

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7176552号  
(P7176552)

(45)発行日 令和4年11月22日(2022.11.22)

(24)登録日 令和4年11月14日(2022.11.14)

(51)国際特許分類		F I	
H 0 5 B	33/24 (2006.01)	H 0 5 B	33/24
G 0 2 B	5/08 (2006.01)	G 0 2 B	5/08 A
G 0 2 B	5/20 (2006.01)	G 0 2 B	5/20 1 0 1
G 0 9 F	9/30 (2006.01)	G 0 9 F	9/30 3 6 5
H 0 1 L	27/32 (2006.01)	H 0 1 L	27/32
請求項の数 9 (全23頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2020-145743(P2020-145743)	(73)特許権者	000002369
(22)出願日	令和2年8月31日(2020.8.31)		セイコーエプソン株式会社
(65)公開番号	特開2022-40833(P2022-40833A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43)公開日	令和4年3月11日(2022.3.11)	(74)代理人	110003177弁理士法人旺知国際特許事
審査請求日	令和3年2月17日(2021.2.17)		務所
		(72)発明者	色部 潤
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイ
			コーエブソン株式会社内
		審査官	横川 美穂
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 電気光学装置および電子機器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、  
反射性および光透過性を有する半透過反射層と、  
前記基板と前記半透過反射層との間に配置される反射層と、  
前記反射層と前記半透過反射層との間に配置される発光層と、  
画素に対応して配置され、前記発光層から出射される光が入射するレンズ部と、  
を備え、  
前記反射層と前記半透過反射層との間の光学距離  $L_0$  は、前記発光層の発光スペクトルのピーク波長を  $\lambda$ 、自然数を  $m$ 、とするとき、下記の(式1)を満たし、  
$$L_0 > (m + 1 / 2) \lambda / 2 \quad (式1)$$

10

前記反射層と前記半透過反射層との間での前記基板の主面の法線方向に向かう光の強度を最大とする基準光学距離  $L_{p1}$  が、前記光学距離  $L_0$  よりも0を超え4.5以下だけ大きいことを特徴とする電気光学装置。

【請求項2】

基板と、  
反射性および光透過性を有する半透過反射層と、  
前記基板と前記半透過反射層との間に配置される反射層と、  
前記反射層と前記半透過反射層との間に配置される発光層と、  
画素に対応して配置され、前記発光層から出射される光が入射するレンズ部と、

20

を備え、

前記半透過反射層を透過し、前記基板の法線方向に対して傾斜する方向に向かう第 1 の光は、前記半透過反射層を透過し、前記基板の法線方向に向かう第 2 の光よりも強度が大きく、

前記反射層と前記半透過反射層との間での前記基板の主面の法線方向に向かう光の強度を最大とする基準光学距離  $L_{p1}$  が、前記光学距離  $L_0$  よりも 0 を超え 4.5 以下だけ大きいことを特徴とする電気光学装置。

【請求項 3】

前記第 1 の光は、前記レンズ部の中心よりも端部側を通ることを特徴とする請求項 2 に記載の電気光学装置。

【請求項 4】

前記第 1 の光は、前記レンズ部の前記端部を通ることを特徴とする請求項 3 に記載の電気光学装置。

【請求項 5】

(式 1) 中の  $m$  は、1 であることを特徴とする請求項 1 に記載の電気光学装置。

【請求項 6】

前記反射層と前記半透過反射層との間で所定の波長域の光を共振させる光共振構造を備え、

前記光共振構造による共振は、一次共振であることを特徴とする請求項 2 に記載の電気光学装置。

【請求項 7】

前記レンズ部の前記半透過反射層とは反対側に配置される着色層を備えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電気光学装置。

【請求項 8】

前記レンズ部は、着色層によって構成されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電気光学装置。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の電気光学装置と、

前記電気光学装置の動作を制御する制御部と、

を有することを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気光学装置および電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

有機 EL (エレクトロルミネッセンス) 素子等の発光素子を有する表示装置等の電気光学装置が知られている。

【0003】

特許文献 1 に記載の表示装置は、発光素子を有する。当該発光素子は、第 1 電極と、発光層を有する有機層と、第 2 電極と、を有する。第 1 電極と有機層と第 2 電極とは、この順で配置される。また、当該表示装置では、第 1 電極と有機層との界面と、第 2 電極と有機層との界面との間で、発光層で発光した光を共振させる光共振構造を有する。

【0004】

さらに、当該表示装置は、レンズ部および透明上部基板を有する。発光素子と透明上部基板との間にレンズ部が配置される。レンズ部には、発光層から第 2 電極を介して出射された光が通過する。当該表示装置では、レンズ部によって、透明上部基板と空気との界面で全反射を起こして空気中に出射できない光の光路を曲げることで、光の取り出し効率の向上を図っている。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【文献】特開 2 0 1 0 - 3 4 0 7 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

一般的に、光共振構造の共振条件は、表示装置の表示面を法線方向からみた場合、すなわち視野角  $0^\circ$  の場合に、光の強度が最も大きくなるよう設定される。具体的には、当該法線方向からみた場合に、発光素子から当該法線方向に出射される光のピーク波長が共振されるよう、光共振構造が有する光学距離が設定される。しかし、かかる光共振構造を採用すると、当該法線方向の光の強度が最も大きくなるため、レンズ部を設けても、レンズ部による光の取り出し効率の向上効果が十分に得られない。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明の電気光学装置の一態様は、基板と、反射性および光透過性を有する半透過反射層と、前記基板と前記半透過反射層との間に配置される反射層と、前記反射層と前記半透過反射層との間に配置される発光層と、画素に対応して配置され、前記発光層から出射される光が入射するレンズ部と、を備え、

前記反射層と前記半透過反射層との間の光学距離  $L_0$  は、前記発光層の発光スペクトルのピーク波長を  $\lambda_0$ 、自然数を  $m$ 、とすると、下記の(式1)を満たし、

20

$$L_0 > (m + 1/2) \lambda_0 / 2 \quad (\text{式 1})$$

前記反射層と前記半透過反射層との間での前記基板の主面の法線方向に向かう光の強度を最大とする基準光学距離  $L_{p1}$  が、前記光学距離  $L_0$  よりも  $0$  を超え  $4.5$  以下だけ大きいことを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

本発明の電気光学装置の一態様は、基板と、反射性および光透過性を有する半透過反射層と、前記基板と前記半透過反射層との間に配置される反射層と、前記反射層と前記半透過反射層との間に配置される発光層と、画素に対応して配置され、前記発光層から出射される光が入射するレンズ部と、を備え、

前記半透過反射層を透過し、前記基板の法線方向に対して傾斜する方向に向かう第1の光は、前記半透過反射層を透過し、前記基板の法線方向に向かう第2の光よりも強度が大きく、

30

前記反射層と前記半透過反射層との間での前記基板の主面の法線方向に向かう光の強度を最大とする基準光学距離  $L_{p1}$  が、前記光学距離  $L_0$  よりも  $0$  を超え  $4.5$  以下だけ大きいことを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

本発明の電子機器の一態様は、前述の電気光学装置と、前記電気光学装置の動作を制御する制御部と、を有する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

40

【図1】第1実施形態の電気光学装置を模式的に示す平面図である。

【図2】図1に示すサブ画素の等価回路図である。

【図3】素子基板の一部を示す平面図である。

【図4】図1に示す電気光学装置の断面図である。

【図5】図1に示す電気光学装置の断面図である。

【図6】図1に示す電気光学装置に含まれる発光素子の配向特性を示す図である。

【図7】基準光学距離を有する光共振構造を用いた場合の光の強度を説明するための図である。

【図8】第1実施形態の光学距離を有する光共振構造を用いた場合の光の強度を説明するための図である。

50

【図 9】電気光学装置から出射される光の角度と強度との関係を示すシミュレーション結果である。

【図 10】光学距離を変化させた場合の緑色光の強度を示すシミュレーション結果である。

【図 11】透光層の厚さを変化させた場合の緑色光の強度を示すシミュレーション結果である。

【図 12】図 11 に示す厚さの変化に応じて透光層の光路長が変化した場合の緑色光の強度を示すシミュレーション結果である。

【図 13】レンズ部を省略した場合の緑色光の強度を示すシミュレーション結果である。

【図 14】図 13 に示す厚さの変化に応じて透光層の光路長が変化した場合の緑色光の強度を示すシミュレーション結果である。

【図 15】第 2 実施形態の電気光学装置を示す断面図である。

【図 16】第 3 実施形態の電気光学装置を示す断面図である。

【図 17】電子機器の一例である虚像表示装置の一部を模式的に示す平面図である。

【図 18】電子機器の一例であるパーソナルコンピュータを示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、添付図面を参照しながら本発明に係る好適な実施形態を説明する。なお、図面において各部の寸法や縮尺は実際のものと適宜異なり、理解を容易にするために模式的に示す部分もある。また、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られない。

【0012】

1. 電気光学装置 100

1A. 第 1 実施形態

1A-1. 電気光学装置 100 の全体構成

図 1 は、第 1 実施形態の電気光学装置 100 を模式的に示す平面図である。なお、以下では、説明の便宜上、互いに直交する X 軸、Y 軸および Z 軸を適宜用いて説明する。また、X 軸に沿う一方向を X1 方向とし、X1 方向とは反対の方向を X2 方向とする。同様に、Y 軸に沿う一方向を Y1 方向とし、Y1 方向とは反対の方向を Y2 方向とする。Z 軸に沿う一方向を Z1 方向とし、Z1 方向とは反対の方向を Z2 方向とする。Z1 方向または Z2 方向から電気光学装置 100 をみることを「平面視」とする。

【0013】

図 1 に示す電気光学装置 100 は、有機 EL（エレクトロルミネッセンス）を利用してフルカラーの画像を表示する装置である。なお、画像には、文字情報のみを表示するものが含まれる。電気光学装置 100 は、例えば、ヘッドマウントディスプレイ等に好適に用いられるマイクロディスプレイである。

【0014】

電気光学装置 100 は、画像を表示する表示領域 A10 と、平面視で表示領域 A10 の周囲を囲む周辺領域 A20 と、を有する。図 1 に示す例では、表示領域 A10 の平面視での形状が四角形であるが、これに限定されず、他の形状でもよい。

