterpixelbereiche unterschiedlich groß auszubilden, wobei der blaue Unterpixelbereich die größte Fläche einnimmt während der grüne Unterpixelbereich die kleinste Fläche beansprucht.

[0014] Die US 2007/0002084 A1 betrifft eine organische elektrolumineszente Vorrichtung und beschreibt eine Pixeleinheit mit einem ersten roten Unterpixelbereich, einem ersten grünen Unterpixelbereich, einem ersten blauen Unterpixelbereich, einem zweiten roten Unterpixelbereich, einem zweiten grünen Unterpixelbereich und einem zweiten blauen Unterpixelbereich. Die ersten und zweiten Unterpixelbereiche aller drei Farben sind unterschiedlich groß ausgebildet und in Spaltenrichtung abwechselnd angeordnet. Die Pixeleinheit kann dabei quadratisch ausgebildet sein Die Pixeleinheit kann aber auch so gewählt werden, dass die roten, grünen, und blauen Pixelbereiche, die sich in Zeilenrichtung wiederholen, in Spaltenrichtung gegen einander verschoben sind. Bei einer Form der Pixeleinheit ist der aus dem ersten grünen Unterpixelbereich und dem zweiten grünen Unterpixelbereich bestehende grüne Unterpixelbereich um die Länge des ersten grünen Unterpixelbereichs gegen die roten und blauen Unterpixelbereiche verschoben. Bei einer anderen Pixeleinheit entspricht die Verschiebung des grünen Unterpixelbereichs gegenüber dem roten und blauen Unterpixelbereich etwa der Länge des zweiten grünen Unterpixelbereichs.

[0015] Die US 2002/0015110 A1 beschreibt eine weitere Farbpixelanordnung, bei der ein Einheitspixel erste und zweite rote Unterpixel, erste und zweite grüne Unterpixel und ein blaues Unterpixel aufweist. Es sind unterschiedliche Anordnungen der Unterpixelbereiche gezeigt.

ZUSAMMENFASSUNG

[0016] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine OLED bereitzustellen, die im Wesentlichen eines oder mehrere Probleme auf Grund der Beschränkungen und Nachteile des Stands der Technik vermeidet und die insbesondere eine hohe Auflösung und eine hohe Farbwiedergabe bei großem Öffnungsverhältnis aufweist.

[0017] Die Aufgabe wird durch den Gegenstand des unabhängigen Patentanspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0018] Eine organische elektrolumineszente Vorrichtung umfasst einen ersten roten Unterpixelbereich, einen ersten grünen Unterpixelbereich und einem tiefblauen Unterpixelbereich in einem ersten Pixelbereich; und einen zweiten roten Unterpixelbe-

reich, einen zweiten grünen Unterpixelbereich und einem himmelblauen Unterpixelbereich in einem zweiten Pixelbereich, der benachbart zum ersten Pixelbereich angeordnet ist, wobei jeder der ersten und zweiten roten Unterpixelbereiche eine erste Elektrode, ein rotes organisches Emissionsmaterialmuster und eine zweite Elektrode umfasst, wobei jeder der ersten und zweiten grünen Unterpixelbereiche die erste Elektrode, ein grünes organisches Emissionsmaterialmuster und die zweite Elektrode umfasst, wobei der tiefblaue Unterpixelbereich die erste Elektrode, ein tiefblaues organisches Emissionsmaterialmuster und die zweite Elektrode umfasst, wobei der himmelblaue Unterpixelbereich die erste Elektrode, ein himmelblaues organisches Emissionsmaterialmuster und die zweite Elektrode umfasst, und wobei ein Einheitspixel, das ein Bild anzeigt, wenigstens den tiefblauen Unterpixelbereich oder den himmelblauen Unterpixelbereich mit dem zweiten roten Unterpixelbereich und dem zweiten grünen Unterpixelbereich umfasst.

[0019] Es ist zu verstehen, dass sowohl die vorhergegangene allgemeine Beschreibung als auch die folgende detaillierte Beschreibung exemplarisch und erläuternd sind und beabsichtigt sind, um eine weitere Erläuterung der beanspruchten Erfindung zu geben.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0020] Die angehängten Zeichnungen, die hier enthalten sind, um ein weiteres Verständnis der Erfindung zu ermöglichen, und die eingeschlossen sind und einen Teil dieser Beschreibung bilden, zeigen Ausführungsformen der Erfindung und dienen zusammen mit der Beschreibung zur Erläuterung der Prinzipien der Erfindung.

[0021] Fig. 1 ist ein Banddiagramm, das ein Emissionsprinzip einer OLED gemäß dem Stand der Technik zeigt.

[0022] Fig. 2 ist ein Schaltbild, das eine OLED gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0023] Fig. 3 ist eine schematische Schnittansicht, die eine OLED gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0024] Fig. 4 ist eine schematische Draufsicht, die eine Pixelanordnung einer OLED gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0025] Fig. 5 ist eine schematische Draufsicht, die eine Pixelanordnung einer OLED gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0026] Fig. 6a und Fig. 6b sind schematische Draufsichten, die ein Darstellungsverfahren und ein herkömmliches Verfahren zeigen.

[0027] Fig. 7 ist eine schematische Draufsicht, die ein Darstellungsverfahren bei einer OLED gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0028] Fig. 8 bis Fig. 10 sind schematische Draufsichten, die Pixelanordnungen einer OLED gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0029] Nun wird im Detail auf die bevorzugten Ausführungsformen Bezug genommen, von denen Beispiele in den angehängten Zeichnungen gezeigt sind.

[0030] Fig. 2 ist ein Schaltbild, das eine OLED gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt. Wie in Fig. 2 gezeigt ist, umfasst eine OLED eine Gateleitung GL, eine Datenleitung DL, eine Stromversorgungsleitung PL, einen Schaltdünnschichttransistor (TFT) STr, einen Speicherkondensator STgC, einen Ansteuerungs-TFT DTr und eine organische elektrolumineszente Diode E. Die Gateleitung GL und die Datenleitung DL kreuzen einander, und die Stromversorgungsleitung PL ist parallel zur Datenleitung DL ausgebildet. Der Schalt-TFT STr ist in einem Kreuzungsbereich der Gate- und Datenleitungen GL und DL ausgebildet. Der Ansteuerungs-TFT DTr ist mit dem Schalt-TFT STr elektrisch verbunden.

[0031] Der Ansteuerungs-TFT DTr ist mit der organischen elektrolumineszenten Diode E elektrisch verbunden. Genauer gesagt ist eine erste Elektrode der organischen elektrolumineszenten Diode E mit einer Drain-Elektrode des Ansteuerungs-TFT DTr verbunden, und eine zweite Elektrode der organischen elektrolumineszenten Diode E ist mit der Stromversorgungsleitung PL verbunden. Die Stromversorgungsleitung PL stellt eine Quellspannung für die organische elektrolumineszente Diode E bereit. Der Speicherkondensator Cst ist zwischen der Gate-Elektrode und der Source-Elektrode des Ansteuerungs-TFT Tr angeordnet.

[0032] Wenn ein Signal über die Gate-Leitung GL an den Ansteuerungs-TFT STr angelegt wird, so dass der Schalt-TFT STr angeschaltet wird, wird ein Signal von der Datenleitung DL an die Gate-Elektrode des Ansteuerungs-TFT DTr angelegt, so dass der Ansteuerungs-TFT DTr angeschaltet wird. Im Ergebnis wird Licht von der organischen elektrolumineszenten Diode E emittiert. In diesem Fall wird, wenn der Ansteuerungs-TFT DTr angeschaltet ist, ein Pegel eines elektrischen Stroms, der von der Stromversorgungsleitung PL an die organische elektrolumineszente Diode E angelegt wird, so bestimmt, dass die organische elektrolumineszente Diode E eine Grauskala erzeugen kann. Der Speicherkondensator StgC dient zum Aufrechterhalten der Spannung an der Gate-Elektrode des Ansteuerungs-TFT DTr,

wenn der Schalt-TFT STr angeschaltet ist. Dementsprechend wird, selbst wenn der Schalt-TFT STr ausgeschaltet wird, ein Pegel eines elektrischen Stroms, der von der Stromversorgungsleitung PL an die organische elektrolumineszente Diode E angelegt wird, zum nächsten Rahmen (engl. „frame“) hin aufrechterhalten.

[0033] Fig. 3 zeigt eine schematische Schnittansicht einer OLED gemäß der vorliegenden Erfindung. Die OLED wird, abhängig von einer Transportrichtung des Lichts aus der organischen emittierenden Schicht, in einen oberflächenemittierenden Typ und einen bodenemittierenden Typ unterteilt. Die OLED wird für den bodenemittierenden Typ beschrieben.

[0034] Gemäß Fig. 3 umfasst die OLED **100** ein erstes Substrat **101**, ein zweites Substrat **103** und ein Dichtungsmuster **120**. Das zweite Substrat **103** liegt dem ersten Substrat **101** gegenüber. Das Dichtungsmuster **120** ist an Rändern des ersten und zweiten Substrats **101**, **103** angeordnet, um einen Raum zwischen dem ersten und dem zweiten Substrat **101**, **103** abzudichten.

[0035] Auf dem ersten Substrat **101** sind ein Ansteuerungs-TFT DTr und ein Schalt-TFT (nicht gezeigt) in jedem Unterpixelbereich SP ausgebildet. Weiter ist eine organische elektrolumineszente Diode E über dem ersten Substrat **101** ausgebildet, um elektrisch mit dem Ansteuerungs-TFT DTr verbunden zu werden. Die organische elektrolumineszente Diode E umfasst eine erste Elektrode **111**, die mit dem Ansteuerungs-TFT DTr verbunden ist, eine organische Emissionsschicht **113**, die auf der ersten Elektrode **111** aufgebracht ist, und eine zweite Elektrode **115**, die auf der organischen Emissionsschicht **113** aufgebracht ist. Obwohl es nicht gezeigt ist, umfassen sowohl der Ansteuerungs-TFT DTr als auch der Schalt-TFT eine Gate-Elektrode, eine Halbleiterschicht, eine Source-Elektrode und eine Drain-Elektrode. Beispielsweise kann der Ansteuerungs-TFT DTr eine Halbleiterschicht aus polykristallinem Silizium als Gate des Oberseiten-Typs umfassen. Alternativ kann der Ansteuerungs-TFT DTr eine Halbleiterschicht aus amorphem Silizium und störstellen-dotiertem amorphem Silizium als Gate des Unterseiten-Typs umfassen.

[0036] Beispielsweise umfasst der Ansteuerungs-TFT DTr mit dem Gate des Oberseiten-Typs die Halbleiterschicht aus polykristallinem Silizium, eine Gate-Isolationsschicht auf der Halbleiterschicht, die Gate-Elektrode auf der Gate-Isolationsschicht, und die Source- und Drain-Elektroden über der Gate-Elektrode. Ein zentraler Bereich der Halbleiterschicht dient als Kanal und Störstellen sind in beide Enden der Halbleiterschicht dotiert. Die Source- und Drain-Elektroden kontaktieren entsprechend die beiden Enden der Halbleiterschicht.

[0037] Die erste Elektrode **111** der organischen elektrolumineszenten Diode E ist mit der Drain-Elektrode des Ansteuerungs-TFT DTr elektrisch verbunden. Die erste Elektrode **111** dient als Anode und die zweite Elektrode **115** dient als Kathode. Die erste Elektrode **111** ist aus einem ersten Material mit einer vergleichsweise hohen Austrittsarbeit ausgebildet. Beispielsweise kann die erste Elektrode **111** aus einem transparenten leitenden Material ausgebildet sein, beispielsweise aus Indiumzinnoxid (ITO) oder Indiumzinkoxid (IZO). Die zweite Elektrode **115** ist aus einem zweiten Material mit einer vergleichsweise kleinen Austrittsarbeit ausgebildet, das opak ist. Beispielsweise kann die zweite Elektrode **115** aus Aluminium (Al), einer Aluminiumverbindung, Silber (Ag), Magnesium (Mg), Gold (Au) oder einer Al-Mg-Verbindung ausgebildet sein. Die organische Emissionsschicht **113** umfasst erste bis dritte organische Emissionsmaterialmuster für das entsprechende Emittieren von roten, grünen und blauen Farben. Dementsprechend tritt von der organischen Emissionsschicht **113** emittiertes Licht durch die erste Elektrode **111** hindurch.

[0038] Gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst die organische Emissionsschicht **113** nicht nur die roten und grünen organischen Emissionsmaterialmuster, sondern auch ein tiefblaues organisches Emissionsmaterialmuster B1 und ein himmelblaues organisches Emissionsmaterialmuster B2. Das tiefblaue organische Emissionsmaterialmuster B1 weist einen Vorteil bezüglich einer Farbwiedergabe auf, besitzt aber Nachteile bezüglich einer Ansprechzeit und einer Emissionseffizienz. Im Gegensatz dazu weist das himmelblaue organische Emissionsmaterialmuster B2 einen Vorteil bezüglich einer Ansprechzeit und einer Emissionseffizienz auf, besitzt aber Nachteile bei der Farbwiedergabe. Gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst die OLED **100** sowohl das tiefblaue organische Emissionsmaterialmuster B1 als auch das himmelblaue organische Emissionsmaterialmuster B2 in verschiedenen Pixelbereichen. Zusätzlich kann ein Einheitspixel das tiefblaue organische Emissionsmaterialmuster B1 und das himmelblaue organische Emissionsmaterialmuster B2 verwenden. Dementsprechend weist die OLED **100** der vorliegenden Erfindung alle Vorteile hinsichtlich der Farbwiedergabe, der Ansprechzeit und der Emissionseffizienz auf.

[0039] Fig. 4 ist eine schematische Draufsicht, die eine Pixelanordnung einer OLED gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. In Fig. 4 sind vier Unterpixelbereiche R-SP, G-SP, B1-SP und B2-SP jeweils in einem ersten und einem zweiten Pixelbereich P1 und P2 angeordnet. Jeder Pixelbereich P umfasst einen roten Unterpixelbereich R-SP, einen grünen Unterpixelbereich G-SP, einen tiefblauen Unterpixelbereich B1-SP und einen himmelblauen Unterpixelbereich B2-SP. Rote, grüne,

tiefblaue und himmelblaue organische Emissionsmaterialmuster **110a**, **110b**, **110c** und **110d** sind entsprechend im roten Unterpixelbereich R-SP, im grünen Unterpixelbereich G-SP, im tiefblauen Unterpixelbereich B1-SP und im himmelblauen Unterpixelbereich B2-SP ausgebildet. Die Unterpixelbereiche R-SP, G-SP, B1-SP und B2-SP sind in einer Matrixform angeordnet.

[0040] Da jeder Pixelbereich P der OLED Bilder unter Verwendung sowohl des tiefblauen organischen Emissionsmaterialmusters **110c** als auch des himmelblauen organischen Emissionsmaterialmusters **110d** anzeigen kann, weist die OLED alle Vorteile hinsichtlich der Farbwiedergabe, der Ansprechzeit und der Emissionseffizienz auf.

[0041] Da jedoch ein vorbestimmter Raum oder Abstand zwischen benachbarten Unterpixelbereichen R-SP, G-SP, B1-SP und B2-SP notwendig ist, ist ein effektiver Emissionsbereich, d. h. ein Öffnungsverhältnis, vermindert.

[0042] Um alle Vorteile hinsichtlich der Farbwiedergabe, der Ansprechzeit und der Emissionseffizienz zu erhalten, und um eine Reduzierung des effektiven Emissionsbereichs zu vermeiden, wird eine andere Pixelanordnung vorgestellt.

[0043] Fig. 5 ist eine schematische Draufsicht, die eine Pixelanordnung einer OLED gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. In Fig. 5 sind 3 Unterpixelbereiche in jedem Pixelbereich P angeordnet. Beispielsweise sind ein roter Unterpixelbereich R-SP, ein grüner Unterpixelbereich G-SP und ein tiefblauer Unterpixelbereich B1-SP in einem ersten Pixelbereich 1-1P in einer ersten Pixelzeile angeordnet, und der rote Unterpixelbereich R-SP, der grüne Unterpixelbereich G-SP und ein himmelblauer Unterpixelbereich B2-SP sind in einem zweiten Pixelbereich 1-2P in der ersten Pixelzeile angeordnet. Die ersten und zweiten Pixelbereiche P1 und P2 sind abwechselnd zueinander angeordnet. Das heißt, der rote Unterpixelbereich R-SP, der grüne Unterpixelbereich G-SP, der tiefblaue Unterpixelbereich B1-SP und der himmelblaue Unterpixelbereich B2-SP sind in einer Streifenform angeordnet. Anders gesagt sind der rote Unterpixelbereich R-SP, der grüne Unterpixelbereich G-SP und der tiefblaue Unterpixelbereich B1-SP im ersten Pixelbereich 1-1P in der ersten Pixelzeile entlang einer ersten Richtung angeordnet, und der rote Unterpixelbereich R-SP, der grüne Unterpixelbereich G-SP und der himmelblaue Unterpixelbereich B2-SP sind im zum ersten Pixelbereich 1-1P benachbarten zweiten Pixelbereich 1-2P in der ersten Pixelzeile entlang der ersten Richtung angeordnet. Weiter sind der rote Unterpixelbereich R-SP, der grüne Unterpixelbereich G-SP und der himmelblaue Unterpixelbereich B2-SP im ersten Pixelbereich 2-1P, der benachbart zum ersten Pixelbereich

1-1P in der ersten Pixelzeile ist, entlang einer zweiten Richtung in einer zweiten Pixelzeile angeordnet, und der rote Unterpixelbereich R-SP, der grüne Unterpixelbereich G-SP und der tiefblaue Unterpixelbereich B1-SP sind im zweiten Pixelbereich 2-2P, der benachbart zum ersten Pixelbereich 2-1P entlang der zweiten Richtung ist, in der zweiten Pixelzeile angeordnet. Das heißt, die ersten und zweiten Pixelbereiche P1 und P2 entlang der zweiten Richtung sind abwechselnd zueinander angeordnet.

