

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B1)

(11) 特許番号

特許第6383074号
(P6383074)

(45) 発行日 平成30年8月29日 (2018. 8. 29)

(24) 登録日 平成30年8月10日 (2018. 8. 10)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 33/62 (2010. 01)	HO 1 L 33/62
HO 1 L 33/08 (2010. 01)	HO 1 L 33/08
HO 1 L 33/50 (2010. 01)	HO 1 L 33/50
GO 9 F 9/33 (2006. 01)	GO 9 F 9/33

請求項の数 15 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2017-193795 (P2017-193795)	(73) 特許権者	514121240
(22) 出願日	平成29年10月3日 (2017. 10. 3)		ルーメンス カンパニー リミテッド
審査請求日	平成29年10月3日 (2017. 10. 3)		大韓民国 449-901 キョンギ道
(31) 優先権主張番号	10-2017-0051892		ヨンイン市 キヘン区 ウォンゴメーロ
(32) 優先日	平成29年4月21日 (2017. 4. 21)		12
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)	(74) 代理人	110000051
			特許業務法人共生国際特許事務所
早期審査対象出願		(72) 発明者	シン, ウン ソン
			大韓民国, キョンギード, ヨンインーシ,
			ギフンーグ, ウォンゴメーロ 12
		(72) 発明者	チョ, ドン ヒ
			大韓民国, キョンギード, ヨンインーシ,
			ギフンーグ, ウォンゴメーロ 12

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロLEDディスプレイ装置及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マイクロLEDディスプレイ装置であって、
 複数のCMOSセルが行と列とに配列されたマイクロLED駆動基板と、
 前記マイクロLED駆動基板上にフリップチップボンディングされ、前記複数のCMOSセルに電氣的に接続された複数のマイクロLEDピクセルを有するマイクロLEDパネルと、を備え、

前記マイクロLEDパネルは、

第1導電型半導体層、活性層、及び第2導電型半導体層を含む発光構造物の第1面が単位ピクセル領域に応じてエッチングされて形成された前記複数のマイクロLEDピクセルと、

前記発光構造物が垂直方向にエッチングされた部分の位置に対応する前記発光構造物の第1面に対して反対側の第2面上に形成された複数の隔壁と、

前記発光構造物の第1面側の前記第1導電型半導体層下に配置された第1導電型メタル層と、を含み、

前記第1導電型メタル層は、前記マイクロLEDパネルの外郭に沿って形成され、

前記複数の隔壁は、感光剤を用いた露光工程を通じて形成されたものであることを特徴とするマイクロLEDディスプレイ装置。

【請求項2】

前記マイクロLEDパネルは、

10

20

前記発光構造物の第2面上の第1隔壁と第2隔壁との間に注入された第1色光変換物質と、

前記第2隔壁と第3隔壁との間に注入された第2色光変換物質と、

前記第3隔壁と第4隔壁との間に注入された第3色光変換物質と、を含むことを特徴とする請求項1に記載のマイクロLEDディスプレイ装置。

【請求項3】

前記マイクロLEDパネルは、

前記発光構造物の第2面上の隔壁と隔壁との間に注入された白色発光用蛍光体と、

前記白色発光用蛍光体上に配置されたカラーフィルタと、を含むことを特徴とする請求項1に記載のマイクロLEDディスプレイ装置。

10

【請求項4】

前記白色発光用蛍光体は、前記隔壁の高さと同一に注入され、

前記カラーフィルタは、

前記白色発光用蛍光体から放射される波長のうちの第1波長のみを通過させる第1フィルタと、

前記白色発光用蛍光体から放射される波長のうちの第2波長のみを通過させる第2フィルタと、

前記白色発光用蛍光体から放射される波長のうちの第3波長のみを通過させる第3フィルタと、を含むことを特徴とする請求項3に記載のマイクロLEDディスプレイ装置。

【請求項5】

20

前記複数の隔壁は、高分子化合物又はセラミック材質からなることを特徴とする請求項1に記載のマイクロLEDディスプレイ装置。

【請求項6】

前記複数の隔壁は、互いに同一の高さに形成され、

隔壁と隔壁との間の間隔は、ピクセルサイズに対応することを特徴とする請求項1に記載のマイクロLEDディスプレイ装置。

【請求項7】

前記発光構造物は、前記発光構造物の第2面側の前記第1導電型半導体層の上面に配置された成長基板を更に含み、

前記複数の隔壁は、前記発光構造物の第2面側の成長基板の上面に形成されることを特徴とする請求項1に記載のマイクロLEDディスプレイ装置。

30

【請求項8】

前記複数の隔壁は、前記発光構造物の第2面側の前記第1導電型半導体層の上面に形成されることを特徴とする請求項1に記載のマイクロLEDディスプレイ装置。

【請求項9】

前記複数のマイクロLEDピクセルが形成されない部分は、エッチング工程によって前記活性層及び前記第2導電型半導体層が選択的に除去されることで前記第1導電型半導体層が露出し、

前記露出した第1導電型半導体層下には、前記複数のマイクロLEDピクセルから離隔するように前記第1導電型メタル層が形成されることを特徴とする請求項1に記載のマイクロLEDディスプレイ装置。

40

【請求項10】

前記第1導電型メタル層の高さは、前記複数のマイクロLEDピクセルの高さと同一に形成されることを特徴とする請求項1に記載のマイクロLEDディスプレイ装置。

【請求項11】

前記第1導電型メタル層は、前記複数のマイクロLEDピクセルの共通電極として機能することを特徴とする請求項1に記載のマイクロLEDディスプレイ装置。

【請求項12】

前記マイクロLED駆動基板は、前記第1導電型メタル層に対応するように形成された共通セルを含み、

50

前記第1導電型メタル層と前記共通セルとは、バンプによって電氣的に接続されることを特徴とする請求項1に記載のマイクロLEDディスプレイ装置。

【請求項13】

マイクロLEDディスプレイ装置の製造方法であって、
複数のCMOSセルが行と列とに配列されるマイクロLED駆動基板を製造するステップと、

発光構造物の第1面を単位ピクセル領域に応じてエッチングして形成し、前記複数のCMOSセルに対応する複数のマイクロLEDピクセルを含むマイクロLEDパネルを製造するステップと、

前記マイクロLED駆動基板上に複数のバンプを配置し、前記複数のバンプが配置されたマイクロLED駆動基板上に前記マイクロLEDパネルをフリップチップボンディングするステップと、

前記発光構造物の第2面に感光剤をコーティングし、前記感光剤上にマスクパターンを配置した後に光を照射する露光工程を行うステップと、

前記露光工程を経た感光剤に対して現像工程を行って前記発光構造物の第2面上に複数の隔壁を形成するステップと、を有することを特徴とするマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法。

【請求項14】

前記発光構造物の第2面上の第1隔壁と第2隔壁との間に第1色光変換物質を注入し、前記第2隔壁と第3隔壁との間に第2色光変換物質を注入し、前記第3隔壁と第4隔壁との間に第3色光変換物質を注入するステップを更に含むことを特徴とする請求項13に記載のマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法。

【請求項15】

前記発光構造物の第2面上の隔壁と隔壁との間に白色発光用蛍光体を注入するステップと、

前記白色発光用蛍光体上にカラーフィルタを配置するステップと、を更に含むことを特徴とする請求項13に記載のマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マイクロLEDディスプレイ装置及びその製造方法に関し、より詳細には、マイクロLEDピクセルとマイクロLEDピクセルとの間に隔壁構造を有するマイクロLEDディスプレイ装置及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

発光素子(LIGHT EMITTING DEVICE:LED)は電気エネルギーを光エネルギーに変換する半導体素子の一種である。発光素子は、蛍光灯、白熱灯等の既存の光源に比べて低消費電力、半永久的な寿命、迅速な応答速度、安全性、環境親和性の長所を有する。

【0003】

そこで、既存の光源を発光素子に代替するための多くの研究が行われており、室内外で用いられる各種ランプ、液晶表示装置、電光掲示板、街灯等の照明装置の光源として発光素子を用いる場合が増加している。

【0004】

最近、LED産業は既存の伝統的な照明の範囲を越えて様々な産業に適用されるための新しい試みがなされており、特に低電力駆動フレキシブルディスプレイ、人体モニタリングのためのウェアラブル情報表示素子、生体反応及びDNAセンシング、光遺伝学的な有効検証のためのバイオ融合分野、導電性繊維とLED光源が結合されたPhotonics Textile分野等において研究が活発に行われている。

【0005】

一般にLEDチップを数 μm ～数十 μm レベルに小さく製作すると、無機物材料の特性上、曲げられる時に壊れる短所を克服することができ、フレキシブル基板にLEDチップを転写することによって柔軟性(flexibility)を付与し、上述したフレキシブルディスプレイのみならず、ウェアラブル機器及び人体挿入用医療機器まで様々な応用分野に広範囲に適用される。但し、上述した応用分野にLED光源が適用されるためには薄くて柔軟なマイクロレベルの光源の開発が必須であり、LEDに柔軟性を付与するためには分離した薄膜GaN層を個別又は所望の配列でフレキシブル基板に転写する工程が求められる。

【0006】

このようなマイクロLED技術分野に関する研究及び開発により、現在、一つの色(即ち、赤色、緑色、青色)を実現できるマイクロLEDパネル製造技術は存在するが、フルカラー(full color)を実現できるマイクロLEDパネル製造技術は、未だに学界や産業界に報告されていない。従って、フルカラーを実現できるマイクロLEDパネルを開発する必要がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、上記従来の問題点に鑑みてなされたものであって、本発明の目的は、マイクロLEDピクセルとマイクロLEDピクセルとの間の位置に対応する成長基板上に複数の隔壁が繰り返し形成される構造を有するフルカラーを実現するマイクロLEDディスプレイ装置及びその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するためになされた本発明の一態様によるマイクロLEDディスプレイ装置は、複数のCMOSセルが行と列とに配列されたマイクロLED駆動基板(back plane)と、前記マイクロLED駆動基板上にフリップチップボンディングされ、前記複数のCMOSセルに電氣的に接続された複数のマイクロLEDピクセルを有するマイクロLEDパネルと、を備え、前記マイクロLEDパネルは、発光構造物の第1面が単位ピクセル領域に応じてエッチング(etching)されて形成された複数のマイクロLEDピクセルと、前記発光構造物が垂直方向にエッチングされた部分の位置に対応する前記発光構造物の第2面上に形成された複数の隔壁と、を含む。

