

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7613466号
(P7613466)

(45)発行日 令和7年1月15日(2025.1.15)

(24)登録日 令和7年1月6日(2025.1.6)

(51)国際特許分類	F I
H 1 0 H 20/816 (2025.01)	H 0 1 L 33/14
H 1 0 H 20/813 (2025.01)	H 0 1 L 33/08
H 1 0 H 20/819 (2025.01)	H 0 1 L 33/20
H 1 0 H 20/851 (2025.01)	H 0 1 L 33/50
H 1 0 H 20/855 (2025.01)	H 0 1 L 33/58

請求項の数 20 (全44頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2022-528474(P2022-528474)	(73)特許権者	000002185 ソニーグループ株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(86)(22)出願日	令和3年4月20日(2021.4.20)	(74)代理人	110001357 弁理士法人つばさ国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/015966	(72)発明者	大畑 豊治 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
(87)国際公開番号	WO2021/246068	(72)発明者	小山 享宏 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
(87)国際公開日	令和3年12月9日(2021.12.9)	審査官	右田 昌士
審査請求日	令和6年3月22日(2024.3.22)		
(31)優先権主張番号	特願2020-96343(P2020-96343)		
(32)優先日	令和2年6月2日(2020.6.2)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発光デバイスおよび表示装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

各々が、光出射面を有している第1導電層、発光層および第2導電層をこの順に積層して構成された半導体層を有しているとともに、前記第2導電層に接する第1電極と、前記第1導電層に接する第2電極とを有し、前記発光層から前記光出射面を介して光を出射する複数の発光素子を備えた発光デバイスであって、

各前記発光素子において、前記第1導電層および前記第2電極が互いに共有され、

各前記発光素子は、前記第1導電層において、前記第1電極と対向する部分から、前記第2電極と対向する部分に渡って電流パスを有し、

前記第1導電層には、互いに隣接する2つの電流パスの間の領域に1または複数のトレンチが設けられ、

当該発光デバイスは、前記1または複数のトレンチ内に設けられた第1遮光部を更に備えた、

発光デバイス。

【請求項2】

前記1または複数のトレンチは、前記第1導電層を貫通して設けられ、

前記第1遮光部は、前記1または複数のトレンチ内のうち、少なくとも前記光出射面側に設けられている

請求項1に記載の発光デバイス。

【請求項3】

10

20

前記第 1 遮光部は、前記 1 または複数のトレンチ内の内壁に沿って設けられ、前記発光層から発せられた光を反射する反射ミラーとして機能する

請求項 2 に記載の発光デバイス。

【請求項 4】

前記複数のトレンチは、所定の間隙を介して一列に並んで配置されている

請求項 1 に記載の発光デバイス。

【請求項 5】

前記複数のトレンチは、互いに隣接する 2 つの電流パス同士を直線で結ぶ線を遮るような態様で、配置されている

請求項 1 に記載の発光デバイス。

10

【請求項 6】

各前記発光素子は、青色光を出射する素子であり、

当該発光デバイスは、

前記複数の発光素子のうち、少なくとも 1 つの第 1 発光素子を除く 1 または複数の第 2 の発光素子に対して 1 つずつ設けられ、対応する前記第 2 の発光素子から出射された青色光に対して色変換を行う 1 または複数の色変換部と、

少なくとも前記第 1 遮光部と対向する位置に設けられ、前記複数の色変換部を互いに区画する第 2 遮光部と

を更に備えた

請求項 1 に記載の発光デバイス。

20

【請求項 7】

前記複数の色変換部は、前記青色光を緑色光に変換する第 1 変換部と、前記青色光を赤色に変換する第 2 変換部とを含む

請求項 6 に記載の発光デバイス。

【請求項 8】

前記複数の色変換部は、前記青色光を黄色光もしくは白色光に変換する第 3 変換部を更に含む

請求項 7 に記載の発光デバイス。

【請求項 9】

前記 1 の色変換部は、前記青色光を黄色光に変換する

請求項 6 に記載の発光デバイス。

30

【請求項 10】

前記 1 または複数の色変換部から出射された光に含まれる青色光成分を減衰させるフィルタ部を更に備えた

請求項 6 に記載の発光デバイス。

【請求項 11】

前記 1 または複数の色変換部は、蛍光体および光散乱体を含むブロックで構成される

請求項 6 に記載の発光デバイス。

【請求項 12】

前記 1 または複数の色変換部は、蛍光体をバインダで固めたブロックで構成される

請求項 6 に記載の発光デバイス。

40

【請求項 13】

各前記発光素子は、紫外光を出射する素子であり、

当該発光デバイスは、

前記複数の発光素子に対して 1 つずつ設けられ、対応する前記発光素子から出射された紫外光に対して色変換を行う複数の色変換部と、

少なくとも前記第 1 遮光部と対向する位置に設けられ、前記複数の色変換部を互いに区画する第 2 遮光部と

を更に備えた

請求項 1 に記載の発光デバイス。

50

【請求項 14】

前記複数の色変換部は、前記紫外光を緑色光に変換する第1変換部と、前記紫外光を赤色に変換する第2変換部と、前記紫外光を青色光に変換する第3変換部とを含む

請求項13に記載の発光デバイス。

【請求項 15】

前記複数の色変換部は、前記紫外光を黄色光もしくは白色光に変換する第4変換部を更に含む

請求項14に記載の発光デバイス。

【請求項 16】

前記複数の色変換部から出射された光に含まれる紫外光成分を減衰させるフィルタ部を更に備えた

請求項13に記載の発光デバイス。

【請求項 17】

前記複数の色変換部は、蛍光体および光散乱体を含むブロックで構成される

請求項13に記載の発光デバイス。

【請求項 18】

前記複数の色変換部は、蛍光体をバインダで固めたブロックで構成される

請求項13に記載の発光デバイス。

【請求項 19】

前記第2電極は、前記第1導電層のうち前記光出射面とは反対側の面に設けられている

請求項1に記載の発光デバイス。

【請求項 20】

各々が複数の発光素子を有している複数の画素を備え、

各前記発光素子は、光出射面を有している第1導電層、発光層および第2導電層をこの順に積層して構成された半導体層を有しているとともに、前記第2導電層に接する第1電極と、前記第1導電層に接する第2電極とを有し、前記発光層から前記光出射面を介して光を出射し、

各前記発光素子において、前記第1導電層および前記第2電極が互いに共有され、

各前記発光素子は、前記第1導電層において、前記第1電極と対向する部分から、前記第2電極と対向する部分に渡って電流パスを有し、

前記第1導電層には、互いに隣接する2つの電流パスの間の領域に1または複数のトレンチが設けられ、

各前記画素は、前記1または複数のトレンチ内に設けられた第1遮光部を更に有している表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、発光デバイスおよび表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、発光ダイオード(LED)を複数個集めて構成した照明装置や画像表示装置が普及してきている。例えば、赤色(R)、緑色(G)および青色(B)の各色光を発する3つのLEDを1画素とし、これを2次元マトリクス状に配置したLEDディスプレイが提案されている。また、LEDディスプレイの光源として、LEDアレイを単色で構成し、単色のLEDアレイ上に、互いに異なる蛍光色の光を発する蛍光体を周期的に配置した色変換方式のLEDディスプレイが提案されている(例えば、特許文献1)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2016-221316号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【0004】

ところで、色変換方式の発光デバイスにおいて、画素の精細度を上げるために、LEDを小さくするとともに、互いに隣接するLED同士の間隙を狭くした場合、LEDから発せられた光が、隣のLEDに対向する位置に配置された蛍光体に入射し、蛍光を発生させる光クロストークが生じやすい。このような光クロストークが生じた場合、色再現性が低下してしまう。従って、光クロストークを抑制することの可能な発光デバイスおよび表示装置を提供することが望ましい。

【0005】

本開示の一側面に係る発光デバイスは、複数の発光素子を備えている。各発光素子は、光出射面を有している第1導電層、発光層および第2導電層をこの順に積層して構成された半導体層を有している。各発光素子は、さらに、第2導電層に接する第1電極と、第1導電層に接する第2電極とを有し、発光層から光出射面を介して光を出射する。各発光素子において、第1導電層および第2電極が互いに共有されている。各発光素子は、第1導電層において、第1電極と対向する部分から、第2電極と対向する部分に渡って電流パスを有している。第1導電層には、互いに隣接する2つの電流パスの間の領域に1または複数のトレンチが設けられている。当該発光デバイスは、1または複数のトレンチ内に設けられた遮光部を更に備えている。

10

【0006】

本開示の一側面に係る表示装置は、各々が複数の発光素子を有している複数の画素を備えている。各発光素子は、上記発光素子と同一の構成となっている。各画素は、1または複数のトレンチ内に設けられた遮光部を更に備えている。

20

【0007】

本開示の一側面に係る発光デバイスおよび表示装置では、第1導電層には、互いに隣接する2つの電流パスの間の領域に1または複数のトレンチが設けられており、1または複数のトレンチ内に遮光部が設けられている。これにより、各発光素子において、電流パスを確保しつつ、発光層から発せられた光が遮光部によって、隣の発光素子の第1導電層に漏れるのを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本開示の一実施の形態に係る表示装置の斜視構成例を表す図である。

【図2】図1の表示装置の機能ブロック例を表す図である。

【図3】図1の実装基板の平面レイアウト例を表す図である。

【図4】図3の各画素の回路構成例を表す図である。

【図5A】図3の画素チップの水平断面構成例を表す図である。

【図5B】図3の画素チップの水平断面構成例を表す図である。

【図5C】図3の画素チップの水平断面構成例を表す図である。

【図5D】図3の画素チップの水平断面構成例を表す図である。

【図6A】図3の画素チップの垂直断面構成例を表す図である。

【図6B】図3の画素チップの垂直断面構成例を表す図である。

【図6C】図3の画素チップの垂直断面構成例を表す図である。

【図6D】図3の画素チップの垂直断面構成例を表す図である。

【図6E】図3の画素チップの垂直断面構成例を表す図である。

【図7A】図3の画素チップの製造方法の一例を表す断面図である。

【図7B】図7Aに続く製造過程の一例を表す断面図である。

【図7C】図7Bの上面構成例を表す図である。

【図7D】図7Bに続く製造過程の一例を表す断面図である。

【図7E】図7Dの上面構成例を表す図である。

【図7F】図7Dに続く製造過程の一例を表す断面図である。

【図7G】図7Fの上面構成例を表す図である。

30

40

50

- 【図 7 H】図 7 F に続く製造過程の一例を表す断面図である。
- 【図 7 I】図 7 H に続く製造過程の一例を表す断面図である。
- 【図 7 J】図 7 I に続く製造過程の一例を表す断面図である。
- 【図 7 K】図 7 J に続く製造過程の一例を表す断面図である。
- 【図 7 L】図 7 K に続く製造過程の一例を表す断面図である。
- 【図 7 M】図 7 L に続く製造過程の一例を表す断面図である。
- 【図 7 N】図 7 M に続く製造過程の一例を表す断面図である。
- 【図 7 O】図 7 N に続く製造過程の一例を表す断面図である。
- 【図 7 P】図 7 O に続く製造過程の一例を表す断面図である。
- 【図 7 Q】図 7 P の上面構成例を表す図である。 10
- 【図 7 R】図 7 P に続く製造過程の一例を表す断面図である。
- 【図 7 S】図 7 R に続く製造過程の一例を表す断面図である。
- 【図 7 T】図 7 S に続く製造過程の一例を表す断面図である。
- 【図 7 U】図 7 T に続く製造過程の一例を表す断面図である。
- 【図 7 V】図 7 U に続く製造過程の一例を表す断面図である。
- 【図 7 W】図 7 V に続く製造過程の一例を表す断面図である。
- 【図 7 X】図 7 W に続く製造過程の一例を表す断面図である。
- 【図 7 Y】図 7 X に続く製造過程の一例を表す断面図である。
- 【図 8】図 3 の画素チップにおける光出射例を模式的に表す図である。
- 【図 9】図 1 の実装基板の平面レイアウトの一変形例を表す図である。 20
- 【図 10 A】図 9 の画素チップの水平断面構成例を表す図である。
- 【図 10 B】図 9 の画素チップの水平断面構成例を表す図である。
- 【図 10 C】図 9 の画素チップの水平断面構成例を表す図である。
- 【図 10 D】図 9 の画素チップの水平断面構成例を表す図である。
- 【図 11 A】図 9 の画素チップの垂直断面構成例を表す図である。
- 【図 11 B】図 9 の画素チップの垂直断面構成例を表す図である。
- 【図 11 C】図 9 の画素チップの垂直断面構成例を表す図である。
- 【図 11 D】図 9 の画素チップの垂直断面構成例を表す図である。
- 【図 11 E】図 9 の画素チップの垂直断面構成例を表す図である。
- 【図 12】図 5 B の水平断面構成の一変形例を表す図である。 30
- 【図 13】図 10 B の水平断面構成の一変形例を表す図である。
- 【図 14】図 5 B の水平断面構成の一変形例を表す図である。
- 【図 15】図 10 B の水平断面構成の一変形例を表す図である。
- 【図 16】画素チップの垂直断面構成の一変形例を表す図である。
- 【図 17】画素チップの垂直断面構成の一変形例を表す図である。
- 【図 18】画素チップの垂直断面構成の一変形例を表す図である。
- 【図 19】画素チップの垂直断面構成の一変形例を表す図である。
- 【図 20】画素チップの垂直断面構成の一変形例を表す図である。
- 【図 21】画素チップの垂直断面構成の一変形例を表す図である。
- 【図 22】画素チップの垂直断面構成の一変形例を表す図である。 40
- 【図 23】図 19 の画素チップにおける光出射例を模式的に表す図である。
- 【図 24】図 20 の画素チップにおける光出射例を模式的に表す図である。
- 【図 25】図 21 の画素チップにおける光出射例を模式的に表す図である。
- 【図 26】図 22 の画素チップにおける光出射例を模式的に表す図である。
- 【図 27】画素チップの構成の一変形例を模式的に表す図である。
- 【図 28】画素チップの構成の一変形例を模式的に表す図である。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0009】

以下、本開示を実施するための形態について、図面を参照して詳細に説明する。以下の説明は本開示の一具体例であって、本開示は以下の態様に限定されるものではない。また

、本開示は、各図に示す各構成要素の配置や寸法、寸法比などについても、それらに限定されるものではない。なお、説明は、以下の順序で行う。

1. 実施の形態（表示装置）

青色光を発する発光素子から3色の光を得る例...図1～図8

2. 変形例（表示装置）

変形例A：発光素子をストライプ配置した例...図9～図11E

変形例B：複数の遮光部の配置のバリエーション...図12～図15

変形例C：一画素チップあたりの発光素子数のバリエーション

図16～図18

変形例D：紫外光を発する発光素子を用いた例...図19～図26

変形例E：カラーフィルタを設けた例...図27，図28

10

【0010】

<1. 実施の形態>

[構成]