[0044] Rote, grüne, tiefblaue und himmelblaue organische Emissionsmaterialmuster **200a**, **200b**, **200c** und **200d** sind entsprechend im roten Unterpixelbereich R-SP, im grünen Unterpixelbereich G-SP, im tiefblauen Unterpixelbereich B1-SP und im himmelblauen Unterpixelbereich B2-SP angeordnet. Wie oben erwähnt, weist das tiefblaue organische Emissionsmaterialmuster **200c** einen Vorteil hinsichtlich einer Farbwiedergabe auf, hat aber einen Nachteil bezüglich einer Ansprechzeit und einer Emissionseffizienz. Im Gegensatz dazu weist das himmelblaue organische Emissionsmaterialmuster **200d** einen Vorteil hinsichtlich einer Ansprechzeit und einer Emissionseffizienz auf aber einen Nachteil bezüglich einer Farbwiedergabe.

[0045] Das tiefblaue organische Emissionsmaterialmuster **200c** umfasst ein blaues Wirtsmaterial und einen tiefblauen Farbdotierstoff. Der tiefblaue Farbdotierstoff weist ein Prozentgewicht von etwa 2 bis 10 bezüglich des blauen Wirtsmaterials auf. Wenn das Prozentgewicht des tiefblauen Farbdotierstoffs kleiner als 2 ist, ist die Emission von blauer Farbe nicht hinreichend. Auf der anderen Seite, wenn das Prozentgewicht des tiefblauen Farbdotierstoffs größer als 10 ist, ist es schwierig, einen Ladungsausgleich zu steuern. Der tiefblaue Farbdotierstoff ist ein Material mit einem Emissionsmaximum unterhalb von 460 nm. Beispielsweise kann der tiefblaue Farbdotierstoff entweder 4'-N,N-Diphenylaminostyryl-Triphenyl (DPA-TP), 2,5,2',5'-Tetrastyryl-Biphenyl (TSM) oder ein Anthracen-Derivat sein.

[0046] Das himmelblaue organische Emissionsmaterialmuster **200d** umfasst ein blaues Wirtsmaterial und einen himmelblauen Farbdotierstoff. Der himmelblaue Farbdotierstoff weist ein Prozentgewicht von etwa 2 bis 10 bezüglich des blauen Wirtsmaterials auf. Wenn das Prozentgewicht des himmelblauen Farbdotierstoffs kleiner als 2 ist, ist die Emission von blauer Farbe nicht hinreichend. Auf der anderen Seite, wenn das Prozentgewicht des himmelblauen Farbdotierstoffs größer als 10 ist, ist die Emission von himmelblauer Farbe zu stark, so dass sich die Eigenschaften in einer Farbkoordinate verschlechtern. Der tiefblaue Farbdotierstoff ist ein Material mit einem Emissionsmaximum unterhalb von 470 nm. Beispielsweise kann der tiefblaue Farbdotierstoff entwe-

der p-bis(p-N,N-Diphenyl-Aminostyryl)benzen (DAS-Ph) oder Phenylcyclopentadien sein.

[0047] Ein erstes Einheitspixel UP1 zeigt ein Bild unter Verwendung des tiefblauen organischen Emissionsmaterialmusters **200c** mit den roten und grünen organischen Emissionsmaterialmustern **200a** und **200b** an, und ein zweites Einheitspixel UP2 zeigt ein Bild unter Verwendung des himmelblauen organischen Emissionsmaterialmusters **200d** mit den roten und grünen organischen Emissionsmaterialmustern **200a** und **200b** an. Alternativ zeigt das erste Einheitspixel UP1 ein Bild unter Verwendung des himmelblauen organischen Emissionsmaterialmusters **200d** mit den roten und grünen organischen Emissionsmaterialmustern **200a** und **200b** an, und das zweite Einheitspixel UP2 zeigt ein Bild unter Verwendung des tiefblauen organischen Emissionsmaterialmusters **200c** mit den roten und grünen organischen Emissionsmaterialmustern **200a** und **200b** an. Alternativ zeigen sowohl das erste als auch das zweite Einheitspixel UP1 und UP2 ein Bild unter Verwendung entweder des tiefblauen organischen Emissionsmaterialmusters **200c** oder des himmelblauen organischen Emissionsmaterialmusters **200d** mit den roten und grünen organischen Emissionsmaterialmustern **200a** und **200b** an.

[0048] Dementsprechend verwenden sowohl das erste als auch das zweite Einheitspixel UP1 und UP2 den tiefblauen Unterpixelbereich B1-SP, um ein Bild mit hoher Farbwiedergabe zu erzeugen. Im Gegensatz dazu verwenden sowohl das erste als auch das zweite Einheitspixel UP1 und UP2 den himmelblauen Unterpixelbereich B2-SP, um eine hohe Ansprechzeit und eine hohe Emissionseffizienz zu erhalten.

[0049] Mit dieser Pixelanordnung zeigt sowohl das erste als auch das zweite Einheitspixel UP1 und UP2 Bilder unter Verwendung entweder des tiefblauen organischen Emissionsmaterialmusters **200c** oder des himmelblauen organischen Emissionsmaterialmusters **200d** mit den roten und grünen organischen Emissionsmaterialmustern **200a** und **200b** an, so dass die OELD alle Vorteile hinsichtlich der Farbwiedergabe, der Ansprechzeit und der Emissionseffizienz aufweist.

[0050] Bei der vorliegenden Erfindung weist jeder der roten und grünen Unterpixelbereiche R-SP und G-SP eine erste Breite w_1 auf, und der tiefblaue Unterpixelbereich B1-SP und der himmelblaue Unterpixelbereich B2-SP weisen eine zweite Breite w_2 auf, die größer als die erste Breite w_1 ist ($w_1 < w_2$). Beispielsweise kann die zweite Breite w_2 das zweifache oder dreifache der ersten Breite w_1 sein ($2w_1 \leq w_2$). Das heißt, eine Fläche des tiefblauen Unterpixelbereichs B1-SP oder des himmelblauen Unterpixelbereichs B2-SP ist größer als diejenige der roten und grünen Unterpixelbereiche R-SP und G-SP. Dement-

sprechend wird ein Unterpixel-Darstellungsverfahren für die benachbarten Einheitspixel UP1 und U2 verwendet. Anders gesagt teilen sich die benachbarten Einheitspixel UP1 und UP2 den tiefblauen Unterpixelbereich B1-SP und den himmelblauen Unterpixelbereich B2-SP.

[0051] Genauer gesagt zeigt, wie in **Fig. 5** zu sehen ist, das erste Einheitspixel UP1 ein Bild unter Verwendung des tiefblauen Unterpixelbereichs B1-SP im ersten Pixelbereich 1-1P mit den roten und grünen Unterpixelbereichen R-SP und G-SP im ersten Pixelbereich 1-1P an, und das zweite Einheitspixel UP2 zeigt ein Bild unter Verwendung des tiefblauen Unterpixelbereichs B1-SP im ersten Pixelbereich 1-1P mit den roten und grünen Unterpixelbereichen R-SP und G-SP im zweiten Pixelbereich 1-2P an. Alternativ zeigt das zweite Einheitspixel UP2 ein Bild unter Verwendung des himmelblauen Pixelbereichs B2-SP im zweiten Pixelbereich 1-2P mit den roten und grünen Unterpixelbereichen R-SP und G-SP im zweiten Pixelbereich 1-2P an. Das heißt, ein Einheitspixel verwendet mit dem Darstellungsverfahren selektiv den tiefblauen Unterpixelbereich B1-SP oder den himmelblauen Unterpixelbereich B2-SP.

[0052] Zusätzlich wird, da sowohl der tiefblaue als auch der himmelblaue Unterpixelbereich B1-SP und B2-SP eine Fläche aufweist, die größer als die der roten und grünen Unterpixelbereiche R-SP und G-SP ist, eine Farbbalance von roter, grüner und blauer Farbe durch das Darstellungsverfahren nicht verschlechtert. Des Weiteren ist, da drei Unterpixelbereiche in jedem Pixelbereich angeordnet sind, ein Öffnungsverhältnis im Vergleich zu einer Anordnungsstruktur mit vier Unterpixeln vergrößert.

[0053] **Fig. 6A** und **Fig. 6B** sind schematische Draufsichten, die ein Darstellungsverfahren und ein konventionelles Verfahren zeigen.

[0054] Um ein Bild mit einer klaren Farbe bereitzustellen, verwenden sowohl das erste als auch das zweite Einheitspixel UP1 und UP2 den tiefblauen Unterpixelbereich B1-SP, wie es in **Fig. 6A** gezeigt ist. Dementsprechend wird nur der himmelblaue Unterpixelbereich B2-SP im zweiten Pixelbereich 1P nicht verwendet.

[0055] Im Gegensatz dazu wird, wie in **Fig. 4B** gezeigt ist, nur das erste Einheitspixel UP2, das den tiefblauen Unterpixelbereich B1-SP verwendet, benutzt, um ein Bild mit einer klaren Farbe bereitzustellen. In diesem Fall werden alle Unterpixel R-SP, G-SP und B2-SP im zweiten Pixelbereich 2P nicht verwendet. Weiter ist, auch wenn das zweite Einheitspixel UP2, das ein Bild unter Verwendung des tiefblauen Unterpixelbereichs B1-SP im ersten Pixelbereich 1P mit den roten und grünen Unterpixelbereichen R-SP und G-SP im zweiten Pixelbereich 2P anzeigt, eine Farb-

balance verschlechtert, da der tiefblaue Unterpixelbereich B1-SP dieselbe Fläche wie die roten und grünen Unterpixelbereiche R-SP und G-SP aufweist.

[0056] Das heißt, gemäß der vorliegenden Erfindung ist dann, wenn nur der tiefblaue Unterpixelbereich B1-SP oder der himmelblaue Unterpixelbereich B2-SP betrieben wird, eine Anzahl an Unterpixelbereichen, die nicht betrieben werden, minimiert. Dementsprechend ist ein Öffnungsverhältnis verbessert.

[0057] **Fig. 7** ist eine schematische Draufsicht, die ein Darstellungsverfahren in einer OLED gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt. Ähnlich zur **Fig. 5** sind drei Unterpixelbereiche in jedem Pixelbereich P angeordnet. Das heißt, der rote Unterpixelbereich R-SP, der grüne Unterpixelbereich G-SP und der tiefblaue Unterpixelbereich B1-SP sind im ersten Pixelbereich 1-1P in einer ersten Pixelzeile angeordnet, und der rote Unterpixelbereich R-SP, der grüne Unterpixelbereich G-SP und der himmelblaue Unterpixelbereich B2-SP sind im zweiten Pixelbereich 1-2P in der ersten Pixelzeile angeordnet. Zusätzlich weist jeder der roten und grünen Unterpixelbereiche R-SP und G-SP eine erste Breite w_1 auf, und der tiefblaue Unterpixelbereich B1-SP und der himmelblaue Unterpixelbereich B2-SP weisen eine zweite Breite w_2 auf, die größer als die erste Breite w_1 ist ($w_1 < w_2$). Das heißt, eine Fläche sowohl des tiefblauen Unterpixelbereichs B1-SP als auch des himmelblauen Unterpixelbereichs B2-SP ist größer als diejenige der roten und grünen Unterpixelbereiche R-SP und G-SP.

[0058] Das erste und zweite Einheitspixel UP1 und UP2 zeigen jeweils Bilder unter Verwendung wenigstens des tiefblauen Unterpixelbereichs B1-SP oder des himmelblauen Unterpixelbereichs B2-SP mit den roten und grünen Unterpixelbereichen R-SP und G-SP an. Da jedes Einheitspixel in der OLED sowohl den tiefblauen Unterpixelbereich als auch den himmelblauen Unterpixelbereich verwendet, weist die OLED alle Vorteile bezüglich der Farbwiedergabe, der Ansprechzeit und der Emissionseffizienz auf.

[0059] **Fig. 8** bis **Fig. 10** sind schematische Draufsichten, die jeweils eine Pixelanordnung einer OLED gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen.

[0060] In **Fig. 8** sind drei Unterpixelbereiche in jedem Pixelbereich P angeordnet. Das heißt, der rote Unterpixelbereich R-SP, der grüne Unterpixelbereich G-SP und der tiefblaue Unterpixelbereich B1-SP sind im ersten Pixelbereich 1-1P in einer ersten Pixelzeile angeordnet, und der rote Unterpixelbereich R-SP, der grüne Unterpixelbereich G-SP und der himmelblaue Unterpixelbereich B2-SP sind im zweiten Pixelbereich 1-2P in der ersten Pixelzeile angeordnet. Die ersten und zweiten Pixelbereiche 1-1P und 1-2P in

der ersten Pixelzeile sind abwechselnd zueinander angeordnet.

[0061] Weiter sind der rote Unterpixelbereich R-SP, der grüne Unterpixelbereich G-SP und der himmelblaue Unterpixelbereich B2-SP im ersten Pixelbereich 2-1P in einer zweiten Pixelzeile angeordnet, und der rote Unterpixelbereich R-SP, der grüne Unterpixelbereich G-SP und der tiefblaue Unterpixelbereich B1-SP sind im zweiten Pixelbereich 2-2P in der zweiten Pixelzeile angeordnet. Die ersten und zweiten Pixelbereiche 2-1P und 2-2P in der zweiten Pixelzeile sind abwechselnd zueinander angeordnet.

[0062] In jedem Pixelbereich P sind die roten und grünen Unterpixelbereiche R-SP und G-SP entlang einer vertikalen Richtung angeordnet, und die tiefblauen und himmelblauen Unterpixelbereiche B1-SP und B2-SP sind entlang einer horizontalen Richtung bezüglich der roten und grünen Unterpixelbereichen R-SP und G-SP angeordnet. Die roten, grünen, tiefblauen und himmelblauen organischen Emissionsmaterialmuster **200a**, **200b**, **200c** und **200d** sind entsprechend im roten Unterpixelbereich R-SP, im grünen Unterpixelbereich G-SP, im tiefblauen Unterpixelbereich B1-SP und im himmelblauen Unterpixelbereich B2-SP ausgebildet. Jeder der roten Unterpixelbereiche R-SP, der grünen Unterpixelbereiche G-SP, der tiefblauen Unterpixelbereiche B1-SP und der himmelblauen Unterpixelbereiche B2-SP weist eine tetragonale Form auf. Des Weiteren ist eine horizontale Länge, das heißt eine Breite eines jeden tiefblauen und himmelblauen Unterpixelbereichs B1-SP und B2-SP im Wesentlichen dieselbe wie die eines jeden roten und grünen Unterpixelbereichs R-SP und G-SP, während eine vertikale Länge eines jeden tiefblauen und himmelblauen Unterpixelbereichs B1-SP und B2-SP größer als die eines jeden roten und grünen Unterpixelbereichs R-SP und G-SP ist. Dementsprechend weist jeder tiefblaue und himmelblaue Unterpixelbereich B1-SP und B2-SP eine Fläche auf, die größer als diejenige eines jeden roten und grünen Unterpixelbereichs R-SP und G-SP ist.

[0063] Wie in **Fig. 8** gezeigt ist, zeigt jeder der ersten und zweiten Einheitspixel UP1 und UP2 ein Bild unter Verwendung des tiefblauen oder des himmelblauen Unterpixelbereichs B1-SP, B2-SP mit den roten und grünen Unterpixelbereichen R-SP und G-SP an. Dementsprechend gibt es alle Vorteile hinsichtlich der Farbwiedergabe, der Ansprechzeit und der Emissionseffizienz. Weiter ist, da jeder der tiefblauen und himmelblauen Unterpixelbereiche B1-SP und B2-SP größer als jeder der roten und grünen Unterpixelbereiche R-SP und G-SP ist, eine Farbbalance nicht verschlechtert, wenn ein Darstellungsverfahren verwendet wird. Des Weiteren sind die roten und grünen organischen Emissionsmaterialmuster **200a** und **200b** und die tiefblauen oder himmelblauen organischen Emissionsmaterialmuster **200c**

und **200d** in jedem Pixelbereich P durch ein vorbestimmtes d räumlich voneinander getrennt, und ein Sichtbarkeitseffekt wird verhindert. Des Weiteren ist, da drei Unterpixelbereiche in jedem Pixelbereich vorhanden sind, ein Öffnungsverhältnis verbessert, auch wenn die OELD vierte farbige organische Emissionsmaterialmuster umfasst. Das heißt, die OELD weist mehr Pixelbereiche P pro Einheitsfläche verglichen mit der OELD gemäß dem Stand der Technik auf, so dass die OELD eine hohe Auflösung und eine hohe Helligkeit besitzt.

