

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-129305

(P2019-129305A)

(43) 公開日 令和1年8月1日(2019.8.1)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
HO 1 L 33/08	(2010.01)	HO 1 L	33/08	5 F 2 4 1
HO 1 L 33/32	(2010.01)	HO 1 L	33/32	
HO 1 L 33/42	(2010.01)	HO 1 L	33/42	
HO 1 L 33/00	(2010.01)	HO 1 L	33/00	Z

審査請求 有 請求項の数 14 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2018-39633 (P2018-39633)
 (22) 出願日 平成30年3月6日 (2018.3.6)
 (31) 優先権主張番号 107102860
 (32) 優先日 平成30年1月26日 (2018.1.26)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 台湾 (TW)

(71) 出願人 514300672
 鼎展電子股▲分▼有限公司
 台湾桃園市觀音區忠愛路二段281號
 (71) 出願人 517320392
 黄耀賢
 台湾桃園市觀音區忠愛路二段283號3樓
 (74) 代理人 100082418
 弁理士 山口 朔生
 (74) 代理人 100167601
 弁理士 大島 信之
 (74) 代理人 100201329
 弁理士 山口 真二郎
 (72) 発明者 黄耀賢
 台湾桃園市觀音區忠愛路二段283號3樓

最終頁に続く

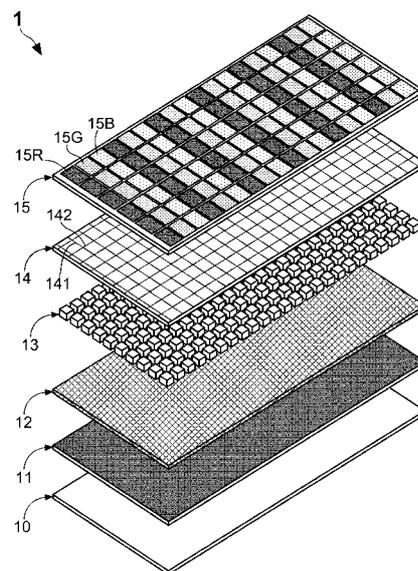
(54) 【発明の名称】 可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール

(57) 【要約】

【課題】可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールを提供する。

【解決手段】本発明は、可撓性基板と、基板保護層と、格子整合層と、複数個の発光構造と、透明導電基板と、光色変換層とから構成される。本発明は、特別に前記光色変換層に、複数個の赤色光変換ユニットと、複数個の緑色光変換ユニットと、複数個の青色光変換ユニットとを有させると共に、単一の赤色光変換ユニットと、単一の緑色光変換ユニットと、単一の青色光変換ユニットと、多数個の発光構造とから単一の画素を構成する。このように設計すれば、例えば多数個の発光構造には、いくつかの正常に発光できない発光構造を含んでも依然として画素補正回路を利用して、その他の正常な発光構造に対して輝度均一性の調整を行うことができるので、可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールの欠陥画素を規定に合致させることができる。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

薄金属からなる可撓性基板と、前記可撓性基板の上に被覆され、または前記可撓性基板を包囲する基板保護層と、前記基板保護層の上に形成される格子整合層と、前記格子整合層の上に形成される複数個の発光構造と、前記複数個の発光構造の上に設けられる透明導電基板と、前記透明導電基板の上に設けられる光色変換層とを備える可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールであって、

前記複数個の発光構造は、アレーに構成するように配列され、なおかつ、各当該発光構造は、前記格子整合層の上に形成される第 1 半導体材料層と、前記第 1 半導体材料層の上に形成される活性層と、前記活性層の上に形成される第 2 半導体材料層と、前記第 1 半導体材料層に電氣的に接続される第 1 電極と、前記第 2 半導体材料層に電氣的に接続される第 2 電極とを有し、

前記透明導電基板は、複数本の第 1 導線と、複数本の第 2 導線とを有し、各本の当該第 1 導線は、前記第 1 電極に電氣的に接続され、かつ各本の当該第 2 導線は、前記第 2 電極に電氣的に接続され、

前記光色変換層は、複数個の赤色光変換ユニットと、複数個の緑色光変換ユニットと、複数個の青色光変換ユニットとを有し、各個の当該赤色光変換ユニットと、各個の当該緑色光変換ユニットと、各個の当該青色光変換ユニットとは、前記透明導電基板を隔てて多数個の当該発光構造をカバーすることを特徴とする、

可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項 2】

前記薄金属の製造材料は、ステンレス鋼、銅、金、ニッケル、モリブデン、チタン、タングステンのうちのいずれか 1 種、またはそれらの 2 種の組み合わせ、あるいはそれらの 2 種以上の組み合わせであることを特徴とする、請求項 1 に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項 3】

前記格子整合層の製造材料は、窒化アルミニウム (AlN)、アンドープの窒化ガリウム (undoped GaN)、または酸化亜鉛 (ZnO) のうちのいずれか 1 種であることを特徴とする、請求項 1 に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項 4】

前記基板保護層の製造材料は、二酸化ケイ素 (SiO₂)、二酸化チタン (TiO₂)、酸化ニッケル (NiO)、酸化アルミニウム (Al₂O₃)、酸化亜鉛 (ZnO)、窒化物、ハロゲン化物、ケイ素基化合物のうちのいずれか 1 種、またはそれらの 2 種の組み合わせ、あるいはそれらの 2 種以上の組み合わせであることを特徴とする、請求項 1 に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項 5】

前記第 1 半導体材料層の製造材料は、N 型窒化ガリウム (n-type gallium nitride, n-GaN) であり、かつ前記第 2 半導体材料層の製造材料は、P 型窒化ガリウム (p-type gallium nitride, p-GaN) であることを特徴とする、請求項 1 に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項 6】

前記活性層は、前記第 1 半導体材料層と前記第 2 半導体材料層とに単一の量子井戸構造が形成され、かつ前記活性層の製造材料は、窒化ガリウム (GaN)、窒化アルミニウムガリウム (Al_xGa_{1-x}N)、または窒化インジウムガリウム (In_xGa_{1-x}N) のうちのいずれか 1 種であることを特徴とする、請求項 1 に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項 7】

前記活性層は、前記第 1 半導体材料層と前記第 2 半導体材料層とに 1 つの多重量子井戸構造が形成され、かつ前記多重量子井戸構造は、窒化ガリウムと窒化インジウムガリウム (In_xGa_{1-x}N) との多重積層構造、窒化ガリウムと窒化アルミニウムガリウム (

10

20

30

40

50

$Al_xGa_{1-x}N$)との多重積層構造、または窒化アルミニウムガリウム ($Al_xGa_{1-x}N$)と窒化インジウムガリウム ($In_xGa_{1-x}N$)との多重積層構造のうちのいずれか1種であることを特徴とする、請求項1に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項8】