本開示の一実施の形態に係る表示装置100について説明する。図1は、本実施の形態に係る表示装置100の概略構成の一例を斜視的に示したものである。表示装置100は、いわゆるLEDディスプレイと呼ばれるものであり、表示画素としてLEDが用いられたものである。表示装置100は、例えば、図1に示したように、表示パネル110と、表示パネル110の駆動を制御するコントローラ120とを備えている。コントローラ120は、例えば、外部から入力された映像信号Dinおよび同期信号Tinに基づいて、表示パネル110の駆動を制御する。

20

【0011】

表示パネル110は、例えば、図1に示したように、実装基板110Aと、実装基板110A上に重ね合わされた透明基板110Bとを備えている。透明基板110Bは、実装基板110Aに含まれる発光素子15（後述）を保護する役割を有しており、例えば、ガラス基板や樹脂基板などにより構成されている。実装基板110Aは、例えば、図2に示したように、画素アレイ10、ゲートドライバ20およびデータドライバ30を有している。画素アレイ10、ゲートドライバ20およびデータドライバ30は、例えば、後述の配線基板13上に実装されている。ゲートドライバ20およびデータドライバ30は、コントローラ120からの制御に従って、画素アレイ10を駆動することにより、画素アレイ10に映像を表示させる。ゲートドライバ20は、複数のゲート線GTLに接続されており、例えば、複数のゲート線GTLに順次、選択電圧を印加することにより、画素アレイ10を駆動する。データドライバ30は、複数のデータ線DTLに接続されており、例えば、複数のデータ線DTLに、映像信号Dinに応じた信号電圧を印加することにより、画素アレイ10を駆動する。

30

【0012】

図3は、実装基板110Aの平面レイアウトの一例を示したものである。実装基板110Aには、行列状に配置された複数の画素チップ12が実装されている。画素チップ12が本開示の「発光デバイス」の一具体例に相当する。画素チップ12は、例えば1μm以上100μm以下のサイズとなっており、いわゆるマイクロLEDと呼ばれる。なお、画素チップ12が、例えば100μmよりも大きく200μm以下のサイズの、いわゆるミニLEDであってもよい。画素チップ12には、1つの画素11が設けられている。画素11は、例えば、発光色の互いに異なる3つの画素11G、11B、11Rを含んでいる。つまり、画素チップ12は、例えば、発光色の互いに異なる3つの画素11G、11B、11Rを含んでいる。画素チップ12において、3つの画素11G、11B、11Rは、例えば、2×2の行列内の3箇所に配置されている。

40

【0013】

実装基板110Aにおける、各画素チップ12の実装面には、例えば、画素チップ12ごとに4つの電極（G電極13G、B電極13B、R電極13R、C電極13C）が設けられている。G電極13Gには、画素チップ12における画素11Gの第1電極16（1

50

6 G) が接続される。B 電極 1 3 B には、画素チップ 1 2 における画素 1 1 B の第 1 電極 1 6 (1 6 B) が接続される。R 電極 1 3 R には、画素チップ 1 2 における画素 1 1 R の第 1 電極 1 6 (1 6 R) が接続される。C 電極 1 3 C には、画素チップ 1 2 における各画素 1 1 G , 1 1 B , 1 1 R の第 2 電極 1 7 が接続される。各画素 1 1 G , 1 1 B , 1 1 R において、第 2 電極 1 7 は互いに共有されている。つまり、各画素チップ 1 2 において、第 2 電極 1 7 は 1 つだけ設けられている。実装基板 1 1 0 A において、4 つの電極 (G 電極 1 3 G , B 電極 1 3 B , R 電極 1 3 R , C 電極 1 3 C) は、例えば、2 × 2 の行列で配置されている。

【 0 0 1 4 】

実装基板 1 1 0 A には、例えば、行方向に延在する複数のゲート線 G T L と、列方向に延在する複数のデータ線 D T L と、行方向に延在する複数のグラウンド線 G N D とが設けられている。複数のゲート線 G T L は、例えば、行方向に 1 列に並んで配置される複数の画素チップ 1 2 ごとに 1 本ずつ割り当てられる。複数のデータ線 D T L は、例えば、列方向に 1 列に並んで配置される複数の画素チップ 1 2 ごとに 3 本ずつ割り当てられる。複数のグラウンド線 G N D は、例えば、行方向に 1 列に並んで配置される複数の画素チップ 1 2 ごとに 1 本ずつ割り当てられる。

【 0 0 1 5 】

図 4 は、各画素 1 1 G , 1 1 B , 1 1 R の回路構成例を表したものである。各画素は、発光素子 1 5 と、発光素子 1 5 の発光・消光を制御する画素回路 1 4 とを有している。発光素子 1 5 は、例えば発光波長が 4 3 0 n m 以上 5 0 0 n m 以下の青色帯域の光 (青色光) を発する発光ダイオード (L E D) である。画素回路 1 4 は、例えば、駆動トランジスタ T r 1、書込トランジスタ T r 2 および保持容量 C s を含んで構成されている。書込トランジスタ T r 2 は、駆動トランジスタ T r 1 のゲートに印加する電圧を制御する。書込トランジスタ T r 2 は、データ線 D T L の電圧をサンプリングするとともに、サンプリングにより得られた電圧を駆動トランジスタ T r 1 のゲートに書き込む。保持容量 C s は、駆動トランジスタ T r 1 のゲートとグラウンド線 G N D とに接続されており、駆動トランジスタ T r 1 のゲート電圧を保持する。駆動トランジスタ T r 1 は、電源電圧 V D D および発光素子 1 5 に直列に接続されている。駆動トランジスタ T r 1 は、発光素子 1 5 を駆動する。駆動トランジスタ T r 1 は、駆動トランジスタ T r 1 のゲートに入力される電圧に応じて発光素子 1 5 に流れる電流を制御する。つまり、画素回路 1 4 は、データドライバ 3 0 から入力される信号電圧に応じた電流を発光素子 1 5 に流すことにより、データドライバ 3 0 から入力される信号電圧に応じた輝度の光を発光素子 1 5 から出射させる。各画素 1 1 G , 1 1 B , 1 1 R の回路は、図 4 に示した回路に限定されるものではない。

【 0 0 1 6 】

図 5 A ~ 図 5 D は、画素チップ 1 2 の水平断面構成例を表したものである。図 6 A ~ 図 6 E は、画素チップ 1 2 の垂直断面構成例を表したものである。水平断面とは、後述の光出射面 1 5 s と平行な断面を指しており、垂直断面とは、光出射面 1 5 s と直交する断面を指している。図 5 A には、図 6 A ~ 図 6 E の F - F 線での断面構成例が示されている。図 5 B には、図 6 A ~ 図 6 E の G - G 線での断面構成例が示されている。図 5 C には、図 6 A ~ 図 6 E の H - H 線での断面構成例が示されている。図 5 D には、図 6 A ~ 図 6 E の I - I 線での断面構成例が示されている。図 6 A には、図 5 A ~ 図 5 D の A - A 線での断面構成例が示されている。図 6 B には、図 5 A ~ 図 5 D の B - B 線での断面構成例が示されている。図 6 C には、図 5 A ~ 図 5 D の C - C 線での断面構成例が示されている。図 6 D には、図 5 A ~ 図 5 D の D - D 線での断面構成例が示されている。図 6 E には、図 5 A ~ 図 5 D の E - E 線での断面構成例が示されている。

【 0 0 1 7 】

画素チップ 1 2 は、上述したように、3 つの画素 1 1 G , 1 1 B , 1 1 R を有している。画素チップ 1 2 において、各画素 1 1 G , 1 1 B , 1 1 R は、画素に依らず同一色の光 (青色光) を発する発光素子 1 5 を有しており、発光素子 1 5 の光出射面 1 5 s 上に画素ごとに互いに異なる色変換機能を有している光学部材を有している。つまり、画素チップ

10

20

30

40

50

12において、各画素11G, 11B, 11Rは、上記光学部材を用いて、発光色の互いに異なる光を発するように構成されている。

【0018】

画素11Gは、例えば、図6A、図6Dに示したように、発光素子15と、発光素子15の光出射面15sに設けられた色変換部125Gとを有している。色変換部125Gが上記の光学部材に相当する。色変換部125Gは、色変換部125Gの直下に設けられた発光素子15に対応して設けられている。発光素子15は、光出射面15sを介して色変換部125Gに光(青色光)を出射する。色変換部125Gは、対応する発光素子15から発せられた青色光に対して色変換(波長変換)を行う。色変換部125Gは、入射してきた青色光を緑色光に変換し、色変換により得られた緑色光を、発光素子15側とは反対側に出射する。画素11Gは、ゲートドライバ20およびデータドライバ30によって画素回路14が駆動されることにより、所望の発光強度の緑色光を出射する。

10

【0019】

画素11Bは、例えば、図6Aに示したように、発光素子15と、発光素子15の光出射面15sに設けられた光透過部125Cとを有している。光透過部125Cが上記の光学部材に相当する。光透過部125Cは、光透過部125Cの直下に設けられた発光素子15に対応して設けられている。発光素子15は、光出射面15sを介して光透過部125Cに光(青色光)を出射する。光透過部125Cは、対応する発光素子15から発せられた青色光を透過する。光透過部125Cは、入射してきた青色光を透過して、発光素子15側とは反対側に出射する。つまり、光透過部125Cでは、意図的な色変換が行われない。画素11Bは、ゲートドライバ20およびデータドライバ30によって画素回路14が駆動されることにより、所望の発光強度の青色光を出射する。

20

【0020】

画素11Rは、例えば、図6B、図6Cに示したように、発光素子15と、発光素子15の光出射面15sに設けられた色変換部125Rとを有している。色変換部125Rが上記の光学部材に相当する。色変換部125Rは、色変換部125Rの直下に設けられた発光素子15に対応して設けられている。発光素子15は、光出射面15sを介して色変換部125Rに光(青色光)を出射する。色変換部125Rは、対応する発光素子15から発せられた青色光に対して色変換(波長変換)を行う。色変換部125Rは、入射してきた青色光を赤色光に変換し、色変換により得られた赤色光を、発光素子15側とは反対側に出射する。画素11Rは、ゲートドライバ20およびデータドライバ30によって画素回路14が駆動されることにより、所望の発光強度の赤色光を出射する。

30

【0021】

(発光素子15)

発光素子15は、例えば、図6A~図6Eに示したように、光出射面15sを有している第1導電層15a、発光層15bおよび第2導電層15cをこの順に積層して構成された半導体層を有している。上記半導体層は、例えば、GaN、InGaN、AlGaNの単結晶多層膜で構成されている。第1導電層15aは、例えば、n型の半導体で構成されている。発光層15bは、例えば、ノンドープの半導体で構成されている。第2導電層15cは、例えば、p型の半導体で構成されている。

40

【0022】

発光素子15は、さらに、例えば、図6A~図6Eに示したように、第2導電層15cに接する第1電極16と、第1導電層15aに接する第2電極17とを有している。第1電極16は、第2導電層15cとオーミック接触しており、例えば、ニッケル(Ni)と金(Au)との積層膜(Ni/Au)、または、パラジウム(Pd)と金(Au)との積層膜(Pd/Au)によって構成されている。第1電極16は、例えば、白金(Pt)単層膜で構成されていてもよいし、第2導電層15cに接するITO(Indium Tin Oxide)と、ITOに接する金属層とを含む積層膜によって構成されていてもよい。第2電極17は、第1導電層15aとオーミック接触しており、例えば、チタン(Ti)とアルミニウム(Al)との積層膜(Ti/Al)、または、クロム(Cr)と金(Au)との積層

50

膜 (Cr/Au) によって構成されている。

【0023】

上記半導体層において、例えば、図6C~図6Eに示したように、第1導電層15aの一部、発光層15bおよび第2導電層15cによって、配線基板13側に突出したメサ部が形成されている。メサ部の頂部に第1電極16が配置されており、メサ部のすそ野に第2電極17が配置されている。つまり、第2電極17は、第1導電層15aのうち、光出射面15sとは反対側の面に設けられており、第1電極16および第2電極17が画素チップ12において光出射面15s側とは反対側の面に設けられている。

【0024】

画素チップ12の各発光素子15において、第2電極17は、例えば、図6C~図6Eに示したように、互いに共有されている。さらに、画素チップ12の各発光素子15において、第1導電層15aは、例えば、図5Bに示したように、互いに共有されている。つまり、画素チップ12において、各発光素子15の第1導電層15aは、一体に形成されている。各発光素子15は、第1導電層15aにおいて、第1電極16と対向する部分から、第2電極17と対向する部分に渡って電流パスPを有している。画素11Gの発光素子15は、例えば、図5B、図6Cに示したように、第1導電層15aにおいて、第1電極16Gと対向する部分から、第2電極17と対向する部分に渡って電流パスPgCを有している。画素11Bの発光素子15は、例えば、図5B、図6Dに示したように、第1導電層15aにおいて、第1電極16Bと対向する部分から、第2電極17と対向する部分に渡って電流パスPbCを有している。画素11Rの発光素子15は、例えば、図5B、図6Eに示したように、第1導電層15aにおいて、第1電極16Rと対向する部分から、第2電極17と対向する部分に渡って電流パスPrCを有している。つまり、画素チップ12において、第1導電層15aは、第2電極17と対向する部分から放射状に延在する3本の電流パスPgC, PbC, PrCを有している。

【0025】

第1導電層15aには、互いに隣接する2つの電流パスPgC, PbCの間の領域にトレンチ15tが設けられている。第1導電層15aには、さらに、互いに隣接する2つの電流パスPbC, PrCの間の領域にもトレンチ15tが設けられている。トレンチ15tは、例えば、第1導電層15aに対して、光出射面15s側とは反対側からエッチングすることにより形成されており、例えば、第1導電層15aを貫通して設けられている。トレンチ15tが第1導電層15aを貫通して設けられている場合には、第1導電層15aにおいて、トレンチ15tをまたいで電流は流れない。トレンチ15tが第1導電層15aを貫通しない深さで設けられている場合には、第1導電層15aにおいて、トレンチ15tの形成されている箇所の断面積は、他の箇所の断面積よりも小さくなっており、第1導電層15aにおいて、トレンチ15tの形成されている箇所では、電流が流れ難くなっている。なお、トレンチ15tは、例えば、第1導電層15aに対して、光出射面15s側からエッチングすることにより形成されていてもよい。

【0026】

画素11Gの第1電極16Gには、電極18Gが接して設けられている。画素11Bの第1電極16Bには、電極18Bが接して設けられている。画素11Rの第1電極16Rには、電極18Rが接して設けられている。各画素11G, 11B, 11Rに共通で設けられた第2電極17には、電極18(18G, 18B, 18R)の底面と同一面内に底面を有している電極19が接して設けられている。各電極18(18G, 18B, 18R)および電極19の各底面には、金属バンプ128が設けられている。画素チップ12は、各金属バンプ128を介して配線基板13と電氣的に接続されている。なお、金属バンプ128の代わりに、半田ボールが設けられていてもよい。

【0027】

画素チップ12は、さらに、例えば、図5B、図6A、図6Bに示したように、第1導電層15aに形成された各トレンチ15t内に遮光部15wを有している。遮光部15wは、トレンチ15t内のうち、少なくとも光出射面15s側に設けられている。遮光部1