【0015】

表示領域 A10 は、複数の画素 P を有する。各画素 P は、画像の表示における最小単位である。本実施形態では、複数の画素 P は、X1 方向および Y2 方向に行列状に配置される。各画素 P は、赤色の波長域の光が得られるサブ画素 PR と、青色の波長域の光が得られるサブ画素 PB と、緑色の波長域の光が得られるサブ画素 PG と、を有する。サブ画素 PB、サブ画素 PG およびサブ画素 PR によって、カラー画像の 1 つの画素 P が構成される。以下では、サブ画素 PB、サブ画素 PG およびサブ画素 PR を区別しない場合、サブ画素 P0 と表記する。

【0016】

青色の波長域は緑色の波長域よりも短い波長域であり、緑色の波長域は赤色の波長域よりも短い波長域である。当該赤色の波長域は、580nm を超え、700nm 以下である

10

20

30

40

50

。当該緑色の波長域は、 $500\text{ nm}$ 以上、 $580\text{ nm}$ 以下である。当該青色の波長域は、 $400\text{ nm}$ 以上、 $500\text{ nm}$ 未満である。

【0017】

画素 $P$ ごとに、サブ画素 $P_B$ 、 $P_R$ および $P_G$ の3つのサブ画素 $P_0$ が設けられる。サブ画素 $P_0$ は、画素 $P$ を構成する要素である。サブ画素 $P_0$ は、独立して制御される最小単位である。本実施形態では、サブ画素 $P_0$ の配列は、レクタングル配列である。本実施形態では、画素 $P$ が有する3つのサブ画素 $P_0$ のうちサブ画素 $P_G$ の面積が最も大きい。なお、サブ画素 $P_B$ または $P_R$ の面積が最も大きくてもよい。

【0018】

電気光学装置100は、素子基板1と、光透過性を有する透光性基板7とを有する。電気光学装置100は、いわゆるトップエミッション構造であり、透光性基板7を透過して光を出射する。なお、素子基板1と透光性基板7とが重なる方向は、 $Z_1$ 方向または $Z_2$ 方向と一致する。また、光透過性とは、可視光に対する透過性を意味し、好ましくは可視光の透過率が50%以上であることをいう。

【0019】

素子基板1は、データ線駆動回路101と、走査線駆動回路102と、制御回路103と、複数の外部端子104とを有する。データ線駆動回路101、走査線駆動回路102、制御回路103および複数の外部端子104は、周辺領域A20に配置される。データ線駆動回路101および走査線駆動回路102は、複数のサブ画素 $P_0$ を構成する各部の駆動を制御する周辺回路である。制御回路103は、画像の表示を制御する。制御回路103には、図示しない上位回路から画像データが供給される。制御回路103は、当該画像データに基づく各種信号をデータ線駆動回路101および走査線駆動回路102に供給する。図示しないが、外部端子104には、上位回路との電氣的な接続を図るためのFPC (Flexible printed circuits) 基板等が接続される。また、素子基板1には、図示しない電源回路が電氣的に接続される。

【0020】

透光性基板7は、素子基板1が有する後述の発光部2および着色層5を保護する対向基板である。透光性基板7は、例えば、ガラス基板または石英基板で構成される。

【0021】

図2は、図1に示すサブ画素 $P_0$ の等価回路図である。素子基板1には、複数の走査線13、複数のデータ線14、複数の給電線15および複数の給電線16が設けられる。図2では、1つのサブ画素 $P_0$ とこれに対応する要素とが代表的に図示される。

【0022】

走査線13は $X_1$ 方向に延び、データ線14は $Y_1$ 方向に延びる。なお、図示はしないが、複数の走査線13と複数のデータ線14とは、格子状に配列される。また、走査線13は図1に示す走査線駆動回路102に接続され、データ線14は図1に示すデータ線駆動回路101に接続される。

【0023】

図2に示すように、サブ画素 $P_0$ は、発光素子20と、発光素子20の駆動を制御する画素回路30とを含む。発光素子20は、OLED (有機発光ダイオード) で構成される。発光素子20は、画素電極23と、共通電極25と、発光層240とを有する。

【0024】

画素電極23には、画素回路30を介して給電線15が電氣的に接続される。一方、共通電極25には、給電線16が電氣的に接続される。ここで、給電線15には、図示しない電源回路から高位側の電源電位 $V_{el}$ が供給される。給電線16には、図示しない電源回路から低位側の電源電位 $V_{ct}$ が供給される。画素電極23が陽極として機能し、共通電極25が陰極として機能する。発光素子20では、画素電極23から供給される正孔と、共通電極25から供給される電子とが発光層240で再結合することにより、発光層240が光を発光する。なお、画素電極23はサブ画素 $P_0$ ごとに設けられており、画素電極23は他の画素電極23とは独立して制御される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 5 】

画素回路 3 0 は、スイッチング用トランジスタ 3 1 と、駆動用トランジスタ 3 2 と、保持容量 3 3 とを有する。スイッチング用トランジスタ 3 1 のゲートは、走査線 1 3 に電氣的に接続される。また、スイッチング用トランジスタ 3 1 のソースまたはドレインのうちの一方が、データ線 1 4 に電氣的に接続され、他方が、駆動用トランジスタ 3 2 のゲートに電氣的に接続される。また、駆動用トランジスタ 3 2 のソースまたはドレインのうちの一方が、給電線 1 5 に電氣的に接続され、他方が、画素電極 2 3 に電氣的に接続される。また、保持容量 3 3 の一方の電極は、駆動用トランジスタ 3 2 のゲートに接続され、他方の電極は、給電線 1 5 に接続される。

## 【 0 0 2 6 】

以上の画素回路 3 0 では、走査線駆動回路 1 0 2 が走査信号をアクティブにすることで走査線 1 3 が選択されると、選択されるサブ画素 P 0 に設けられるスイッチング用トランジスタ 3 1 がオンされる。すると、データ線 1 4 からデータ信号が、選択される走査線 1 3 に対応する駆動用トランジスタ 3 2 に供給される。駆動用トランジスタ 3 2 は、供給されるデータ信号の電位、すなわちゲートおよびソース間の電位差に応じた電流を発光素子 2 0 に対して供給する。そして、発光素子 2 0 は、駆動用トランジスタ 3 2 から供給される電流の大きさに応じた輝度で発光する。また、走査線駆動回路 1 0 2 が走査線 1 3 の選択を解除してスイッチング用トランジスタ 3 1 がオフされた場合、駆動用トランジスタ 3 2 のゲートの電位は、保持容量 3 3 により保持される。このため、発光素子 2 0 は、スイッチング用トランジスタ 3 1 がオフされた後も、発光素子 2 0 の発光を維持することができる。

## 【 0 0 2 7 】

なお、前述の画素回路 3 0 の構成は、図示の構成に限定されない。例えば、画素回路 3 0 は、画素電極 2 3 と駆動用トランジスタ 3 2 との間の導通を制御するトランジスタをさらに備えてもよい。

## 【 0 0 2 8 】

## 1 A - 2 . 素子基板 1

図 3 は、図 1 に示す素子基板 1 の一部を示す平面図である。図 3 では、1 つの画素 P の要素が代表的に図示される。以下では、サブ画素 P R に関連する要素の符号の末尾に「 R 」を付し、サブ画素 P G に関連する要素の符号の末尾に「 G 」を付し、サブ画素 P B に関連する要素の符号の末尾に「 B 」を付す。なお、発光色ごとに区別しない場合には、符号の末尾の「 B 」、「 G 」および「 R 」を省略する。

## 【 0 0 2 9 】

図 3 に示すように、素子基板 1 は、画素 P ごとに、発光素子 2 0 R、2 0 B、2 0 G 1 および 2 0 G 2 の組を有する。発光素子 2 0 R は、サブ画素 P R に設けられる発光素子 2 0 である。発光素子 2 0 B は、サブ画素 P B に設けられる発光素子 2 0 である。発光素子 2 0 G 1 および 2 0 G 2 のそれぞれは、サブ画素 P G に設けられる発光素子 2 0 である。

## 【 0 0 3 0 】

発光素子 2 0 G 1 および 2 0 G 2 は、サブ画素 P G ごとに、1 つの画素回路 3 0 を共用する。したがって、発光素子 2 0 G 1 および 2 0 G 2 で、1 つの発光素子 2 0 G と捉えてもよい。

## 【 0 0 3 1 】

発光素子 2 0 R は、赤色の波長域を含む波長域の光を発する発光領域 A R を有する。発光素子 2 0 B は、青色の波長域を含む波長域の光を発する発光領域 A B を有する。発光素子 2 0 G 1 は、緑色の波長域を含む波長域の光を発する発光領域 A G 1 を有する。発光素子 2 0 G 2 は、緑色の波長域を含む波長域の光を発する発光領域 A G 2 を有する。

## 【 0 0 3 2 】

また、図 3 に示す例では、発光領域 A R、A G 1、A G 2 および A B のそれぞれの平面視での形状は、八角形である。発光領域 A R および A B の各面積は、発光領域 A G 1 および A G 2 の面積の合計よりも小さい。当該面積とは、平面視での面積をいう。なお、発光

10

20

30

40

50

領域 A R、A G 1、A G 2 および A B の平面視での形状は、互いに異なってもよいし、互いに等しくてもよい。

【 0 0 3 3 】

図 4 および図 5 のそれぞれは、図 1 の電気光学装置 1 0 0 の断面図である。図 4 は、サブ画素 P R および P G の断面に相当し、図 5 は、サブ画素 P B および P G の断面に相当する。すなわち、図 4 は、図 1 中の A 1 - A 1 の断面に相当し、図 5 は、図 1 中の A 2 - A 2 線の断面に相当する。

【 0 0 3 4 】

図 4 および図 5 に示すように、素子基板 1 は、基板 1 0 と、発光部 2 と、封止層 4 と、第 1 層 8 1 と、第 2 層 8 2 と、着色層 5 とを有する。また、発光部 2 は、前述の複数の発光素子 2 0 を有する。なお、前述の透光性基板 7 は、接着層 7 0 により素子基板 1 に接合される。

