

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5877992号
(P5877992)

(45) 発行日 平成28年3月8日 (2016.3.8)

(24) 登録日 平成28年2月5日 (2016.2.5)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 L 33/50 (2010.01)

GO 2 F 1/13357 (2006.01)

F 2 1 V 19/00 (2006.01)

F 2 1 V 3/04 (2006.01)

F 2 1 V 3/00 (2015.01)

HO 1 L 33/00 4 1 O

GO 2 F 1/13357

F 2 1 V 19/00 1 5 O

F 2 1 V 19/00 1 7 O

F 2 1 V 3/04 5 0 O

請求項の数 3 (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2011-229456 (P2011-229456)	(73) 特許権者	000153878
(22) 出願日	平成23年10月19日 (2011.10.19)		株式会社半導体エネルギー研究所
(65) 公開番号	特開2012-109549 (P2012-109549A)		神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地
(43) 公開日	平成24年6月7日 (2012.6.7)	(72) 発明者	山崎 舜平
審査請求日	平成26年8月29日 (2014.8.29)		神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2010-238723 (P2010-238723)		半導体エネルギー研究所内
(32) 優先日	平成22年10月25日 (2010.10.25)	(72) 発明者	平形 吉晴
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社
			半導体エネルギー研究所内
		審査官	金高 敏康

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

バックライトモジュールと、
前記バックライトモジュールと重なる領域を有する、散乱板と、
前記散乱板と重なる領域を有する、第 1 の偏光板と、
前記第 1 の偏光板と重なる領域を有する、液晶パネルと、
前記液晶パネルと重なる領域を有する、第 2 の偏光板と、を有し、
前記バックライトモジュールは、第 1 の基板と、発光素子ユニットとを有し、
前記発光素子ユニットは、
第 2 の基板と、
前記第 2 の基板上に配置された、発光素子チップと、微小光共振器と、
前記発光素子チップと、前記微小光共振器と、を覆う蛍光体層と、を有し、
前記微小光共振器は、
反射層と、
前記反射層上の、透光性を有する層と、
前記透光性を有する層上の、半透過型反射層と、を有し、
前記微小光共振器は、前記発光素子チップの周辺に配置され、
前記微小光共振器は、前記反射層と前記半透過型反射層との間で反射し干渉させた光を
射出し、
前記微小光共振器は、特定の発光スペクトルの波長の強度を高める機能を有することを

特徴とする表示装置。

【請求項 2】

請求項 1において、

前記半透過型反射層は、前記透光性を有する層の上面及び側壁を覆うことを特徴とする表示装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2において、

前記第 1 の基板と対向した、第 3 の基板を有し、

前記液晶パネルは、前記第 3 の基板側に、着色層を有することを特徴とする表示装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光素子ユニット、及び当該発光素子ユニットを複数有するバックライト、並びに当該バックライトを有する表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

液晶表示装置のバックライトとして、冷陰極管が使用されている。しかしながら、冷陰極管は、消費電力が大きいため、近年、冷陰極管の代わりに、消費電力が少ない発光ダイオード (LED (Light Emitting Diode)) ユニットが使用され始めている (特許文献 1 参照。)。

20

【0003】

発光ダイオードとして、青色を発光する LED チップ上に蛍光体を設け、青色光で蛍光体を励起させて黄色光とし、当該黄色光及び青色光の混色により白色を発光させる発光ダイオードが用いられている。

【0004】

また、白色を発光させるために、赤色光を発光する発光ダイオード、青色光を発光する発光ダイオード、及び緑色光を発光するダイオードから発光する光を混合し、白色光を発光させるバックライトがある。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2004 - 240412 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、青色を発光する LED チップ上に蛍光体を設けた発光ダイオードから発光する光の発光スペクトルは、青色を示す波長 450 nm で高い発光強度を有し、緑色を示す波長 550 nm ではピークを有するものの、青色を示す波長 450 nm のピークと比較すると強度は低い。さらに、赤色を示す波長 700 nm ではピークを有さず、強度も低い。

40

【0007】

このため、青色を発光する LED チップ上に蛍光体を設けた発光ダイオードから発光する白色光がカラーフィルタを透過しても、透過した光は、緑色光及び赤色光の色純度が低い。このため、表示装置から射出される光の色純度が低下してしまい、色再現性が低下してしまう問題がある。

【0008】

また、バックライトとして、赤色光を発光する発光ダイオード、青色光を発光する発光ダイオード、及び緑色光を発光するダイオードを用い、白色光を発光させると、部品数が増加してしまい、コストが増大してしまう。

50

【 0 0 0 9 】

そこで、本発明の一態様は、カラーフィルタから射出される光の色純度を高めることが可能な発光素子ユニット、及びバックライトを提供することを課題とする。また、本発明の一形態は、色純度が高く、色再現性の高い表示装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明の一形態は、配線基板と、配線基板上に設けられた発光素子チップと、配線基板上であって、且つ発光素子チップの周辺に設けられる微小光共振器と、発光素子チップ及び微小光共振器を覆う蛍光体層と、を有する発光素子ユニットである。なお、発光素子ユニットにおいて、上記蛍光体層を覆う凸状の透光性を有する有機樹脂層を有してもよい。

10

【 0 0 1 1 】

微小光共振器は、基板上に反射層と、半透過型反射層と、反射層及び半透過型反射層の間に設けられる透光性を有する層とを有する。また、反射層及び半透過型反射層は、ある波長が反射し干渉することで、ピーク強度が高まる間隔で設けられる。このため、発光素子チップから射出され、蛍光体層で反射した白色光は、微小光共振器で反射し干渉することで、ある波長の光となって射出される。このため、本発明の一形態の発光素子ユニットは、ある波長のピーク強度が高められた白色光を射出することができる。当該白色光は、上記ピークを有する色の着色層を透過すると、色純度の高い色となる。

【 0 0 1 2 】

また、本発明の一形態は、着色層を有する表示パネルと、バックライトモジュールに上記発光素子ユニットを有する表示装置である。着色層を有する表示パネルとしては、液晶パネル、第1の基板上に設けられる開口部と、当該開口部上を横に移動するMEMSと、当該開口部に対応する着色層が設けられた第2の基板とを有する表示パネル等がある。

20

【 0 0 1 3 】

上記発光素子ユニットを有するバックライトモジュールは、着色層の色に合わせた波長のピークを有する白色光が発光されるため、表示パネルの着色層を透過する光は、色純度が高い。このため、表示装置の色再現性を高めることができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明の一形態により、LEDチップの周辺に、微小光共振器を設けることで、カラーフィルタを透過する光の色純度を高めることが可能な発光素子ユニット、及びバックライトを提供することができる。また、本発明の一形態は、色純度が高く、色再現性の高い表示装置を提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図1】本発明に係る発光素子ユニットを説明する断面図及び上面図である。

【図2】本発明に係る発光素子ユニットを説明する図である。

【図3】本発明に係るバックライトモジュールを説明する斜視図である。

【図4】本発明に係るバックライトモジュールを説明する断面図である。

【図5】本発明に係るバックライトモジュールを説明する断面図である。

40

【図6】本発明に係る表示装置を説明するブロック図及び回路図である。

【図7】本発明に係る表示装置を説明する断面図である。

【図8】本発明に係る表示装置を説明する断面図である。

【図9】本発明に係るバックライトモジュールを説明する上面図である。

【図10】本発明に係る表示装置を説明する上面図および断面図である。

【図11】本発明に係る表示装置を説明する上面図および断面図である。

【図12】本発明に係る表示装置を説明する断面図である。

【図13】本発明に係る表示装置のMEMSスイッチを説明する斜視図である。

【図14】本発明に係る表示装置を説明する回路図である。

【図15】テレビジョン装置およびデジタルサイネージの一例を説明する図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0016】

本発明の実施の形態について、図面を参照して以下に説明する。ただし、本発明は以下の説明に限定されるものではない。本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは、当業者であれば容易に理解されるからである。したがって、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容のみに限定して解釈されるものではない。なお、図面を用いて本発明の構成を説明するにあたり、同じものを指す符号は異なる図面間でも共通して用いる。

【0017】

(実施の形態1)

本実施の形態では、消費電力を低減することが可能な、LEDユニット及びバックライトについて、図1及び図2を用いて説明する。

【0018】

図1(A)は、LEDユニット30の断面図である。

【0019】

LEDユニット30は、配線基板31上に設けられた発光素子チップ(以下、LEDチップ33という。)と、LEDチップ33上に設けられた蛍光体層35と、配線基板31及び蛍光体層35を覆う凸状の透光性を有する有機樹脂層37を有する。また、LEDチップ33の電極は、それぞれ配線基板31の側壁に設けられた端子41a、41bとワイヤー39a、39bを介して、電氣的に接続されている。

【0020】

また、図1(B)は、図1(A)に示すLEDチップ33において凸状の透光性を有する有機樹脂層37を除いた上面図を示す。図1(B)に示すように、LEDチップ33の周辺に微小光共振器43を有することを特徴とする。微小光共振器43は、白色光を任意の波長を有する着色光へと変化させることができる素子である。

【0021】

配線基板31は、ガラスエポキシ樹脂基板、ポリイミド基板、セラミック基板、アルミナ基板、窒化アルミニウム基板等を用いる。

【0022】

LEDチップ33は、青色光の発光が可能な発光ダイオードを用いる。青色光が可能な発光ダイオードとしては、III族窒化物系化合物半導体からなるダイオードが代表的であり、一例としては $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ (x は0以上1以下、 y は0以上1以下、 $x+y$ は0以上1以下)の式で表されるGaN系を有するダイオードがある。

【0023】

蛍光体層35の代表例としては、蛍光体が表面に印刷または塗装された有機樹脂層、蛍光体が混合された有機樹脂層がある。黄色の蛍光体の代表例としては、YAG(イットリウムアルミニウムガーネット)系蛍光体、珪酸塩系蛍光体等がある。

【0024】

なお、ここでは、LEDチップ33としては、青色光の発光が可能なLEDチップを用い、蛍光体層35として、青色の補色である黄色の蛍光体を有する蛍光体層を用いて説明したが、この代わりに、LEDチップ33として緑色光の発光が可能なLEDチップを用い、蛍光体層35として、緑色の補色である色(赤色またはマゼンタ色)の蛍光体を有する蛍光体層を用いてもよい。

【0025】

なお、青色光は発光スペクトルにおいて、430nm乃至490nmに最大ピークを有する。また、緑色光は発光スペクトルにおいて、490nm乃至550nmに最大ピークを有する。また、黄色光は発光スペクトルにおいて、550nm乃至590nmに最大ピークを有する。また、赤色光は発光スペクトルにおいて、640nm乃至770nmに最大ピークを有する。