10

20

30

40

50

5 w は、例えば、トレンチ 1 5 t 内の内壁に沿って設けられている。各発光素子 1 5 の側面は、トレンチ 1 5 t 内の内壁に相当している。遮光部 1 5 w は、例えば、トレンチ 1 5 t 内の内壁に沿うだけでなく、発光素子 1 5 の底面のうち電極 1 8 で覆われていない箇所にも沿って設けられていてもよい。このとき、遮光部 1 5 w は、光漏れ防止の観点からは、発光層 1 5 b から発せられた光（青色光）を吸収する材料によって構成されていてもよい。このような材料としては、例えば、炭素粒子などの光吸収材料を分散した樹脂（いわゆるブラックレジスト）が挙げられる。

【 0 0 2 8 】

遮光部 1 5 w は、光取り出し効率向上の観点からは、発光層 1 5 b から発せられた光（青色光）を反射する反射ミラーとして機能してもよい。また、光取り出し効率向上の観点からは、各発光素子 1 5 の側面が光出射面 1 5 s 側から見たときにテーパー状となっており、かつ、遮光部 1 5 w が、発光層 1 5 b から発せられた光（青色光）を光出射面 1 5 s 側に反射する反射ミラーとして機能してもよい。なお、遮光部 1 5 w は、トレンチ 1 5 t を埋め込むように設けられていてもよい。

10

【 0 0 2 9 】

遮光部 1 5 w が反射ミラーとして機能するためには、遮光部 1 5 w は、例えば、絶縁膜 1 2 1、金属膜 1 2 2 および絶縁膜 1 2 3 が発光素子 1 5 の側面からこの順に積層された多層膜を含んで構成されていてもよい。絶縁膜 1 2 1、1 2 3 は、例えば、 SiO_2 または Al_2O_3 などの誘電体で構成されている。金属膜 1 2 2 は、発光素子 1 5 における光取り出し効率向上の観点からは、例えば、発光層 1 5 b から発せられる光（青色光）に対して高反射率を有していてもよい。そのような特徴を有している材料としては、例えば、Al、Ag、Au、Cu、Ni、Ti、W、Pd、または、これらの中から少なくとも 2 つの材料によって構成された合金などが挙げられる。金属膜 1 2 2 は、例えば、Al、Ag、Au、Cu、Ni、Ti、W、Pd、または、これらの中から少なくとも 2 つの材料によって構成された多層膜であってもよい。

20

【 0 0 3 0 】

なお、遮光部 1 5 w は、低反射率・高光吸収の材料（例えば、炭素分散樹脂、低反射金属化合物、金属酸化物または色分散樹脂など）で構成されていてもよい。

【 0 0 3 1 】

（色変換部 1 2 5 G、1 2 5 R）

色変換部 1 2 5 G、1 2 5 R は、例えば、発光素子 1 5 から出射される励起光（青色光）を吸収して波長変換する。色変換部 1 2 5 G、1 2 5 R は、例えば、複数の量子ドット蛍光体を樹脂バインダで固めたブロックで構成されている。色変換部 1 2 5 G、1 2 5 R は、例えば、さらに、発光素子 1 5 から出射される励起光（青色光）を散乱する光散乱体を含んで構成されていてもよい。光散乱体は、例えば、色変換部 1 2 5 G、1 2 5 R に含まれる樹脂の屈折率とは異なる屈折率の材料によって構成されている。

30

【 0 0 3 2 】

量子ドット蛍光体は、発光素子 1 5 から出射される励起光（青色光）を吸収して蛍光を発する。色変換部 1 2 5 G に含まれる量子ドット蛍光体は、例えば、500 nm 以上 550 nm 以下の緑色波長の蛍光を発する粒子状の蛍光体である。色変換部 1 2 5 R に含まれる量子ドット蛍光体は、例えば、610 nm 以上 780 nm 以下の赤色波長の蛍光を発する粒子状の蛍光体である。量子ドット蛍光体は、例えば、CdS、CdSe、ZnS、ZnSe、InAgS および $\text{CsPbCl}_x\text{Br}_{3-x}$ の中から選択される 1 または複数の種類の材料を含む固溶体もしくは多層構造物によって構成されている。量子ドット蛍光体は、例えば、酸化物、フッ化物もしくは窒化物の蛍光体粒子を分散、固化させたものであってもよいし、有機蛍光体であってもよい。

40

【 0 0 3 3 】

量子ドット蛍光体の充填には、例えば、量子ドット蛍光体と混合される樹脂の粘度に応じて、これを吐出または塗布するインクジェット式またはニードル式ディスペンサを用いる。これは無版式の印刷方式に分類され、上記方式では、障壁の中にのみ選択的に量子ド

50

ット蛍光体を充填することが可能であるため量子ドット蛍光体の利用効率を高めることが可能である。有版式の印刷方式であるスクリーン印刷やグラビア印刷技術を用いて定められた場所に、量子ドット蛍光体を含む樹脂を塗布するようにしてもよい。この他、スピンコート等のように、基材全体に、量子ドット蛍光体を含む樹脂を塗布してもよい。

【0034】

量子ドット蛍光体と混合される樹脂は、量子ドット蛍光体を均質に分散させるためのものであり、例えば、発光素子15から出射される光（青色光）に対して光透過性を有している材料によって構成されている。量子ドット蛍光体と混合される樹脂は、例えば、アクリル系、エポキシ系またはシリコン系の樹脂材料によって構成されている。

【0035】

（光透過部125C）

光透過部125Cは、例えば、発光素子15から出射される光（青色光）に対して光透過性を有している材料によって構成されている。光透過部125Cは、例えば、アクリル系、エポキシ系またはシリコン系の樹脂材料によって構成されている。

【0036】

画素チップ12は、さらに、例えば、図6B～図6Eに示したように、第1導電層15aの上面のうち、第2電極17と対向する部分の上に、画素11Bに設けられた光透過部125Cとは別に、光透過部125C（以下では、画素11Bに設けられた光透過部125Cと区別する際には、「光透過部125Ca」と称する。）を有している。画素チップ12は、さらに、例えば、図6B～図6Eに示したように、光透過部125Caの、第1導電層15a側とは反対側の表面を覆う遮光層129を有している。遮光層129は、光透過部125Caを介して光が外部に漏れるのを防ぐ。遮光層129は、例えば、低反射率・高光吸収の材料（例えば、炭素分散樹脂、低反射金属化合物、金属酸化物または色分散樹脂など）で構成されている。

【0037】

画素チップ12は、さらに、例えば、図5A、図6A～図6Eに示したように、色変換部125G、色変換部125R、光透過部125Cおよび光透過部125Caを互いに区画する遮光部126を有している。遮光部126は、例えば、可視光に対して高反射率を有している材料を含んで構成されている。そのような特徴を有している材料としては、例えば、Al、Ag、Cu、Ni、Cr、W、Ti、または、これらの中から少なくとも2つの材料によって構成された合金などが挙げられる。遮光部126は、例えば、可視光を吸収する材料を含んで構成されていてもよい。このような特徴を有している材料としては、例えば、炭素粒子などの光吸収材料を分散した樹脂（いわゆるブラックレジスト）が挙げられる。遮光部126は、例えば、有機樹脂、誘電体（SiO₂、Al₂O₃など）または半導体（Siなど）などで形成した隔壁と、この隔壁の側面に形成された、可視光に対して高反射率を有している材料によって形成された反射層126aとによって構成されていてもよい。

【0038】

画素チップ12は、さらに、例えば、図6A～図6Eに示したように、必要に応じて、保護層127を有していてもよい。保護層127は、色変換部125G、色変換部125R、光透過部125Cおよび遮光層129の表面保護や、色変換部125Gおよび色変換部125Rを酸素や水分から封止する役割を持つ。保護層127は、色変換部125G、色変換部125R、光透過部125Cおよび遮光層129の上面に接して設けられている。保護層127は、例えば、例えば、SiN、Al₂O₃、AlN、ZrO₂、Ta₂O₃、TiO₂、ZnOなどによって構成されている。

【0039】

画素チップ12において、各画素11G、11B、11Rに1つずつ含まれる3つの第1電極16（16G、16B、16R）と、各画素11G、11B、11Rで共有される第2電極17とは、例えば、2×2の行列で配置されている。このとき、3つの第1電極16（16G、16B、16R）と、第2電極17とは、例えば、互いに同じサイズとな

10

20

30

40

50

っている。

【0040】

[製造方法]

次に、実装基板110Aの製造方法について説明する。図7A～図7Yは、実装基板110Aの製造過程の一例を表したものである。

【0041】

まず、半導体基板141上に、化合物半導体を、例えばMOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition：有機金属気相成長)法などのエピタキシャル結晶成長法により一括に形成する。MOCVD法などのエピタキシャル結晶成長法を行う際、ガリウムの原料ガスとしては、例えば、トリメチルガリウム($(\text{CH}_3)_3\text{Ga}$)、インジウムの原料ガスとしては、例えばトリメチルインジウム($(\text{CH}_3)_3\text{In}$)、アルミニウムの原料としてはトリメチルアルミニウム($(\text{CH}_3)_3\text{Al}$)、窒素の原料ガスとしては、アンモニア(NH_3)を用いる。また、ケイ素の原料ガスとしては、例えばモノシラン(SiH_4)を用い、マグネシウムの原料ガスとしては、例えばビス=シクロペンタジエニルマグネシウム($(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Mg}$)を用いる。

10

【0042】

まず、半導体基板141の表面上に、例えばMOCVD法などのエピタキシャル結晶成長法により、第1導電層15a、発光層15bおよび第2導電層15cをこの順に形成する(図7A)。このようにして、発光素子基板140を形成する。

【0043】

次に、例えば、所定のパターンのレジスト層(図示せず)を形成したのち、このレジスト層をマスクとして、第2導電層15c、発光層15b、および第1導電層15aの一部を選択的にエッチングする。これにより、例えば、図7Bに示したように、複数の柱状のメサ部が形成される。このとき、各メサ部が発光素子15として機能することになる。このときの平面構成は、例えば、図7Cのようになる。なお、図7CのX-X線での断面構成例が、図7Bに示した断面図に対応している。発光素子基板140に形成された複数のメサ部(発光素子15)は、3つのメサ部(発光素子15)ごとに、 2×2 の行列内の3箇所に配置されている。 2×2 の行列内の3箇所に配置された3つのメサ部(発光素子15)は、例えば、平面視で略正方形状となっており、 2×2 の行列内の中央部分に対応する箇所に切り欠きが設けられた形状となっている。

20

30

【0044】

次に、各メサ部(発光素子15)の頂部(第2導電層15cの上面)に接する第1電極16と、各メサ部(発光素子15)のすそ野(第1導電層15aの上面)に接する第2電極17とを形成する(図7D)。続いて、例えば、所定のパターンのレジスト層(図示せず)を形成したのち、このレジスト層をマスクとして、第1導電層15aのうち、行方向に互いに隣接する2つのメサ部(発光素子15)の間隙部分(以下、「第1間隙部分」と称する。)と、列方向に互いに隣接する2つのメサ部(発光素子15)の間隙部分(以下、「第2間隙部分」と称する。)と、 2×2 の行列内の(1,1)に設けられたメサ部(発光素子15)の切り欠きに沿った部分と、 2×2 の行列内の(2,2)に設けられたメサ部(発光素子15)の切り欠きに沿った部分とを選択的にエッチングする。これにより、例えば、図7D、図7Eに示したように、第1導電層15aに、2つのトレンチ15tが形成される。なお、図7Eは、図7Dの平面構成例である。図7Dは、図7EのX-X線での断面構成例である。このとき、各トレンチ15tは、例えば、図7Dに示したように、第1導電層15aを貫通している。なお、このとき、各トレンチ15tは、第1導電層15aを貫通しない程度の深さとなってもよい。

40

【0045】

次に、各トレンチ15tの内壁を含む表面全体に、絶縁膜121、金属膜122および絶縁膜123をこの順に積層する(図7F、図7G)。なお、図7Gは、図7Fの平面構成例である。図7Fは、図7GのX-X線での断面構成例である。これにより、各トレンチ15t内に、遮光部15wが形成される。このとき、2つのトレンチ15t(遮光部1

50

5 w)の間には、所定の間隙が形成されており、この間隙が、電流パス P b cの一部となる。

【0046】

次に、絶縁膜123を埋め込むレジスト層150を形成した後、レジスト層150の所定の箇所に開口を形成する。例えば、レジスト層150のうち、各メサ部(発光素子15)の第1電極16(16G, 16B, 16R)と対向する箇所に開口150aを形成するとともに、第2電極17と対向する箇所に開口150bを形成する(図7I)。続いて、レジスト層150をマスクとして、絶縁膜121、金属膜122および絶縁膜123を選択的にエッチングする。これにより、絶縁膜121、金属膜122および絶縁膜123からなる多層膜に対して、開口150a'150b'が形成される(図7J)。このとき、開口150a'の底面には、第1電極16(16G, 16B, 16R)が露出しており、開口150b'の底面には、第2電極17が露出している。

10

【0047】

次に、例えば、メッキ処理を行うことにより、開口150a'内に電極18(18G, 18B, 18R)を形成するとともに、開口150b'内に電極19を形成する(図7K)。その後、レジスト層150を除去する(図7L)。

【0048】

次に、例えば、発光素子基板140を、各メサ部(発光素子15)を、金属バンプ128が形成された配線基板13側に向けた状態で、配線基板13に実装する(図7M)。これにより、発光素子基板140と配線基板13とが複数の金属バンプ128を介して互いに貼り合わされる。続いて、発光素子基板140と配線基板13との間隙に、ポリイミドなどの樹脂材料を埋め込むことにより、埋め込み層124を形成する(図7N)。その後、半導体基板141を、複数の発光素子15を含む発光素子層142から剥離する(図7O)。これにより、各発光素子15の光出射面15sが露出する。

20

【0049】

次に、例えば、各発光素子15の光出射面15sを含む面上に遮光部126を形成する(図7P、図7Q)。なお、図7Qは、図7Pの平面構成例である。図7Pは、図7QのX-X線での断面構成例である。遮光部126には、各発光素子15と対向する箇所に、開口部126G, 126B, 126Rが形成されている。各開口部126G, 126B, 126Rの底面には、発光素子15の光出射面15s(第1導電層15a)が露出している。遮光部126には、さらに、第2電極17(電極19)と対向する箇所にも開口126Cが形成されている。開口126Cの底面には、発光素子15の第1導電層15aが露出している。なお、必要に応じて、遮光部126の内壁(各開口126G, 126B, 126R, 126Cの内壁)に接する反射層126aを設けてもよい(図7R)。

30

【0050】

次に、例えば少なくとも複数の量子ドット蛍光体が分散された樹脂125G'を、各開口126G, 126B, 126R, 126Cを含む表面全体に塗布する(図7S)。続いて、G電極13G上の発光素子15と対向する開口126Gだけに樹脂125G'を残す。これにより、開口126G内に色変換部125Gが形成される(図7T)。次に、例えば少なくとも複数の量子ドット蛍光体が分散された樹脂125R'を、各開口126B, 126R, 126Cを含む表面全体に塗布する(図7U)。続いて、R電極13R上の発光素子15と対向する開口126Rだけに樹脂125R'を残す。これにより、開口126R内に色変換部125Rが形成される(図7V)。