【 0 0 3 5 】

基板 1 0 は、詳細な図示はしないが、例えばシリコン基板上に、前述の画素回路 3 0 が形成された配線基板である。なお、シリコン基板の代わりに、例えば、ガラス基板、樹脂基板またはセラミックス基板が用いられてもよい。また、詳細な図示はしないが、画素回路 3 0 が有する前述の各トランジスタは、M O S 型トランジスタ、薄膜トランジスタまたは電界効果トランジスタのいずれでもよい。画素回路 3 0 が有するトランジスタがアクティブ層を有する M O S 型トランジスタである場合、当該アクティブ層は、シリコン基板で構成されてもよい。また、画素回路 3 0 が有する各要素および各種配線の材料としては、例えば、ポリシリコン、金属、金属シリサイドおよび金属化合物等の導電材料が挙げられる。また、基板 1 0 は、第 2 封止層 4 2 側の主面 1 0 9 を有する。基板 1 0 の主面 1 0 9 の法線方向は、Z 1 方向と平行である。また、基板 1 0 の主面 1 0 9 は、電気光学装置 1 0 0 の表示面である透光性基板 7 の上面と平行である。

【 0 0 3 6 】

基板 1 0 上には、発光部 2 が配置される。発光部 2 は、反射層 2 6 と、絶縁層 2 1 と、透光層 2 2 と、素子分離層 2 2 0 と、複数の画素電極 2 3 と、有機層 2 4 と、共通電極 2 5 とを有する。複数の画素電極 2 3 は、透光層であり、共通電極 2 5 は、半透過反射層である。発光部 2 は、これらの要素によって前述の複数の発光素子 2 0 を形成する。なお、有機層 2 4 および共通電極 2 5 は、複数の発光素子 2 0 で共通である。また、有機層 2 4 は、前述の発光層 2 4 0 を有する。

【 0 0 3 7 】

反射層 2 6 は、基板 1 0 と共通電極 2 5 との間に配置される。反射層 2 6 は、光反射性を有する複数の反射部 2 6 1 を含む。光反射性とは、可視光に対する反射性を意味し、好ましくは可視光の反射率が 5 0 % 以上であることをいう。各反射部 2 6 1 は、発光層 2 4 0 で発する光を反射する。なお、複数の反射部 2 6 1 は、図示はしないが、平面視で、複数のサブ画素 P 0 に対応して配置される。反射層 2 6 の材料としては、例えば、A l ( アルミニウム )、C u ( 銅 ) および A g ( 銀 ) 等の金属、あるいはこれらの金属の合金が挙げられる。なお、反射層 2 6 は、画素回路 3 0 と電氣的に接続される配線としての機能を有してもよい。また、図示は省略するが、反射層 2 6 と絶縁層 2 1 との間には、反射層 2 6 の光反射性を高めるための光透過性および絶縁性を有する増反射膜が配置されてもよい。当該増反射膜は、例えば、酸化シリコン膜である。

【 0 0 3 8 】

絶縁層 2 1 は、反射層 2 6 上に配置されるとともに、反射層 2 6 が有する複数の反射部 2 6 1 の間を埋める。絶縁層 2 1 は、例えば、窒化シリコン ( S i N ) 膜で構成される。なお、詳細な図示はしないが、絶縁層 2 1 は、例えば、複数の層の積層体である。

【 0 0 3 9 】

絶縁層 2 1 上には、複数のコンタクト電極 2 8 が配置される。コンタクト電極 2 8 は、発光素子 2 0 ごとに設けられる。コンタクト電極 2 8 は、画素回路 3 0 と画素電極 2 3 とを電氣的に接続する。なお、コンタクト電極 2 8 と絶縁層 2 1 との間には、酸化シリコン

10

20

30

40

50

等の絶縁材料で形成される絶縁部 27 が設けられる。また、コンタクト電極 28 の材料は、例えば、タングステン (W)、チタン (Ti) および窒化チタン (TiN) 等の導電材料である。

#### 【0040】

絶縁層 21 上には、透光層 22 が配置される。透光層 22 は、絶縁性を有する複数の膜で構成される。具体的には、透光層 22 は、第 1 絶縁膜 221 および第 2 絶縁膜 222 を有する。第 1 絶縁膜 221 は、サブ画素 PR に配置され、サブ画素 PB および PG に配置されない。第 1 絶縁膜 221 上には、第 2 絶縁膜 222 が配置される。第 2 絶縁膜 222 は、サブ画素 PR および PG に配置され、サブ画素 PB に配置されない。透光層 22 の材料としては、例えば、酸化ケイ素および窒化ケイ素等のケイ素系の無機材料が挙げられる。

10

#### 【0041】

透光層 22 上には、複数の画素電極 23 が配置される。画素電極 23 は、発光素子 20 ごとに設けられる。図示はしないが、各画素電極 23 は、平面視で、対応する反射部 261 に重なる。各画素電極 23 は、光透過性および導電性を有する透明電極である。画素電極 23 の材料としては、ITO (Indium Tin Oxide) および IZO (Indium Zinc Oxide) 等の透明導電材料が挙げられる。なお、画素電極 23R は、サブ画素 PR に設けられる画素電極 23 である。画素電極 23G1 および 23G2 は、サブ画素 PG に設けられる画素電極 23 である。画素電極 23G1 および 23G2 は、分離されて形成されたものでも良いし、一体となって形成されたものでも良い。画素電極 23B は、サブ画素 PB に設けられる画素電極 23 である。

20

#### 【0042】

また、透光層 22 上には、複数の開口を有する素子分離層 220 が配置される。素子分離層 220 は、複数の画素電極 23 の各外縁を覆う。素子分離層 220 によって、複数の画素電極 23 は互いに電氣的に絶縁される。素子分離層 220 が有する複数の開口により、複数の発光領域 A が規定される。また、有機層 24 と画素電極 23 とが接する領域として発光領域 A を規定することもできる。具体的には、発光領域 AR と、発光領域 AG1 と、発光領域 AG2 と、発光領域 AB とが規定される。素子分離層 220 の材料としては、例えば、酸化ケイ素および窒化ケイ素等のケイ素系の無機材料が挙げられる。

#### 【0043】

複数の画素電極 23 上には、有機層 24 が配置される。有機層 24 は、反射層 26 と共通電極 25 との間に配置される。有機層 24 は、有機発光材料を含む発光層 240 を含む。有機発光材料は、発光性の有機化合物である。また、有機層 24 は、発光層 240 以外に、例えば、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層および電子注入層等を含む。有機層 24 は、青色、緑色および赤色の各発光色が得られる発光層 240 を含んで白色発光を実現する。なお、有機層 24 の構成は、前述の構成に特に限定されるものではなく、公知の構成を適用することができる。

30

#### 【0044】

有機層 24 上には、共通電極 25 が配置される。共通電極 25 は、発光層 240 と着色層 5 との間に配置される。共通電極 25 は、光反射性および光透過性を有する。また、共通電極 25 は、導電性を有する。共通電極 25 は、例えば、MgAg 等の Ag を含む合金で形成される。

40

#### 【0045】

以上の発光部 2 では、発光素子 20R は、反射部 261 と絶縁層 21 と第 1 絶縁膜 221 と第 2 絶縁膜 222 と素子分離層 220 と画素電極 23R と有機層 24 と共通電極 25 とを有する。発光素子 20G1 は、反射部 261 と絶縁層 21 と第 2 絶縁膜 222 と素子分離層 220 と画素電極 23G1 と有機層 24 と共通電極 25 とを有する。発光素子 20G2 は、反射部 261 と絶縁層 21 と第 2 絶縁膜 222 と素子分離層 220 と画素電極 23G2 と有機層 24 と共通電極 25 とを有する。発光素子 20B は、反射部 261 と絶縁層 21 と素子分離層 220 と画素電極 23B と有機層 24 と共通電極 25 とを有する。

#### 【0046】

50



また、各発光素子 20 は、所定の波長域の光を反射層 26 と共通電極 25 との間で共振させる光共振構造 29 を有する。光共振構造 29 については後で説明する。

【0047】

複数の発光素子 20 上には、封止層 4 が配置される。封止層 4 は、複数の発光素子 20 を保護する。具体的には、封止層 4 は、複数の発光素子 20 を外部から保護するために複数の発光素子 20 を封止する封止層である。封止層 4 は、ガスバリア性を有しており、例えば、各発光素子 20 を外部の水分または酸素等から保護する。封止層 4 が設けられていることで、封止層 4 が設けられていない場合に比べ、発光素子 20 の劣化を抑制することができる。このため、電気光学装置 100 の品質信頼性を高めることができる。また、封止層 4 は、光透過性を有する。

10

【0048】

封止層 4 は、第 1 封止層 41 と、第 2 封止層 42 と、第 3 封止層 43 とを有する。第 1 封止層 41、第 2 封止層 42 および第 3 封止層 43 は、この順に基板 10 から遠ざかる方向に向かって積層される。第 1 封止層 41、第 2 封止層 42 および第 3 封止層 43 は、光透過性および絶縁性を有する。第 1 封止層 41 および第 3 封止層 43 の各材料は、例えば、酸化シリコン (SiO<sub>2</sub>) 等の無機化合物である。第 2 封止層 42 は、第 3 封止層 43 に平坦な面を提供するための平坦化層である。第 2 封止層 42 の材料は、例えば、エポキシ樹脂等の樹脂、または無機化合物である。なお、封止層 4 は、3 つの層を有するが、1 つ、2 つ、または 4 つ以上の層を有してもよい。

【0049】

20

封止層 4 上には、第 1 層 81 が配置される。第 1 層 81 は、光透過性および絶縁性を有する。第 1 層 81 は、複数の凹部 811 を有する。凹部 811 は、画素 P に対応して配置される。具体的には、本実施形態では、凹部 811 は、画素 P が有する発光素子 20 ごとに配置される。

【0050】

第 1 層 81 上には、第 2 層 82 が配置される。第 2 層 82 は、光透過性および絶縁性を有する。第 2 層 82 は、複数のレンズ部 821 を有する層である。複数のレンズ部 821 は、複数の凹部 811 に 1 対 1 で配置される。各レンズ部 821 は、着色層 5 から Z2 方向に向かって突出する凸部である。各レンズ部 821 は、凹部 811 の面に接し、共通電極 25 側に張り出す曲面を有する。当該曲面は、レンズ面として機能する。また、当該曲面は、共通電極 25 に向かって突出する。かかるレンズ部 821 には、発光層 240 から出射される光が入射する。

30

【0051】

図 3 に示すように、レンズ部 821 は、サブ画素 P0 に対応して配置される。本実施形態では、サブ画素 P0 が有する発光素子 20 ごとに配置される。具体的には、各レンズ部 821 は、平面視で発光素子 20 と重なる。各レンズ部 821 は、対応する発光素子 20 から発せられる光を透過させる。なお、サブ画素 PG には、2 つのレンズ部 821 が設けられるが、1 つのレンズ部 821 のみが設けられてもよい。この場合、当該 1 つのレンズ部 821 は、平面視で発光素子 20 G1 および 20 G2 と重なる。