前記第1電極と前記第2電極の製造材料は、アルミニウム (Al)、銀 (Ag)、チタン (Ti)、ニッケル (Ni)、金 (Au)、銅 (Cu)、クロム (Cr)、白金 (Pt)のうちのいずれか1種、またはそれらの2種の組み合わせ、あるいはそれらの2種以上の組み合わせであることを特徴とする、請求項1に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

10

【請求項9】

前記可撓性基板の厚さは $20\mu m \sim 500\mu m$ の間の範囲にあり、かつ前記基板保護層の厚さは $50nm \sim 1000nm$ の間の範囲にあることを特徴とする、請求項1に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項10】

前記第1電極と前記第1半導体材料層との間に形成される第1透明導電基層と、前記第2電極と前記第2半導体材料層との間に形成される第2透明導電基層とをさらに備えることを特徴とする、請求項1に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項11】

前記光色変換層は、コロイド封止層であり、かつ複数個の光色変換粒子は、前記コロイド封止層の中にドープされることにより、前記複数個の赤色光変換ユニットと、前記複数個の緑色光変換ユニットと、前記複数個の青色光変換ユニットとを構成することを特徴とする、請求項1に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

20

【請求項12】

前記光色変換層の上に設置されるマイクロレンズアレイをさらに備えることを特徴とする、請求項1に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項13】

当該光色変換粒子は、ケイ酸塩類蛍光粉、アルミニウム酸塩類蛍光粉、リン酸塩類蛍光粉、硫化物蛍光粉、窒化物蛍光粉、または窒素酸化物蛍光粉のうちのいずれか1種であることを特徴とする、請求項11に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

30

【請求項14】

当該光色変換粒子は、量子ドットであり、かつ前記量子ドットは、II-VI族複合物、III-V族複合物、シェル-コア構造を有するII-VI族複合物、シェル-コア構造を有するIII-V族複合物、合金構造を有する非球形のII-VI量子ドットのうちのいずれか1種、またはそれらの2種の組み合わせ、あるいはそれらの2種以上の組み合わせであることを特徴とする、請求項11に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表示器の関連技術分野に係り、特に、可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールに関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

表示器技術開発の高度化に伴って、薄膜トランジスタ液晶表示器 (Thin film transistor liquid crystal display, TFT-LCD) は、既に伝統的な陰極線管 (Cathode ray tube, CRT) 表示器を完全に代替するに至った。

図1は、従来技術のTFT-LCD表示モジュールを示す模式的側面断面図である。図1に示すように、TFT-LCD表示モジュール1aは、バックライトユニット11aと

50

、下偏光フィルム12aと、下ガラス基板13aと、複数個の光学バルブ(optical valves)14aと、液晶層15aと、透明電極16aと、カラーフィルター17aと、上ガラス基板18aと、上偏光フィルム19aとを備える。そのうち、前記光学バルブ14aは、すなわち、薄膜トランジスタであり、かつカラーフィルター17aは、赤色光変換部と、緑色光変換部と、青色光変換部とを有する。

【0003】

説明に値するのは、薄膜トランジスタの製造工程技術の進歩に伴って、TFT-LCD表示モジュール1aの画素密度も著しく向上されている点である。残念なことに、液晶層15aの非自己発光(self-luminous)材料が原因で、TFT-LCD表示モジュール1aで映像を表示させる場合、光学バルブ14aを用いて液晶層15aの液晶配列方向を制御するほか、また同時にバックライトユニット11aにより白色光を提供すると共に、赤色光変換材料と、緑色光変換材料と、青色光変換材料とを用いて、白色光を赤色光と、緑色光と、青色光とに変換して色光を構成する必要がある。

TFT-LCD表示モジュール1aの開発と製造を熟知するエンジニアであれば、液晶層15aの透過率は、TFT-LCD表示モジュール1aの光電効率の低下、輝度の不足とダイナミックコントラストの悪さの要因となっていることが理解されるはずである。一方、バックライトユニット11aは、通常、複数個の白色光LED素子と、導光板とを有し、そのうち、白色光LED素子が提供可能な色の彩度は、いまだに三原色LED素子に敵わないため、TFT-LCD表示モジュール1aで表現可能な最適色域のNTSC比さえも72%に留まっている。

【0004】

近年、エネルギー節約、広色域(~NTSC比140%)、高輝度や高ダイナミックコントラストなどの利点を有するため、LED表示モジュールで作製される各種のLED表示器が広汎に応用されている。

図2は、現有のLED表示モジュールを示す分解斜視図である。図2に示すように、LED表示モジュール1'は、ガラス基板11'と、粘着剤層12'と、複数の赤色光LED素子14R'、複数の緑色光LED素子14G'及び複数の青色光LED素子14B'から構成されたLED行列と、複数の縦方向導線16C'を載置する第1導線基板15'と、複数の横方向導線16R'を載置する第2導線基板15b'とを備える。LED表示モジュール1'の中に、1粒の赤色光LED素子14R'と、1粒の緑色光LED素子14G'と、1粒の青色光LED素子14B'とで共同に1個の画素(pixel)を示す。このことから、解像度Full HD(1920x1080)でサイズ5.5インチ(12.2cmx6.8cm)のLED表示モジュール1'について言えば、各画素サイズ(pixel size)は、約63μm x 63μmであると推論される。

【0005】

長期にわたってLED素子の開発と製造に関わるエンジニアが熟知するように、GaNまたはInGaNは、LED素子の主要発光材料であり、そのうち、GaN自身は、欠陥密度が高すぎる問題を有すると同時に、GaNとサファイア(Al₂O₃)基板との間にもまた格子不整合の問題を有する。

GaNとサファイア基板との間に、AlNから作製された格子整合層(緩衝層とも呼ばれる)を挿入することで、前記格子不整合の問題を解決することができるものの、AlNから作製された格子整合層自身に起因する欠陥もかえって同時に、異なるLED素子の間の発光品質にばらつきを引き起こしてしまう問題がある。

【0006】

図2を継続的に参照すると共に、LED表示モジュールとその制御回路を示す構成図である図3を同時に参照する。前記LED表示モジュール1'の中の各LED素子(14R', 14G', 14B')は、通常、行駆動ユニット2R'と、列駆動ユニット2C'と、信号制御と処理ユニット20'と、画素補正ユニット2PC'を含む表示制御回路2'により制御される。

注意に値することは、各画素の光色は、赤色光LED素子14R'から発する赤色光と

10

20

30

40

50

、緑色光LED素子14G'から発する緑色光と、青色光LED素子14B'から発する青色光とにより決定される点である。このため、異なるLED素子の間は、製造工程の誤差に基づく発光品質のばらつき問題が現われ、現有のLED表示モジュール1'の表示制御回路2'は、通常、画素補正ユニット2PC'を搭載することによって、各画素内の赤色光LED素子14R'と、緑色光LED素子14G'と、青色光LED素子14B'とに対して輝度均一性補償と白色光色度の校正を行う。このような補償方式は、「デッドピクセルの修復」とも呼ばれる。しかしながら、仮に後端の画素補正ユニット2PC'でも、依然として完璧に特定の画素内の赤色光LED素子14R'と、緑色光LED素子14G'と、青色光LED素子14B'とに対して輝度均一性補償を行うことができないと、前記特定の画素は、欠陥画素(defective pixel)と見なされる。現在のIBM製のノート型コンピュータ製品のドット落ちの最大許容数を、下記の表1にまとめて示す。