40

【0051】

次に、例えば量子ドット蛍光体を含まない樹脂125C'を、各開口126R, 126Cを含む表面全体に塗布する(図7W)。続いて、電極13B, 13C上の発光素子15と対向する開口126G, 126Cだけに樹脂125C'を残す。これにより、開口126G, 126C内に光透過部125Cが形成される(図7X)。さらに、C電極13Cと対向する箇所に設けた光透過部125Cの頂部を削って、窪みを作り、その窪みに遮光層129を形成する(図7X)。その後、表面全体を平坦化した後、その平坦な表面上に、保護

50

層 1 2 7 を形成する (図 7 Y) 。このようにして、配線基板 1 3 上に複数の画素チップ 1 2 を形成する。最後に、配線基板 1 3 のうち、各画素チップ 1 2 の未形成の箇所に、ゲートドライバ 2 0 およびデータドライバ 3 0 を実装する。このようにして、実装基板 1 1 0 A が形成される。

【 0 0 5 2 】

[動作]

次に、表示装置 1 0 0 の動作について説明する。画素チップ 1 2 内の各発光素子 1 5 は、ゲートドライバ 2 0 およびデータドライバ 3 0 によって駆動されることにより、例えば、図 8 に示したように、所定の発光強度の青色光 L_B を出射する。画素チップ 1 2 内の 1 つ目の発光素子 1 5 から出射された青色光 L_B は、色変換部 1 2 5 G で緑色光 L_G に変換され、変換後の光 (緑色光 L_G) が、画素 1 1 G の光として外部に出射される。また、画素チップ 1 2 内の 2 つ目の発光素子 1 5 から出射された青色光 L_B は、光透過部 1 2 5 C を透過して、画素 1 1 B の光として外部に出射される。画素チップ 1 2 内の 3 つ目の発光素子 1 5 から出射された青色光 L_B は、色変換部 1 2 5 R で赤色光 L_R に変換され、変換後の光 (赤色光 L_R) が、画素 1 1 R の光として外部に出射される。実装基板 1 1 0 A 上に配置された各画素チップ 1 2 からは、発光色の互いに異なる 3 つの光 (緑色光 L_G 、青色光 L_B 、赤色光 L_R) が所定の強度で出射される。実装基板 1 1 0 A 上に配置された各画素チップ 1 2 から出射された、発光色の互いに異なる 3 つの光 (緑色光 L_G 、青色光 L_B 、赤色光 L_R) によって、画像光が形成され、この画像光がユーザの網膜に入射することにより、ユーザは、表示パネル 1 1 0 に映像が表示されていると認識する。

【 0 0 5 3 】

[効果]

次に、表示装置 1 0 0 の効果について説明する。

【 0 0 5 4 】

赤、緑、青の各色発光ダイオード (LED : Light Emitting Diode) を画素として、これを 2 次元マトリクス状に配置した表示装置 (LED ディスプレイ) が実用化され広く用いられている。発光ダイオードはその発光色毎に、単結晶基板上にバンドギャップと導電型を制御した半導体多層膜を結晶成長し、電極形成などのプロセスを経て、ダイシング装置によって素子毎に分割・個片化されて作製される。従来では、その個片化された素子を配線基板または駆動回路基板上へ、チップマウントなどの機械装置により実装することで、表示装置が製造されてきた。そのため、例えば画素の配列周期 (画素ピッチ) が概ね 1 mm 以下の高精細化が困難であった。

【 0 0 5 5 】

これに対して近年、光パターニングとエッチングによる素子サイズ微細化と、粘着材などを用いた微細素子の多数個一括移載方法の開発とにより、画素の配列周期が 1 mm 以下から数十 μ m までの高精細化が進められている。ただし、この種の方法でも、異なる発光色の LED を同一基板上へ再配列することで微細化に制限が生じる。例えば、軽量のヘッドマウントディスプレイとするには、表示サイズを 2 0 mm \times 1 5 mm 程度以下にすることが望ましく、6 4 0 \times 4 8 0 程度以上の画素数とするには、画素の配列周期を 3 0 μ m 程度以下とすることが必要とされる。この周期の中に 3 色の LED を配列実装させるには、非常に高精度の実装装置を用いて、アライメントの上、実装する必要がある。そのため、モノリシックに形成される従来型 (液晶または有機 EL) の表示装置よりも大幅に製造コストが高くなる。

【 0 0 5 6 】

一方、さらに高精細化に有効な方法として、LED アレイを単色の LED で構成し、LED アレイの上に、互いに異なる蛍光色を発する波長変換体を交互に配置することで、マルチカラーの表示装置を作製することが考えられる。このとき、例えば、1 つの画素を 3 つの LED で構成し、LED ごとにカソード電極およびアノード電極を設けた場合には、画素ごとに、6 個の電極と駆動回路基板とを接続することが必要となる。また、例えば、1 つの画素を 3 つの LED で構成し、1 つの画素内の各 LED のカソード側の導電層を共

通化するとともに、カソード電極を共通化した場合には、画素ごとに、4個の電極と駆動回路基板とを接続すればよくなる。このようにした場合には、画素の精細度が高めやすい。

【0057】

しかし、上記のようにして導電層を一体化した場合には、1つのLEDから発せられた光が、一体化された導電層内を伝播して、他のLEDに対応して設けられた波長変換体に入射する光クロストークが生じやすい。このような光クロストークが生じた場合、色再現性が低下してしまう。

【0058】

一方、本実施の形態では、第1導電層15aには、互いに隣接する2つの電流パスPg c, Pbcの間の領域にトレンチ15tが設けられており、互いに隣接する2つの電流パスPbc, Prcの間の領域にもトレンチ15tが設けられている。そして、これらのトレンチ15t内に遮光部15wが設けられている。これにより、各発光素子15において、電流パスを確保しつつ、発光層15bから発せられた光が遮光部15wによって、隣の発光素子15の第1導電層15aに漏れるのを低減することができる。その結果、光クロストークを抑制することができる。

【0059】

本実施の形態では、各発光素子15において第2電極17が共通化されており、画素チップ12において、第2電極17が1つだけ設けられている。これにより、各発光素子15を別個に設け、発光素子15ごとに第2電極17を設けた場合と比べて、画素チップ12あたりの電極数を減らすことができる。その結果、画素チップ12のサイズを小さくすることができ、また、実装時の接合ミスなどの欠陥の発生を抑えることができる。

【0060】

本実施の形態では、各トレンチ15tは第1導電層15aを貫通して設けられており、遮光部15wは、各トレンチ15t内のうち、少なくとも光出射面15s側に設けられている。これにより、発光層15bから発せられた光が遮光部15wによって、隣の発光素子15の第1導電層15aに漏れるのを低減することができる。その結果、光クロストークを抑制することができる。

【0061】

本実施の形態において、遮光部15wが、各トレンチ15t内の内壁に沿って設けられており、発光層15bから発せられた光を反射する反射ミラーとして機能する場合には、発光層15bから発せられた光が遮光部15wによって反射され、隣の発光素子15の第1導電層15aに漏れるのを低減することができる。その結果、光クロストークを抑制することができる。

【0062】

本実施の形態では、各画素チップ12において、色変換部125G, 125Rが設けられており、色変換部125Gに対応して設けられた発光素子15から出射された青色光に対して色変換部125Gが色変換を行い、色変換部125Rに対応して設けられた発光素子15から出射された青色光に対して、色変換部125Rが色変換を行う。これにより、同一色の光を発する複数の発光素子15を共通の半導体層内に作り込むことができるので、各発光素子を別個に形成した場合と比べて、画素チップ12のサイズを小さくすることができる。そして、各発光素子15から発せられた光は、共通の半導体層(第1導電層15a)内に形成したトレンチ15t内に形成した遮光部15wによって、隣の発光素子15の第1導電層15aに漏れるのを低減することができる。従って、画素チップ12のサイズを小さくしつつ、光クロストークを抑制することができる。

【0063】

本実施の形態において、色変換部125G, 125Rが、複数の量子ドット蛍光体および光散乱体を含むブロックで構成されている場合には、色変換部125G, 125Rに入射した光(青色光)が光散乱体によって散乱されるので、青色の散乱光を蛍光体に効率良く吸収させることができる。これにより、色変換部125G, 125Rにおける変換効率が光散乱体を設けなかった場合と比べて高くなるので、色変換部125G, 125Rに入

10

20

30

40

50

射させる光（青色光）の強度を、光散乱体を設けなかった場合と比べて低くすることが可能となる。このようにした場合には、隣の発光素子 15 の第 1 導電層 15 a に漏れる光の量を少なくすることができる。従って、光クロストークを抑制することができる。

【 0 0 6 4 】

本実施の形態において、色変換部 125 G, 125 R が、複数の量子ドット蛍光体を樹脂バインダで固めたブロックで構成されており、光散乱体を含んでいない場合であっても、発光層 15 b から発せられた光は遮光部 15 w によって遮られ、隣の発光素子 15 の第 1 導電層 15 a に漏れるのを低減することができる。その結果、光クロストークを抑制することができる。

【 0 0 6 5 】

本実施の形態では、第 2 電極 17 が第 1 導電層 15 a のうち光出射面 15 s とは反対側の面に設けられている。これにより、例えば、図 7 M に示したように、発光素子層 142 を配線基板 13 に貼り合わせるだけで、発光素子層 142 に含まれる各発光素子 15 と配線基板 13 との電気的な接続を行うことができる。従って、画素の精細度を高めた場合であっても、実装時の接合ミスなどの欠陥の発生を抑えることができる。

【 0 0 6 6 】

< 2 . 変形例 >

次に、上記実施の形態に係る表示装置 100 の変形例について説明する。

【 0 0 6 7 】

[変形例 A]

図 9 は、上記実施の形態に係る表示装置 100 における実装基板 110 A の平面レイアウトの一例を表したものである。実装基板 110 A には、行列状に配置された複数の画素チップ 12 が実装されている。画素チップ 12 は、例えば 1 μm 以上 100 μm 以下のサイズとなっており、いわゆるマイクロ LED と呼ばれる。なお、画素チップ 12 が、例えば 100 μm よりも大きく 200 μm 以下のサイズの、いわゆるミニ LED であってもよい。画素チップ 12 には、1 つの画素 11 が設けられている。

【 0 0 6 8 】

画素 11 は、例えば、発光色の互いに異なる 3 つの画素 11 G, 11 B, 11 R を含んでいる。つまり、画素チップ 12 は、例えば、発光色の互いに異なる 3 つの画素 11 G, 11 B, 11 R を含んでいる。画素チップ 12 において、3 つの画素 11 G, 11 B, 11 R は、例えば、列方向に一直線に並んで配置されている。

【 0 0 6 9 】

実装基板 110 A において、3 つの電極（G 電極 13 G, B 電極 13 B, R 電極 13 R）は、例えば、列方向に一直線に並んで配置されており、C 電極 13 C は、例えば、列方向に一直線に並んで配置された 3 つの電極（G 電極 13 G, B 電極 13 B, R 電極 13 R）に対して列方向に隣接して配置されている。

【 0 0 7 0 】

図 10 A ~ 図 10 D は、本変形例に係る画素チップ 12 の水平断面構成例を表したものである。図 11 A ~ 図 11 E は、画素チップ 12 の垂直断面構成例を表したものである。水平断面とは、光出射面 15 s と平行な断面を指しており、垂直断面とは、光出射面 15 s と直交する断面を指している。図 10 A には、図 11 A ~ 図 11 E の F - F 線での断面構成例が示されている。図 10 B には、図 11 A ~ 図 11 E の G - G 線での断面構成例が示されている。図 10 C には、図 11 A ~ 図 11 E の H - H 線での断面構成例が示されている。図 10 D には、図 11 A ~ 図 11 E の I - I 線での断面構成例が示されている。図 11 A には、図 10 A ~ 図 10 D の A - A 線での断面構成例が示されている。図 11 B には、図 10 A ~ 図 10 D の B - B 線での断面構成例が示されている。図 11 C には、図 10 A ~ 図 10 D の C - C 線での断面構成例が示されている。図 11 D には、図 10 A ~ 図 10 D の D - D 線での断面構成例が示されている。図 11 E には、図 10 A ~ 図 10 D の E - E 線での断面構成例が示されている。

【 0 0 7 1 】

10

20

30

40

50

画素チップ 12 は、上述したように、3つの画素 11G, 11B, 11R を有している。画素チップ 12 において、各画素 11G, 11B, 11R は、画素に依らず同一色の光（青色光）を発する発光素子 15 を有しており、発光素子 15 の光出射面 15s 上に画素ごとに互いに異なる色変換機能を有している光学部材を有している。つまり、画素チップ 12 において、各画素 11G, 11B, 11R は、上記光学部材を用いて、発光色の互いに異なる光を発するように構成されている。

【0072】

画素 11G は、例えば、図 11A、図 11C に示したように、発光素子 15 と、発光素子 15 の光出射面 15s に設けられた色変換部 125G とを有している。色変換部 125G が上記の光学部材に相当する。色変換部 125G は、色変換部 125G の直下に設けられた発光素子 15 に対応して設けられている。発光素子 15 は、光出射面 15s を介して色変換部 125G に光（青色光）を出射する。色変換部 125G は、対応する発光素子 15 から発せられた青色光に対して色変換（波長変換）を行う。色変換部 125G は、入射してきた青色光を緑色光に変換し、色変換により得られた緑色光を、発光素子 15 側とは反対側に出射する。画素 11G は、ゲートドライバ 20 およびデータドライバ 30 によって画素回路 14 が駆動されることにより、所望の発光強度の緑色光を出射する。

10

【0073】

画素 11B は、例えば、図 11A、図 11D に示したように、発光素子 15 と、発光素子 15 の光出射面 15s に設けられた光透過部 125C とを有している。光透過部 125C が上記の光学部材に相当する。光透過部 125C は、光透過部 125C の直下に設けられた発光素子 15 に対応して設けられている。発光素子 15 は、光出射面 15s を介して光透過部 125C に光（青色光）を出射する。光透過部 125C は、対応する発光素子 15 から発せられた青色光を透過する。光透過部 125C は、入射してきた青色光を透過して、発光素子 15 側とは反対側に出射する。つまり、光透過部 125C では、意図的な色変換が行われない。画素 11B は、ゲートドライバ 20 およびデータドライバ 30 によって画素回路 14 が駆動されることにより、所望の発光強度の青色光を出射する。

20

【0074】

画素 11R は、例えば、図 11A、図 11E に示したように、発光素子 15 と、発光素子 15 の光出射面 15s に設けられた色変換部 125R とを有している。色変換部 125R が上記の光学部材に相当する。色変換部 125R は、色変換部 125R の直下に設けられた発光素子 15 に対応して設けられている。発光素子 15 は、光出射面 15s を介して色変換部 125R に光（青色光）を出射する。色変換部 125R は、対応する発光素子 15 から発せられた青色光に対して色変換（波長変換）を行う。色変換部 125R は、入射してきた青色光を赤色光に変換し、色変換により得られた赤色光を、発光素子 15 側とは反対側に出射する。画素 11R は、ゲートドライバ 20 およびデータドライバ 30 によって画素回路 14 が駆動されることにより、所望の発光強度の赤色光を出射する。

