

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年7月6日(06.07.2017)



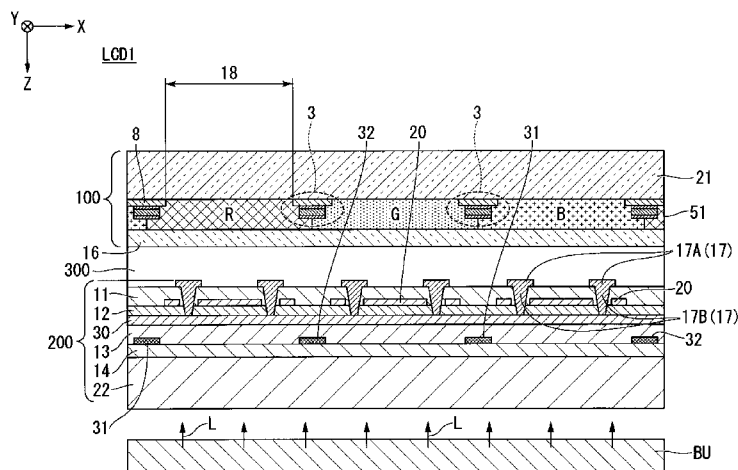
(10) 国際公開番号
WO 2017/115433 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/1333 (2006.01) G02F 1/1343 (2006.01)
G02F 1/133 (2006.01) G02F 1/1368 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/086554
- (22) 国際出願日: 2015年12月28日(28.12.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 凸版印刷株式会社(TOPPAN PRINTING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1100016 東京都台東区台東1丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 木村 幸弘(KIMURA Yukihiro); 〒1100016 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP). 福吉 健蔵(FUKUYOSHI Kenzo); 〒1100016 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP). 伊藤 大(ITO Yutaka); 〒1100016 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 鈴木 史朗, 外(SUZUKI Shirou et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 液晶表示装置



(57) Abstract: A liquid crystal display device (LCD1, LCD2) of the present invention is provided with a display device substrate (100), an array substrate (200), a liquid crystal layer (300) sandwiched between the display device substrate (100) and the array substrate (200), and a control unit (120). The display device substrate (100) is provided with touch sensing wiring (3). The array substrate (200) is provided with: a common electrode (17) having a constant potential; a first insulating layer (11) that is provided under the common electrode (17); a pixel electrode (20) that is provided under the first insulating layer (11); a second insulating layer (12) that is provided under the pixel electrode (20); conductive wiring (30) electrically connected to the common electrode (17), said conductive wiring being under the second insulating layer (12); a third insulating layer (13) that is provided under the conductive wiring (30); and a first active element (28a) and a second active element (28b), which are provided under the third insulating layer (13), and are electrically connected to the pixel electrode (20). The control unit (120) displays an image by driving the liquid crystal layer (300) by applying a liquid crystal drive voltage between the pixel electrode (20) and the common electrode (17), and performs touch sensing by detecting a change of capacitance between the common electrode (17) and the touch sensing wiring (3).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/115433 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 補正された請求の範囲及び説明書（条約第 19 条(1)）

添付公開書類:

- 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

本発明の液晶表示装置（LCD1、LCD2）は、表示装置基板（100）と、アレイ基板（200）と、表示装置基板（100）とアレイ基板（200）との間に挟持された液晶層（300）と、制御部（120）とを備える。表示装置基板（100）は、タッチセンシング配線（3）を備える。アレイ基板（200）は、定電位を有する共通電極（17）と、共通電極（17）の下に設けられた第1絶縁層（11）と、第1絶縁層（11）の下に設けられた画素電極（20）と、画素電極（20）の下に設けられた第2絶縁層（12）と、第2絶縁層（12）の下において共通電極（17）に電氣的に接続された導電配線（30）と、導電配線（30）の下に設けられた第3絶縁層（13）と、第3絶縁層（13）の下に設けられて画素電極（20）に電氣的に接続された第1アクティブ素子（28a）及び第2アクティブ素子（28b）とを備える。制御部（120）は、画素電極（20）と共通電極（17）との間に液晶駆動電圧を印加することによって液晶層（300）を駆動させて映像表示を行い、共通電極（17）とタッチセンシング配線（3）との間の静電容量の変化を検知してタッチセンシングを行う。

明 細 書

発明の名称：液晶表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、安定したタッチセンシングが可能で、かつ、タッチセンシング感度が高い液晶表示装置に関する。

背景技術

[0002] テレビ等の大型ディスプレイ、タブレット、スマートフォン等に、液晶表示装置が用いられている。液晶表示装置は、大まかに、ガラス等の2枚の透明基板間に液晶層が挟持された構成を有する。こうした液晶表示装置における主要な液晶駆動方式は、縦電界方式として知られているVA (Vertical Alignment) モードと、横電界方式として知られているIPS (In-Plane Switching) モード、或いは、フリンジ電界スイッチングFFS (Fringe Field Switching) モードに大別することができる。

[0003] IPSモード又はFFSモードにおいては、液晶表示装置の基板面に対して液晶分子を水平配向させ、基板面に対して略平行な方向に電界を液晶分子に印加することによって、液晶駆動が行われる。IPSモード又はFFSモードは、広い視野角を有する液晶表示装置において用いられる液晶駆動方式である。FFSモードが採用された液晶表示装置は、フリンジ電界を用いることで高速に液晶を駆動することができるといった大きなメリットを有する。

[0004] 液晶の駆動方式に関して、液晶表示の焼きつきを抑制するために、所定の映像表示期間が経過した後に液晶層に印加する電圧の正と負を反転させる極性反転駆動（交流反転駆動）が行われている。極性反転駆動の方法としては、複数の画素の各々の極性を個別に反転させるドット反転駆動、画面の横方向に沿って複数の画素が配列されている行単位で画素の極性を反転させる水平ライン反転駆動、画面の縦方向に沿って複数の画素が配列されている列単

位で画素の極性を反転させるカラム反転駆動、一画面単位で画素の極性を反転させる、或いは、画面を複数のブロックで区画するとともにブロック単位で画素の極性を反転させるフレーム反転駆動等が知られている。こうした液晶駆動技術は、例えば、特許文献1～5、7に記載、或いは、示唆されている。

[0005] こうした液晶表示装置として、近時、静電容量を検知する手段を備えたタッチセンシング機能を有する液晶表示装置が多く利用されている。タッチセンシング方式としては、指やペン等のポインタが表示画面に接触或いは近接したときに発生する静電容量変化を、例えば、X方向とY方向に配列されたタッチセンシング配線（タッチ電極）によって検知する方式が、主に利用されている。

また、タッチセンシング機能を有する表示装置の構造としては、タッチセンシング機能を備えたタッチパネルが表示装置の表面に貼り付けられたアウトセル方式と、表示装置自体がタッチセンシング機能を備えたインセル方式とが知られている。近年では、アウトセル方式よりも、多くの表示装置がインセル方式を採用している。

[0006] 特許文献2～6は、インセル方式を用いたタッチセンシング技術が開示されている。しかしながら、インセル方式においては、これらの特許文献では明らかにされていないタッチセンシング技術の問題が出てきている。換言すれば、タッチパネル外付け方式では問題となりにくかった問題、即ち、液晶セル内部に設けられたアクティブ素子に電氣的に連携されたソース配線から発生するノイズを招くといって新たな技術課題がある。

[0007] 特許文献1は、液晶駆動に関して、画面の縦方向に沿って複数の画素が配列されている列単位で画素の極性を反転させる技術を開示している。特許文献1は、タッチセンシング技術を含んでいない。

特許文献2は、ドット反転駆動に関する記載を含むとともに、タッチセンシング技術を開示している。特許文献2の開示においては、タッチセンシング機能を行う駆動電極及び検出電極が実質的に金属配線で構成されている。

このような特許文献3の開示は、特許文献5に記載の請求項2の特徴点に類似している。

特許文献3は、面内切り替え（IPS）液晶ディスプレイに関し、タッチセンシング駆動電極が、タッチセンシング信号の検出及びディスプレイに使用される電極対を形成する技術を開示している。

[0008] 特許文献4は、カラーフィルタ上にカウンタ電極が積層された縦電界方式の液晶表示装置に、タッチスクリーン技術が組み込まれた構造を開示している。このような構造は、例えば、特許文献4の請求項1及び実施例に示されている。また、特許文献4の請求項1に記載されているように、ディスプレイピクセルは、蓄積コンデンサを含む。更に、タッチ駆動電極は、表示動作の間、蓄積コンデンサのカウンタ電極として動作する。なお、特許文献4の段落0156段落以降には、面内切り替え（IPS）の2種類の電極が単一面内で互いに平行になっている構成が開示されている。特許文献4の段落0157では、IPSディスプレイが、タッチ駆動又はタッチ感知に使用できるVcom層を欠いていることが示されている。

特許文献4が開示する構造においては、yVcomをxVcomにクロスオーバーさせる必要がある（特許文献4の段落0033、及び図5、図1E、図1F等）。

また、特許文献4は、液晶駆動の線順次走査を行う場合の画質低下を抑える手段を開示している。特許文献4においては、液晶を駆動するアクティブ素子（TFT:Thin Film Transistor）にポリシリコン半導体が用いられている。更に、ラッチ部を含む転送回路を設けて電位保持を行うことで、オフリーク電流の多いポリシリコンのTFT固有の走査信号線の電位低下を防ぐとともに、液晶表示の画質低下を防いでいる。

[0009] 特許文献5は、液晶セル内に直交する帯状導体を用いたタッチセンシング技術を開示している。

特許文献6は、透明材料で構成されて第1方向に延びる複数のタッチ駆動電極（ドライブ領域として相互接続導線xVcomに接続される）と、第2

方向に延びる複数のタッチ検出電極（センス領域として $yVcom$ で接続される）とを備え、タッチ駆動電極及びタッチ検出電極のうち一方が、液晶ディスプレイのカウンタ電極として機能することを開示している。

特許文献6は、複数のディスプレイピクセルの第1グループを含むドライブ線と、複数のディスプレイピクセルの第2グループを含むセンス線との間でタッチセンシングを行う技術を開示しており、第2グループの回路素子間にバイパストネルが設けられている。

[0010] 特許文献1～7に開示された技術は、各々の映像表示を行うための映像信号が付与されるソース配線に起因するノイズを削減する手段が十分に考慮されておらず、高感度のタッチセンシング技術を提供し難い。更に、液晶駆動に係るノイズ発生を抑制するには不十分である。

先行技術文献

特許文献

- [0011] 特許文献1：日本国特公平4-22486号公報
特許文献2：日本国特開2014-109904号公報
特許文献3：日本国特許第4584342号公報
特許文献4：日本国特許第5517611号公報
特許文献5：日本国特開平7-36017号公報
特許文献6：日本国特許第5746736号公報
特許文献7：日本国特開2014-182203号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] インセル方式を採用するとともにタッチセンシング機能を備えた表示装置において、センシング感度を向上させるには液晶駆動で発生するノイズ対策が不可欠である。

上述したように、電荷蓄積による表示の焼きつき（*sticking*）を避けるため、液晶駆動として極性反転駆動が一般的に採用されている。しか

しながら、映像信号を伝達するソース配線は、極性反転に起因したノイズを発生させる発生源となっていた。加えて、ソース配線は、映像信号の極性反転に付随する寄生容量の変化を伴い易い。インセル方式を採用するとともにタッチセンシング機能を備えた表示装置においては、映像信号が伝達されるソース配線に起因するノイズの発生を抑制することが重要となっている。

[0013] また、特許文献6に開示されているように、アレイ基板（TFT基板）がタッチセンシング機能を有する方式では、アクティブ素子（TFT）を駆動するソース配線やゲート配線等の信号配線に極めて近い位置に、かつ、これらの配線と平行にタッチセンシングに関わる配線（以下、タッチセンシング配線）が配設される。特に、様々な電圧により、かつ、高い頻度で映像信号を伝えるソース配線は、タッチセンシング配線に大きな悪影響を与える。

トランジスタのチャンネル層としてポリシリコン半導体を用いるアクティブ素子においては、リーク電流が大きく、映像信号を頻繁に書き直すことが必要であり、ソース配線から生じるノイズがタッチセンシング配線に対して影響を与えることが懸念される。また、TFT基板がタッチセンシング機能を有する構造において、センス線（タッチ信号の検出配線）、ドライブ線（タッチセンシングの駆動配線）、及びアクティブ素子を駆動するためのソース配線やゲート配線を一枚のアレイ基板に併設する場合には、ジャンパー線やバイパストンネル等を設ける必要がある。即ち、コスト高を招く複雑な構成が必要となる。

[0014] 本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであって、FFSモードに代表される横電界方式である液晶表示装置において、タッチセンシングに影響を与えるノイズの影響を軽減した液晶表示装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0015] 本発明の一態様に係る液晶表示装置は、第1透明基板と、前記第1透明基板上に設けられた第1方向に延在するタッチセンシング配線とを備えた表示装置基板と、第2透明基板と、前記第2透明基板上の複数の多角形状の画素開口部と、前記複数の画素開口部の各々に設けられて定電位を有する共通電

極と、前記共通電極の下に設けられた第1絶縁層と、前記複数の画素開口部の各々において前記第1絶縁層の下に設けられた画素電極と、前記画素電極の下に設けられた第2絶縁層と、前記第2絶縁層の下において前記共通電極に電氣的に接続されかつ前記第1方向に直交する第2方向に延在して前記複数の画素開口部を横断する導電配線と、前記導電配線の下に設けられた第3絶縁層と、前記第3絶縁層の下に設けられて前記画素電極に電氣的に接続された第1及び第2アクティブ素子と、前記第2方向に延在するとともに前記第1アクティブ素子に電氣的に連携された第1ゲート配線と、前記第2方向に延在するとともに前記第2アクティブ素子に電氣的に連携された第2ゲート配線と、平面視において前記第1方向に延在して前記第1或いは第2アクティブ素子に電氣的に連携された第1ソース配線と、平面視において前記第1方向に延在して前記第2或いは第1アクティブ素子に電氣的に連携された第2ソース配線とを備えるアレイ基板と、前記表示装置基板と前記アレイ基板との間に挟持された液晶層と、前記第1ソース配線に負の第1映像信号を供給し、前記第2ソース配線に正の第2映像信号を供給し、前記第1映像信号及び前記第2映像信号の供給に同期して前記画素電極と前記共通電極との間に液晶駆動電圧を印加することによって前記液晶層を駆動させて映像表示を行い、前記共通電極と前記タッチセンシング配線との間の静電容量の変化を検知してタッチセンシングを行う制御部とを含む。

[0016] 本発明の一態様に係る液晶表示装置においては、前記画素開口部の長手方向は、前記第1方向に一致しており、前記共通電極は、前記第1絶縁層及び前記第2絶縁層に形成されたコンタクトホールを介して前記導電配線と電氣的に接続されてもよい。

[0017] 本発明の一態様に係る液晶表示装置においては、前記複数の画素開口部の各々において、前記共通電極は、平面視、前記第1方向に延在する1以上の電極部を有し、前記電極部のパターンの長手方向における中央に前記コンタクトホールが形成されており、前記コンタクトホールを介して前記共通電極が前記導電配線と電氣的に接続されてもよい。

- [0018] 本発明の一態様に係る液晶表示装置においては、前記複数の画素開口部の各々において、前記共通電極は、平面視、くの字形状に形成された1以上の電極部を有し、前記電極部のパターンの中央に前記コンタクトホールが形成されており、前記コンタクトホールを介して前記共通電極が前記導電配線と電氣的に接続されてもよい。
- [0019] 本発明の一態様に係る液晶表示装置においては、前記画素電極は、透明導電膜が除去されたスルーホールを有しており、前記コンタクトホールは、前記スルーホールの内部に設けられてもよい。
- [0020] 本発明の一態様に係る液晶表示装置においては、前記共通電極は高抵抗を介して接地されてもよい。
- [0021] 本発明の一態様に係る液晶表示装置においては、前記表示装置基板は、前記第1透明基板と前記タッチセンシング配線との間に設けられたブラックマトリクスを具備し、前記タッチセンシング配線は、前記ブラックマトリクスの一部と重畳してもよい。
- [0022] 本発明の一態様に係る液晶表示装置においては、前記表示装置基板は、平面視、矩形状の表示領域と表示画面とを囲む額縁領域を有し、前記タッチセンシング配線は、前記ブラックマトリクスと重畳せずに前記額縁領域から延出する位置に設けられた端子部を有してもよい。
- [0023] 本発明の一態様に係る液晶表示装置においては、前記タッチセンシング配線と前記共通電極とは、前記液晶層の厚さ方向に対して斜め方向に向かい合ってもよい。
- [0024] 本発明の一態様に係る液晶表示装置においては、前記第1及び第2アクティブ素子は、酸化物半導体で構成されたチャネル層を有する薄膜トランジスタであってもよい。
- [0025] 本発明の一態様に係る液晶表示装置においては、前記酸化物半導体は、ガリウム、インジウム、亜鉛、錫、アルミニウム、ゲルマニウム、セリウムのうちの2種以上の金属酸化物を含む酸化物半導体であってもよい。
- [0026] 本発明の一態様に係る液晶表示装置においては、前記第1及び第2アクテ

ィブ素子は、トップゲート構造のトランジスタであってもよい。

[0027] 本発明の一態様に係る液晶表示装置においては、前記液晶層の液晶は、前記アレイ基板に平行な初期配向を有し、前記共通電極及び前記画素電極の間に印加される液晶駆動電圧によって生じるフリンジ電界で駆動されてもよい。

[0028] 本発明の一態様に係る液晶表示装置においては、前記共通電極及び前記画素電極は、少なくとも、酸化インジウム、酸化錫を含む複合酸化物で構成されてもよい。

[0029] 本発明の一態様に係る液晶表示装置においては、前記タッチセンシング配線は、銅合金層を含む金属層で構成されてもよい。

[0030] 本発明の一態様に係る液晶表示装置においては、前記タッチセンシング配線は、銅合金層が2つの導電性金属酸化物層で挟持された構造を有してもよい。

[0031] 本発明の一態様に係る液晶表示装置においては、前記導電配線は、銅合金層が2つの導電性金属酸化物層で挟持された構造を有してもよい。

[0032] 本発明の一態様に係る液晶表示装置においては、前記導電性金属酸化物層は、酸化インジウム、酸化亜鉛、及び酸化錫を含む複合酸化物層であってもよい。

[0033] 本発明の一態様に係る液晶表示装置においては、前記表示装置基板は、複数の画素開口部に対応する位置に設けられたカラーフィルタを備えてもよい。

発明の効果

[0034] 本発明の一態様によれば、タッチセンシングに悪影響を与えるノイズを軽減し、かつ、タッチセンシングに関わる配線構造を簡略化した、液晶表示装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0035] [図1]本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置を構成する制御部（映像信号制御部、システム制御部、及びタッチセンシング制御部）及び表示部を示す

ブロック図である。

[図2]本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置を構成するアレイ基板を部分的に示す平面図であり、観察者側から見た平面図である。

[図3]本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置を部分的に示す断面図であり、図2に示すA-A'線に沿う断面図である。

[図4A]本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置を部分的に示す断面図であり、図2に示すB-B'線に沿う断面図である。

[図4B]本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置を部分的に示す断面図であり、共通電極を拡大して示す拡大断面図である。

[図5]本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置を部分的に示す断面図であり、図2に示すC-C'線に沿う断面図である。

[図6]本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置を部分的に示す平面図であり、図2に示すアレイ基板上に、液晶層を介して、カラーフィルタ及びタッチセンシング配線を具備する表示装置基板が積層された構造を示す平面図である。

[図7]本発明の第1実施形態に係る表示装置基板を部分的に示す断面図であり、図6に示すF-F'線に沿う断面図である。

[図8]本発明の第1実施形態に係る表示装置基板を部分的に示す断面図であり、タッチセンシング配線の端子部を説明する断面図である。

[図9]本発明の第1実施形態に係る表示装置基板を部分的に示す断面図であり、タッチセンシング配線の端子部を説明する断面図である。

[図10]本発明の第1実施形態に係るアレイ基板を部分的に示す平面図であり、アレイ基板の製造工程のうち一工程を説明する図であり、アクティブ素子の一構成要素のチャンネル層のパターンを示す。図10において、破線は、次工程以降で形成されるソース配線およびゲート配線の位置を示す。

[図11]本発明の第1実施形態に係るアレイ基板を部分的に示す平面図であり、アレイ基板の製造工程のうち一工程を説明する平面図であり、チャンネル層上に、ソース配線、ソース電極、及びドレイン電極の各々のパターンが形成

された構造を示す平面図である。

[図12]本発明の第1実施形態に係るアレイ基板を部分的に示す平面図であり、アレイ基板の製造工程のうち一工程を説明する平面図であり、ゲート絶縁膜を介して、ゲート電極、ゲート配線、及び導電配線の各々のパターンが形成された構造を示す平面図である。図12において、ゲート電極、ゲート配線、及び導電配線の各々は、金属層等を含む複数層で形成された積層構造を有する。

[図13]本発明の第1実施形態に係るアレイ基板を部分的に示す平面図であり、アレイ基板の製造工程のうち一工程を説明する平面図であり、絶縁層を介して画素電極のパターンが形成された構造を示す平面図である。なお、図13に示すアレイ基板上に絶縁層を介して共通電極が形成された積層構造は、上記図2に示す構造に相当する。

[図14]本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置を部分的に示す回路図であり、カラム反転駆動により液晶表示装置を駆動させた場合に、各画素における液晶駆動電圧の状況を示す説明図である。

[図15]本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置を部分的に示す回路図であり、ドット反転駆動により液晶表示装置を駆動させた場合に、各画素における液晶駆動電圧の状況を示す説明図である。

[図16]本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置の画素を部分的に示す平面図であって、一画素における液晶の配向状態を示す平面図である。

[図17]本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置の画素を部分的に示す平面図であって、画素電極と共通電極との間に液晶駆動電圧を印加した時の、液晶駆動動作を示す平面図である。

[図18]本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置において、タッチセンシング配線がタッチ駆動電極として機能し、かつ、共通電極がタッチ検出電極として機能した場合の、タッチセンシング配線と共通電極との間に電界が生成された状態を示す模式断面図である。

[図19]本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置を示す模式断面図であり、

指等のポイントが表示装置基板の観察者側の表面に接触或いは近接した時の電界の生成状態の変化を示す断面図である。

[図20]本発明の第1実施形態の変形例に係る液晶表示装置を構成するアレイ基板の要部を部分的に示す断面図である。

[図21]本発明の第2実施形態に係る液晶表示装置を構成するアレイ基板を部分的に示す平面図であり、観察者側から見た平面図である。

[図22]本発明の第2実施形態に係る液晶表示装置を構成するアレイ基板を部分的に示す断面図であり、図21に示すD-D'線に沿う断面図である。

[図23]本発明の第2実施形態に係る液晶表示装置を部分的に示す平面図であり、アレイ基板上に、液晶層を介して、カラーフィルタ及びタッチセンシング配線を具備する表示装置基板が積層された構造を示す平面図であり、観察者側から見た平面図である。

[図24]本発明の第2実施形態に係る液晶表示装置を構成するアレイ基板を部分的に示す断面図であり、図21に示すE-E'線に沿う断面図である。

[図25]本発明の第2実施形態に係る液晶表示装置の画素を部分的に示す平面図であって、一画素における液晶の配向状態を示す平面図である。

[図26]本発明の第2実施形態に係る液晶表示装置の画素を部分的に示す平面図であって、画素電極と共通電極との間に液晶駆動電圧を印加した時の、液晶駆動動作を示す平面図である。

[図27]FFSモードの液晶を採用した液晶表示装置を部分的に示す断面図であって、画素電極と共通電極との間に液晶駆動電圧を印加した時の、フリンジ電界による液晶駆動動作を示す断面図である。

[図28]従来の液晶表示装置の表示部を等電位線とともに模式的に示す断面図である。

[図29]従来の液晶表示装置の表示部の変形例を等電位線とともに模式的に示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0036] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。

以下の説明において、同一又は実質的に同一の機能及び構成要素には、同一の符号を付し、その説明を省略又は簡略化し、或いは、必要な場合のみ説明を行う。各図においては、各構成要素を図面上で認識し得る程度の大きさとするため、各構成要素の寸法及び比率を実際のものとは適宜に異ならせてある。また、必要に応じて、図示が難しい要素、例えば、液晶表示装置を構成する絶縁層、バッファ層、半導体のチャンネル層を形成する複数層の構成、また、導電層を形成する複数層の構成等の図示が省略されている。

[0037] 以下に述べる各実施形態においては、特徴的な部分について説明し、例えば、通常の液晶表示装置に用いられている構成要素と本実施形態に係る液晶表示装置との差異がない部分については説明を省略する。

以下の記載において、タッチセンシングに関わる配線、電極、及び信号を、単に、タッチ駆動配線、タッチ検出配線、タッチ電極、及びタッチ駆動信号と呼称することがある。タッチセンシング配線にタッチセンシングの駆動のために印加される電圧をタッチ駆動電圧と呼び、液晶駆動のために共通電極と画素電極間に印加される電圧を液晶駆動電圧と呼称する。導電配線はコモン配線と呼称することがある。

[0038] また、本発明の実施形態に係る液晶表示装置は、インセル方式を用いている。ここで、「インセル方式」とは、タッチセンシング機能が液晶表示装置に内蔵された液晶表示装置、或いは、タッチセンシング機能を液晶表示装置と一体化した液晶表示装置を意味する。通常、液晶層を介して表示装置基板とアレイ基板（TFT基板）を貼り合わせた液晶表示装置においては、表示装置基板及びアレイ基板の各々の外側の面に偏光フィルムが貼付されている。換言すれば、本発明におけるインセル方式の液晶表示装置とは、2つ偏光フィルムの間に位置するとともに厚み方向において液晶表示装置を構成するいずれかの部位に、インセル機能を具備する液晶表示装置である。

[0039] (第1実施形態)

(液晶表示装置LCD1の機能構成)

以下、本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置LCD1を、図1から図

19を参照しながら説明する。

図1は、本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置LCD1を示すブロック図である。図1に示すように、本実施形態に係る液晶表示装置LCD1は、表示部110と、表示部110及びタッチセンシング機能を制御するための制御部120とを備えている。

制御部120は、公知の構成を有し、映像信号制御部121（第一制御部）と、タッチセンシング制御部122（第二制御部）と、システム制御部123（第三制御部）とを備えている。

[0040] 映像信号制御部121は、アレイ基板200に設けられた共通電極17（後述）を定電位とするとともに、アレイ基板200に設けられたゲート配線9、10（後述、走査線）及びソース配線31、32（後述、信号線）に信号を送る。映像信号制御部121が共通電極17と画素電極20（後述）との間に表示用の液晶駆動電圧を印加することで、アレイ基板200上でフリンジ電界が発生し、フリンジ電界に沿って液晶分子が回転し、液晶層300が駆動される。これにより、アレイ基板200上に画像が表示される。共通電極17が定電位に維持されている状態で、複数の画素電極20の各々には、ソース配線（信号線）を介して、例えば、交流矩形波を有する映像信号が個別に印加される。また、交流矩形波としては、正又は負の直流矩形波でもよい。映像信号制御部121は、後述するように、負の第1映像信号及び正の第2映像信号をソース配線に送る。

[0041] タッチセンシング制御部122は、タッチセンシング配線3（後述）にタッチセンシング駆動電圧を印加し、タッチセンシング配線3と共通電極17との間に生じる静電容量（フリンジ容量）の変化を検出し、タッチセンシングを行う。