[0064] Wie oben erwähnt, kann jedes der ersten und zweiten Einheitspixel UP1 und UP2 sowohl den tiefblauen Unterpixelbereich B1-SP als auch den himmelblauen Unterpixelbereich B2-SP verwenden. Das heißt, jedes der ersten und zweiten Einheitspixel UP1 und UP2 verwendet wenigstens den tiefblauen Unterpixelbereich B1-SP oder den himmelblauen Unterpixelbereich B2-SP mit den roten und grünen Unterpixelbereichen R-SP und G-SP.

[0065] Wie in **Fig. 9** gezeigt ist, weist jeder rote und grüne Unterpixelbereich R-SP und G-SP eine Trapezform auf. In jedem Pixelbereich P sind die roten und grünen Unterpixelbereiche R-SP und G-SP mit der Trapezform symmetrisch angeordnet. In jedem Pixelbereich P ist eine längere Seite des roten oder grünen Unterpixelbereichs R-SP und G-SP einer linken Seite zugewandt, und eine kürzere Seite des anderen roten oder grünen Unterpixelbereichs R-SP, G-SP ist einer rechten Seite zugewandt. Beispielsweise ist im ersten Pixelbereich 1-1P der ersten Pixelzeile eine kürzere Seite des roten Unterpixelbereichs R-SP dem tiefblauen Unterpixelbereich B1-SP gegenüberliegend angeordnet, und einer längeren Seite des grünen Unterpixelbereichs G-SP ist dem tiefblauen Unterpixelbereich B1-SP gegenüberliegend angeordnet.

[0066] Die Pixelanordnung in **Fig. 9** ist ähnlich zu der in **Fig. 8**. Es gibt jedoch einen Unterschied hinsichtlich einer Form der roten und grünen Unterpixelbereiche R-SP und G-SP. Jeder der roten und grünen Unterpixelbereiche R-SP und G-SP kann eine Fünfeckform, eine hexagonale Form usw. aufweisen.

[0067] Die Unterpixel sind in einer anderen Form angeordnet. Wie in **Fig. 10** gezeigt ist, sind in jedem Pixelbereich P in der ersten Pixelzeile die roten und grünen Unterpixelbereiche R-SP und G-SP entlang einer horizontalen Richtung angeordnet und weisen eine Trapezform auf. Eine kürzere Seite des roten Unterpixelbereichs R-SP liegt einer kürzeren Seite des grünen Unterpixelbereichs G-SP gegenüber. Der tiefblaue Unterpixelbereich B1-SP oder der himmelblaue Unterpixelbereich B2-SP weist eine Rautenform auf und ist bezüglich der roten und grünen Unterpixelbereiche R-SP und G-SP in einer vertikalen Richtung angeordnet. In der ersten Pixelzeile ist der tiefblaue

Unterpixelbereich B1-SP im ersten Pixelbereich 1-1P positioniert, und der himmelblaue Unterpixelbereich B2-SP ist im zweiten Pixelbereich 1-2P positioniert. In der zweiten Pixelzeile ist der himmelblaue Unterpixelbereich B2-SP im ersten Pixelbereich 2-1P positioniert, und der tiefblaue Unterpixelbereich B1-SP ist im zweiten Pixelbereich 2-2P positioniert. Die entlang der vertikalen Richtung benachbarten Pixelbereiche teilen sich den tiefblauen Unterpixelbereich B1-SP und den himmelblauen Unterpixelbereich B2-SP.

[0068] Bei der Pixelanordnung in den **Fig. 8, Fig. 9** und **Fig. 10** weist jeder tiefblaue Unterpixelbereich B1-SP und himmelblaue Unterpixelbereich B2-SP eine Fläche auf, die größer als die eines jeden der roten und grünen Unterpixelbereiche R-SP und G-SP ist, so dass die Einheitspixel unter Erhaltung einer Farbbalance mit einem Darstellungsverfahren betrieben werden können. Weiter zeigt jedes Einheitspixel ein Bild unter Verwendung wenigstens des tiefblauen Unterbereichs B1-SP oder des himmelblauen Unterpixelbereichs B2-SP an, so dass die OELD alle Vorteile hinsichtlich der Farbwiedergabe, der Ansprechzeit und der Emissionseffizienz aufweist.

[0069] Des Weiteren weist die OELD ein verbessertes Öffnungsverhältnis auf, da drei Unterpixel, die räumlich getrennt voneinander in einem vorbestimmten Abstand zueinander angeordnet sind, in jedem Pixelbereich angeordnet sind, und jedes Einheitspixel entweder den tiefblauen Unterpixelbereich B1-SP oder den himmelblauen Unterpixelbereich B2-SP oder beide verwendet. Des Weiteren weist die OELD eine hohe Auflösung auf, da mehrere Unterpixel in einer Einheitsfläche ausgebildet sind.

Patentansprüche

1. Eine organische elektrolumineszente Vorrichtung, umfassend:
 – einen ersten Pixelbereich mit einem ersten roten Unterpixelbereich, einem ersten grünen Unterpixelbereich und einem tiefblauen Unterpixelbereich; und
 – einen zweiten Pixelbereich mit einem zweiten roten Unterpixelbereich, einem zweiten grünen Unterpixelbereich und einem himmelblauen Unterpixelbereich, wobei der erste Pixelbereich und der zweite Pixelbereich abwechselnd zueinander angeordnet sind, wobei der tiefblaue Unterpixelbereich und der himmelblaue Unterpixelbereich jeweils eine Fläche aufweisen, die größer als die jedes der ersten und zweiten roten Unterpixelbereiche und der ersten und zweiten grünen Unterpixelbereiche ist, wobei ein Einheitspixel ein Bild mit einem roten Unterpixel, einem grünen Unterpixel und einem blauen Unterpixel mittels eines Unterpixel-Darstellungsverfahrens anzeigt, und wobei das blaue Unterpixel wenigstens einer von dem tiefblauen Unterpixelbereich und dem himmelblauen Unterpixelbereich ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der erste rote Unterpixelbereich und der erste grüne Unterpixelbereich an einer Seite des tiefblauen Unterpixelbereichs angeordnet sind, und wobei der zweite rote Unterpixelbereich und der zweite grüne Unterpixelbereich an einer anderen Seite des tiefblauen Unterpixelbereichs angeordnet sind, so dass der zweite rote Unterpixelbereich und der zweite grüne Unterpixelbereich zwischen dem tiefblauen Unterpixelbereich und dem himmelblauen Unterpixelbereich angeordnet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei sich ein erstes Einheitspixel, das den ersten roten Unterpixelbereich und den ersten grünen Unterpixelbereich verwendet, und ein zweites Einheitspixel, das den zweiten roten Unterpixelbereich und den zweiten grünen Unterpixelbereich verwendet, den tiefblauen Unterpixelbereich teilen.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der zweite rote Unterpixelbereich und der zweite grüne Unterpixelbereich an einer Seite des himmelblauen Unterpixelbereichs angeordnet sind und denselben Abstand zum himmelblauen Unterpixelbereich aufweisen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei der zweite rote Unterpixelbereich und der zweite grüne Unterpixelbereich jeweils eine Trapezform aufweisen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei eine kürzere Seite des roten Unterpixelbereichs und eine längere Seite des grünen Unterpixelbereichs dem himmelblauen Unterpixelbereich zugewandt sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der erste rote Unterpixelbereich und der erste grüne Unterpixelbereich entlang einer waagerechten Richtung angeordnet sind, und der tiefblaue Unterpixelbereich bezüglich des ersten roten Unterpixelbereichs und des ersten grünen Unterpixelbereichs entlang einer senkrechten Richtung angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei der tiefblaue Unterpixelbereich eine Bautenform aufweist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das tiefblaue organische Emissionsmaterialmuster des tiefblauen Unterpixelbereichs ein blaues Wirtsmaterial und einen tiefblauen Farbdotierstoff aufweist, der ein Emissionsmaximum unterhalb von 460 nm aufweist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei der tiefblaue Farbdotierstoff ein Prozentgewicht von etwa 2 bis 10 bezüglich des blauen Wirtsmaterials aufweist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das himmelblaue organische Emissionsmaterialmuster des himmelblauen Unterpixelbereichs ein blaues Wirtsmaterial und einen himmelblauen Farbdotierstoff auf-

weist, der ein Emissionsmaximum unterhalb von 470 nm aufweist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei der himmelblaue Farbdotierstoff ein Prozentgewicht von etwa 2 bis 10 bezüglich des blauen Wirtsmaterials aufweist.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1
Stand der Technik