30

【0075】

（発光素子 15）

発光素子 15 は、例えば、図 11A、図 11C ~ 図 11E に示したように、光出射面 15s を有している第 1 導電層 15a、発光層 15b および第 2 導電層 15c をこの順に積層して構成された半導体層を有している。上記半導体層は、例えば、GaN および InGaN の単結晶多層膜で構成されている。第 1 導電層 15a は、例えば、n 型の半導体で構成されている。発光層 15b は、例えば、ノンドープの半導体で構成されている。第 2 導電層 15c は、例えば、p 型の半導体で構成されている。

40

【0076】

発光素子 15 は、さらに、例えば、図 11A ~ 図 11E に示したように、第 2 導電層 15c に接する第 1 電極 16 と、第 1 導電層 15a に接する第 2 電極 17 とを有している。第 1 電極 16 は、第 2 導電層 15c とオーミック接触しており、例えば、ニッケル (Ni) と金 (Au) との多層膜 (Ni/Au) によって構成されている。第 2 電極 17 は、第 1 導電層 15a とオーミック接触しており、例えば、チタン (Ti) とアルミニウム (Al)

50

1) との多層膜 (Ti / Al) や、クロム (Cr) と金 (Au) との多層膜 (Cr / Au) によって構成されている。

【0077】

上記半導体層において、例えば、図11C～図11Eに示したように、第1導電層15aの一部、発光層15bおよび第2導電層15cによって、配線基板13側に突出したメサ部が形成されている。メサ部の頂部に第1電極16が配置されており、メサ部のすそ野に第2電極17が配置されている。つまり、第2電極17は、第1導電層15aのうち、光出射面15sとは反対側の面に設けられており、第1電極16および第2電極17が画素チップ12において光出射面15s側とは反対側の面に設けられている。

【0078】

画素チップ12の各発光素子15において、第2電極17は、例えば、図11C～図11Eに示したように、互いに共有されている。さらに、画素チップ12の各発光素子15において、第1導電層15aは、例えば、図10Bに示したように、互いに共有されている。つまり、画素チップ12において、各発光素子15の第1導電層15aは、一体に形成されている。各発光素子15は、第1導電層15aにおいて、第1電極16と対向する部分から、第2電極17と対向する部分に渡って電流パスPを有している。画素11Gの発光素子15は、例えば、図10B、図11Cに示したように、第1導電層15aにおいて、第1電極16Gと対向する部分から、第2電極17と対向する部分に渡って電流パスPg cを有している。画素11Bの発光素子15は、例えば、図10B、図11Dに示したように、第1導電層15aにおいて、第1電極16Bと対向する部分から、第2電極17と対向する部分に渡って電流パスPbcを有している。画素11Rの発光素子15は、例えば、図10B、図11Eに示したように、第1導電層15aにおいて、第1電極16Rと対向する部分から、第2電極17と対向する部分に渡って電流パスPr cを有している。つまり、画素チップ12において、第1導電層15aは、互いに平行な3本の電流パスPg c, Pbc, Pr cを有している。なお、第2電極17は、画素チップ12において行方向に延在しているため、各電流パスPg c, Pbc, Pr cの端部は、互いに異なる部分に設けられているものの、第1導電層15aのうち第2電極17と対向する部分内に設けられている。

【0079】

第1導電層15aには、例えば、図10B、図11Aに示したように、互いに隣接する2つの電流パスPg c, Pbcの間の領域にトレンチ15tが設けられている。第1導電層15aには、さらに、互いに隣接する2つの電流パスPbc, Pr cの間の領域にもトレンチ15tが設けられている。画素チップ12は、さらに、例えば、図10B、図11Aに示したように、第1導電層15aに形成された各トレンチ15t内に遮光部15wを有している。

【0080】

画素チップ12は、さらに、例えば、図11B～図11Eに示したように、第1導電層15aの上面のうち、第2電極17と対向する部分の上に、画素11Bに設けられた光透過部125Cとは別に、光透過部125C (光透過部125Ca) を有している。画素チップ12は、さらに、例えば、図11B～図11Eに示したように、光透過部125Caの、第1導電層15a側とは反対側の表面を覆う遮光層129を有している。

【0081】

画素チップ12は、さらに、例えば、図10A、図11A～図11Eに示したように、色変換部125G、色変換部125R、光透過部125Cおよび光透過部125Caを互いに区画する遮光部126を有している。画素チップ12は、さらに、例えば、図11A～図11Eに示したように、必要に応じて、保護層127を有していてもよい。

【0082】

画素チップ12において、各画素11G, 11B, 11Rに1つずつ含まれる3つの第1電極16 (16G, 16B, 16R) は、例えば、列方向に1列に並んで配置されており、各画素11G, 11B, 11Rで共有される第2電極17とは、例えば、列方向に一

10

20

30

40

50

列に並んで配置された3つの電極（G電極13G，B電極13B，R電極13R）に対して列方向に隣接して配置されている。このとき、第2電極17は、例えば、第1電極16よりも列方向に長く延在しており、第1電極16よりも大きなサイズとなっている。

【0083】

[効果]

次に、本変形例に係る表示装置100の効果について説明する。

【0084】

本変形例では、上記実施の形態と同様に、各発光素子15において第2電極17が共通化されており、画素チップ12において、第2電極17が1つだけ設けられている。これにより、各発光素子15を別個に設け、発光素子15ごとに第2電極17を設けた場合と比べて、画素チップ12あたりの電極数を減らすことができる。さらに、本変形例では、画素チップ12において、3つの画素11G，11B，11Rが列方向に1列に並んで配置されており、3つの電極（G電極13G，B電極13B，R電極13R）に対して列方向に隣接して配置されている。これにより、第2電極17のサイズを大きくすることができるので、画素チップ12あたりの電極数の削減との相乗効果で、実装時の接合ミスなどの欠陥の発生をより一層、抑えることができる。

10

【0085】

[変形例B]

上記実施の形態およびその変形例において、例えば、図12、図13に示したように、互いに隣接する2つの電流パスPg_c，Pb_cの間の領域に、複数のトレンチ15tが設けられるとともに、互いに隣接する2つの電流パスPb_c，Pr_cの間の領域に、複数のトレンチ15tが設けられていてもよい。このとき、互いに隣接する2つの電流パスPg_c，Pb_cの間の領域において、複数のトレンチ15tは、互いに隣接する2つの電流パスPg_c，Pb_c同士を直線で結ぶ線を遮るような態様で、配置されている。さらに、互いに隣接する2つの電流パスPb_c，Pr_cの間の領域において、複数のトレンチ15tは、互いに隣接する2つの電流パスPb_c，Pr_c同士を直線で結ぶ線を遮るような態様で、配置されている。

20

【0086】

このようにした場合には、互いに隣接する2つの電流パスPg_c，Pb_cの間の領域において、複数のトレンチ15tの間に間隙g₁が生じるため、間隙g₁を介して、互いに隣接する2つの電流パスPg_c，Pb_cの間を電流が流れ得る。しかし、複数のトレンチ15tによって、画素11Gで発生した光（青色光）が隣接する画素11Bに漏れたり、画素11Bで発生した光（青色光）が隣接する画素11Gに漏れたりするのを抑制することができる。同様に、互いに隣接する2つの電流パスPb_c，Pr_cの間の領域において、複数のトレンチ15tの間に間隙g₂が生じるため、間隙g₂を介して、互いに隣接する2つの電流パスPb_c，Pr_cの間を電流が流れ得る。しかし、複数のトレンチ15tによって、画素11Bで発生した光（青色光）が隣接する画素11Rに漏れたり、画素11Rで発生した光（青色光）が隣接する画素11Bに漏れたりするのを抑制することができる。また、間隙g₁，g₂を設けて電流経路を拡大することで、電流経路にかかる電気抵抗を低減することが可能である。その結果、画素駆動時の消費電力低減が可能になる。

30

40

【0087】

なお、図14、図15に示したように、互いに隣接する2つの電流パスPg_c，Pb_cの間の領域において、複数のトレンチ15tは、所定の間隙g₁を介して1列に並んで配置されていてもよい。さらに、互いに隣接する2つの電流パスPb_c，Pr_cの間の領域において、複数のトレンチ15tは、所定の間隙g₂を介して1列に並んで配置されていてもよい。このようにした場合には、間隙g₁，g₂を介した光漏れが若干生じ得るが、複数のトレンチ15tが設けられていない場合と比べて、光漏れを抑制することができる。

【0088】

[変形例C]

50

上記実施の形態およびその変形例では、画素チップ12は、R、G、Bの3色の発光色の光を出射する3つの画素(11R、11G、11B)を有していた。しかし、上記実施の形態およびその変形例において、画素チップ12は、R、G、Bとは異なる組み合わせの3色の発光色の光を出射する3つの画素を有していてもよい。また、上記実施の形態およびその変形例において、画素チップ12は、発光色の互いに異なる2つの画素もしくは4つ以上の画素を有していてもよい。

【0089】

上記実施の形態およびその変形例において、画素チップ12は、例えば、図16に示したように、発光色の互いに異なる4つの画素11R、11B、11G、11Yを有していてもよい。また、上記実施の形態およびその変形例において、画素チップ12は、例えば、図17に示したように、発光色の互いに異なる2つの画素11B、11Yを有していてもよい。ここで、画素11Yは、黄色光を出射する画素であり、発光素子15から出射された青色光を黄色光に変換する色変換部125Yを有している。このとき、画素11Yに含まれる発光素子15の第1電極16は、金属パンプ128を介して配線基板13のY電極13Yと電気的に接続されている。

10

【0090】

色変換部125Yは、例えば、発光素子15から出射される励起光(青色光)を吸収して波長変換する。色変換部125Yは、例えば、複数の量子ドット蛍光体を樹脂バイндаで固めたブロックで構成されている。色変換部125Yは、例えば、さらに、発光素子15から出射される励起光(青色光)を散乱する光散乱体を含んで構成されていてもよい。量子ドット蛍光体は、発光素子15から出射される励起光(青色光)を吸収して蛍光を発する。色変換部125Yに含まれる量子ドット蛍光体は、例えば、570nm以上590nm以下の黄色波長の蛍光を発する粒子状の蛍光体である。

20

【0091】

このように、色変換部125Yを有する画素11Yが設けられた場合であっても、画素11Yが、他の画素11R、11B、11Gと第1導電層15aおよび第2電極17を共有しており、画素11Yと、画素11Yに隣接する画素との間に、1または複数のトレンチ15t(遮光部15w)を有している。これにより、各発光素子15において、電流パスPを確保しつつ、発光層15bから発せられた光が遮光部15wによって、隣の発光素子15の第1導電層15aに漏れるのを低減することができる。その結果、光クロストークを抑制することができる。

30

【0092】

[変形例D]

上記変形例Cにおいて、画素チップ12は、例えば、図18に示したように、発光色の互いに異なる4つの画素11R、11B、11G、11Wを有していてもよい。ここで、画素11Wは、白色光を出射する画素であり、発光素子15から出射された青色光を白色光に変換する色変換部125Wを有している。このとき、画素11Wに含まれる発光素子15の第1電極16は、金属パンプ128を介して配線基板13のW電極13Wと電気的に接続されている。

【0093】

色変換部125Wは、例えば、上記変形例Cの色変換部125Yにおいて、励起光(青色光)を吸収して黄色波長の蛍光を発する量子ドット蛍光体の含有量を少なくしたブロックで構成されている。色変換部125Wは、例えば、色変換部125Wを透過する励起光(青色光)と、量子ドット蛍光体から発せられる黄色波長の蛍光とを混色させることにより、白色光を出射する。

40

【0094】

なお、色変換部125Wは、例えば、励起光(青色光)を吸収して赤色波長の蛍光を発する複数の量子ドット蛍光体と、励起光(青色光)を吸収して緑色波長の蛍光を発する複数の量子ドット蛍光体とを樹脂バイндаで固めたブロックで構成されていてもよい。この場合、色変換部125Wは、例えば、色変換部125Wを透過する励起光(青色

50

光)と、ブロックに含まれる複数の量子ドット蛍光体から発せられる赤色波長の蛍光および緑色波長の蛍光とを混色させることにより、白色光を出射する。

【0095】

このように、色変換部125Wを有する画素11Wが設けられた場合であっても、画素11Wが、他の画素11R, 11B, 11Gと第1導電層15aおよび第2電極17を共有しており、画素11Wと、画素11Wに隣接する画素との間に、1または複数のトレンチ15t(遮光部15w)を有している。これにより、各発光素子15において、電流パスPを確保しつつ、発光層15bから発せられた光が遮光部15wによって、隣の発光素子15の第1導電層15aに漏れるのを低減することができる。その結果、光クロストークを抑制することができる。

10

【0096】

[変形例E]

上記実施の形態およびその変形例では、画素チップ12に、青色光を出射する複数の発光素子15を有していた。しかし、画素チップ12は、例えば、図19、図20、図21、図22に示したように、発光波長が360nm以上430nm以下の紫外光を出射する複数の発光素子160を有していてもよい。発光素子160は、紫外光を出射する発光層15bを有する点を除いて、発光素子15と同様の構成となっている。

【0097】

本変形例では、画素11Gは、例えば、図19、図20、図22に示したように、色変換部125Gを有している。画素11Bは、例えば、図19~図22に示したように、色変換部125Bを有している。画素11Rは、例えば、図19、図20、図22に示したように、色変換部125Rを有している。画素11Yは、例えば、図20、図21に示したように、色変換部125Yを有している。画素11Wは、例えば、図22に示したように、色変換部125Wを有している。

20

【0098】

色変換部125G, 125R, 125B, 125Wは、例えば、発光素子160から出射される励起光(紫外光)を吸収して波長変換する。色変換部125G, 125R, 125B, 125Wは、例えば、さらに、発光素子160から出射される励起光(紫外光)を散乱する光散乱体を含んで構成されていてもよい。光散乱体は、例えば、色変換部125G, 125R, 125B, 125Wに含まれる樹脂の屈折率とは異なる屈折率の材料によって構成されている。

30

【0099】

量子ドット蛍光体は、発光素子160から出射される励起光(紫外光)を吸収して蛍光を発する。色変換部125Gに含まれる量子ドット蛍光体は、例えば、500nm以上550nm以下の緑色波長の蛍光を発する粒子状の蛍光体である。色変換部125Bに含まれる量子ドット蛍光体は、例えば、430nm以上500nm以下の青色波長の蛍光を発する粒子状の蛍光体である。色変換部125Rに含まれる量子ドット蛍光体は、例えば、610nm以上780nm以下の赤色波長の蛍光を発する粒子状の蛍光体である。色変換部125Yに含まれる量子ドット蛍光体は、例えば、570nm以上590nm以下の黄色波長の蛍光を発する粒子状の蛍光体である。色変換部125Wに含まれる量子ドット蛍光体は、例えば、570nm以上590nm以下の黄色波長の蛍光を発する粒子状の蛍光体である。色変換部125Wに含まれる複数の量子ドット蛍光体は、例えば、610nm以上780nm以下の赤色波長の蛍光を発する粒子状の複数の蛍光体と、500nm以上550nm以下の緑色波長の蛍光を発する粒子状の複数の蛍光体とを含んで構成されていてもよい。