[0042] システム制御部123は、映像信号制御部121及びタッチセンシング制御部122を制御し、液晶駆動と静電容量の変化の検出とを交互に、即ち、時分割で行うことが可能である。更に、システム制御部123は、映像信号制御部121における液晶駆動に同期させて、タッチセンシング制御部12

2におけるタッチセンシング配線3に対する信号供給を制御する。

[0043] 図1に示す構成を有する液晶表示装置LCD1において、共通電極17は、共通電極17と画素電極20との間に表示用の液晶駆動電圧を印加して液晶を駆動する機能と、タッチセンシング配線3と共通電極17との間に生じる静電容量（フリンジ容量）の変化を検出するタッチセンシング機能とを併せ持つ。本発明の実施形態に係るタッチセンシング配線は、導電率の良い金属層で形成することができるため、タッチセンシング配線の抵抗値を下げてタッチ感度を向上させることができる（後述）。

[0044] 上記構成を有する制御部120は、後述するように、第1映像信号及び第2映像信号の供給に同期して画素電極20と共通電極17との間に液晶駆動電圧を印加することによって液晶層300を駆動させる。更に、映像表示の制御を行い、映像表示が行われた後に共通電極17に電圧を印加する。

更に、制御部120は、後述するように、映像表示の安定期間、及び、映像表示後の黒表示安定期間の少なくとも一方の安定期間で、タッチセンシング配線3及び共通電極17によるタッチセンシング駆動を行う。

[0045] （液晶表示装置LCD1の構造）

本実施形態に係る液晶表示装置は、後述する実施形態に係る表示装置基板を具備することができる。また、以下に記載する「平面視」とは、観察者が液晶表示装置の表示面（表示装置用基板の平面）を観察する方向から見た平面を意味する。本発明の実施形態に係る液晶表示装置の表示部の形状、又は画素を規定する画素開口部の形状、液晶表示装置を構成する画素数は限定されない。ただし、以下に詳述する実施形態では、平面視、画素開口部の短辺の方向をX方向（第2方向）と規定し、長辺の方向（長手方向）をY方向（第1方向）と規定し、更に、透明基板の厚さ方向をZ方向と規定し、液晶表示装置を説明する。以下の実施形態において、上記のように規定されたX方向とY方向を切り換えて、液晶表示装置を構成してもよい。

また、図2～図19においては、液晶層300に初期配向を付与する配向膜、偏光フィルム、位相差フィルム等の光学フィルム、保護用のカバーガラ

ス等は、省略されている。液晶表示装置LCD1の表面及び裏面の各々には、光軸がクロスニコルとなるように、偏光フィルムが貼付されている。

[0046] 図2は、本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置LCD1を構成するアレイ基板200を部分的に示す平面図であり、観察者側から見た平面図である。図2においては、アレイ基板の構造を分かり易く説明するために、アレイ基板に対向する表示装置基板の図示が省略されている。

液晶表示装置LCD1は、アレイ基板200上に、ソース配線31、32（第1ソース配線31及び第2ソース配線32）と、ゲート配線9、10（第1ゲート配線10及び第2ゲート配線9）と、コモン配線30（導電配線）とを備える。第1ソース配線31及び第2ソース配線32の各々は、Y方向（第1方向）に延びる線状パターンを有するように形成されている。第1ゲート配線10、第2ゲート配線9、及びコモン配線30の各々は、X方向（第2方向）に延びる線状パターンを有するように形成されている。即ち、第1ソース配線31及び第2ソース配線32は、ゲート配線9、10及びコモン配線30に直交している。コモン配線30は、複数の画素開口部を横断するようにX方向に延在している。複数の画素開口部とは、透明基板22上に定義された領域である。

[0047] 更に、液晶表示装置LCD1は、マトリクス状に配置された複数の画素電極20と、画素電極20に対応するように設けられ、かつ、画素電極20に接続されている複数のアクティブ素子28（薄膜トランジスタ）とを備える。画素電極20は、複数の画素開口部の各々に設けられている。具体的に、複数の画素電極20の各々には、2つのアクティブ素子28（第1アクティブ素子28a及び第2アクティブ素子28b）が接続されている。図2に示す例では、画素電極20の右上端の位置に、第1アクティブ素子28aが設けられ、左下の位置に、第2アクティブ素子28bが設けられている。

第1アクティブ素子28aは、第2ソース配線32或いは第1ソース配線31に接続されているソース電極24（後述）と、チャンネル層27（後述）と、ドレイン電極26（後述）と、絶縁膜（後述）を介してチャンネル層27

に対向配置されたゲート電極 25 とを備える。第 1 アクティブ素子 28 a のゲート電極 25 は、第 1 ゲート配線 10 の一部を構成しており、第 1 ゲート配線 10 に接続されている。

第 2 アクティブ素子 28 b は、第 1 ソース配線 31 或いは第 2 ソース配線 32 に接続されているソース電極 24 (後述) と、チャンネル層 27 (後述) と、ドレイン電極 26 (後述) と、絶縁膜 (後述) を介してチャンネル層 27 に対向配置されたゲート電極 25 とを備える。第 2 アクティブ素子 28 b のゲート電極 25 は、第 2 ゲート配線 9 の一部を構成しており、第 2 ゲート配線 9 に接続されている。

[0048] 本実施形態において、液晶表示装置 LCD 1 は、複数の画素を備えており、一つの画素電極 20 が一つの画素を形成している。第 1 アクティブ素子 28 a 及び第 2 アクティブ素子 28 b によるスイッチング駆動により、複数の画素電極 20 の各々に電圧 (正負の電圧) が付与され、液晶が駆動される。以下の説明では、画素電極 20 によって液晶駆動が行われる領域を、画素、画素開口部、或いは画素領域と称する場合がある。この画素は、平面視、第 1 ソース配線 31 と、第 2 ソース配線 32 と、第 1 ゲート配線 10 と、第 2 ゲート配線 9 とで区画されている領域である。

[0049] 更に、液晶表示装置 LCD 1 は、Z 方向において画素電極 20 に対向する位置に共通電極 17 を備えている。特に、一つの画素電極 20 に対して 2 つのストライプパターンを有する共通電極 17 が設けられている。共通電極 17 は、複数の画素開口部の各々に設けられて定電位を有する。共通電極 17 は、Y 方向において延在しており、画素電極 20 の長手方向に平行である。Y 方向における共通電極 17 の長さ EL は、Y 方向における画素電極 20 の長さよりも大きい。共通電極 17 は、後述するスルーホール 20 S、第 1 コンタクトホール 11 H、及び第 2 コンタクトホール 12 H を通じて、コモン配線 30 と電氣的に接続されている。第 1 コンタクトホール 11 H 及び第 2 コンタクトホール 12 H は、図 2 に示すように、共通電極 17 の導電パターン (電極部 17 A、ストライプパターン) の長手方向における中央に位置し

ている。

X方向において、共通電極17の線幅 W_{17A} は、例えば、約 $3\mu\text{m}$ である。互いに隣接する共通電極17の間のピッチ P_{17A} （距離）は、例えば、約 $4\mu\text{m}$ である。具体的には、一つの画素上だけでなく、互いに隣接する画素間においても、X方向にてピッチ P_{17A} で、共通電極17が互いに離間している。

図2に示す例では、一つの画素電極20に対して2つのストライプパターンを有する共通電極17が設けられているが、本発明は、この構成を限定しない。画素電極20の大きさに応じて、共通電極17の本数は、1本あるいは2本以上であってもよい。この場合、共通電極17の線幅 W_{17A} 及びピッチ P_{17A} は、画素サイズや設計に応じて適宜変更可能である。

[0050] 図3は、本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置LCD1を部分的に示す断面図であり、図2に示すA-A'線に沿う断面図である。特に、図3は、画素開口部の短辺方向に沿う断面図である。

図4Aは、本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置LCD1を部分的に示す断面図であり、図2に示すB-B'線に沿う断面図である。図4Bは、本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置LCD1を部分的に示す断面図であり、共通電極を拡大した拡大断面図である。

図5は、本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置LCD1を部分的に示す断面図であり、図2に示すC-C'線に沿う断面図である。

[0051] 液晶表示装置LCD1は、表示装置基板100（対向基板）と、表示装置基板100に向かい合うように貼り合わされたアレイ基板200と、表示装置基板100及びアレイ基板200によって挟持された液晶層300とを備える。

液晶表示装置LCD1に内部に光Lを供給するバックライトユニットBUは、液晶表示装置LCD1を構成するアレイ基板200の裏面（液晶層300が配置されるアレイ基板200の透明基板の面とは反対面）に設けられている。なお、バックライトユニットは、液晶表示装置LCD1の側面に設け

てもよい。この場合、例えば、バックライトユニットBUから出射された光を液晶表示装置LCD1に内部に向けて反射させる反射板、導光板、或いは、光拡散板等がアレイ基板200の透明基板22の裏面に設けられる。

[0052] (表示装置基板100)

表示装置基板100は、透明基板21(第1透明基板)と、透明基板21上に設けられたタッチセンシング配線3と、タッチセンシング配線3を覆うように形成されたカラーフィルタ51(RGB)と、カラーフィルタ51を覆うように形成された透明樹脂層16とを備えている。

タッチセンシング配線3は、タッチ駆動電極(タッチ駆動配線)として機能する。液晶表示装置LCD1においては、タッチセンシング配線3と共通電極17間の静電容量の変化を検知することで、タッチセンシングの検出が行われる。

タッチセンシング配線3は、少なくとも黒色層8と、黒色層8の上方に形成された金属層5とを含む導電層から形成された積層構造を有する。さらに、導電層は、第1導電性金属酸化物層6、金属層5、及び第2導電性金属酸化物層4の3層構成を有する。

第1導電性金属酸化物層6及び第2導電性金属酸化物層4によって金属層5が挟持されている構成では、導電性酸化物のいずれか、或いは導電性酸化物の2層積層を省いた層構成が採用されてもよい。また、第1導電性金属酸化物層6上にさらに黒色層を積層してもよい。

[0053] (金属層5)

金属層5としては、例えば、銅層或いは銅合金層である銅含有層、或いは、アルミニウムを含有するアルミニウム合金層(アルミニウム含有層)を採用することができる。具体的に、金属層5の材料としては、銅、銀、金、チタン、モリブデン、アルミニウム、或いはこれらの合金を適用することができる。ニッケルは強磁性体であるため、成膜レートが落ちるものの、スパッタリング等の真空成膜で形成することができる。クロムは、環境汚染の問題や抵抗値が大きいというデメリットを有するが、本実施形態に係る金属層の

材料として用いることができる。金属層5を形成する金属としては、透明基板21や透明樹脂層16に対する密着性を得るために、銅或いはアルミニウムに、マグネシウム、カルシウム、チタン、モリブデン、インジウム、錫、亜鉛、ネオジウム、ニッケル、アルミニウム、アンチモンから選択される1以上の金属元素を添加した合金を採用することが好ましい。金属元素を金属層5に添加する量は、4at%以下であれば、銅合金やアルミニウムの抵抗値を大きく下げることがないので好ましい。銅合金の成膜方法としては、例えば、スパッタリング等の真空成膜法を用いることができる。

銅合金薄膜やアルミニウム合金薄膜を採用する場合、膜厚を100nm以上、或いは150nm以上とすると、可視光をほとんど透過しなくなる。したがって、本実施形態に係る金属層5は、例えば、100nm~300nmの膜厚を有していれば、十分な遮光性を得ることができる。金属層5の膜厚は、300nmを超えてもよい。なお、後述するように、金属層5の材料は、コモン配線30（導電配線）にも適用することができる。また、導電性金属酸化物層で金属層5を挟持する積層構造も、コモン配線30（導電配線）に適用することができる。

[0054]（導電性金属酸化物層4、6）

第1導電性金属酸化物層6及び第2導電性金属酸化物層4は、金属層5を挟持する。このような導電性金属酸化物層の材料としては、ニッケル、亜鉛、インジウム、チタン、モリブデン、タングステン等、銅と異なる金属やこれら金属の合金層を採用することができる。

具体的に、第2導電性金属酸化物層4及び第1導電性金属酸化物層6の材料としては、例えば、酸化インジウム、酸化亜鉛、及び酸化錫の複合酸化物を採用することができる。

第2導電性金属酸化物層4及び第1導電性金属酸化物層6に含まれるインジウム(In)の量は、80at%より多く含有させる必要がある。インジウム(In)の量は、80at%より多いことが好ましい。インジウム(In)の量は、90at%より多いことがさらに好ましい。インジウム(In)

)の量が80at%より少ない場合、形成される導電性金属酸化物層の比抵抗が大きくなり、好ましくない。亜鉛(Zn)の量が20at%を超えると、導電性金属酸化物(混合酸化物)の耐アルカリ性が低下するので好ましくない。上記の第2導電性金属酸化物層4及び第1導電性金属酸化物層6においては、いずれも、混合酸化物中の金属元素でのアトミックパーセント(酸素元素をカウントしない金属元素のみのカウント)である。

[0055] 第1導電性金属酸化物層6及び第2導電性金属酸化物層4に含まれる亜鉛(Zn)の量は、錫(Sn)の量より多くする必要がある。錫の含有量が亜鉛含有量を超えてくると、後工程でのウエットエッチングで支障が出てくる。換言すれば、銅或いは銅合金である金属層が導電性金属酸化物層よりもエッチングされ易くなり、第1導電性金属酸化物層6、金属層5、及び第2導電性金属酸化物層4との線幅に差が生じ易くなる。

第1導電性金属酸化物層6及び第2導電性金属酸化物層4に含まれる錫(Sn)の量は、0.5at%以上6at%以下の範囲内が好ましい。インジウム元素に対する比較で、0.5at%以上6at%以下の錫を導電性金属酸化物層に添加することで、上記インジウム、亜鉛、及び錫との3元系混合酸化物膜(導電性の複合酸化物層)の比抵抗を小さくすることができる。錫の量が7at%を超えると、導電性金属酸化物層に対する亜鉛の添加も伴うため、3元系混合酸化物膜(導電性の複合酸化物層)の比抵抗が大きくなりすぎる。上記の範囲(0.5at%以上6at%以下)内で亜鉛及び錫の量を調整することで、比抵抗をおおよそ、混合酸化物膜の単層膜の比抵抗として $5 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ 以上 $3 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ 以下の小さな範囲内に収めることができる。上記混合酸化物中には、チタン、ジルコニウム、マグネシウム、アルミニウム、ゲルマニウム等の他の元素を少量、添加することもできる。

[0056] 金属層5が銅層或いは銅合金層である場合、上述した導電性金属酸化物層は、酸化インジウム、酸化亜鉛、及び酸化錫の複合酸化物であることが望ましい。銅層或いは銅合金層は、カラーフィルタ51を構成する透明樹脂層16やガラス基板(透明基板21)に対する密着性が低い。このため、銅層或

いは銅合金層をこのまま表示装置基板に適用した場合、実用的な表示装置基板を実現することは難しい。しかし、上述した複合酸化物は、カラーフィルタ51、ブラックマトリクスBM（黒色層8）、及びガラス基板（透明基板21）等に対する密着性を十分に有しており、かつ、銅層や銅合金層に対する密着性も十分である。このため、複合酸化物を用いた銅層或いは銅合金層を表示装置基板に適用した場合、実用的な表示装置基板を実現することが可能となる。

[0057] 銅、銅合金、或いはこれらの酸化物、窒化物は、ガラス等の透明基板21やブラックマトリクスBM等に対する十分な密着性を一般的に有していない。そのため、導電性金属酸化物層を設けない場合、タッチセンシング配線3とガラス等の透明基板21との界面、或いは、タッチセンシング配線3と黒色層8の界面で剥がれが生じる可能性がある。細い配線パターンを有するタッチセンシング配線3として銅或いは銅合金を用いる場合、金属層5（銅或いは銅合金）の下地層として導電性金属酸化物層が形成されていない表示装置基板においては、剥がれによる不良以外にも、表示装置基板の製造工程の途中でタッチセンシング配線3に静電破壊による不良が生じる場合があり、実用的ではない。このようなタッチセンシング配線3における静電破壊は、カラーフィルタ51を透明基板21上に積層するといった後工程や、表示装置基板とアレイ基板とを貼り合わせる工程や、洗浄工程等によって配線パターンに静電気が蓄積され、静電破壊によりパターン欠け、断線等を生じる現象である。

加えて、銅層や銅合金層の表面には、導電性を有しない銅酸化物が経時的に形成され、電氣的なコンタクトが困難となることがある。その一方、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化錫等の複合酸化物層は、安定したオーミックコンタクトを実現することができ、このような複合酸化物層を用いる場合には後述するトランスファ等の電氣的実装を容易に行うことができる。また、表示装置基板とアレイ基板とが貼り合わされるシール部において、表示装置基板100からアレイ基板200への導通の転移（トランスファ）を、シール

部の厚み方向に行うことも可能である。異方性導電膜、微小な金属球、或いは金属膜で覆った樹脂球等から選ばれる導体をシール部に配置することで、表示装置基板100とアレイ基板200とを導通することができる。

[0058] 本発明の実施形態に適用可能な金属酸化物層4、6と金属層5の構成としては、以下の構成が挙げられる。例えば、中心基材として酸化インジウムを含有するITO (Indium Tin Oxide) やIZTO (Indium Zinc Tin Oxide、Zは酸化亜鉛) において酸素が不足した状態で、例えば、銅合金層の上に金属層を成膜することによって得られる層構成、或いは、酸化モリブデン、酸化タングステン、酸化ニッケルと酸化銅の混合酸化物、酸化チタン、等をアルミニウム合金や銅合金の上に金属層を積層することによって得られる層構成等が挙げられる。金属酸化物層と金属層とによって得られる層構成は、スパッタ装置等の真空成膜装置で、連続成膜できるというメリットがある。

[0059] (黒色層8)

黒色層8は、液晶表示装置LCD1のブラックマトリクスBMとして機能する。黒色層は、例えば、黒色の色材を分散させた着色樹脂で構成されている。銅の酸化物や銅合金の酸化物は、十分な黒色や低い反射率を得られないが、本実施形態に係る黒色層とガラス等の基板との間の界面における可視光の反射率はほぼ3%以下に抑えられ、高い視認性が得られる。

[0060] 黒色の色材としては、カーボン、カーボンナノチューブ或いは、複数の有機顔料の混合物が適用可能である。例えば、色材全体の量に対して51質量%以上の割合で、即ち、主な色材としてカーボンを用いる。反射色を調整するため、青もしくは赤等の有機顔料を黒色の色材に添加して用いることができる。例えば、出発材料である感光性黒色塗布液に含まれるカーボンの濃度を調整する(カーボン濃度を下げる)ことにより、黒色層の再現性を向上させることができる。

[0061] 液晶表示装置の製造装置である大型露光装置を用いた場合であっても、例えば、1~6 μ mの線幅(細線)を有するパターンを有する黒色層を形成す

ることができる（パターンニング）。なお、本実施形態におけるカーボン濃度の範囲は、樹脂や硬化剤と顔料とを含めた全体の固形分に対して、4以上50以下の質量%の範囲内に設定している。ここで、カーボン量として、カーボン濃度が50質量%を超えてもよいが、全体の固形分に対してカーボン濃度が50質量%を超えると塗膜適性が低下する傾向がある。また、カーボン濃度を4質量%以下に設定した場合、十分な黒色を得ることができず、黒色層下に位置する下地の金属層で生じる反射光が大きく視認され、視認性を低下させることがあった。

[0062] 後工程であるフォトリソグラフィにおいて露光処理を行う場合、露光対象の基板と、マスクとの位置合わせ（アライメント）が行われる。この時、アライメントを優先し、例えば、透過測定による黒色層の光学濃度を2以下とすることができる。カーボン以外に、黒色の色調整として複数の有機顔料の混合物を用いて黒色層を形成してもよい。ガラスや透明樹脂等の基材の屈折率（約1.5）を考慮し、黒色層とそれら基材との間の界面における反射率が3%以下となるように、黒色層の反射率が設定される。この場合、黒色色材の含有量、種類、色材に用いられる樹脂、膜厚を調整することが望ましい。これらの条件を最適化することで、屈折率がおよそ1.5であるガラス等の基材と黒色層との間の界面における反射率を、可視光の波長領域内で3%以下にすることができ、低反射率を実現することができる。バックライトユニットBUから出射された光に起因する反射光が再度反射することを防止する必要性、観察者の視認性の向上を配慮して、黒色層の反射率は、3%以下とすることが望ましい。なお、通常、カラーフィルタに用いられるアクリル樹脂、また、液晶材料の屈折率は、おおよそ1.5以上1.7以下の範囲である。

また、タッチセンシング配線3や導電配線（コモン配線30）上に、光吸収性を有する金属酸化物を形成することで、タッチセンシング配線3に用いられる金属層5による光反射を抑制することができる。

[0063] 図3に示す表示装置基板100においては、カラーフィルタ51が設けら

れた構造が用いられているが、カラーフィルタ 51 が省略された構造、例えば、透明基板 21 上に設けられたタッチセンシング配線 3 と、タッチセンシング配線 3 を覆うように形成された透明樹脂層 16 とを備えた構造を用いてもよい。

カラーフィルタ 51 を含まない表示装置基板を用いる液晶表示装置においては、赤色発光、緑色発光、及び青色発光の各々の LED をバックライトユニットに設け、フィールドシーケンシャルの手法でカラー表示を行う。図 3 に示す透明基板 21 上に設けられたタッチセンシング配線 3 の層構成は、後述するアレイ基板 200 に形成されるコモン配線 30（導電配線）の層構成やゲート電極 25（ゲート配線 9、10）の層構成と同じにすることができる。

[0064]（アレイ基板 200）

図 3、図 4 A、及び図 4 B に示すように、アレイ基板 200 は、透明基板 22（第 2 透明基板）と、透明基板 22 の表面を覆うように形成された第 4 絶縁層 14 と、第 4 絶縁層 14 上に形成された第 1 ソース配線 31 及び第 2 ソース配線 32 と、第 1 ソース配線 31 及び第 2 ソース配線 32 を覆うように第 4 絶縁層 14 上に形成された第 3 絶縁層 13 と、第 3 絶縁層 13 上に形成された第 1 ゲート配線 10 及び第 2 ゲート配線 9、第 3 絶縁層 13 上に形成されたコモン配線 30 と、第 1 ゲート配線 10、第 2 ゲート配線 9、及びコモン配線 30 を覆うように第 3 絶縁層 13 上に形成された第 2 絶縁層 12 と、第 2 絶縁層 12 上に形成された画素電極 20 と、画素電極 20 を覆うように第 2 絶縁層 12 上に形成された第 1 絶縁層 11 と、共通電極 17 を備えている。

[0065] 第 1 絶縁層 11、第 2 絶縁層 12、第 3 絶縁層 13、及び第 4 絶縁層 14 を形成する材料としては、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、酸化アルミニウム、酸化窒化アルミニウム、酸化ハフニウム、或いはこのような材料を含む混合材料が採用される。また、このような絶縁層 11、12、13、14 の構成としては、単一層からなる層構成が採用されてもよいし、複数の層が

積層された多層構成が採用されてもよい。このような絶縁層 1 1、1 2、1 3、1 4 は、プラズマ CVD やスパッタリング等の成膜装置を用いて形成することが可能である。

第 1 ソース配線 3 1 及び第 2 ソース配線 3 2 は、第 3 絶縁層 1 3 と第 4 絶縁層 1 4 との間に配設される。第 1 ソース配線 3 1 と第 2 ソース配線 3 2 は、同じ導電材料で同じ工程で形成される。第 1 ソース配線 3 1 及び第 2 ソース配線 3 2 の構造としては、多層の導電層を採用することができる。第 1 実施形態では、第 1 ソース配線 3 1 及び第 2 ソース配線 3 2 の構造として、チタン／アルミニウム合金／チタンの 3 層構成を採用している。ここで、アルミニウム合金は、アルミニウム－ネオジウムの合金である。

コモン配線 3 0 の形成材料としては、上述した金属層 5 と同じ材料が採用される。また、同様に、コモン配線 3 0 の構造としては、上述した金属層 5 と同じ構造が採用される。

[0066] 画素電極 2 0 は、複数の画素開口部 1 8 の各々に設けられており、TFT であるアクティブ素子（後述）接続されている。アレイ基板 2 0 0 においては、アクティブ素子がマトリクス状に配置されていることから、画素電極 2 0 も同様に、アレイ基板 2 0 0 上においてマトリクス状に配置されている。画素電極 2 0 は、ITO 等の透明導電膜で形成されている。

[0067] （共通電極 1 7 の構造）

図 4 B を参照し、共通電極 1 7 の構造と、共通電極 1 7 の周辺に位置するアレイ基板 2 0 0 の構成部材とを説明する。特に、コモン配線 3 0、共通電極 1 7、画素電極 2 0、第 1 絶縁層 1 1、及び第 2 絶縁層 1 2 で構成される積層構造について具体的に説明する。図 4 B は、アレイ基板 2 0 0 を構成する画素の要部を示しており、一つの画素における、一つの共通電極 1 7 の構造を示している。図 4 B に示す共通電極 1 7 の構造は、アレイ基板 2 0 0 における全ての画素においても適用されている。

[0068] 第 2 絶縁層 1 2 は、第 1 絶縁層 1 1 の下に設けられており、コモン配線 3 0 上に形成されており、第 2 コンタクトホール 1 2 H を有する。第 1 絶縁層

11は、共通電極17の上部（電極部17A）の下に設けられており、画素電極20上に形成されており、第1コンタクトホール11Hを有する。第2コンタクトホール12Hの位置と、第1コンタクトホール11Hの位置とは一致している。第1コンタクトホール11Hの直径（X方向における幅）は、第1絶縁層11の上面11Tからコモン配線30に向かう方向（Z方向）において、徐々に小さくなっている。同様に、第2コンタクトホール12Hの直径（X方向における幅）は、第2絶縁層12の上面12Tからコモン配線30に向かう方向（Z方向）において、徐々に小さくなっている。つまり、第1コンタクトホール11H及び第2コンタクトホール12Hは、テーパ形状を有する。

[0069] 画素電極20は、第1絶縁層11の下に形成されており、スルーホール20Sを有する。スルーホール20Sは、透明導電膜の存在しない開口部である。スルーホール20Sは、第1コンタクトホール11H及び第2コンタクトホール12Hに対応する位置に設けられている。スルーホール20Sは、画素電極20に設けられた内壁20Kの内側領域に相当する。スルーホール20Sの直径D20Sは、第1コンタクトホール11H及び第2コンタクトホール12Hの直径よりも大きい。第1コンタクトホール11Hは、スルーホール20Sの内部に設けられている。スルーホール20Sの内部には第1絶縁層11が充填されており、スルーホール20Sの内部を埋めている第1絶縁層11の充填部11Fを貫通するように第1コンタクトホール11Hは形成されている。更に、スルーホール20Sの下方の位置においても、第1コンタクトホール11Hに連続するように第2コンタクトホール12Hが形成されている。なお、画素電極20に形成されているスルーホール20Sの数は、第1コンタクトホール11Hの数と同じである。スルーホール20Sの直径D20Sは、例えば、3 μ mから6 μ mの大きさとすることができる。

[0070] 共通電極17は、電極部17A（導電部）と、導電接続部17Bとを備える。

電極部 17A は、第 1 絶縁層 11 の上面 11T に形成されており、Z 方向から見て、画素電極 20 のスルーホール 20S と重なるように配置されている。電極部 17A は、液晶層 300 に最も近いアレイ基板 200 の面に設けられている。具体的には、液晶層 300 とアレイ基板 200 との間には配向膜が形成されており、この配向膜の下に第 1 絶縁層 11 が設けられている。