10

【0007】

【表1】

解像度	スタックピクセル (輝点)	デッドピクセル (黒点)	欠陥画素 総数
QXGA (2048×1536)	15	16	16
UXGA (1600×1200)	11	16	16
SXGA+ (1400×1050)	11	13	16
XGA (1024×768)	8	8	9
SVGA (800×600)	5	5	9

20

【0008】

上記説明から分かるように、如何にしてLED表示モジュール1'の欠陥画素の数を効果的に減少させるかが、各社の表示器メーカーの主要な課題となっている。これに鑑みて、本願の発明者は、極力研究考案した結果、遂に本発明に係る可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールを研究開発して完成させた。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

従来技術のLED表示モジュールは、1粒の赤色光LED素子と、1粒の緑色光LED素子と、1粒の青色光LED素子とから単一の画素を構成する。このため、従来技術のLED表示モジュールには、常にLED素子の主要発光材料(GaN)または格子整合層(AlN)に由来する欠陥密度が高すぎるため、出荷時、一定数の欠陥画素(defective pixel)が付き物である。

40

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記した本発明の主要な目的を達成するために、本願の発明者は、前記可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールの一実施例を提供する。

かかる可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールは、薄金属からなる可撓性基板と、前記可撓性基板の上に被覆され、または前記可撓性基板を包囲する基板保護層と、前記基板保護層の上に形成される格子整合層と、前記格子整合層の上に形成される複数個の発光構造と、前記複数個の発光構造の上に設けられる透明導電基板と、前記透明導電基板の上に設けられる光色変換層とを備え、前記複数個の発光構造は、アレーに構成するように

50

配列され、なおかつ、各発光構造は、前記格子整合層の上に形成される第1半導体材料層と、前記第1半導体材料層の上に形成される活性層と、前記活性層の上に形成される第2半導体材料層と、前記第1半導体材料層に電氣的に接続される第1電極と、前記第2半導体材料層に電氣的に接続される第2電極とを有し、透明導電基板は、また複数本の第1導線と、複数本の第2導線とを有し、そのうち、各本の第1導線は、前記第1電極に電氣的に接続され、かつ各本の第2導線は、前記第2電極に電氣的に接続され、光色変換層は、また複数個の赤色光変換ユニットと、複数個の緑色光変換ユニットと、複数個の青色光変換ユニットとを有し、そのうち、各個の赤色光変換ユニットと、各個の緑色光変換ユニットと、各個の青色光変換ユニットとは、いずれも前記透明導電基板を隔てて多数個の発光構造をカバーする。

10

【発明の効果】

【0011】

これに鑑みて、本発明の主要な目的は、可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールを提出することであり、それは、可撓性基板と、基板保護層と、格子整合層と、複数個の発光構造と、透明導電基板と、光色変換層とから構成される。

本発明は、特別に前記光色変換層に、複数個の赤色光変換ユニットと、複数個の緑色光変換ユニットと、複数個の青色光変換ユニットとを有させると共に、単一の赤色光変換ユニットと、単一の緑色光変換ユニットと、単一の青色光変換ユニットと、多数個の発光構造とから単一の画素を構成する。このように設計すれば、例え多数個の発光構造には、いくつかの正常に発光できない発光構造を含んでも依然として画素補正回路を利用して、その他の正常な発光構造に対して輝度均一性の調整を行うことができるので、可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールの欠陥画素を規定に合致させることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】従来技術のTF-T-LCD表示モジュールを示す模式的側面断面図である。

【図2】現有のLED表示モジュールを示す分解斜視図である。

【図3】LED表示モジュールとその制御回路を示す構成図である。

【図4】本発明に係る可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールの第1実施例を示す模式的斜視図である。

【図5】光色変換層と複数個の発光構造を示す上面図である。

30

【図6】光色変換層、透明導電基板と複数個の発光構造を示す側面断面図である。

【図7】可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールとその制御回路を示す構成図である。

【図8】光色変換層と複数個の発光構造を示す上面図である。

【図9】発光構造を示す側面断面図である。

【図10】本発明の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールの第2実施例を示す模式的斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明が提出した可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールをより明瞭に記述するために、添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施例を以下に詳述する。

40

【実施例1】

【0014】

本発明に係る可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールの第1実施例を示す模式的斜視図である図4を参照する。図4に示すように、本発明の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール1は、表示器筐体、関連駆動回路とマンマシンインタフェースに合わせ各種のLED表示器が作製されると共に、基礎的な構成には、可撓性基板10と、基板保護層11と、格子整合層12と、複数個の発光構造13と、透明導電基板14と、光色変換層15とを備える。

本発明において、可撓性基板10は、厚さは20 μ m~500 μ mの間の範囲にある薄

50

金属基板であってもよく、かつ前記薄金属基板の製造工程材料は、ステンレス鋼、銅、金、ニッケル、モリブデン、チタン、タングステンのうちのいずれか1種、またはそれらの2種の組み合わせ、あるいはそれらの2種以上の組み合わせであってもよい。なおかつ、基板保護層11は、前記可撓性基板10の上に被覆され、かつその厚さは50nm~1000nmの間の範囲にある。あるいは、製造工程上にも基板保護層11が可撓性基板10の全体を包囲するようにさせることができる。こうして、発光構造13の多層の半導エピタキシャル層を製造する時、基板保護層11の障害により可撓性基板10がエピタキシャル材料の汚染を受けるのを効果的に回避することができる。ここで、前記基板保護層11の製造材料は、二酸化ケイ素(SiO_2)、二酸化チタン(TiO_2)、酸化ニッケル(NiO)、酸化アルミニウム(Al_2O_3)、酸化亜鉛(ZnO)、窒化物、ハロゲン化合物、ケイ素化合物のうちのいずれか1種、またはそれらの2種の組み合わせ、あるいはそれらの2種以上の組み合わせであってもよい。

10

【0015】

注意に値することは、基板保護層11は、可撓性基板10と格子整合層12との間に位置し、かつ格子整合層12は、例えば、窒化アルミニウム(AlN)、アンドープの窒化ガリウム(undoped GaN)、または酸化亜鉛(ZnO)のような特定の結晶方位を有する単結晶材料から作製される点である。