【0026】

凸状の透光性を有する有機樹脂層 37 は、透光性を有する有機樹脂で形成する。有機樹脂の種類には特に限定はなく、代表的には、エポキシ樹脂、シリコン樹脂等の紫外線硬化性樹脂、可視光硬化性樹脂などを適宜用いることができる。上記透光性を有する有機樹脂を所望の形の光が射出されるように、高さ、幅、曲率半径を決めて形成する。液滴吐出法、塗布法また、インプリント法などを用いて形成してもよい。あらかじめ凸状に型取られた有機樹脂を加熱しながら押し固めてもよい。凸状の透光性を有する有機樹脂層 37 は、LEDチップ 33 で発光した光を拡散させる機能を有する。

【0027】

蛍光体層 35 の端部が、微小光共振器 43 の端部より外側に位置し、蛍光体層 35 が微小光共振器 43 の全てを覆うことで、微小光共振器 43 において反射電極及び半透過型反射電極の間で全反射した光が、蛍光体層 35 及び凸状の透光性を有する有機樹脂層 37 の界面で反射または屈折するため、微小光共振器 43 に入射した光を効率よく利用することができる。

10

【0028】

ワイヤー 39a、39b は、金、金を含む合金、銅、または銅を含む合金で形成された金属の細線である。

【0029】

端子 41a、41b は、LEDチップ 33 の電極と接続する導電層であり、ニッケル、銅、銀、白金、または金から選ばれた一元素、または該元素を 50% 以上含む合金材料で形成される。端子 41a、41b と、LEDチップ 33 の電極とは、熱圧着法または超音波ボンディング法を用いたワイヤーボンディング法により接続されている。

20

【0030】

ここで、微小光共振器 43 について、図 2 を用いて説明する。

【0031】

図 2 (A-1) 及び図 2 (A-2) は、微小光共振器 43 の拡大断面図である。

【0032】

図 2 (A-1) に示すように、微小光共振器 43 は、基板 47 上に設けられた反射層 49 と、反射層 49 上に設けられた透光性を有する層 51 と、透光性を有する層 51 上に設けられた半透過型反射層 53 とを有する。また、反射層 49、透光性を有する層 51、及び半透過型反射層 53 の表面に保護層 55 を設けてもよい。

30

【0033】

また、図 2 (A-2) に示すように、微小光共振器 43 は、基板 47 上に設けられた反射層 49 と、反射層 49 上に設けられた透光性を有する層 51 と、反射層 49 及び透光性を有する層 51 上に設けられた半透過型反射層 54 とを有してもよい。図 2 (A-2) のように、透光性を有する層 51 の側壁に半透過型反射層 54 を設けることで、透光性を有する層 51 の上下で全反射した光が透光性を有する層 51 の側面でも全反射されるため、微小光共振器 43 に入射した光を効率よく利用することができる。

【0034】

反射層 49 は、反射率の高い金属材料を用いて形成する。反射層 49 は、50% 以上、好ましくは 80% 以上の反射率を有する。反射率の高い金属材料としては、アルミニウム、銀、モリブデン、タングステン、ニッケル、クロム、及びこれらの合金、並びに AgPdCu 合金等がある。また、反射層 49 として、屈折率の異なる 2 種類の透明な絶縁層を交互に積層した誘電体多層構造を用いてもよい。このとき 2 種類の透明な絶縁層の屈折率が大きいほど、また層数が多いほど反射効率は高くなる。誘電体多層構造の積層構造としては、二酸化チタン及び酸化シリコンの積層構造、硫化亜鉛及びフッ化マグネシウムの積層構造、アモルファスシリコン及び窒化シリコンの積層構造などがある。

40

【0035】

反射層 49 は、スパッタリング法、蒸着法等を用いて形成することができる。

【0036】

半透過型反射層 53 は、30% 以上 70% 以下、より好ましくは 40% 以上 60% 以下の

50

反射率を有する。半透過型反射層 5 3 としては、銀、アルミニウム、アルミニウム合金、マグネシウム - 銀合金等を用いて形成することができる。なお、上記反射率を実現するため、半透過型反射層 5 3 の厚さは、5 nm 以上 20 nm 以下、より好ましくは 7 nm 以上 15 nm 以下とする。

【0037】

半透過型反射層 5 3 は、スパッタリング法、蒸着法等を用いて形成することができる。

【0038】

透光性を有する層 5 1 は、透光性を有する絶縁層または導電層を用いることができる。透光性を有する絶縁層の代表例としては、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、アルミナ、窒化アルミニウム、エポキシ樹脂等がある。また、透光性を有する導電層としては、酸化タン

10

グステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、または酸化シリコンを添加したインジウム錫酸化物等がある。なお、透光性を有する層 5 1 は、複数の層が積層されてもよい。

【0039】

ここで、白色光を任意の波長を有する着色光へと変化させることができる発光素子ユニットの構造について、図 2 (B) を用いて説明する。図 2 (B) は、図 1 (A) の LED チップ 3 3 及び微小光共振器 4 3 を覆う蛍光体層 3 5 の拡大図である。

【0040】

光は、反射層 4 9 及び半透過型反射層 5 3 の間において、繰り返し反射し干渉することで、ある波長の強度が高まり、鋭いピークを有する発光スペクトルとなる。このような構造を微小光共振器構造 (マイクロキャビティ構造) という。LED チップ 3 3 から射出され、蛍光体層 3 5 の特定の位置、蛍光体層 3 5 と凸状の透光性を有する有機樹脂層 3 7 との界面、凸状の透光性を有する有機樹脂層 3 7 と空気との界面等で反射された白色光 W が、微小光共振器 4 3 に入射されると、反射層 4 9 及び半透過型反射層 5 3 の間で反射し干渉して、ある波長の光 G が微小光共振器 4 3 から射出する。このため、LED ユニット 3 0

20

からは、任意の波長において鋭いピークを有する発光スペクトルの白色光が射出される。

【0041】

ある波長の強度を高めるためには、微小光共振器 4 3 において、反射層 4 9 及び半透過型反射層 5 3 の間の光路長 L を、波長に合わせて設定すればよい。このときの光路長 L につ

30

いて、以下に説明する。

【0042】

半透過型反射層 5 3 から反射層 4 9 へ伝播した波長の光 () と、反射層 4 9 から半透過型反射層 5 3 へ戻った光との干渉は、数式 1 のようになる。

【0043】

$$\sin(\theta) + \sin(\theta + 2\pi \times 2nL / \lambda) \quad (\text{数 1})$$

【0044】

数式 1 を変形することで、数式 2 を求めることができる。

【0045】

$$-2\cos(\theta + 2\pi nL / \lambda) \times \sin(2\pi nL / \lambda) \quad (\text{数 2})$$

40

【0046】

数式 2 は、 $\sin(2\pi nL / \lambda)$ が数式 3 の時に最大となる。

【0047】

$$2\pi nL / \lambda = (2m + 1) / 2 \quad (m \text{ は整数}) \quad (\text{数 3})$$

【0048】

以上のことから、反射層 4 9 及び半透過型反射層 5 3 の間の光路長 L を数式 4 とすることで、微小光共振器 4 3 から、波長の強度を高めた光を射出することができる。

【0049】

$$L = (2m + 1) / 4n \quad (\text{数 4})$$

なお、n は、透光性を有する層 5 1 の屈折率を示す。

50

【 0 0 5 0 】

また、透光性を有する層 5 1 が複数の層 (n 層) で積層される場合、各層の屈折率を n_1 、 n_2 、 \dots 、 n_n とし、それぞれの層において、式 4 で求められる光路長を l_1 、 l_2 、 \dots 、 l_n とすると、光路長 L は、 l_1 、 l_2 、 \dots 、 l_n の和となる。

【 0 0 5 1 】

ここで、LEDユニットから発光する光の発光強度の概念図を図 2 (C) に示す。曲線 5 6 は、微小光共振器 4 3 を有さない LED ユニットが発光する光の発光スペクトルである。青色を示す 4 5 0 nm 近傍の波長で急峻なピークを有するが、緑色光を示す 5 5 0 nm 近傍及び赤色光のスペクトルを示す 7 0 0 nm 近傍のスペクトル強度は低い。このため、当該白色光が赤色の着色層及び緑色の着色層を透過しても、色純度が低くなってしまう。

10

【 0 0 5 2 】

次に、光路長 L を赤色光の強度が高まる距離とした微小光共振器 4 3 を有する LED ユニットの、発光スペクトルを曲線 5 6 r に示す。また、光路長 L を緑色光の強度が高まる距離とした微小光共振器 4 3 を有する LED ユニットの、発光スペクトルを曲線 5 6 g に示す。また、光路長 L を青色光の強度が高まる距離とした微小光共振器 4 3 を有する LED ユニットの、発光スペクトルを曲線 5 6 b に示す。

【 0 0 5 3 】

曲線 5 6 r においては、青色を示す 4 5 0 nm 近傍のピークと共に、赤色を示す 7 0 0 nm 近傍においても、急峻なピークを有する。

【 0 0 5 4 】

曲線 5 6 g においては、青色を示す 4 5 0 nm 近傍のピークと共に、緑色を示す 5 5 0 nm 近傍においても、急峻なピークを有する。

20

【 0 0 5 5 】

曲線 5 6 b においては、青色を示す 4 5 0 nm 近傍において、曲線 5 6 よりもさらに高い強度のピークを有する。

【 0 0 5 6 】

以上のことから、LEDユニット 3 0 において、任意の波長の強度を高める光路長を有する微小光共振器を設けることで、LEDユニット 3 0 から射出される光において、従来の発光色を射出する LED ユニットより、任意の波長の強度を高めることができる。このため、当該光が、任意の波長において強度を高めた色を透過する着色層を透過すると、従来よりも透過光の色純度が高まる。例えば、赤色光の強度が高い白色光が、赤色の着色層を透過すると、従来よりも赤色の色純度が高まる。

30

【 0 0 5 7 】

なお、本実施の形態では、LEDチップ 3 3 は、青色光を発光する。このため、当該 LED ユニットから発光する白色光は、十分青色を示すピーク強度が高いために、青色を示す波長を高める微小光共振器を設けなくともよい。同様に、LEDチップが赤色光または緑色光を発光する場合はそれぞれ、赤色または緑色を示す波長を高める微小光共振器を設けなくともよい。

【 0 0 5 8 】

次に、図 1 及び図 2 に示す LED ユニットの有するバックライトモジュールについて、図 3 乃至図 5 を用いて説明する。

40

【 0 0 5 9 】

図 3 は、直下型のバックライトモジュール 4 0 の斜視図である。基板 5 8 上に LED ユニット 3 0 が直列に接続されて、配置されている。また、LED ユニット 3 0 の周辺には、反射シート 6 1 が設けられている。なお、図示しないが、LED ユニット 3 0 は、コネクタおよび配線によって、制御回路基板と電気的に接続されている。ここでは、制御回路基板は、バックライトモジュール 4 0 の裏側に配置する。