【0052】

40

第 1 層 81 の材料と第 2 層 82 の材料とは、互いに異なる。各材料は、光透過性を有すればよいが、例えば酸化ケイ素等の無機材料、または樹脂材料である。第 1 層 81 の屈折率は、第 2 層 82 の屈折率よりも高い。よって、レンズ部 821 を透過する光は、レンズ部 821 のレンズ面で集光するように屈折する。レンズ部 821 を有することで、発光素子 20 から広がりながら Z1 方向に向かって発せられる光を集光させることができる。よって、レンズ部 821 を有さない場合に比べ、光の取り出し効率を向上させることができる。

【0053】

なお、本実施形態では、第 1 層 81 が存在するが、第 1 層 81 は省略されてもよい。この場合、封止層 4 にレンズ部 821 を形成するための凹部が形成される。ただし、第 1 層

50

８１が存在することで、封止層４に凹みを形成しなくて済む。よって、凹みが形成されることによる封止層４の封止性能の低下が抑制される。

【００５４】

図４および図５に示すように、第２層８２上には着色層５が配置される。着色層５は、所定の波長域の光を選択的に透過させるカラーフィルターである。当該所定の波長域は、色ごとのピーク波長 ０を含んでいる。着色層５を備えることで、着色層５を備えていない場合に比べ、各サブ画素Ｐ０から発せられる光の色純度を高めることができる。着色層５は、例えば、色材を含むアクリル系の感光性樹脂材料等の樹脂材料で構成される。当該色材は、顔料または染料である。

【００５５】

着色層５は、サブ画素ＰＲに対応して設けられる着色部５０Ｒ、サブ画素ＰＢに対応して設けられる着色部５０Ｂと、サブ画素ＰＧに対応して設けられる着色部５０Ｇと、を有する。サブ画素Ｐ０ごとに着色部５０が設けられる。着色部５０Ｒは、発光素子２０Ｒからの光のうち赤色の波長域の光を選択的に透過させるカラーフィルターである。着色部５０Ｂは、発光素子２０Ｂからの光のうち青色の波長域の光を選択的に透過させるカラーフィルターである。着色部５０Ｇは、発光素子２０Ｇ１および２０Ｇ２からの光のうち緑色の波長域の光を選択的に透過させるカラーフィルターである。

【００５６】

着色部５０Ｒ、５０Ｇおよび５０Ｂは、平面視で互いに重なる部分を有する。つまり、平面視で３色の着色部５０が重なっている部分が存在する。また、着色部５０Ｒと５０Ｂとは、平面視で互いに重なる部分を有する。同様に、着色部５０Ｂと５０Ｇとは、平面視で互いに重なる部分を有する。また、着色部５０Ｇと５０Ｒとは、平面視で互いに重なる部分を有する。なお、複数の着色部５０は、互いに重なっていてもよい。

【００５７】

以上の素子基板１上には、接着層７０を介して透光性基板７が接合される。接着層７０は、例えば、エポキシ樹脂およびアクリル樹脂等の樹脂材料を用いた透明な接着剤である。

【００５８】

１Ａ－３．光共振構造

前述のように、各発光素子２０は、所定の波長域の光を反射層２６と共通電極２５との間で共振させる光共振構造２９を有する。光共振構造２９は、有機層２４が有する発光層２４０で発光する光を反射層２６と共通電極２５との間で多重反射させ、所定の波長域の光を選択的に強める。

【００５９】

本実施形態では、発光素子２０Ｒ、２０Ｇおよび２０Ｂは互いに異なる光共振構造２９を有する。発光素子２０Ｒは、反射層２６と共通電極２５との間で赤色の波長域の光を強める光共振構造２９Ｒを有する。発光素子２０Ｇは、反射層２６と共通電極２５との間で緑色の波長域の光を強める光共振構造２９Ｇを有する。発光素子２０Ｂは、反射層２６と共通電極２５との間で青色の波長域の光を強める光共振構造２９Ｂを有する。このため、光共振効果によりサブ画素Ｐ０ごとに所望の波長域の光を強めて外部へ出射することができる。

【００６０】

光共振構造２９における共振波長は、反射層２６と共通電極２５との間の光学距離Ｌ０によって決まる。光学距離Ｌ０は、反射層２６の基板１０とは反対側の面と共通電極２５の封止層４側の面との間の距離と、これらの間の屈折率との積によって求められる。

【００６１】

本実施形態では、光学距離Ｌ０は、色ごとに調整される。よって、光学距離Ｌ０は、サブ画素Ｐ０ごとに異なる。具体的には、サブ画素ＰＲの光学距離Ｌ０は、赤色の波長域に対応して設定される。サブ画素ＰＧの光学距離Ｌ０は、緑色の波長域に対応して設定される。サブ画素ＰＢの光学距離Ｌ０は、青色の波長域に対応して設定される。

【００６２】

10

20

30

40

50

例えば、透光層 22 の厚さを異ならせることにより、光学距離  $L_0$  が調整される。この場合、透光層 22 は、光路調整層として機能する。また、この場合、透光層 22 の厚さは、サブ画素 PR、サブ画素 PG、およびサブ画素 PB の順に大きい。なお、光学距離  $L_0$  の調整方法は、透光層 22 の厚さによる調整方法に限定されない。例えば、サブ画素 PB、PG および PR ごとに画素電極 23 の厚さを異ならせることにより、光学距離  $L_0$  が調整されてもよい。また、例えば、サブ画素 PB、PG および PR ごとに屈折率を異ならせることにより、光学距離  $L_0$  が調整されてもよい。または、サブ画素 PB、PG および PR ごとに有機層 24 の厚さを異ならせても良いし、画素電極 23 の厚さを異ならせても良い。

#### 【0063】

光学距離  $L_0$  は、Z1 方向に向かう光の強度を最大とする場合の光学距離よりも長くなるように設定される。なお、Z1 方向に向かう光の強度を最大とする場合の光学距離を基準光学距離  $L_{p1}$  という。また、基準光学距離  $L_{p1}$  は、色ごとに異なる。

#### 【0064】

具体的には、光学距離  $L_0$  は、発光層 240 の発光スペクトルのピーク波長を  $\lambda$ 、自然数を  $m$ 、とすると、下記の (式 1) を満たす。

$$L_0 > (m + 1/2) \cdot \lambda / 2 \quad (\text{式 1})$$

なお、自然数は、0 (零) を含む。

#### 【0065】

光学距離  $L_0$  が上記の (式 1) を満たすことで、Z1 方向に向かう光の強度よりも、Z1 方向に対して傾斜する方向に向かう光の強度が大きくなる。なお、(式 1) 中の  $\lambda$  は、色ごとに異なる。

#### 【0066】

図 6 は、図 1 に示す電気光学装置 100 に含まれる発光素子 20 の配向特性を示す図である。光学距離  $L_0$  が (式 1) を満たすことで、電気光学装置 100 の配向特性は図 6 に示すようになる。図 6 に示す角度は、表示面の法線方向、すなわち Z1 方向に対する角度である。図 6 に示す例では、角度  $0^\circ$  における光の強度よりも、角度  $20^\circ$  程度における光の強度が大きい。つまり、Z1 方向に向かう光の強度よりも、Z1 方向に対して傾斜する方向に向かう光の強度が大きくなる。

#### 【0067】

図 7 は、基準光学距離  $L_{p1}$  を有する光共振構造 29z を用いた場合の光の強度を説明するための図である。図 8 は、第 1 実施形態の光学距離  $L_0$  を有する光共振構造 29 を用いた場合の光の強度を説明するための図である。

#### 【0068】

図 7 に示す光共振構造 29z は、基準光学距離  $L_{p1}$  を有する。図 7 に示すように、光共振構造 29z を用いた場合、発光素子 20 から出射される光 L のうち Z1 方向に向かう第 2 の光 LL2 の強度は、Z1 方向に対して傾斜する方向に向かう第 1 の光 LL1 の強度よりも大きくなる。そして、光共振構造 29z に対してレンズ部 821 を用いると、第 2 の光 LL2 はレンズ部 821 の中心を通り、第 1 の光 LL1 はレンズ部 821 の端部側を通る。レンズ部 821 を透過した第 2 の光 LL2 の強度は、第 1 の光 LL1 の強度よりも大きくなる。なお、レンズ部 821 の端部とは、レンズ部 821 の中心と縁との間の距離の半分の位置から縁までの領域である。

#### 【0069】

図 8 に示す本実施形態の光共振構造 29 は、光学距離  $L_0$  を有する。図 8 に示すように、本実施形態の光共振構造 29 を用いた場合、発光素子 20 から出射される光 L のうち Z1 方向に対して傾斜する方向に向かう第 1 の光 LL1 の強度は、Z1 方向に向かう第 2 の光 LL2 の強度よりも大きくなる。そして、レンズ部 821 を透過した第 1 の光 LL1 の強度は、第 2 の光 LL2 の強度よりも大きくなる。

#### 【0070】

図 9 は、電気光学装置 100 から出射される光の角度と強度との関係を示すシミュレー

10

20

30

40

50

ション結果である。図 9 中の破線は、基準光学距離  $L_{p1}$  を有する光共振構造 29z を用いた場合の結果である。図 9 中の実線は、本実施形態の光学距離  $L_0$  を有する光共振構造 29 を用いた場合の結果である。図 9 に示すように、本実施形態の光共振構造 29 とレンズ部 821 とを用いた場合、光共振構造 29z とレンズ部 821 を用いる場合に比べ、広い角度範囲で光の強度を大きくすることができる。

#### 【0071】

前述のように、光学距離  $L_0$  が（式 1）を満たすため、Z1 方向に向かう光の強度よりも、Z1 方向に対して傾斜する方向に向かう光の強度が大きくなる。よって、図 9 に示すように、本実施形態の光共振構造 29 を有する発光素子 20 と、レンズ部 821 とを用いることで、電気光学装置 100 における光の取り出し効率を向上させることができる。