二酸化ケイ素と窒化アルミニウムをそれぞれ基板保護層11と格子整合層12の模範的な材料とし、そのうち、窒化アルミニウムが六方晶系ウルツ鉱構造であり、 $a = 0.311 \text{ nm}$ 、 $c = 0.498 \text{ nm}$ の格子定数を有する一方、 β -クリストバライト晶系の二酸化ケイ素($\beta\text{-Cristobalite, SiO}_2$)では、 $a = 0.499 \text{ nm}$ の格子定数を有する。このため、薄膜沈着の製造工程を熟知するエンジニアであれば、二酸化ケイ素を基板保護層11とすることで、可撓性基板10を保護することが達成されるほか、それがエピタキシャル気相物質の汚染を受けるのを回避することができる以外、同時に窒化アルミニウム膜(すなわち、格子整合層12)をc軸配列方向に沿って前記基板保護層11の上に形成させることができることが推知される。補足説明として、基板保護層11と格子整合層12とすることができるその他の材料を、下記の表2と表3にまとめて示す。

20

【0016】

【表2】

材料	格子定数 (nm)
TiO_2	$a = 0.462$
NiO	$a = 0.418$
SnO_2	$a = 0.474$
Al_2O_3	$a = 0.478$

30

【0017】

【表3】

材料	格子定数 (nm)	
GaN	$a = 0.3186$	$c = 0.5185$
ZnO	$a = 0.328$	$c = 0.52$

40

【0018】

補足説明すべき点は、格子整合層12の製造材料としては、格子定数がGaNの整数倍に近似する単結晶材料も選択されうる点である。例えば、II-VI族半導体化合物の硫化亜鉛(ZnS)は格子定数 $a = 0.623 \text{ nm}$ であり、II-VI族半導体化合物のセ

50

レン化亜鉛 (ZnSe) では格子定数 $a = 0.653 \text{ nm}$ である。一方、発光構造 13 の第 1 半導体材料層 131、活性層 132 と第 2 半導体材料層 133 の材料の選択は、発光色の違いによって異なる。

伝統的に、GaP、GaAsP 及び AlGaAs を発光構造 13 の活性層 132 の主要材料とすることで、発光構造 13 から波長範囲が $580 \text{ nm} \sim 740 \text{ nm}$ の間にある可視光を発させることができる。しかしながら、有機金属化学気相沈着 (metal-organic chemical vapor deposition, MOCVD) の製造工程技術の進歩に伴って、窒化ガリウム (GaN)、窒化アルミニウムガリウム ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$)、または窒化インジウムガリウム ($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$) も活性層 132 の主要材料となりつつある。本発明において、主に GaN を発光構造 13 の中の活性層 132 とすることで、前記発光構造 13 から青色光を発させることができる。

【0019】

LED ダイ (die) の設計と製造を熟知するデバイスエンジニアであれば、GaN から作製された活性層 132 は、第 1 半導体材料層 131 と第 2 半導体材料層 133 とに単一の量子井戸構造が形成されることが分かるはずである。そのうち、前記第 1 半導体材料層 131 の製造材料は、N 型窒化ガリウム (n-type gallium nitride, n-GaN) であり、例えば、ケイ素 (Si) ドープの窒化ガリウムが挙げられる。加えて、前記第 2 半導体材料層 133 の製造材料は、P 型窒化ガリウム (p-type gallium nitride, p-GaN) であり、例えば、マグネシウム (Mg) ドープの窒化ガリウムが挙げられる。しかしながら、電子と正孔の活性層 132 内における再結合率を向上させるために、活性層 132 をさらに 1 つの多重量子井戸構造として設計してもよい。そのうち、前記多重量子井戸構造は、窒化ガリウム (GaN) と窒化インジウムガリウム ($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$) との多重積層構造、窒化ガリウム (GaN) と窒化アルミニウムガリウム ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$) との多重積層構造、または窒化アルミニウムガリウム ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$) と窒化インジウムガリウム ($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$) との多重積層構造のうちのいずれか 1 種であってもよい。

【0020】

図 4 を継続的に参照する。第 1 電極 134 は、前記第 1 半導体材料層 131 に電氣的に接続され、かつ前記第 2 電極 135 は、前記第 2 半導体材料層 133 の上に形成される。

そのうち、第 1 電極 134 と第 2 電極 135 の製造材料は、アルミニウム (Al)、銀 (Ag)、チタン (Ti)、ニッケル (Ni)、金 (Au)、銅 (Cu)、クロム (Cr)、白金 (Pt) のうちのいずれか 1 種、またはそれらの 2 種の組み合わせ、あるいはそれらの 2 種以上の組み合わせであってもよい。例えば、第 1 電極 134 と第 2 電極 135 は、ニッケル-金複合構造またはチタン-アルミニウム複合構造であってもよい。

図 4 に示すように、複数個の発光構造 13 が並んで配列されてなる LED アレイは、格子整合層 12 の上に形成され、かつ透明導電基板 14 と光色変換層 15 は、順次に前記 LED アレイの上に設けられる。そのうち、透明導電基板 14 は、複数本の第 1 導線 141 と、複数本の第 2 導線 142 とを有し、なおかつ、各本の第 1 導線 141 は、前記第 1 電極 134 に電氣的に接続され、かつ各本の第 2 導線 142 は、前記第 2 電極 135 に電氣的に接続される。

【0021】

本発明の最も主要な技術的特徴は、前記光色変換層 15 に、複数個の赤色光変換ユニット 15R と、複数個の緑色光変換ユニット 15G と、複数個の青色光変換ユニット 15B とを有させると同時に、各個の赤色光変換ユニット 15R と、各個の緑色光変換ユニット 15G と、各個の青色光変換ユニット 15B とを、いずれも多数個の発光構造 13 に対応させる。

光色変換層と複数個の発光構造を示す上面図である図 5 を参照すると共に、光色変換層、透明導電基板と複数個の発光構造を示す側面断面図である図 6 を同時に参照する。本発明の設計によれば、単一の赤色光変換ユニット 15R は、多数個の発光構造 13 から発する青色光を赤色光に変換するためのものであり (例えば、図 6 参照)、単一の緑色光変換

10

20

30

40

50

ユニット 15 G は、多数個の発光構造 13 から発する青色光を緑色光に変換するためのものであり、かつ単一の青色光変換ユニット 15 B は、多数個の発光構造 13 から発する青色光を特定の波長を有する青色光に変換するためのものである。言い換えると、解像度 Full HD (1920 × 1080) でサイズ 5.5 インチ (12.2 cm × 6.8 cm) の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール 1 について言えば、1 個の赤色光変換ユニット 15 R と、1 個の緑色光変換ユニット 15 G と、1 個の青色光変換ユニット 15 B とから構成された単一の画素サイズ (pixel size) は、約 63 μm × 63 μm である。なおかつ、各個の色光変換ユニットの下面に多数個の発光構造 13 が対応づけられている。

【0022】

図 4、図 5 と図 6 を継続的に参照すると共に、可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールとその制御回路を示す構成図である図 7 を同時に参照する。前記可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール 1 の中の各発光構造 13 は、行駆動ユニット 2 R と、列駆動ユニット 2 C と、信号制御と処理ユニット 20 と、画素補正ユニット 2 PC とを含む表示制御回路 2 により制御される。