電極部 17A の線幅 W17A は、例えば、約 3 μm であり、導電接続部 17B の上端（電極部 17A と導電接続部 17B との接続部）よりも大きい。

導電接続部 17B は、第 1 コンタクトホール 11H 及び第 2 コンタクトホール 12H の内部に設けられており、第 1 コンタクトホール 11H 及び第 2 コンタクトホール 12H を通じて、コモン配線 30 に電氣的に接続されている。

第 1 絶縁層 11 及び第 2 絶縁層 12 に上述したコンタクトホールが形成されている状態で、第 1 絶縁層 11 上に成膜工程及びパターニング工程を施すことで、電極部 17A 及び導電接続部 17B は、一体的に形成されている。共通電極 17 は、画素電極 20 と同様に、ITO 等の透明導電膜で形成されている。

[0071] 上述した積層構造においては、電極部 17A と画素電極 20 との間に第 1 絶縁層 11 が配置され、かつ、コモン配線 30 と画素電極 20 との間に第 2 絶縁層 12 が配置された状態で、共通電極 17 及びコモン配線 30 は互いに導通しており、コモン配線 30 の電位と共通電極 17 の電位とが同じとなっている。

[0072] 本実施形態に係る液晶表示装置 LCD1 において、共通電極 17 の電位は一定である（定電位）。本発明における「定電位」とは、例えば、液晶表示装置の筐体等に、高抵抗を介して接地された共通電極 17 の電位であって、通常フレーム反転駆動に用いる $\pm 2.5\text{V}$ 等の定電位を意味しない。液晶の閾値 V_{th} 以下の電圧以下の範囲で、略 0V（ゼロボルト）に固定された定電位である。換言すれば、 V_{th} の範囲内であれば、「定電位」は、液晶駆動電圧の中間値からオフセットさせた定電位であってもよい。なお、上記

の「高抵抗」とは、500メガオームから50テラオームの範囲内から選択可能な抵抗値である。このような抵抗値としては、例えば、代表的に500ギガオームから5テラオームを採用することができる。本実施形態においては、コモン配線30は、例えば、1テラオームの高抵抗を介して接地され、およそ0V（ゼロボルト）の定電位にある。同様に、コモン配線30に接続されている共通電極17もおよそ0V（ゼロボルト）の定電位にある。

[0073] なお、液晶表示装置のアクティブ素子（薄膜トランジスタ）のチャンネル層を形成する材料として、IGZO等の酸化物半導体を用いる場合、液晶表示装置の画素の焼きつきが生じ易い状態を緩和するため、1テラオームより低い抵抗を用いてもよい。また、タッチセンシングに関わる時定数を調整する目的で上記高抵抗を調整することができる。IGZO等の酸化物半導体をアクティブ素子のチャンネル層に用いる表示装置では、タッチセンシング制御における、上記の種々の工夫が可能となる。以下の記載において、酸化物半導体を単にIGZOと呼称することがある。

[0074] （アクティブ素子28）

次に、図5を参照して、画素電極20に接続されているアクティブ素子28の構造について説明する。

図5においては、一例として、第1アクティブ素子28aの構造について説明するが、第2アクティブ素子28bの構造は、第1アクティブ素子28aと同じであるため、説明を省略する。

アクティブ素子28は、チャンネル層27と、チャンネル層27の一端（第一端、図5におけるチャンネル層27の左端）に接続されたドレイン電極26と、チャンネル層27の他端（第二端、図5におけるチャンネル層27の右端）に接続されたソース電極24と、第3絶縁層13を介してチャンネル層27に対向配置されたゲート電極25とを備える。図5は、アクティブ素子28を構成するチャンネル層27、ドレイン電極26、及びソース電極24が第4絶縁層14上に形成されている構造を示しているが、本発明はこのような構造に限定されない。第4絶縁層14に設けずに、透明基板22上にアクティブ素

子28を形成してもよい。

図5に示すソース電極24とドレイン電極26は、同じ工程において、同じ構成の導電層で形成される。第1実施形態では、ソース電極24とドレイン電極26の構造として、チタン／アルミニウム合金／チタンの3層構成を採用している。ここで、アルミニウム合金は、アルミニウム－ネオジウムの合金である。

[0075] チャネル層27の材料としては、例えば、IGZOと称される酸化物半導体を用いることができる。チャネル層27の材料としては、ガリウム、インジウム、亜鉛、錫、アルミニウム、ゲルマニウム、セリウムのうちの2種以上の金属酸化物を含む酸化物半導体を用いることができる。本実施形態では、酸化インジウム、酸化ガリウム、及び酸化亜鉛を含む酸化物半導体を用いている。酸化物半導体で形成されるチャネル層27の材料は、単結晶、多結晶、微結晶、微結晶とアモルファスとの混合体、或いは、アモルファスのいずれでもよい。酸化物半導体の膜厚としては、2nm～50nmの範囲内の膜厚を選択的に決定することができる。なお、チャネル層27は、ポリシリコン半導体で形成してもよい。

[0076] ドレイン電極26及びソース電極24（ソース配線31、32）の各々としては、同じ構造が採用することができる。例えば、多層の導電層をドレイン電極26及びソース電極24に用いることができる。例えば、アルミニウム、銅、或いはこれらの合金層を、モリブデン、チタン、タンタル、タングステン、導電性の金属酸化物膜等で挟持する電極構造を採用することができる。第4絶縁層14上に、先にドレイン電極26及びソース電極24を形成し、これら2つの電極に積層するようにチャネル層27を形成してもよい。トランジスタの構造は、ダブルゲート構造等のマルチゲート構造であってよい。

[0077] 第3絶縁層13は、ゲート絶縁膜として機能する。このような絶縁膜材料としては、酸化シリコン、酸化ガリウム、酸化アルミニウム、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、酸化窒化アルミニウム等が採用される。第3絶縁層1

3の構造としては、単層膜、混合膜、或いは多層膜であってもよい。混合膜や多層膜の場合、上記絶縁膜材料から選択された材料によって混合膜や多層膜を形成することができる。第3絶縁層13の膜厚は、例えば、2nm以上300nm以下の範囲内から選択可能な膜厚である。チャンネル層27を酸化物半導体で形成する場合、酸素が多く含まれる状態（成膜雰囲気）で、チャンネル層27と接触する第3絶縁層13の界面を形成することができる。

[0078] チャンネル層27の上には、第3絶縁層13を介して、ゲート電極25が配設される。ゲート電極25（第1ゲート配線10及び第2ゲート配線9）は、上述したコモン配線30と同じ材料を用いて、同じ層構成を有するように、同じ工程で形成することができる。また、ゲート電極25は、上述したドレイン電極26及びソース電極24と同じ材料を用いて、同じ層構成を有するように形成してもよい。ゲート電極25を多層の導電性材料を用いて形成する場合、銅層或いは銅合金層を導電性金属酸化物で挟持する構成を採用することができる。ゲート電極25の形成方法としては、ゲート電極25の形成に先立って、アクティブ素子28のチャンネル層27の直上に位置する第3絶縁層13のみにドライエッチング等を施し、第3絶縁層13の厚さを薄くすることもできる。

具体的に、第1ソース配線31及び第2ソース配線32に供給される映像信号に起因するノイズがコモン配線30に乗ることを抑制するために、第3絶縁層13を厚くする必要がある。特に、コモン配線30と、第1ソース配線31及び第2ソース配線32とが直交する部分における第3絶縁層13の膜厚は厚いことが好ましい。その一方、第3絶縁層13は、ゲート電極25とチャンネル層27との間に位置するゲート絶縁膜としての機能を有しており、アクティブ素子28のスイッチング特性を考慮した適切な膜厚が要求される。このように相反する2つの機能を実現するために、コモン配線30と第1ソース配線31との間における第3絶縁層13の膜厚、及び、コモン配線30と第2ソース配線32との間における第3絶縁層13の膜厚を大きく維持したまま、チャンネル層27の直上に位置する第3絶縁層13の厚さを薄く

することで、ソース配線に供給される映像信号に起因するノイズがコモン配線30に乗ることを抑制することができるとともに、アクティブ素子28において所望のスイッチング特性を実現することができる。

また、チャンネル層27の下部には、別途、絶縁層を介して遮光膜を形成してもよい。遮光膜の材料としては、モリブデン、チタン、クロムなどの高融点金属を用いることができる。

[0079] 第1ゲート配線10は、第1アクティブ素子28aと電氣的に連携されている。具体的に、第1ゲート配線10に接続されている第1ゲート電極25aと第1アクティブ素子28aのチャンネル層27とは、第3絶縁層13を介して対向している。映像信号制御部121から第1ゲート電極25aに供給される走査信号に応じて第1アクティブ素子28aにおいてスイッチング駆動が行われる。

第2ゲート配線9は、第2アクティブ素子28bと電氣的に連携されている。具体的に、第2ゲート配線9に接続されている第2ゲート電極25bと第2アクティブ素子28bのチャンネル層27とは、第3絶縁層13を介して対向している。映像信号制御部121から第2ゲート電極25bに供給される走査信号に応じて第2アクティブ素子28bにおいてスイッチング駆動が行われる。

[0080] 第1ソース配線31及び第2ソース配線32には、映像信号制御部121から映像信号としての電圧が付与される。第1ソース配線31には、負の電位の映像信号（第1映像信号）が付与され、第2ソース配線32には、正の電位の映像信号（第2映像信号）が付与される。第1ソース配線31及び第2ソース配線32における映像信号の正負の極性は固定されており、ソース配線31、32における映像信号の正と負の反転は行われず、ソース配線31、32における映像信号の正負の極性が固定された液晶駆動については、図14、図15を参照して後述する。

[0081] ゲート電極25の構成の一部に銅合金を採用する場合、銅に対し0.1at%以上4at%以下の範囲内の金属元素或いは半金属元素を添加すること

ができる。このように元素を銅に添加することによって、銅のマイグレーションを抑制することができるという効果が得られる。特に、銅層の結晶（グレイン）内で銅原子の一部と置換することによって銅の格子位置に配置できる元素と、銅層の結晶粒界に析出して銅のグレイン近傍の銅原子の動きを抑制する元素とを共に銅に添加することが好ましい。或いは、銅原子の動きを抑制するためには銅原子より重い（原子量の大きな）元素を銅に添加することが好ましい。加えて、銅に対し0.1 at %から4 at %の範囲内の添加量で、銅の導電率が低下しにくい添加元素を選択することが好ましい。さらに、スパッタリング等の真空成膜を考慮すると、スパッタリング等の成膜レートが銅に近い元素が好ましい。上述したように元素を銅に添加する技術は、仮に、銅を銀やアルミニウムに置き換えた場合にも適用することができる。換言すれば、銅合金に代えて、銀合金やアルミニウム合金を用いてもよい。

[0082] 銅層の結晶（グレイン）内で銅原子の一部と置き換わって銅の格子位置に配置できる元素を銅に添加することは、言い換えると、常温付近で銅と固溶体を形成する金属や半金属を銅に添加することである。銅と固溶体を形成し易い金属は、マンガン、ニッケル、亜鉛、パラジウム、ガリウム、金（Au）等が挙げられる。銅層の結晶粒界に析出して銅のグレイン近傍の銅原子の動きを抑制する元素を銅に添加することは、言い換えると、常温付近で銅と固溶体を形成しない金属や半金属を添加することである。銅と固溶体を形成しにくい金属や半金属には種々の材料が挙げられる。例えば、チタン、ジルコニウム、モリブデン等の高融点金属、シリコン、ゲルマニウム、アンチモン、ビスマス等の半金属と呼称される元素等を挙げるができる。

銅は、マイグレーションの観点で信頼性面に問題がある。上記の金属や半金属を銅に添加することで信頼性面を補うことができる。銅に対し、上記金属や半金属を0.1 at %以上添加することでマイグレーションを抑制する効果が得られる。しかし、銅に対し、上記金属や半金属を4 at %以上添加する場合は、銅の導電率の悪化が著しくなり、銅或いは銅合金を選定する

メリットが得られない。

[0083] 上記導電性酸化物としては、例えば、酸化インジウム、酸化錫、酸化亜鉛、酸化アンチモンから1以上選択される複合酸化物（混合酸化物）を採用することができる。この複合酸化物には、さらに、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ゲルマニウムを少量、添加してもよい。酸化インジウムと酸化錫の複合酸化物は、ITOと呼称される低抵抗の透明導電膜として一般的である。酸化インジウム、酸化亜鉛、及び酸化錫の三元系の複合酸化物を用いる場合、酸化亜鉛及び酸化錫の混合割合を調整することで、ウエットエッチングにおけるエッチングレートを調整することができる。酸化インジウム、酸化亜鉛、及び酸化錫の三元系の複合酸化物によって合金層が挟持された3層構成においては、複合酸化物のエッチングレートと銅合金層のエッチングレートと調整することができ、これら3層のパターン幅を略等しくすることができる。

[0084] 一般に、諧調表示を行うために、諧調表示に応じた種々の電圧がソース配線に印加され、かつ、種々のタイミングで映像信号がソース配線に付与される。このような映像信号に起因するノイズは、共通電極17に乗り易く、タッチセンシングの検出精度を低下させる恐れがある。そこで、図5に示すように、ソース配線32（又はソース配線31）と、タッチセンシング配線3との距離W2を大きくする構造を採用することで、ノイズを低減することができるという効果が得られる。

[0085] 本実施形態においては、アクティブ素子28としては、トップゲート構造を有するトランジスタが採用されている。トップゲート構造に代えて、ボトムゲート構造を有するトランジスタが採用されてもよいが、トップゲート構造のトランジスタを採用する場合には、Z方向におけるソース配線31の位置をタッチセンシング配線3から離間させることができる。換言すれば、トップゲート構造を有するトランジスタの場合、タッチセンシング配線3と共通電極17との間に静電容量が生成される空間から、ソース配線を離間することができる。このように静電容量が生成される空間からソース配線を離間

させることで、タッチセンシング配線3と共通電極17との間で検出されるタッチ信号へのノイズの影響、即ち、ソース配線から生じる種々の映像信号に起因するノイズがタッチ信号に与える影響を低減することができる。

[0086] (表示装置基板100の具体的な構造)

次に、図6～図9を参照し、表示装置基板100の具体的な構造について説明する。図6は、本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置LCD1を部分的に示す平面図であり、透明基板21を通じて観察者側から見た図である。

図7は、本発明の第1実施形態に係る表示装置基板100を部分的に示す断面図であり、図6に示すF-F'線に沿う断面図である。図8は、本発明の第1実施形態に係る表示装置基板100を部分的に示す断面図であり、タッチセンシング配線3の端子部34を説明する断面図である。図9は、本発明の第1実施形態に係る表示装置基板100を部分的に示す断面図であり、タッチセンシング配線3の端子部34を説明する断面図である。

図6に示すように、図2に示すアレイ基板200上に、液晶層を介して、表示装置基板100が積層されている。これによって、液晶層300を介してアレイ基板200に表示装置基板100が貼り合わされた液晶表示装置LCD1が得られている。

なお、図6においては、アレイ基板200を構成する第1ソース配線31、第2ソース配線32、及びコモン配線30が示されており、アレイ基板200を構成する他の部材(電極、配線、アクティブ素子等)は省略されている。

[0087] 表示装置基板100は、カラーフィルタ51(RGB)、タッチセンシング配線3、及びブラックマトリクスBMを備える。ブラックマトリクスBMは、複数の画素開口を備えた格子パターンを有している。複数の画素開口部の各々には、カラーフィルタ51を構成する赤フィルタ(R)、緑フィルタ(G)、及び青フィルタ(青)が設けられている。ブラックマトリクスBMは、X方向に延在するX方向延在部と、Y方向に延在するY方向延在部とを

有しており、上述した黒色層 8 を構成する材料で形成されている。また、Y 方向延在部は、黒色層 8 に相当する。ブラックマトリクス BM の Y 方向延在部（ブラックマトリクスの一部）に重なるように、タッチセンシング配線 3 が表示装置基板 100 に設けられている（図 7 参照）。

また、タッチセンシング配線 3 は、ブラックマトリクス BM 上に形成され、Y 方向に延線されている。表示装置基板 100 とアレイ基板 200 との位置関係において、タッチセンシング配線 3 は、第 1 ソース配線 31 及び第 2 ソース配線 32 に重なるように配置されており、タッチセンシング配線 3 の延在方向は、コモン配線 30 の延在方向に対して直交している。

[0088] 図 7 に示すように、ブラックマトリクス BM を構成する黒色層 8 上に、第 1 導電性金属酸化物層、銅合金層、及び第 2 導電性金属酸化物層の 3 層構成のタッチセンシング配線 3 が積層されている。

導電性金属酸化物層の材料としては、酸化インジウムや酸化錫を基材とする導電性金属酸化物を適用することができる。例えば、酸化インジウムに、酸化亜鉛、酸化錫、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム、酸化ゲルマニウム、酸化ガリウム、酸化セリウム、酸化アンチモン等を添加した複合酸化物を用いることができる。少なくとも、酸化亜鉛を混合する複合酸化物系を用いる場合は、酸化インジウムに対する酸化亜鉛の添加量に応じてウエットエッチングでのエッチングレートを調整することができる。

[0089] 上記のような第 1 導電性金属酸化物層、銅合金層、及び第 2 導電性金属酸化物層の 3 層構成のタッチセンシング配線或いは導電配線（アレイ基板 200 上に形成されたコモン配線 30）を形成する際には、導電性金属酸化物と銅合金のエッチングレートを合わせ、略同じ線幅でエッチングすることが重要である。酸化インジウムと酸化亜鉛の 2 元系材料を主材料とし、さらに他の必要な要素、例えば、導電性改善や信頼性改善を実現できる他の金属酸化物を主材料に添加することで、上記 3 層構成を有する配線を実現することができる。

例えば、酸化インジウム－酸化亜鉛－酸化錫の複合金属酸化物による複合酸化物は、高い導電性を有するとともに、銅合金、カラーフィルタ、及びガラス基板等に対する強い密着性を有する。さらに、この複合金属酸化物は、硬いセラミックスでもあり、かつ、電気的な実装構造において、良好なオーミックコンタクトが得られる。このような複合酸化物を含む導電性酸化物層を、上記第1導電性金属酸化物層、銅合金層、及び第2導電性金属酸化物層の3層構成に適用すれば、例えば、ガラス基板上で極めて強固な電気的実装を行うことができる。

[0090] 図7に示すように、ブラックマトリクスBM上に、酸化インジウムと酸化亜鉛と酸化錫を含む3元系混合酸化物膜（導電性金属酸化物層）である第2導電性金属酸化物層4、金属層5、及び第2導電性金属酸化物層4と同様の第1導電性金属酸化物層6とを連続成膜することで、3層を形成することができる。成膜装置として、例えば、スパッタリング装置を用い、真空雰囲気を維持したまま、連続成膜を行う。

例えば、第2導電性金属酸化物層4及び第1導電性金属酸化物層6のそれぞれにおいて、酸化インジウムと酸化亜鉛と酸化錫、及び、銅合金である金属層の組成は、下記の通りである。いずれの場合も、混合酸化物中の金属元素でのアトミックパーセント（酸素元素をカウントしない金属元素のみのカウント。以下、at%で表記）である。

・第1導電性金属酸化物層； $In : Zn : Sn \Rightarrow 90 : 8 : 2$

・第2導電性金属酸化物層； $In : Zn : Sn \Rightarrow 91 : 7 : 2$

・金属層； $Cu : Zn : Sb \Rightarrow 98.6 : 1.0 : 0.4$

第1導電性金属酸化物層6と第2導電性金属酸化物層4とに含まれるインジウム（In）の量は、80at%より多く含有させる必要がある。インジウム（In）の量は、80at%より多いことが好ましい。インジウム（In）の量は、90at%より多いことがさらに好ましい。インジウム（In）の量は、90at%より多いことが好ましい。インジウム（In）の量は、80at%よりも少ない場合、形成される導電性金属酸化物層の比抵抗が

大きくなり好ましくない。亜鉛（Zn）の量は、20at%を超えると導電性金属酸化物（混合酸化物）の耐アルカリ性が低下するので好ましくない。

第1導電性金属酸化物層6及び第2導電性金属酸化物層4に含まれる亜鉛（Zn）の量は、錫（Sn）の量より多くする必要がある。錫の含有量が亜鉛含有量を超えてくると、後工程でのウエットエッチングで支障が出てくる。換言すれば、銅或いは銅合金である金属層が導電性金属酸化物層よりもエッチングされ易くなり、第1導電性金属酸化物層6、金属層5、及び第2導電性金属酸化物層4との線幅に差が生じ易くなる。

第1導電性金属酸化物層6及び第2導電性金属酸化物層4に含まれる錫（Sn）の量は、0.5at%以上6at%以下の範囲内が好ましい。インジウム元素に対する比較で、0.5at%以上6at%以下の錫を導電性金属酸化物層に添加することで、上記インジウム、亜鉛、及び錫との3元系混合酸化物膜（導電性の複合酸化物層）の比抵抗を小さくすることができる。錫の量が7at%を超えると、導電性金属酸化物層に対する亜鉛の添加も伴うため、3元系混合酸化物膜（導電性の複合酸化物層）の比抵抗が大きくなりすぎる。上記の範囲（0.5at%以上6at%以下）内で亜鉛及び錫の量を調整することで、また、成膜条件やアニール条件等を調整することで、比抵抗をおおよそ、混合酸化物膜の単層膜の比抵抗として $5 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ 以上 $3 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ 以下の小さな範囲内に収めることができる。上記混合酸化物中には、チタン、ジルコニウム、マグネシウム、アルミニウム、ゲルマニウム等の他の元素を少量、添加することもできる。

[0091] ブラックマトリクスBMは、表示面（表示部110）内でのマトリクス領域（矩形状の表示領域と表示画面）を囲う額縁領域を有する。タッチセンシング配線3を、透明基板21の外側に向けて額縁領域から延びるように透明基板21上に形成し、額縁領域の外側に位置するタッチセンシング配線3に端子部34を形成することが好ましい。この場合、タッチセンシング配線3の端子部34は、ブラックマトリクスBMと重畳せずに額縁領域から延出する位置に設けられている。この構成においては、ガラス板である透明基板2

1のガラス面に、実装に用いられる端子部34を直接形成することが可能である。

図8は、透明基板21の外側に向けて額縁領域のブラックマトリクスBMから延出するタッチセンシング配線3を示す断面図であって、X方向に沿う図である。タッチセンシング配線3の端子部34は、ガラス板である透明基板21上に直接配設される。図9は、端子部34を示す断面図であって、Y方向に沿う図である。

[0092] 端子部の平面視の形状は図8や図9に限定されない。例えば、透明樹脂層16で端子部34上を覆った後に、ドライエッチング等の方法で端子部34の上部を除去し、円形又は矩形の形状を有する端子部34を形成し、端子部34の表面に導電性金属酸化物層を露出させてもよい。この場合、表示装置基板100とアレイ基板200とを貼り合わせるシール部や液晶セル内の端部において、表示装置基板100からアレイ基板200への導通の転移（トランスファ）を、シール部の厚み方向に行うことも可能である。異方性導電膜、微小な金属球、或いは金属膜で覆った樹脂球等から選ばれる導体をシール部に配置することで、表示装置基板100とアレイ基板200とを導通することができる。

[0093] 表示装置基板100とアレイ基板200との間の導通構造においては、表示装置基板100のみに第1導電性金属酸化物層6、銅合金層（金属層5）、及び第2導電性金属酸化物層4の3層を配設させるのではなく、アレイ基板200にも、同様に、第1導電性金属酸化物層、銅合金層、及び第2導電性金属酸化物層の3層で形成された端子部を形成することが好ましい。このようにアレイ基板200に形成された端子は、表示装置基板100に対する導通の転移（トランスファ）用の端子として用いられる。具体的には、アレイ基板200に形成されているゲート配線9、10を構成する導電層のレイヤの構造、或いは、ソース配線31、32を構成する導電層のレイヤの構造のいずれかを、第1導電性金属酸化物層、銅合金層、及び第2導電性金属酸化物層の3層構造にする。これによって、表示装置基板100とアレイ基板

200との間の導通のための引き回し配線や端子部をアレイ基板200に形成することになる。

[0094] (液晶層300)

図3に戻り、液晶層300について説明する。

液晶層300は、正の誘電率異方性を有する液晶分子39を含む。液晶分子の初期配向は、表示装置基板100或いはアレイ基板200の基板面に対して水平である。液晶層300を用いた第1実施形態に係る液晶駆動は、平面視、液晶層を横断するように駆動電圧が液晶分子に印加されるため、横電界方式と呼称されることがある。液晶分子39の動作については、図16及び図17を参照して後述する。

[0095] (液晶表示装置LCD1の製造方法)

次に、図2～図5に示す画素構造を有するアレイ基板200を備えた液晶表示装置LCD1の製造方法について、図10～図13を用いて説明する。

まず、透明基板22を準備し、透明基板22の表面を覆うように第4絶縁層14を形成する。

次に、図10に示すように、第4絶縁層14上に、アクティブ素子28を構成するチャンネル層27を形成する。チャンネル層27の材料としては、酸化物半導体が採用される。一つの画素に2つのチャンネル層27を配置するように、チャンネル層27のパターニングが行われる。図10においては、破線131、132、89、90が示されている。破線131、132は、チャンネル層27を形成した後に第4絶縁層14上に形成されるソース配線の位置を示している。破線89、90は、ソース配線31、32を形成した後に第3絶縁層13上に形成されるゲート配線の位置を示している。

[0096] 次に、図11に示すように、ソース電極24及びドレイン電極26をチャンネル層27上に形成するとともに、ソース電極24に電氣的に連携される第1ソース配線31及び第2ソース配線32を形成する。第1ソース配線31及び第2ソース配線32は、Y方向に延在する線状パターンを有する。

[0097] 次に、チャンネル層27、ソース電極24、ドレイン電極26、第1ソース

配線 3 1、及び第 2 ソース配線 3 2 を覆うように、透明基板 2 2 上に、即ち、第 4 絶縁層 1 4 上に、第 3 絶縁層 1 3 を形成する。この第 3 絶縁層 1 3 は、2 つの配線層の間に位置する層間絶縁膜としての機能と、ゲート絶縁膜としての機能とを有する。

次に、図 1 2 に示すように、第 3 絶縁層 1 3 を形成した後、チャンネル層 2 7 の形成位置に一致するように、第 3 絶縁層 1 3 上に、ゲート電極 2 5 を形成する。更に、ゲート電極 2 5 の形成と同時に、ゲート電極 2 5 に電氣的に連携される第 1 ゲート配線 1 0 及び第 2 ゲート配線 9 と、コモン配線 3 0 を形成する。ゲート電極 2 5、第 1 ゲート配線 1 0、第 2 ゲート配線 9、及びコモン配線 3 0 は、上述したように導電性材料で構成される導電層であり、同じ工程で形成される。

[0098] 次に、ゲート電極 2 5、第 1 ゲート配線 1 0、第 2 ゲート配線 9、及びコモン配線 3 0 を覆うように、透明基板 2 2 上に、即ち、第 3 絶縁層 1 3 上に、第 2 絶縁層 1 2 を形成する。第 2 絶縁層 1 2 を成膜した後、第 2 絶縁層 1 2 の全面に透明導電膜を成膜する。

その後、透明導電膜をパターニングすることで、図 1 3 に示すように画素毎に画素電極 2 0 が形成される。画素電極 2 0 をパターニングする際に、スルーホール 2 0 S も形成する。即ち、スルーホール 2 0 S では、透明導電膜が除去されている。