【 0 0 6 0 】

次に、バックライトモジュールの詳細について、図 4 を用いて説明する。ここでは、図 3 に示す破線 5 0 の LED ユニットを用いて説明する。

50

【0061】

配線57が形成される基板58上に、少なくとも赤色波長のピークを有する白色光を発光するLEDユニット60r、少なくとも緑色波長のピークを有する白色光を発光するLEDユニット60g、少なくとも青色波長のピークを有する白色光を発光するLEDユニット60bを有する。LEDユニット60r、60g、60bはそれぞれ、配線57と導電性ペースト59で接続されている。基板58及び配線57の露出部上には、反射シート61が設けられる。

【0062】

基板58は、作製工程中の加熱や実際の使用時に生じる発熱に耐えられる基板であれば特に限定はない。基板58の代表例としては、ガラス基板、プラスチック基板、ガラスエポキシ樹脂基板、ポリイミド基板、セラミック基板、アルミナ基板、窒化アルミニウム基板、プリント基板等がある。あらかじめ、印刷法などで配線が形成されたバックライトモジュール40用のプリント基板を用意すれば、後述する配線57を、蒸着法、スパッタリング法、液滴吐出法（インクジェット法、スクリーン印刷、オフセット印刷等）、または塗布法などで成膜する必要がないので、歩留まりよく作製することができる。ここでは、基板58として、ガラスエポキシ樹脂基板を用いる。

10

【0063】

配線57は、アルミニウム、ニッケル、銅、銀、白金、または金から選ばれた一元素、または該元素を50%以上含む合金材料で形成される。配線57は、蒸着法、インクジェット法、印刷法等を用いて形成する。

20

【0064】

導電性ペースト59は、スズ、銀、ビスマス、銅、インジウム、ニッケル、アンチモン、亜鉛等を複数含む合金で形成される。

【0065】

本実施の形態では、導電性ペーストを用いたリフロー工程により、基板58上にLEDユニット60r、60b、60gを実装する。代表的には、基板58上に形成される配線57上に導電性ペーストをスクリーン印刷やディスペンスにより塗布し、その上にLEDユニット60r、60b、60gをマウンタにより装着する。その後、250～350に加熱して、導電性ペーストを加熱溶融し、LEDユニット60r、60b、60gの端子及び配線57を、電氣的及び機械的に接続する。

30

【0066】

なお、導電性ペーストを用いたリフロー工程による実装方法の代わりに、異方性導電接着材を用い、局所的な圧着により基板58にLEDユニット60r、60b、60gを実装してもよい。

【0067】

反射シート61は、光反射塗料である白色顔料を有する基板を用いる。反射シート61の代表例としては、酸化亜鉛、酸化チタン、炭酸カルシウム、酸化シリコン、窒化ホウ素など無機顔料または有機顔料等の白色塗料が表面に印刷または塗装されたプラスチック、上記無機顔料または有機顔料等の白色塗料が混合されたプラスチック等があり、当該プラスチックとしては、PET、ポリエステル、ポリオレフィン等がある。また、蛍光材を含む発泡性PETを用いることができる。または、反射シート61の代わりに、基板58及び配線57上に白色ソルダーレジストが塗布されてもよい。反射シート61または白色ソルダーレジストにより、LEDチップから発光され、基板側に射出した光を、反射させることができる。

40

【0068】

LEDユニット60r、60b、60gは、ここでは、図1(A)に示すLEDユニット30と同様のLEDユニットを用いることができる。

【0069】

LEDユニット60r、60g、60bにはそれぞれ、微小光共振器43r、43g、43bが設けられる。微小光共振器43r、43g、43bは、それぞれLEDチップから

50

発光した光を干渉させ、赤色光、緑色光、または青色光を発光させる。微小光共振器 4 3 r、4 3 g、4 3 b の光路長は、赤色光、緑色光、または青色光の波長の光の強度を高めるように決定される。もちろん、これらの波長に限らず、微小光共振器 4 3 r、4 3 g、4 3 b の光路長は、任意の波長の強度を高める光路長に設定しうる。このため、微小光共振器 4 3 r、4 3 g、4 3 b の厚さはそれぞれ異なる。

【0070】

また、図 5 に示すように、LED ユニット 6 0 r、6 0 g、6 0 b 及び反射シート 6 1 上に透光性を有する有機樹脂層 6 3 を設けてもよい。有機樹脂層 6 3 は、凸状の透光性を有する有機樹脂層 3 7 で示した有機樹脂を適宜用いることができる。なお、凸状の透光性を有する有機樹脂層 3 7 及び透光性を有する有機樹脂層 6 3 の界面に空気が含まれないように形成する。さらに、凸状の透光性を有する有機樹脂層 3 7 から射出される光の輝度を、透光性を有する有機樹脂層 6 3 により均一にするような光屈折率を有する材料であり、且つ凸状の透光性を有する有機樹脂層 3 7 の光屈折率に近いものを選択することが好ましい。透光性を有する有機樹脂層 6 3 は、液滴吐出法、塗布法、スピンコート、ディップなどの方法で形成する。また、ドクターナイフ、ロールコーター、カーテンコーター、ナイフコーター等の器具を用いて形成してもよい。

【0071】

以上に示す LED ユニット及びバックライトモジュールを用いることで、着色層を透過した光の色純度を高めることができる。

【0072】

(実施の形態 2)

本実施の形態では、実施の形態 1 で説明したバックライトモジュールを用いた液晶表示装置について説明する。

【0073】

本実施の形態の液晶表示装置は、パッシブマトリクス表示及びアクティブマトリクス表示どちらにおいても実施可能である。図 6 (A) は、アクティブマトリクス表示の液晶表示装置 2 0 0 の構成を示すブロック図である。

【0074】

図 6 (A) において、液晶表示装置 2 0 0 は、画像を表示する画素部 2 1 0 と、信号線駆動回路 2 1 4 と、走査線駆動回路 2 1 1 と、画素部 2 1 0 に光を射出するバックライトモジュール 4 0 と、バックライトモジュール 4 0 に含まれる LED ユニットに送る信号を制御する LED 制御回路 2 1 2 とを有している。さらには、画像処理回路 (画像エンジンなど) など液晶表示装置を動作させるために必要な回路を有している。これらはすべて実施の形態 1 で説明した制御回路基板に設けられている。また、上記駆動回路、処理回路及び画像処理回路は、論理回路部と、スイッチ部またはバッファ部とに大別されるが、回路の構成については詳細を省略する。また、上記回路の一部または全部を IC 等の半導体装置で実装してもよい。

【0075】

画素部 2 1 0 は、液晶パネルに設けられた複数の画素 2 1 5 から構成されている。走査線駆動回路 2 1 1 は、画素 2 1 5 を駆動するための回路であり、パルス信号である複数の表示選択信号を出力する機能を有する。また、信号線駆動回路 2 1 4 は、入力された画像信号を元に表示データ信号を生成し、生成した表示データ信号を出力する機能を有する。さらに、出力された表示データ信号は対応する画素に入力される。

【0076】

図 6 (B) は画素 2 1 5 の回路図を示す。画素 2 1 5 には、画素電極の電位を制御するスイッチング素子としてトランジスタ (主に薄膜トランジスタ: TFT) が配置されている。ゲートが走査線 2 1 9 に電氣的に接続され、第 1 の電極が信号線 2 1 7 に電氣的に接続された薄膜トランジスタ 2 2 1 と、第 1 の電極が薄膜トランジスタ 2 2 1 の第 2 の電極に電氣的に接続され、第 2 の電極が一定の電位を供給する配線 (容量線ともいう。) に電氣的に接続された容量素子 2 2 3 と、一方の電極 (画素電極ともいう。) が薄膜トランジスタ

10

20

30

40

50

タ 2 2 1 の第 2 の電極及び容量素子 2 2 3 の第 1 の電極に電氣的に接続され、他方の電極（対向電極ともいう。）が対向電位を供給する配線に電氣的に接続された液晶素子 2 2 5 と、を有する。

【 0 0 7 7 】

本明細書中において、液晶パネルは、液晶の光学的変調作用によって光の透過または非透過を制御することで画像を表示する。なお、液晶の光学的変調作用は、液晶にかかる電界（横方向の電界、縦方向の電界または斜め方向の電界を含む）によって制御される。

【 0 0 7 8 】

次に、液晶表示装置 2 0 0 の形態について図 7 に示す液晶表示装置 2 0 0 の断面図を参照して説明する。図 7（A）は、実施の形態 1 に示すバックライトモジュール 4 0 と、バックライトモジュール 4 0 に重畳する散乱板 3 0 1 と、バックライトモジュール 4 0 及び散乱板 3 0 1 に重畳する第 1 の偏光板 3 0 3 と、バックライトモジュール 4 0、散乱板 3 0 1、及び第 1 の偏光板 3 0 3 と重畳する液晶パネル 3 0 5 と、バックライトモジュール 4 0、散乱板 3 0 1、第 1 の偏光板 3 0 3、及び液晶パネル 3 0 5 に重畳する第 2 の偏光板 3 0 7 を有している。なお、図示しないが、バックライトモジュール 4 0 の外側に、反射板を設け、バックライトモジュール 4 0 から漏れた光を反射し、液晶パネル 3 0 5 に射出してもよい。

10

【 0 0 7 9 】

液晶表示装置 2 0 0 を動作させるために必要な回路は、液晶パネル 3 0 5、及びバックライトモジュール 4 0 と接続される。なお、走査線駆動回路 2 1 1 及び信号線駆動回路 2 1 4 は、液晶パネル 3 0 5 に設けてもよい。

20

【 0 0 8 0 】

次に、液晶表示装置 2 0 0 を構成する各部材の詳細について示す。

【 0 0 8 1 】

バックライトモジュール 4 0 は、実施の形態 1 に示したバックライトモジュールを用いる。実施の形態 1 に示すバックライトモジュールは、任意の波長の強度を高める光路長を有する微小光共振器を有するため、LED ユニットから射出される光において、従来の白色光を射出する LED ユニットより、任意の波長の強度を高めることができる。このため、当該光が、任意の波長において強度を高めた色を透過する着色層を透過すると、従来よりも透過光の色純度が高まる。このため、本実施の形態に示す表示装置の色再現性を高めることができる。

30

【 0 0 8 2 】

散乱板 3 0 1 から射出される光を偏光させる第 1 の偏光板 3 0 3 は、散乱板 3 0 1 から射出される光を偏光できれば特に限定はない。市販品でもよく、従来から用いられているものを使用することができる。例えば、ポリビニルアルコールなどの高分子で構成されている偏光板を用いることができる。第 1 の偏光板 3 0 3 は板状のものであってもシート状（フィルム状）のものであってもよい。さらに、液晶表示装置 2 0 0 を構成する他の部材と、できる限り光屈折率が同程度のものを使用することが好ましい。

【 0 0 8 3 】

液晶パネル 3 0 5 は、基板 3 1 5 上にスイッチング素子を有する層（以下、素子層 3 1 7 と示す。）と、素子層 3 1 7 上に形成された画素電極 3 1 9 と、遮光層 3 3 5、着色層 3 3 7、保護層 3 3 9、及び共通電極 3 2 3 を有する対向基板 3 2 1 と、シール材 3 2 5 と、入射される光を透過または遮断させる液晶 3 2 7 とで構成されている。また、図 7 には図示していないが、画素電極 3 1 9 と共通電極 3 2 3 との間の距離（セルギャップ）を一定に制御するために、スペーサが設けられている。スペーサとしては、ビーズスペーサや、絶縁層を選択的にエッチングすることで得られるスペーサ（ポストスペーサ）を用いることができる。