図 8 は、光色変換層と複数個の発光構造を示す上面図である。図 8 から見出されるように、輝度対電流の実験方法により得られた輝度 電流 電圧特性曲線 (L - I - V curve) によれば、赤色光変換ユニット 15 R の下方の多数個の発光構造 13 には、2 個の不良ダイが含まれることが発見される。なおかつ、緑色光変換ユニット 15 G と青色光変換ユニット 15 B の下方の多数個の発光構造 13 にも同様に、2 個の不良ダイが含まれる。この場合、依然として画素補正ユニット 2 PC を利用して、信号制御と処理ユニット 20 を介してその他の正常な発光構造 13 に対して輝度均一性補償を行うことで、各画素から発する色光の平均輝度をなるべく同程度にすることができる。

簡単に言えば、単一の赤色光 LED 素子 14 R' と、単一の緑色光 LED 素子 14 G' と、単一の青色光 LED 素子 14 B' とから単一の画素を構成する従来技術と異なり (図 2 参照)、本発明は、単一の赤色光変換ユニット 15 R と、単一の緑色光変換ユニット 15 G と、単一の青色光変換ユニット 15 B と、複数個の発光構造 13 とから単一の画素を構成する。なおかつ、本発明の特殊な設計によれば、例え前記複数個の発光構造 13 の中に、多数個の異常な LED ダイを含んでも、その他の正常な発光構造 13 は、依然として青色光を発することができると共に、赤色光変換ユニット 15 R と、緑色光変換ユニット 15 G と、青色光変換ユニット 15 B とにより赤色光と、緑色光と、青色光とに変換してから、前記画素を代表する色光を発する。

【0023】

発光構造を示す側面断面図である図 9 を継続的に参照する。図 9 に示すように、各発光構造 13 のアウトカップリング効率 (out coupling efficiency) を向上させるために、製造工程上では、第 1 電極 134 と第 1 半導体材料層 131 との間に第 1 透明導電基層 134a を設置すると同時に、第 2 電極 135 と第 2 半導体材料層 133 との間に第 2 透明導電基層 135a を設置することができる。なおかつ、製造工程上について言えば、第 1 透明導電基層 134a と第 2 透明導電基層 135a は、酸化インジウムスズ (Indium tin oxide, ITO) 薄膜、酸化亜鉛 (ZnO) 薄膜、ニッケル - 金複合薄膜であってもよい。

【0024】

一方、本発明は、複数個の光色変換粒子をコロイド封止層の中にドーブする方法によりいわゆる光色変換層 15 を作製する。考えれば分かる通り、前記複数個の光色変換粒子は、コロイド封止層の中に前記複数個の赤色光変換ユニット 15 R と、前記複数個の緑色光変換ユニット 15 G と、前記複数個の青色光変換ユニット 15 B とを構成する。特に、当該光色変換粒子は、蛍光粉あるいは量子ドットであってもよく、かつその常用の製造工程材料を、下記の表 4 と表 5 にまとめて示す。

【0025】

10

20

30

40

【表 4】

蛍光材料の種類	模範的な材料
アルミニウム酸塩類蛍光粉	ユーロピウム (Eu) ドープのイットリウム アルミニウムガーネット
ケイ酸塩類蛍光粉	$\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$
リン酸塩類蛍光粉	$\text{KSr}_{1-x}\text{PO}_4:\text{Tb}_x$ $\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ (KSF)
硫化物蛍光粉	$\text{ZnS}:\text{X}$ $\text{X}=\text{Au}, \text{Ag}, \text{Cu}, \text{Mn}, \text{Cd}$
窒化物蛍光粉	$\beta\text{-SiAlON}:\text{Eu}^{2+}$
その他の蛍光粉	$\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ (SGS)

10

【0026】

【表 5】

量子ドットの種類	模範的な材料
II-VI族量子ドット	CdSeまたはCdS
III-V族量子ドット	(Al, In, Ga)P、(Al, In, Ga)As、または (Al, In, Ga)N
シェル-コア構造を有する II-VI族量子ドット	CdSe/ZnS
シェル-コア構造を有する III-V族量子ドット	InP/ZnS
合金構造を有する非球形の II-VI量子ドット	ZnCdSeS

20

【実施例 2】

【0027】

30

次に、本発明の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールの第2実施例を示す模式的斜視図である図10を参照する。図4と図10を比較して分かるように、マイクロレンズアレイ19を前述の第1実施例の構造中に付設すれば、前記可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールの第2実施例を得ることができる。図10に示すように、前記マイクロレンズアレイ19は、前記光色変換層15の上に設置される。

【0028】

以上のように、本発明の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールを十分かつ明瞭に説明してきた。上記によれば、本発明は、下記の利点を有することが分かる。

【0029】

(1) 従来技術のLED表示モジュール1' (図2参照)は、1粒の赤色光LED素子14R'と、1粒の緑色光LED素子14G'と、1粒の青色光LED素子14B'とから単一の画素を構成することから、従来技術のLED表示モジュール1'には、常にLED素子の主要発光材料(GaN)または格子整合層(AlN)に由来する欠陥密度が高すぎるため、出荷時、一定数の欠陥画素(defective pixel)が付き物である。

40

この点に鑑みて、本発明は、可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールを提出し、それは、可撓性基板10と、基板保護層11と、格子整合層12と、複数個の発光構造13と、透明導電基板14と、光色変換層15とから構成される。本発明は、特別に光色変換層15に、複数個の赤色光変換ユニット15Rと、複数個の緑色光変換ユニット15Gと、複数個の青色光変換ユニット15Bとを有させると共に、単一の赤色光変換ユニット

50

15Rと、単一の緑色光変換ユニット15Gと、単一の青色光変換ユニット15Bと、多数個の発光構造13とから単一の画素を構成する。このように設計すれば、例えば多数個の発光構造13には、いくつかの正常に発光できない発光構造13を含んでも依然として画素補正回路2PCを利用して、その他の正常な発光構造13に対して輝度均一性の調整を行うことができるので、可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールの欠陥画素を規定に合致させることができる。

【0030】

強調すべき点は、上記の詳細な説明は、本発明の実施可能な実施例を具体的に説明したものであり、本発明の権利範囲はこれらの実施例に限定されるものではなく、本発明の技術的精神を逸脱しない限り、その等効果実施または変更は、なお、本願の特許請求の範囲内に含まれる点である。