【0009】

上記目的を達成するためになされた本発明の一態様によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法は、複数のCMOSセルが行と列とに配列されるマイクロLED駆動基板(back plane)を製造するステップと、発光構造物の第1面を単位ピクセル領域に応じてエッチング(etching)して形成し、前記複数のCMOSセルに対応する複数のマイクロLEDピクセルを含むマイクロLEDパネルを製造するステップと、前記マイクロLED駆動基板上に複数のバンプを配置し、前記複数のバンプが配置されたマイクロLED駆動基板上に前記マイクロLEDパネルをフリップチップボンディングするステップと、前記発光構造物の第2面に感光剤をコーティングし、前記感光剤上にマスクパターンを配置した後光を照射する露光工程を行うステップと、前記露光工程を経た感光剤に対して現像工程を行って前記発光構造物の第2面上に複数の隔壁を形成するステップと、を有する。

【発明の効果】

【0010】

本発明のマイクロLEDディスプレイ装置及びその製造方法によれば、ピクセルとピクセルとの間の位置に対応する成長基板上に複数の隔壁を周期的に配置することにより、ピクセル間の色干渉を効果的に除去することができるだけでなく、R/G/B色光変換物質が成長基板上に容易に塗布されるようにできる長所がある。

また、ピクセルとピクセルとの間の位置に対応する発光構造物上に複数の隔壁を周期的に配置することにより、ピクセル間の色干渉を効果的に除去することができ、成長基板による光の散乱を最小化することができ、R/G/B色光変換物質又は白色発光用蛍光体が発光構造物上に容易に塗布されるようにできる長所がある。

【0011】

但し、本発明の実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置及びその製造方法が達成できる効果は以上で言及したものに制限されず、言及していないまた他の効果は下記の記載によって本発明が属する技術分野で通常の知識を有する者に明らかに理解される。

【図面の簡単な説明】

【0012】

10

【図1】本発明の第1実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の断面図である。

【図2】マイクロLEDパネルのピクセル数及び大きさを説明する図である。

【図3】CMOSバックプレーンを介してマイクロLEDパネルを駆動する動作を説明する図である。

【図4】量子ドットの大きさと発光色との関係を説明する図である。

【図5a】本発明の第1実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

【図5b】本発明の第1実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

【図5c】本発明の第1実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

20

【図5d】本発明の第1実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

【図5e】本発明の第1実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

【図5f】本発明の第1実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

【図5g】本発明の第1実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

【図6】本発明の第2実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の断面図である。

30

【図7a】本発明の第2実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

【図7b】本発明の第2実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

【図7c】本発明の第2実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

【図7d】本発明の第2実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

【図7e】本発明の第2実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

40

【図7f】本発明の第2実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

【図7g】本発明の第2実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

【図7h】本発明の第2実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

【図8】本発明の第3実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の断面図である。

【図9】本発明に関連するカラーフィルタ構造の一例を説明する図である。

【図10a】本発明の第3実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

50

【図10b】本発明の第3実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

【図10c】本発明の第3実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

【図10d】本発明の第3実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

【図10e】本発明の第3実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

【図10f】本発明の第3実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

10

【図10g】本発明の第3実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

【図10h】本発明の第3実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明を実施するための形態の具体例を、図面を参照しながら詳細に説明する。図面符号に拘わらず同一又は類似の構成要素には同一の参照番号を付け、これに対する重複する説明を省略する。本発明の実施形態を説明する際に、各層（膜）、領域、パターン、又は構造物が基板、各層（膜）、領域、パッド、又はパターンの「上部／上（on）」に又は「下部／下（under）」に形成されると記載する場合、「上部／上（on）」と「下部／下（under）」は「直接（directly）」又は「他の層を介在して（indirectly）」形成されることを全て含む。また、各層の上部／上又は下部／下に対する基準は図面を基準に説明する。図面における各層の厚さや大きさは説明の便宜及び明確性のために誇張又は省略するか又は概略的に図示する。また、各構成要素の大きさは実際の大きさを全面的に反映するものではない。

20

【0014】

また、本明細書に開示する実施形態を説明する際、関連の公知技術に関する具体的な説明が本明細書に開示する実施形態の要旨を不要に曖昧にする虞があると判断される場合には、その詳細な説明を省略する。また、図面は本明細書に開示する実施形態を容易に理解できるようにするためのものに過ぎず、図面によって本明細書に開示する技術的思想が制限されるものではなく、本発明の思想及び技術範囲に含まれる全ての変更、均等物、又は代替物を含むものとして理解しなければならない。

30

【0015】

本発明は、ピクセルとピクセルとの間の位置に対応する成長基板又は発光構造物上に形成された隔壁構造物を備え、フルカラーを実現するマイクロLEDディスプレイ装置及びその製造方法を提案する。以下、本実施形態において、マイクロLEDディスプレイ装置は、複数のマイクロLEDピクセルを含むマイクロLEDパネル及び複数のマイクロLEDピクセルを独立に駆動するための複数のCMOSセルを含むCMOSバックプレーンを、バンプ（bump）を介してフリップチップボンディングすることによって形成される。

40

【0016】

以下、本発明の様々な実施形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0017】

《第1実施形態》

【0018】

図1は、本発明の第1実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の断面図である。図2は、マイクロLEDパネルのピクセル数及び大きさを説明する図である。図3は、CMOSバックプレーンを介してマイクロLEDパネルを駆動する動作を説明する図である。図4は、量子ドットの大きさと発光色との関係を説明する図である。

50

【0019】

図1を参照すると、本発明の第1実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置100は、マイクロLED駆動基板（又はCMOSバックプレーン（backplane））130、マイクロLEDパネル、及び複数のバンプ135を含む。

【0020】

マイクロLEDパネルは、ウェハー上に積層された複数のマイクロLEDピクセルがマトリクス状に配列されたアレイ（array）構造を有するLEDパネルであり、画像表示機器の画像信号に対応するR/G/B光を出力する機能を果たす。この時、複数のマイクロLEDピクセルは、青色発光素子、緑色発光素子、赤色発光素子、及びUV発光素子の中のいずれか一つで構成されるが、これらに限定されるものではない。

10

【0021】

一例として、図2に示すように、マイクロLEDパネルは、複数の行720と複数の列1280に配列されたマイクロLEDピクセルを含む。また、マイクロLEDパネルを構成する複数のマイクロLEDピクセルは各々 $8\mu\text{m} \times 8\mu\text{m}$ の大きさに構成される。しかし、画像表示機器の用途及び種類等に応じて、マイクロLEDパネルのピクセル数及び大きさ等を変更して製作できることは当業者にとって明らかである。

【0022】

このようなマイクロLEDパネルは、発光構造物（又は複数のマイクロLEDピクセル）120、発光構造物120上の成長基板110、成長基板110上の複数の隔壁140、及び隔壁と隔壁との間に位置するR/G/B色光変換物質150、160、170等を含む。

20

【0023】

発光構造物120は、第1導電型半導体層、第1導電型半導体層下の活性層、活性層下の第2導電型半導体層、第2導電型半導体層下の第2導電型メタル層、第1導電型半導体層下の第1導電型メタル層、及びパッシベーション層を含む。このような発光構造物120は、化合物半導体の組成比に応じて異なる波長の光を放射する。

【0024】

第1導電型半導体層は、n型ドーパントがドーピングされたIII族-V族元素の化合物半導体を含む。このような第1導電型半導体層は、 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ （ $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$ ）の組成式を有する半導体材料、例えばInAlGa

30

N、GaN、AlGaN、AlInN、InGaN、AlN、InN等から選択され、Si、Ge、Sn等のn型ドーパントがドーピングされる。

【0025】

活性層は、第1導電型半導体層を介して注入される電子（又は正孔）と第2導電型半導体層を介して注入される正孔（又は電子）とが結合して、活性層の形成物質に応じたエネルギーバンド（Energy Band）のバンドギャップ（Band Gap）差によって光を放出する層である。活性層は、単一量子井戸構造、多重量子井戸構造（MQW：Multi Quantum Well）、量子ドット構造、又は量子線構造のいずれか一つで形成されるが、これらに限定されるものではない。活性層は、 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ （ $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$ ）の組成式を有する半導体材料からなる。活性層が多重量子井戸構造に形成された場合、活性層は複数の井戸層と複数の障壁層が交互に積層されて形成される。

40

【0026】

第2導電型半導体層は、p型ドーパントがドーピングされたIII族-V族元素の化合物半導体を含む。このような第2導電型半導体層は、 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ （ $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$ ）の組成式を有する半導体材料、例えばInAlGaN、GaN、AlGaN、InGaN、AlInN、AlN、InN等から選択され、Mg、Zn、Ca、Sr、Ba等のp型ドーパントがドーピングされる。

【0027】

第2導電型半導体層上には第2導電型メタル層（即ち、p電極）が形成され、第1導電

50

型半導体層上には第1導電型メタル層（即ち、n電極）が形成される。第1及び第2導電型メタル層は、マイクロLEDパネルに形成された複数のマイクロLEDピクセルに電源を提供する。

【0028】

第2導電型メタル層は、各々のマイクロLEDピクセルに対応する第2導電型半導体層上に配置され、マイクロLED駆動基板130に備えられた各々のCMOSセル131にバンプ135を介して電氣的に接続される。一方、他の実施形態として、第2導電型半導体層上にDBR（Distributed Bragg Reflector）等のような反射層（図示せず）が存在する場合、第2導電型メタル層は反射層上に配置される。

【0029】

第1導電型メタル層は、第1導電型半導体層のメサエッチングされた領域上に配置され、複数のマイクロLEDピクセルから一定距離だけ離隔するように形成される。第1導電型メタル層は、第1導電型半導体層上でマイクロLEDパネルの外郭に沿って所定の幅を有するように形成される。第1導電型メタル層の高さは、複数のマイクロLEDピクセルの高さと概略同一に形成される。第1導電型メタル層は、バンプ135によってマイクロLED駆動基板130の共通セル132に電氣的に接続され、マイクロLEDピクセルの共通電極として機能する。例えば、第1導電型メタル層は共通接地である。