40

【 0 0 8 4 】

基板 3 1 5 及び対向基板 3 2 1 には、透光性を有するものが好ましく、バリウムホウケイ酸ガラスやアルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板、石英基板、液晶表示装置 2 0 0

50

及び素子層 3 1 7 の作製工程の処理温度に耐えうる程度の耐熱性を有するプラスチック基板などを用いることができる。また、基板 3 1 5 及び対向基板 3 2 1 として、第 3 世代 (5 5 0 mm × 6 5 0 mm)、第 3 . 5 世代 (6 0 0 mm × 7 2 0 mm、または 6 2 0 mm × 7 5 0 mm)、第 4 世代 (6 8 0 mm × 8 8 0 mm、または 7 3 0 mm × 9 2 0 mm)、第 5 世代 (1 1 0 0 mm × 1 3 0 0 mm)、第 6 世代 (1 5 0 0 mm × 1 8 5 0 mm)、第 7 世代 (1 8 7 0 mm × 2 2 0 0 mm)、第 8 世代 (2 2 0 0 mm × 2 4 0 0 mm)、第 9 世代 (2 4 0 0 mm × 2 8 0 0 mm、2 4 5 0 mm × 3 0 5 0 mm)、第 1 0 世代 (2 9 5 0 mm × 3 4 0 0 mm) 等のガラス基板を用いることができる。

【 0 0 8 5 】

素子層 3 1 7 に形成されるスイッチング素子の代表例として、トランジスタがある。トランジスタについては後述するが、トランジスタは、さまざまな状況下でも液晶表示装置として機能するために必要な特性 (例えば、高温下及び低温下で動作する温度特性) を有する半導体をチャネルに有することが好ましい。アモルファスシリコンをチャネル領域に用いることはできるが、より温度特性のよい半導体の代表例としては、複数の結晶領域を持つ微結晶シリコンや、ポリシリコン等が好ましい。また、酸化物半導体をチャネル領域に用いることができ、酸化物半導体としては、In - Ga - Zn - O 系酸化物等がある。また、これらの半導体を用いたトランジスタは、バックライトモジュール 4 0 の発熱や、外光からの熱によって高温化する場合でも、しきい値電圧の変動が少なく、信頼性が高いため、温度変化の大きな環境下においても高性能に動作する。

【 0 0 8 6 】

画素電極 3 1 9 及び共通電極 3 2 3 には、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、または酸化シリコンを添加したインジウム錫酸化物等の透光性を有する導電性材料を用いて形成することができる。

【 0 0 8 7 】

遮光層 3 3 5 は、光を反射、または吸収し、遮光性を有する材料を用いる。例えば、黒色の有機樹脂を用いることができ、感光性または非感光性のポリイミドなどの樹脂材料に、顔料系の黒色樹脂やカーボンブラック、チタンブラック等を混合させて形成すればよい。また、遮光性の金属層を用いることもでき、例えばクロム、モリブデン、ニッケル、チタン、コバルト、銅、タングステン、またはアルミニウムなどを用いればよい。

【 0 0 8 8 】

着色層 3 3 7 は、有彩色の透光性樹脂を用いて形成することができる。有彩色の透光性樹脂の代表例としては、感光性、非感光性の有機樹脂がある。感光性の有機樹脂層を用いるとレジストマスク数を削減することができるため、工程が簡略化し好ましい。

【 0 0 8 9 】

有彩色は、黒、灰、白などの無彩色を除く色であり、着色層はカラーフィルタとして機能させるため、その着色された有彩色の光のみを透過する材料で形成される。有彩色としては、赤色、緑色、青色などを用いることができる。また、シアン、マゼンダ、イエロー (黄) などを用いてもよい。着色された有彩色の光のみを透過するとは、着色層において透過する光が、その有彩色の光の波長にピークを有するということである。

【 0 0 9 0 】

着色層 3 3 7 は、含ませる着色材料の濃度と光の透過率の関係に考慮して、最適な厚さを適宜制御するとよい。

【 0 0 9 1 】

保護層 3 3 9 は、平坦性を有する絶縁層で形成する。保護層 3 3 9 の代表例としては、アクリル樹脂、エポキシ樹脂等がある。

【 0 0 9 2 】

なお、ここでは、着色層 3 3 7 を対向基板 3 2 1 に設けているが、素子層 3 1 7 に含まれる層間絶縁層として着色層を作ることにもできる。例えば、層間絶縁層に、カラーフィルタ

10

20

30

40

50

層として機能する有彩色の透光性樹脂層を用いればよい。

【0093】

層間絶縁層を着色層として直接素子基板側に形成する場合、着色層と画素領域の位置あわせの誤差問題が生じず、より精密な形成領域の制御ができ、微細なパターンの画素にも対応することができる。また、層間絶縁層と着色層を同一の絶縁層で兼ねるので、工程簡略化、低コスト化といった利点もある。

【0094】

液晶327の光学的変調作用は、液晶327にかかる電界（横方向の電界、縦方向の電界または斜め方向の電界を含む）によって制御される。液晶327の種類及び液晶素子の駆動モードとしては、ネマチック液晶、コレステリック液晶、スメクチック液晶、ディスコチック液晶、サーモトロピック液晶、リオトロピック液晶、低分子液晶、高分子液晶、強誘電液晶、反強誘電液晶、主鎖型液晶、側鎖型高分子液晶、プラズマアドレス液晶（PALC）、バナナ型液晶、TN（Twisted Nematic）モード、STN（Super Twisted Nematic）モード、IPS（In-Plane-Switching）モード、FFS（Fringe Field Switching）モード、MVA（Multi-domain Vertical Alignment）モード、PVA（Patterned Vertical Alignment）、ASV（Advanced Super View）モード、ASM（Axially Symmetric aligned Micro-cell）モード、OCB（Optical Compensated Birefringence）モード、ECB（Electrically Controlled Birefringence）モード、FLC（Ferroelectric Liquid Crystal）モード、AFLC（AntiFerroelectric Liquid Crystal）モード、PDLC（Polymer Dispersed Liquid Crystal）モード、ゲストホストモード等を用いることができる。ただし、これに限定されず、液晶素子として様々なものを用いることができる。また、配向膜を用いてラビング工程を行うことで、液晶327が配向しやすくなる。

【0095】

液晶327は、配向膜を必要としないブルー相を示す液晶を用いて形成してもよい。ブルー相は液晶相の一つであり、コレステリック液晶を昇温していくと、コレステリック相から等方相へ転移する直前に発現する相である。ブルー相は、狭い温度範囲でしか発現しないため、温度範囲を改善するために、カイラル剤を混合させた液晶組成物を用いて液晶層に適用する。ブルー相を示す液晶とカイラル剤とを含む液晶組成物は、応答速度が $10\mu s \sim 100\mu s$ と短く、光学的に等方性であるため配向処理が不要であり、視野角依存性が小さい。

【0096】

シール材325は、液晶327を基板315と対向基板321の間で封止する機能を有する。

【0097】

シール材325としては、可視光硬化性、紫外線硬化性または熱硬化性の樹脂を用いるのが好ましい。代表的なものとして、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、アミン樹脂などを用いることができる。また、光（代表的には紫外線）重合開始剤、熱硬化剤、フィラー、カップリング剤を含んでもよい。

【0098】

液晶パネル305から射出される光を偏光させる第2の偏光板307は、液晶パネル305から射出される光を偏光できれば特に限定はない。第1の偏光板303と同じものを用いることができる。また、液晶表示装置200を構成する他の部材と、できる限り光屈折率が同程度のものを使用することが好ましい。第1の偏光板303のスリットに対して、第2の偏光板307のスリットが直交するように設ける。第2の偏光板307は、板状のものであってもシート状（フィルム状）のものであってもよい。

【0099】

以上により、液晶表示装置200を作製することができる。

【0100】

次に、液晶表示装置200の他の形態として、バックライトモジュール40から射出され、散乱板301で明るさが均一になった光の正面輝度を向上させる光学部材を、散乱板301と第1の偏光板303との間に設けた液晶表示装置300について説明する。

【0101】

図7(B)に液晶表示装置300の断面図を示す。液晶表示装置の画素部の正面輝度を向上させる光学部材333としては、プリズムシートや、マイクロレンズシートなどの輝度向上シート(フィルム)があり、液晶パネル305に対してできる限り垂直な光を入射させるための光学部材である。

10

【0102】

バックライトモジュール40及び散乱板301は、図7(A)の液晶表示装置200で説明したものを適宜用いることができる。輝度向上シート(フィルム)は1つだけ用いてもよいが、複数用いることで、液晶表示装置の画素部の正面輝度を向上させることができる。その際、輝度向上シート(フィルム)間には、空気が含まれるように配置するだけでよい。

【0103】

また、第1の偏光板303、液晶パネル305、及び第2の偏光板307は、液晶表示装置200で説明したものを適宜用いることができる。

20

【0104】

散乱板301と光学部材333が接着されたバックライトモジュール40に、液晶表示装置200で説明した液晶パネル305を重ねさせることで、液晶表示装置300を作製することができる。

【0105】

次に、上記液晶表示装置200、300において、バックライトモジュールから射出される光の明るさを均一にすることが可能な液晶表示装置について、図8を用いて説明する。

【0106】

図8に示す液晶表示装置400は、図5に示すような、平坦化され、且つ透光性を有する有機樹脂層63を有するバックライトモジュール62を有する。また、バックライトモジュール62、散乱板301、第1の偏光板303、液晶パネル305、及び第2の偏光板307がそれぞれ透光性を有する接着剤311、313、329、331で接着されている。

30

【0107】

つまり、液晶表示装置400は、バックライトモジュール62、散乱板301、第1の偏光板303、液晶パネル305、及び第2の偏光板307がそれぞれ重畳し、且つすべてが接着され、封止されている。全ての部材が接着された液晶表示装置400は、液晶表示装置400内において、散乱板301、第1の偏光板303、液晶パネル305、及び第2の偏光板307と比較して、屈折率の小さい空気を有する層を有さず、各々の光屈折率の差が小さくなっており、液晶表示装置400内での光の反射が抑制されるため、バックライトモジュール62から射出される光を効率良く利用することができる。このことにより、LEDユニットの消費電力、さらには表示装置の表示電力を低減させることができる。

40

【0108】

透光性を有する接着剤311、313、329、331は、バックライトモジュール62と散乱板301と、できる限り光屈折率が同程度のものを使用することが好ましい。例えば、透光性を有する接着剤311、313、329、331は、エポキシ樹脂を含む接着剤、ウレタン樹脂を含む接着剤、またはシリコン樹脂を含む接着剤などを用いることができる。選択する材料に応じて、液滴吐出法、塗布法、スピンコート、ディップなどの方法で形成する。また、ドクターナイフ、ロールコーター、カーテンコーター、ナイフコー