40

【0100】

量子ドット蛍光体は、例えば、CdS, CdSe, ZnS, ZnSe, InAgSおよびCsPbCl_xBr_{3-x}の中から選択される1または複数の種類の材料を含む固溶体もしくは多層構造物によって構成されている。量子ドット蛍光体は、例えば、酸化物、フッ化物もしくは窒化物の蛍光体粒子を分散、固化させたものであってもよいし、有機蛍光体で

50

あってもよい。

【0101】

量子ドット蛍光体と混合される樹脂は、量子ドット蛍光体を均質に分散させるためのものであり、例えば、発光素子160から出射される光（紫外光）に対して光透過性を有する材料によって構成されている。量子ドット蛍光体と混合される樹脂は、例えば、アクリル系、エポキシ系またはシリコン系の樹脂材料によって構成されている。

【0102】

画素チップ12の各発光素子160において、第2電極17は互いに共有されている。さらに、画素チップ12の各発光素子160において、第1導電層15aは、互いに共有されている。つまり、画素チップ12において、各発光素子160の第1導電層15aは、一体に形成されている。各発光素子160は、第1導電層15aにおいて、第1電極16と対向する部分から、第2電極17と対向する部分に渡って電流パスPを有している。第1導電層15aには、互いに隣接する2つの電流パスPの間の領域に1または複数のトレンチ15tが設けられている。第1導電層15aに形成された各トレンチ15t内には、遮光部15wが設けられている。

10

【0103】

（動作）

次に、本変形例に係る表示装置100の動作について説明する。

【0104】

（図19の画素チップ12を備えた表示装置100）

20

画素チップ12内の各発光素子160は、ゲートドライバ20およびデータドライバ30によって駆動されることにより、例えば、図23に示したように、所定の発光強度の紫外光 L_{UV} を出射する。画素チップ12内の1つ目の発光素子160から出射された紫外光 L_{UV} は、色変換部125Gで緑色光 L_G に変換され、変換後の光（緑色光 L_G ）が、画素11Gの光として外部に出射される。また、画素チップ12内の2つ目の発光素子160から出射された紫外光 L_{UV} は、色変換部125Bで青色光 L_B に変換され、変換後の光（青色光 L_B ）が、画素11Bの光として外部に出射される。画素チップ12内の3つ目の発光素子160から出射された紫外光 L_{UV} は、色変換部125Rで赤色光 L_R に変換され、変換後の光（赤色光 L_R ）が、画素11Rの光として外部に出射される。実装基板110A上に配置された各画素チップ12からは、発光色の互いに異なる3つの光（緑色光 L_G 、青色光 L_B 、赤色光 L_R ）が所定の強度で出射される。実装基板110A上に配置された各画素チップ12から出射された、発光色の互いに異なる3つの光（緑色光 L_G 、青色光 L_B 、赤色光 L_R ）によって、画像光が形成され、この画像光がユーザの網膜に入射することにより、ユーザは、表示パネル110に映像が表示されていると認識する。

30

【0105】

（図20の画素チップ12を備えた表示装置100）

画素チップ12内の各発光素子160は、ゲートドライバ20およびデータドライバ30によって駆動されることにより、例えば、図24に示したように、所定の発光強度の紫外光 L_{UV} を出射する。画素チップ12内の1つ目の発光素子160から出射された紫外光 L_{UV} は、色変換部125Gで緑色光 L_G に変換され、変換後の光（緑色光 L_G ）が、画素11Gの光として外部に出射される。また、画素チップ12内の2つ目の発光素子160から出射された紫外光 L_{UV} は、色変換部125Bで青色光 L_B に変換され、変換後の光（青色光 L_B ）が、画素11Bの光として外部に出射される。画素チップ12内の3つ目の発光素子160から出射された紫外光 L_{UV} は、色変換部125Rで赤色光 L_R に変換され、変換後の光（赤色光 L_R ）が、画素11Rの光として外部に出射される。画素チップ12内の4つ目の発光素子160から出射された紫外光 L_{UV} は、色変換部125Yで黄色光 L_Y に変換され、変換後の光（黄色光 L_Y ）が、画素11Yの光として外部に出射される。実装基板110A上に配置された各画素チップ12からは、発光色の互いに異なる4つの光（緑色光 L_G 、青色光 L_B 、赤色光 L_R 、黄色光 L_Y ）が所定の強度で出射される。実装基板110A上に配置された各画素チップ12から出射された、発光色の互いに異なる4つの光（

40

50

緑色光 L_G 、青色光 L_B 、赤色光 L_R 、黄色光 L_Y) によって、画像光が形成され、この画像光がユーザの網膜に入射することにより、ユーザは、表示パネル 110 に映像が表示されていると認識する。

【0106】

(図 21 の画素チップ 12 を備えた表示装置 100)

画素チップ 12 内の各発光素子 160 は、ゲートドライバ 20 およびデータドライバ 30 によって駆動されることにより、例えば、図 25 に示したように、所定の発光強度の紫外光 L_{UV} を出射する。画素チップ 12 内の 1 つ目の発光素子 160 から出射された紫外光 L_{UV} は、色変換部 125 B で青色光 L_B に変換され、変換後の光 (青色光 L_B) が、画素 11 B の光として外部に出射される。画素チップ 12 内の 2 つ目の発光素子 160 から出射された紫外光 L_{UV} は、色変換部 125 Y で黄色光 L_Y に変換され、変換後の光 (黄色光 L_Y) が、画素 11 Y の光として外部に出射される。実装基板 110 A 上に配置された各画素チップ 12 からは、発光色の互いに異なる 2 つの光 (青色光 L_B 、黄色光 L_Y) が所定の強度で出射される。実装基板 110 A 上に配置された各画素チップ 12 から出射された、発光色の互いに異なる 2 つの光 (青色光 L_B 、黄色光 L_Y) によって、画像光が形成され、この画像光がユーザの網膜に入射することにより、ユーザは、表示パネル 110 に映像が表示されていると認識する。

10

【0107】

(図 22 の画素チップ 12 を備えた表示装置 100)

画素チップ 12 内の各発光素子 160 は、ゲートドライバ 20 およびデータドライバ 30 によって駆動されることにより、例えば、図 26 に示したように、所定の発光強度の紫外光 L_{UV} を出射する。画素チップ 12 内の 1 つ目の発光素子 160 から出射された紫外光 L_{UV} は、色変換部 125 G で緑色光 L_G に変換され、変換後の光 (緑色光 L_G) が、画素 11 G の光として外部に出射される。また、画素チップ 12 内の 2 つ目の発光素子 160 から出射された紫外光 L_{UV} は、色変換部 125 B で青色光 L_B に変換され、変換後の光 (青色光 L_B) が、画素 11 B の光として外部に出射される。画素チップ 12 内の 3 つ目の発光素子 160 から出射された紫外光 L_{UV} は、色変換部 125 R で赤色光 L_R に変換され、変換後の光 (赤色光 L_R) が、画素 11 R の光として外部に出射される。画素チップ 12 内の 4 つ目の発光素子 160 から出射された紫外光 L_{UV} は、色変換部 125 W で白色光 L_W に変換され、変換後の光 (白色光 L_W) が、画素 11 W の光として外部に出射される。実装基板 110 A 上に配置された各画素チップ 12 からは、発光色の互いに異なる 4 つの光 (緑色光 L_G 、青色光 L_B 、赤色光 L_R 、白色光 L_W) が所定の強度で出射される。実装基板 110 A 上に配置された各画素チップ 12 から出射された、発光色の互いに異なる 4 つの光 (緑色光 L_G 、青色光 L_B 、赤色光 L_R 、白色光 L_W) によって、画像光が形成され、この画像光がユーザの網膜に入射することにより、ユーザは、表示パネル 110 に映像が表示されていると認識する。

20

30

【0108】

本変形例では、上記実施の形態およびその変形例と同様に、各発光素子 160 において、電流パス P を確保しつつ、発光層 15 b から発せられた光が遮光部 15 w によって、隣の発光素子 15 の第 1 導電層 15 a に漏れるのを低減することができる。その結果、光クロストークを抑制することができる。

40

【0109】

[変形例 F]

上記実施の形態およびその変形例において、画素チップ 12 は、例えば、図 27 に示したように、画素ごとに設けられた光学素子 15 および光学部材 125 a の上方に、カラーフィルタ 170 を有していてもよい。光学部材 125 a は、例えば、色変換部 125 G、色変換部 125 R または色変換部 125 Y に相当する部材であり、必要に応じて、保護層 127 を有していてもよい。

【0110】

色変換部 125 G に相当する部材の直上に設けられたカラーフィルタ 170 は、色変換

50

部 1 2 5 G に相当する部材から出射された光に含まれる緑色光を選択的に透過する部材である。色変換部 1 2 5 R に相当する部材の直上に設けられたカラーフィルタ 1 7 0 は、色変換部 1 2 5 R に相当する部材から出射された光に含まれる赤色光を選択的に透過する部材である。色変換部 1 2 5 Y に相当する部材の直上に設けられたカラーフィルタ 1 7 0 は、色変換部 1 2 5 Y に相当する部材から出射された光に含まれる黄色光を選択的に透過する部材である。つまり、カラーフィルタ 1 7 0 は、発光素子 1 6 0 から出射され、光学部材 1 2 5 a から漏れてきた青色光成分を減衰させるフィルタである。

【 0 1 1 1 】

本変形例では、光学部材 1 2 5 a から漏れてきた青色光成分を減衰させるカラーフィルタ 1 7 0 が設けられている。これにより、色純度の高い画像光をユーザに提供することができる。

10

【 0 1 1 2 】

[変形例 G]

上記実施の形態およびその変形例において、画素チップ 1 2 は、例えば、図 2 8 に示したように、画素ごとに設けられた光学素子 1 6 0 および光学部材 1 2 5 b の上方に、カラーフィルタ 1 7 0 を有していてもよい。光学部材 1 2 5 b は、例えば、色変換部 1 2 5 G、色変換部 1 2 5 B、色変換部 1 2 5 R、色変換部 1 2 5 Y または色変換部 1 2 5 W に相当する部材であり、必要に応じて、保護層 1 2 7 を有していてもよい。

【 0 1 1 3 】

色変換部 1 2 5 G に相当する部材の直上に設けられたカラーフィルタ 1 7 0 は、色変換部 1 2 5 G に相当する部材から出射された光に含まれる緑色光を選択的に透過する部材である。色変換部 1 2 5 B に相当する部材の直上に設けられたカラーフィルタ 1 7 0 は、色変換部 1 2 5 B に相当する部材から出射された光に含まれる青色光を選択的に透過する部材である。色変換部 1 2 5 R に相当する部材の直上に設けられたカラーフィルタ 1 7 0 は、色変換部 1 2 5 R に相当する部材から出射された光に含まれる赤色光を選択的に透過する部材である。色変換部 1 2 5 Y に相当する部材の直上に設けられたカラーフィルタ 1 7 0 は、色変換部 1 2 5 Y に相当する部材から出射された光に含まれる黄色光を選択的に透過する部材である。色変換部 1 2 5 W に相当する部材の直上に設けられたカラーフィルタ 1 7 0 は、色変換部 1 2 5 W に相当する部材から出射された光に含まれる青色光、赤色光および緑色光を選択的に透過する部材である。つまり、カラーフィルタ 1 7 0 は、発光素子 1 6 0 から出射され、光学部材 1 2 5 b から漏れてきた紫外光成分を減衰させるフィルタである。

20

30

【 0 1 1 4 】

本変形例では、光学部材 1 2 5 b から漏れてきた紫外光成分を減衰させるカラーフィルタ 1 7 0 が設けられている。これにより、ユーザの眼に対して悪影響を及ぼし得る紫外光成分の少ない画像光をユーザに提供することができる。

【 0 1 1 5 】

なお、本変形例において、色変換部 1 2 5 G、1 2 5 R、1 2 5 Y に相当する部材の直上に設けられたカラーフィルタ 1 7 0 が、紫外光成分だけでなく、青色光成分も減衰させるフィルタであってもよい。この場合、ユーザの眼に対して悪影響を及ぼし得る紫外光成分が少なく、しかも色純度の高い画像光をユーザに提供することができる。

40

【 0 1 1 6 】

[変形例 H]

上記実施の形態およびその変形例において、少なくとも 1 つの発光素子 1 5 に対して、発光素子 1 5 から発せられた光を透過する光透過部 1 2 5 c が設けられていてもよい。このようにした場合には、蛍光体を用いずに、発光素子 1 5 から発せられた光の色成分の画素を画素チップ 1 2 に設けることが可能となる。従って、蛍光体の変換効率などに依存しない所望の発光強度の画素を得ることができる。

【 0 1 1 7 】

以上、実施の形態を挙げて本開示を説明したが、本開示は上記実施の形態に限定される

50

ものではなく、種々変形が可能である。なお、本明細書中に記載された効果は、あくまで例示である。本開示の効果は、本明細書中に記載された効果に限定されるものではない。本開示が、本明細書中に記載された効果以外の効果を持っていてもよい。

【0118】

また、例えば、本開示は以下のような構成を取ることができる。

(1)

各々が、光出射面を有している第1導電層、発光層および第2導電層をこの順に積層して構成された半導体層を有しているとともに、前記第2導電層に接する第1電極と、前記第1導電層に接する第2電極とを有し、前記発光層から前記光出射面を介して光を出射する複数の発光素子を備えた発光デバイスであって、

10

各前記発光素子において、前記第1導電層および前記第2電極が互いに共有され、

各前記発光素子は、前記第1導電層において、前記第1電極と対向する部分から、前記第2電極と対向する部分に渡って電流パスを有し、

前記第1導電層には、互いに隣接する2つの電流パスの間の領域に1または複数のトレンチが設けられ、

当該発光デバイスは、前記1または複数のトレンチ内に設けられた第1遮光部を更に備えた、

発光デバイス。

(2)

前記1または複数のトレンチは、前記第1導電層を貫通して設けられ、

20

前記第1遮光部は、前記1または複数のトレンチ内のうち、少なくとも前記光出射面側に設けられている

(1)に記載の発光デバイス。

(3)

前記第1遮光部は、前記1または複数のトレンチ内の内壁に沿って設けられ、前記発光層から発せられた光を反射する反射ミラーとして機能する

(1)または(2)に記載の発光デバイス。

(4)

前記複数のトレンチは、所定の間隙を介して一列に並んで配置されている

(1)ないし(3)のいずれか1つに記載の発光デバイス。

30

(5)

前記複数のトレンチは、互いに隣接する2つの電流パス同士を直線で結ぶ線を遮るような態様で、配置されている

(1)ないし(3)のいずれか1つに記載の発光デバイス。

(6)

各前記発光素子は、青色光を出射する素子であり、

当該発光デバイスは、

前記複数の発光素子のうち、少なくとも1つの第1発光素子を除く1または複数の第2の発光素子に対して1つずつ設けられ、対応する前記第2の発光素子から出射された青色光に対して色変換を行う1または複数の色変換部と、

40

少なくとも前記遮光部と対向する位置に設けられ、前記複数の色変換部を互いに区画する第2遮光部と

を更に備えた

(1)ないし(5)のいずれか1つに記載の発光デバイス。

(7)