10

【符号の説明】

【0031】

<本発明>

1 可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール

10 可撓性基板

11 基板保護層

12 格子整合層

13 発光構造

14 透明導電基板

20

15 光色変換層

131 第1半導体材料層

132 活性層

133 第2半導体材料層

134 第1電極

135 第2電極

141 第1導線

142 第2導線

15R 赤色光変換ユニット

15G 緑色光変換ユニット

30

15B 青色光変換ユニット

134a 第1透明導電基層

135a 第2透明導電基層

19 マイクロレンズアレイ

2 表示制御回路

2R 行駆動ユニット

2C 列駆動ユニット

20 信号制御と処理ユニット

2PC 画素補正ユニット

<従来技術>

40

1a TFT-LCD表示モジュール

11a バックライトユニット

12a 下偏光フィルム

13a 下ガラス基板

14a 光学バルブ

15a 液晶層

16a 透明電極

17a カラーフィルター

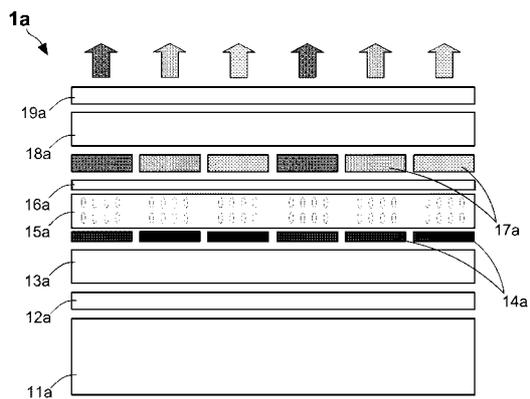
18a 上ガラス基板

19a 上偏光フィルム

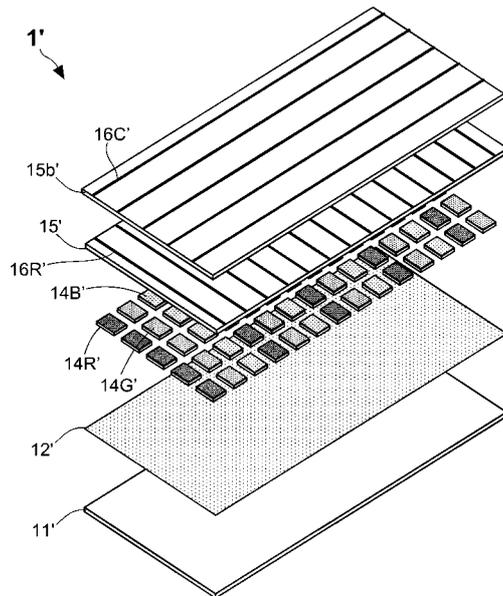
50

- 1' LED表示モジュール
- 11' ガラス基板
- 12' 粘着剤層
- 14R' 赤色光LED素子
- 14G' 緑色光LED素子
- 14B' 青色光LED素子
- 15' 第1導線基板
- 16C' 縦方向導線
- 15b' 第2導線基板
- 16R' 横方向導線
- 2' 表示制御回路
- 2R' 行駆動ユニット
- 2C' 列駆動ユニット
- 20' 信号制御と処理ユニット
- 2PC' 画素補正ユニット