50

ター等の器具を用いて形成してもよい。

【 0 1 0 9 】

次に、本発明の一態様の液晶表示装置におけるＬＥＤユニットの駆動方法について説明する。

【 0 1 1 0 】

図９は、バックライトモジュールの上面図である。バックライトモジュール４１０において、ＬＥＤユニット４１１を常に点灯させておき、液晶パネルの液晶によって光の透過または非透過を制御することで画像を表示させることは、複雑な発光素子制御回路を必要としないため簡便である（図９（Ａ）を参照。）。

【 0 1 1 1 】

しかし、ＬＥＤユニットの消費電力は、液晶表示装置におけるすべての消費電力のうち、大部分を占めると言われる。つまり、ＬＥＤユニットを常に点灯させておくことは、消費電力の観点から好ましくない。

【 0 1 1 2 】

そこで、本発明の一態様である直下型のバックライトモジュールにおいて、有用なＬＥＤユニットの駆動方法として、ＬＥＤユニットを複数の領域に分け、表示画像の濃淡に合わせて、ＬＥＤユニット自体も領域ごとに明暗を付けるローカルディミング（局所的調光）という方法がある。

【 0 1 1 3 】

図９（Ｂ）に示すバックライトモジュール４２０は、ローカルディミング状態を示す。画像の暗い部分に対応する領域のＬＥＤユニット４２１、４２２の輝度を下げ、画像の明るい部分に対応する領域のＬＥＤユニット４２３の輝度を上げる。この方法でＬＥＤユニットを駆動させることにより、画像のコントラスト比を向上させ、ＬＥＤユニット低消費電力化を可能にすることができる。

【 0 1 1 4 】

ここで、液晶パネル３０５の詳細について説明する。まず、アクティブマトリクス型の液晶パネルについて、図１０を用いて説明する。

【 0 1 1 5 】

図１０（Ａ）は、液晶パネル３０５の上面図であり、２画素分の画素を示している。

【 0 1 1 6 】

図１０（Ａ）において、複数の信号線４０５（ソース電極４０５ａを含む）が互いに平行（図中上下方向に延伸）かつ互いに離間した状態で配置されている。複数の走査線４０１（ゲート電極４０１ａを含む）は、信号線４０５に略直交する方向（図中左右方向）に延伸し、かつ互いに離間するように配置されている。複数の信号線は、信号線駆動回路２１４（図６（Ａ）参照）に繋がっており、複数の走査線、及び容量配線４０３は走査線駆動回路２１１（図６（Ａ）参照）に繋がっている。

【 0 1 1 7 】

また、容量配線４０３は、複数の走査線４０１それぞれに隣接する位置に配置されており、走査線４０１に平行な方向、つまり、信号線４０５に略直交する方向（図中左右方向）に延伸している。容量素子４０６は、図１０（Ａ）の一点破線で囲まれた箇所であり、ゲート絶縁層４０２を誘電体として、容量配線４０３とドレイン配線４０９（ドレイン電極４０９ａを含む）とで構成されている。画素電極３１９はドレイン配線４０９と開口部４５０で電氣的に接続されている。

【 0 1 1 8 】

画素電極３１９の電位を制御するトランジスタ４３０は、図中左上の角に配置されている。画素電極３１９及びトランジスタ４３０は、マトリクス状に複数配置されている。

【 0 1 1 9 】

また、図１０に示す画素構成に限定されず、容量配線を設けず、画素電極と、隣り合う画素の走査線とゲート絶縁層及び他の絶縁層を介して重ねて、容量素子を形成してもよい。この場合、容量配線を省略することができ、画素における開口率を高めることができる。

10

20

30

40

50

【0120】

図10(B)は、図10(A)のA-B間における断面図である。また、図10(B)における分断されている箇所は、図10(A)のA-B間において省略されている箇所である。

【0121】

ここでは、トランジスタ430の構成について説明する。トランジスタ430は逆スタガ型の薄膜トランジスタ(TFT)であり、絶縁表面を有する基板である基板315上に形成され、ゲート電極401a、ゲート絶縁層402、半導体層408、ソース電極405a及びドレイン電極409aを含む。これらは、所望の成膜工程、所望のフォトリソグラフィ工程及び所望のエッチング工程によって作製することができる。

10

【0122】

液晶パネル305に適用できるトランジスタの構造は特に限定されず、例えばトップゲート構造及びボトムゲート構造それぞれのスタガ型及びプレーナ型などを用いることができる。また、トランジスタはチャネル形成領域が一つ形成されるシングルゲート構造でも、2つ形成されるダブルゲート構造もしくは3つ形成されるトリプルゲート構造であってもよい。また、チャネル領域の上下にゲート絶縁層を介して配置された2つのゲート電極を有する、デュアルゲート型でもよい。本実施の形態のトランジスタはシングルゲート型である。

【0123】

トランジスタ430を覆い、半導体層408に接する絶縁層407、絶縁層407上に層間絶縁層413が積層されている。

20

【0124】

半導体層408は、上記したように、さまざまな状況下でも液晶表示装置として機能するために必要な特性(例えば、高温下でも、低温下でも動作する温度特性)を有する半導体を用いることが好ましい。アモルファスシリコンを用いることはできるが、より温度特性のよい半導体の代表例としては、複数の結晶領域を持つ微結晶シリコンや、ポリシリコン等が好ましい。また、酸化物半導体も用いることができ、酸化物半導体としては、In-Ga-Zn-O系酸化物等がある。また、これらの半導体を用いたトランジスタ素子は、バックライトモジュールの発熱や、外光からの熱によって高温化する場合でも、しきい値電圧の変動が少なく、信頼性が高いため、温度変化の大きな環境下においても高性能に動作する。

30

【0125】

また、点線で示した容量素子406は、上記したように容量配線403とドレイン電極409aの間に誘電体としてゲート絶縁層402が積層されている。容量配線403は、ゲート電極401aと同階層であり、同じ条件で形成されるため、ゲート電極401a形成時に形成される。つまり、トランジスタ430とは別に容量素子406を作り込む必要がなく、所望のフォトリソグラフィによって、トランジスタ430作製する手順で、容量素子406も作製することができる。

【0126】

基板315と対向基板321とを、液晶327を間に挟持させてシール材325(図7参照)で固着する。シール材325及び液晶327は、上記したものをを用いることができる。液晶327を形成する方法として、ディスペンサ法(滴下法)や、基板315と対向基板321とを貼り合わせてから毛細管現象等を用いて液晶を注入する注入法を用いることができる。シール材325に紫外線などの光硬化樹脂を用い、滴下法で液晶層を形成する場合など、高分子安定化処理の光照射工程によってシール材325の硬化も行ってもよい。

40

【0127】

また、画素電極319と共通電極323との間の距離(セルギャップ)を一定に制御するためにスペーサ415が設けられている。ここでは、ビーズスペーサを用いているが、絶縁層を選択的にエッチングすることで得られるスペーサ(ポストスペーサ)を用いて

50

もよい。液晶 3 2 7 を用いる液晶表示装置において、セルギャップは $1\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。なお、本明細書においてセルギャップの厚さとは、液晶の厚さ（膜厚）の最大値とする。

【0128】

また、トランジスタ 4 3 0 の半導体層や、コンタクトホールと重畳する領域、または画素間などに遮光層（ブラックマトリクス）を設ける。また、画素電極に対応する領域に着色層を設ける。

【0129】

次に、画素内のスイッチング素子（トランジスタ）を有するアクティブマトリクスの液晶パネル 3 0 5 に比べて、簡易に作製することができるパッシブマトリクス表示の液晶パネル 3 0 5 について、図 1 1 を用いて説明する。パッシブマトリクス表示の液晶パネル 3 0 5 には、画素内のスイッチング素子（トランジスタ）を設ける必要がないために、簡易に作製することができる。

10

【0130】

図 1 1 (A) は、パッシブマトリクス表示の液晶パネル 3 0 5 の上面図である。また、図 1 1 (B) は、図 1 1 (A) における C - D 間の断面図である。また、図 1 1 (A) には、液晶 3 2 7、遮光層 3 3 5、着色層 3 3 7、保護層 3 3 9、及び対向基板 3 2 1 は省略され図示されていないが、それぞれ、図 1 1 (B) で示すように設けられている。

【0131】

対向基板 3 2 1 と基板 3 1 5 との間には、共通電極 1 7 0 6 a、1 7 0 6 b、1 7 0 6 c、絶縁層 1 7 0 7、及び画素電極 1 7 0 1 a、1 7 0 1 b、1 7 0 1 c が設けられている。画素電極 1 7 0 1 a、1 7 0 1 b、1 7 0 1 c は、アクティブマトリクス表示の画素電極 3 1 9（図 7 参照。）に相当し、共通電極 1 7 0 6 a、1 7 0 6 b、1 7 0 6 c は、アクティブマトリクス表示の共通電極 3 2 3（図 7 参照）に相当する。さらに、画素電極 1 7 0 1 a、1 7 0 1 b、1 7 0 1 c は、アクティブマトリクス表示の走査線駆動回路に相当するコモンドライバで制御され、共通電極 1 7 0 6 a、1 7 0 6 b、1 7 0 6 c は、アクティブマトリクス表示の信号線駆動回路に相当するセグメントドライバで制御される。

20

【0132】

画素電極 1 7 0 1 a、1 7 0 1 b、1 7 0 1 c、及び共通電極 1 7 0 6 a、1 7 0 6 b、1 7 0 6 c は開口パターンを有する形状であり、液晶素子の画素領域において長方形の開口（スリット）を有している。

30

【0133】

画素電極 1 7 0 1 a、1 7 0 1 b、1 7 0 1 c と共通電極 1 7 0 6 a、1 7 0 6 b、1 7 0 6 c との間に電界を形成することで、液晶 3 2 7 を制御する。液晶には水平方向の電界が形成されるため、その電界を用いて液晶分子を制御できる。液晶分子を基板と平行な方向で制御できるため、視野角が広がる。

【0134】

また、対向基板 3 2 1 に遮光層 3 3 5、着色層 3 3 7、及び保護層 3 3 9 を有する。

【0135】

図示していないが、上記アクティブマトリクス表示と同様に、セルギャップを保つために、上記スペーサを用いることができ、液晶 3 2 7 を封止するために上記シール材料を用いることができる。

40

【0136】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【0137】

（実施の形態 3）

本実施の形態では、MEMS（Micro Electro Mechanical Systems）を用いて各画素におけるバックライトからの光の透過量を制御する表示装置について、図 1 2 乃至図 1 4 を用いて説明する。

【0138】

50

図１２は、三次元的な立体構造を有し、一部が可動する（即ち、移動可能な）微小構造体であるMEMSを用いて、各画素におけるバックライトからの光の透過量を制御する表示装置５００の断面図である。