前記複数の色変換部は、前記青色光を緑色光に変換する第1変換部と、前記青色光を赤色に変換する第2変換部とを含む

(6)に記載の発光デバイス。

(8)

前記複数の色変換部は、前記青色光を黄色光もしくは白色光に変換する第3変換部を更

50

に含む

(7) に記載の発光デバイス。

(9)

前記 1 つの色変換部は、前記青色光を黄色光に変換する

(6) に記載の発光デバイス。

(1 0)

前記 1 または複数の色変換部から出射された光に含まれる青色光成分を減衰させるフィルタ部を更に備えた

(6) ないし (9) のいずれか 1 つに記載の発光デバイス。

(1 1)

前記 1 または複数の色変換部は、蛍光体および光散乱体を含むブロックで構成される

(6) ないし (1 0) のいずれか 1 つに記載の発光デバイス。

(1 2)

前記 1 または複数の色変換部は、蛍光体をバインダで固めたブロックで構成される

(6) ないし (1 0) のいずれか 1 つに記載の発光デバイス。

(1 3)

各前記発光素子は、紫外光を出射する素子であり、

当該発光デバイスは、

前記複数の発光素子に対して 1 つずつ設けられ、対応する前記発光素子から出射された紫外光に対して色変換を行う複数の色変換部と、

少なくとも前記遮光部と対向する位置に設けられ、前記複数の色変換部を互いに区画する第 2 遮光部と

を更に備えた

(1) ないし (5) のいずれか 1 つに記載の発光デバイス。

(1 4)

前記複数の色変換部は、前記紫外光を緑色光に変換する第 1 変換部と、前記紫外光を赤色に変換する第 2 変換部と、前記紫外光を青色光に変換する第 3 変換部とを含む

(1 3) に記載の発光デバイス。

(1 5)

前記複数の色変換部は、前記紫外光を黄色光もしくは白色光に変換する第 4 変換部を更に含む

(1 4) に記載の発光デバイス。

(1 6)

前記 1 つの色変換部は、前記紫外光を黄色光に変換する

(1 3) に記載の発光デバイス。

(1 7)

前記 1 または複数の色変換部から出射された光に含まれる紫外光成分を減衰させるフィルタ部を更に備えた

(1 3) ないし (1 6) のいずれか 1 つに記載の発光デバイス。

(1 8)

前記複数の色変換部は、蛍光体および光散乱体を含むブロックで構成される

(1 3) ないし (1 7) のいずれか 1 つに記載の発光デバイス。

(1 9)

前記複数の色変換部は、蛍光体をバインダで固めたブロックで構成される

(1 3) ないし (1 7) のいずれか 1 つに記載の発光デバイス。

(2 0)

前記第 2 電極は、前記第 1 導電層のうち前記光出射面とは反対側の面に設けられている

(1) ないし (1 9) のいずれか 1 つに記載の発光デバイス。

(2 1)

各々が複数の発光素子を有している複数の画素を備え、

10

20

30

40

50

各前記発光素子は、光出射面を有している第1導電層、発光層および第2導電層をこの順に積層して構成された半導体層を有しているとともに、前記第2導電層に接する第1電極と、前記第1導電層に接する第2電極とを有し、前記発光層から前記光出射面を介して光を出射し、

各前記発光素子において、前記第1導電層および前記前記第2電極が互いに共有され、

各前記発光素子は、前記第1導電層において、前記第1電極と対向する部分から、前記第2電極と対向する部分に渡って電流パスを有し、

前記第1導電層には、互いに隣接する2つの電流パスの間の領域に1または複数のトレンチが設けられ、

各前記画素は、前記1または複数のトレンチ内に設けられた第1遮光部を更に有している表示装置。

10

【0119】

本開示の一側面に係る発光デバイスおよび表示装置によれば、第1導電層に、互いに隣接する2つの電流パスの間の領域に1または複数のトレンチを設け、1または複数のトレンチ内に遮光部を設けるようにしたので、各発光素子において、電流パスを確保しつつ、発光層から発せられた光が遮光部によって、隣の発光素子の第1導電層に漏れるのを低減することができる。その結果、このような遮光部を設けていない場合と比べて、光クロストークを抑制することができる。なお、本開示の効果は、ここに記載された効果に必ずしも限定されず、本明細書中に記載されたいずれの効果であってもよい。

【0120】

20

本出願は、日本国特許庁において2020年6月2日出願された日本特許出願番号第2020-096343を基礎として優先権を主張するものであり、この出願のすべての内容を参照によって本出願に援用する。

【0121】

当業者であれば、設計上の要件や他の要因に応じて、種々の修正、コンビネーション、サブコンビネーション、および変更を想到し得るが、それらは添付の請求の範囲やその均等物の範囲に含まれるものであることが理解される。