図 1 3 は、アクティブ素子 2 8、第 1 ソース配線 3 1、第 2 ソース配線 3 2、第 1 ゲート配線 1 0、第 2 ゲート配線 9、及びコモン配線 3 0 等を覆う第 2 絶縁層 1 2 が形成された構造を示している。第 2 絶縁層 1 2 上には、パターニングによって画素電極 2 0 が形成されている。画素電極 2 0 は、コンタクトホール 2 9 を介して、第 1 アクティブ素子 2 8 a 及び第 2 アクティブ素子 2 8 b の各々のドレイン電極 2 6 と電氣的に接続されている。また、画素電極 2 0 に形成されているスルーホール 2 0 S の直径は、後の工程で形成される第 1 コンタクトホール 1 1 H 及び第 2 コンタクトホール 1 2 H の直径よりも大きい。スルーホール 2 0 S は、第 1 コンタクトホール 1 1 H 及び第

2コンタクトホール12Hの内部で共通電極17とコモン配線30との電氣的リークが生じないような十分な大きさ（直径）を有する。

[0099] 次に、透明基板22上に、即ち、第2絶縁層12上に、第1絶縁層11を形成する。これにより、第1絶縁層11は、スルーホール20Sを埋設し、画素電極20の全面を覆う。その後、スルーホール20Sに対応する位置に、第1コンタクトホール11Hを第1絶縁層11に形成し、第2コンタクトホール12Hを第2絶縁層12に形成する。第1絶縁層11及び第2絶縁層12にエッチングを施すことによって第1コンタクトホール11H及び第2コンタクトホール12Hは、一括して形成される。

その後、共通電極17の構成材料である透明導電膜を、第1コンタクトホール11H及び第2コンタクトホール12Hを埋めるように、かつ、第1絶縁層11上に成膜する。その後、透明導電膜にパターニングを施すことによって、図4Bに示す電極部17Aが第1絶縁層11上に形成され、第1コンタクトホール11H及び第2コンタクトホール12Hの内部に導電接続部17Bが埋設され、共通電極17が形成される。これによって、共通電極17とコモン配線30とが導通する。上記の工程を経て、図2に示すアレイ基板200が得られる。

[0100] 図2に示す例では、画素電極20を覆うように形成された第1絶縁層11上に、共通電極17が形成されている。また、一つの画素に2本のストライプパターン形状を有する共通電極17が配設されているが、共通電極17のパターン形状や本数はこれに限定されない。共通電極17は、ITO等の透明導電膜で形成されている。また、共通電極17は、画素の長手方向における中央位置において、第1コンタクトホール11H及び第2コンタクトホール12Hを通じてコモン配線30と電氣的に接続されている。共通電極17と画素電極20とが重畳する部分は、液晶表示を行う際の補助容量として用いてもよい。

[0101] 上述した液晶表示装置LCD1の製造方法によれば、アクティブ素子を駆動するためのソース配線やゲート配線を一枚のアレイ基板に併設する場合に

であっても、ジャンパー線やバイパストネル等を設ける必要がなく、低コストで液晶表示装置LCD1を製造することができる。

[0102] (液晶表示装置LCD1の動作)

次に、図14及び図15を参照し、ゲート配線9、10及びソース配線31、32による反転駆動、具体的に、カラム反転駆動、また、ドット反転駆動による液晶駆動方法を説明する。図14は、本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置LCD1を部分的に示す回路図であり、カラム反転駆動により液晶表示装置を駆動させた場合に、各画素における液晶駆動電圧の状況を示す説明図である。図15は、本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置LCD1を部分的に示す回路図であり、ドット反転駆動により液晶表示装置を駆動させた場合に、各画素における液晶駆動電圧の状況を示す説明図である。

[0103] 本実施形態では、一例として、第2ソース配線32の電位が正の極性を有し、第1ソース配線31が負の極性を有しており、各画素において画素反転駆動が行われる。反転駆動の際に選択されるゲート配線は、表示画面の全体でゲート配線を選択するフレーム反転でもよく、全ラインのうちの半分の本数のゲート配線を選択して反転駆動を行ってもよいし、さらに、水平ラインを順次に選択する反転駆動や水平ラインを間欠的に選択して反転駆動を行ってもよい。

[0104] 図14は、例えば、複数のゲート配線10（複数ライン）のうち、偶数ラインのゲート配線10を選択し、選択されたゲート配線10がアクティブ素子にゲート信号を送った場合の画素毎の極性を示している。ここで、第2ソース配線32の極性は正であり、第1ソース配線31の極性は負である。この場合、垂直方向（Y方向）に同じ極性を有する画素が並ぶ。例えば、次のフレームで奇数ラインのゲート配線を選択し、選択されたゲート配線10がアクティブ素子にゲート信号を送った場合、図14に示す極性とは反対の極性を有する画素が、同じく、縦方向に並び、垂直ライン反転駆動が行われる。フレーム毎に垂直ラインを反転する場合は、ノイズの発生頻度がより低くなる。

図14では、第1ソース配線31及び第2ソース配線32と第1ゲート配線10は第1アクティブ素子28aに電氣的に接続されており、第1ソース配線31及び第2ソース配線32と第2ゲート配線9は第2アクティブ素子28bに電氣的に接続されている。第1ソース配線31は負の極性であり、第2ソース配線32は正の極性となっているため、第1ゲート配線10或いは第2ゲート配線9を選択することで、画素の極性が定まる。

[0105] 図15は、例えば、複数のゲート配線10（複数ライン）のうち、2本おきに、かつ、2本一組のゲート配線9、10を選択し、選択されたゲート配線9、10がアクティブ素子にゲート信号を送った場合の画素毎の極性を示している。ここで、第2ソース配線32の極性は正であり、第1ソース配線31の極性は負である。この場合、垂直方向及び水平方向のいずれの方向においても、正と負の極性を有する画素が交互に並ぶ。次のフレームで、異なる2本一組のゲート配線を選択し、選択されたゲート配線9、10がアクティブ素子にゲート信号を送ることで、図15に示す極性とは反対の極性を有する画素が、同じく、交互に並び、ドット反転駆動が行われる。図14及び図15に示す画素おける反転駆動は、以下の実施形態でも同様に行われる。

[0106] 本実施形態における正の電圧は、例えば、0Vから+5Vとし、負の電圧は0Vから-5Vとした。なお、チャンネル層27が酸化物半導体（例えば、IGZOと呼称されるインジウム、ガリウム、亜鉛の複合酸化物半導体）で形成されている場合、このような酸化物半導体においては電氣的な耐圧が高いため、高い電圧を用いることができる。

なお、本発明は、正の電圧及び負の電圧を上記の電圧に限定しない。例えば、正の電圧を0Vから+2.5Vとし、負の電圧を0Vから-2.5Vとしてもよい。即ち、正の電圧の上限を+2.5Vに設定し、負の電圧の下限を-2.5Vに設定してもよい。この場合、消費電力を低減する効果、ノイズの発生を低減する効果、或いは液晶表示の焼きつきを抑制する効果が得られる。

[0107] 例えば、チャンネル層27としてメモリ性の良好なIGZOを用いたトラン

ジスタ（アクティブ素子）を採用すると、共通電極 17 を一定の電圧（定電位）とするときの、定電圧駆動に必要な補助容量（ストレージキャパシタ）を省くことも可能である。チャンネル層 27 として IGZO を用いたトランジスタは、シリコン半導体を用いたトランジスタと異なり、リーク電流が極めて小さいので、例えば、先行技術文献の特許文献 4 に記載されているようなラッチ部を含む転送回路を省くことができ、単純な配線構造を採用することができる。また、IGZO 等の酸化物半導体をチャンネル層として用いたトランジスタを具備するアレイ基板 200 を用いた液晶表示装置 LCD 1 においては、トランジスタのリーク電流が小さいため、画素電極 20 に液晶駆動電圧を印加した後に電圧を保持することができ、液晶層 300 の透過率を維持することができる。

[0108] IGZO 等の酸化物半導体をチャンネル層 27 に用いる場合、アクティブ素子 28 での電子移動度が高く、例えば、2 msec（ミリ秒）以下の短時間で、必要な映像信号に対応する駆動電圧を画素電極 20 に印加することができる。例えば、倍速駆動（1 秒間の表示コマ数が 120 フレームである場合）の 1 フレームは約 8.3 msec であり、例えば、6 msec をタッチセンシングに割り当てることができる。

透明電極パターンを有する共通電極 17 が、定電位であるときには、液晶駆動とタッチ電極駆動とを時分割駆動しなくてもよい。液晶の駆動周波数とタッチ金属配線の駆動周波数とは、異ならせることができる。例えば、IGZO 等の酸化物半導体をチャンネル層 27 に用いたアクティブ素子 28（第 1 アクティブ素子 28a、第 2 アクティブ素子 28b を含む）においては、画素電極 20 に液晶駆動電圧を印加した後に透過率保持（或いは電圧保持）が必要なポリシリコン半導体を用いたトランジスタとは異なり、透過率を保持するために映像をリフレッシュ（再度の映像信号の書き込み）する必要がない。従って、IGZO 等の酸化物半導体を採用した液晶表示装置 LCD 1 においては、低消費電力駆動が可能となる。

[0109] IGZO 等の酸化物半導体は、電氣的な耐圧が高いので、高めの電圧で液

晶を高速駆動することができ、3D表示が可能な3次元映像表示に用いることが可能となる。IGZO等の酸化物半導体をチャンネル層27に用いるアクティブ素子28は、上述のようにメモリ性が高いため、例えば、液晶駆動周波数を0.1Hz以上30Hz以下程度の低周波数としてもフリッカー（表示のちらつき）を生じにくいメリットがある。IGZOをチャンネル層とするアクティブ素子28を用いて、低周波数によるドット反転駆動と、かつ、ドット反転駆動とは異なる周波数によるタッチ駆動とを共に行うことで、低消費電力で、高画質の映像表示と高精度のタッチセンシングをとともに得ることができる。

[0110] また、酸化物半導体をチャンネル層27に用いるアクティブ素子28は、前述のようにリーク電流が少ないため、画素電極20に印加した駆動電圧を長い時間保持することができる。アクティブ素子28のソース配線31、32やゲート配線9、10（補助容量線）等をアルミニウム配線より配線抵抗の小さい銅配線で形成し、さらに、アクティブ素子として短時間で駆動できるIGZOを用いることで、タッチセンシングの走査を行うための期間を十分設けることが可能となる。即ち、IGZO等の酸化物半導体をアクティブ素子に適用することで液晶等の駆動時間を短くすることができ、表示画面全体の映像信号処理の中で、タッチセンシングに適用する時間に十分な余裕ができる。このことにより、発生する静電容量の変化を高精度で検出することができる。

さらに、チャンネル層27としてIGZO等の酸化物半導体を採用することで、ドット反転駆動やカラム反転駆動でのカップリングノイズの影響を略解消することができる。これは、酸化物半導体を用いたアクティブ素子28では、映像信号に対応する電圧を極めて短い時間（例えば、2 msec）で画素電極20に印加することができ、また、その映像信号印加後の画素電圧を保持するメモリ性が高く、そのメモリ性を活用した保持期間に新たなノイズ発生はなく、タッチセンシングへの影響を軽減できるためである。

[0111] 酸化物半導体としては、インジウム、ガリウム、亜鉛、錫、アルミニウム

、ゲルマニウム、セリウムのうちの2種以上の金属酸化物を含む酸化物半導体を採用することができる。

[0112] (液晶駆動)

図16及び図17は、本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置LCD1の画素を部分的に示す平面図である。液晶分子39の配向を分かり易く説明するために、一画素における液晶の配向状態を示している。図16は、液晶表示装置LCD1の画素を部分的に示す平面図であって、一画素における液晶の配向状態(初期配向状態)を示す平面図である。図17は、液晶表示装置LCD1の画素を部分的に示す平面図であって、画素電極20と共通電極17との間に液晶駆動電圧を印加した時の、液晶駆動動作を示す平面図である。

図16及び図17に示す例では、画素電極20は矩形状に形成されており、画素電極20の長手方向はY方向に一致している。このような矩形状の画素電極20の延在方向(Y方向)に対し、液晶層300の液晶分子39が角度 θ で傾斜する方向に向くように、配向処理が配向膜に施されている。

[0113] 特に、本実施形態においては、各画素が2つ領域に区画されており、即ち、各画素は、上部領域Pa(第1領域)と下部領域Pb(第2領域)とを有する。上部領域Pa及び下部領域Pbは、画素中央CL(X方向に平行な中央線)に対し、線対称に配置されている。上部領域Pa及び下部領域Pbは、Y方向に対し、液晶層300の液晶分子39に角度 θ のプレチルトを付与している。上部領域Paにおいては、Y方向に対して時計回りで角度 θ のプレチルトが液晶分子39に付与されている。下部領域Pbにおいては、Y方向に対して反時計回りで角度 θ のプレチルトが液晶分子39に付与されている。配向膜の配向処理としては、光配向処理或いはラビング処理を採用することができる。角度 θ を具体的に規定する必要はないが、例えば、角度 θ を $3^{\circ} \sim 15^{\circ}$ の範囲としてもよい。

[0114] このように初期配向が付与されている液晶分子39は、画素電極20と共通電極17との間に電圧が印加された際に、図17の矢印に示すように画素

電極 20 と共通電極 17 との間にフリンジ電界が生成し、フリンジ電界の方向に沿うように液晶分子 39 は配向し、液晶分子 39 が駆動される。より具体的には、図 27 に示すように画素電極 20 から共通電極 17 に向かうフリンジ電界が発生し、フリンジ電界に沿って液晶分子 39 が駆動され、平面視において回転する。

[0115] 図 27 は、液晶表示装置 LCD 1 を部分的に示す断面図であり、液晶駆動電圧を共通電極 17 と画素電極 20 との間に印加したときの液晶駆動動作を示している。FFS と呼ばれる液晶駆動方式は、共通電極 17 と画素電極 20 との間に生じる電界、特に、フリンジと呼ばれる電極端部において生じる電界によって液晶分子 39 が駆動される。図 27 に示したように液晶層 300 の厚み方向における一部 R1 における液晶分子 39 が回転し、この液晶分子 39 が主に透過率変化に寄与する。従って、観察者から見た垂直方向の透過率に関し、FFS 等の横電界駆動の液晶表示装置に比べて、液晶層 300 の厚み方向における液晶分子を十分に活用できる VA 等の縦電界駆動の液晶表示装置において高い透過率が得られる。しかしながら、FFS 等の横電界駆動の液晶表示装置は視野角が広いという特性を有するため、この特性の観点で、本実施形態に係る液晶表示装置 LCD 1 は、横電界駆動方式を採用している。

[0116] ここで、本実施形態に係る液晶表示装置 LCD 1 において発生するフリンジ電界をより具体的に説明するために、従来技術を示しつつ、液晶表示装置 LCD 1 を説明する。

[0117] 図 28 は、従来の液晶表示装置 250 を示す断面図であり、液晶駆動電圧を印加した時の等電位線 L2 を示す模式図である。透明基板 215 側に透明電極や導電膜が存在しない場合には、等電位線 L2 は透明樹脂層 213、カラーフィルタ 214、および透明基板 215 を貫通して上部に延びる。等電位線 L2 が液晶層 206 の厚さ方向に延線される場合、液晶層 206 の実効厚さがある程度確保されるので、横電界駆動方式の液晶表示装置 250 の本来の透過率を確保できる。

図29は、従来の液晶表示装置250Aを示す断面図であり、前述の液晶表示装置250の各構成に加えて液晶層206と透明樹脂層213との間に対向電極221を備える場合を示している。この場合には、等電位線L3は対向電極221を貫通しないので、等電位線L3の形状は前述の等電位線L2の形状から変形する。このとき、液晶層206の実効厚さは液晶表示装置250の液晶層206の実効厚さに比べて薄くなり、液晶表示装置250Aの輝度（透過率）は大きく低下する。

[0118] 本実施形態に係る液晶表示装置LCD1は、このような図28及び図29に示す従来の液晶表示装置とは異なる。表示装置基板100では、タッチセンシング配線3は、ブラックマトリクスBM上の狭い領域のみに配設され、画素開口部に電極など導体は存在しない。従って、図28と同様、アレイ基板200から表示装置基板100の外側に向けて均一に延びるような等電位線で示される電界を発生させることが可能であり、十分な透過率が確保できる。本実施形態に係る液晶表示装置LCD1においては、画素電極20の上方に共通電極17が形成され、共通電極17の電位が0Vに維持され、画素電極20と共通電極17との間に電圧を印加することで、画素電極20から共通電極17に向かうフリンジ電界を発生させ、このフリンジ電界によって液晶分子39が駆動される。

[0119] (タッチセンシング駆動)

図18及び図19は、本発明の第1実施形態に係る液晶表示装置LCD1において、タッチセンシング配線3がタッチ駆動電極として機能し、かつ、共通電極17がタッチ検出電極として機能した場合の構造を示している。図18は、タッチセンシング配線と共通電極との間に電界が生成された状態を示す模式断面図であり、図19は、指等のポイントが表示装置基板100の観察者側の表面に接触或いは近接した時の電界の生成状態の変化を示す断面図である。

図18及び図19においては、タッチセンシング配線3と共通電極17を用いたタッチセンシング技術を説明する。図18及び図19は、タッチセン

シング駆動を分かり易く説明するため、アレイ基板200を構成する第1絶縁層11及び共通電極17と、表示装置基板100とを示しており、その他の構成は、省略している。

[0120] 図18及び図19に示すように、液晶層300の厚さ方向に対し、タッチセンシング配線3と共通電極17とが斜め方向に向かい合っている。このため、斜め方向の電界が生成される状態の変化に対してコントラストを容易に付与することが可能であり、タッチセンシングのS/N比を高くすることができるという効果（S/N比の改善効果）が得られる。例えば、タッチ検出電極とタッチ駆動電極が、厚みの上下方向で重なりあう構成では、タッチ検出電極及びタッチ駆動電極が互いに重なる部分における静電容量が変化し難いため、タッチセンシングのS/N比にコントラストを与え難い。例えば、タッチ検出電極とタッチ駆動電極とが同一面上の平行な位置関係にある場合は、指等のポイントの位置によって静電容量が不均一に変化しやすく易くなり、誤検出し易い。本発明の実施形態に係る液晶表示装置LCD1においては、図2や図21に示すように、共通電極17は、検出電極として機能し、長さELを有する。この共通電極17は、駆動電極として機能するタッチセンシング配線3と、平面視、平行であり、長さELを有する共通電極17により、静電容量を十分かつ容易に確保することができる。

[0121] 図18は、タッチセンシング配線3をタッチ駆動電極として機能させ、共通電極17をタッチ検出電極として機能させた場合の、静電容量の発生状況を模式的に示している。タッチセンシング配線3には、所定周波数でパルス状の書き込み信号が供給される。この書き込み信号の供給は、液晶駆動とタッチ駆動との時分割で行ってもよい。書き込み信号によって、接地されている共通電極17とタッチセンシング配線3との間に、電気力線33（矢印）で示される静電容量が維持される。

[0122] 図19に示すように、指等のポイントが表示装置基板100の観察者側の表面に接触或いは近接すると、共通電極17とタッチセンシング配線3との間の静電容量が変化し、この静電容量の変化により、指等のポイントのタッ

チの有無が検出される。

図18及び図19に示されるように、タッチセンシング配線3と共通電極17との間には、液晶駆動に関わる電極や配線は設けられていない。更に、図3や図5に示されるように第1ソース配線31及び第2ソース配線32が、タッチセンシング配線3及び共通電極17（タッチ駆動配線及びタッチ検出配線）から離れている。このため、液晶駆動に関わるノイズを拾いにくい構造が実現されている。

[0123] 例えば、平面視において、複数のタッチセンシング配線3は、第1方向（例えば、Y方向）に延在するとともに、第2方向（例えば、X方向）に並べて配設されている。複数のコモン配線30（導電配線）は、Z方向においてアレイ基板200の内部における画素電極20よりも下方に位置し、第2方向（例えば、X方向）に延在し、第1方向（例えば、Y方向）に並んでいる。共通電極17は、コモン配線30と電氣的に接続されており、共通電極17とタッチセンシング配線3との間の静電容量の変化をタッチ有無の検出に用いる。

[0124] 本実施形態に係る液晶表示装置LCD1において、タッチセンシング配線3と共通電極17との間に、例えば、500Hz以上100kHz以下の周波数で交流パルス信号が印加される。通常、この交流パルス信号の印加によって、検出電極である共通電極17は一定の出力波形を維持する。指等のポインタが表示装置基板100の観察者側の表面に接触或いは近接すると、その部位の共通電極17の出力波形に変化が現れ、タッチの有無が判断される。指等のポインタの表示面までの距離は、ポインタの近接から接触するまでの時間（通常、数百 μsec 以上数 msec 以下）や、その時間内にカウントされる出力パルス数等で測定できる。タッチ検出信号の積分値をとることで安定したタッチ検出を行うことができる。

[0125] タッチセンシング配線3及びコモン配線30（或いは導電配線に接続された共通電極）の全てをタッチセンシングに用いなくてもよい。間引き駆動を行ってもよい。次に、タッチセンシング配線3を間引き駆動させる場合につ

いて説明する。まず、全てのタッチセンシング配線3を複数のグループに区分する。グループの数は、全てのタッチセンシング配線3の数より少ない。一つのグループを構成する配線数が、例えば、6本であるとする。ここで、全ての配線（配線数は6本）のうち、例えば、2本の配線を選択する（全ての配線の本数よりも少ない本数、 $2本 < 6本$ ）。一つのグループにおいては、選択された2本の配線を用いてタッチセンシングが行われ、残りの4本の配線における電位がフローティング電位に設定される。液晶表示装置LCD1は、複数のグループを有することから、上記のように配線の機能が定義されているグループ毎にタッチセンシングを行うことができる。同様に、共通配線30においても、間引き駆動を行ってもよい。

[0126] このようにグループ毎にタッチセンシング駆動を行うことで、走査或いは検出に用いられる配線数が減るため、タッチセンシング速度を上げることができる。さらに、上記の例では、一つのグループを構成する配線数が6本であったが、例えば、10以上の配線数で一つのグループを形成し、一つのグループにおいて選択された2本の配線を用いてタッチセンシングが行ってもよい。即ち、間引かれる配線の数（フローティング電位となる配線の数）を増やし、これによってタッチセンシングに用いられる選択配線の密度（全配線数に対する選択配線の密度）を低下させ、選択配線によって走査或いは検出を行うことで、消費電力の削減やタッチ検出精度の向上に寄与する。逆に、間引かれる配線の本数を減らし、タッチセンシングに用いられる選択配線の密度を高くし、選択配線によって走査或いは検出を行うことで、例えば、指紋認証やタッチペンによる入力に活用できる。

[0127] タッチセンシング駆動と液晶駆動を時分割で行うこともできる。要求されるタッチ入力の速さに合わせてタッチ駆動の周波数を調整してもよい。タッチ駆動周波数は、液晶駆動周波数より高い周波数を採用することができる。指等のポインタが表示装置基板100の観察者側の表面に接触或いは近接するタイミングは不定期であり、かつ、短時間であることから、タッチ駆動周波数は高いことが望ましい。

[0128] タッチ駆動周波数と液晶駆動周波数とを異ならせる方法は、いくつか挙げられる。例えば、ノーマリオフの液晶駆動にて、黒表示（オフ）のときにバックライトもオフとし、この黒表示の期間（液晶表示に影響のない期間）にタッチセンシングを行ってもよい。この場合、タッチ駆動の周波数を種々、選択できる。

また、負の誘電率異方性を有する液晶を用いる場合でも、液晶駆動周波数とは異なるタッチ駆動周波数を選択し易い。換言すれば、図18及び図19に示すようにタッチセンシング配線3から共通電極17に向けて生じる電気力線33は、液晶層300の斜め方向或いは厚み方向に作用するが、負の誘電率異方性を有する液晶を用いれば、この電気力線33の方向に液晶分子が立ち上がらないため、表示品質に対する影響が少なくなる。

さらには、タッチセンシング配線3やコモン配線30の配線抵抗を下げて、抵抗の低下に伴ってタッチ駆動電圧を下げる場合も、液晶駆動周波数とは異なるタッチ駆動周波数を容易に設定できる。タッチセンシング配線3やコモン配線30を構成する金属層に銅や銀等の導電率の良好な金属、合金を用いることで、低い配線抵抗が得られる。

[0129] 3D（立体映像）表示を行う表示装置の場合、通常の2次元画像の表示に加え、3次的に手前の画像や奥にある画像を表示するために複数の映像信号（例えば、右目用の映像信号と左目用の映像信号）が必要となる。このため、液晶駆動の周波数に関し、例えば、240Hz或いは480Hz等の高速駆動及び多くの映像信号が必要となる。このとき、タッチ駆動の周波数を液晶駆動の周波数とは異ならせることによって得られるメリットは大きい。例えば、本実施形態により3D表示のゲーム機器において、高速及び高精度のタッチセンシングが可能となる。本実施形態では、ゲーム機器や現金自動支払機等の指等のタッチ入力頻度の高いディスプレイにおいても特に有用である。

[0130] 動画表示を典型として、画素の映像信号による書き換え動作は頻繁に行われる。これら映像信号に付随するノイズはソース配線から派生するため、本

発明の実施形態のようにソース配線 31、32の厚み方向（Z方向）の位置をタッチセンシング配線3遠ざけることは好ましい。本発明の実施形態によれば、タッチ駆動信号は、ソース配線31、32から遠い位置にあるタッチセンシング配線3に印加されるため、タッチ駆動信号が印加される配線がアレイ基板に設けられた構造を開示する特許文献6よりも、ノイズの影響が少なくなる。

[0131] 一般に、液晶駆動の周波数は、60Hz、或いは、この周波数の整数倍の駆動周波数である。通常、タッチセンシング部位は、液晶駆動の周波数に伴うノイズの影響を受ける。さらに、通常の家電電源は、50Hz或いは60Hzの交流電源であり、こうした外部電源で動作する電気機器から生じるノイズを、タッチセンシング部位が拾い易い。従って、タッチ駆動の周波数として、50Hzや60Hzの周波数とは異なる周波数、或いは、これら周波数の整数倍から若干シフトさせた周波数を採用することで、液晶駆動や外部の電子機器から生じるノイズの影響を大きく低減することができる。或いは、時間軸で、液晶駆動信号の印加タイミングからタッチセンシング駆動信号の印加タイミングをシフトさせてもよい。シフト量は、若干量でよく、例えば、ノイズ周波数から±3%～±17%のシフト量でよい。この場合、ノイズ周波数に対する干渉を低減することができる。例えば、タッチ駆動の周波数は、数kHz～数百kHzの範囲から、上記液晶駆動周波数や電源周波数と干渉しない異なる周波数を選択することができる。液晶駆動周波数や電源周波数と干渉しない異なる周波数をタッチ駆動の周波数として選択することで、例えば、ドット反転駆動でのカップリングノイズ等のノイズの影響を軽減することができる。

また、タッチセンシング駆動において、駆動電圧を、タッチセンシング配線3の全てに供給するのではなく、上述したように間引き駆動によってタッチ位置検出を行うことで、タッチセンシングでの消費電力を低減できる。

[0132] 間引き駆動において、タッチセンシングに用いられない配線、即ち、フローティングパターンを有する配線については、スイッチング素子により、検

出電極や駆動電極に切り替えて高精細なタッチセンシングを行ってもよい。或いは、フローティングパターンを有する配線は、グラウンド（筐体に接地）と電氣的に接続するように切り替えることもできる。タッチセンシングのS/N比を改善するため、タッチセンシングの信号検出時にTFT等のアクティブ素子の信号配線を一時、グラウンド（筐体等）に接地してもよい。