【０１３９】

第１の基板５０１上には、反射層５０３が形成される。反射層５０３上には、透光性を有する絶縁層５０５が設けられる。透光性を有する絶縁層５０５上には、MEMSスイッチ５０７ｒ、５０７ｇ、５０７ｂが形成される。なお、図示しないが、透光性を有する絶縁層５０５は複数の絶縁層で構成され、当該絶縁層の間にMEMSスイッチ５０７ｒ、５０７ｇ、５０７ｂに接続するトランジスタがそれぞれ形成される。当該トランジスタは、実施の形態２に示すトランジスタを適宜用いることができる。第１の基板５０１に対向する第２の基板５１１は、反射層５０３に対向する位置に遮光層５１３が形成され、反射層５０３で囲われた開口部５０３ｒ、５０３ｇ、５０３ｂそれぞれに対向する位置に着色層５１４ｒ、５１４ｇ、５１４ｂを有する。なお、着色層５１４ｒは、赤色光を透過し、着色層５１４ｇは、緑色光を透過し、着色層５１４ｂは、青色光を透過する。

10

【０１４０】

また、第１の基板５０１側から順に、散乱板５１５、輝度向上シート５１７、及びバックライト５１９を有する。または、第１の基板５０１側から順に、輝度向上シート５１７、散乱板５１５、及びバックライト５１９を有してもよい。第１の基板５０１及び散乱板５１５、散乱板５１５及び輝度向上シート５１７、輝度向上シート５１７及びバックライト５１９はそれぞれ、透光性を有する接着剤５２１、５２３、５２５で固着されている。

20

【０１４１】

また、第２の基板５１１から、バックライト５１９を覆うように、メタルシートまたは成型プラスチックを用いた筐体５２７を有する。

【０１４２】

本実施の形態に示す表示装置５００は、例えば、反射層５０３に囲まれた開口部５０３ｇ、５０３ｂを、MEMSスイッチ５０７ｇのシャッタ５０８ｇの非開口部、MEMSスイッチ５０７ｂのシャッタ５０８ｂの非開口部で覆うことで、バックライト５１９からの光をシャッタ５０８ｇ、５０８ｂの非開口部で反射し、バックライト５１９からの光を透過しない。また、MEMSスイッチ５０７ｒのシャッタ５０８ｒは、反射層５０３に囲まれた開口部５０３ｒを覆わず、反射層５０３上に移動する。このため、バックライト５１９からの光は開口部５０３ｒにおいて透過し、着色層の色（ここでは、赤色。）の光が射出される。

30

【０１４３】

また、MEMSスイッチ５０７の開閉回数またはデューティー比により、各画素の輝度や階調を制御することができる。

【０１４４】

第１の基板５０１、第２の基板５１１は、実施の形態２に示す液晶表示装置に用いる基板と同様の基板を適宜用いることができる。

【０１４５】

反射層５０３は、アルミニウム、銀、モリブデン、タングステン、ニッケル、クロム、及びこれらの合金、並びにAgPdCu合金等を用いて形成する。反射層５０３の厚さは、30nm以上1000nmとする。開口部の形状は、矩形、円形、楕円形、多角形等に行うことができる。開口部５０３ｒ、５０３ｇ、５０３ｂは、バックライト５１９から射出された光を表示装置の外側へ透過する。なお、反射層５０３は、バックライト５１９から射出された光で、開口部を透過しなかった光を反射し、バックライトモジュールで再度反射することで、反射光を再利用することができる。

40

【０１４６】

反射層５０３は、スパッタリング法、蒸着法等で成膜した後、フォトリソグラフィ工程により一部をエッチングすることで形成することができる。または、反射層５０３は、印刷法、インクジェット法等を用いて形成することができる。

50

【0147】

透光性を有する絶縁層505は、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン等をスパッタリング法、CVD法、蒸着法等で形成する。

【0148】

MEMSスイッチ507r、507g、507bはそれぞれ同じ構造である。ここでは、MEMSスイッチ507rを代表例に用いて、図12及び図13を用いて説明する。

【0149】

図13は、MEMSスイッチ507rの斜視図である。MEMSスイッチ507rは、アクチュエータ541に結合されたシャッタ543を有する。シャッタ543には開口部が設けられる。アクチュエータ541は、2つの柔軟性を有するアクチュエータ545を有する。シャッタ543の一方の辺は、アクチュエータ545に接続されている。アクチュエータ545は、シャッタ543を、絶縁層505表面に平行な横方向に移動させる機能を有する。

10

【0150】

アクチュエータ545は、シャッタ543及び構造体549に接続する可動電極551と、構造体553に接続する可動電極555とを有する。可動電極555は、可動電極551に隣接しており、可動電極555の一端は構造体553に接続し、他端は自由に動くことができる。また、可動電極555の自由に動くことが可能な端部は、可動電極551及び構造体549の接続部に最も近くなるように、湾曲している。

20

【0151】

シャッタ543の他方の辺は、アクチュエータ541によって及ぼされた力に対抗する復元力を有する、スプリング547に接続されている。スプリング547は、構造体557に接続されている。

【0152】

構造体549、553、557は、シャッタ543、アクチュエータ545、及びスプリング547を、絶縁層505の表面の近傍において、浮遊させる機械的支持体として機能する。

【0153】

シャッタ543の下方には、反射層で囲まれる開口部559が設けられる。開口部559は、図12の開口部503rに相当する。

30

【0154】

MEMSスイッチ507rに含まれる構造体553は、図示しないトランジスタと接続する。このため、構造体553に接続される可動電極555に、トランジスタを介して任意の電圧を印加することができる。また、構造体549、557は、それぞれ図12に示す反射層503を介して接地電極(GND)と接続する。このため、構造体549に接続する可動電極551及び構造体557に接続するスプリング547の電位は、GNDとなっている。なお、構造体549、557は、任意の電圧を印加できる共通電極に電氣的に接続されてもよい。

【0155】

可動電極555に電圧が印加されると、可動電極551との間の電位差により、可動電極551及び可動電極555が電氣的に引き寄せあう。この結果、可動電極551に接続するシャッタ543が、構造体553の方へ引き寄せられ、構造体553の方へ横方向に移動する。可動電極551はスプリングとして働くため、可動電極551及び可動電極555との電位間の電圧が除去された場合に、可動電極551は、可動電極551に蓄積された応力を解放しながら、シャッタ543をその初期位置に押し戻す。

40

【0156】

MEMSスイッチ507rの作製方法について、以下に説明する。絶縁層505上にフォトリソグラフィ工程により所定の形状を有する犠牲層を形成する。犠牲層としては、ポリイミド、アクリル等の有機樹脂、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン等の無機絶縁層等で形成することができる。

50

【0157】

次に、犠牲層上に印刷法、スパッタリング法、蒸着法等により導電層を形成した後、選択的にエッチングをしてMEMSスイッチ507を形成する。または、インクジェット法によりMEMSスイッチ507を形成する。

【0158】

次に、犠牲層を除去することで、空間において可動可能なMEMSスイッチ507rを形成することができる。なお、この後、MEMSスイッチ507rの表面を酸素プラズマ、熱酸化等で酸化し、酸化膜を形成することが好ましい。または、原子層蒸着法、CVD法により、MEMSスイッチ507rの表面に、アルミナ、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）等の絶縁膜を形成することが好ましい。当該絶縁膜をMEMSスイッチ507に設けることで、MEMSスイッチ507の経年劣化を低減することができる。

10

【0159】

MEMSスイッチ507rは、アルミニウム、銅、ニッケル、クロム、チタン、モリブデン、タンタル、ネオジム等の金属または合金で形成することができる。MEMSスイッチ507は、厚さ100nm以上5μm以下で形成する。

【0160】

第2の基板511に設けられる遮光層513は、反射層503を覆うように設けられる。

【0161】

第2の基板511に設けられる着色層514r、514g、514bは、実施の形態2に示す着色層337と同様に形成することができる。なお、着色層は、適宜他の色を透過する着色層を設けることができる。

20

【0162】

なお、図示しないが、第1の基板501及び第2の基板511は、シール材で一定間隔を保持して固定されている。

【0163】

図12に示す散乱板515及び輝度向上シート517はそれぞれ、実施の形態2に示す散乱板301及び輝度向上シートを適宜用いることができる。

【0164】

バックライト519は、実施の形態1に示すバックライトを用いることができる。

30

【0165】

実施の形態1に示すバックライトを用いることで、第2の基板511から射出される光の色純度が高くなる。このため、表示装置の色再現性を高めることができる。また、MEMSスイッチを有する表示装置は、バックライト519から射出された光の光利用効率が高いため、バックライトの輝度を低くしても、十分高いコントラストを得ることができるため、表示装置の消費電力を低減することができる。

【0166】

次に、本実施の形態に示す表示装置の回路図及び動作方法について、図13及び図14を用いて説明する。

【0167】

40

図14は、本実施の形態に示す表示装置の回路図を示す。表示装置600は、走査線駆動回路601と、信号線駆動回路603と、画素部605とを有する。画素部605には、走査線駆動回路601に接続する走査線609、及び信号線駆動回路603に接続する信号線611を有する。また、画素部605には、画素607がマトリクス状に配置されている。走査線駆動回路601は、画素607を駆動するための回路であり、パルス信号である複数の表示選択信号を出力する機能を有する。また、信号線駆動回路603は、入力された画像信号を元にデータ電圧Vdを生成し、生成したデータ電圧Vdを信号線611に印加する機能を有する。走査線609にゲートが接続し、信号線611に第1の電極が接続するトランジスタ613と、トランジスタ613の第2の電極と第1の端子が接続するMEMSスイッチ615と、トランジスタ613の第2の電極及びMEMSスイッチ6

50

15の第1の端子に第1の電極が接続する容量素子617とが、各画素607に設けられる。MEMSスイッチ615の第2の端子及び容量素子617の第2の電極は、接地電極に接続する。

【0168】

トランジスタ613は、MEMSスイッチ615に印加する電圧を制御する。トランジスタ613は、実施の形態2に示すトランジスタを用いることができる。また、トランジスタの代わりに、ダイオードまたはMIM(Metal Insulator Metal)を用いてもよい。

【0169】

MEMSスイッチ615は、図13に示すMEMSスイッチ507rに相当する。

10

【0170】

MEMSスイッチ615は、2つの可動電極を有するアクチュエータ、及びシャッタを有する。また、2つの可動電極はそれぞれ、異なる静電容量を有する。

【0171】

トランジスタ613は、MEMSスイッチ615において、より低い静電容量を有する可動電極555と構造体553を介して接続する。また、MEMSスイッチ507の可動電極551は面積の大きいシャッタ543に接続されているため、より高い静電容量を有し、構造体549を介して、共通電極または接地電極に接続される。スプリング547は、構造体557を介して、共通電極または接地電極に接続される。