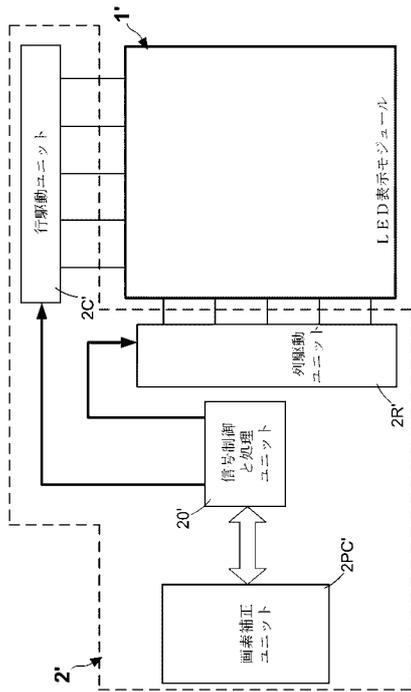
【図1】



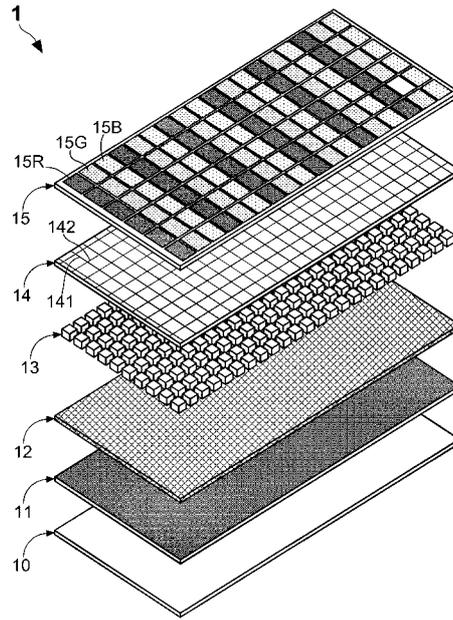
【図2】



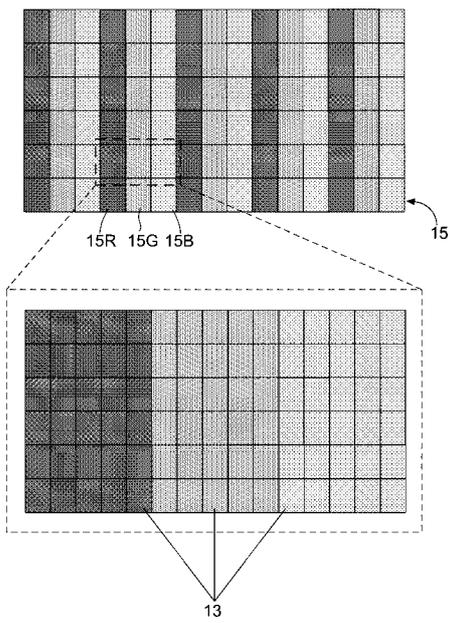
【 図 3 】



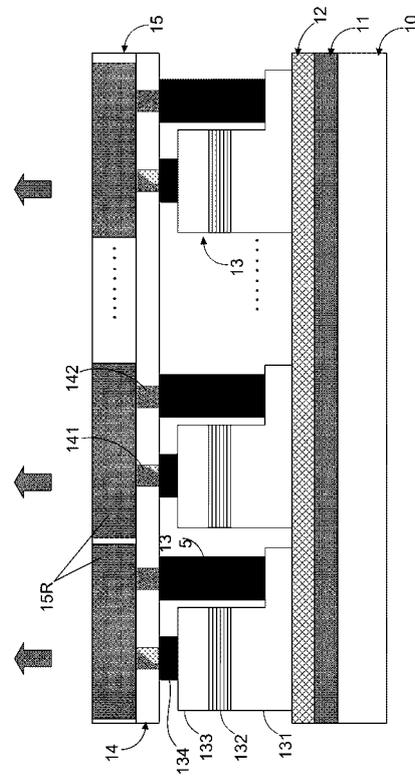
【 図 4 】



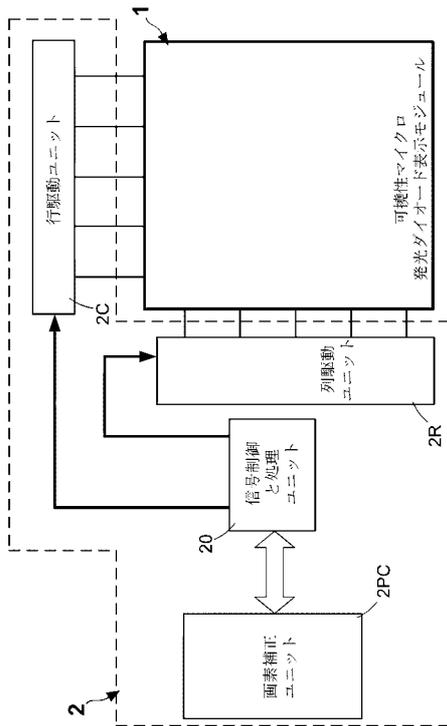
【 図 5 】



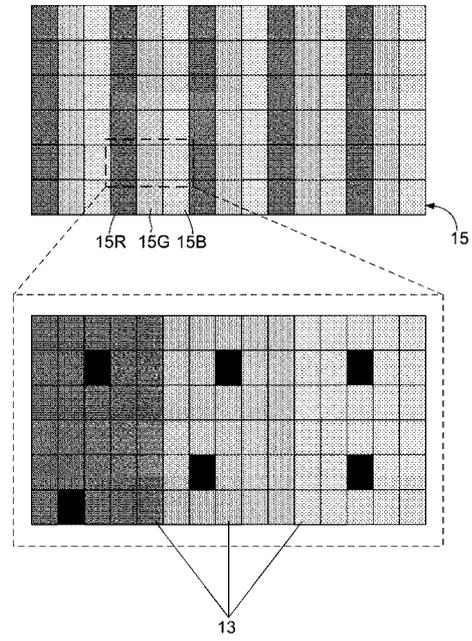
【 図 6 】



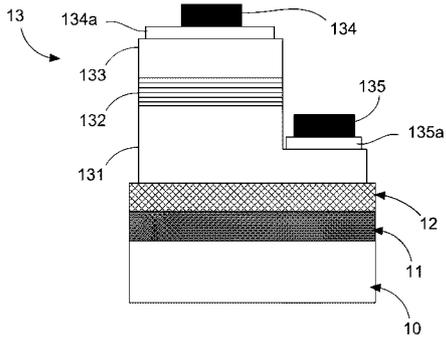
【 図 7 】



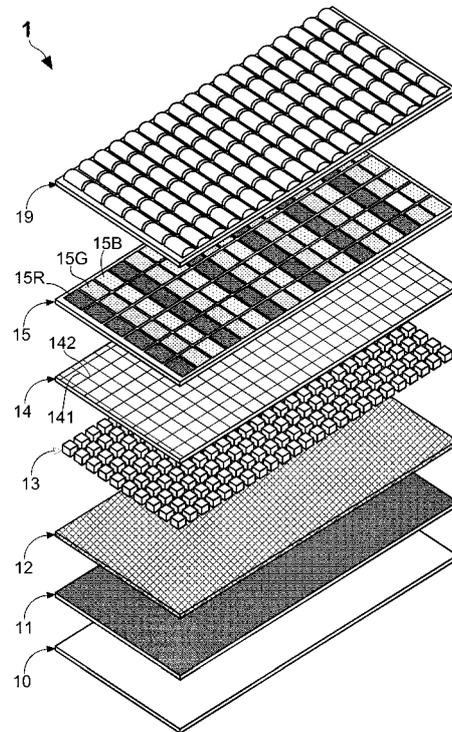
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【手続補正書】

【提出日】令和1年5月17日(2019.5.17)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

薄金属からなる可撓性基板と、前記可撓性基板の上に被覆され、または前記可撓性基板を包囲する基板保護層と、前記基板保護層の上に形成される格子整合層と、前記格子整合層の上に形成される複数個の発光構造と、前記複数個の発光構造の上に設けられる透明導電基板と、前記透明導電基板の上に設けられる光色変換層とを備える可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールであって、

前記複数個の発光構造は、アレーに構成するように配列され、なおかつ、各当該発光構造は、前記格子整合層の上に形成される第1半導体材料層と、前記第1半導体材料層の上に形成される活性層と、前記活性層の上に形成される第2半導体材料層と、前記第1半導体材料層に電氣的に接続される第1電極と、前記第2半導体材料層に電氣的に接続される第2電極とを有し、

前記透明導電基板は、複数本の第1導線と、複数本の第2導線とを有し、当該第1導線は、前記第1電極に電氣的に接続され、かつ当該第2導線は、前記第2電極に電氣的に接続され、

前記光色変換層は、複数個の赤色光変換ユニットと、複数個の緑色光変換ユニットと、複数個の青色光変換ユニットとを有し、各個の当該赤色光変換ユニットと、各個の当該緑色光変換ユニットと、各個の当該青色光変換ユニットとは、前記透明導電基板を隔てて多数個の当該発光構造をカバーすることを特徴とする、

可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項2】

前記薄金属の製造材料は、ステンレス鋼、銅、金、ニッケル、モリブデン、チタン、タングステンのうちのいずれか1種、またはそれらの2種の組み合わせ、あるいはそれらの2種以上の組み合わせであることを特徴とする、請求項1に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項3】

前記格子整合層の製造材料は、窒化アルミニウム(AlN)、アンドープの窒化ガリウム(undoped GaN)、または酸化亜鉛(ZnO)のうちのいずれか1種であることを特徴とする、請求項1に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項4】

前記基板保護層の製造材料は、二酸化ケイ素(SiO₂)、二酸化チタン(TiO₂)、酸化ニッケル(NiO)、酸化アルミニウム(Al₂O₃)、酸化亜鉛(ZnO)、窒化物、ハロゲン化物、ケイ素基化合物のうちのいずれか1種、またはそれらの2種の組み合わせ、あるいはそれらの2種以上の組み合わせであることを特徴とする、請求項1に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項5】

前記第1半導体材料層の製造材料は、N型窒化ガリウム(n-type gallium nitride, n-GaN)であり、かつ前記第2半導体材料層の製造材料は、P型窒化ガリウム(p-type gallium nitride, p-GaN)であることを特徴とする、請求項1に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項6】

前記活性層は、前記第1半導体材料層と前記第2半導体材料層とに単一の量子井戸構造が形成され、かつ前記活性層の製造材料は、窒化ガリウム(GaN)、窒化アルミニウム

ガリウム ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$)、または窒化インジウムガリウム ($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$) のうちのいずれか 1 種であることを特徴とする、請求項 1 に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項 7】

前記活性層は、前記第 1 半導体材料層と前記第 2 半導体材料層とに 1 つの多重量子井戸構造が形成され、かつ前記多重量子井戸構造は、窒化ガリウムと窒化インジウムガリウム ($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$) との多重積層構造、窒化ガリウムと窒化アルミニウムガリウム ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$) との多重積層構造、または窒化アルミニウムガリウム ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$) と窒化インジウムガリウム ($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$) との多重積層構造のうちのいずれか 1 種であることを特徴とする、請求項 1 に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項 8】