【0030】

第1導電型半導体層、活性層、第2導電型半導体層、第1及び第2導電型メタル層の少なくとも一側面にはパッシベーション層が形成される。パッシベーション層は、第1導電型半導体層、活性層、及び第2導電型半導体層を電氣的に保護するために形成され、例えば SiO_2 、 SiO_x 、 SiO_xN_y 、 Si_3N_4 、 Al_2O_3 からなるが、これらに限定されるものではない。

【0031】

成長基板110は、透光性を有する材質、例えばサファイア（ Al_2O_3 ）、単結晶基板、 SiC 、 GaAs 、 GaN 、 ZnO 、 AlN 、 Si 、 GaP 、 InP 、 Ge のうちの少なくとも一つからなるが、これらに限定されるものではない。

【0032】

複数の隔壁（separator）140は、成長基板110の二面のうちの発光構造物120が積層されていない平たい面上に形成される。複数の隔壁140は、ピクセル（pixel）とピクセル（pixel）との間の位置（即ち、活性層及び第2導電型半導体層がエッチングされた領域）に対応する成長基板110上に配置され、ピクセル間の色混合を最小化する機能を果たす。このような複数の隔壁140はフォトリソグラフィ（photolithography）工程により製造される。従って、複数の隔壁140は感光剤（photoresist、PR）で形成される。感光剤は、特定波長の光を受けた現像液の溶解度が変わる特性を利用し、その後の現像処理工程中に光を受けた部分とそうでない部分を選択的に除去する物質を含む。このような感光剤として高分子（polymer）化合物が用いられるが、これに限定されるものではない。一方、他の実施形態として、複数の隔壁140は、高分子化合物でないセラミック材質からなる。この場合、フォトリソグラフィ工程に湿式又は乾式エッチング工程が追加される。

【0033】

隔壁140の高さは略同一に形成され、隔壁140と隔壁140との間の間隔はピクセルサイズと同一に形成される。

【0034】

R/G/B色光変換物質（又はR/G/B蛍光体）150、160、170は、隔壁と隔壁との間に配置され、各々の発光素子（即ち、ピクセル）から放出される光の波長を変更する。マイクロLEDパネル100に用いられるR/G/B色光変換物質150、160、170は、発光素子から放射される波長（wavelength）の種類に応じて変更される。

【0035】

10

20

30

40

50

赤色発光用蛍光体150としてはGaAlAs; (Y, Gd)BO₃:Eu³⁺; Y₂O₃:Eu等が用いられるが、これらに限定されるものではない。緑色発光用蛍光体160としてはGaP:N; Zn₂SiO₄:Mn; ZnS:Cu、Al等が用いられるが、これらに限定されるものではない。青色発光用蛍光体170としてはGaN; BaMgAl₁₄O₂₃:Eu²⁺; ZnS:Ag等が用いられるが、これらに限定されるものではない。

【0036】

また、R/G/B色光変換物質150、160、170として量子ドット(Quantum Dot)が用いられる。量子ドットは、直径が数nmの半導体ナノ粒子であり、量子拘束又は量子閉じ込め効果(Quantum Confinement Effect)のような量子力学(Quantum Mechanics)的な特性を有する。ここで、量子閉じ込め効果とは、半導体ナノ粒子の大きさが小さくなるにつれて、バンドギャップエネルギー(band gap energy)が大きくなる(逆に波長は小さくなる)現象をいう。化学合成工程により作られる量子ドットは、材料を変更せずに粒子の大きさを調節することのみによって所望の色を実現する。例えば、図4に示すように、量子閉じ込め効果により、ナノ粒子の大きさが小さいほど短い波長を有する青色光を発光し、ナノ粒子の大きさが大きいほど長い波長を有する赤色光を発光する。

【0037】

量子ドットは、II-VI族、III-V族、又はIV族物質であり、具体的には、CdSe、CdTe、CdS、ZnSe、ZnTe、ZnS、InP、GaP、GaInP₂、PbS、ZnO、TiO₂、AgI、AgBr、HgI₂、PbSe、In₂S₃、In₂Se₃、Cd₃P₂、Cd₃As₂、又はGaAsである。また、量子ドットはコア-シェル構造(core-shell)を有する。ここで、コア(core)は、CdSe、CdTe、CdS、ZnSe、ZnTe、ZnS、HgTe、及びHgSからなる群より選択されるいずれか一つの物質を含み、シェル(shell)は、CdSe、CdTe、CdS、ZnSe、ZnTe、ZnS、HgTe、及びHgSからなる群より選択されるいずれか一つの物質を含む。

【0038】

マイクロLED駆動基板130は、マイクロLEDパネルと対向するように配置され、入力画像信号に対応してマイクロLEDパネルに備えられた複数のマイクロLEDピクセルを駆動する機能を果たす。

【0039】

マイクロLED駆動基板130は、複数のマイクロLEDピクセルを個別的に駆動するための複数のCMOSセル131を備えるアクティブマトリクス(Active Matrix)回路部と、アクティブマトリクス回路部の外郭に配置された共通セル132とを含む。マイクロLED駆動基板130の一例としてシリコン(Si)基板又はPCB基板が用いられるが、これらに限定されるものではない。

【0040】

アクティブマトリクス回路部に備えられる複数のCMOSセル131の各々は、バンプ135を介して対応するマイクロLEDピクセルに電氣的に接続される。複数のCMOSセル131の各々は、対応するマイクロLEDピクセルを個別的に駆動するための集積回路(IC)である。従って、複数のCMOSセル131の各々は、2個のトランジスタ及び1個のキャパシタを含むピクセル駆動回路であり、バンプ135を用いてマイクロLED駆動基板130にマイクロLEDパネルをフリップチップボンディングする場合、等価回路上、ピクセル駆動回路のトランジスタのドレイン端子と共通接地端子との間に個々のマイクロLEDピクセルが配置される形態に構成される。

【0041】

アクティブマトリクス回路部の外郭に配置された共通セル132は、データドライバIC(data driver IC)とスキャンドライバIC(scan driver IC)とを含む。例えば、図3に示すように、マイクロLEDパネルを構成する複

10

20

30

40

50

数のマイクロLEDピクセル（図示せず）は、複数のスキャニングライン325と複数のデータライン315との交差点に位置する。複数のマイクロLEDピクセルに入力される複数のスキャニングライン325はスキャンドライバーIC320によって制御され、複数のマイクロLEDピクセルに入力される複数のデータライン315はデータドライバーIC310によって制御される。

【0042】

このようなマイクロLED駆動基板130を介したマイクロLEDパネルの制御動作を簡単に見ると、スキャンドライバーIC320は、イメージデータの提供時に、複数のスキャニングライン325の全てをスキャニングし、スキャニングライン325のいずれか一つ以上にH（high）信号を入力してピクセルをターンオン（turn on）させる。一方、データドライバーIC310からイメージデータを複数のデータライン315に供給し、スキャニングラインでターンオン状態に置かれたピクセルがイメージデータを通させ、該イメージデータがマイクロLEDパネルを介して表示されるようにする。このような方式で全てのスキャニングラインが順次スキャニングされて一つのフレーム（frame）に対する表示が完了する。

10

【0043】

上述したように、本発明の第1実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置は、ピクセルとピクセルとの間の位置に対応する成長基板上に複数の隔壁を周期的に配置することにより、ピクセル間の色干渉を効果的に除去することができるだけでなく、R/G/B色光変換物質が成長基板上に容易に塗布されるようにする。

20

【0044】

図5a～図5gは、本発明の第1実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

【0045】

図5aを参照すると、成長基板110上に第1導電型半導体層121、活性層122、及び第2導電型半導体層123を順次成長させて発光構造物120を形成する。

【0046】

成長基板110は、透光性を有する材質、例えばサファイア（ Al_2O_3 ）、単結晶基板、SiC、GaAs、GaN、ZnO、AlN、Si、GaP、InP、Geのうちの少なくとも一つからなるが、これらに限定されるものではない。

30

【0047】

第1導電型半導体層121は、 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ （ $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$ ）の組成式を有する半導体材料、例えばInAlGaN、GaN、AlGaN、AlInN、InGaN、AlN、InN等から選択され、Si、Ge、Sn等のn型ドーパントがドーピングされる。このような第1導電型半導体層121は、トリメチルガリウム（TMGa）ガス、アンモニア（ NH_3 ）ガス、シラン（ SiH_4 ）ガスを水素ガスと共にチャンバー（chamber）に注入して形成される。成長基板110と第1導電型半導体層121との間に非ドーピングの半導体層（図示せず）及び／又はバッファ層（図示せず）を更に含むが、特に限定されるものではない。

【0048】

活性層122は、 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ （ $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$ ）の組成式を有する半導体材料からなる。このような活性層122は、トリメチルガリウム（TMGa）ガス、トリメチルインジウム（TMIn）ガス、アンモニア（ NH_3 ）ガスを水素ガスと共にチャンバーに注入して形成される。

40

【0049】

第2導電型半導体層123は、 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ （ $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$ ）の組成式を有する半導体材料、例えばInAlGaN、GaN、AlGaN、InGaN、AlInN、AlN、InN等から選択され、Mg、Zn、Ca、Sr、Ba等のp型ドーパントがドーピングされる。このような第2導電型半導体層123は、トリメチルガリウム（TMGa）ガス、アンモニア（ NH_3 ）ガス、ビスチルシクロ

50

ペンタジエニルマグネシウム (EtCp_2Mg) $\{\text{Mg}(\text{C}_2\text{H}_5\text{C}_5\text{H}_4)_2\}$ ガスを水素ガスと共にチャンバーに注入して形成される。

【0050】

図5bを参照すると、発光構造物120を単位ピクセル領域に応じてアイソレーションエッチング (isolation etching) を行って複数の発光素子 (即ち、複数のマイクロLEDピクセル) を形成する。例えば、アイソレーションエッチングは、ICP (Inductively Coupled Plasma) のような乾式エッチング方法により実施される。このようなアイソレーションエッチングによって第1導電型半導体層121の一つの上面が露出する。この時、共通電極 (即ち、n電極) 125を形成するために、第1導電型半導体層121の周縁領域が所定の幅を有するようにエッチング

10

【0051】

図5cを参照すると、第2導電型半導体層123の一つの上面に第2導電型メタル層124を形成し、メサエッチングされた第1導電型半導体層121の一つの上面に第1導電型メタル層125を形成する。この時、第1及び第2導電型メタル層125、124は蒸着工程又はメッキ工程によって形成されるが、特に限定されるものではない。