10

#### 【0072】

なお、ある色の波長域に対応する光共振構造 29 の光学距離  $L_0$  は、当該ある色の波長域よりも長波長域における発光スペクトルのピーク波長に対応する光学距離よりも小さい。具体的には、光共振構造 29B の光学距離  $L_0$  は、緑色の波長域における発光スペクトルのピーク波長に対応する光学距離よりも小さい。より好ましくは、光共振構造 29B の光学距離  $L_0$  は、緑色の波長域における発光スペクトルのピーク波長に対応する光学距離と青色の波長域における発光スペクトルのピーク波長に対応する光学距離の差の半分の値よりも小さい。

#### 【0073】

具体的には、光学距離  $L_0$  は、発光層 240 の発光スペクトルのピーク波長を  $\lambda_0$ 、よりも長波長域における発光スペクトルのピーク波長を  $\lambda_1$ 、自然数を  $m$ 、とすると、好ましくは下記の（式 2）を満たす。

20

$$\{ (\lambda_1 - \lambda_0) / 2 \} / 2 > L_0 \quad (\text{式 2})$$

なお、自然数は、0（零）を含む。

光学距離  $L_0$  が（式 2）を満たすことで、満たさない場合に比べ、過度な色ずれを防ぎつつ、電気光学装置 100 における光の取り出し効率の向上を図ることができる。

#### 【0074】

また、前述のように、第 1 の光 LL1 は、レンズ部 821 の中心よりも端部側を通る。よって、レンズ部 821 の中心を通る光の強度よりも、レンズ部 821 の中心よりも端に近い位置を通る光の強度が大きくなる。そして、第 1 の光 LL1 は、レンズ部 821 の作用によって集光するようにして電気光学装置 100 から出射させる。このため、第 1 の光 LL1 がレンズ部 821 の中心に近い位置を通る場合に比べ、電気光学装置 100 における光の取り出し効率の向上を図ることができる。

30

#### 【0075】

特に、Z1 方向に対して傾斜する方向に向かう光がレンズ部 821 の端部を通るように光学距離  $L_0$  が設定される。この結果、光の取り出し効率を特に向上させることができる。すなわち、レンズ部 821 の端部において取り出したい光のピーク波長が最大となるように光学距離  $L_0$  が設定される。この結果、光の取り出し効率を特に向上させることができる。

#### 【0076】

40

また、上記の（式 1）中の  $m$  は、1 である。すなわち、光共振構造 29 による共振は、一次共振である。一次共振であることで、例えばゼロ次共振である場合に比べ、色純度を高く、かつ、光利用効率を高くすることができる。また、色純度および光利用効率が高いことにより、カラーフィルターの厚さを抑制でき、さらに、混色の割合が小さくなることから開口率を向上させることができる。

#### 【0077】

また、前述のように、レンズ部 821 上には、着色層 5 が配置される。具体的には、着色層 5 は、レンズ部 821 の共通電極 25 とは反対側に配置される。このため、着色層 5 上にレンズ部 821 が配置される場合に比べ、発光素子 20 とレンズ部 821 との距離を近づけやすい。よって、第 1 の光 LL1 のうちレンズ部 821 を通らない光の割合を少な

50

くすることができる。よって、例えば着色層 5 上にレンズ部 8 2 1 が配置される場合に比べ、光の取り出し効率を高めることができる。

【 0 0 7 8 】

図 1 0 は、光学距離  $L_0$  を変化させた場合における、電気光学装置 1 0 0 から出射される緑色光の強度を示すシミュレーション結果である。図 1 0 中の「ref」は、レンズ部 8 2 1 を備えず、基準光学距離  $L_{p1}$  を有する光共振構造 2 9 z を用いた場合の結果である。図 1 0 には、基準光学距離  $L_{p1}$  に対して光学距離  $L_0$  を大きくした場合の相対輝度と角度との関係が示される。具体的には、基準光学距離  $L_{p1}$  に対応する透光層 2 2 の厚さは 3 6 nm であり、光学距離  $L_0$  に対応する透光層 2 2 の厚さを基準光学距離  $L_{p1}$  に対応する透光層 2 2 の厚さである 3 6 nm から 6 6 nm までの範囲内で 1 nm ずつ大きくした場合の各結果が示される。

10

【 0 0 7 9 】

図 1 0 に示すように、光学距離  $L_0$  を基準光学距離  $L_{p1}$  よりも所定の範囲内で大きくすることにより、 $0^\circ$  以上  $12^\circ$  以下において光の強度を大きくすることができる。なお、図 1 0 には、一次共振での結果が示される。また、図 1 0 には、レンズ部 8 2 1 を用いた場合の結果が示される。

【 0 0 8 0 】

図 1 1 は、透光層 2 2 の厚さを変化させた場合の緑色光の強度を示すシミュレーション結果である。図 1 2 は、図 1 1 に示す厚さの変化に応じて透光層 2 2 の光路長を変化させた場合の緑色光の強度を示すシミュレーション結果である。なお、図 1 1 および図 1 2 は、レンズ部 8 2 1 を用いた場合の結果が示される。また、透光層 2 2 の光路長は、透光層 2 2 の光学距離と同意である。

20

【 0 0 8 1 】

図 1 1 には、透光層 2 2 の厚さに対する  $0^\circ$  以上  $12^\circ$  以下における光の強度の平均値が示される。なお、図 1 1 では、基準光学距離  $L_{p1}$  の場合の透光層 2 2 の厚さを 0 nm とする。図 1 1 中の横軸は、基準光学距離  $L_{p1}$  の場合の透光層 2 2 の厚さに対する、透光層 2 2 の厚さの増分が示される。なお、発光素子 2 0 のうち透光層 2 2 の厚さを変更したこと以外の変更はない。したがって、図 1 2 に示すように、透光層 2 2 の厚さが厚くなるほど、透光層 2 2 の光路長は大きくなる。なお、図 1 2 では、基準光学距離  $L_{p1}$  の場合の透光層 2 2 の光路長を 0 とする。図 1 2 中の横軸は、基準光学距離  $L_{p1}$  の場合の透光層 2 2 の光路長に対する、透光層 2 2 の光路長の増分が示される。

30

【 0 0 8 2 】

図 1 1 および図 1 2 では、レンズ部 8 2 1 を備え、基準光学距離  $L_{p1}$  の場合の光の強度を 1 とする。図 1 1 に示すように、透光層 2 2 の厚さが基準光学距離  $L_{p1}$  の場合の透光層 2 2 の厚さに対して 0 nm を超え 1 8 nm 以下である場合、光の強度は大きくなる。また、図 1 2 に示すように、透光層 2 2 の光路長が基準光学距離  $L_{p1}$  の場合の透光層 2 2 の光路長に対して 0 を超え 2 6 . 6 以下である場合、光の強度は大きくなる。このことから、光学距離  $L_0$  を基準光学距離  $L_{p1}$  に対して所定の範囲内で大きくすることで、光の取り出し効率が向上することが分かる。特に、表示面の法線方向に対する角度が  $0^\circ$  またはそれに近い角度である場合の光の強度を大きくすることができる。

40

【 0 0 8 3 】

図 1 3 は、レンズ部 8 2 1 を省略した場合の緑色光の強度を示すシミュレーション結果である。なお、図 1 3 は、レンズ部 8 2 1 を省略したこと以外、図 1 1 で示す条件と同一である。また、図 1 4 は、図 1 3 に示す厚さの変化に応じて透光層 2 2 の光路長を変化させた場合の緑色光の強度を示すシミュレーション結果である。

【 0 0 8 4 】

図 1 3 に示すように、レンズ部 8 2 1 を省略した場合、透光層 2 2 の厚さが基準光学距離  $L_{p1}$  の場合の透光層 2 2 の厚さに対して 3 nm 以上 1 5 nm 以下である場合、光の強度は大きくなる。また、図 1 4 に示すように、レンズ部 8 2 1 を省略した場合、透光層 2 2 の光路長が基準光学距離  $L_{p1}$  の場合の透光層 2 2 の光路長に対して 4 . 4 以上 2 2 .

50

16以下である場合、光の強度は大きくなる。したがって、レンズ部821を用いることで、光の取り出し効率が向上することが分かる。

【0085】

なお、図10～図14では、緑色光の場合の例を説明したが、青色光および赤色の光の場合も同様の傾向を示す結果が得られた。また、図11～図14では、透光層22の厚さを変更することにより光学距離L0を変更した場合の例を説明した。しかし、透光層22の厚さを変更することにより光学距離L0を変更する方法以外の他の方法より光学距離L0を変更した場合も、透光層22の厚さを変更した場合と同様に、光の強度は大きくなった。したがって、例えば、透光層22の屈折率、および共通電極25の厚さ等を変更することにより光学距離L0が変更された場合であっても、光の強度は大きくなる。

10

【0086】

以上説明のように、電気光学装置100によれば、(式1)を満たす光学距離L0の光共振構造29およびレンズ部821を有するため、電気光学装置100から出射される光の取り出し効率を従来よりも向上させることができる。

【0087】

さらに、光学距離L0と基準光学距離Lp1との差は、好ましくは、0を超え45以下の範囲内である。かかる範囲内であると、全てのサブ画素P0において、光の取り出し効率を高めることができる。

【0088】

#### 1B．第2実施形態

20

第2実施形態を説明する。なお、以下の各例示において機能が第1実施形態と同様である要素については、第1実施形態の説明で使用した符号を流用して各々の詳細な説明を適宜に省略する。

【0089】

図15は、第2実施形態の電気光学装置100を示す断面図である。本実施形態では、第1層81、第2層82および着色層5を有しておらず、壁部6および着色層5Aを有する。

【0090】

図15に示す壁部6は、壁部6は、発光層240と着色層5との間に配置される。壁部6は、素子基板1に対する着色層5の密着性を高めるために設けられる。壁部6は、光透過性を有する。壁部6は、例えば、透明な樹脂材料で形成される。当該樹脂材料としては、例えば、エポキシ樹脂およびアクリル樹脂等が挙げられる。

30

【0091】

壁部6は、主に、隣り合うサブ画素P0の間に配置される。図示はしないが、壁部6は、平面視でサブ画素P0を囲むように配置される。このため、壁部6は、サブ画素P0を区分する壁状の部材として機能する。また、壁部6は、各サブ画素P0に対応する開口を有する。当該開口は、図示はしないが、平面視で発光領域Aに重なる。

【0092】

着色層5Aは、壁部6の開口を埋め、壁部6を覆うように配置される。よって、着色層5Aは、壁部6および封止層4に接触する。また、着色層5の最大の厚みは、壁部6の最大の厚みよりも厚い。着色層5Aが壁部6を覆うことで、壁部6を通過する光の漏れを抑制することができる。