[0133] また、タッチセンシング制御で検出する静電容量のリセットに時間を要するタッチセンシング配線、即ち、タッチセンシングでの時定数（容量と抵抗値の積）が大きいタッチセンシング配線では、例えば、奇数行のタッチセンシング配線と偶数行のタッチセンシング配線とを交互にセンシングに利用し、時定数の大きさを調整した駆動を行ってもよい。複数のタッチセンシング配線をグルーピングして駆動や検出を行ってもよい。複数のタッチセンシング配線のグルーピングは、線順次とせず、そのグループ単位でセルフ検出方式とも呼称される、一括検出の手法をとってもよい。グループ単位での、並列駆動を行ってもよい。或いは寄生容量等のノイズキャンセルのため、互いに近接又は隣接するタッチセンシング配線の検出信号の差をとる差分検出方式を採用してもよい。

[0134] 上述した第1実施形態によれば、高解像度で、かつ、高速なタッチ入力に応えられる液晶表示装置LCD1を提供することができる。更に、低消費電力でフリッカーの少なく、かつ、タッチセンシング機能を備えた液晶表示装置を実現することができる。更に、共通電極17（コモン配線30）の電位を反転させる必要なく、共通電極17の電位を0V等の定電位に維持することができる。第1実施形態によれば、ソース配線31、32の電圧の極性が、正電圧から負電圧に、或いは、負電圧から正電圧に反転することがない。また、共通電極17においても、電圧の極性が反転することもない。このため、タッチセンシング駆動に対するノイズを大きく軽減することができる。また、ソース配線に供給される電位の振幅（最大電圧の幅）が、正負反転する従来の液晶表示装置の振幅の半分で済むため、高耐圧のドライバーを使う必要もなく、ドライバーコストを下げることもできる。また、アレイ基板2

00と表示装置基板100との間で安定した電気的実装が可能な液晶表示装置を提供することができる。

[0135] (第1実施形態の変形例)

図20は、本発明の第1実施形態の変形例に係る液晶表示装置の要部を示す拡大断面図である。図20において、上述した実施形態と同一部材には同一符号を付して、その説明は省略または簡略化する。

図20においては、アレイ基板200に形成される第3絶縁層13と、第3絶縁層13上に形成される突起部13Aと、突起部13A上に形成されるコモン配線30とが示されており、その他の絶縁層、配線、電極等は、省略されている。突起部13Aは、例えば、上述した絶縁層を形成する絶縁材料を用いて形成されている。

平面視において、突起部13Aのパターンとコモン配線30のパターンとは一致している。突起部13Aの上面と、突起部13Aが形成されていない第3絶縁層13の上面との間の高さはW3である。突起部13Aを形成する方法としては、上述した実施形態によって第3絶縁層13を形成した後に、第4絶縁層14上に先に形成された第3絶縁層13上に突起部13Aを付加的に設ける方法が挙げられる。このような突起部13Aの形成方法は、公知の成膜工程やパターニング工程が用いられる。第3絶縁層13の材料と突起部13Aの材料とは同じであってもよいし、異なってもよい。

[0136] 第1ソース配線31及び第2ソース配線32に供給される映像信号に起因するノイズがコモン配線30に乗ることを抑制する観点で、突起部13Aの高さW3を適切に設定することが可能である。

特に、図5に示すように、第3絶縁層13は、ゲート電極25とチャンネル層27との間に位置するゲート絶縁膜として機能し、アクティブ素子28のスイッチング特性を考慮した適切な膜厚が要求される。このため、ソース配線に供給される映像信号に起因するノイズがコモン配線30に乗ることを抑制すること、及び、アクティブ素子28において所望のスイッチング特性を実現することの両方を考慮すると、第4絶縁層14上において第3絶縁層1

3の膜厚を部分的に異ならせる必要がある。

そこで、最初に、アクティブ素子28におけるスイッチング特性を考慮した適切な膜厚で第3絶縁層13を第4絶縁層14上に形成し、その後、コモン配線30に対するノイズの影響を考慮した高さW3を有する突起部13Aを第3絶縁層13上に形成する。更に、突起部13A上にコモン配線30を形成する。この構成によれば、コモン配線30と第1ソース配線31との間における絶縁体の厚さ、及び、コモン配線30と第2ソース配線32との間における絶縁体の厚さ（第3絶縁層13の膜厚と突起部13Aの膜厚の合計）を大きく維持したまま、チャンネル層27の直上に位置する第3絶縁層13の厚さを薄くすることができる。これによって、ソース配線に供給される映像信号に起因するノイズがコモン配線30に乗ることを抑制することができる。とともに、アクティブ素子28において所望のスイッチング特性を実現することができる。

[0137]（第2実施形態）

第2実施形態に係る液晶表示装置LCD2を、図21から図26を用いて説明する。上述した第1実施形態と同一部材には同一符号を付して、その説明は省略または簡略化する。

図21は、本発明の第2実施形態に係る液晶表示装置LCD2を構成するアレイ基板200を部分的に示す平面図であり、観察者側から見た平面図である。

図22は、本発明の第2実施形態に係る液晶表示装置LCD2を構成するアレイ基板200を部分的に示す断面図であり、図21に示すD-D'線に沿う断面図である。

図23は、本発明の第2実施形態に係る液晶表示装置LCD2を部分的に示す平面図であり、アレイ基板200上に、液晶層を介して、カラーフィルタ及びタッチセンシング配線を具備する表示装置基板が積層された構造を示す平面図であり、観察者側から見た平面図である。

図24は、本発明の第2実施形態に係る液晶表示装置LCD2を構成する

アレイ基板 200 を部分的に示す断面図であり、図 21 に示す E-E' 線に沿う断面図である。

図 25 は、本発明の第 2 実施形態に係る液晶表示装置 LCD 2 の画素を部分的に示す平面図であって、一画素における液晶の配向状態を示す平面図である。

図 26 は、本発明の第 2 実施形態に係る液晶表示装置 LCD 2 の画素を部分的に示す平面図であって、画素電極と共通電極との間に液晶駆動電圧を印加した時の、液晶駆動動作を示す平面図である。

[0138] 図 21 に示すように、第 2 実施形態に係る液晶表示装置 LCD 2 が備える画素は、くの字形状パターン (dog-legged pattern) を有する。

図 25 及び図 26 に示すように、共通電極 17 及び画素電極 20 は、Y 方向に対して角度 θ で傾斜する傾斜部を有している。具体的に、各画素における共通電極 17 及び画素電極 20 は、上部領域 Pa (第 1 領域) と下部領域 Pb (第 2 領域) とを有する。上部領域 Pa 及び下部領域 Pb は、画素中央 (X 方向に平行な中央線) に対し、線対称に配置されている。上部領域 Pa においては、共通電極 17 及び画素電極 20 は、Y 方向に対して時計回りで角度 θ で傾斜している。下部領域 Pb においては、共通電極 17 及び画素電極 20 は、Y 方向に対して反時計回りで角度 θ で傾斜している。このように共通電極 17 及び画素電極 20 を傾斜させることで、Y 方向に平行な配向処理方向 Rub に沿ってラビング処理を配向膜に施すことで、液晶分子 39 に Y 方向に初期配向を付与することができる。配向膜の配向処理としては、光配向処理或いはラビング処理を採用することができる。角度 θ を具体的に規定する必要はないが、例えば、角度 θ を $3^{\circ} \sim 15^{\circ}$ の範囲としてもよい。図 21 において、共通電極 17 は、くの字形状に形成された 2 つの電極部 17A を有する。第 1 コンタクトホール 11H 及び第 2 コンタクトホール 12H は、共通電極 17 の導電パターン (電極部 17A、くの字形状パターン) の中央に位置している。

[0139] 図23に示すように、第1ソース配線31、第2ソース配線32、黒色層8（ブラックマトリクスBMのY方向延在部）、タッチセンシング配線3、及びカラーフィルタ51を構成する赤フィルタ（R）、緑フィルタ（G）、及び青フィルタ（青）も、くの字形状パターン（dog-legged pattern）を有する。

[0140] 図24に示す例では、第4絶縁層14上にチャンネル層27、ソース電極24、及びドレイン電極26が形成されている。上記第1実施形態では、ソース電極24及びドレイン電極26がチャンネル層27上に形成されていたが（図11）、本実施形態では、ソース電極24及びドレイン電極26上にチャンネル層27が形成されている。

即ち、本実施形態では、第4絶縁層14上に、先にソース電極24とドレイン電極26を形成している。第2実施形態でのソース電極24とドレイン電極26の構成としては、モリブデン／アルミニウム合金／モリブデンの3層構成を採用した。チャンネル層27の一部は、ソース電極24及びドレイン電極26に重畳している。チャンネル層27の材料としては、酸化インジウム、酸化ガリウム、酸化亜鉛の複合酸化物半導体を採用している。

[0141] 次に、画素形状が上記形状を有するメリットについて、図25及び図26を参照して説明する。

図26は、共通電極17と画素電極20との間に液晶駆動電圧を印加したときの液晶駆動動作を示している。液晶駆動電圧は、画素電極20から共通電極17の矢印方向にかかり、図27に示すように画素電極20から共通電極17に向かうフリンジ電界が発生し、フリンジ電界に沿って液晶分子39が駆動され、平面視において矢印方向に沿って回転する。画素の上部領域Paと画素の下部領域Pbに位置する液晶分子39は、図26に示されるように互いに逆向きに回転する。具体的に、上部領域Paにおける液晶分子39は反時計回りに回転し、下部領域Pbにおける液晶分子39は時計回りに回転する。このため、光学的補償を実現することができ、液晶表示装置LCD2の視野角を広げることができる。

- [0142] 本実施形態においては、液晶分子39としては、正の誘電率異方性を有する液晶分子を採用している。負の誘電率異方性を有する液晶分子を採用する場合、液晶層300の厚み方向に液晶分子が立ち上がりにくい。本実施形態においては、タッチ駆動電圧が、タッチセンシング配線3から共通電極17に向けた方向、即ち、液晶の厚み方向に対して傾斜する斜め方向に印加されるため、負の誘電率異方性を有する液晶分子を採用することが好ましい。液晶材料としては、例えば、液晶層300の固有低効率が $1 \times 10^{12} \Omega \text{cm}$ 以上の高純度材料であることが望ましい。
- [0143] 本実施形態によれば、上述した第1実施形態よって得られる効果に加えて、Y方向に平行な配向処理方向Rubを施すことで、上部領域Paと下部領域Pbとにおける液晶分子39に初期配向を付与することができる。
- [0144] 例えば、上述の実施形態に係る液晶表示装置は、種々の応用が可能である。上述の実施形態に係る液晶表示装置が適用可能な電子機器としては、携帯電話、携帯型ゲーム機器、携帯情報端末、パーソナルコンピュータ、電子書籍、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、ヘッドマウントディスプレイ、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオ、デジタルオーディオプレイヤー等）、複写機、ファクシミリ、プリンター、プリンター複合機、自動販売機、現金自動預け入れ払い機（ATM）、個人認証機器、光通信機器等が挙げられる。上記の各実施形態は、自由に組み合わせて用いることができる。
- [0145] 本発明の好ましい実施形態を説明し、上記で説明してきたが、これらは本発明の例示的なものであり、限定するものとして考慮されるべきではないことを理解すべきである。追加、省略、置換、およびその他の変更は、本発明の範囲から逸脱することなく行うことができる。従って、本発明は、前述の説明によって限定されていると見なされるべきではなく、請求の範囲によって制限されている。
- [0146] 上述した実施形態においては、共通電極17のパターンとして、Y方向に延在するストライプパターン或いはくの字形状パターン（dog-legg

ed pattern) について説明したが、本発明はこの構成に限定されない。例えば、正方形パターン、長方形パターン、平行四辺形パターン等を採用してもよい。

符号の説明

- [0147] 3 . . . タッチセンシング配線
4 . . . 第2導電性金属酸化物層（導電性金属酸化物層）
5 . . . 金属層
6 . . . 第1導電性金属酸化物層（導電性金属酸化物層）
8 . . . 黒色層
9 . . . 第2ゲート配線
10 . . . 第1ゲート配線
11 . . . 第1絶縁層
11F . . . 充填部
11H . . . 第1コンタクトホール（コンタクトホール）
11T . . . 上面
12 . . . 第2絶縁層
12H . . . 第2コンタクトホール（コンタクトホール）
12T . . . 上面
13 . . . 第3絶縁層
13A . . . 突起部
14 . . . 第4絶縁層
16 . . . 透明樹脂層
17 . . . 共通電極
17A . . . 電極部
17B . . . 導電接続部
17K . . . 壁部
18 . . . 画素開口部
20 . . . 画素電極

20K . . . 内壁
20S . . . スルーホール
21 . . . 透明基板（第1透明基板）
22 . . . 透明基板（第2透明基板）
24 . . . ソース電極
25 . . . ゲート電極
25a . . . 第1ゲート電極
25b . . . 第2ゲート電極
26 . . . ドレイン電極
27 . . . チャネル層
28 . . . アクティブ素子
28a . . . 第1アクティブ素子
28b . . . 第2アクティブ素子
29 . . . コンタクトホール
30 . . . コモン配線（導電配線）
31 . . . 第1ソース配線
32 . . . 第2ソース配線
33 . . . 電気力線
34 . . . 端子部
39 . . . 液晶分子
51 . . . カラーフィルタ
100 . . . 表示装置基板
110 . . . 表示部
120 . . . 制御部
121 . . . 映像信号制御部
122 . . . タッチセンシング制御部
123 . . . システム制御部
200 . . . アレイ基板

206 . . . 液晶層
213 . . . 透明樹脂層
214 . . . カラーフィルタ
215 . . . 透明基板
221 . . . 対向電極
250 . . . 液晶表示装置
250A . . . 液晶表示装置
300 . . . 液晶層
BM . . . ブラックマトリクス
BU . . . バックライトユニット
W17A . . . 線幅
D20S . . . 直径
EL . . . 長さ
L . . . 光
L2 . . . 等電位線
L3 . . . 等電位線
LCD1 . . . 液晶表示装置
LCD2 . . . 液晶表示装置
P17A . . . ピッチ
Pa . . . 上部領域
Pb . . . 下部領域
Rub . . . 配向処理方向
W2 . . . 距離
W3 . . . 高さ
 θ . . . 角度（画素開口の長手方向Yからの傾き）

請求の範囲

[請求項1]

液晶表示装置であって、

第1透明基板と、前記第1透明基板上に設けられた第1方向に延在するタッチセンシング配線とを備えた表示装置基板と、

第2透明基板と、前記第2透明基板上の複数の多角形状の画素開口部と、前記複数の画素開口部の各々に設けられて定電位を有する共通電極と、前記共通電極の下に設けられた第1絶縁層と、前記複数の画素開口部の各々において前記第1絶縁層の下に設けられた画素電極と、前記画素電極の下に設けられた第2絶縁層と、前記第2絶縁層の下において前記共通電極に電氣的に接続されかつ前記第1方向に直交する第2方向に延在して前記複数の画素開口部を横断する導電配線と、前記導電配線の下に設けられた第3絶縁層と、前記第3絶縁層の下に設けられて前記画素電極に電氣的に接続された第1及び第2アクティブ素子と、前記第2方向に延在するとともに前記第1アクティブ素子に電氣的に連携された第1ゲート配線と、前記第2方向に延在するとともに前記第2アクティブ素子に電氣的に連携された第2ゲート配線と、平面視において前記第1方向に延在して前記第1或いは第2アクティブ素子に電氣的に連携された第1ソース配線と、平面視において前記第1方向に延在して前記第2或いは第1アクティブ素子に電氣的に連携された第2ソース配線とを備えるアレイ基板と、

前記表示装置基板と前記アレイ基板との間に挟持された液晶層と、

前記第1ソース配線に負の第1映像信号を供給し、前記第2ソース配線に正の第2映像信号を供給し、前記第1映像信号及び前記第2映像信号の供給に同期して前記画素電極と前記共通電極との間に液晶駆動電圧を印加することによって前記液晶層を駆動させて映像表示を行い、前記共通電極と前記タッチセンシング配線との間の静電容量の変化を検知してタッチセンシングを行う制御部と、

を含む液晶表示装置。

- [請求項2] 前記画素開口部の長手方向は、前記第1方向に一致しており、
前記共通電極は、前記第1絶縁層及び前記第2絶縁層に形成された
コンタクトホールを介して前記導電配線と電氣的に接続されている請
求項1に記載の液晶表示装置。
- [請求項3] 前記複数の画素開口部の各々において、前記共通電極は、平面視、
前記第1方向に延在する1以上の電極部を有し、
前記電極部のパターンの長手方向における中央に前記コンタクトホ
ールが形成されており、
前記コンタクトホールを介して前記共通電極が前記導電配線と電氣
的に接続されている請求項2に記載の液晶表示装置。
- [請求項4] 前記複数の画素開口部の各々において、前記共通電極は、平面視、
くの字形状に形成された1以上の電極部を有し、
前記電極部のパターンの中央に前記コンタクトホールが形成されて
おり、
前記コンタクトホールを介して前記共通電極が前記導電配線と電氣
的に接続されている請求項2に記載の液晶表示装置。
- [請求項5] 前記画素電極は、透明導電膜が除去されたスルーホールを有してお
り、
前記コンタクトホールは、前記スルーホールの内部に設けられてい
る請求項3又は請求項4に記載の液晶表示装置。
- [請求項6] 前記共通電極は高抵抗を介して接地されている請求項1に記載の液
晶表示装置。
- [請求項7] 前記表示装置基板は、前記第1透明基板と前記タッチセンシング配
線との間に設けられたブラックマトリクスを具備し、
前記タッチセンシング配線は、前記ブラックマトリクスの一部と重
畳している請求項1に記載の液晶表示装置。
- [請求項8] 前記表示装置基板は、平面視、矩形状の表示領域と表示画面とを囲
む額縁領域を有し、

前記タッチセンシング配線は、前記ブラックマトリクスと重畳せずに前記額縁領域から延出する位置に設けられた端子部を有する請求項7に記載の液晶表示装置。

[請求項9] 前記タッチセンシング配線と前記共通電極とは、前記液晶層の厚さ方向に対して斜め方向に向かい合っている請求項1に記載の液晶表示装置。

[請求項10] 前記第1及び第2アクティブ素子は、酸化物半導体で構成されたチャネル層を有する薄膜トランジスタである請求項1に記載の液晶表示装置。

[請求項11] 前記酸化物半導体は、ガリウム、インジウム、亜鉛、錫、アルミニウム、ゲルマニウム、セリウムのうちの2種以上の金属酸化物を含む酸化物半導体である請求項10に記載の液晶表示装置。

[請求項12] 前記第1及び第2アクティブ素子は、トップゲート構造のトランジスタである請求項1に記載の液晶表示装置。

[請求項13] 前記液晶層の液晶は、
前記アレイ基板に平行な初期配向を有し、
前記共通電極及び前記画素電極の間に印加される液晶駆動電圧によって生じるフリンジ電界で駆動される請求項1に記載の液晶表示装置。

[請求項14] 前記共通電極及び前記画素電極は、少なくとも、酸化インジウム、酸化錫を含む複合酸化物で構成されている請求項1に記載の液晶表示装置。

[請求項15] 前記タッチセンシング配線は、銅合金層を含む金属層で構成されている請求項1に記載の液晶表示装置。

[請求項16] 前記タッチセンシング配線は、銅合金層が2つの導電性金属酸化物層で挟持された構造を有する請求項1に記載の液晶表示装置。

[請求項17] 前記導電配線は、銅合金層が2つの導電性金属酸化物層で挟持された構造を有する請求項1に記載の液晶表示装置。

[請求項18] 前記導電性金属酸化物層は、酸化インジウム、酸化亜鉛、及び酸化錫を含む複合酸化物層である請求項16又は請求項17に記載の液晶表示装置。

[請求項19] 前記表示装置基板は、複数の画素開口部に対応する位置に設けられたカラーフィルタを備える請求項1に記載の液晶表示装置。

補正された請求の範囲
[2016年5月27日(27.05.2016) 国際事務局受理]

[請求項1](補正後) 液晶表示装置であつて、

第1透明基板と、前記第1透明基板上に設けられた第1方向に延在するタッチセンシング配線と、前記第1透明基板と前記タッチセンシング配線との間に設けられたブラックマトリクスとを備え、前記タッチセンシング配線が前記ブラックマトリクスの一部と重畳している表示装置基板と、

第2透明基板と、前記第2透明基板の複数の多角形状の画素開口部と、前記複数の画素開口部の各々に設けられて定電位を有するとともに高抵抗を介して接地されている共通電極と、前記共通電極の下に設けられた第1絶縁層と、前記複数の画素開口部の各々において前記第1絶縁層の下に設けられた画素電極と、前記画素電極の下に設けられた第2絶縁層と、前記第2絶縁層の下において前記共通電極に電氣的に接続されかつ前記第1方向に直交する第2方向に延在して前記複数の画素開口部を横断する導電配線と、前記導電配線の下に設けられた第3絶縁層と、前記第3絶縁層の下に設けられて前記画素電極に電氣的に接続された第1及び第2アクティブ素子と、前記第2方向に延在するとともに前記第1アクティブ素子に電氣的に連携された第1ゲート配線と、前記第2方向に延在するとともに前記第2アクティブ素子に電氣的に連携された第2ゲート配線と、平面視において前記第1方向に延在して前記第1或いは第2アクティブ素子に電氣的に連携された第1ソース配線と、平面視において前記第1方向に延在して前記第2或いは第1アクティブ素子に電氣的に連携された第2ソース配線とを備えるアレイ基板と、

前記表示装置基板と前記アレイ基板との間に挟持された液晶層と、

前記第1ソース配線に負の第1映像信号を供給し、前記第2ソース配線に正の第2映像信号を供給し、前記第1映像信号及び前記第2映像信号の供給に同期して前記画素電極と前記共通電極との間に液晶駆動電圧を印加することによって前記液晶層を駆動させて映像表示を行い、前記共通電極と前記タッチセンシング配線との間の静電容量の変化を検知してタッチセンシングを行う制御部と、

を含む液晶表示装置。

- [請求項2] 前記画素開口部の長手方向は、前記第1方向に一致しており、
前記共通電極は、前記第1絶縁層及び前記第2絶縁層に形成されたコンタクトホールを介して前記導電配線と電氣的に接続されている請求項1に記載の液晶表示装置。
- [請求項3] 前記複数の画素開口部の各々において、前記共通電極は、平面視、前記第1方向に延在する1以上の電極部を有し、
前記電極部のパターンの長手方向における中央に前記コンタクトホールが形成されており、
前記コンタクトホールを介して前記共通電極が前記導電配線と電氣的に接続されている請求項2に記載の液晶表示装置。
- [請求項4] 前記複数の画素開口部の各々において、前記共通電極は、平面視、くの字形状に形成された1以上の電極部を有し、
前記電極部のパターンの中央に前記コンタクトホールが形成されており、
前記コンタクトホールを介して前記共通電極が前記導電配線と電氣的に接続されている請求項2に記載の液晶表示装置。
- [請求項5] 前記画素電極は、透明導電膜が除去されたスルーホールを有しており、
前記コンタクトホールは、前記スルーホールの内部に設けられている請求項3又は請求項4に記載の液晶表示装置。
- [請求項6] (削除)
- [請求項7] (削除)
- [請求項8] (補正後) 前記表示装置基板は、平面視、矩形状の表示領域と表示画面とを囲む額縁領域を有し、

前記タッチセンシング配線は、前記ブラックマトリクスと重畳せずに前記額縁領域から延出する位置に設けられた端子部を有する請求項1に記載の液晶表示装置。

[請求項9] 前記タッチセンシング配線と前記共通電極とは、前記液晶層の厚さ方向に対して斜め方向に向かい合っている請求項1に記載の液晶表示装置。

[請求項10] 前記第1及び第2アクティブ素子は、酸化物半導体で構成されたチャネル層を有する薄膜トランジスタである請求項1に記載の液晶表示装置。

[請求項11] 前記酸化物半導体は、ガリウム、インジウム、亜鉛、錫、アルミニウム、ゲルマニウム、セリウムのうちの2種以上の金属酸化物を含む酸化物半導体である請求項10に記載の液晶表示装置。

[請求項12] 前記第1及び第2アクティブ素子は、トップゲート構造のトランジスタである請求項1に記載の液晶表示装置。

[請求項13] 前記液晶層の液晶は、
前記アレイ基板に平行な初期配向を有し、
前記共通電極及び前記画素電極の間に印加される液晶駆動電圧によって生じるフリンジ電界で駆動される請求項1に記載の液晶表示装置。

[請求項14] 前記共通電極及び前記画素電極は、少なくとも、酸化インジウム、酸化錫を含む複合酸化物で構成されている請求項1に記載の液晶表示装置。

[請求項15] 前記タッチセンシング配線は、銅合金層を含む金属層で構成されている請求項1に記載の液晶表示装置。

[請求項16] 前記タッチセンシング配線は、銅合金層が2つの導電性金属酸化物層で挟持された構造を有する請求項1に記載の液晶表示装置。

[請求項17] 前記導電配線は、銅合金層が2つの導電性金属酸化物層で挟持された構造を有する請求項1に記載の液晶表示装置。

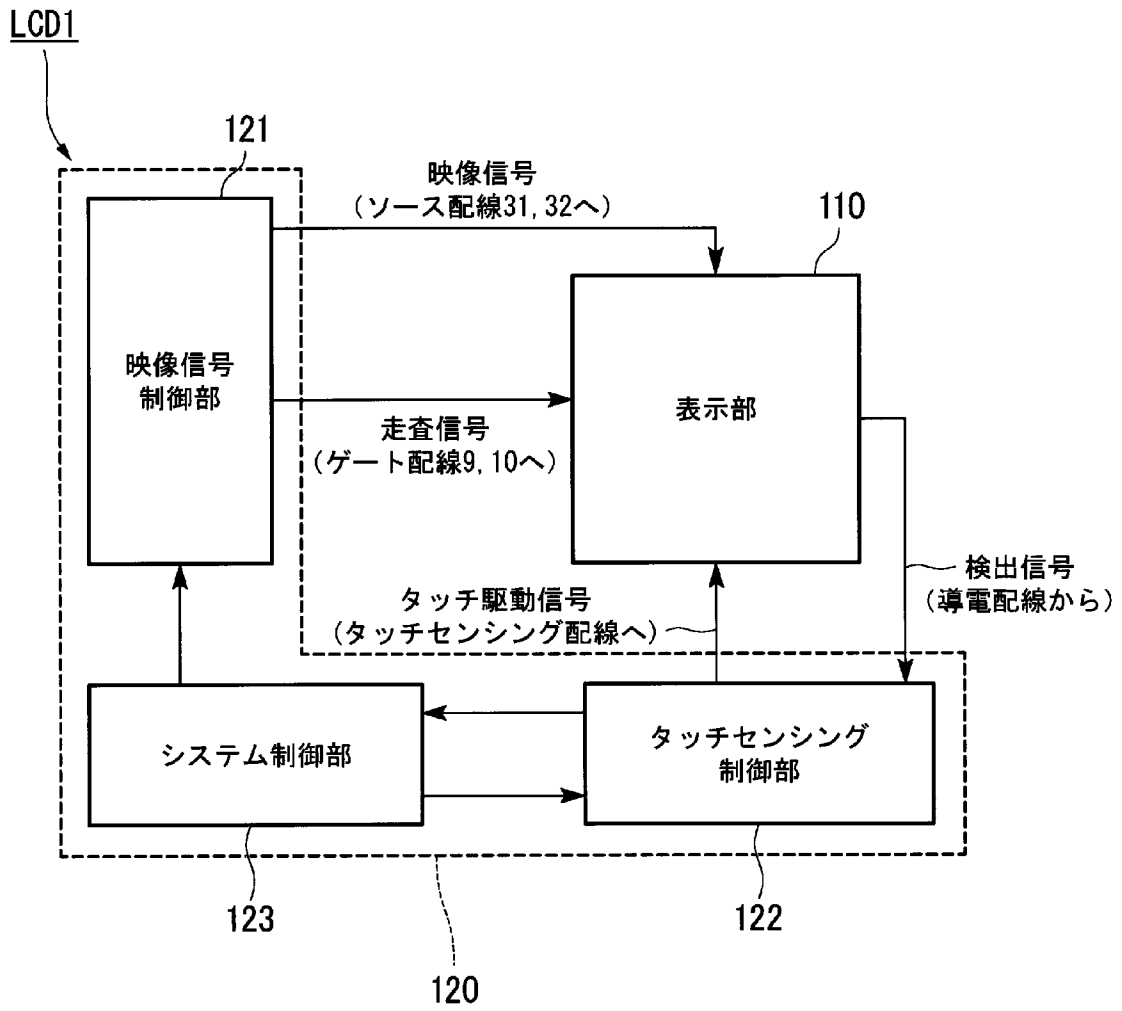
[請求項18] 前記導電性金属酸化物層は、酸化インジウム、酸化亜鉛、及び酸化錫を含む複合酸化物層である請求項16又は請求項17に記載の液晶表示装置。