【0052】

その後、成長基板110、化合物半導体層 (121、122、123)、第1導電型メタル層125、及び第2導電型メタル層124上にパッシベーション層126を形成し、第1及び第2導電型メタル層125、124の一つの上面が外部に露出するようにパッシベーション層126を選択的に除去する。

20

【0053】

図5dを参照すると、マイクロLED駆動基板130のCMOSセル131及び共通セル132の上部に複数のバンプ135を配置する。マイクロLEDパネルを上／下に反転して第1及び第2導電型メタル層125、124が下方向に向かうようにする。複数のバンプ135が配置された状態のマイクロLED駆動基板130とマイクロLEDパネルとを互いに対向させてCMOSセル131とマイクロLEDピクセルとを一对一对応させて密着させた後に加熱する。そうすると、複数のバンプ135が溶け、それにより、CMOSセル131とそれに対応するマイクロLEDピクセルとが電氣的に接続され、マイクロLED駆動基板130の共通セル132とそれに対応するマイクロLEDパネルの共通電極125とが電氣的に接続される状態になる。

30

【0054】

図5eを参照すると、スピンコーティング (spin coating) 方式を用いて感光剤 (PR) 140を成長基板110上にコーティングする。一方、他の実施形態として、コーティング工程前に、成長基板110の表面を化学処理 (例えば、HMDS (Hexamethyl Disilazane) 処理) して成長基板110と感光剤140との間の接着力を向上させる。

【0055】

その後、感光剤140上にマスクパターン180を精密に整列させた後に紫外線等を照射する露光工程を行う。この時、マスクパターン180はマトリクス状に配列され、マスクパターン180の間隔はピクセルとピクセルとの間の距離に対応する。

40

【0056】

図5fを参照すると、露光工程を経た感光剤140に対して現像工程を行って成長基板110上に複数の隔壁140を形成する。この時、複数の隔壁140は、ピクセルとピクセルとの間の位置 (即ち、活性層と第2導電型半導体層がエッチングされた領域) に対応する成長基板110上に配置される。現像工程において、感光剤140に対する現像液として水溶性アルカリ溶液が用いられる。

【0057】

一方、本実施形態では、感光剤を介して複数の隔壁を形成することを例示しているが、これに制限されるものではない。例えば、他の実施形態として、成長基板上に隔壁を形成

50

するための物質を形成し、その上に感光剤を積層した後、マスクパターンを用いて露光及び現像工程を順次行い、感光剤によって露出された領域を湿式又は乾式エッチングすることによって、複数の隔壁を成長基板上に形成する。

【0058】

図5gを参照すると、成長基板110上に形成された第1隔壁と第2隔壁との間にR蛍光体150を注入し、成長基板110上に形成された第2隔壁と第3隔壁との間にG蛍光体160を注入し、成長基板110上に形成された第3隔壁と第4隔壁との間にB蛍光体170を注入する。それにより、隔壁と隔壁との間にR蛍光体150が存在するピクセルは赤色光を出力し、隔壁と隔壁との間にG蛍光体160が存在するピクセルは緑色光を出力し、隔壁と隔壁との間にB蛍光体170が存在するピクセルは青色光を出力する。

10

【0059】

このように、上述した工程により形成されたマイクロLEDディスプレイ装置100は、高解像度(HD級)のフルカラー(full color)を実現することができる。このようなマイクロLEDディスプレイ装置100は、車両用ヘッド・アップ・ディスプレイ(Head-Up Display、HUD)、ヘッド・マウント・ディスプレイ(Head Mounted Display、HMD)等のような様々な表示装置に応用される。

【0060】

《第2実施形態》

【0061】

20

図6は、本発明の第2実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の断面図である。

【0062】

図1のマイクロLEDディスプレイ装置100とは異なり、本実施形態は、成長基板を除去して光の散乱を最小化するマイクロLEDディスプレイ装置を提供する。以下、本実施形態において、マイクロLED駆動基板230、発光構造物220、複数の隔壁240、及びR/G/B色光変換物質250、260、270は、図1のマイクロLED駆動基板130、発光構造物120、複数の隔壁140、及びR/G/B色光変換物質150、160、170と同一であるため、それに関する詳しい説明を省略する。

【0063】

30

図6を参照すると、本発明の第2実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置200は、マイクロLED駆動基板230、マイクロLEDパネル、及び複数のバンプ235を含む。

【0064】

マイクロLEDパネルは、ウェハー上に積層された複数のマイクロLEDピクセルがマトリクス状に配列されたアレイ(array)構造を有するLEDパネルであり、画像表示機器の画像信号に対応するR/G/B光を出力する機能を果たす。この時、複数のマイクロLEDピクセルは、青色発光素子、緑色発光素子、赤色発光素子、及びUV発光素子の中のいずれか一つで構成されるが、これらに限定されるものではない。

【0065】

40

このようなマイクロLEDパネルは、発光構造物(又は複数のマイクロLEDピクセル)220、発光構造物220上の複数の隔壁240、及び隔壁と隔壁との間に位置するR/G/B色光変換物質250、260、270等を含む。

【0066】

発光構造物220は、第1導電型半導体層、活性層、第2導電型半導体層、第1導電型メタル層、第2導電型メタル層、及びパッシベーション層を含む。このような発光構造物220は、化合物半導体の組成比に応じて異なる波長の光を放射する。

【0067】

発光構造物220の第2導電型半導体層上には第2導電型メタル層(即ち、p電極)が形成され、第1導電型半導体層上には第1導電型メタル層(即ち、n電極)が形成される

50

。第1導電型半導体層、活性層、第2導電型半導体層、第1及び第2導電型メタル層の少なくとも一側面にはパッシベーション層が形成される。パッシベーション層は、第1導電型半導体層、活性層、及び第2導電型半導体層を電氣的に保護するために形成され、例えば SiO_2 、 SiO_x 、 SiO_xN_y 、 Si_3N_4 、 Al_2O_3 からなるが、これらに限定されるものではない。

【0068】

複数の隔壁(separator)240は、発光構造物220の二面のうちのエッチングされていない平たい面上に形成される。複数の隔壁240は、ピクセルとピクセルとの間の位置(即ち、活性層及び第2導電型半導体層がエッチングされた領域)に対応する発光構造物220上に配置され、ピクセル間の色混合を最小化する機能を果たす。このよ

10

【0069】

隔壁240の高さは略同一に形成され、隔壁240と隔壁240との間の間隔はピクセルサイズと同一に形成される。

【0070】

R/G/B色光変換物質(又はR/G/B蛍光体)250、260、270は、隔壁と隔壁との間に配置され、各々の発光素子(即ち、ピクセル)から放出される光の波長を変更する。赤色発光用蛍光体250としては GaAlAs ； $(\text{Y}, \text{Gd})\text{BO}_3:\text{Eu}^{3+}$ ； $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ ；量子ドット等が用いられるが、これらに限定されるものではない。緑色発光用蛍光体260としては $\text{GaP}:\text{N}$ ； $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$ ； $\text{ZnS}:\text{Cu}$ 、 Al ；量子ドット等が用いられるが、これらに限定されるものではない。青色発光用蛍光体270としては GaN ； $\text{BaMgAl}_{14}\text{O}_{23}:\text{Eu}^{2+}$ ； $\text{ZnS}:\text{Ag}$ ；量子ドット等が用いられるが、これらに限定されるものではない。

20

【0071】

マイクロLED駆動基板230は、マイクロLEDパネルに対向するように配置され、入力画像信号に対応してマイクロLEDパネルに備えられた複数のマイクロLEDピクセルを駆動する機能を果たす。マイクロLED駆動基板230は、複数のマイクロLEDピクセルを個別的に駆動するための複数のCMOSセル231を備えるアクティブマトリクス(Active Matrix)回路部と、アクティブマトリクス回路部の外郭に配置された共通セル232とを含む。

30

【0072】

上述したように、本発明の第2実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置は、ピクセルとピクセルとの間の位置に対応する発光構造物上に複数の隔壁を周期的に配置することにより、ピクセル間の色干渉を効果的に除去することができ、成長基板による光の散乱を最小化することができ、R/G/B色光変換物質が発光構造物上に容易に塗布されるようにする。

【0073】

図7a～図7gは、本発明の第2実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

40

【0074】

図7aを参照すると、成長基板210上に第1導電型半導体層221、活性層222、及び第2導電型半導体層223を順次成長させて発光構造物220を形成する。

【0075】

成長基板210は、透光性を有する材質、例えばサファイア(Al_2O_3)、単結晶基板、 SiC 、 GaAs 、 GaN 、 ZnO 、 AlN 、 Si 、 GaP 、 InP 、 Ge のうちの少なくとも一つからなるが、これらに限定されるものではない。

【0076】

第1導電型半導体層221は、 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$)の組成式を有する半導体材料、例えば InAlGaN 、 GaN 、 AlN

50

l GaN、Al InN、In GaN、Al N、In N等から選択され、Si、Ge、Sn等のn型ドーパントがドーピングされる。このような第1導電型半導体層221は、トリメチルガリウム(TMGa)ガス、アンモニア(NH₃)ガス、シラン(SiH₄)ガスを水素ガスと共にチャンバー(chamber)に注入して形成される。

【0077】

活性層222は、 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$)の組成式を有する半導体材料からなる。このような活性層222は、トリメチルガリウム(TMGa)ガス、トリメチルインジウム(TMIn)ガス、アンモニア(NH₃)ガスを水素ガスと共にチャンバーに注入して形成される。

【0078】

第2導電型半導体層223は、 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$)の組成式を有する半導体材料、例えばInAlGaN、GaN、AlGaN、InGaN、AlInN、AlN、InN等から選択され、Mg、Zn、Ca、Sr、Ba等のp型ドーパントがドーピングされる。このような第2導電型半導体層223は、トリメチルガリウム(TMGa)ガス、アンモニア(NH₃)ガス、ビセチルシクロペンタジエニルマグネシウム(EtCp₂Mg) {Mg(C₂H₅C₅H₄)₂}ガスを水素ガスと共にチャンバーに注入して形成される。

【0079】

図7bを参照すると、発光構造物220を単位ピクセル領域に応じてアイソレーションエッチング(isolation etching)を行って複数の発光素子(即ち、複数のマイクロLEDピクセル)を形成する。例えば、アイソレーションエッチングは、ICP(Inductively Coupled Plasma)のような乾式エッチング方法により実施される。このようなアイソレーションエッチングによって第1導電型半導体層221の一つの上面が露出する。