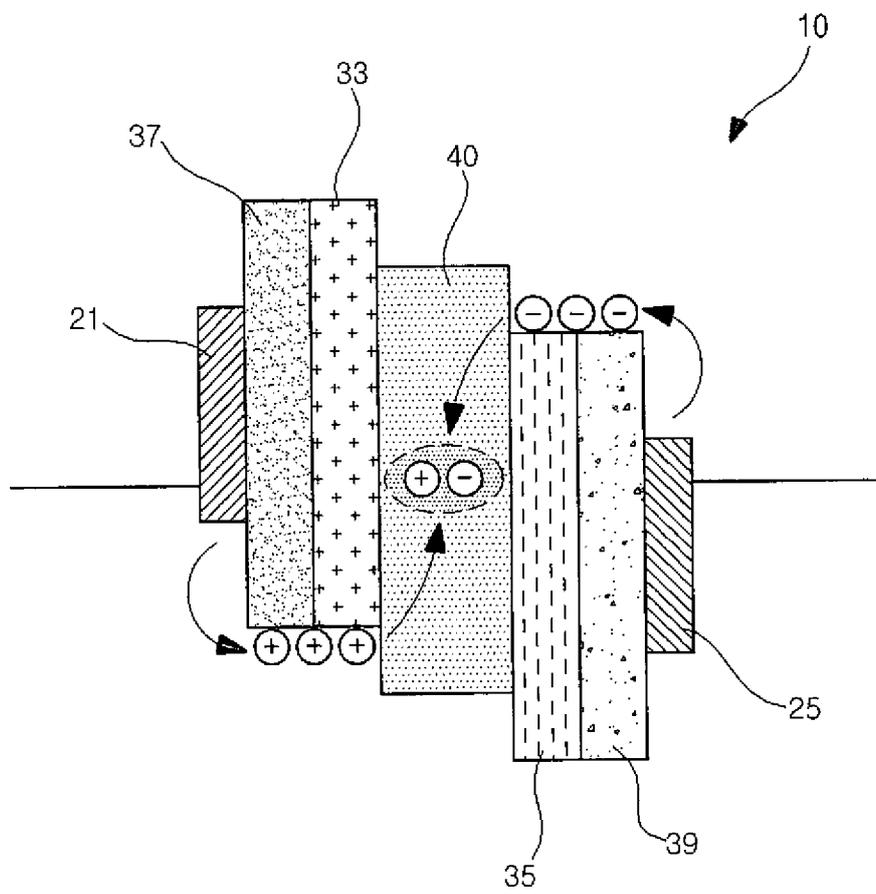


FIG. 2

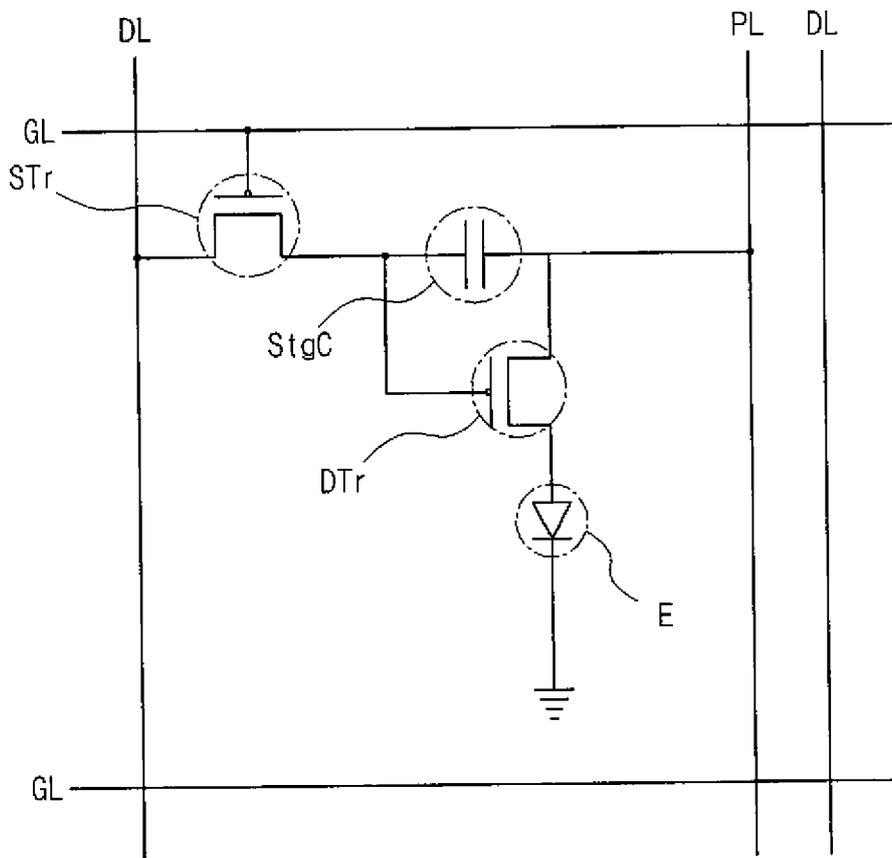


FIG. 3

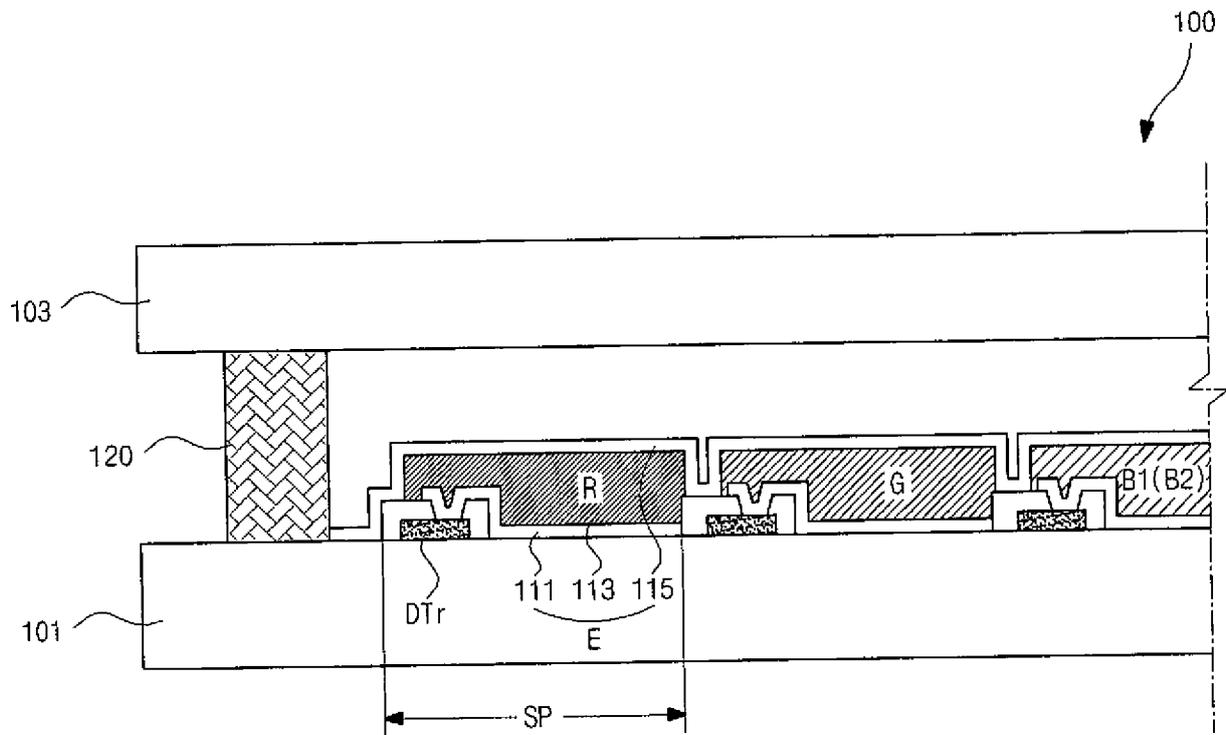


FIG. 4

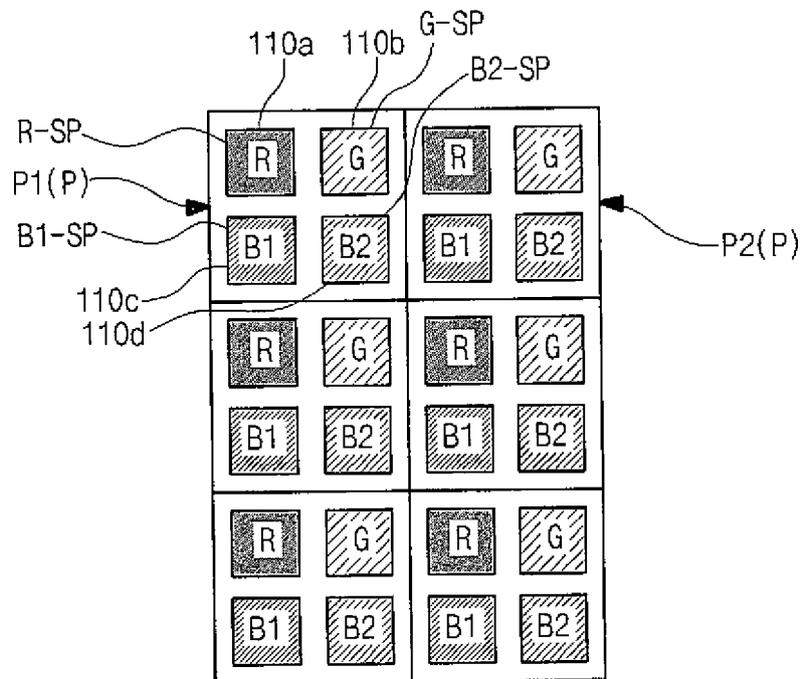


FIG. 5

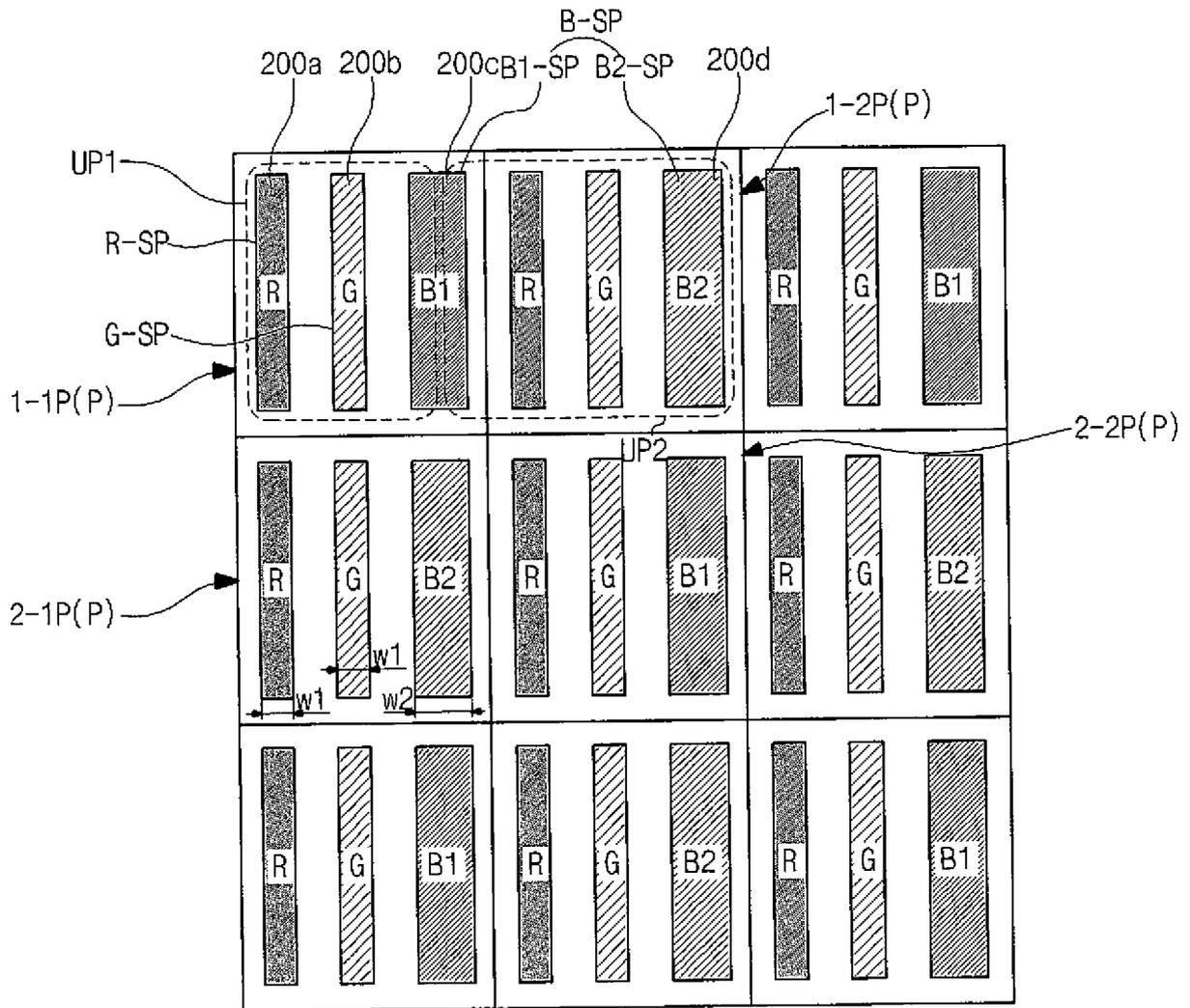


FIG. 6A

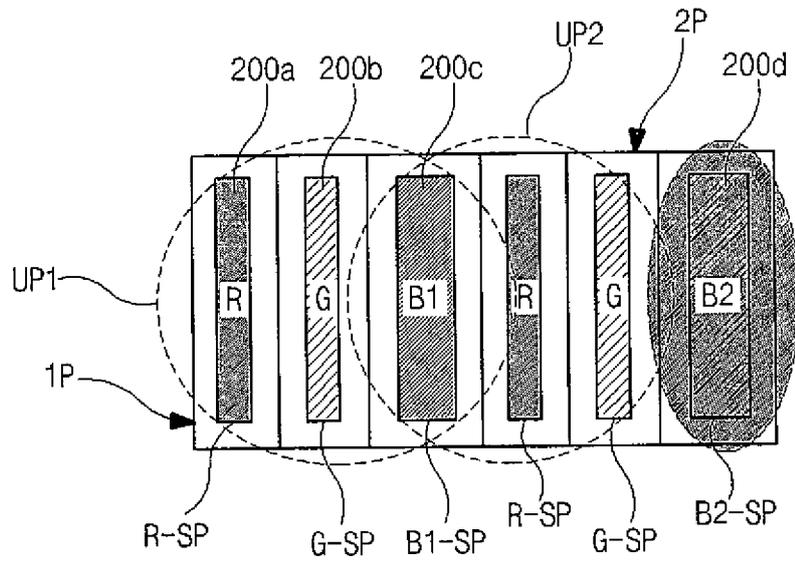


FIG. 6B

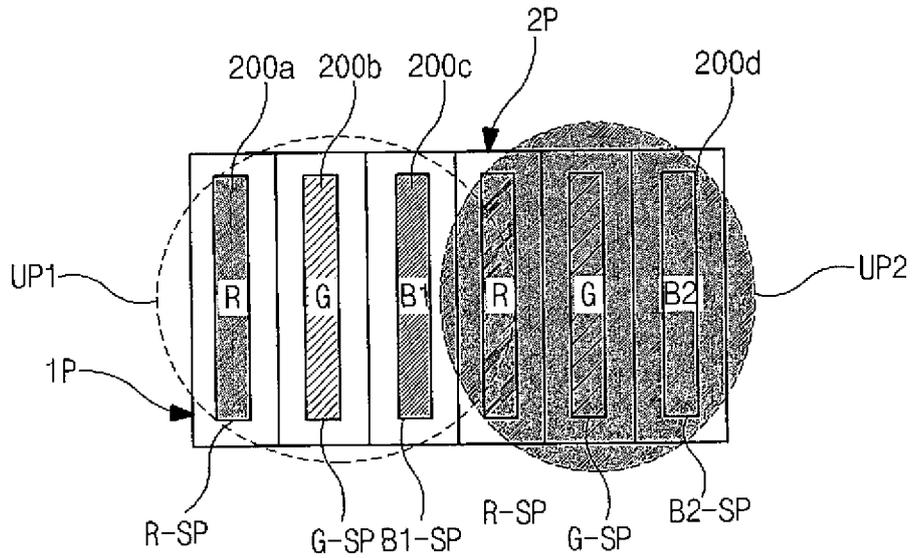


FIG. 7

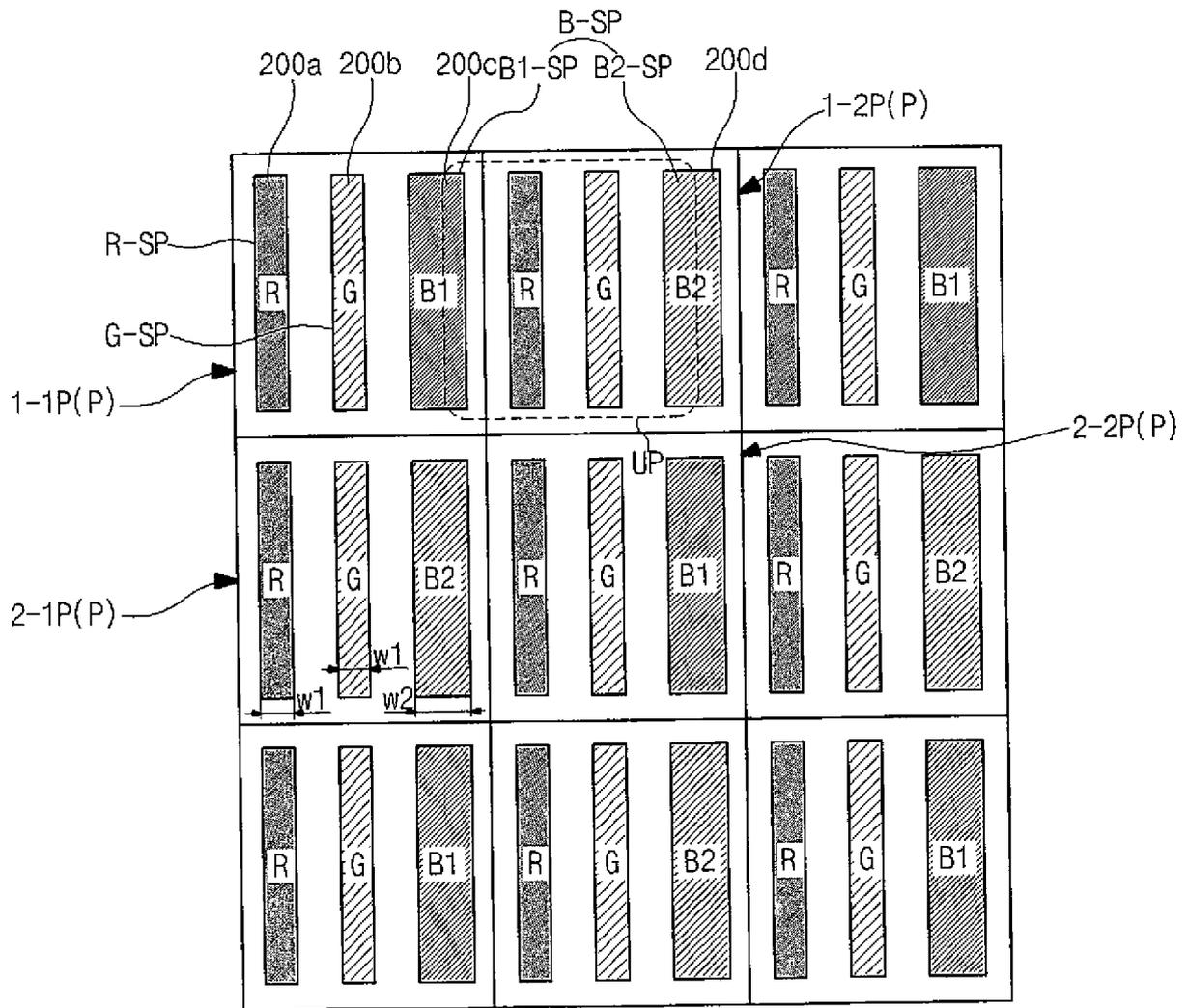


FIG. 8

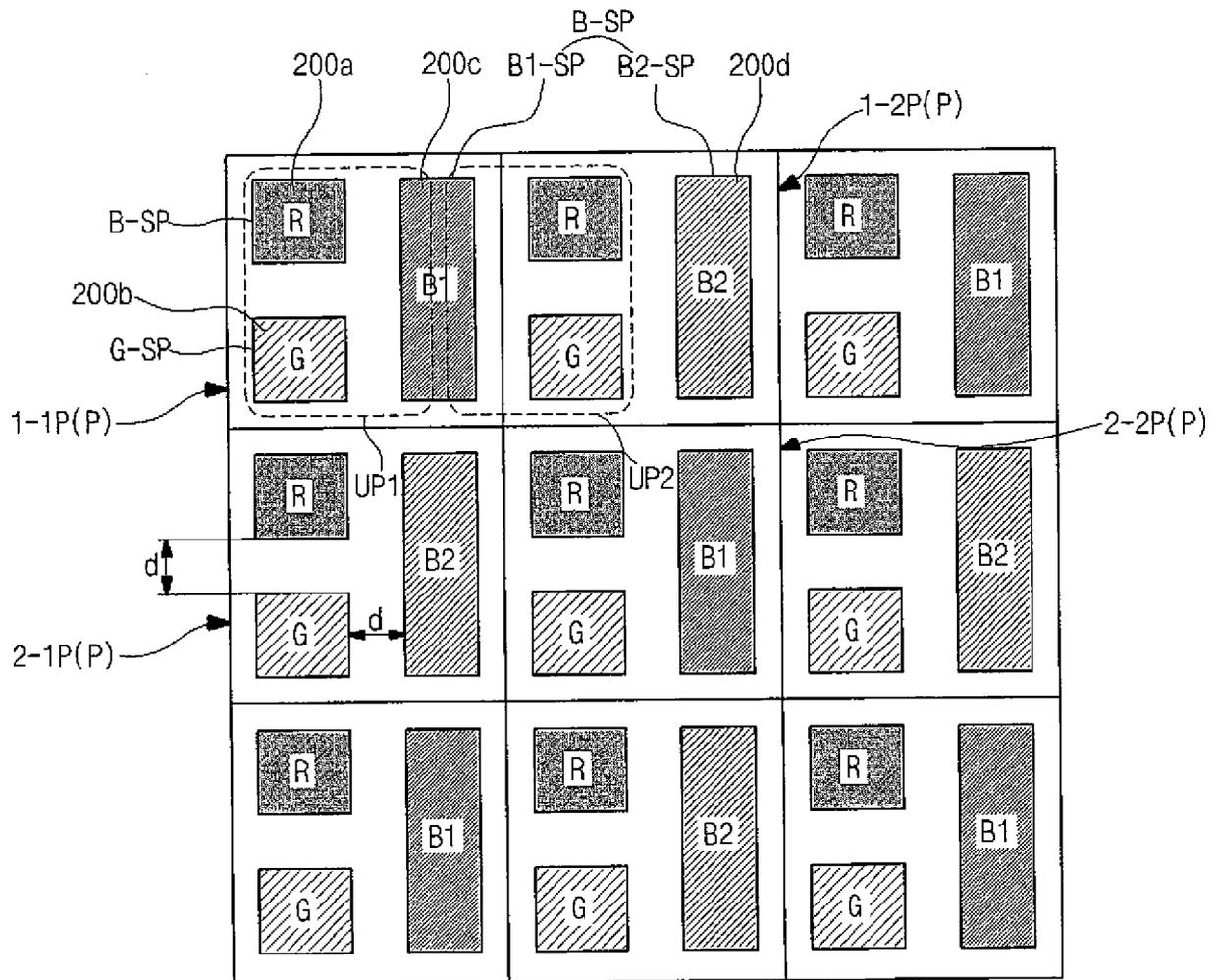


FIG. 9

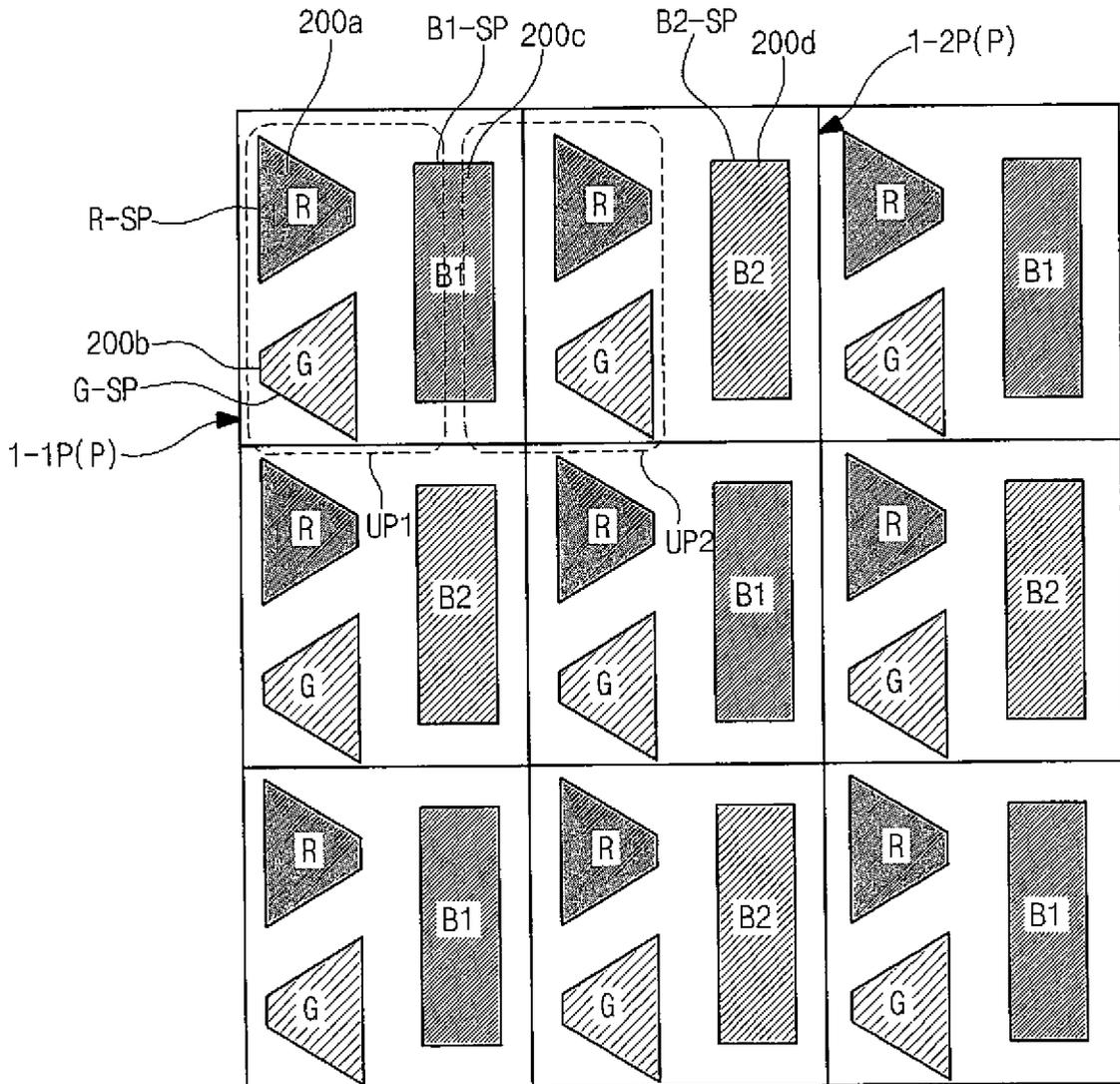
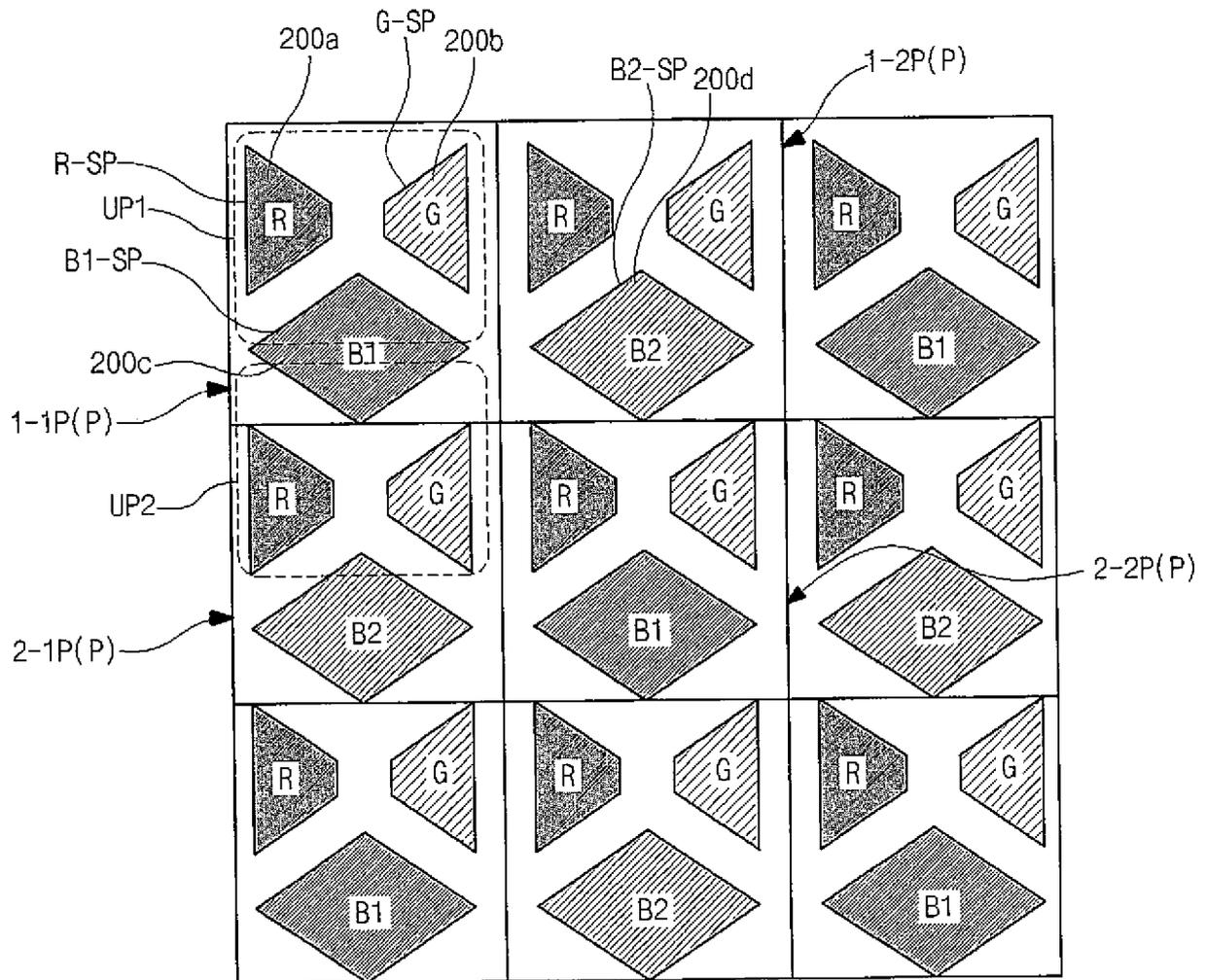


FIG. 10





German
Patent and Trade Mark Office



(10) **DE 10 2011 053 000 B4** 2017.08.17

(12) **Patent Specification**

(21) File number: **10 2011 053 000.2**
 (22) Registration date: **08/25/2011**
 (43) Disclosure date: **03/01/2012**
 (45) Publication date
 of the patent grant: **08/17/2017**

(51) Int. Cl.: **H01L 27/32 (2006.01)**
H01L 51/52 (2006.01)

Within nine months of publication of the patent grant, an opposition may be filed against the patent in accordance with Section 59 of the German Patent Act (PatG). The opposition must be declared and substantiated in writing. An opposition fee of EUR 200 must be paid within the opposition period (Section 6 of the German Patent Costs Act in conjunction with the Annex to Section 2 (1) of the German Patent Cost Act).

<p>(30) Union priority: 10-2010-0083631 08/27/2017 KR</p> <p>(73) Patent holder: LG Display Co., Ltd., Seoul, KR</p> <p>(74) Representative: TER MEERS STEINMEISTER & PARTNER PATENTANWÄLTE mbB, 80335 Munich, DE</p>	<p>(72) Inventor: Yoo, Juhn-Suk, Goyang-si, Gyeonggi-do, KR; Kim, Yong-Chul, Paju-si, Gyeonggi-do, KR</p> <p>(56) Established prior art: US 6 366 025 B1 US 7 791 565 B2 US 2002 / 0 015 110 A1 US 2007 / 0 002 084 A1 US 2007 / 0 222 800 A1 EP 2 204 862 A2</p>
--	--

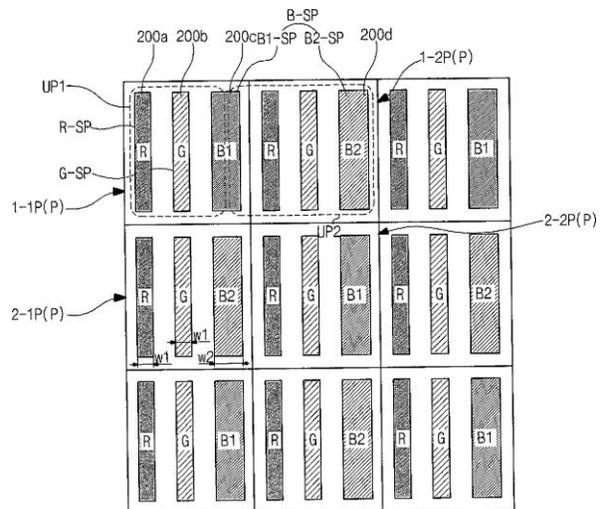
(54) Name: **Organic electroluminescent device**

(57) Main claim: An organic electroluminescent device comprising:

- a first pixel region with a first red sub-pixel region, a first green sub-pixel region, and a deep blue sub-pixel region; and
- a second pixel region with a second red sub-pixel region, a second green sub-pixel region, and a sky blue sub-pixel region,

wherein the first pixel region and the second pixel region are arranged alternately to one another, wherein the deep blue sub-pixel region and the sky blue sub-pixel region each have a surface greater than that of each of the first and second red sub-pixel regions and the first and second green sub-pixel regions,

wherein a unit pixel displays an image having a red sub-pixel, a green sub-pixel, and a blue sub-pixel by means of a sub-pixel display method, and wherein the blue sub-pixel is at least one of the deep blue sub-pixel region and the sky blue sub-pixel region.



Description

BACKGROUND

TECHNICAL FIELD

[0001] The present invention relates to an organic electroluminescent device (OLED), and in particular to an OLED that is advantageous in terms of aperture ratio, color rendering, and resolution.

PRIOR ART

[0002] Cathode ray tubes are widely used for display devices. Currently, however, flat panel display devices such as plasma display devices (PDP), liquid crystal display devices (LCD), and OLED are being developed and used.

[0003] The OLED is a self-emitting device and does not require a backlight unit. Accordingly, the OLED has a low weight and low power consumption. Furthermore, the OLED has excellent properties in terms of viewing angle, contrast ratio, response time, etc. In particular, the OLED can be produced with simpler processes and has low manufacturing costs. Recently, a flexible OLED was introduced.

[0004] Fig. 1 is a band diagram that shows the emission principle of the OLED according to the prior art.

[0005] As shown in Fig. 1, an organic electroluminescent diode **10** for an OLED comprises an anode **21**, a cathode **25**, a hole transport layer (HTL) **33**, an electron transport layer (ITL) **35**, and an emission material layer (EML) **40**. The HTL **33** and the ETL **35** are disposed between the anode **21** and the cathode **25**, and the emission material layer is disposed between the HTL **33** and the ETL **35**. To improve the emission efficiency, the organic electroluminescent diode **10** further comprises a hole injection layer (HIL) **37** between the anode **21** and the HTL **33** and an electron injection layer (EIL) **39** between the cathode **25** and the ETL **35**.

[0006] When voltages are applied to the anode **21** and the cathode **25**, a hole from the anode **21** and an electron from the cathode **25** are transported to the EML **40** so that they form an exciton. The exciton transitions from an excited state to a ground state to generate light. As a result, the EML **40** emits light.

[0007] In general, the HIL **37**, the HTL **33**, the EML **40**, the ETL **35**, and the EIL **39** are formed by vacuum thermal deposition. In a vacuum thermal deposition, a substrate is placed over a source of an organic material in a vacuum chamber. The source of organic material is heated so that an organic material is deposited on the substrate. Accordingly, the above-mentioned elements are formed on the substrate. In a vacuum thermal deposition, a shadow mask having a plurality of openings is disposed closely above the substrate, and the organic material is applied through the openings.