[請求項19] 前記表示装置基板は、複数の画素開口部に対応する位置に設けられたカラーフィルタを備える請求項1に記載の液晶表示装置。

条約第19条(1)に基づく説明書

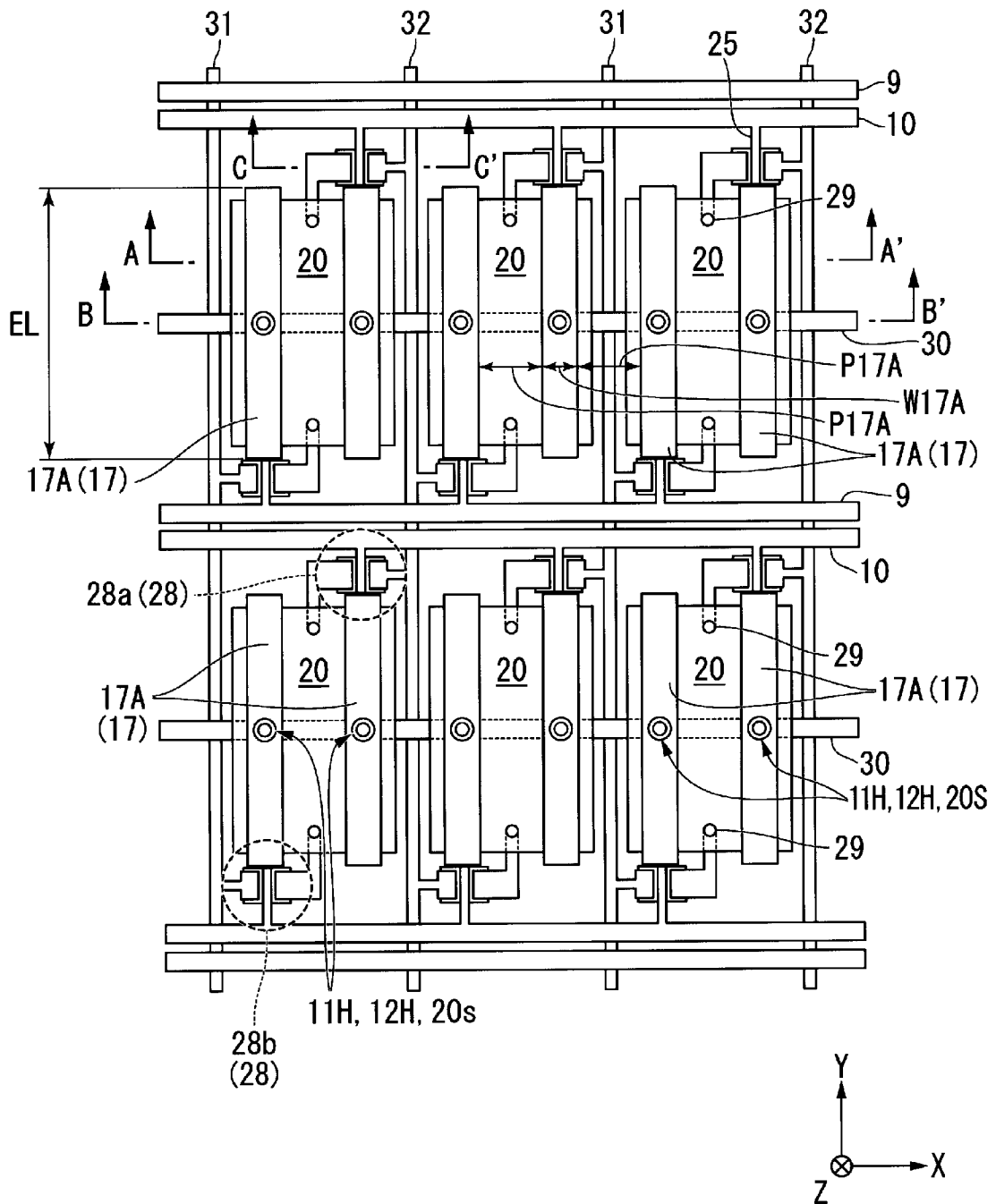
補正後の請求の範囲第1項は、出願当初の請求の範囲第6項及び請求の範囲第7項に基づく。出願当初の請求の範囲第6項及び請求の範囲第7項は削除された。

[図1]

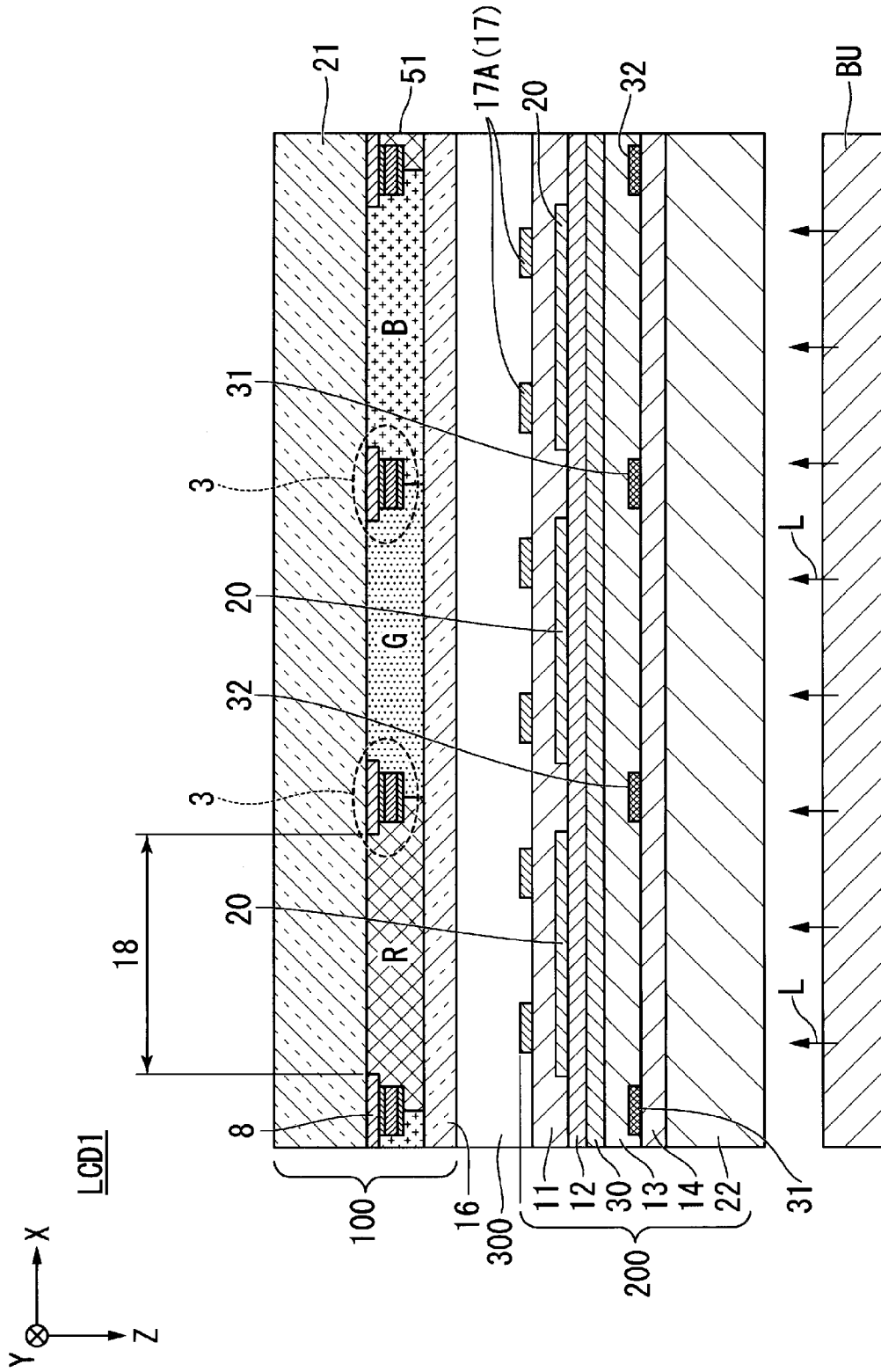


[図2]

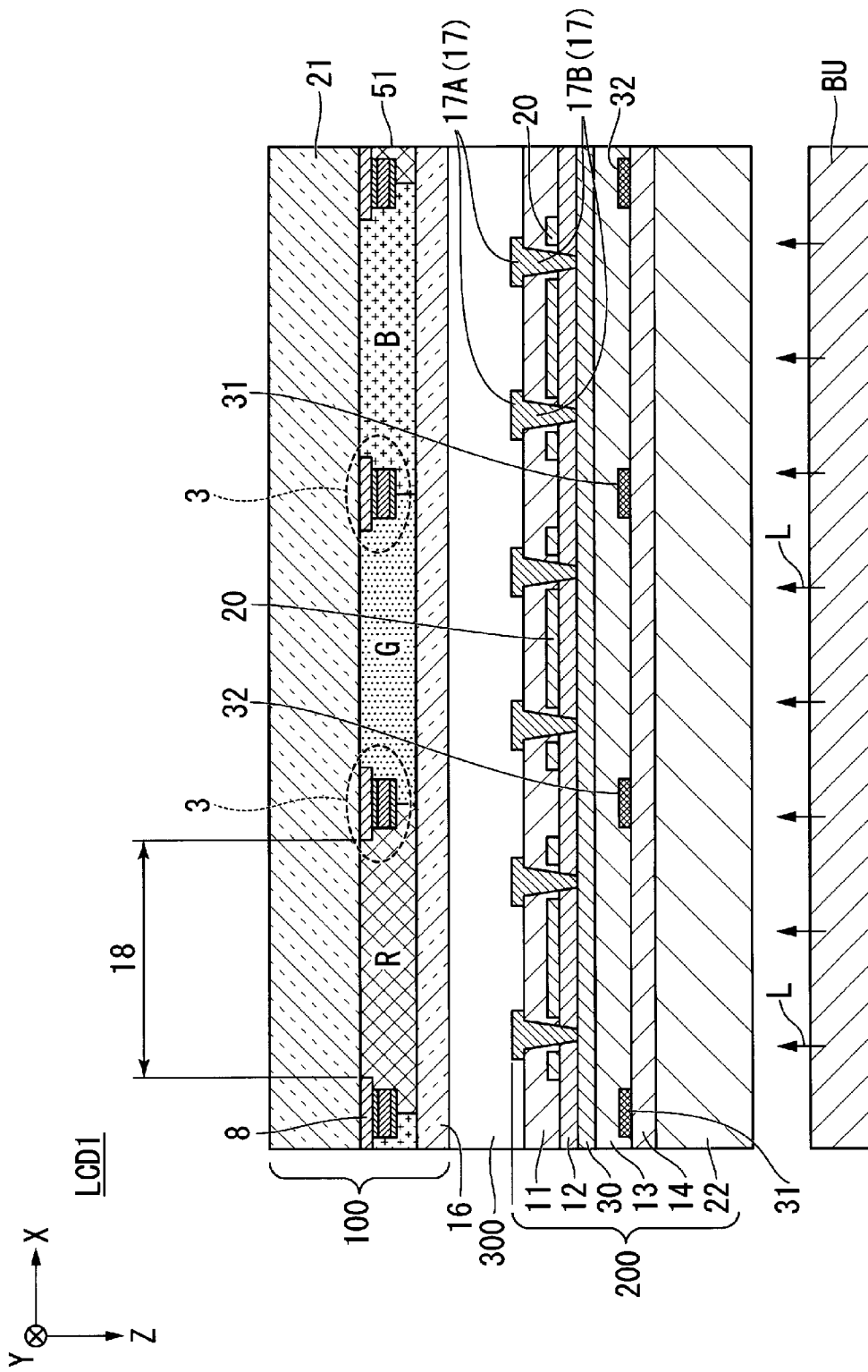
LCD1



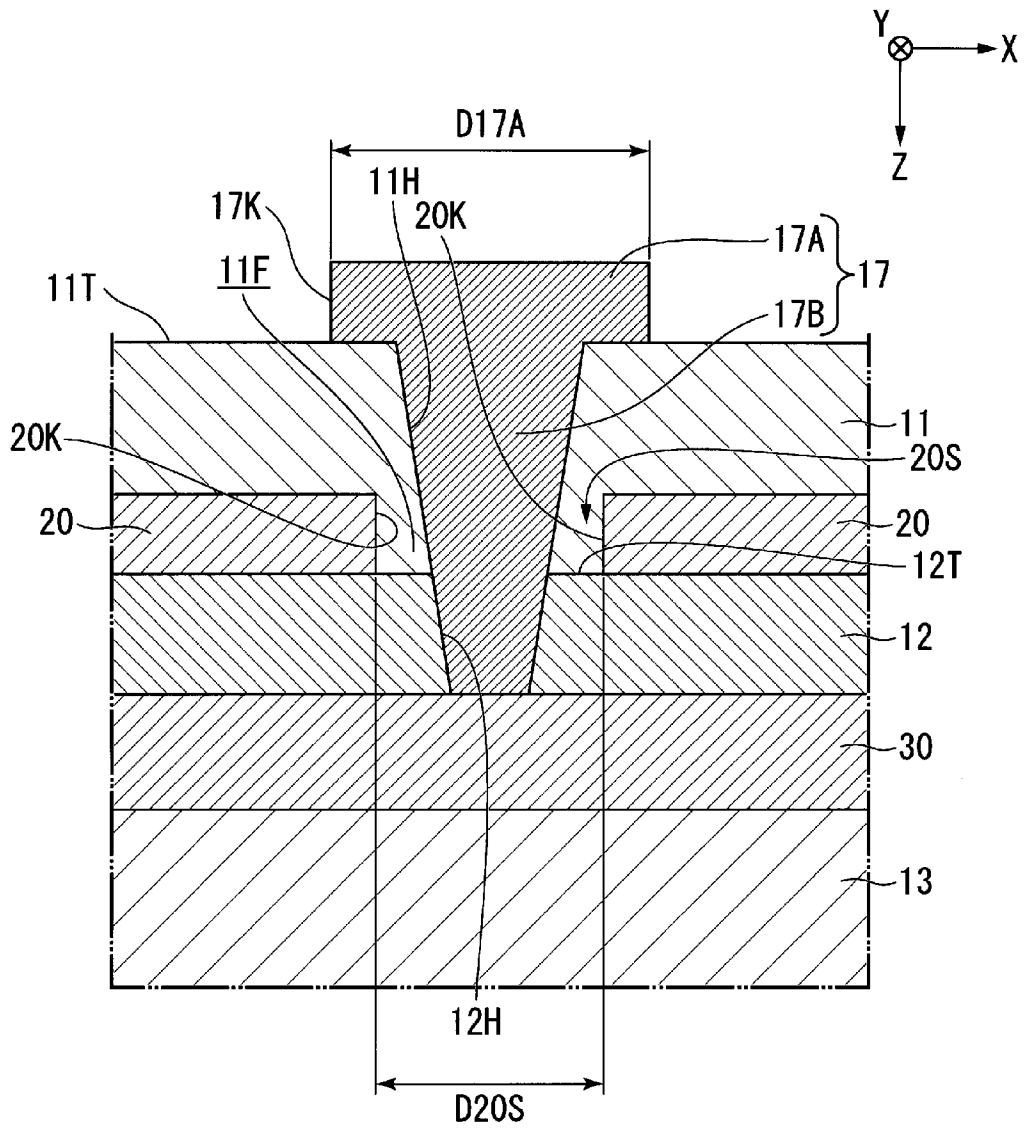
[図3]



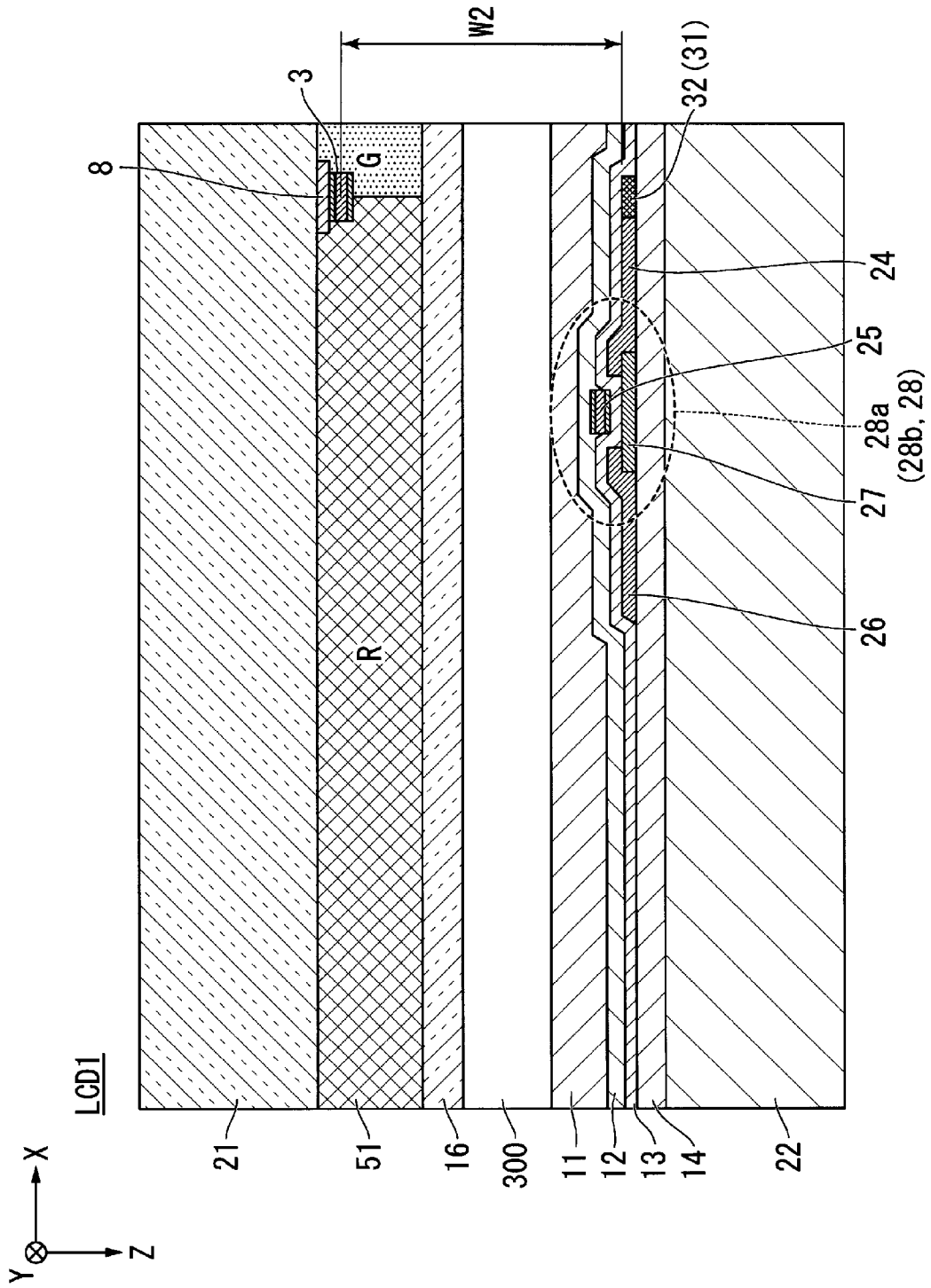
[図4A]



[図4B]

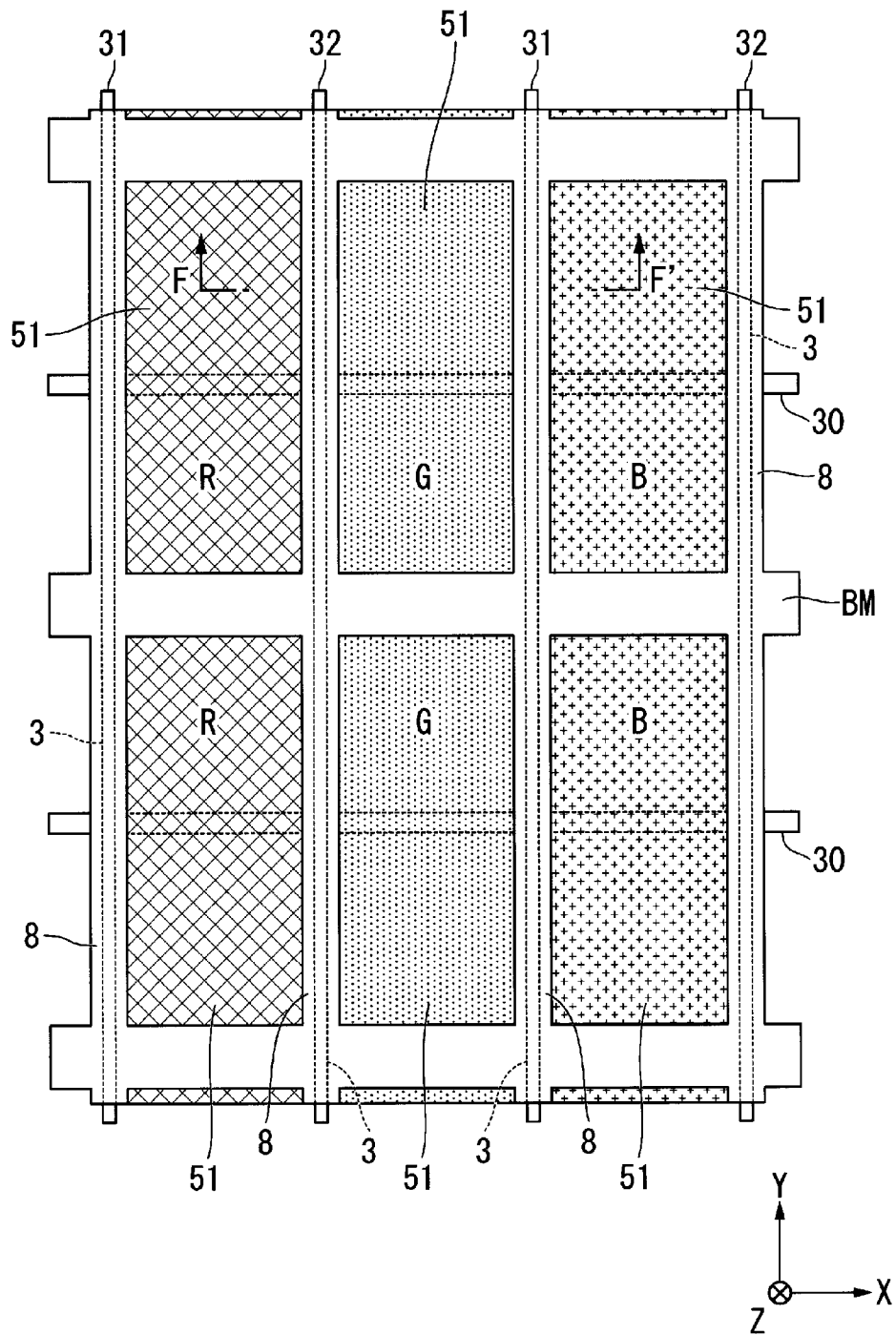


[図5]

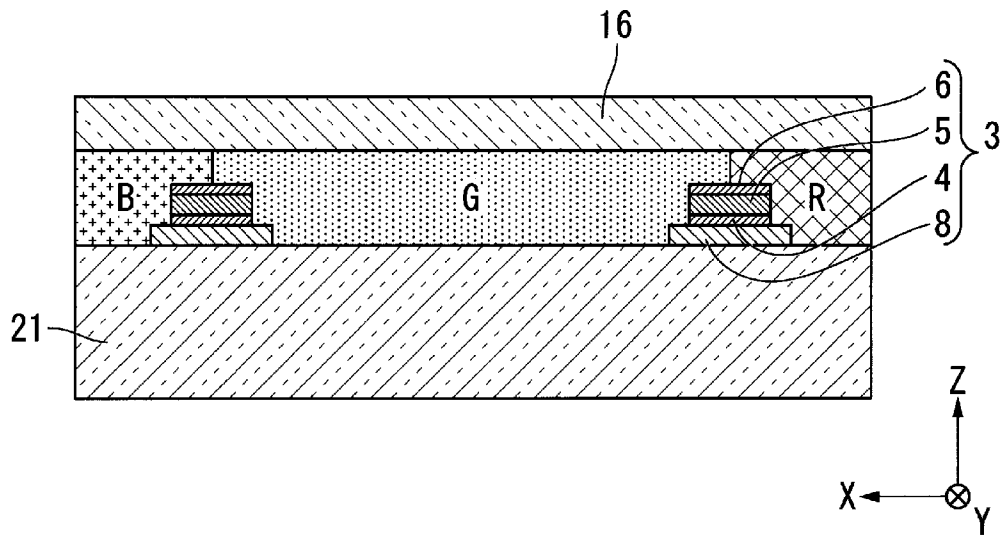


[図6]