【0080】

図7cを参照すると、第2導電型半導体層223の一つの上面に第2導電型メタル層224を形成し、メサエッチングされた第1導電型半導体層221の一つの上面に第1導電型メタル層225を形成する。この時、第1及び第2導電型メタル層225、224は、蒸着工程又はメッキ工程によって形成されるが、特に限定されるものではない。

【0081】

その後、成長基板210、化合物半導体層(221、222、223)、第1導電型メタル層225、及び第2導電型メタル層224上にパッシベーション層226を形成し、第1及び第2導電型メタル層225、224の一つの上面が外部に露出するようにパッシベーション層226を選択的に除去する。

【0082】

図7dを参照すると、マイクロLED駆動基板230のCMOSセル231及び共通セル232の上部に複数のパンプ235を配置する。マイクロLEDパネルを上/下に反転して第1及び第2導電型メタル層225、224が下方向に向かうようにする。複数のパンプ235が配置された状態のマイクロLED駆動基板230とマイクロLEDパネルとを互いに対向させてCMOSセル231とマイクロLEDピクセルとを一对一对応させて密着させた後に加熱する。そうすると、複数のパンプ235が溶け、それにより、CMOSセル231とそれに対応するマイクロLEDピクセルとが電氣的に接続され、マイクロLED駆動基板230の共通セル232とそれに対応するマイクロLEDパネルの共通電極225とが電氣的に接続される状態になる。

【0083】

図7eを参照すると、レーザリフトオフ(laser lift off:LLO)、化学的リフトオフ(chemical lift off:CLO)、電氣的リフトオフ(electrical lift off:ELO)、又はエッチング方法等を用いて発光構造物220に付着された成長基板210を分離する。また他の実施形態として、発光構造物220に付着された成長基板210を平たくグラインド(grinding)し

10

20

30

40

50

て成長基板 210 の少なくとも一部分を除去する。

【0084】

図 7 f を参照すると、スピコーティング (spin coating) 方式を用いて感光剤 (PR) 240 を発光構造物 220 上にコーティングする。一方、他の実施形態として、コーティング工程前に、発光構造物 220 の表面を化学処理 (例えば、HMDS (HexaMethylDiSilazane) 処理) して発光構造物 220 と感光剤 240 との間の接着力を向上させる。また、コーティング工程前に、発光構造物 220 を保護するための保護層 (図示せず) を発光構造物 220 と感光剤 240 との間に形成する。その後、感光剤 240 上にマスクパターン 280 を精密に整列させた後に紫外線等を照射する露光工程を行う。

10

【0085】

図 7 g を参照すると、露光工程を経た感光剤 240 に対して現像工程を行って発光構造物 220 上に複数の隔壁 240 を形成する。この時、複数の隔壁 240 は、ピクセルとピクセルとの間の位置 (即ち、活性層と第 2 導電型半導体層がエッチングされた領域) に対応する発光構造物 220 上に配置される。

【0086】

一方、本実施形態では、感光剤を介して複数の隔壁を形成することを例示しているが、これに制限されるものではない。例えば、他の実施形態として、発光構造物上に隔壁を形成するための物質を形成し、その上に感光剤を積層した後、マスクパターンを用いて露光及び現像工程を順次行い、感光剤によって露出された領域を湿式又は乾式エッチングすることによって、複数の隔壁を成長基板上に形成する。

20

【0087】

図 7 h を参照すると、発光構造物 220 上に形成された第 1 隔壁と第 2 隔壁との間に R 蛍光体 250 を注入し、発光構造物 220 上に形成された第 2 隔壁と第 3 隔壁との間に G 蛍光体 260 を注入し、発光構造物 220 上に形成された第 3 隔壁と第 4 隔壁との間に B 蛍光体 270 を注入する。それにより、隔壁と隔壁との間に R 蛍光体 250 が存在するピクセルは赤色光を出力し、隔壁と隔壁との間に G 蛍光体 260 が存在するピクセルは緑色光を出力し、隔壁と隔壁との間に B 蛍光体 270 が存在するピクセルは青色光を出力する。

。

【0088】

このように、上述した工程により形成されたマイクロ LED ディスプレイ装置 200 は、成長基板による光の散乱を最小化することができ、高解像度 (HD 級) のフルカラー (full color) を実現することができる。

30

【0089】

《第 3 実施形態》

【0090】

図 8 は、本発明の第 3 実施形態によるマイクロ LED ディスプレイ装置の断面図であり、図 9 は、本発明に関連するカラーフィルタ構造の一例を説明する図である。

【0091】

図 6 のマイクロ LED ディスプレイ装置 200 とは異なり、本実施形態は、隔壁と隔壁との間に蛍光体及びカラーフィルタを配置してフルカラーを実現するマイクロ LED ディスプレイ装置を提供する。以下、本実施形態において、マイクロ LED 駆動基板 330、発光構造物 320、及び複数の隔壁 340 は、図 6 のマイクロ LED 駆動基板 230、発光構造物 220、及び複数の隔壁 240 と同一であるため、それらに関する詳しい説明を省略する。

40

【0092】

図 8 を参照すると、本発明の第 3 実施形態によるマイクロ LED ディスプレイ装置 300 は、マイクロ LED 駆動基板 330、マイクロ LED パネル、及び複数のバンプ 335 を含む。

【0093】

50

マイクロLEDパネルは、ウェハー上に積層された複数のマイクロLEDピクセルがマトリクス状に配列されたアレイ（array）構造を有するLEDパネルであり、画像表示機器の画像信号に対応するR／G／B光を出力する機能を果たす。この時、複数のマイクロLEDピクセルは、青色発光素子、緑色発光素子、赤色発光素子、及びUV発光素子の中のいずれか一つで構成されるが、これらに限定されるものではない。

【0094】

このようなマイクロLEDパネルは、発光構造物（又は複数のマイクロLEDピクセル）320、発光構造物320上の複数の隔壁340、隔壁と隔壁との間に位置する蛍光体350、蛍光体350上のカラーフィルタ（360、370、380）等を含む。

【0095】

複数の隔壁（separator）340は、発光構造物320の二面のうちのエッチングされていない平たい面上に形成される。複数の隔壁340は、ピクセルとピクセルとの間の位置（即ち、活性層及び第2導電型半導体層がエッチングされた領域）に対応する発光構造物320上に配置され、ピクセル間の色混合を最小化する機能を果たす。このような複数の隔壁340はフォトリソグラフィ（photolithography）工程により製造される。

【0096】

隔壁340の高さは略同一に形成され、隔壁340と隔壁340との間の間隔はピクセルサイズと同一に形成される。

【0097】

蛍光体350は、発光構造物320上の隔壁340と隔壁340との間に配置され、複数のマイクロLEDピクセルから放出される光の波長を白色（white）波長に変更する。例えば、発光構造物320が青色LEDの場合、蛍光体として黄色蛍光体（Y3Al5O12：Ce系（YAG：Ce））が用いられる。また、発光構造物320が青色LEDの場合、蛍光体として緑色蛍光体と赤色蛍光体とを混合した蛍光体が用いられる。また、発光構造物320がUV LEDの場合、蛍光体として青色蛍光体、緑色蛍光体、及び赤色蛍光体を混合した蛍光体が用いられる。

【0098】

カラーフィルタ（360、370、380）は、蛍光体350上にピクセル単位で付着され、蛍光体350から放射された白色光のうちの特定波長の光のみを通過させる。即ち、Rフィルタ360は蛍光体350から放射された白色光のうちの赤色光の波長のみを通過させ、Gフィルタ370は蛍光体350から放射された白色光のうちの緑色光の波長のみを通過させ、Bフィルタ380は蛍光体350から放射された白色光のうちの青色光の波長のみを通過させる。それにより、隔壁と隔壁との間に蛍光体350及びRフィルタ360が存在するピクセルは赤色光を出力し、隔壁と隔壁との間に蛍光体350及びGフィルタ370が存在するピクセルは緑色光を出力し、隔壁と隔壁との間に蛍光体350及びBフィルタ380が存在するピクセルは青色光を出力する。

【0099】

一実施形態として、図9に示すように、カラーフィルタ900は、透明基板910、ブラックマトリクス920、カラーフィルタ層（930、940、950）、オーバーコート層960、及びITO層970を含む。

【0100】

透明基板910は薄いガラスやプラスチックからなる。ブラックマトリクス920は、透明基板910上に配置され、透明基板910の光学的に非活性化された地域に位置させて光の流出を防止する。ブラックマトリクス920は最適の明暗比のために反射率が低くなければならない。ブラックマトリクス920は無機物又は有機物からなり、好ましくはクロム（Cr）が用いられる。

【0101】

カラーフィルタ層（930、940、950）は、透明基板910上に配置され、R／G／B染料又は色素を含む。オーバーコート層960は、不純物からカラーフィルタ層（

10

20

30

40

50

９３０、９４０、９５０）を保護し、カラーフィルタ９００の表面を平面化させる。オーバーコート層９６０は、透明アクリル樹脂、ポリイミド（Polyimide）樹脂、或いはポリウレタン樹脂等からなる。ITO層９７０は、オーバーコート層９６０上に形成される。

【０１０２】

マイクロLED駆動基板３３０は、マイクロLEDパネルに対向するように配置され、入力画像信号に対応してマイクロLEDパネルに備えられた複数のマイクロLEDピクセルを駆動する機能を果たす。マイクロLED駆動基板３３０は、複数のマイクロLEDピクセルを個別的に駆動するための複数のCMOSセル３３１を備えるアクティブマトリクス（Active Matrix）回路部と、アクティブマトリクス回路部の外郭に配置された共通セル３３２とを含む。

10

【０１０３】

上述したように、本発明の第３実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置は、ピクセルとピクセルとの間の位置に対応する発光構造物上に複数の隔壁を周期的に配置することにより、ピクセル間の色干渉を効果的に除去することができ、成長基板による光の散乱を最小化することができ、白色発光用蛍光体が発光構造物上に容易に塗布されるようにする。