[0008] Recently, the full-color OLED has been comprising red, green, and blue color emission material layers to produce full-color images. In this case, a predetermined spacing region should be provided between adjacent emission material layers in order to avoid a shadow effect between adjacent emission material layers. The predetermined spacing regions cannot be used for emission purposes, which is why they can be referred to as dead zones.

[0009] Preferably, a region of the dead zone is reduced for high resolution and high color rendering. However, there are technical limits in this regard. Accordingly, in order to obtain high resolution and high color rendering, a region of the emission material layer is reduced. Disadvantageously, reducing the emission material layer region decreases the OLED aperture ratio as well.

[0010] On the other hand, a quadruple pixel type was recently introduced to improve the efficiency of the OLED. In the OLED of the quadruple type, the aperture ratio must be improved as well.

[0011] US 7 791 565 B2 relates to an electroluminescent color display and describes an organic electroluminescent device having a pixel region with a first red sub-pixel region, a first green sub-pixel region, a blue sub-pixel region with a long service life, a second red sub-pixel region, a second green sub-pixel region, and a blue sub-pixel region with good color properties. The different blue sub-pixel regions are arranged alternately to one another.

[0012] EP 2 204 862 A2 relates to an organic light-emitting device and describes various organic luminescent materials for forming deep blue and sky blue sub-pixel regions.

[0013] US 6 366 025 B1 shows that it is known from electroluminescent display devices to form red, green, and blue sub-pixel regions of different sizes, with the blue sub-pixel region occupying the largest region while the green sub-pixel region occupies the smallest region.

[0014] US 2007/0002084 A1 relates to an organic electroluminescent device and describes a pixel unit with a first red sub-pixel region, a first green sub-pixel region, a first blue sub-pixel region, a second red sub-pixel region, a second green sub-pixel region, and a second blue sub-pixel region. The first and second sub-pixel regions of all three colors are of different sizes and are arranged alternately in the direction of the spacing region. The pixel unit can be square in shape, but the pixel unit can also be selected so that the red, green, and blue pixel regions, which are repeated in the row direction, are offset from each other in the direction of the spacing region. In one form of the pixel unit, the green sub-pixel region that consists of the first green sub-pixel region and the second green sub-pixel region is shifted against the red and blue sub-pixel regions by the length of the first green sub-pixel region. In another pixel unit, the displacement of the green sub-pixel region relative to the red and blue sub-pixel regions is approximately equal to the length of the second green sub-pixel region.

[0015] US 2002/0015110 A1 describes a further color pixel arrangement in which a unit pixel has first and second red sub-pixels, first and second green sub-pixels, and a blue sub-pixel. Different arrangements of the sub-pixel regions are shown.

SUMMARY

[0016] The invention is based on the task of providing an OLED which substantially avoids one or more problems caused by the limitations and disadvantages of the prior art and which, in particular, has a high resolution and a high color rendering at a large aperture ratio.

[0017] The problem is solved by the object of the independent patent claim. Advantageous embodiments and further embodiments of the invention are described in the sub-claims.

[0018] An organic electroluminescent device comprises a first red sub-pixel region, a first green sub-pixel region, and a deep blue sub-pixel region in a first pixel region and a second red sub-pixel region, a second green sub-pixel

region, and a sky blue sub-pixel region in a second pixel region disposed adjacent to the first pixel region, each of the first and second red sub-pixel regions comprising a first electrode, a red organic emission material pattern and a second electrode, wherein each of the first and second green sub-pixel regions comprises the first electrode, a green organic emission material pattern, and the second electrode, wherein the deep blue sub-pixel region comprises the first electrode, a deep blue organic emission material pattern, and the second electrode, wherein the sky blue sub-pixel region comprises the first electrode, a sky blue organic emission material pattern, and the second electrode, and wherein a unit pixel displaying an image comprises at least the deep blue sub-pixel region or the sky blue sub-pixel region with the second red sub-pixel region and the second green sub-pixel region.

[0019] It is to be understood that both the general description above and the following detailed description are exemplary and intended to provide a further explanation of the claimed invention.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0020] The attached drawings contained herein to provide a better understanding of the invention, and that are comprised and form part of this description, show embodiments of the invention and, together with the description, serve to explain the principles of the invention.

[0021] Fig. 1 is a band diagram that shows an emission principle of an OLED according to prior art.

[0022] Fig. 2 is a circuit diagram that shows an OLED according to the present invention.

[0023] Fig. 3 is a schematic sectional view that shows an OLED according to the present invention.

[0024] Fig. 4 is a schematic top view that shows a pixel arrangement of an OLED according to one embodiment of the present invention.