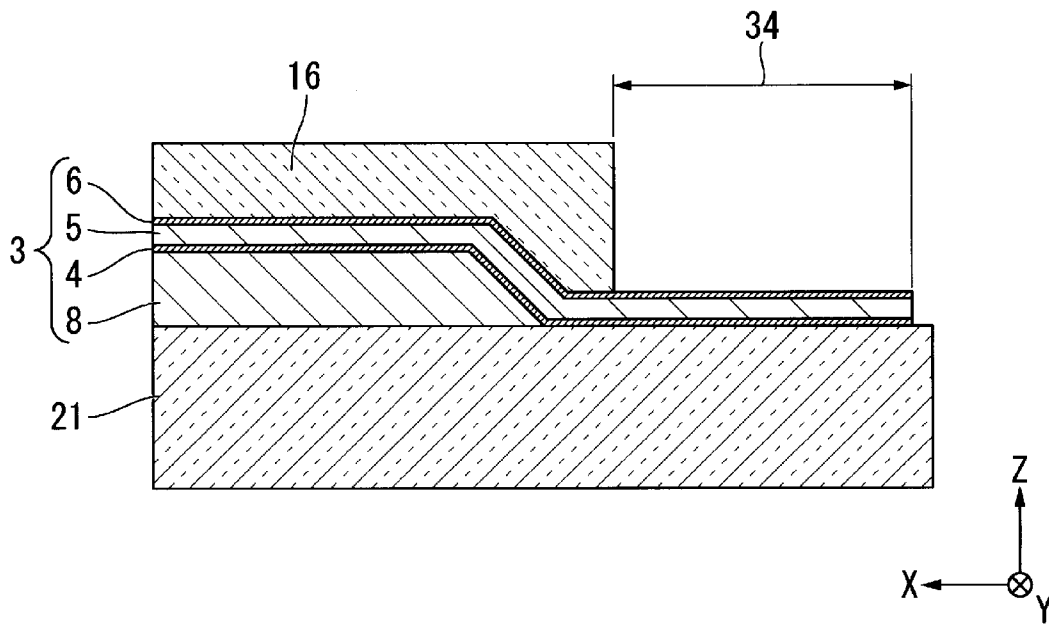
LCD1



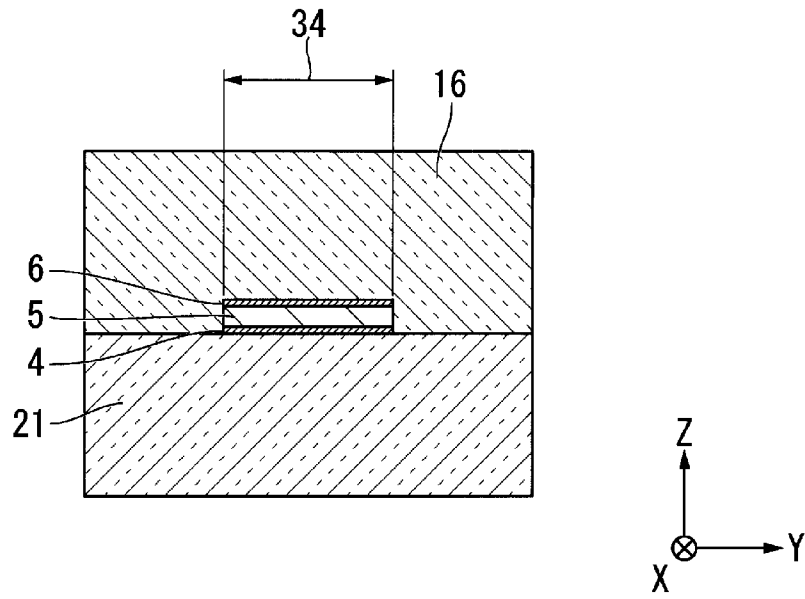
[図7]



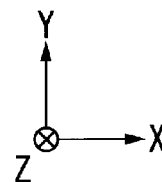
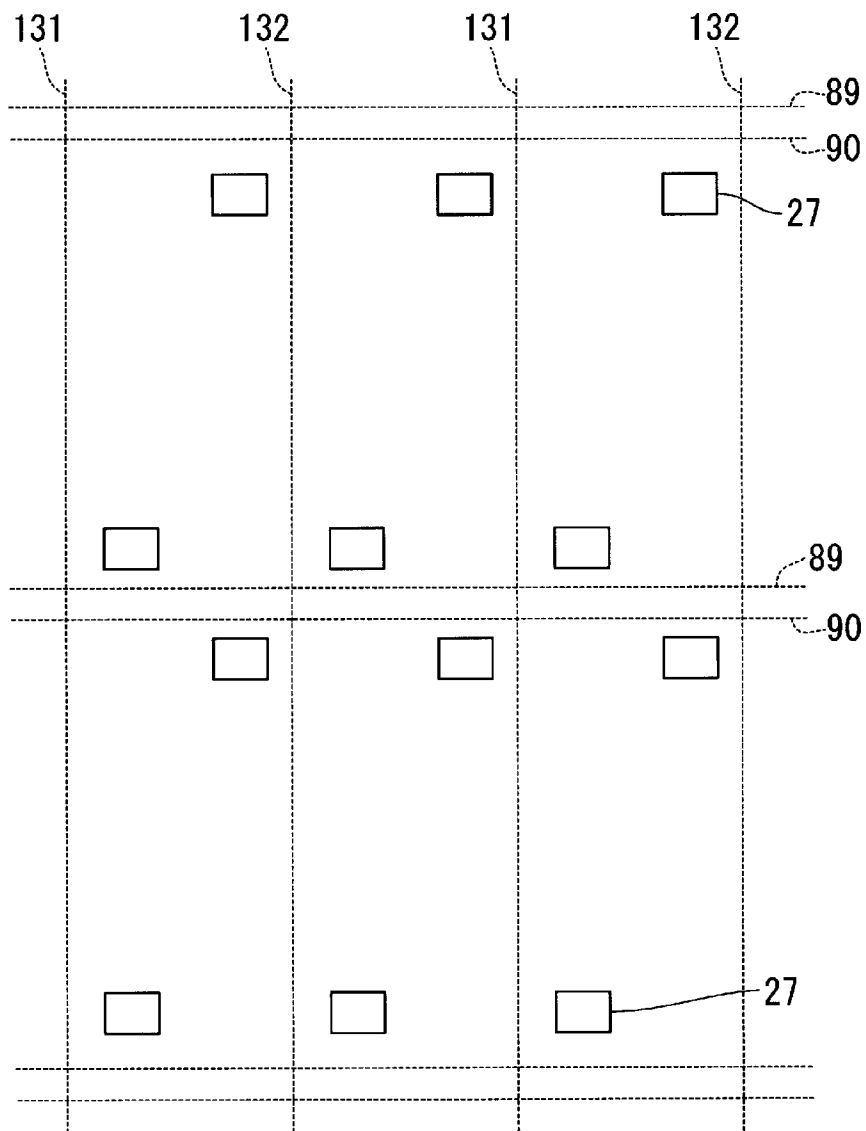
[図8]



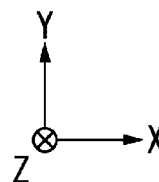
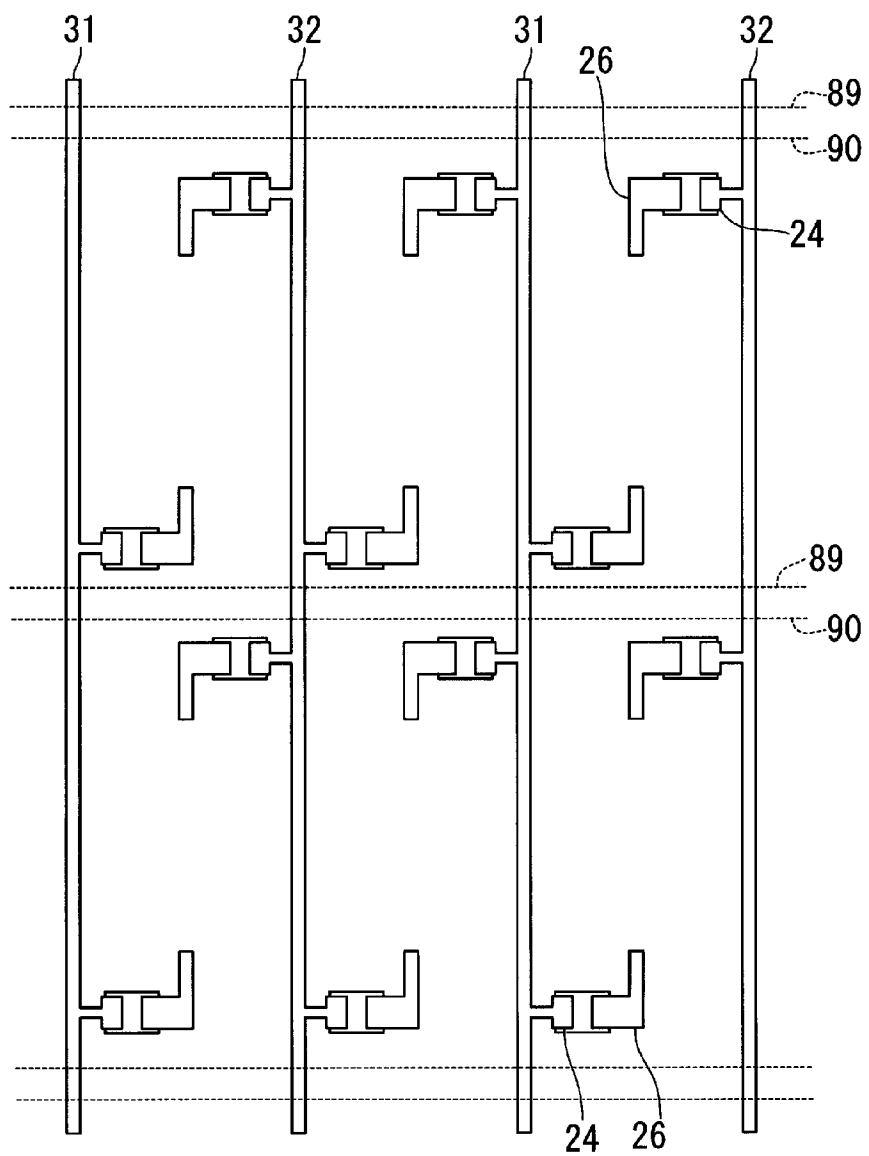
[図9]



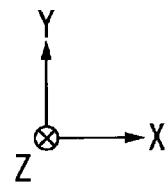
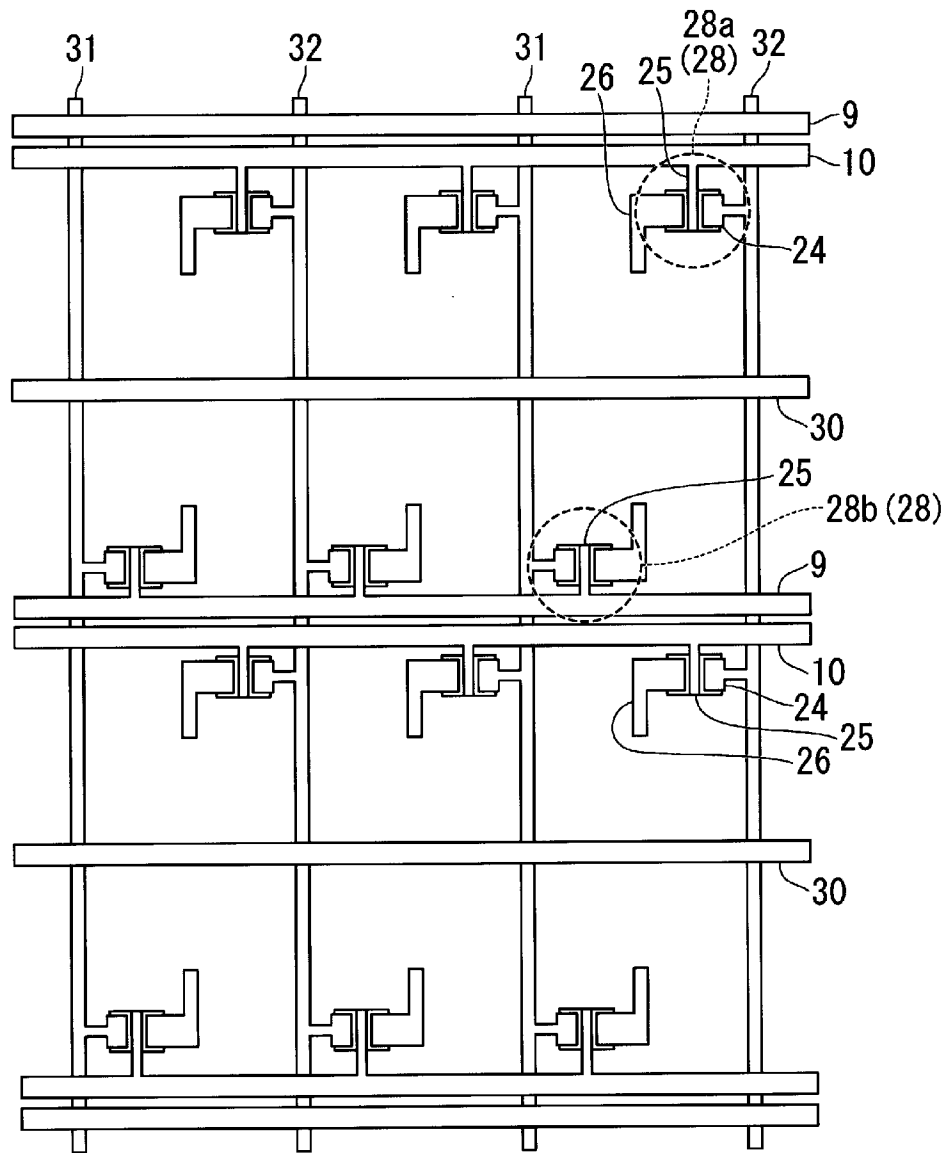
[図10]



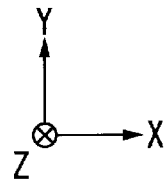
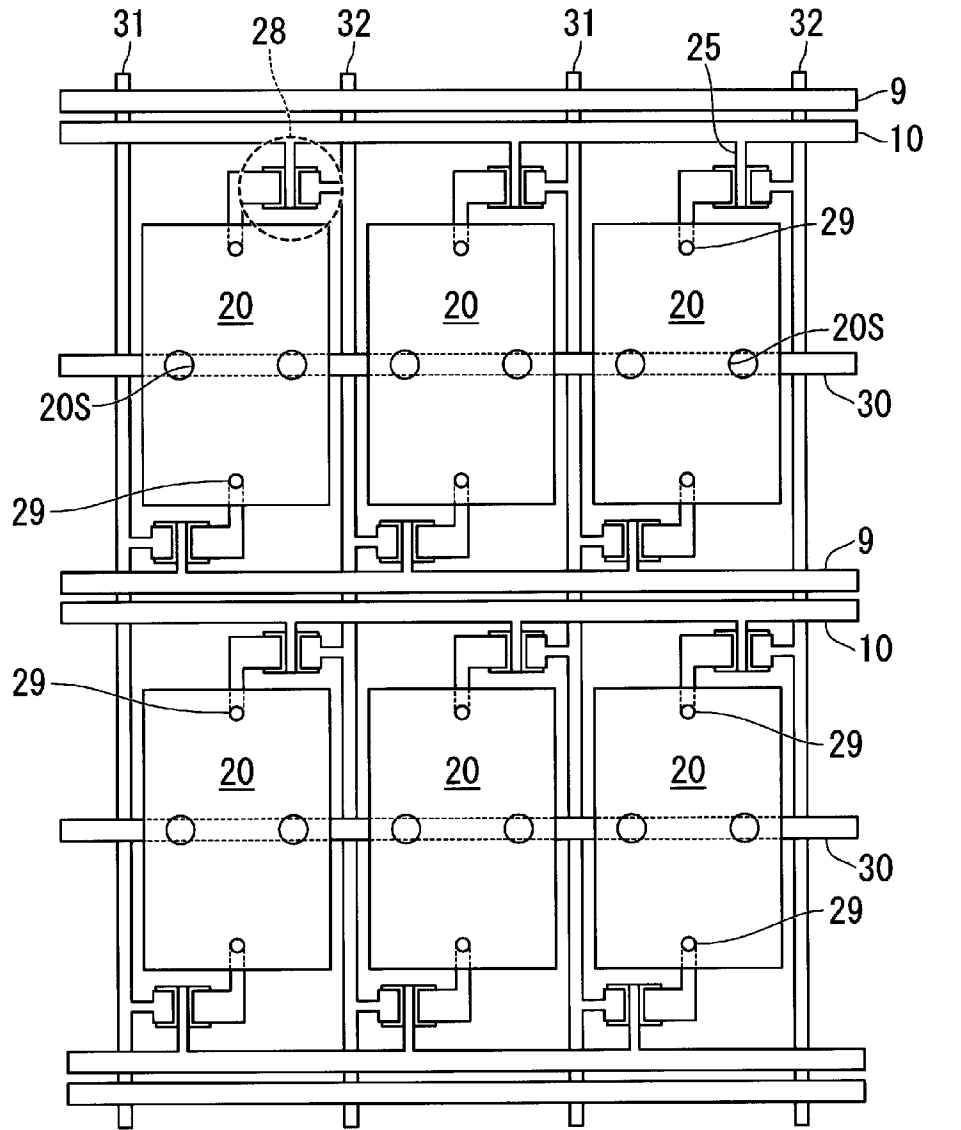
[図11]



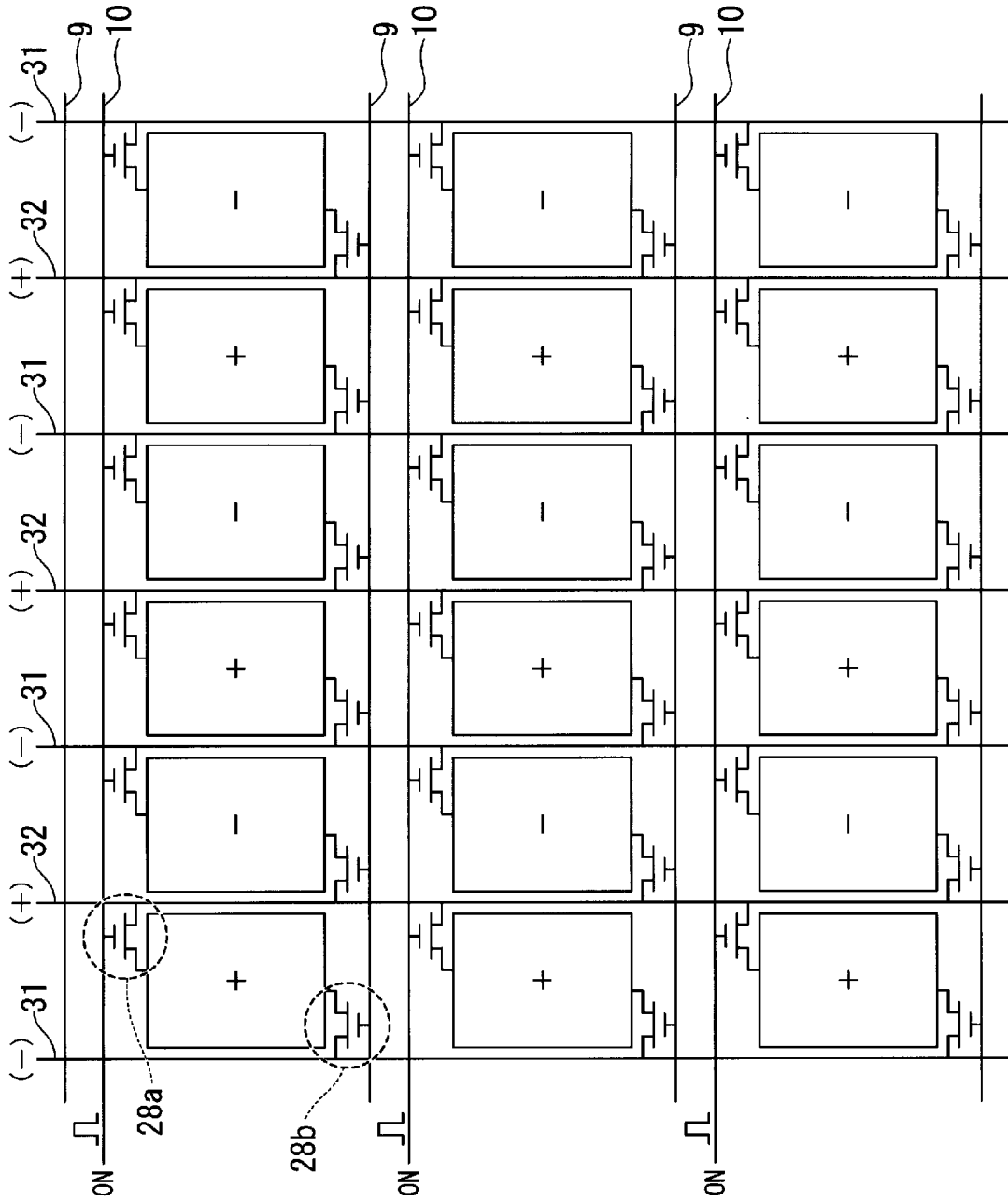
[図12]



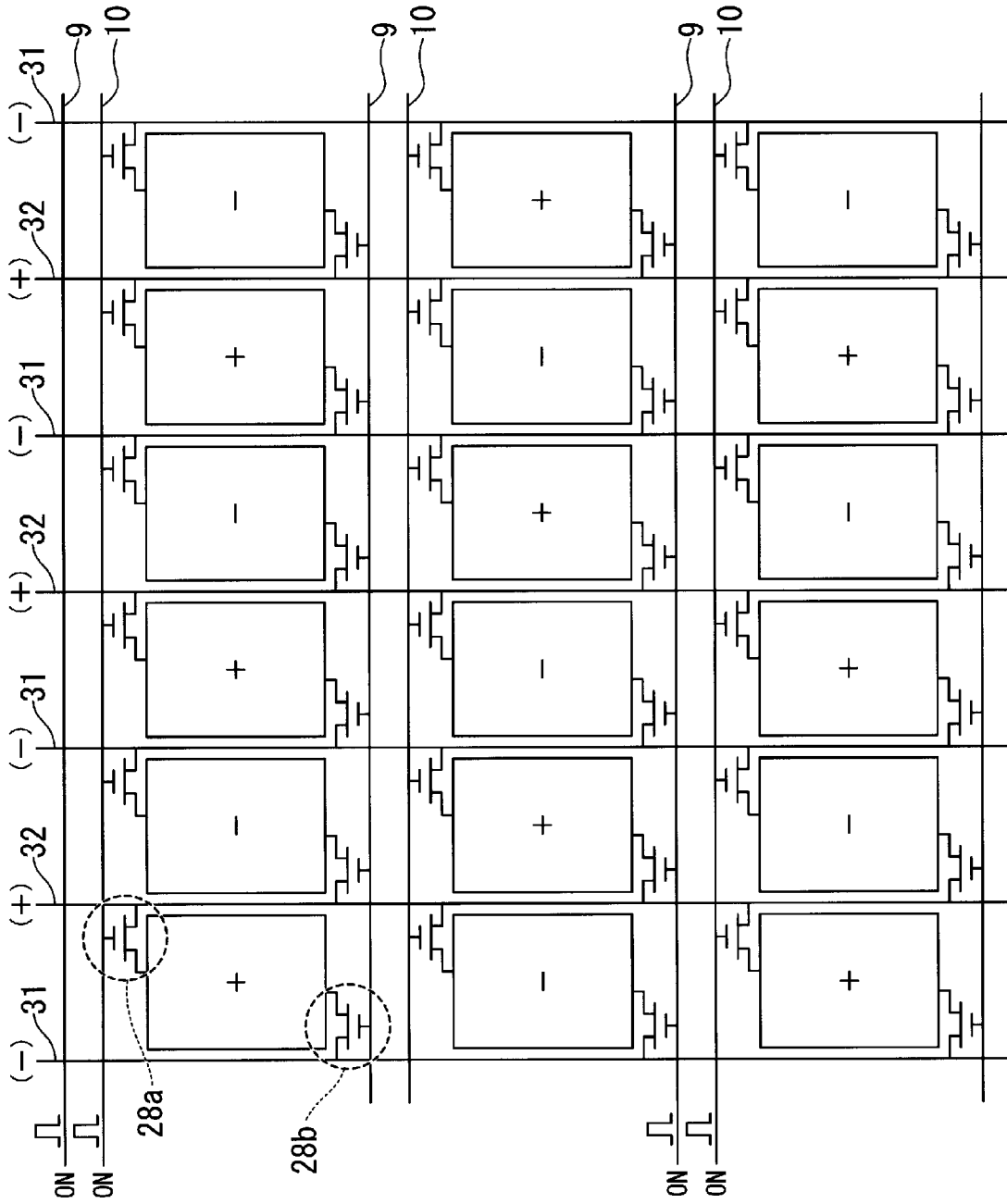
[図13]



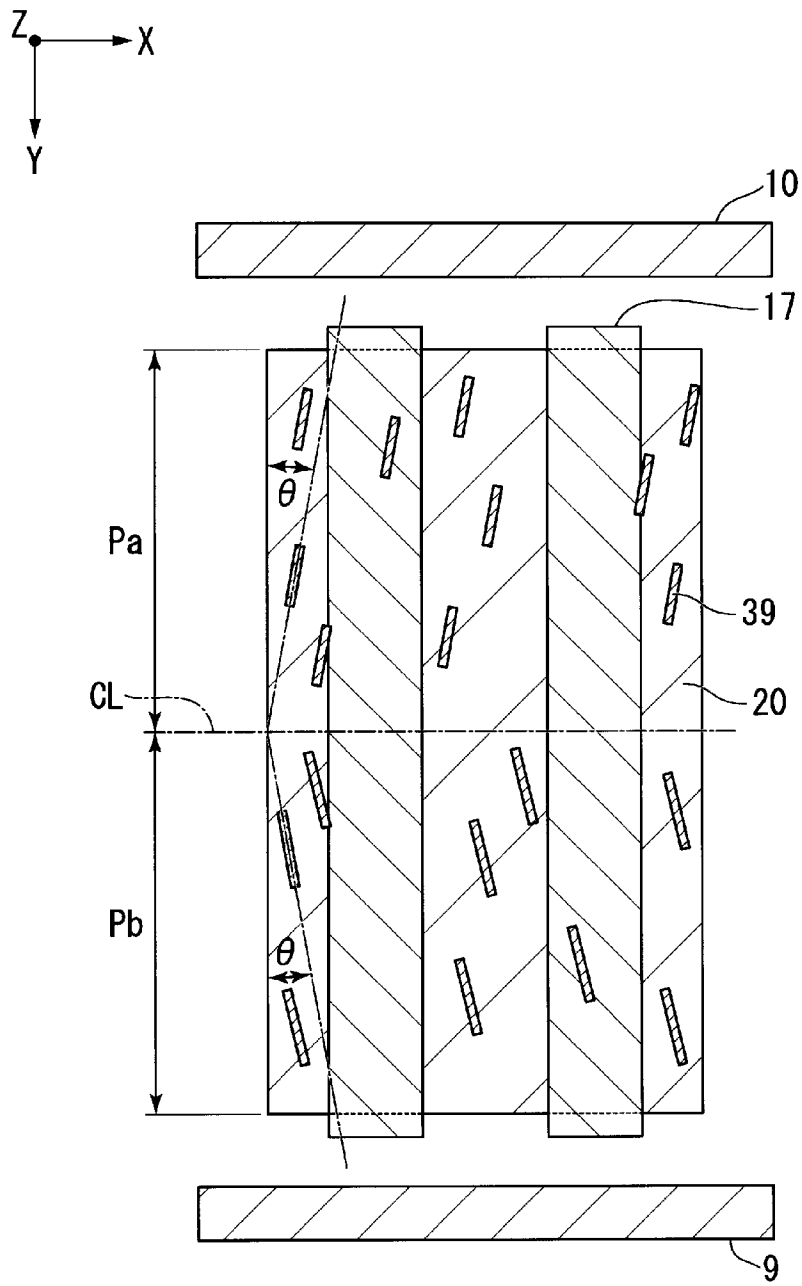
[図14]