【０１０４】

図１０ａ～図１０ｇは、本発明の第３実施形態によるマイクロLEDディスプレイ装置の製造方法を説明する図である。

20

【０１０５】

図１０ａを参照すると、成長基板３１０上に第１導電型半導体層３２１、活性層３２２、及び第２導電型半導体層３２３を順次成長させて発光構造物３２０を形成する。

【０１０６】

成長基板３１０は、透光性を有する材質、例えばサファイア（ Al_2O_3 ）、単結晶基板、SiC、GaAs、GaN、ZnO、AlN、Si、GaP、InP、Geのうちの少なくとも一つからなるが、これらに限定されるものではない。

【０１０７】

第１導電型半導体層３２１は、 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ （ $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$ ）の組成式を有する半導体材料、例えばInAlGaN、GaN、AlGaN、AlInN、InGaN、AlN、InN等から選択され、Si、Ge、Sn等のn型ドーパントがドーピングされる。このような第１導電型半導体層３２１は、トリメチルガリウム（TMGa）ガス、アンモニア（ NH_3 ）ガス、シラン（ SiH_4 ）ガスを水素ガスと共にチャンバー（chamber）に注入して形成される。

30

【０１０８】

活性層３２２は、 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ （ $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$ ）の組成式を有する半導体材料からなる。このような活性層３２２は、トリメチルガリウム（TMGa）ガス、トリメチルインジウム（TMIn）ガス、アンモニア（ NH_3 ）ガスを水素ガスと共にチャンバーに注入して形成される。

【０１０９】

40

第２導電型半導体層３２３は、 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ （ $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$ ）の組成式を有する半導体材料、例えばInAlGaN、GaN、AlGaN、InGaN、AlInN、AlN、InN等から選択され、Mg、Zn、Ca、Sr、Ba等のp型ドーパントがドーピングされる。このような第２導電型半導体層３２３は、トリメチルガリウム（TMGa）ガス、アンモニア（ NH_3 ）ガス、ビスチルシクロペンタジエニルマグネシウム（ $EtCp_2Mg$ ） $\{Mg(C_2H_5C_5H_4)_2\}$ ガスを水素ガスと共にチャンバーに注入して形成される。

【０１１０】

図１０ｂを参照すると、発光構造物３２０を単位ピクセル領域に応じてアイソレーションエッチング（isolation etching）を行って複数の発光素子（即ち、

50

複数のマイクロLEDピクセル)を形成する。例えば、アイソレーションエッチングは、ICP(Inductively Coupled Plasma)のような乾式エッチング方法により実施される。このようなアイソレーションエッチングによって第1導電型半導体層321の一つの上面が露出する。

【0111】

図10cを参照すると、第2導電型半導体層323の一つの上面に第2導電型メタル層324を形成し、メサエッチングされた第1導電型半導体層321の一つの上面に第1導電型メタル層325を形成する。この時、第1及び第2導電型メタル層325、324は、蒸着工程又はメッキ工程によって形成されるが、特に限定されるものではない。その後、成長基板310、化合物半導体層(321、322、323)、第1及び第2導電型メタル層325、324上にパッシベーション層326を形成し、第1及び第2導電型メタル層325、324の一つの上面が外部に露出するようにパッシベーション層326を選択的に除去する。

10

【0112】

図10dを参照すると、マイクロLED駆動基板330のCMOSセル331及び共通セル332の上部に複数のバンプ335を配置する。マイクロLEDパネルを上/下に反転して第1及び第2導電型メタル層325、324が下方向に向かうようにする。複数のバンプ335が配置された状態のマイクロLED駆動基板330とマイクロLEDパネルとを互いに対向させてCMOSセル331とマイクロLEDピクセルとを一对一对応させて密着させた後に加熱する。そうすると、複数のバンプ335が溶け、それにより、CMOSセル331とそれに対応するマイクロLEDピクセルとが電氣的に接続され、マイクロLED駆動基板330の共通セル332とそれに対応するマイクロLEDパネルの共通電極325とが電氣的に接続される状態になる。

20

【0113】

図10eを参照すると、レーザリフトオフ(laser lift off:LLO)、化学的リフトオフ(chemical lift off:CLO)、電氣的リフトオフ(electrical lift off:ELO)、又はエッチング方法等を用いて発光構造物320に付着された成長基板310を分離する。

【0114】

図10fを参照すると、スピンコーティング(spin coating)方式を用いて感光剤(PR)340を発光構造物320上にコーティングする。一方、他の実施形態として、コーティング工程前に、発光構造物320の表面を化学処理(例えば、HMDS(Hexamethyldisilazane)処理)して発光構造物320と感光剤340との間の接着力を向上させる。また、コーティング工程前に、発光構造物320を保護するための保護層(図示せず)を発光構造物320と感光剤340との間に形成する。その後、感光剤340上にマスクパターン380を精密に整列させた後に紫外線等を照射する露光工程を行う。

30

【0115】

図10gを参照すると、露光工程を経た感光剤340に対して現像工程を行って発光構造物320上に複数の隔壁340を形成する。この時、複数の隔壁340は、ピクセルとピクセルとの間の位置(即ち、活性層と第2導電型半導体層がエッチングされた領域)に対応する発光構造物320上に配置される。

40

【0116】

一方、本実施形態では、感光剤を介して複数の隔壁を形成することを例示しているが、これに制限されるものではない。例えば、他の実施形態として、発光構造物上に隔壁を形成するための物質を形成し、その上に感光剤を積層した後、マスクパターンを用いて露光及び現像工程を順次行い、感光剤によって露出された領域を湿式又は乾式エッチングすることによって、複数の隔壁を成長基板上に形成する。

【0117】

図10hを参照すると、発光構造物320上に形成された隔壁340と隔壁340との

50

間に蛍光体 350 を注入する。それにより、蛍光体 350 は、マイクロ LED ピクセルから放出される光の波長を白色波長に変更する。

【0118】

その後、複数の隔壁 340 及び蛍光体 350 上にカラーフィルタ (360、370、380) を形成 (又は付着) する。それにより、カラーフィルタのうち、R フィルタ 360 は蛍光体 350 から放射される白色光のうちの赤色光の波長のみを通過させ、G フィルタ 370 は蛍光体 350 から放射される白色光のうちの緑色光の波長のみを通過させ、B フィルタ 380 は蛍光体 350 から放射される白色光のうちの青色光の波長のみを通過させる。

【0119】

10

このように、上述した工程により形成されたマイクロ LED ディスプレイ装置 300 は、成長基板による光の散乱を最小化することができ、高解像度 (HD 級) のフルカラー (full color) を実現することができる。

【0120】

以上、本発明の実施形態について図面を参照しながら詳細に説明したが、本発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的範囲から逸脱しない範囲内で多様に変更実施することが可能である。

【符号の説明】

【0121】

100、200、300	マイクロ LED ディスプレイ装置	20
110、210、310	成長基板	
120、220、320	発光構造物	
121、221、321	第 1 導電型半導体層	
122、222、322	活性層	
123、223、323	第 2 導電型半導体層	
124、224、324	第 2 導電型メタル層	
125、225、325	第 1 導電型メタル層、スキヤニングライン	
126、226、326	パッシベーション層	
130、230、330	マイクロ LED 駆動基板	
131、231、331	CMOS セル	30
132、232、332	共通セル	
135、235、335	バンプ	
140、240、340	隔壁、感光剤 (PR)	
150、250	R 色光変換物質 (R 蛍光体)	
160、260	G 色光変換物質 (G 蛍光体)	
170、270	B 色光変換物質 (B 蛍光体)	
180、280、380	マスクパターン	
310	データドライバー IC	
315	データライン	
320	スキヤンドライバー IC	40
325	スキヤニングライン	
335	バンプ	
350	蛍光体	
360、370、380	R/G/B カラーフィルタ	
900	カラーフィルタ	
910	透明基板	
920	ブラックマトリクス	
930、940、950	R/G/B カラーフィルタ層	
960	オーバーコート層	
970	ITO 層	50

【要約】

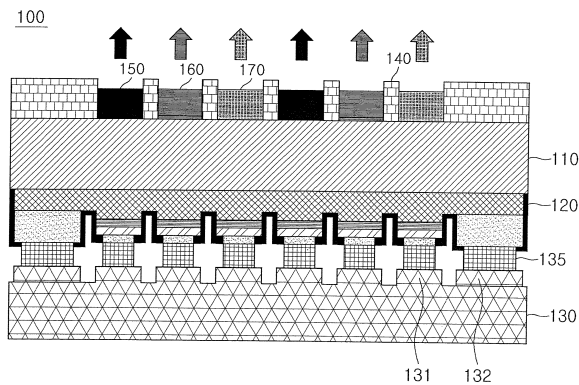
【課題】高解像度のフルカラー（full color）を実現するマイクロLEDディスプレイ装置及びその製造方法を提供する。

【解決手段】本発明のマイクロLEDディスプレイ装置は、複数のCMOSセルが行と列とに配列されたマイクロLED駆動基板と、マイクロLED駆動基板上にフリップチップボンディングされ、複数のCMOSセルに電氣的に接続された複数のマイクロLEDピクセルを有するマイクロLEDパネルと、を備え、マイクロLEDパネルは、発光構造物の第1面が単位ピクセル領域に応じてエッチングされて形成された複数のマイクロLEDピクセルと、発光構造物が垂直方向にエッチングされた部分の位置に対応する発光構造物の第2面上に形成された複数の隔壁と、を含む。