前記第 1 電極と前記第 2 電極の製造材料は、アルミニウム (Al)、銀 (Ag)、チタン (Ti)、ニッケル (Ni)、金 (Au)、銅 (Cu)、クロム (Cr)、白金 (Pt) のうちのいずれか 1 種、またはそれらの 2 種の組み合わせ、あるいはそれらの 2 種以上の組み合わせであることを特徴とする、請求項 1 に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項 9】

前記可撓性基板の厚さは $20\ \mu\text{m} \sim 500\ \mu\text{m}$ の間の範囲にあり、かつ前記基板保護層の厚さは $50\ \text{nm} \sim 1000\ \text{nm}$ の間の範囲にあることを特徴とする、請求項 1 に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項 10】

前記第 1 電極と前記第 1 半導体材料層との間に形成される第 1 透明導電基層と、前記第 2 電極と前記第 2 半導体材料層との間に形成される第 2 透明導電基層とをさらに備えることを特徴とする、請求項 1 に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項 11】

前記光色変換層は、コロイド封止層であり、かつ複数個の光色変換粒子は、前記コロイド封止層の中にドープされることにより、前記複数個の赤色光変換ユニットと、前記複数個の緑色光変換ユニットと、前記複数個の青色光変換ユニットとを構成することを特徴とする、請求項 1 に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項 12】

前記光色変換層の上に設置されるマイクロレンズアレイをさらに備えることを特徴とする、請求項 1 に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項 13】

当該光色変換粒子は、ケイ酸塩類蛍光粉、アルミニウム酸塩類蛍光粉、リン酸塩類蛍光粉、硫化物蛍光粉、窒化物蛍光粉、または窒素酸化物蛍光粉のうちのいずれか 1 種であることを特徴とする、請求項 11 に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【請求項 14】

当該光色変換粒子は、量子ドットであり、かつ前記量子ドットは、II-VI 族複合物、III-V 族複合物、シェル-コア構造を有する II-VI 族複合物、シェル-コア構造を有する III-V 族複合物、合金構造を有する非球形の II-VI 量子ドットのうちのいずれか 1 種、またはそれらの 2 種の組み合わせ、あるいはそれらの 2 種以上の組み合わせであることを特徴とする、請求項 11 に記載の可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュール。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

上記した本発明の主要な目的を達成するために、本願の発明者は、前記可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールの一実施例を提供する。

かかる可撓性マイクロ発光ダイオード表示モジュールは、薄金属からなる可撓性基板と、前記可撓性基板の上に被覆され、または前記可撓性基板を包囲する基板保護層と、前記基板保護層の上に形成される格子整合層と、前記格子整合層の上に形成される複数の発光構造と、前記複数の発光構造の上に設けられる透明導電基板と、前記透明導電基板の上に設けられる光色変換層とを備え、前記複数の発光構造は、アレーに構成するように配列され、なおかつ、各発光構造は、前記格子整合層の上に形成される第1半導体材料層と、前記第1半導体材料層の上に形成される活性層と、前記活性層の上に形成される第2半導体材料層と、前記第1半導体材料層に電氣的に接続される第1電極と、前記第2半導体材料層に電氣的に接続される第2電極とを有し、透明導電基板は、また複数本の第1導線と、複数本の第2導線とを有し、そのうち、第1導線は、前記第1電極に電氣的に接続され、かつ第2導線は、前記第2電極に電氣的に接続され、光色変換層は、また複数の赤色光変換ユニットと、複数の緑色光変換ユニットと、複数の青色光変換ユニットとを有し、そのうち、各個の赤色光変換ユニットと、各個の緑色光変換ユニットと、各個の青色光変換ユニットとは、いずれも前記透明導電基板を隔てて多数個の発光構造をカバーする。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

図4を継続的に参照する。第1電極134は、前記第1半導体材料層131に電氣的に接続され、かつ前記第2電極135は、前記第2半導体材料層133の上に形成される。

そのうち、第1電極134と第2電極135の製造材料は、アルミニウム(A1)、銀(Ag)、チタン(Ti)、ニッケル(Ni)、金(Au)、銅(Cu)、クロム(Cr)、白金(Pt)のうちのいずれか1種、またはそれらの2種の組み合わせ、あるいはそれらの2種以上の組み合わせであってもよい。例えば、第1電極134と第2電極135は、ニッケル-金複合構造またはチタン-アルミニウム複合構造であってもよい。

図4に示すように、複数の発光構造13が並んで配列されてなるLEDアレイは、格子整合層12の上に形成され、かつ透明導電基板14と光色変換層15は、順次に前記LEDアレイの上に設けられる。そのうち、透明導電基板14は、複数本の第1導線141と、複数本の第2導線142とを有し、なおかつ、第1導線141は、前記第1電極134に電氣的に接続され、かつ第2導線142は、前記第2電極135に電氣的に接続される。

フロントページの続き

(72)発明者 陳昇暉

台湾新竹市東區大學路 8 2 號 1 1 樓之 1

Fターム(参考) 5F241 AA01 CA04 CA05 CA40 CA88 CA93 CB23 CB31 CB36 FF06

专利名称(译)	柔性微型发光二极管显示模块		
公开(公告)号	JP2019129305A	公开(公告)日	2019-08-01
申请号	JP2018039633	申请日	2018-03-06
[标]申请(专利权)人(译)	黄耀贤		
申请(专利权)人(译)	鼎展电子股▲分▼有限公司 黄耀贤		
[标]发明人	黄耀贤 陳昇暉		
发明人	黄耀贤 陳昇暉		
IPC分类号	H01L33/08 H01L33/32 H01L33/42 H01L33/00		
CPC分类号	H01L27/156 H01L33/504 G09G2380/02 H01L33/06 H01L33/12 H01L33/32 H01L33/40 H01L33/507 H01L33/508 H01L33/58 H01L33/62 G09G3/32 G09G2330/10 H01L23/5387 H01L25/0753 H01L33/502 H01L2933/0083		
FI分类号	H01L33/08 H01L33/32 H01L33/42 H01L33/00.Z		
F-TERM分类号	5F241/AA01 5F241/CA04 5F241/CA05 5F241/CA40 5F241/CA88 5F241/CA93 5F241/CB23 5F241 /CB31 5F241/CB36 5F241/FF06		
代理人(译)	大岛信行		
优先权	107102860 2018-01-26 TW		
其他公开文献	JP6615925B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种柔性的微发光二极管显示模块。基板保护层；晶格匹配层；多个发光结构；透明导电基板；以及浅色转换层。本发明在光色转换层中包括多个红色光转换单元，多个绿色光转换单元和多个蓝色光转换单元，并且还包括单个红色光转换单元，单个绿色光转换单元，单个蓝色光转换单元以及形成单个像素的大量发光结构。由于多个发光结构可以使用像素校正电路来调整其他普通发光结构的亮度不均匀性，因此该设计可以使柔性微发光二极管显示模块的缺陷像素与规定匹配，即使发光结构包括几个不能正常发光的发光结构。图4