[0025] Fig. 5 is a schematic top view that shows a pixel arrangement of an OLED according to one embodiment of the present invention.

[0026] Fig. 6a and Fig. 6b are schematic top views that show a display method and a traditional method.

[0027] Fig. 7 is a schematic top view that shows a display method with an OLED according to the present invention.

[0028] Fig. 8 to Fig. 10 are schematic top views that show the pixel arrangements of an OLED according to one embodiment of the present invention.

DETAILED DESCRIPTION

[0029] Reference is now made in detail to the preferred embodiments, examples of which are shown in the attached drawings.

[0030] Fig. 2 is a circuit diagram showing an OLED according to the present invention. As shown in Fig. 2, an OLED comprises a gate line GL, a data line DL, a power supply line PL, a switching line PL, a switching thin-film transistor (TFT) STr, a storage capacitor STgC, a control TFT DTr, and an organic electroluminescent diode E. The gate line GL and the data line DL cross over each other, and the power supply line PL is parallel to the data line DL. The switching TFT STr is located in a cross region of the gate and data lines GL and DL. The control TFT DTr is electrically connected to the switching TFT STr.

[0031] The driving TFT DTr is electrically connected to the organic electroluminescent diode E. More precisely, a first electrode of the electroluminescent diode E is electrically connected to a drain electrode of the driving TFT DTr, and a second electrode of the organic electroluminescent diode E is connected to the power supply line PL. The power supply provides a source voltage for the organic electroluminescent diode E. The storage capacitor Cst is arranged between the gate electrode and the source electrode of the driving TFT Tr.

[0032] When a signal is applied to the driving TFT STr via the gate line GL so that the switching TFT STr is turned on, a signal from the data line DL is applied to the gate electrode of the driving TFT DTr so that the driving TFT DTr is turned on. As a result, the organic electroluminescent diode E emits light. In this case, when the driving TFT DTr is turned on, a level of an electric current applied from the power supply line PL to the organic electroluminescent diode E is determined so that the organic electroluminescent diode E can generate a gray scale. The storage capacitor StgC is used to maintain the voltage at the gate electrode of the

driving TFT DTr when the switching TFT STr is turned on. Accordingly, even when the switching TFT STr is turned off, a level of an electric current applied from the power supply line PL to the organic electroluminescent diode E is maintained toward the next frame.

[0033] Fig. 3 shows a schematic sectional view of an OLED according to the present invention. The OLED is divided into a surface-emitting type and a bottom-emitting type depending on a transport direction of the light from the organic emitting layer. The OLED is described for the bottom-emitting type.

[0034] Referring to Fig. 3, the OLED 100 comprises a first substrate 101, a second substrate 103, and a sealing pattern 120. The second substrate 103 faces the first substrate 101. The sealing pattern 120 is disposed at edges of the first and second substrates 101, 103 to seal a space between the first and second substrates 101, 103.

[0035] A driving TFT DTr and a switching TFT (not shown) are formed on the first substrate 101 in each sub-pixel region SP. Further, an organic electroluminescent diode E is formed above the first substrate 101 to be electrically connected to the driving TFT DTr. The organic electroluminescent diode E comprises a first electrode 111 that is connected to the driving TFT DTr, an organic emission layer 113 deposited on the first electrode 111, and a second electrode 115 deposited on the organic emission layer 113. Although not shown, both the driving TFT DTr and the switching TFT comprise a gate electrode, a semiconductor layer, a source electrode, and a drain electrode. The driving TFT DTr can, for example, comprise a semiconductor layer made of polycrystalline silicon as the gate of the top-side type. Alternatively, the driving TFT DTr may comprise a semiconductor layer of amorphous silicon and impurity-doped amorphous silicon as the bottom-side type gate.

[0036] The driving TFT DTr with the top-side type gate comprises, for example, the semiconductor layer of polycrystalline silicon, a gate insulation layer on the semiconductor layer, the gate electrode on the gate insulation layer, and the source and drain electrodes above the gate electrode. A central region of the semiconductor layer serves as a channel, and impurities are doped into both ends of the semiconductor layer. The source and drain electrodes come in contact with the two ends of the semiconductor layer accordingly.

[0037] The first electrode **111** of the organic electroluminescent diode E is electrically connected to the drain electrode of the driving TFT DTr. The first electrode **111** serves as the anode, and the second electrode **115** serves as the cathode. The first electrode **111** is formed from a first material with a comparatively high electron affinity. For example, the first electrode **111** may be formed from a transparent conductive material, such as indium tin oxide (ITO) or indium zinc oxide (IZO). The second electrode **115** is formed from a second material with a comparatively small electron affinity and is opaque. The second electrode **115** may, for example, be formed from aluminum (Al), an aluminum compound, silver (Ag), magnesium (Mg), gold (Au), or an Al-Mg compound. The organic emission layer **113** comprises first to third organic emission material patterns for correspondingly emitting red, green, and blue colors. Accordingly, light emitted from the organic emission layer **113** passes through the first electrode **111**.

[0038] According to the present invention, the organic emission layer **113** comprises not only the red and green organic emission material patterns, but also a deep blue organic emission material pattern B1 and a sky blue organic emission material pattern B2. The deep blue organic emission material pattern B1 has an advantage in terms of its color rendering but has disadvantages in terms of its response time and emission efficiency. In contrast, the sky blue organic emission material pattern B2 has an advantage in terms of its response time and emission efficiency but has disadvantages in terms of its color rendering. According to the present invention, the OLED **100** comprises both the deep blue organic emission material pattern B1 and the sky blue organic emission material pattern B2 in different pixel regions. In addition, a unit pixel may utilize the deep blue organic emission material pattern B1 and the sky blue organic emission material pattern B2. Accordingly, the OLED **100** of the present invention exhibits all the advantages in terms of color rendering, response time, and emission efficiency.

[0039] Fig. 4 is a schematic top view showing a pixel arrangement of an OLED according to one embodiment of the present invention. In Fig. 4, four sub-pixel regions, R-SP, G-SP, B1-SP, and B2-SP, are respectively arranged in a first and a second pixel region P1 and P2. Each pixel region P comprises a red sub-pixel region R-SP, a green sub-pixel region G-SP, a deep blue sub-pixel region B1-SP, and a sky blue sub-pixel region B2-SP. Red, green, deep blue, and sky blue organic emission material

patterns **110a**, **110b**, **110c**, and **110d** are correspondingly formed in the red sub-pixel region R-SP, the green sub-pixel region G-SP, the deep blue sub-pixel region B1-SP, and the sky blue sub-pixel region B2-SP. The sub-pixel regions R-SP, G-SP, B1-SP, and B2-SP are arranged in the shape of a matrix.

[0040] Since each pixel region P of the OLED can display images using both the deep blue organic emission material pattern **110c** and the sky blue organic emission material pattern **110d**, the OLED exhibits all of the advantages of color rendering, response time, and emission efficiency.

[0041] However, since a predetermined space or distance between adjacent sub-pixel regions R-SP, G-SP, B1-SP, and B2-SP is necessary, an effective emission region, i.e., an aperture ratio, is reduced.

[0042] A different pixel arrangement is presented in order to leverage all the advantages in terms of color rendering, response time, and emission efficiency and to avoid a reduction of the effective emission region.

[0043] Fig. 5 is a schematic top view showing a pixel arrangement of an OLED according to one embodiment of the present invention. In Fig. 5, three sub-pixel regions are arranged in each pixel region P. For example, a red sub-pixel region R-SP, a green sub-pixel region G-SP, and a deep blue sub-pixel region B1-SP are arranged in a first pixel region 1-1P in a first pixel line, and the red sub-pixel region R-SP, the green sub-pixel region G-SP, and a sky blue sub-pixel region B2-SP are arranged in a second pixel region 1-2P in the first pixel line. The first and second pixel regions P1 and P2 are arranged alternately to each other. That is, the red sub-pixel region R-SP, the green sub-pixel region G-SP, the deep blue sub-pixel region B1-SP, and the sky blue sub-pixel region B2-SP are arranged in the form of stripes. In other words, the red sub-pixel region R-SP, the green sub-pixel region G-SP, and the deep blue sub-pixel region B1-SP are arranged in the first pixel region 1-1P in the first pixel line along a first direction, and the red sub-pixel region R-SP, the green sub-pixel region G-SP, and the sky blue sub-pixel region B2-SP are arranged in the second pixel region 1-2P adjacent to the first pixel region 1-1P in the first pixel line along the first direction. Furthermore, the red sub-pixel region RSP, the green sub-pixel region G-SP, and the sky blue sub-pixel region B2-SP are arranged in the first pixel region 2-1P, which is adjacent to the first pixel region 1-1P in the first pixel line, along a second direction in a second pixel line, and the red sub-pixel region R-SP, the green

sub-pixel region G-SP, and the deep blue sub-pixel region B1-SP are arranged in the second pixel region 2-2P that is adjacent to the first pixel region 2-1P along the second direction in the second pixel line. That means that the first and second pixel regions P1 and P2 are arranged alternately with respect to each other along the second direction.

[0044] Red, green, deep blue, and sky blue organic emission material patterns **200a**, **200b**, **200c**, and **200d** are respectively arranged in the red sub-pixel region R-SP, the green sub-pixel region G-SP, the deep blue sub-pixel region B1-SP, and the sky blue sub-pixel region B2-SP. As mentioned above, the deep blue organic emission material pattern **200c** has an advantage in terms of color rendering but has a disadvantage in terms of its response time and emission efficiency. In contrast, the sky blue organic emission material pattern **200d** has an advantage in terms of response time and emission efficiency but a disadvantage in terms of its color rendering.

[0045] The deep blue organic emission material pattern **200c** comprises a blue host material and a deep blue color dopant. The deep blue color dopant has a percentage weight of about 2 to 10 with regard to the blue host material. If the percentage weight of the deep blue color dopant is less than 2, the emission of blue color is not sufficient. On the other hand, if the percentage weight of the deep blue color dopant is greater than 10, it is difficult to control a charge balance. The deep blue color dopant is a material with an emission maximum below 460 nm. For example, the deep blue color dopant can be either 4'-N,N-diphenylaminostyryl-triphenyl (DPA-TP), 2,5,2',5'-tetrastryryl-biphenyl (TSM), or an anthracene derivative.

[0046] The sky blue organic emission material pattern **200d** comprises a blue host material and a sky blue color dopant. The sky blue color dopant has a percentage weight of about 2 to 10 with regard to the blue host material. If the percentage weight of the sky blue color dopant is less than 2, the emission of blue color is not sufficient. On the other hand, if the percentage weight of the sky blue color dopant is greater than 10, the emission of sky blue color is too strong, so that the properties in one color coordinate deteriorate. The deep blue color dopant is a material with an emission maximum below 470 nm. For example, the deep blue

color dopant can be either p-bis(p-N,N-diphenylaminostyryl) benzene (DAS-Ph) or phenylcyclopentadiene.

[0047] A first unit pixel UP1 displays an image using the deep blue organic emission material pattern **200c** with the red and green organic emission material patterns **200a** and **200b**, and a second unit pixel UP2 displays an image using the sky blue organic emission material pattern **200d** with the red and green organic emission material patterns **200a** and **200b**. Alternatively, the first unit pixel UP1 displays an image using the sky blue organic emission material pattern **200d** with the red and green organic emission material patterns **200a** and **200b**, and the second unit pixel UP2 displays an image using the deep blue organic emission material pattern **200c** with the red and green organic emission material patterns **200a** and **200b**. Alternatively, both the first and second unit pixels UP1 and UP2 display an image using either the deep blue organic emission material pattern **200c** or the sky blue organic emission material pattern **200d** with the red and green organic emission material patterns **200a** and **200b**.

[0048] Accordingly, both the first and second unit pixels UP1 and UP2 use the deep blue sub-pixel region B1-SP to generate an image with high color rendering. In contrast, both the first and second unit pixels UP1 and UP2 use the sky blue sub-pixel region B2-SP to obtain a high response time and high emission efficiency.

[0049] With this pixel arrangement, both the first and second unit pixels UP1 and UP2 display images using either the deep blue organic emission material pattern **200c** or the sky blue organic emission material pattern **200d** with the red and green organic emission material patterns **200a** and **200b**, so that the OLED offers all the advantages in terms of color rendering, response time, and emission efficiency.

[0050] In the present invention, each of the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP has a first width w_1 , and the deep blue sub-pixel region B1-SP and the sky blue sub-pixel region B2-SP have a second width w_2 that is larger than the first width w_1 ($w_1 < w_2$). For example, the second width w_2 can be two or three times the first width w_1 ($2w_1 \leq w_2$). This means that a surface of the deep blue sub-pixel region B1-SP or the sky blue sub-pixel region B2-SP is larger than that of the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP. Accordingly, a sub-pixel

representation method is used for the neighboring unit pixels UP1 and UP2. In other words, the neighboring unit pixels UP1 and UP2 share the deep blue sub-pixel region B1-SP and the sky blue sub-pixel region B2-SP.

[0051] More specifically, as shown in **Fig. 5**, the first unit pixel UP1 displays an image using the deep blue sub-pixel region B1-SP in the first pixel region 1-1P with the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP in the first pixel region 1-1P, and the second unit pixel UP2 displays an image using the deep blue sub-pixel region B1-SP in the first pixel region 1-1P with the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP in the second pixel region 1-2P. Alternatively, the second unit pixel UP2 displays an image using the sky blue pixel region B2-SP in the second pixel region 1-2P with the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP in the second pixel region 1-2P. This means that a unit pixel selectively uses the deep blue sub-pixel region B1-SP or the sky blue sub-pixel region B2-SP with the display method.

[0052] In addition, since both the deep blue and the sky blue sub-pixel regions B1-SP and B2-SP have a surface larger than that of the red and green sub-pixel regions R-SP and GSP, a color balance of red, green, and blue colors is not deteriorated by the display method. Furthermore, since three sub-pixel regions are arranged in each pixel region, an aperture ratio is increased compared to an arrangement structure with four sub-pixels.

[0053] **Fig. 6A** and **Fig. 6B** are schematic top views showing a display method and a conventional method.

[0054] To provide an image with a clear color, both the first and second unit pixels UP1 and UP2 use the deep blue sub-pixel region B1-SP as shown in **Fig. 6A**. Accordingly, only the sky blue sub-pixel region B2-SP in the second pixel region 1P is not used.

[0055] In contrast, as shown in **Fig. 4B**, only the first unit pixel UP2, which utilizes the deep blue sub-pixel region B1-SP, is used to provide an image having a clear color. In this case, none of the sub-pixels R-SP, G-SP, and B2-SP in the second pixel region 2P are used. Further, even in the second unit pixel UP2, which displays an image using the deep blue sub-pixel region B1-SP in the first pixel region 1P with the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP in the second pixel region 2P, a color balance is

deteriorated because the deep blue sub-pixel region B1-SP has the same surface as the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP.

[0056] That means that, according to the present invention, the number of sub-pixel regions that are not used is minimized when only the deep blue sub-pixel region B1-SP or the sky blue sub-pixel region B2-SP is used. Accordingly, the aperture ratio is improved.

[0057] **Fig. 7** is a schematic top view showing a display method in an OELD according to the present invention. Similar to **Fig. 5**, three sub-pixel regions are arranged in each pixel region P. That is, the red sub-pixel region R-SP, the green sub-pixel region G-SP, and the deep blue sub-pixel region B1-SP are arranged in the first pixel region 1-1P in a first pixel line, and the red sub-pixel region R-SP, the green sub-pixel region G-SP, and the sky blue sub-pixel region B2-SP are arranged in the second pixel region 1-2P in the first pixel line. In addition, each of the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP has a first width w_1 , and the deep blue sub-pixel region B1-SP and the sky blue sub-pixel region B2-SP have a second width w_2 that is greater than the first width w_1 ($w_1 < w_2$). This means that a surface of both the deep blue sub-pixel region B1-SP and the sky blue sub-pixel region B2-SP is larger than that of the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP.

[0058] The first and second unit pixels UP1 and UP2 each display images using at least the deep blue sub-pixel region B1-SP or the sky blue sub-pixel region B2-SP with the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP. Since each unit pixel in the OELD uses both the deep blue sub-pixel region and the sky blue sub-pixel region, the OELD offers all the advantages in terms of color rendering, response time, and emission efficiency.

[0059] **Fig. 8** to **Fig. 10** are schematic top views, each showing a pixel arrangement of an OELD according to one embodiment of the present invention.

[0060] In **Fig. 8**, three sub-pixel regions are arranged in each pixel region P. The red sub-pixel region R-SP, the green sub-pixel region G-SP, and the deep blue sub-pixel region B1-SP are arranged in the first pixel region 1-1P in a first pixel line, and the red sub-pixel region R-SP, the green sub-pixel region G-SP, and the sky blue sub-pixel region B2-SP are arranged in the second pixel region 1-2P in the first pixel line. The first and second pixel

regions 1-1P and 1-2P in the first pixel line are arranged alternately to each other.