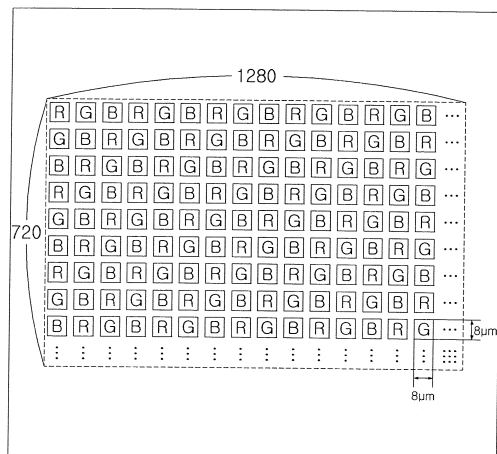
10

【選択図】 図6

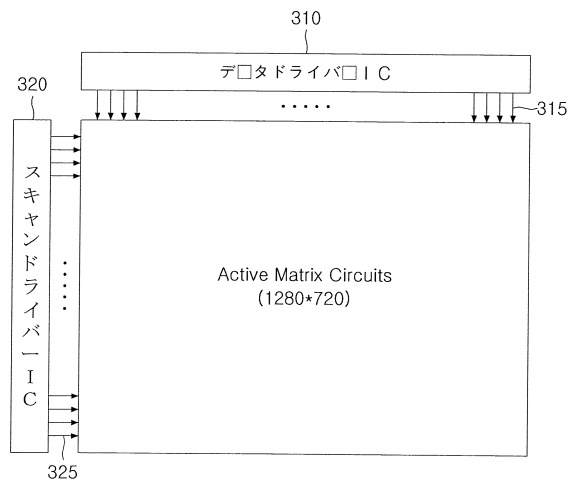
【図1】



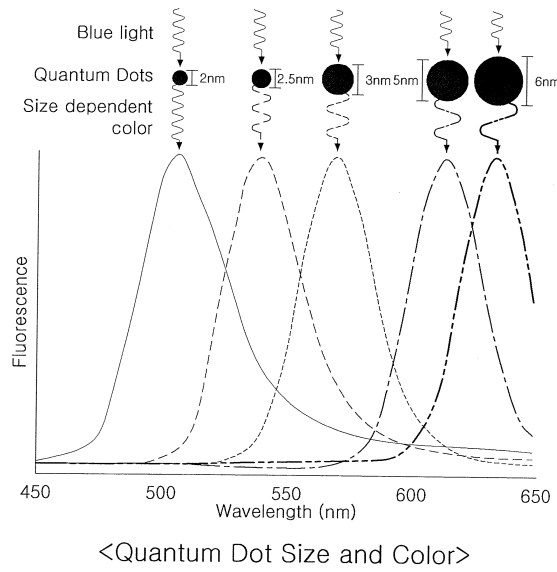
【図2】



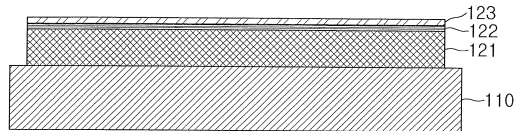
【図3】



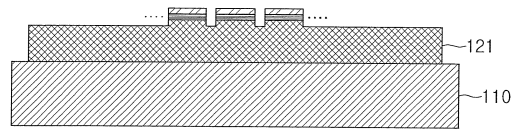
【図 4】



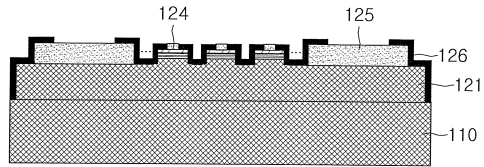
【図 5 a】



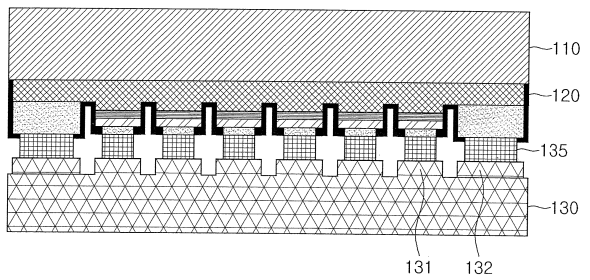
【図 5 b】



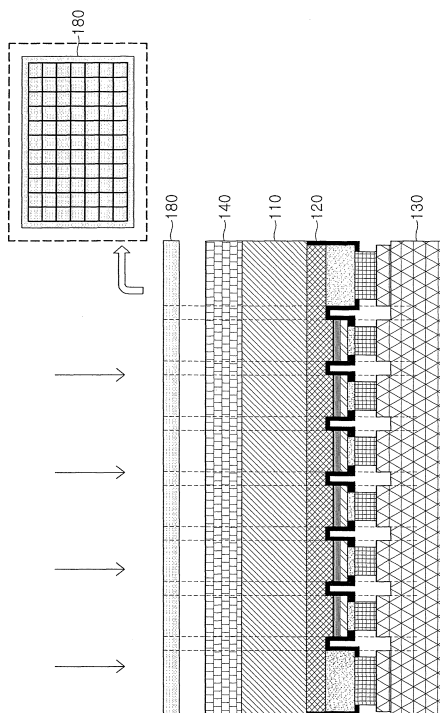
【図 5 c】



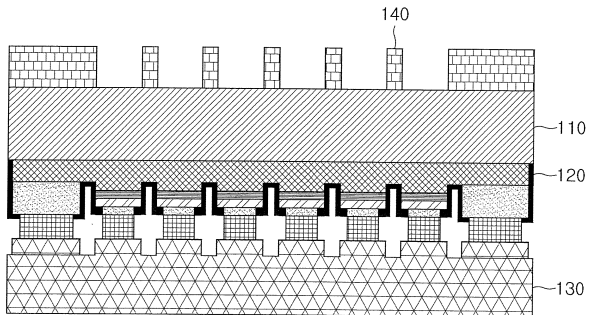
【図 5 d】



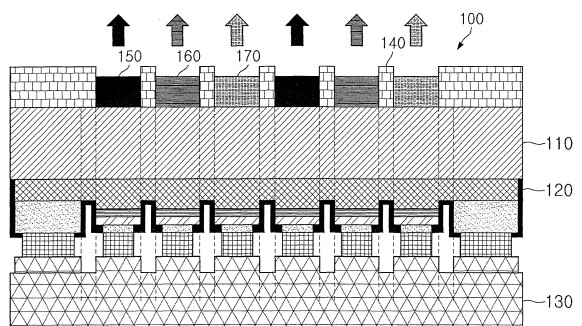
【図 5 e】



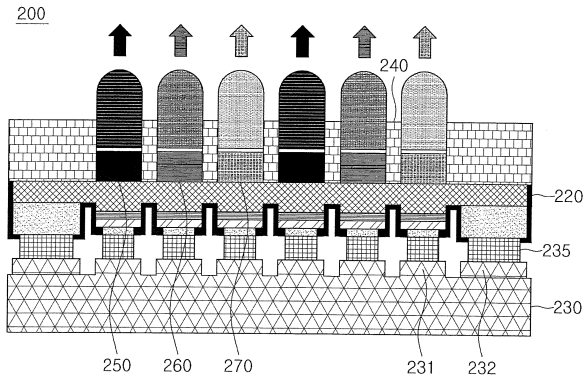
【図 5 f】



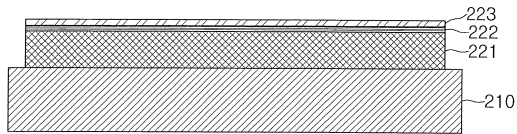
【図 5 g】



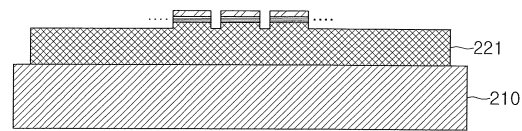
【図 6】



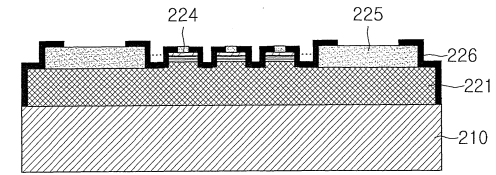
【図 7 a】



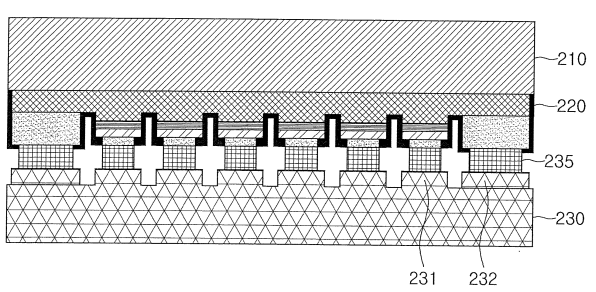
【図 7 b】



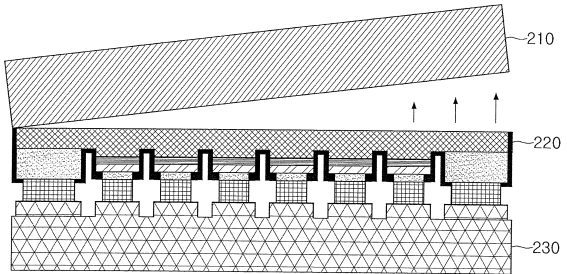
【図 7 c】



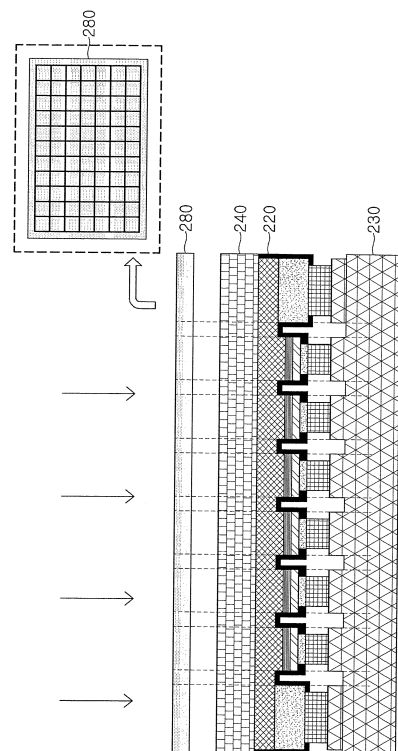
【図 7 d】



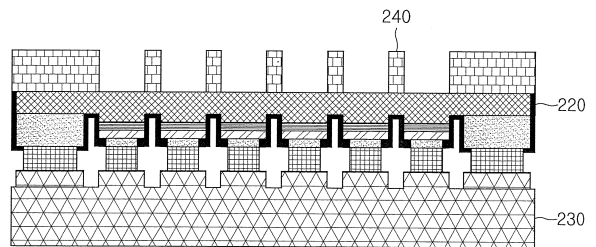
【図 7 e】



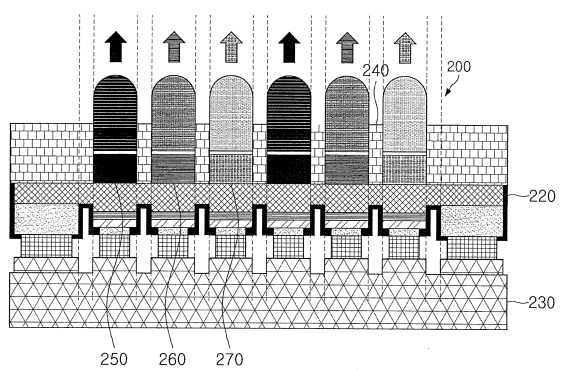
【図 7 f】



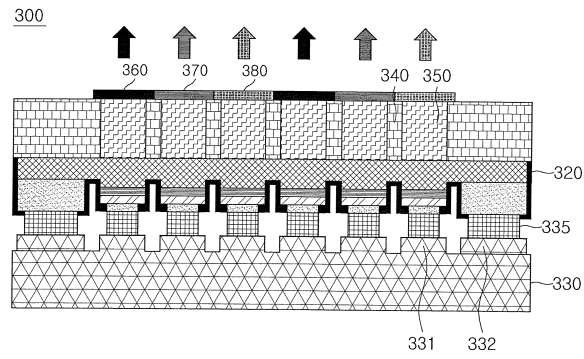
【図 7 g】



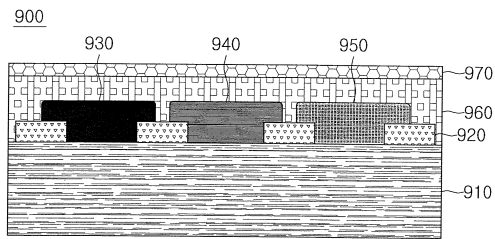
【図 7 h】



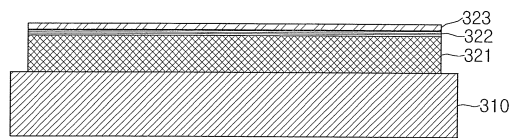
【図 8】



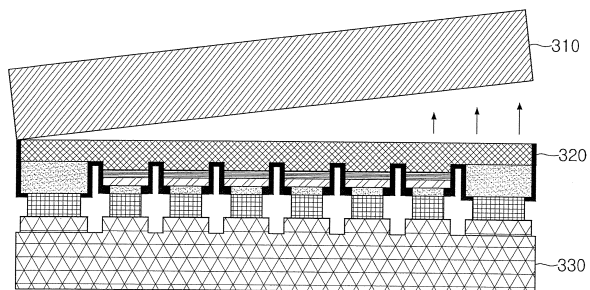
【図 9】



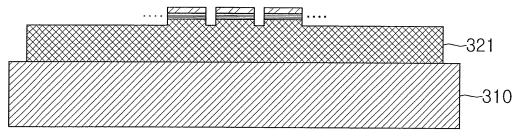
【図 10 a】



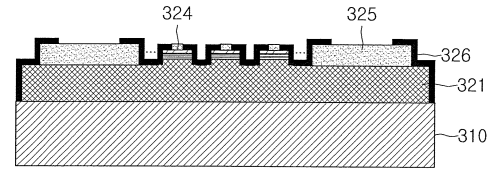
【図 10 e】



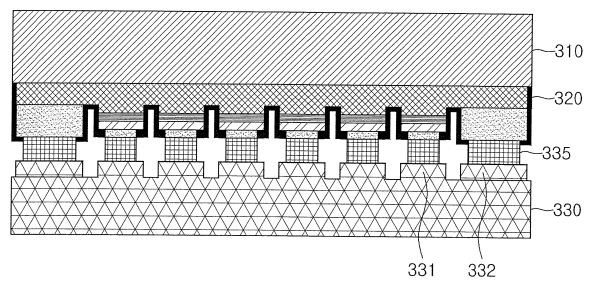
【図 10 b】



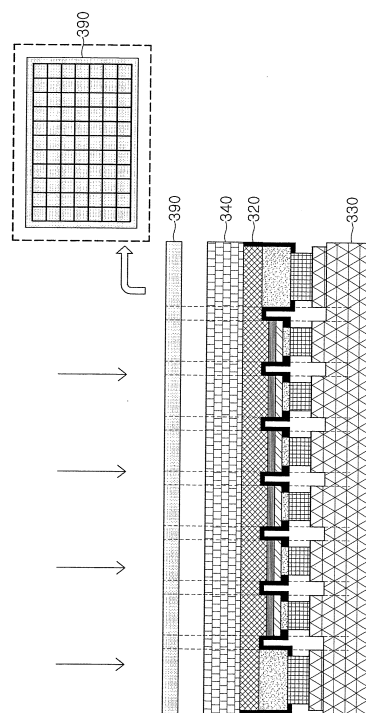
【図 10 c】



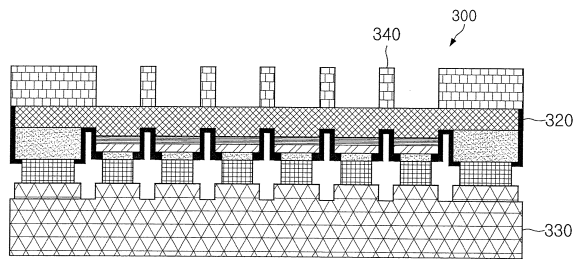
【図 10 d】



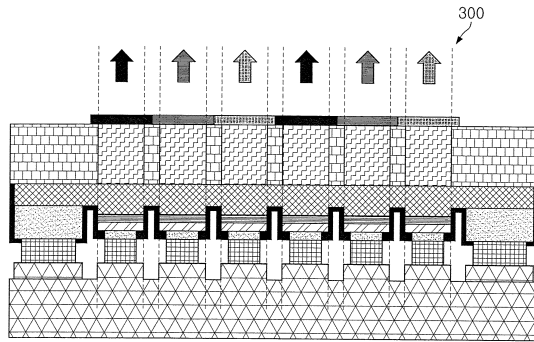
【図 10 f】



【図 10 g】



【図 10 h】



フロントページの続き

- (72)発明者 キム, ヨン ピル
大韓民国, ギョンギード, ヨンインーシ, ギフンーグ, ウォンゴメーロ 12
- (72)発明者 ムン, ミョン ジ
大韓民国, ギョンギード, ヨンインーシ, ギフンーグ, ウォンゴメーロ 12
- (72)発明者 チャン, ハン ビット
大韓民国, ギョンギード, ヨンインーシ, ギフンーグ, ウォンゴメーロ 12
- (72)発明者 パク, ジェ スン
大韓民国, ギョンギード, ヨンインーシ, ギフンーグ, ウォンゴメーロ 12

審査官 村川 雄一

- (56)参考文献 特表2009-509326 (JP, A)
特開2008-262993 (JP, A)
特表2017-510843 (JP, A)
特開2008-124500 (JP, A)
特開2009-009711 (JP, A)
特開2016-102211 (JP, A)
特開2007-109792 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G09F	9/00	—	9/46
H01L	33/00	—	33/46
H01L	27/32		
H05B	33/00	—	33/28