40

【0093】

また、着色層5Aは、複数のレンズ部501を有する。すなわち、レンズ部501は、着色層5Aによって構成される。レンズ部501は、主に、着色層5Aが有する要素であること以外、第1実施形態のレンズ部821と同様である。以下のレンズ部501の説明では、レンズ部821との相違点を説明し、同様の事項は適宜省略する。

【0094】

複数のレンズ部501は、サブ画素P0ごとに設けられる。よって、着色層5Aが有する各着色部50は、レンズ部501を有する。レンズ部501は、壁部6との接触面を有

50

する。当該接触面は、壁部 6 側に張り出す曲面である。当該接触面は、レンズ面として機能する。各レンズ部 5 0 1 の屈折率は、壁部 6 の屈折率よりも高い。よって、レンズ部 5 0 1 は、発光素子 2 0 から出射される光を集光させる。着色層 5 A がレンズ部 5 0 1 を有することで、第 1 実施形態のようにレンズ部 8 2 1 を有する層を、着色層 5 とは別に設けずに済む。また、本実施形態では、例えば壁部 6 の厚さを変更することで、所望の曲率のレンズ面を有するレンズ部 5 0 1 を簡単に形成することができる。

【0095】

また、図示はしないが、壁部 6 の一部は平面視で発光領域 A と重なる。このため、重なっていない場合に比べ、レンズ部 5 0 1 のレンズ面の面積を大きくすることができる。よって、レンズ部 5 0 1 に入射する光の光量を増やすことができる。この結果、光の取り出し効率をより高めることができる。さらに、図示はしないが、壁部 6 が平面視で発光領域 A を囲んでいる。このため、囲んでいない場合に比べ、光の取り出し効率を高めることができる。なお、壁部 6 は、平面視で発光領域 A を囲んでいなくてもよい。

10

【0096】

以上の本実施形態によれば、着色層 5 A がレンズ部 5 0 1 を有する。かかる本実施形態によっても、光の取り出し効率を高めることができる。

【0097】

1 C . 第 3 実施形態

第 3 実施形態を説明する。なお、以下の各例示において機能が第 1 実施形態と同様である要素については、第 1 実施形態の説明で使用した符号を流用して各々の詳細な説明を適宜に省略する。

20

【0098】

図 1 6 は、第 3 実施形態の電気光学装置 1 0 0 を示す断面図である。本実施形態では第 1 層 8 1 および第 2 層 8 2 を有さず、レンズ層 8 3 を有する。

【0099】

レンズ層 8 3 は、着色層 5 の発光素子 2 0 とは反対側に配置される。レンズ層 8 3 は、透光性基板 7 と接着層 7 0 との間に配置され、これらに接触する。レンズ層 8 3 は、複数のレンズ部 8 3 1 を有する。レンズ部 8 3 1 は、レンズ層 8 3 が有する要素であること以外、第 1 実施形態のレンズ部 8 2 1 と同様である。以下のレンズ部 8 3 1 の説明では、レンズ部 8 2 1 との相違点を説明し、同様の事項は適宜省略する。

30

【0100】

レンズ部 8 3 1 は、絶縁性および光透過性を有する。レンズ部 8 3 1 の屈折率は、接着層 7 0 の屈折率よりも高い。このため、レンズ部 8 3 1 は、発光素子 2 0 から出射される光を集光させる。かかるレンズ部 8 3 1 を有するレンズ層 8 3 は、透光性基板 7 上に形成された後に、接着層 7 0 を介して素子基板 1 に接続される。

【0101】

着色層 5 を通過した光はレンズ部 8 3 1 を透過する。このため、第 1 実施形態に比べ、色純度の高い光を集光させることができる。よって、光取り出し強度および色純度を高めることができる。

【0102】

40

1 D . 変形例

以上に例示した各形態は多様に変形され得る。前述の各形態に適用され得る具体的な変形の態様を以下に例示する。以下の例示から任意に選択された 2 以上の態様は、相互に矛盾しない範囲で適宜に併合され得る。また、以下の第 1 実施形態の変形の態様は、矛盾しない範囲で第 2 実施形態および第 3 実施形態に適用され得る。

【0103】

第 1 実施形態では、レンズ部 8 2 1 は、Z 2 方向に突出する凸部であるが、レンズ部 8 2 1 は、Z 1 方向に突出する凸部であってもよい。この場合、第 1 層 8 1 の屈折率は、第 2 層 8 2 の屈折率よりも低い。

【0104】

50

各実施形態では、発光部 2 は、サブ画素 P 0 ごとに異なる光共振構造 2 9 を有する。すなわち、発光部 2 は、色ごとに異なる光共振構造 2 9 を有する。しかし、発光部 2 は、色ごとに同一の光共振構造 2 9 を有してもよい。この場合、例えば、赤色、青色および緑色の波長域のうちの 1 つのピーク波長に応じた光学距離 L 0 が設定される。

#### 【0105】

各実施形態では、光共振構造 2 9 は、サブ画素 P 0 ごとに(式 1)を満たす光学距離 L 0 を有する。しかし、サブ画素 P R、P B および P G のうちの少なくとも 1 つに設けられた光共振構造 2 9 が、(式 1)を満たす光学距離 L 0 を有してもよい。この場合、特定の色の光の強度を高めたい場合に有効である。

#### 【0106】

各実施形態では、画素電極 2 3 は光透過性を有するが、画素電極 2 3 は、光反射性を有してもよい。この場合、反射層 2 6 は省略してもよい。また、この場合、画素電極 2 3 が「反射層」に相当する。また、複数の発光素子 2 0 で共通電極 2 5 は共通であるが、発光素子 2 0 ごとに個別の陰極が設けられてもよい。

#### 【0107】

各実施形態では、発光領域 A の配列は、レクタングル配列であるが、これに限定されず、例えば、バイヤー配列、デルタ配列、またはストライプ配列であってもよい。

#### 【0108】

第 1 実施形態では、発光領域 A の形状は、八角形であるが、これに限定されず、四角形および円形等の他の形状でもよい。ただし、八角形または円形であることで、長方形である場合に比べ、レンズ部 8 2 1 の端部に光を効率良く透過させることができる。このため、光の取り出し効率をより高めることができる。

#### 【0109】

「電気光学装置」は、有機 EL 装置に限定されず、無機材料を用いた無機 EL 装置、または  $\mu$ LED 装置であってもよい。

#### 【0110】

##### 2. 電子機器

前述の実施形態の電気光学装置 1 0 0 は、各種の電子機器に適用することができる。

#### 【0111】

##### 2-1. ヘッドマウントディスプレイ

図 1 7 は、電子機器の一例である虚像表示装置 7 0 0 の一部を模式的に示す平面図である。図 1 7 に示す虚像表示装置 7 0 0 は、観察者の頭部に装着されて画像の表示を行うヘッドマウントディスプレイ(HMD)である。虚像表示装置 7 0 0 は、前述した電気光学装置 1 0 0 と、コリメーター 7 1 と、導光体 7 2 と、第 1 反射型体積ホログラム 7 3 と、第 2 反射型体積ホログラム 7 4 と、制御部 7 9 と、を備える。なお、電気光学装置 1 0 0 から発せられる光は、映像光 L L として発せられる。

#### 【0112】

制御部 7 9 は、例えばプロセッサおよびメモリーを含み、電気光学装置 1 0 0 の動作を制御する。コリメーター 7 1 は、電気光学装置 1 0 0 と導光体 7 2 との間に配置される。コリメーター 7 1 は、電気光学装置 1 0 0 から出射された光を平行光にする。コリメーター 7 1 は、コリメーターレンズ等で構成される。コリメーター 7 1 で平行光に変換された光は、導光体 7 2 に入射する。

#### 【0113】

導光体 7 2 は、平板状をなし、コリメーター 7 1 を介して入射する光の方向と交差する方向に延在して配置される。導光体 7 2 は、その内部で光を反射して導光する。導光体 7 2 のコリメーター 7 1 と対向する面 7 2 1 には、光が入射する光入射口と、光を発する光出射口が設けられる。導光体 7 2 の面 7 2 1 とは反対の面 7 2 2 には、回折光学素子としての第 1 反射型体積ホログラム 7 3 および回折光学素子としての第 2 反射型体積ホログラム 7 4 が配置される。第 1 反射型体積ホログラム 7 3 は、第 2 反射型体積ホログラム 7 4 よりも光出射口側に設けられる。第 1 反射型体積ホログラム 7 3 および第 2 反射型体積ホ

10

20

30

40

50



プログラム 74 は、所定の波長域に対応する干渉縞を有し、所定の波長域の光を回折反射させる。

#### 【0114】

かかる構成の虚像表示装置 700 では、光入射口から導光体 72 内に入射した映像光 L が、反射を繰り返して進み、光出射口から観察者の瞳 E Y に導かれることで、映像光 L により形成された虚像で構成される画像を観察者が観察することができる。

#### 【0115】

虚像表示装置 700 は、前述の電気光学装置 100 を備える。前述の電気光学装置 100 は光取り出し効率に優れており、品質が良好である。このため、電気光学装置 100 を備えることで、明るく、かつ表示品質の高い虚像表示装置 700 を提供することができる。

10

#### 【0116】

##### 2-2. パーソナルコンピューター

図 18 は、本発明の電子機器の一例であるパーソナルコンピューター 400 を示す斜視図である。図 18 に示すパーソナルコンピューター 400 は、電気光学装置 100 と、電源スイッチ 401 およびキーボード 402 が設けられた本体部 403 と、制御部 409 とを備える。制御部 409 は、例えばプロセッサおよびメモリーを含み、電気光学装置 100 の動作を制御する。パーソナルコンピューター 400 は、前述の電気光学装置 100 は光取り出し効率に優れており、品質が良好である。このため、電気光学装置 100 を備えることで、明るく、かつ表示品質の高いパーソナルコンピューター 400 を提供することができる。

20

#### 【0117】

なお、電気光学装置 100 を備える「電子機器」としては、図 17 に例示した虚像表示装置 700 および図 18 に例示したパーソナルコンピューター 400 の他、デジタルスコープ、デジタル双眼鏡、デジタルスチルカメラ、ビデオカメラなど眼に近接して配置する機器が挙げられる。また、電気光学装置 100 を備える「電子機器」は、携帯電話機、スマートフォン、PDA (Personal Digital Assistants)、カーナビゲーション装置、および車載用の表示部として適用される。さらに、電気光学装置 100 を備える「電子機器」は、光を照らす照明として適用される。