[0061] Further, the red sub-pixel region R-SP, the green sub-pixel region G-SP, and the sky blue sub-pixel region B2-SP are arranged in the first pixel region 2-1P in a second pixel line and the red sub-pixel region R-SP, the green sub-pixel region G-SP, and the deep blue sub-pixel region B1-SP are arranged in the second pixel region 2-2P in the second pixel line. The first and second pixel regions 2-1P and 2-2P in the second pixel line are arranged alternately to each other.

[0062] In each pixel region P, the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP are arranged along a vertical direction, and the deep blue and sky blue sub-pixel regions B1-SP and B2-SP are arranged along a horizontal direction with respect to the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP. The red, green, deep blue, and sky blue organic emission material patterns **200a**, **200b**, **200c**, and **200d** are formed in the red sub-pixel region R-SP, the green sub-pixel region G-SP, the deep blue sub-pixel region B1-SP, and the sky blue sub-pixel region B2-SP, respectively. Each of the red sub-pixel regions R-SP, the green sub-pixel regions G-SP, the deep blue sub-pixel regions B1-SP, and the sky blue sub-pixel regions B2-SP has a tetragonal shape. Further, a horizontal length, that is, a width, of each of the deep blue and sky blue sub-pixel regions B1-SP and B2-SP is substantially the same as that of each of the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP, while a vertical length of each of the deep blue and sky blue sub-pixel regions B1-SP and B2-SP is greater than that of each of the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP. Accordingly, each deep blue and sky blue sub-pixel region B1-SP and B2-SP has a surface that is larger than that of each red and green sub-pixel region R-SP and G-SP.

[0063] As shown in **Fig. 8**, each of the first and second unit pixels UP1 and UP2 displays an image using the deep blue or the sky blue sub-pixel region B1-SP, B2-SP with the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP. Accordingly, all advantages in terms of color rendering, response time, and emission efficiency are present. Further, since each of the deep blue and sky blue sub-pixel regions B1-SP and B2-SP is larger than each of the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP, the color balance is not deteriorated when a display method is used. Further, the red and green organic emission material patterns **200a** and **200b** and the deep blue or sky blue organic emission material patterns **200c** and **200d** in each pixel region P are spatially separated from

each other by a predetermined d , and a visibility effect is prevented. Further, since three sub-pixel regions are present in each pixel region, the aperture ratio is improved even if the OELD comprises fourth colored organic emission material patterns. That means that the OELD has more pixel regions P per unit surface compared to the prior art OELD, so the OELD has a high resolution and a high brightness.

[0064] As mentioned above, each of the first and second unit pixels UP1 and UP2 may utilize both the deep blue sub-pixel region B1-SP and the sky blue sub-pixel region B2-SP. That means that each of the first and second unit pixels UP1 and UP2 uses at least the deep blue sub-pixel region B1-SP or the sky blue sub-pixel region B2-SP with the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP.

[0065] As shown in **Fig. 9**, each red and green sub-pixel region R-SP and G-SP has a trapezoidal shape. In each pixel region P, the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP with the trapezoidal shape are symmetrically arranged. In each pixel region P, a longer side of the red or green sub-pixel region R-SP and G-SP faces a left side, and a shorter side of the other red or green sub-pixel region R-SP, G-SP faces a right side. For example, in the first pixel region 1-1P of the first pixel line, a shorter side of the red sub-pixel region R-SP is arranged opposite the deep blue sub-pixel region B1-SP, and a longer side of the green sub-pixel region G-SP is arranged opposite the deep blue sub-pixel region B1-SP.

[0066] The pixel arrangement in **Fig. 9** is similar to that in **Fig. 8**, but there is a difference in the shape of the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP. Each of the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP may have a pentagonal shape, a hexagonal shape, etc.

[0067] The sub-pixels are arranged in a different shape. As shown in **Fig. 10**, in each pixel region P in the first pixel line, the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP, are arranged along a horizontal direction and have a trapezoidal shape. A shorter side of the red sub-pixel region R-SP is opposite a shorter side of the green sub-pixel region G-SP. The deep blue sub-pixel region B1-SP or the sky blue sub-pixel region B2-SP has a diamond shape and is arranged in a vertical direction with respect to the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP. In the first pixel line, the deep blue sub-pixel

region B1-SP is positioned in the first pixel region 1-1P, and the sky blue sub-pixel region B2-SP is positioned in the second pixel region 1-2P. In the second pixel line, the sky blue sub-pixel region B2-SP is positioned in the first pixel region 2-1P, and the deep blue sub-pixel region B1-SP is positioned in the second pixel region 2-2P. The neighboring pixel regions along the vertical direction share the deep blue sub-pixel region B1-SP and the sky blue sub-pixel region B2-SP.

[0068] In the pixel arrangement in **Fig. 8, Fig. 9, and Fig. 10**, each deep blue sub-pixel region B1-SP and sky blue sub-pixel region B2-SP has a surface larger than that of each of the red and green sub-pixel regions R-SP and G-SP so that the unit pixels can be used with a display method while maintaining a color balance. Further, each unit pixel displays an image using at least the deep blue sub-region B1-SP or the sky blue sub-pixel region B2-SP so that the OLED offers all advantages of color rendering, response time, and emission efficiency.

[0069] Further, the OLED exhibits an improved aperture ratio because three sub-pixels spatially separated from each other at a predetermined distance are arranged in each pixel region, and each unit pixel utilizes either the deep blue sub-pixel region B1-SP or the sky blue sub-pixel region B2-SP or both. Furthermore, the OLED has a high resolution because multiple sub-pixels are formed in a unit surface.

Claims

1. An organic electroluminescent device comprising:
 - a first pixel region with a first red sub-pixel region, a first green sub-pixel region, and a deep blue sub-pixel region;
 and
 - a second pixel region comprising a second red sub-pixel region, a second green sub-pixel region, and a sky blue sub-pixel region, the first pixel region and the second pixel region being arranged alternately with respect to each other, the deep blue sub-pixel region and the sky blue sub-pixel region each having a surface larger than that of each of the first and second red sub-pixel regions and the first and second green sub-pixel regions, wherein a unit pixel displays an image having a red sub-pixel, a green sub-pixel, and a blue sub-pixel by means of a sub-pixel display method, and
 wherein the blue sub-pixel is at least one of the deep blue sub-pixel region and the sky blue sub-pixel region.

2. Device according to claim 1, wherein the first red sub-pixel region and the first green sub-pixel region are disposed on one side of the deep blue sub-pixel region, and wherein the second red sub-pixel region and the second green sub-pixel region are disposed on another side of the deep blue sub-pixel region so that the second red sub-pixel region and the second green sub-pixel region are disposed between the deep blue sub-pixel region and the sky blue sub-pixel region.

3. Device according to claim 2, wherein a first unit pixel using the first red sub-pixel region and the first green sub-pixel region and a second unit pixel using the second red sub-pixel region and the second green sub-pixel region share the deep blue sub-pixel region.

4. Device according to claim 1, wherein the second red sub-pixel region and the second green sub-pixel region are arranged on one side of the sky blue sub-pixel region and have the same distance to the sky blue sub-pixel region.

5. Device according to claim 4, wherein the second red sub-pixel region and the second green sub-pixel region each have a trapezoidal shape.

6. Device according to claim 5, wherein a shorter side of the red sub-pixel region and a longer side of the green sub-pixel region face the sky blue sub-pixel region.

7. Device according to claim 1, wherein the first red sub-pixel region and the first green sub-pixel region are arranged along a horizontal direction, and the deep blue sub-pixel region is arranged along a vertical direction with respect to the first red sub-pixel region and the first green sub-pixel region.

8. Device according to claim 7, wherein the deep blue sub-pixel region has a trapezoidal shape.

9. Device according to claim 1, wherein the deep blue organic emission material pattern of the deep blue sub-pixel region comprises a blue host material and a deep blue color dopant having an emission maximum below 460 nm.

10. Device according to claim 9, wherein the deep blue color dopant has a percentage weight of about 2 to 10 with regard to the blue host material.

11. Device according to claim 1, wherein the sky blue organic emission material pattern of the sky blue sub-pixel region comprises a blue host material and a sky-

blue color dopant having an emission maximum below 470 nm.

12. Device according to claim 11, wherein the sky blue color dopant has a percent weight of about 2 to 10 with respect to the blue host material.

This is followed by 10 pages of drawings.