专利名称(译)	微型LED显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	JP6383074B1	公开(公告)日	2018-08-29
申请号	JP2017193795	申请日	2017-10-03
申请(专利权)人(译)	流明有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	流明有限公司		
[标]发明人	シンウンソン チヨドンヒ キムヨンピル ムンミョンジ チャンハンビット パクジェスン		
发明人	シン, ウン ソン チヨ, ドン ヒ キム, ヨン ビル ムン, ミョン ジ チャン, ハン ビット パク, ジェ スン		
IPC分类号	H01L33/62 H01L33/08 H01L33/50 G09F9/33		
CPC分类号	G09G3/32 G09G3/14 G09G2310/0264 H04N5/374		
FI分类号	H01L33/62 H01L33/08 H01L33/50 G09F9/33		
F-TERM分类号	5C094/AA43 5C094/BA26 5C094/CA19 5C094/DA12 5C094/DB04 5C094/EC04 5C094/ED03 5C094/ED20 5F142/AA24 5F142/AA56 5F142/AA82 5F142/BA32 5F142/CA11 5F142/CB03 5F142/CB18 5F142/CD02 5F142/DA01 5F142/DA02 5F142/DA14 5F142/DA23 5F142/DA36 5F142/DA64 5F142/DB17 5F142/DB20 5F142/DB24 5F142/FA32 5F142/GA02 5F241/AA47 5F241/BB18 5F241/BB32 5F241/BC47 5F241/CA04 5F241/CA13 5F241/CA40 5F241/CA65 5F241/CA74 5F241/CA75 5F241/CB11 5F241/CB25 5F241/FF06		
优先权	1020170051892 2017-04-21 KR		
其他公开文献	JP2018182282A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种实现高分辨率的全色的微型LED显示装置及其制造方法。本发明的微型LED显示装置包括：微型LED驱动基板，该微型LED驱动基板具有以行和列排列的多个CMOS单元；以及在微型LED驱动基板上的倒装芯片接合，以使多个CMOS单元彼此电连接。一种具有多个连接到该微型LED面板的微型LED像素的微型LED面板，该微型LED面板具有通过根据单位像素面积蚀刻发光结构的第一表面而形成的多个微型LED像素。形成在发光结构的第二表面上的对应于发光结构的垂直蚀刻部分的位置的多个障碍。[选择图]图6

(51) Int. Cl.			F I	
<i>H O I L</i>	<i>33/62</i>	<i>(2010. 01)</i>	H O I L	33/62
<i>H O I L</i>	<i>33/08</i>	<i>(2010. 01)</i>	H O I L	33/08
<i>H O I L</i>	<i>33/50</i>	<i>(2010. 01)</i>	H O I L	33/50
<i>G O 9 F</i>	<i>9/33</i>	<i>(2006. 01)</i>	G O 9 F	9/33

請求項の数 15 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2017-193795 (P2017-193795)	(73) 特許権者	514121240
(22) 出願日	平成29年10月3日 (2017. 10. 3)	ルーマニア	カンパニー リミテッド
審査請求日	平成29年10月3日 (2017. 10. 3)	大韓民国	4 4 9 - 9 0 1 キョンギ道
(31) 優先権主張番号	10-2017-0051892	ヨンイン市	キヘン区 ウォンゴメーロ
(32) 優先日	平成29年4月21日 (2017. 4. 21)	1 2	
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)	110000051	
早期審査対象出願		(74) 代理人	特許業務法人共生国際特許事務所
		(72) 発明者	シン、 ウン ソン
			大韓民国、キョンギード、ヨンインーシ、
			ギフング、ウォンゴメーロ 1 2
		(72) 発明者	チョ、 ドン ヒ
			大韓民国、キョンギード、ヨンインーシ、
			ギフング、ウォンゴメーロ 1 2
最終頁に続く			