#### 【0118】

以上、本発明について図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明は、これらに限定されるものではない。また、本発明の各部の構成は、前述した実施形態の同様の機能を発揮する任意の構成のものに置換することができ、また、任意の構成を付加することもできる。また、本発明は、前述した各実施形態の任意の構成同士を組み合わせるようにしてもよい。

30

#### 【符号の説明】

#### 【0119】

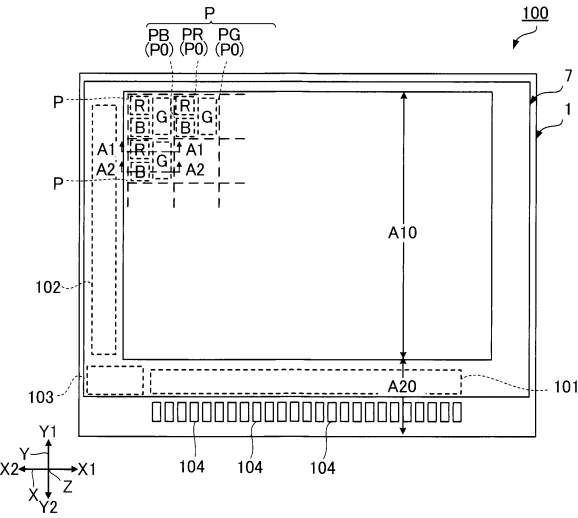
1 ... 素子基板、2 ... 発光部、4 ... 封止層、5 ... 着色層、6 ... 壁部、7 ... 透光性基板、10 ... 基板、13 ... 走査線、14 ... データ線、15 ... 給電線、16 ... 給電線、20 ... 発光素子、21 ... 絶縁層、22 ... 透光層、23 ... 画素電極、24 ... 有機層、25 ... 共通電極、26 ... 反射層、27 ... 絶縁部、28 ... コンタクト電極、29 ... 光共振構造、29z ... 光共振構造、30 ... 画素回路、31 ... スイッチング用トランジスター、32 ... 駆動用トランジスター、33 ... 保持容量、41 ... 第 1 封止層、42 ... 第 2 封止層、43 ... 第 3 封止層、50 ... 着色部、50B ... 着色部、50G ... 着色部、50R ... 着色部、70 ... 接着層、81 ... 第 1 層、82 ... 第 2 層、83 ... レンズ層、100 ... 電気光学装置、101 ... データ線駆動回路、102 ... 走査線駆動回路、103 ... 制御回路、104 ... 外部端子、109 ... 主面、220 ... 素子分離層、221 ... 第 1 絶縁膜、222 ... 第 2 絶縁膜、240 ... 発光層、261 ... 反射部、501 ... レンズ部、811 ... 凹部、821 ... レンズ部、831 ... レンズ部、A ... 発光領域、A10 ... 表示領域、A20 ... 周辺領域、L ... 光、L0 ... 光学距離、LL ... 映像光、LL1 ... 第 1 の光、LL2 ... 第 2 の光、Lp1 ... 基準光学距離、P ... 画素、P0 ... サブ画素。

40

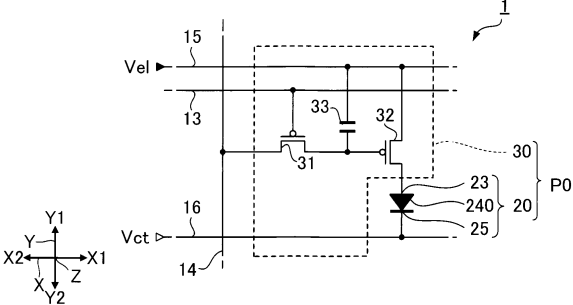
50

【図面】

【図 1】

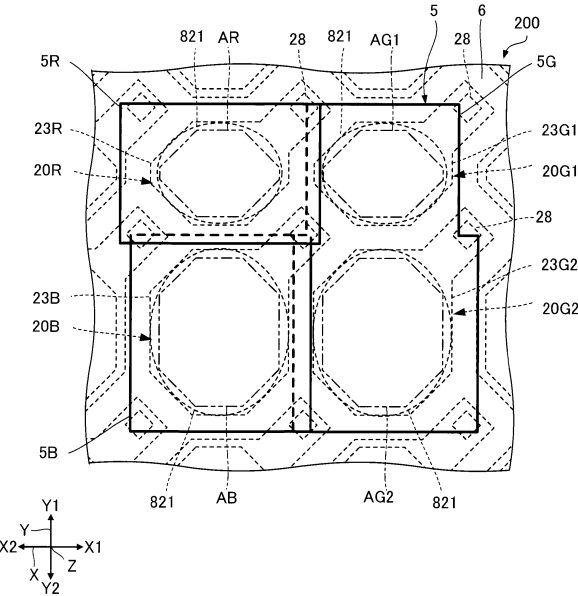


【図 2】

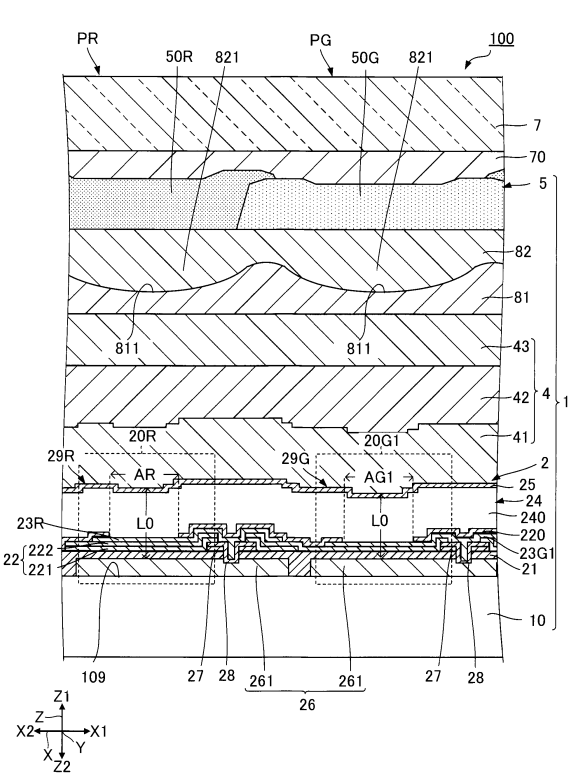


10

【図 3】



【図 4】

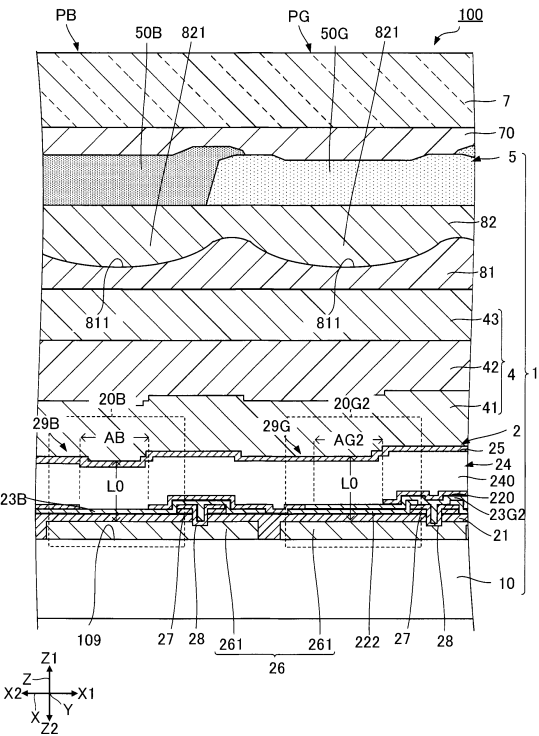


30

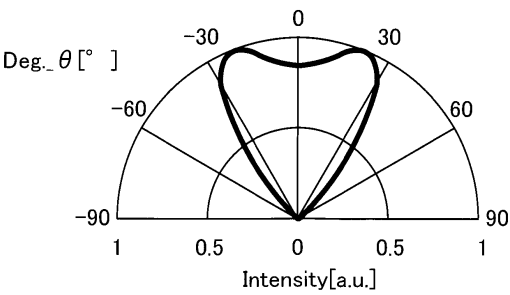
40

50

【 図 5 】



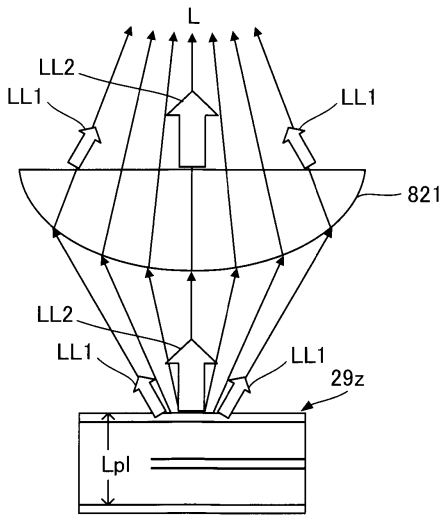
【 図 6 】



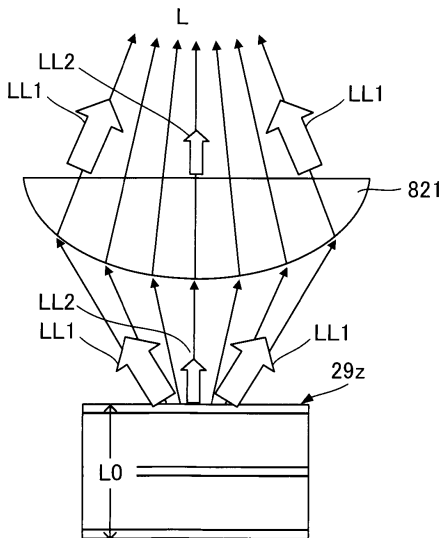
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