【0172】

20

走査線609に書込電圧Vweを次々に印加し、順にトランジスタ613をオンにする。また、選択された信号線611にデータ電圧Vdを印加する。オン状態のトランジスタ613に接続されるMEMSスイッチ615及び容量素子617には、データ電圧Vdが書き込まれる。このため、可動電極555とシャッタ543との間では、電位差が生じる。当該電位差の発生に応じて、シャッタが可動電極555の方へ電氣的に引き寄せられ、シャッタが移動し、画素部の開口部とシャッタが重複せず、バックライトからの光が当該開口部を透過する。

【0173】

アナログ駆動方式の表示装置においては、各信号線611には、各画素607の所望される輝度に対応してデータ電圧Vdが印加される。データ電圧Vdに応じて、MEMSスイッチ615のシャッタの移動量が変化する。シャッタの移動量に応じ、画素部の開口部とシャッタの開口部との重複面積が異なるため、または画素部の開口部とシャッタが重複しないため、当該開口部を透過するバックライトからの光量が異なる。

30

【0174】

デジタル駆動方式の表示装置においては、データ電圧Vdは、MEMSスイッチ615のアクチュエータが作動する電圧(作動しきい値電圧)より低い電圧、または作動しきい値電圧より高い電圧が印加される。作動しきい値電圧より高いデータ電圧Vdの印加により、MEMSスイッチ615のシャッタが移動し、画素の開口部においてバックライトからの光が透過する。

【0175】

40

信号線611に印加された電圧は、書込電圧Vweの印加を停止した後も、画素607の容量素子617に保持される。容量素子617の電圧は、ビデオフレーム全体が書き込まれるまで、または新しいデータが信号線611に書き込まれるまで、実質的に蓄積されたままになる。このため、書込回数を最小限にすることが可能であり、表示装置の消費電力を低減することができる。

【0176】

なお、本実施の形態においては、MEMSスイッチ615に接続するトランジスタが一つである回路図を示したが、これに限定されるものではなく、適宜トランジスタを設けることができる。

【0177】

50

MEMSスイッチを有する表示装置は、バックライトから射出された光の光利用効率が高いため、バックライトの輝度を低くしても、十分高いコントラストを得ることができるため、表示装置の消費電力を低減することができる。

【0178】

(実施の形態4)

本発明の一態様である表示装置は、さまざまな電子機器に適用することができる。電子機器としては、例えば、テレビジョン装置(テレビ、またはテレビジョン受信機ともいう)などが挙げられる。さらには、屋内でのデジタルサイネージ(Digital Signage: 電子看板)、PID(Public Information Display)、電車などの乗り物の車内広告等に適用することができる。特に、本発明の一態様である表示装置は、色純度を向上させることができることため、本発明の一態様である表示装置を、色再現性を求められる上記電子機器として用いることは有用である。そこで、本発明の一態様である表示装置を用いた電子機器の一例を、図15に示す。

10

【0179】

図15(A)は、テレビジョン装置の一例を示している。テレビジョン装置1000は、筐体1001に表示部1002が組み込まれている。表示部1002により、映像を表示することが可能である。また、ここでは、筐体1004により筐体1001を支持した構成を示している。さらに、テレビジョン装置1000は、スピーカ1003、操作キー1005(電源スイッチ、または操作スイッチを含む)、接続端子1006、センサ1007(力、変位、位置、速度、距離、光、温度、音声、時間、電場、電流、電圧、電力、または赤外線を測定する機能を含むもの)、マイクロフォン1008等が組み込まれている。

20

【0180】

テレビジョン装置1000の操作は、操作スイッチや、別体のリモコン操作機1010により行うことができる。リモコン操作機1010が備える操作キー1009により、チャンネルや音量の操作を行うことができ、表示部1002に表示される映像を操作することができる。また、リモコン操作機1010に、リモコン操作機1010から出力する情報を表示する表示部1011を設ける構成としてもよい。

【0181】

なお、テレビジョン装置1000は、受信機やモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般のテレビ放送の受信を行うことができ、さらにモデムを介して有線または無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向(送信者から受信者)または双方向(送信者と受信者間、あるいは受信者間同士など)の情報通信を行うことも可能である。

30

【0182】

図15(B)は、デジタルサイネージの一例を示している。例えば、デジタルサイネージ2000は、2つの筐体2002及び筐体2004から構成されている。筐体2002には、表示部2006及び2つのスピーカ2008、2010が備わっている。さらに、デジタルサイネージ2000には、ほかにセンサを設けて、人が近くにいないときは画像が表示されないなど他の構成を設けてもよい。

【0183】

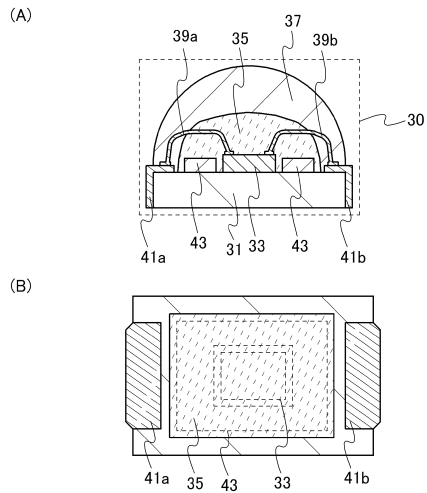
本発明の一態様である表示装置は、テレビジョン装置1000における表示部1002、及びデジタルサイネージ2000における表示部2006に用いることができ、色純度を向上させることができる特徴を有することから、テレビジョン装置1000及びデジタルサイネージ2000自体の色再現性を高めることができる。

40

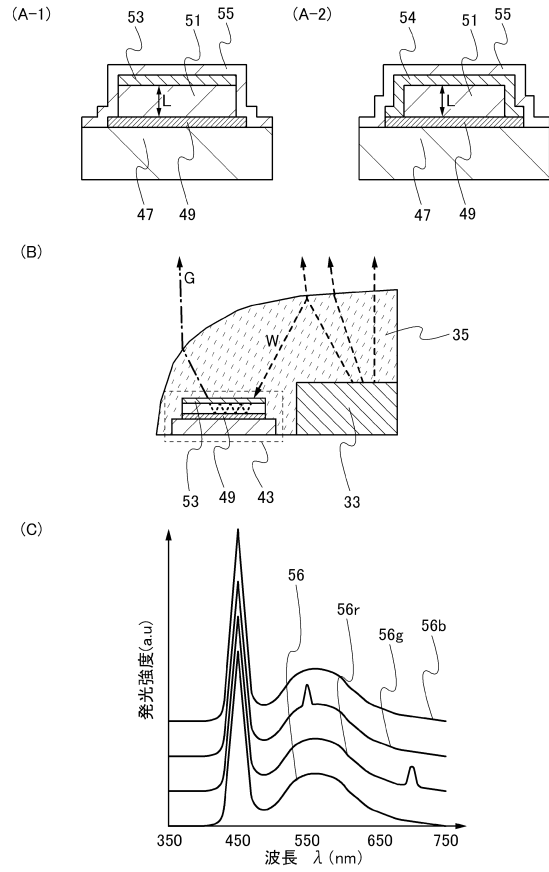
【0184】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