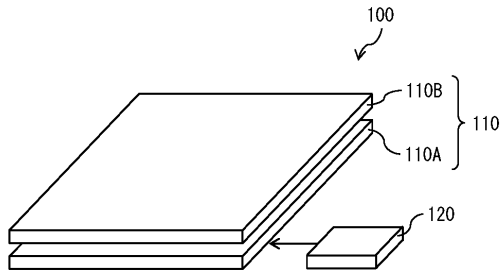
30

40

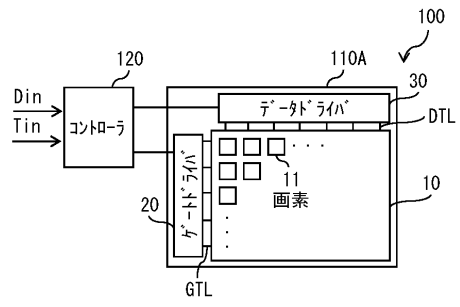
50

【図面】

【図 1】

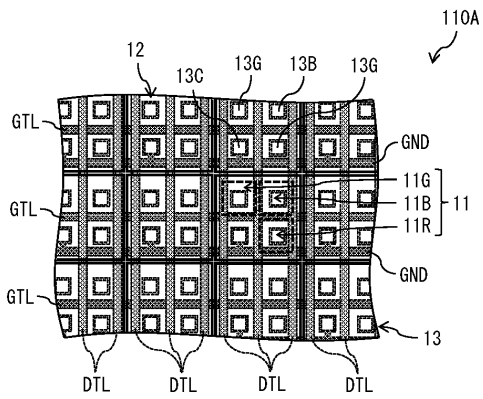


【図 2】

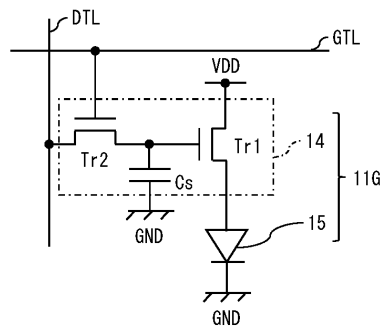


10

【図 3】



【図 4】



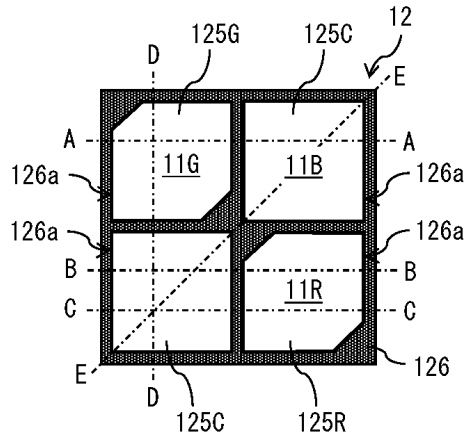
20

30

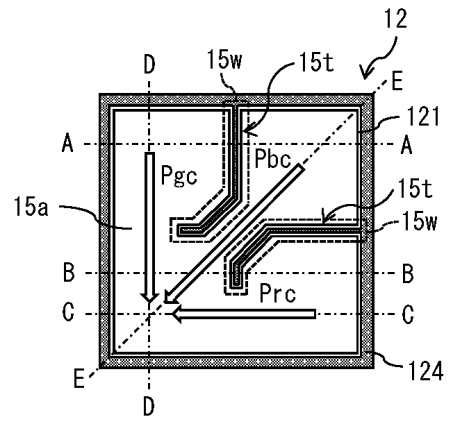
40

50

【図 5 A】

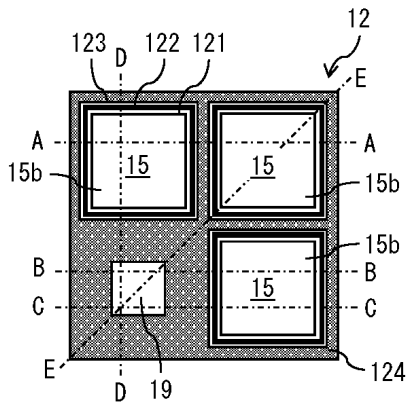


【図 5 B】

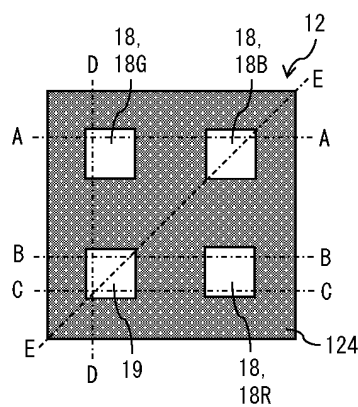


10

【図 5 C】



【図 5 D】



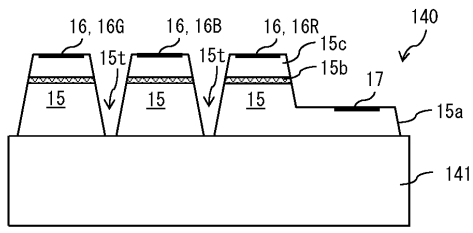
20

30

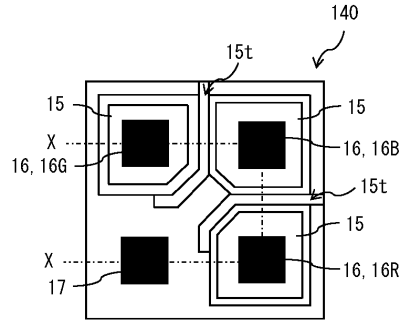
40

50

【 7 D 】

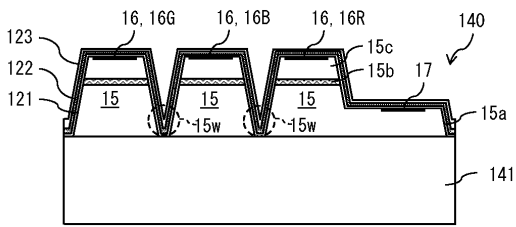


【 7 E 】

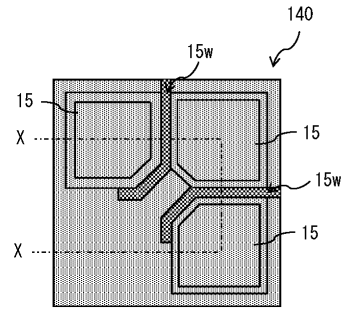


10

【 7 F 】



【 7 G 】



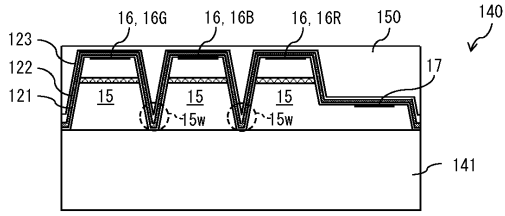
20

30

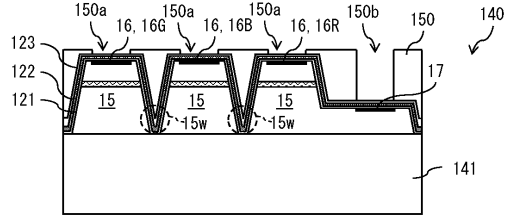
40

50

【 7 H 】

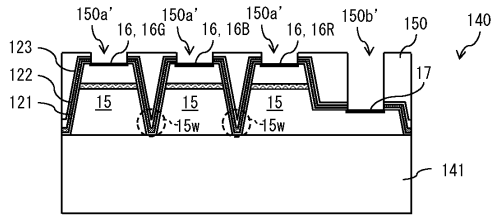


【 7 I 】

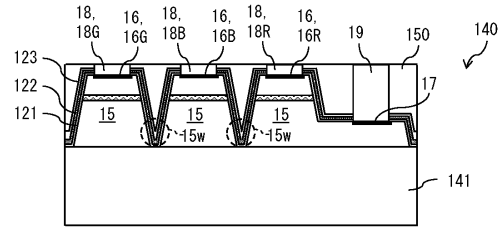


10

【 7 J 】



【 7 K 】



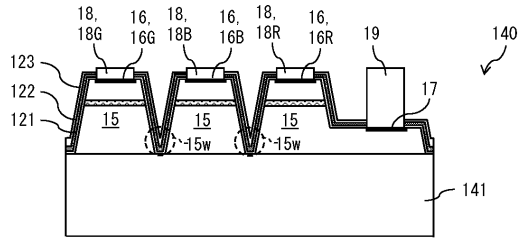
20

30

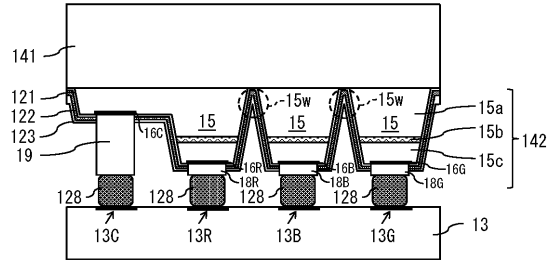
40

50

【図 7 L】

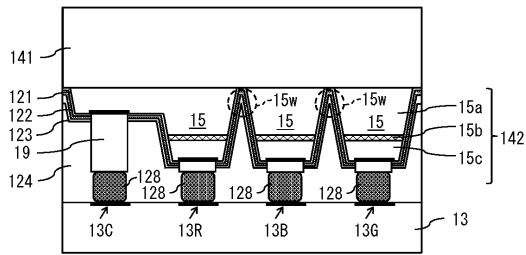


【図 7 M】

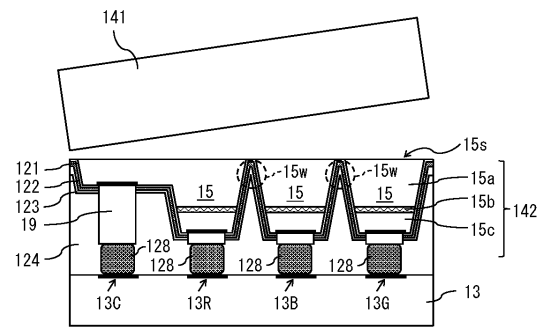


10

【図 7 N】



【図 7 O】



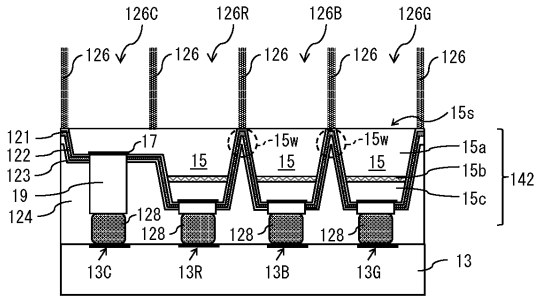
20

30

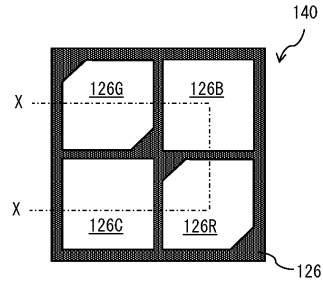
40

50

【 7 P 】

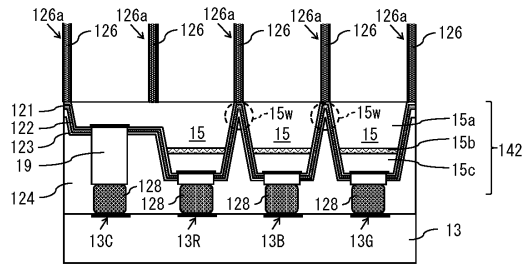


【 7 Q 】

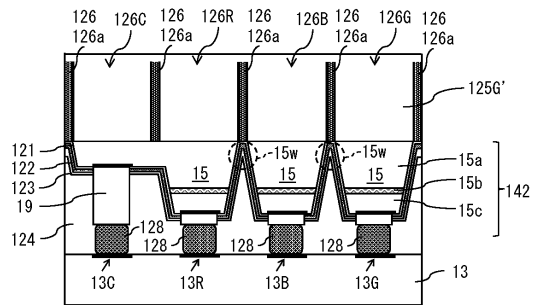


10

【 7 R 】



【 7 S 】



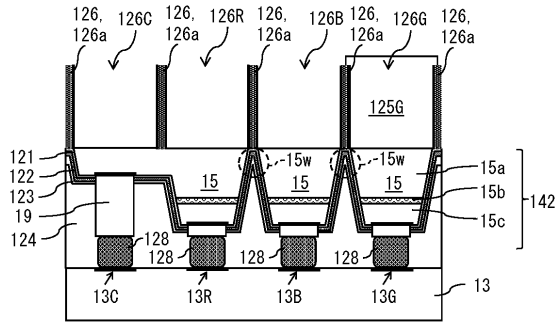
20

30

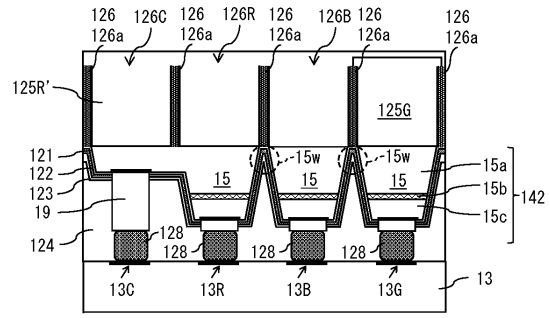
40

50

【図 7 T】

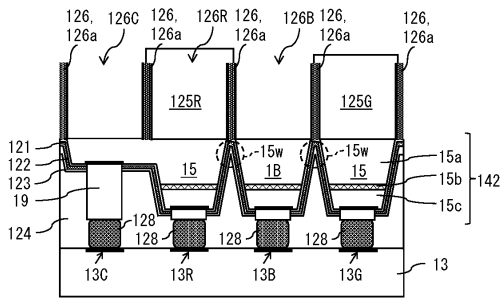


【図 7 U】

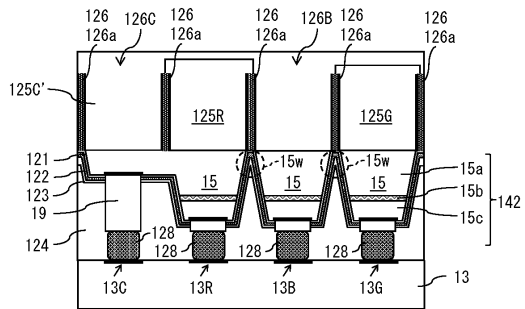


10

【図 7 V】



【図 7 W】



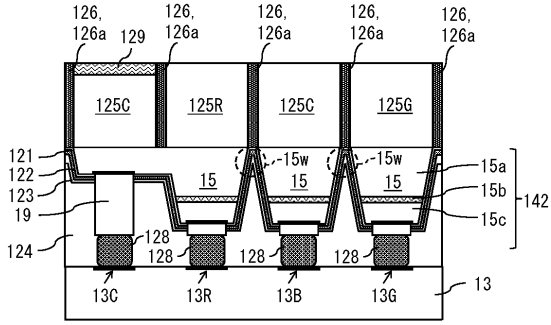
20

30

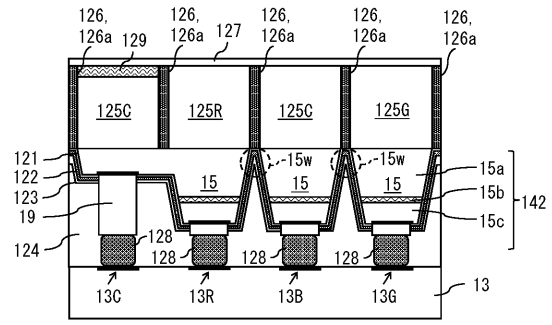
40

50

【図 7 X】

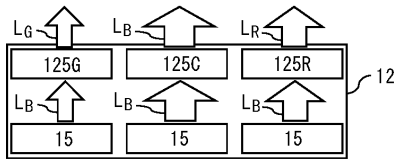


【図 7 Y】

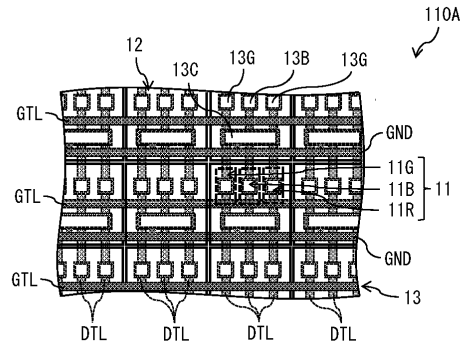


10

【図 8】



【図 9】



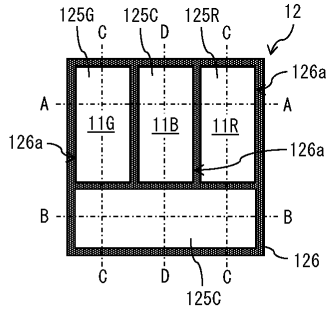
20

30

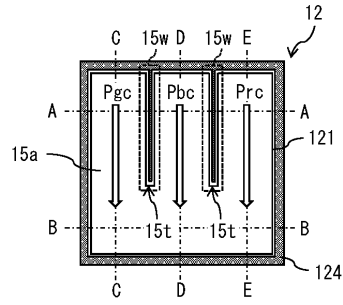
40

50

【図 10 A】

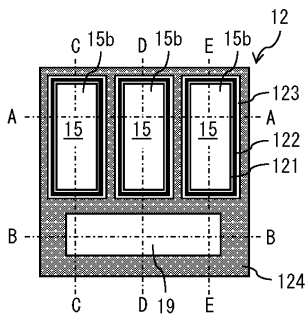


【図 10 B】

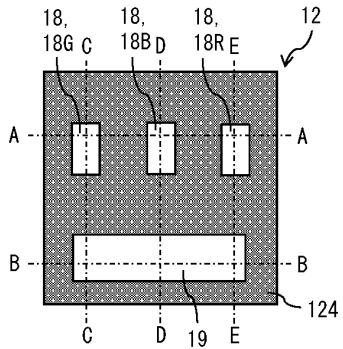


10

【図 10 C】



【図 10 D】



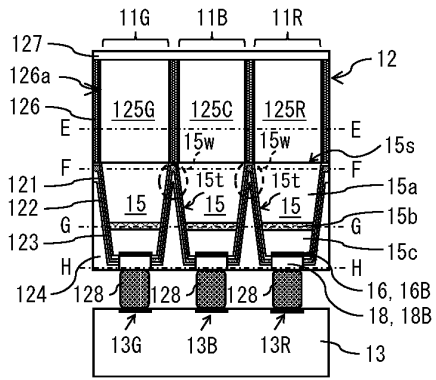
20

30

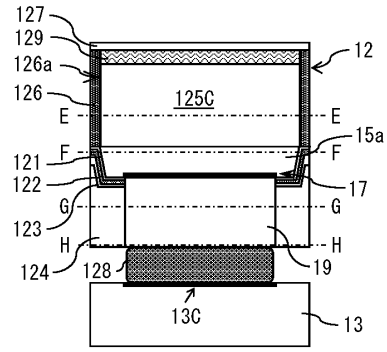
40

50

【図 1 1 A】



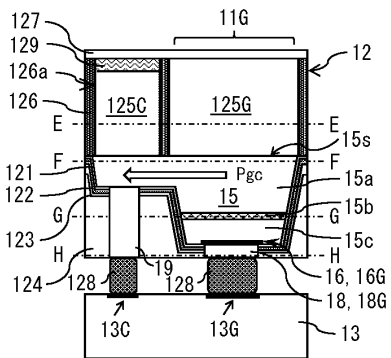
【図 1 1 B】



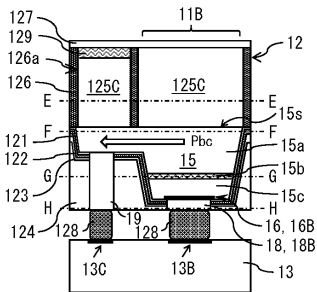
10

20

【図 1 1 C】



【図 1 1 D】

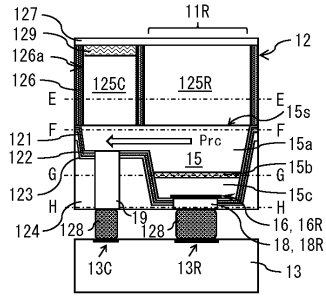


30

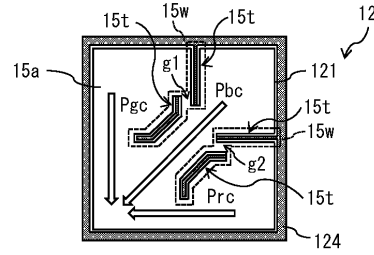
40

50

【 1 1 E 】

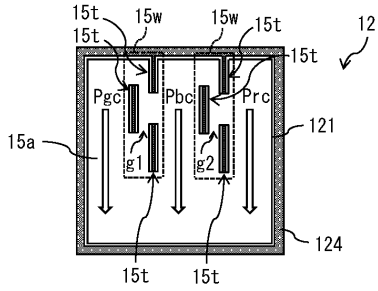


【 1 2 】

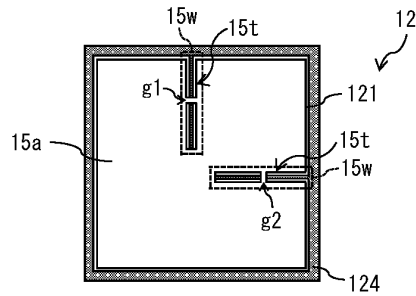


10

【 1 3 】



【 1 4 】



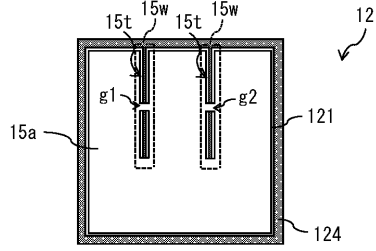
20

30

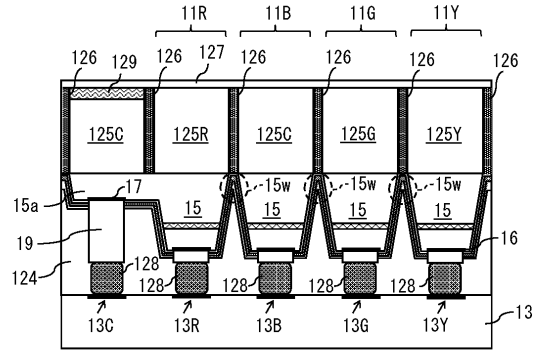
40

50

【 図 1 5 】

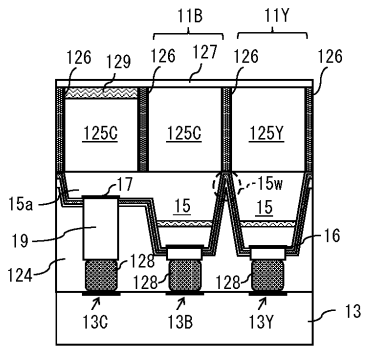


【 図 1 6 】

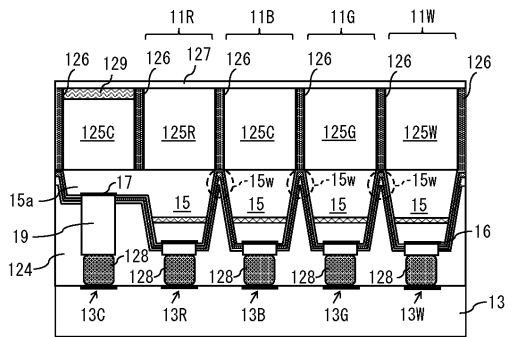


10

【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



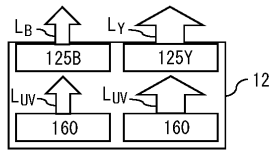
20

30

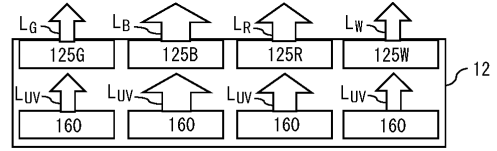
40

50

【 2 5 】

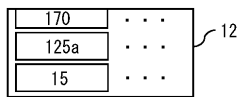


【 2 6 】

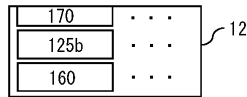


10

【 2 7 】



【 2 8 】



20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

G 0 9 F	9/33 (2006.01)	G 0 9 F	9/33	
G 0 9 F	9/00 (2006.01)	G 0 9 F	9/00	3 3 8

(56)参考文献

特開 2 0 1 4 - 0 1 9 2 4 1 (J P , A)
 特開 2 0 1 5 - 2 0 1 4 7 3 (J P , A)
 米国特許出願公開第 2 0 1 8 / 0 1 8 7 8 3 9 (U S , A 1)
 韓国公開特許第 1 0 - 2 0 1 4 - 0 0 8 5 9 4 6 (K R , A)
 米国特許出願公開第 2 0 1 9 / 0 1 3 1 3 4 2 (U S , A 1)
 米国特許出願公開第 2 0 1 9 / 0 1 8 9 6 7 9 (U S , A 1)
 米国特許出願公開第 2 0 1 9 / 0 0 6 7 5 2 9 (U S , A 1)
 中国特許出願公開第 1 1 0 4 4 4 5 6 0 (C N , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

H 0 1 L 3 3 / 0 0 - 3 3 / 6 4
 G 0 9 F 9 / 0 0
 G 0 9 F 9 / 3 0
 G 0 9 F 9 / 3 3