Attached Drawings

FIG. 1
Prior Art

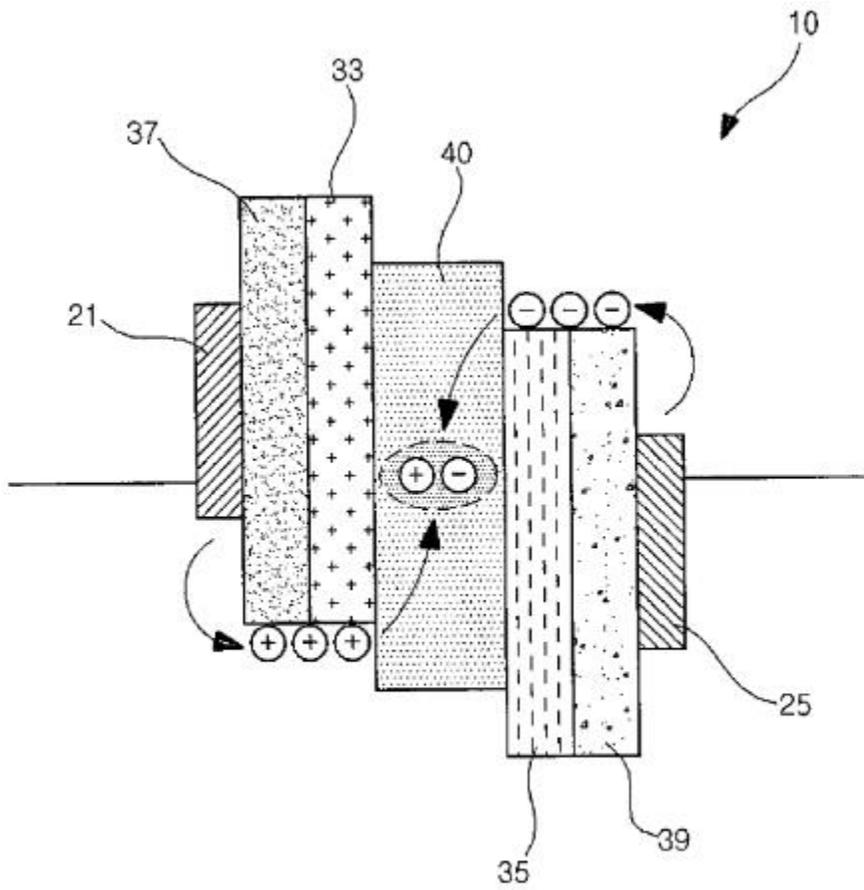


FIG. 2

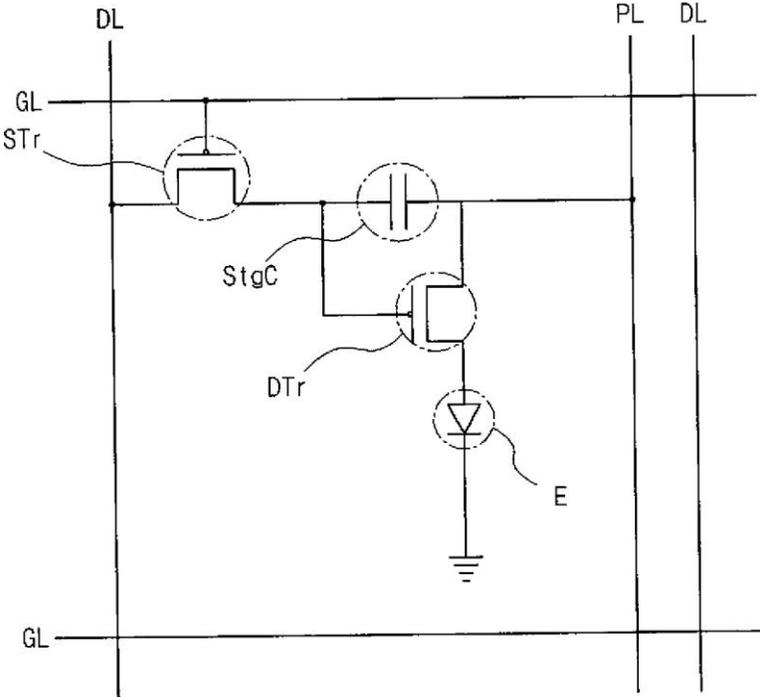


FIG. 3

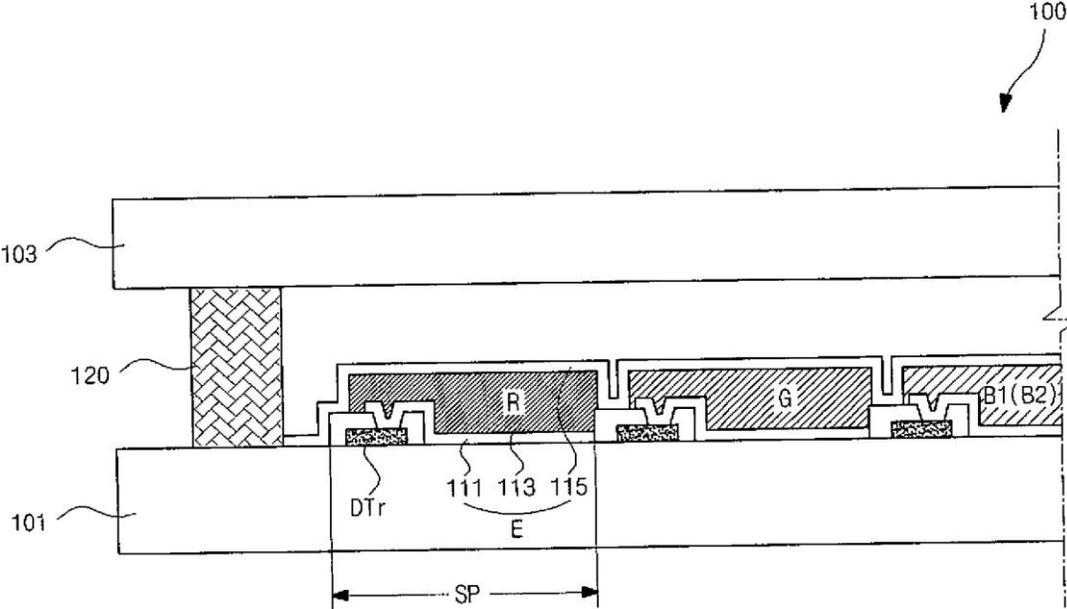


FIG. 4

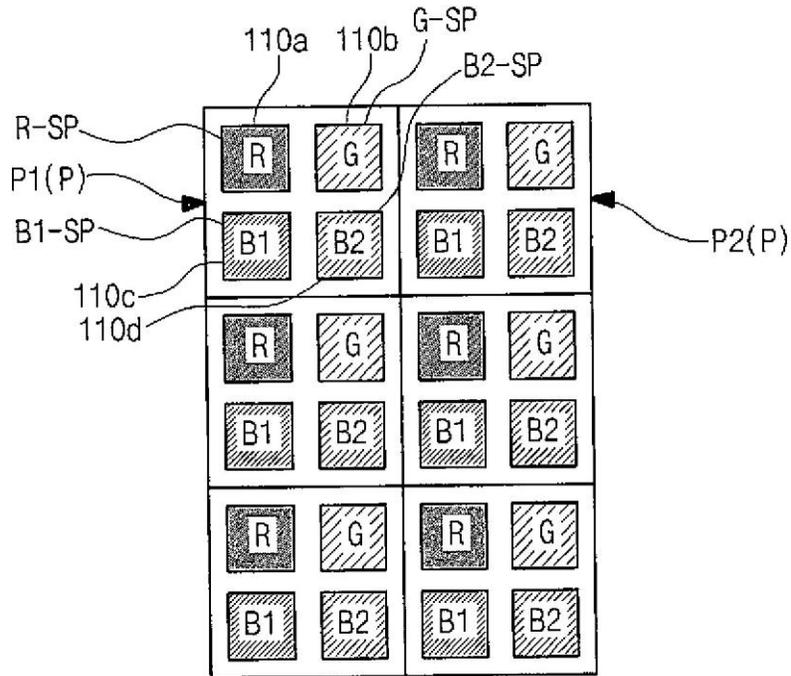


FIG. 5

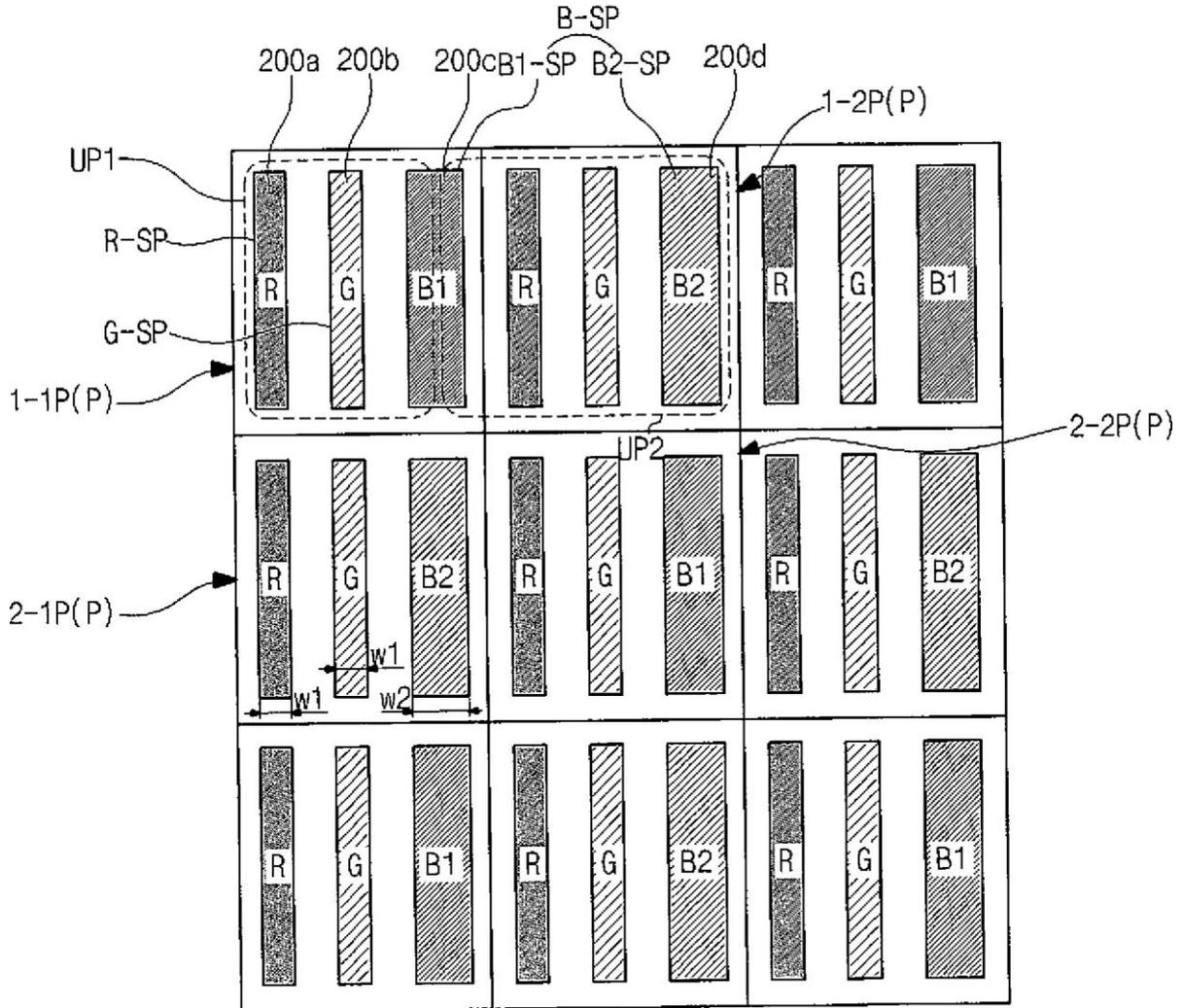


FIG. 6A

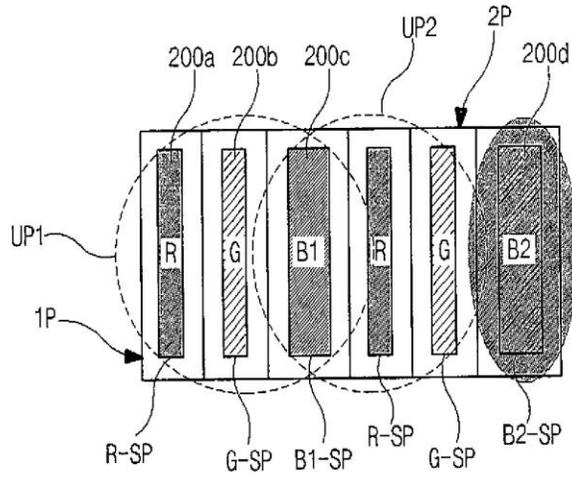


FIG. 6B

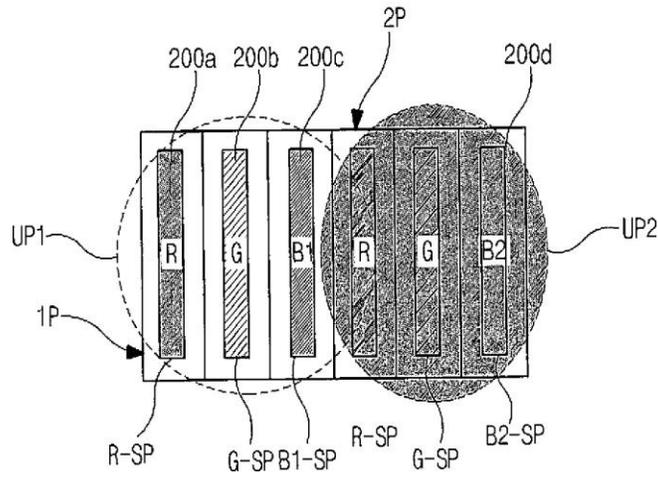


FIG. 7

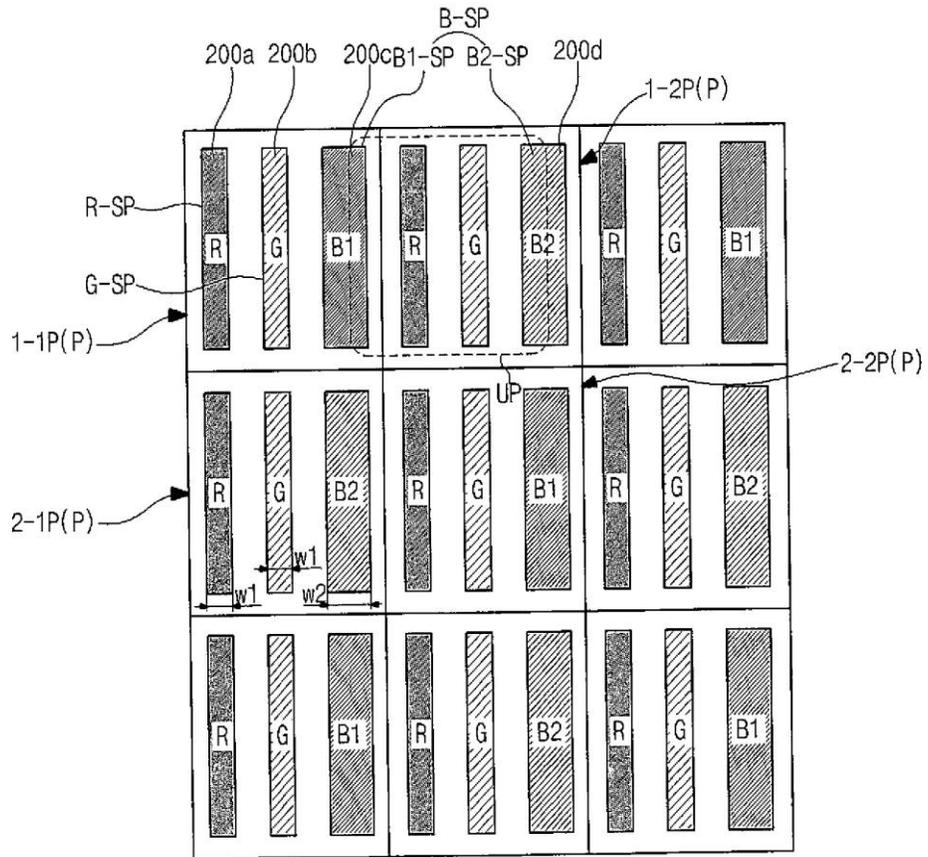


FIG. 8

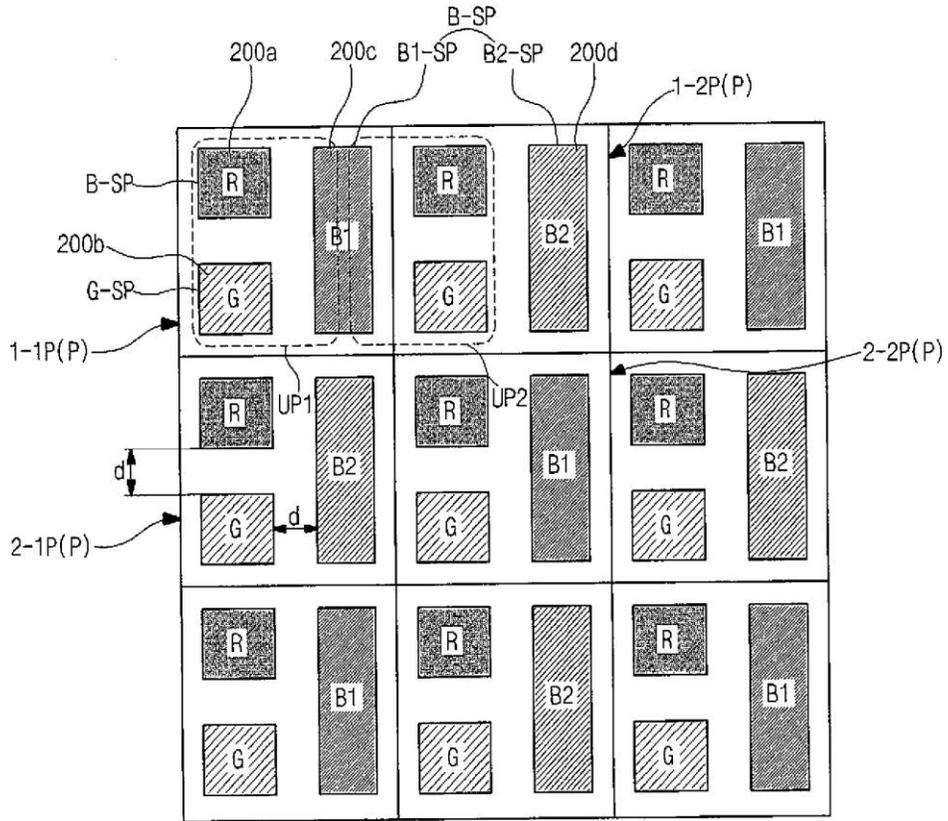


FIG. 9

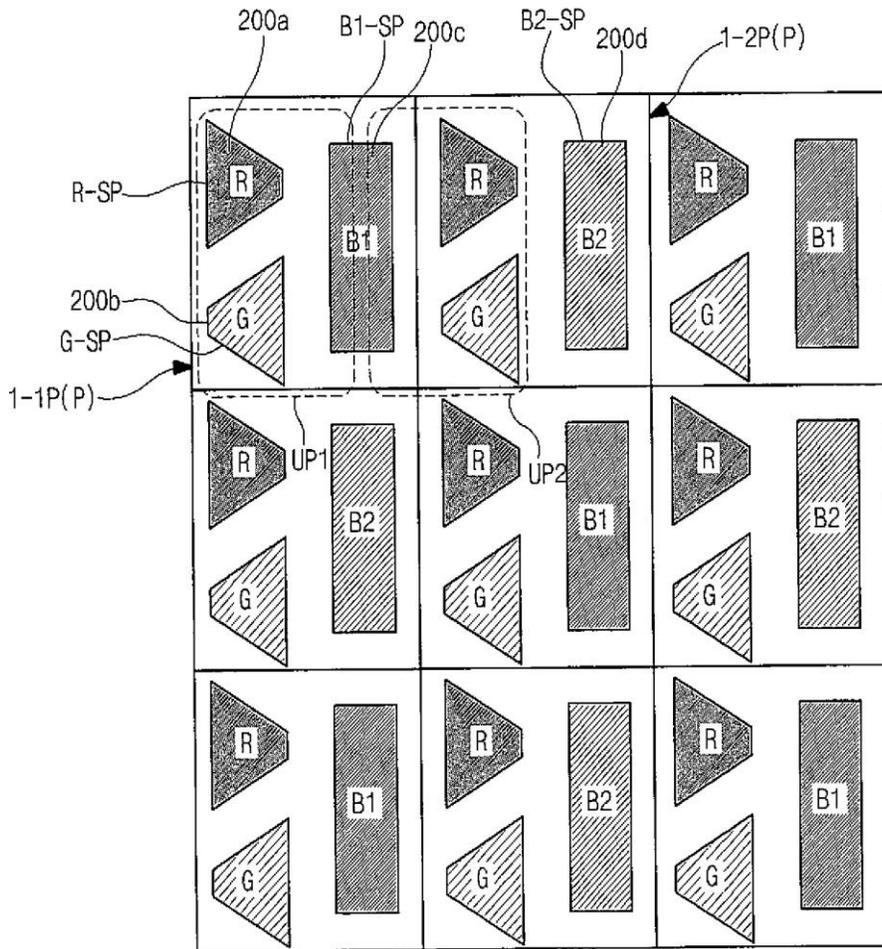
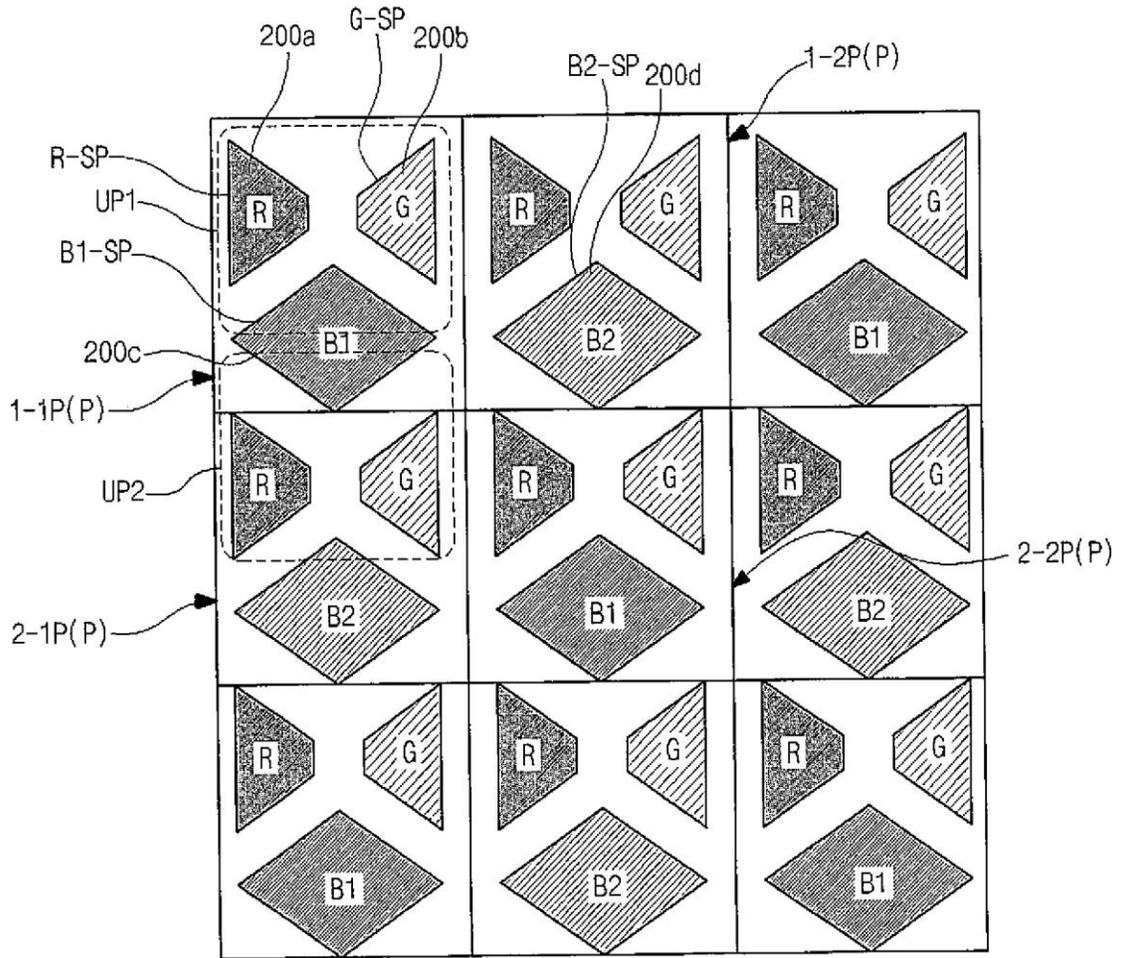


FIG. 10



TRANSLATION CERTIFICATION

Date: March 28, 2024

To whom it may concern:

This is to certify that the attached translation is an accurate representation of the document received by this office. The translation was completed from:

- **German**

To:

- **English**

The document is designated as:

- **DE102011053000B4**

Jordan Woodard, Project Manager in this company, attests to the following:

“To the best of my knowledge, the aforementioned document is a true, full and accurate translation of the specified document.”



Signature of Jordan Woodard