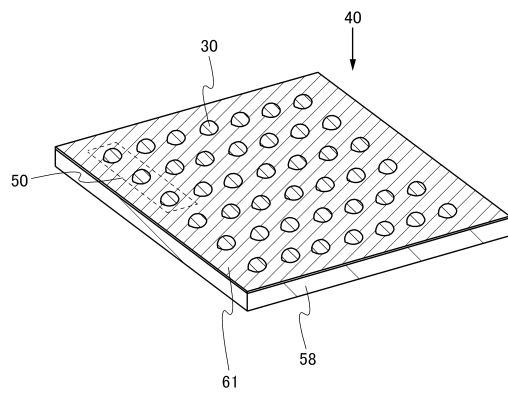
【図 1】



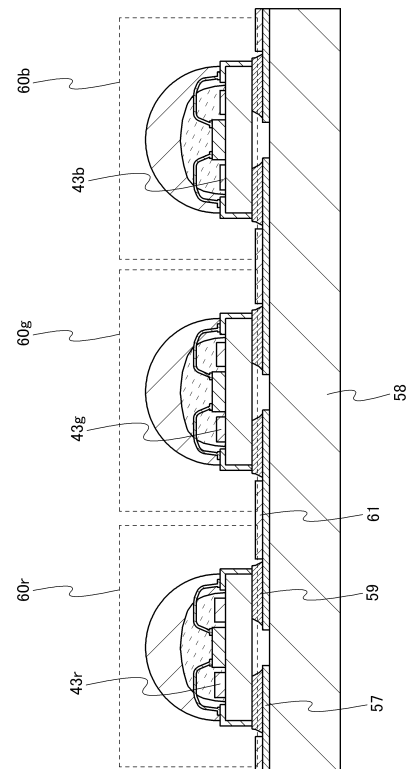
【図 2】



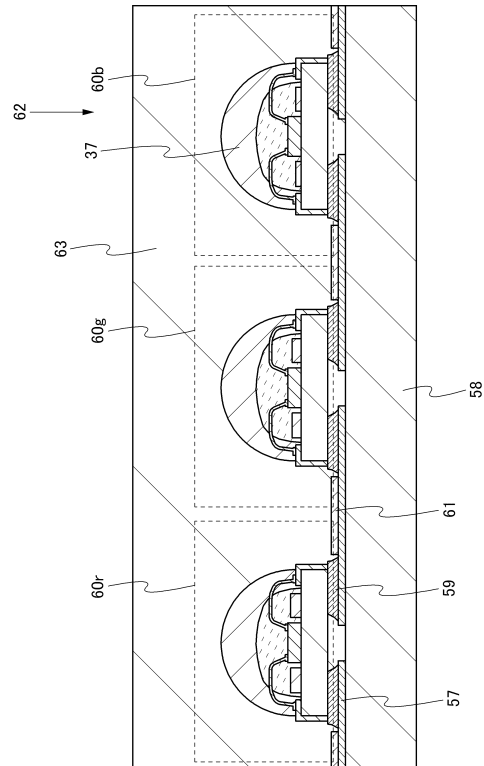
【図 3】



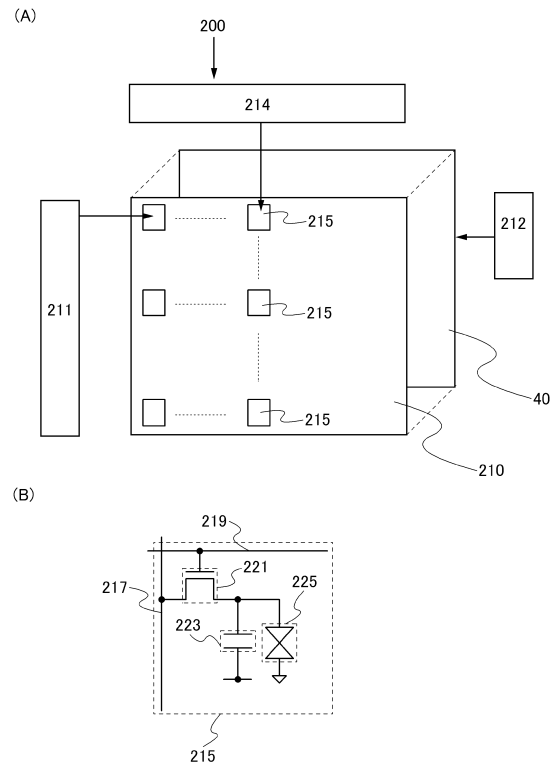
【図 4】



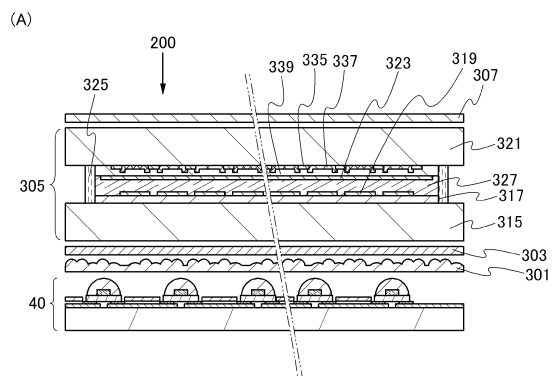
【図 5】



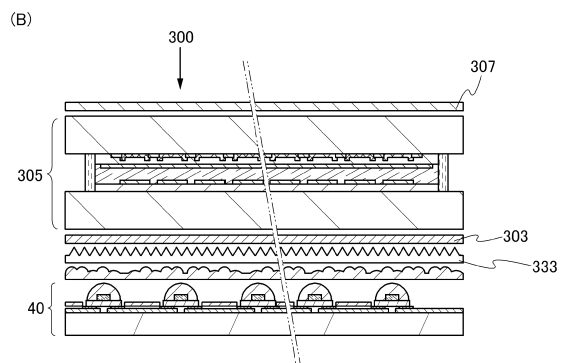
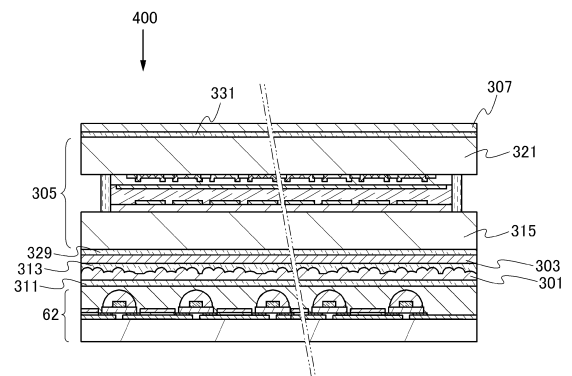
【図 6】



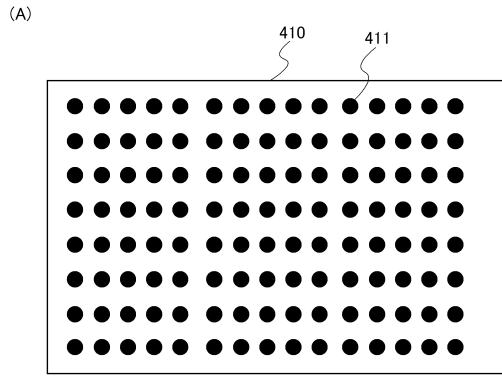
【図 7】



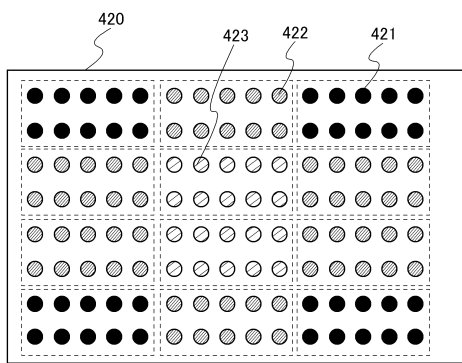
【図 8】



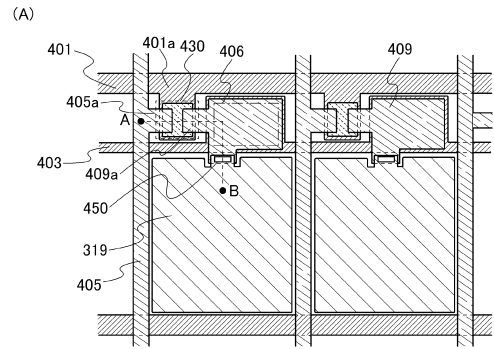
【図 9】



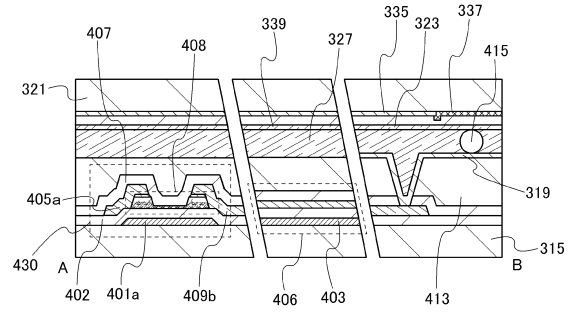
(B)



【図 10】

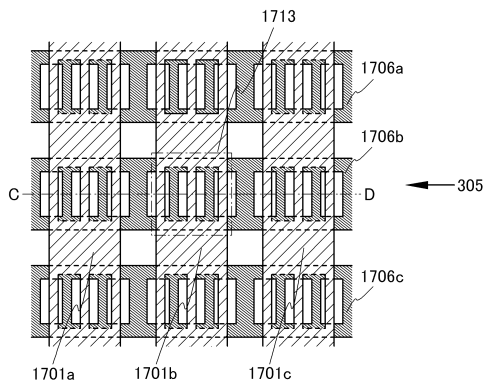


(B)

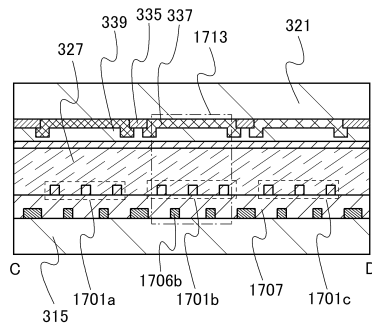


【図 11】

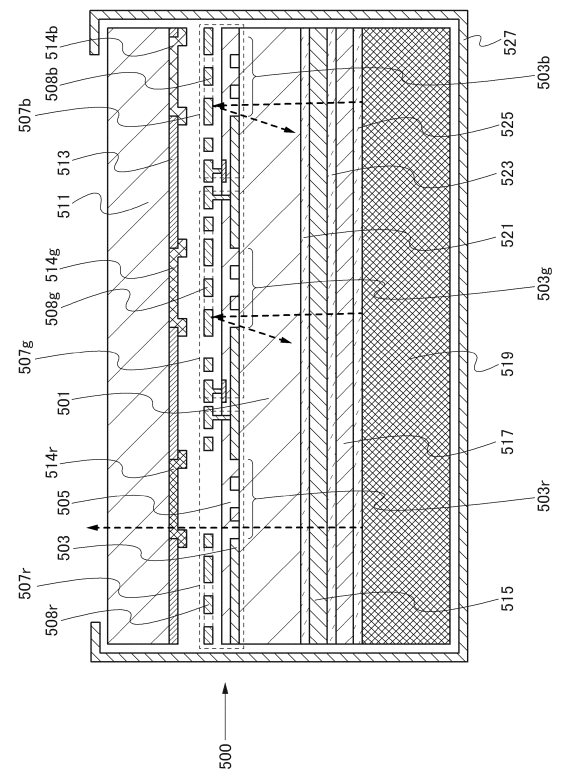
(A)



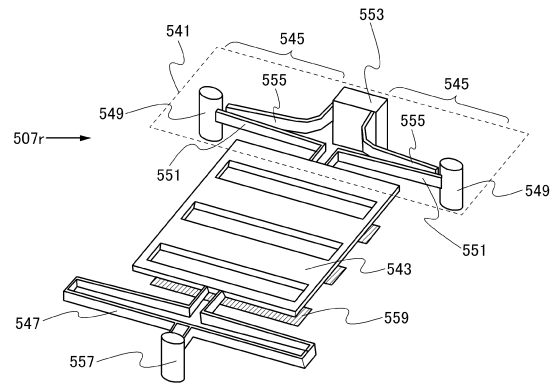
(B)



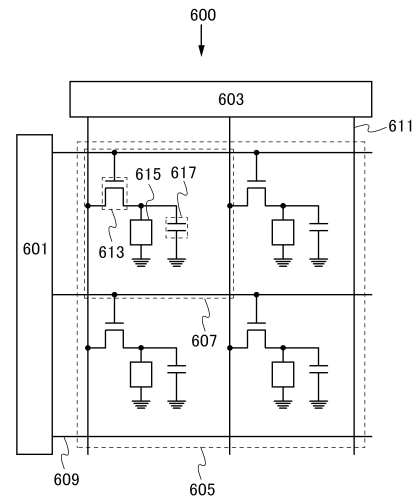
【図 12】



【 図 1 3 】

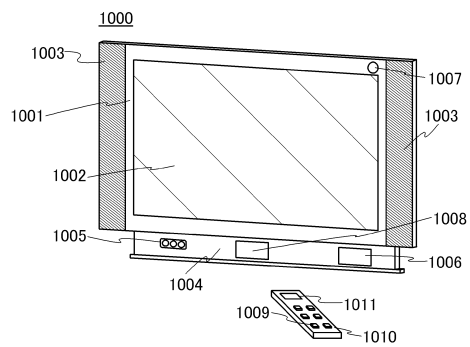


【 図 1 4 】

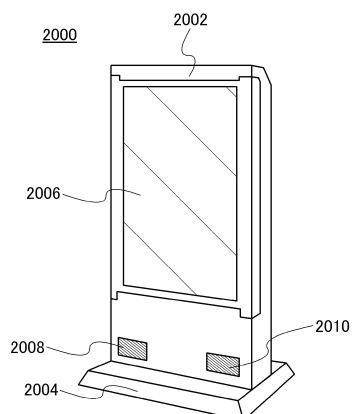


【 図 1 5 】

(A)



(B)



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
<i>F 2 1 S</i>	<i>2/00</i>	<i>(2016.01)</i>	<i>F 2 1 V</i>	<i>3/00</i> <i>5 1 0</i>
<i>F 2 1 Y</i>	<i>115/10</i>	<i>(2016.01)</i>	<i>F 2 1 S</i>	<i>2/00</i> <i>4 8 2</i>
			<i>F 2 1 Y</i>	<i>101:02</i>

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 0 / 0 8 7 0 4 9 (W O , A 1)
 特開 2 0 0 5 - 3 1 1 1 5 3 (J P , A)
 特開 2 0 0 6 - 3 5 1 8 0 8 (J P , 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
F 2 1 S	2 / 0 0		
F 2 1 V	3 / 0 0		
F 2 1 V	3 / 0 4		
F 2 1 V	1 9 / 0 0		
G 0 2 F	1 / 1 3 3 5 7		
F 2 1 Y	1 1 5 / 1 0		