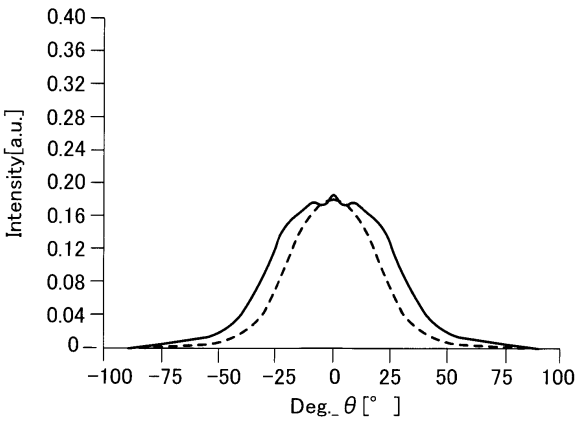


30

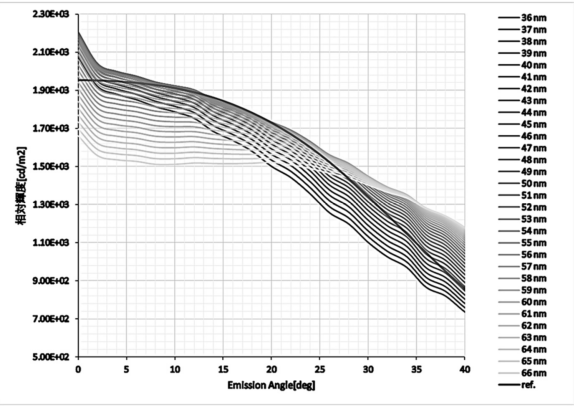
40

50

【 図 9 】

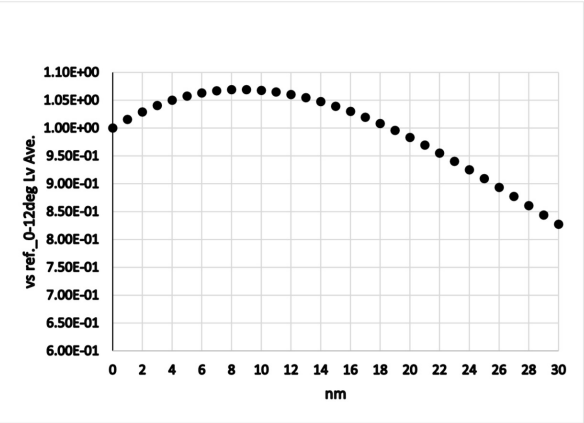


【 図 10 】

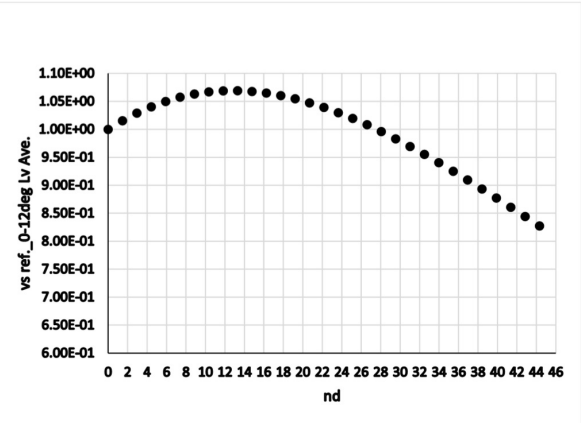


10

【 図 11 】



【 図 12 】



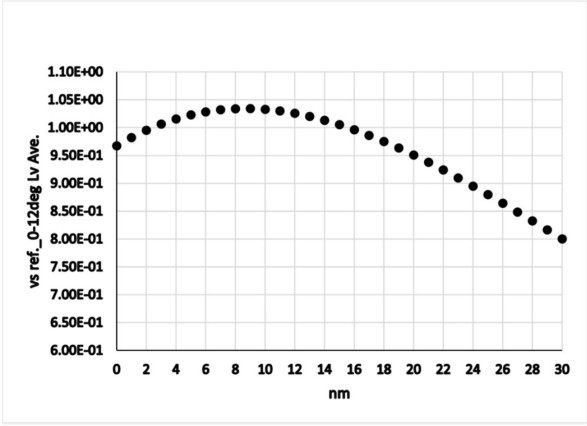
20

30

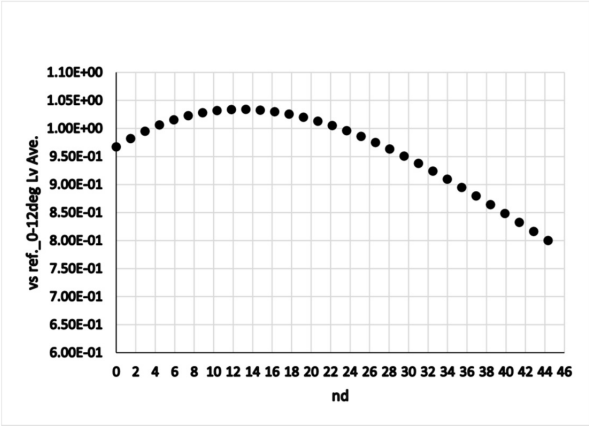
40

50

【図 1 3】

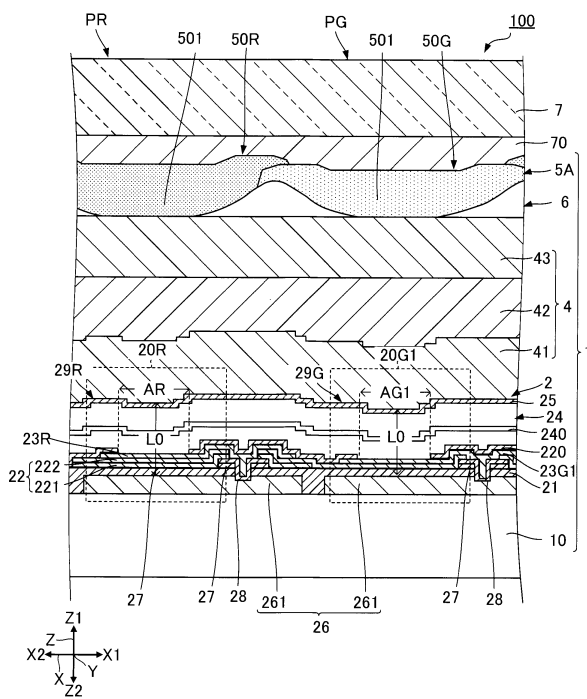


【図 1 4】

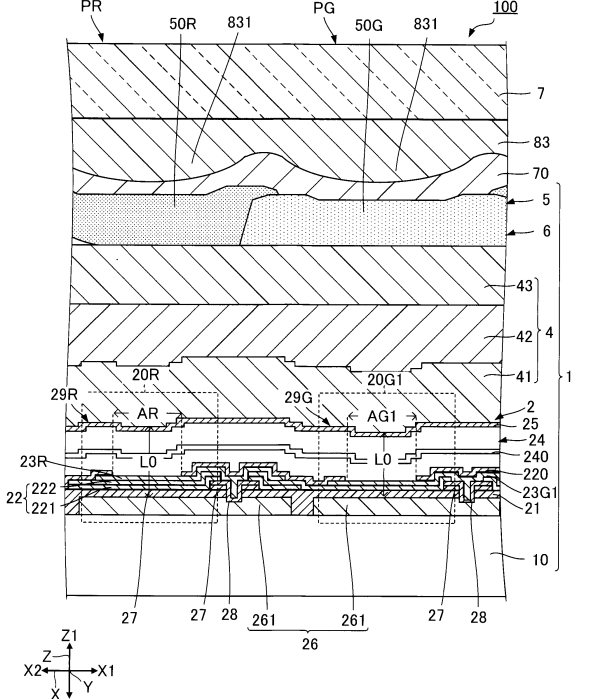


10

【図 1 5】



【図 1 6】



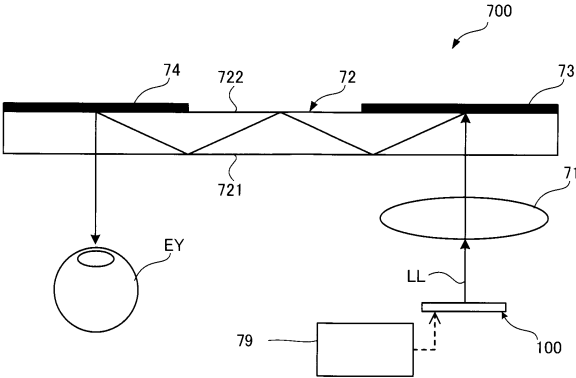
20

30

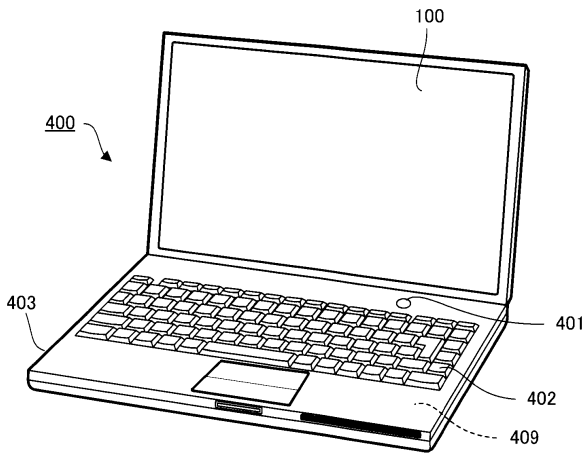
40

50

【 図 17 】



【 図 18 】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

## (51)国際特許分類

F I

<b>H 0 5 B</b>	<b>33/02</b>	<b>(2006.01)</b>	H 0 5 B	33/02	
<b>H 0 5 B</b>	<b>33/12</b>	<b>(2006.01)</b>	H 0 5 B	33/12	E
<b>H 0 1 L</b>	<b>51/50</b>	<b>(2006.01)</b>	H 0 5 B	33/14	A
<b>H 0 5 B</b>	<b>33/14</b>	<b>(2006.01)</b>	H 0 5 B	33/14	Z

## (56)参考文献

特開 2 0 1 2 - 2 4 3 7 1 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 9 - 0 4 9 1 3 5 ( J P , A )  
特開 2 0 1 5 - 0 6 9 7 0 0 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 2 0 / 1 1 1 1 0 1 ( W O , A 1 )  
国際公開第 2 0 2 0 / 1 6 2 3 5 5 ( W O , A 1 )  
特開 2 0 1 6 - 0 5 4 0 8 5 ( J P , A )  
特開 2 0 1 2 - 1 3 4 1 2 8 ( J P , A )

## (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 5 B 3 3 / 0 0 - 2 8  
H 0 1 L 5 1 / 5 0  
H 0 1 L 2 7 / 3 2  
G 0 2 B 5 / 2 0  
G 0 2 B 5 / 0 8  
G 0 9 F 9 / 3 0