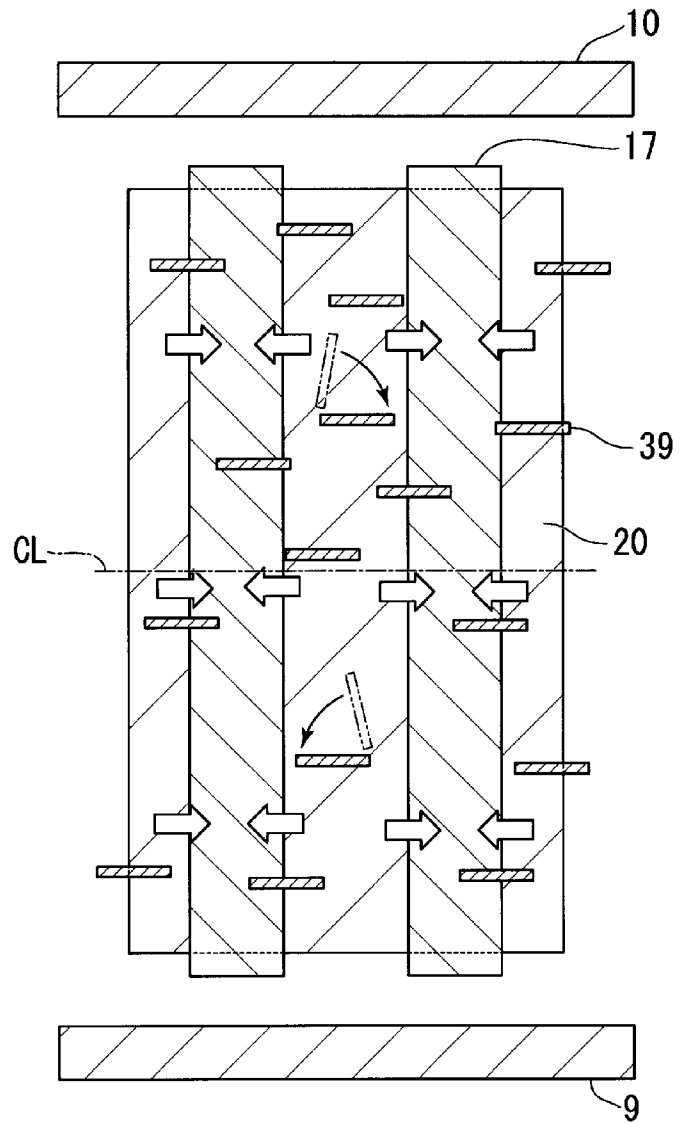
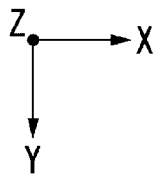
[図15]



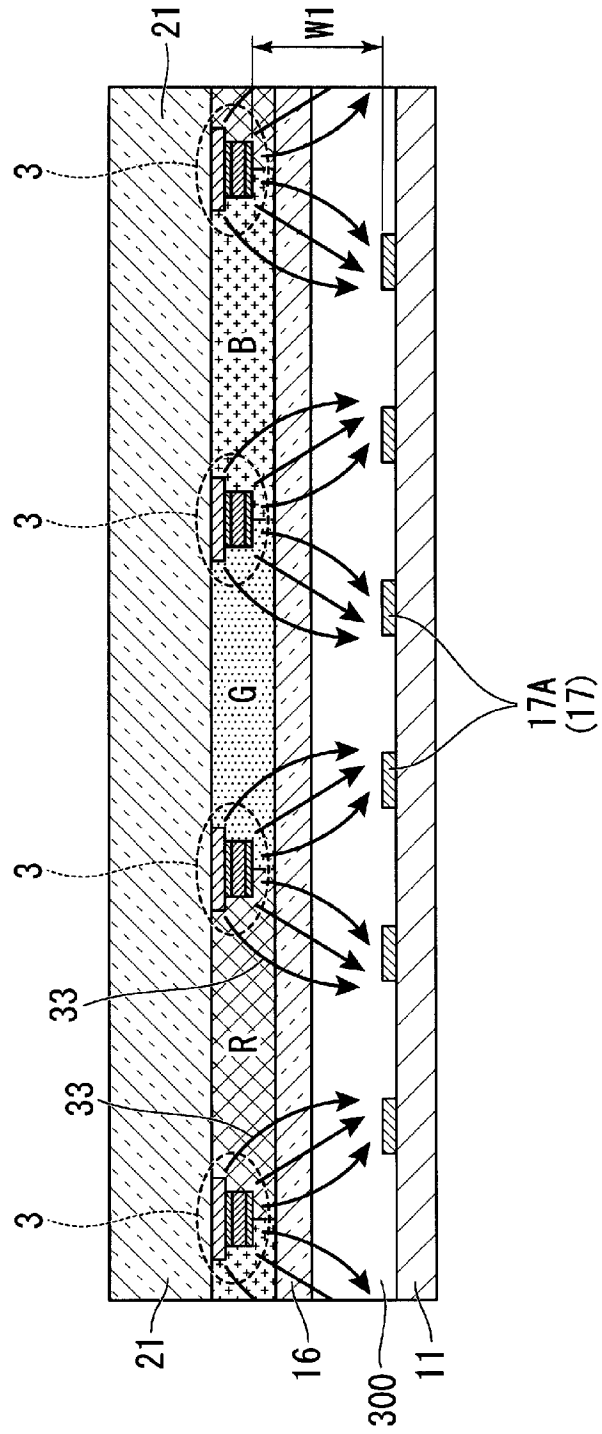
[図16]



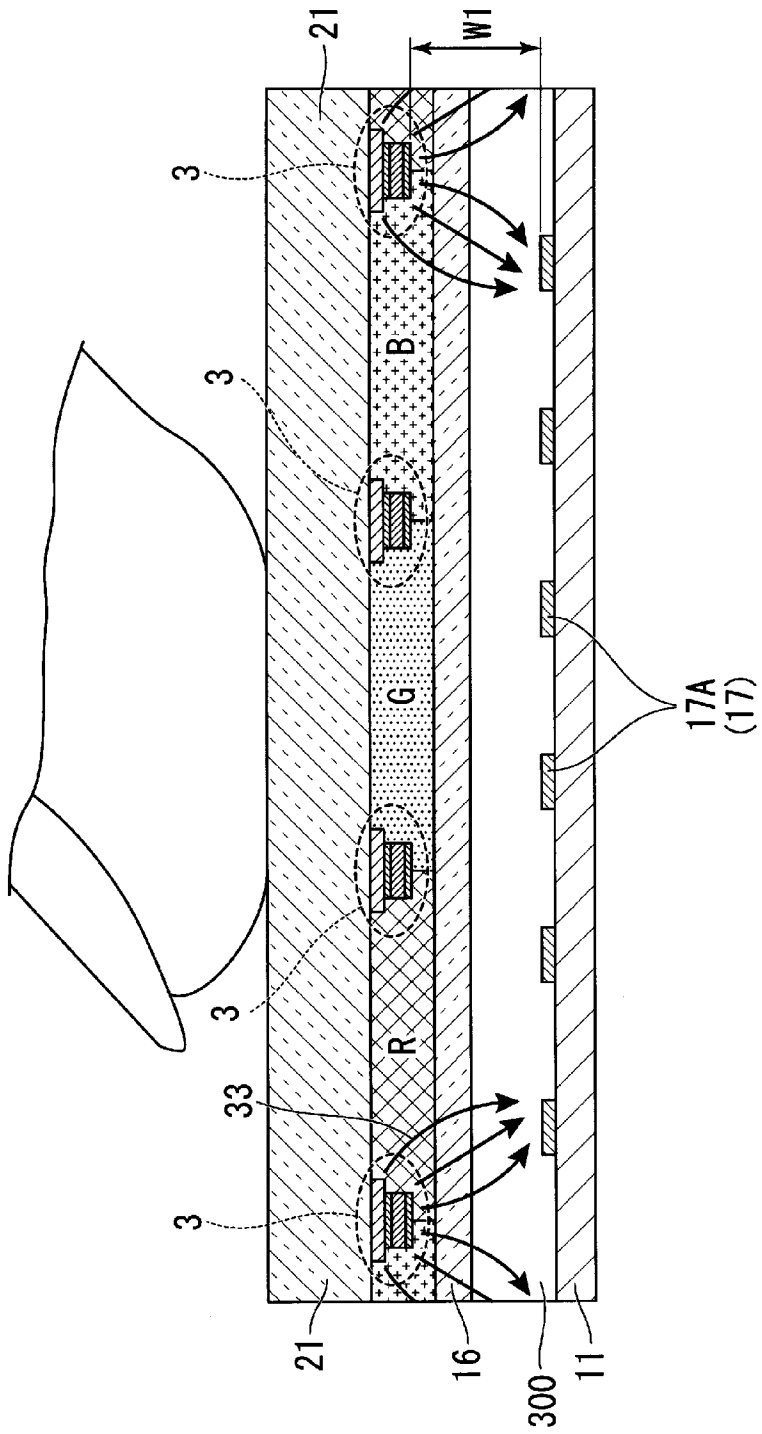
[図17]



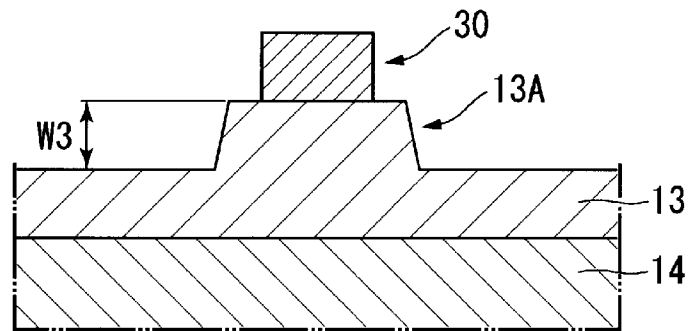
[図18]



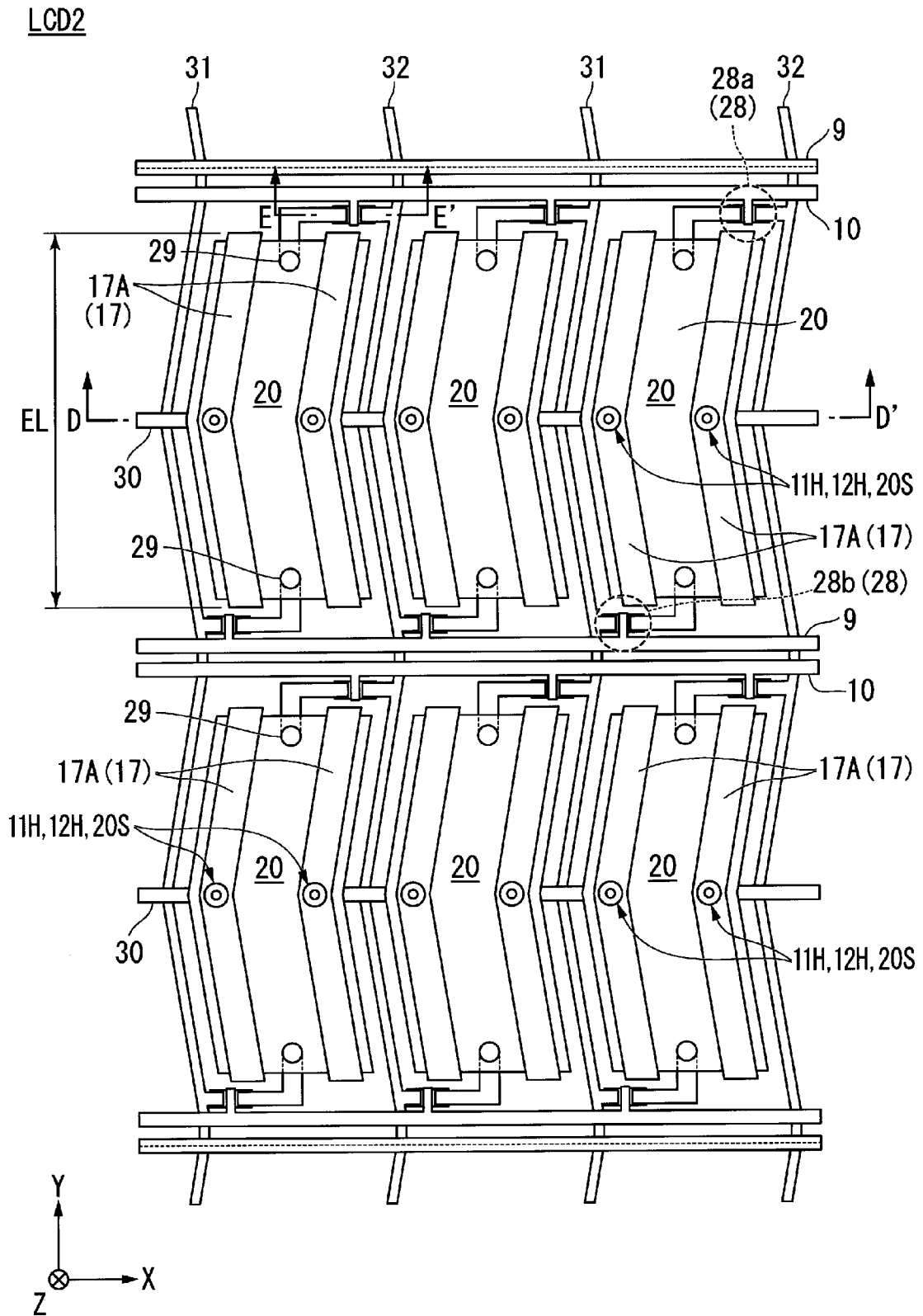
[図19]



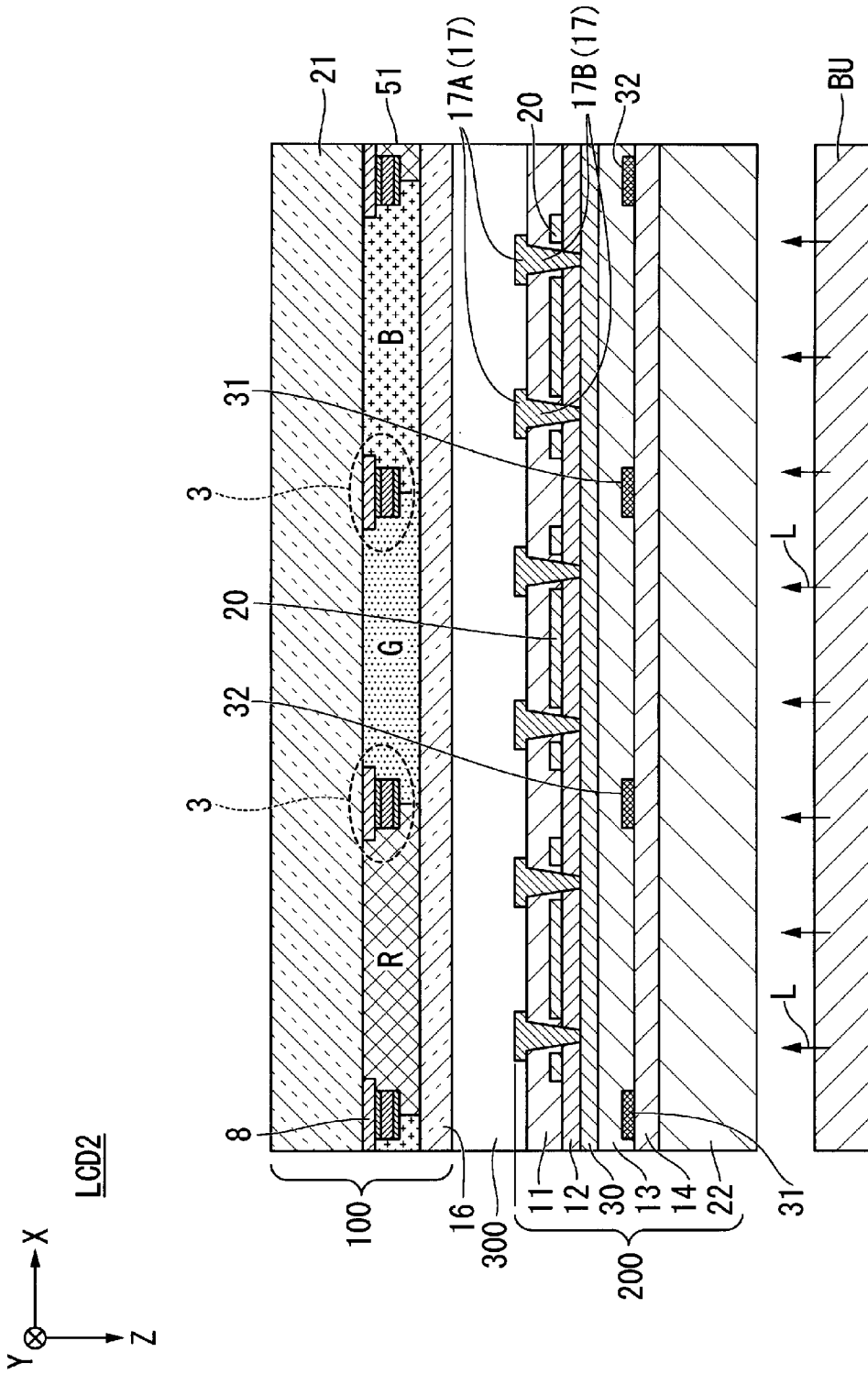
[図20]



[図21]

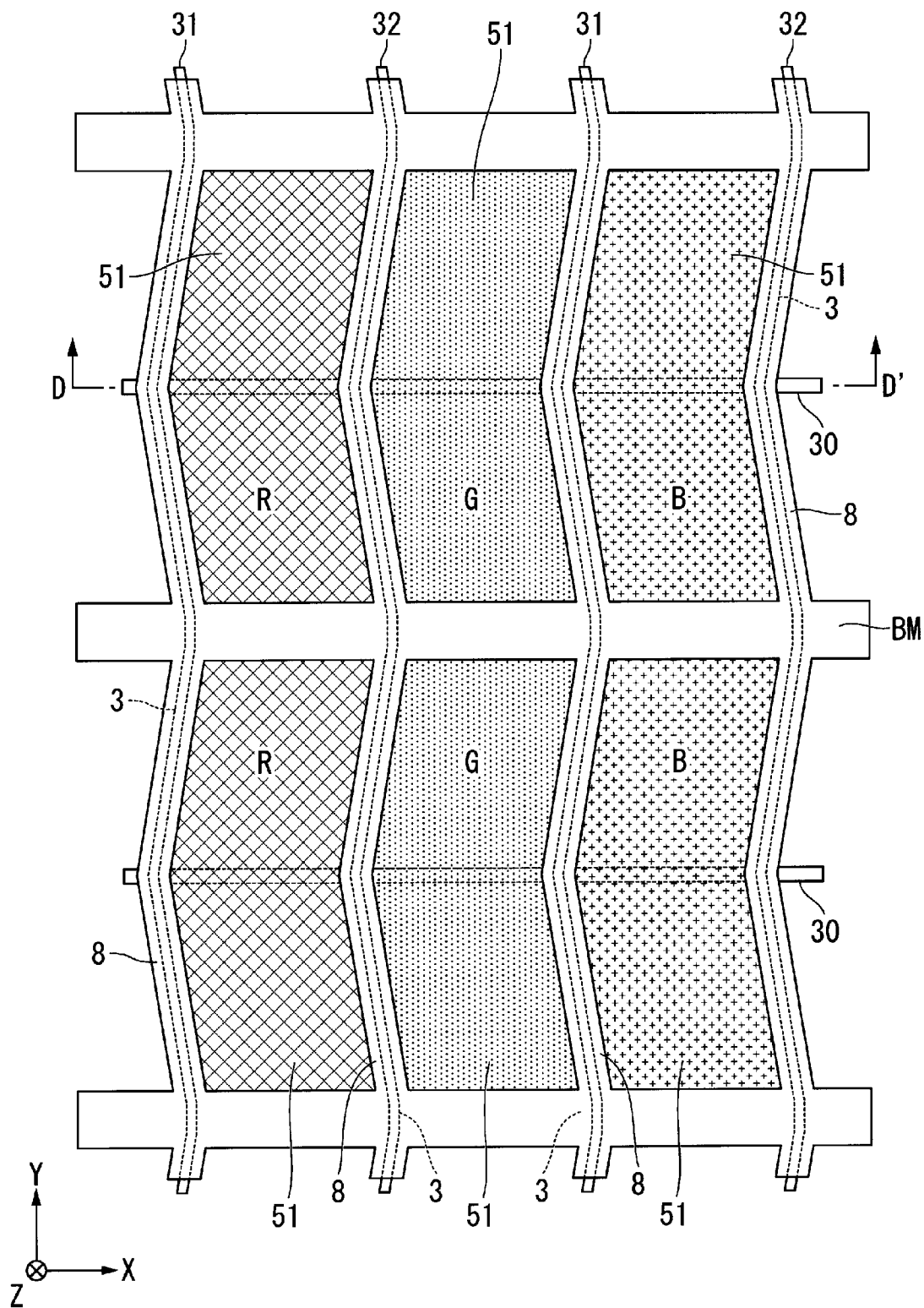


[図22]

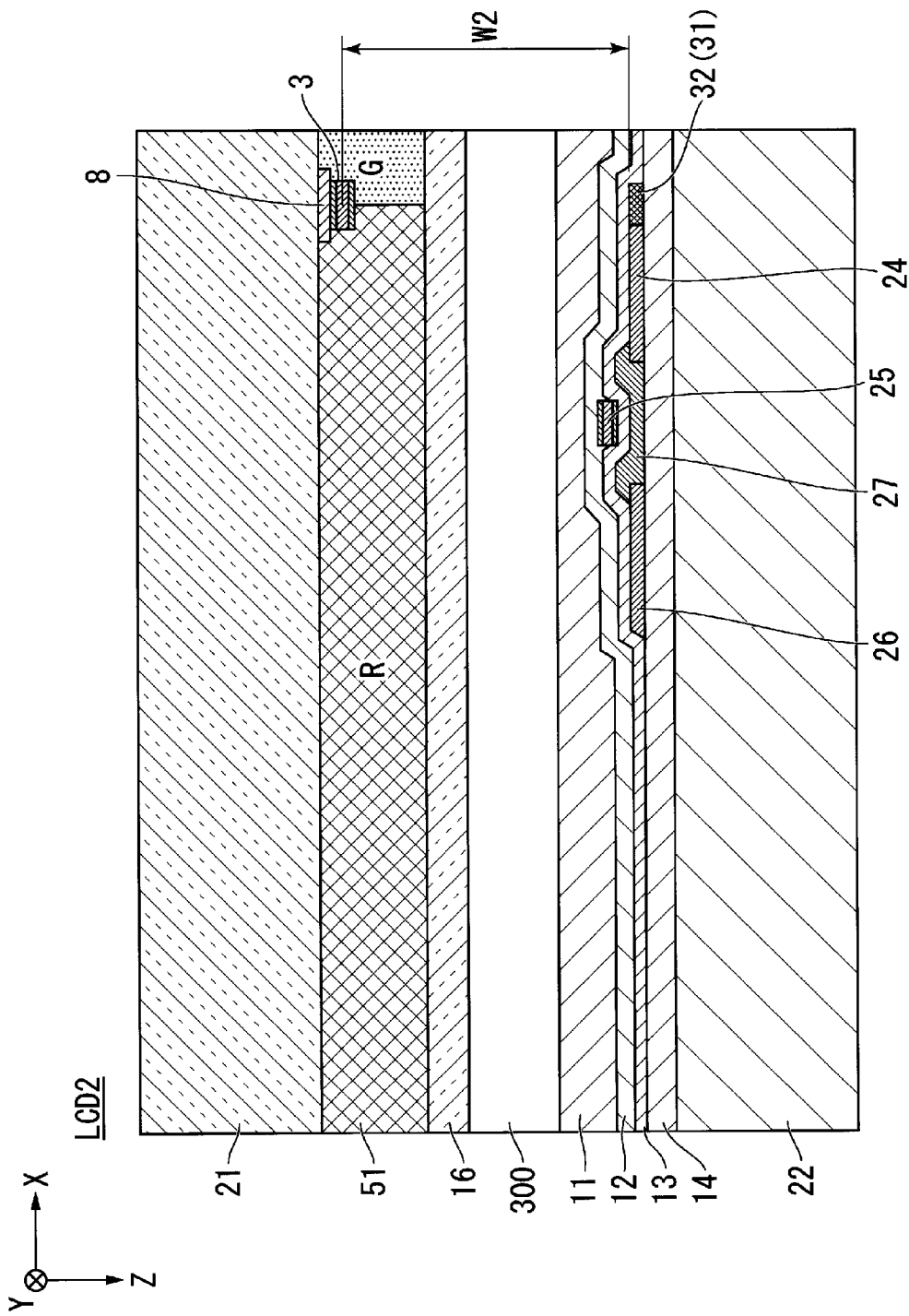


[図23]

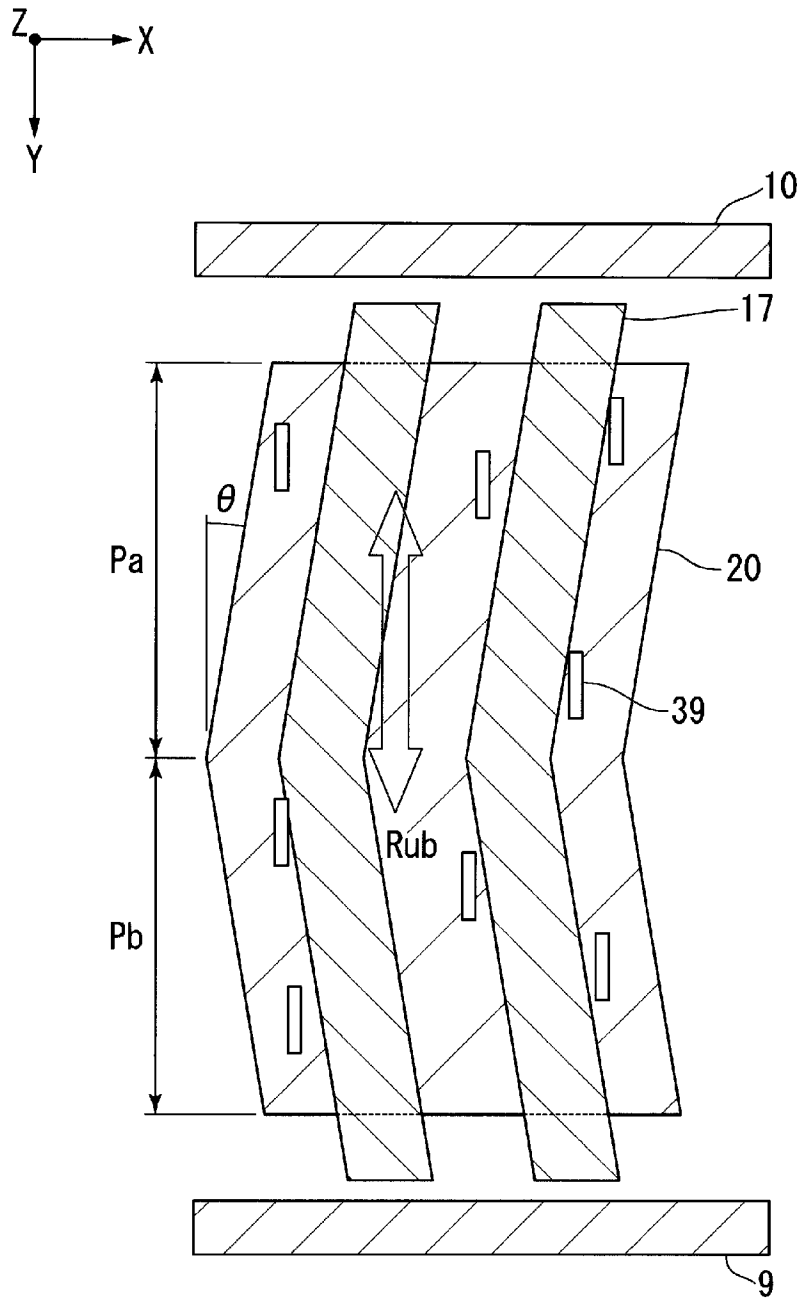
LCD2



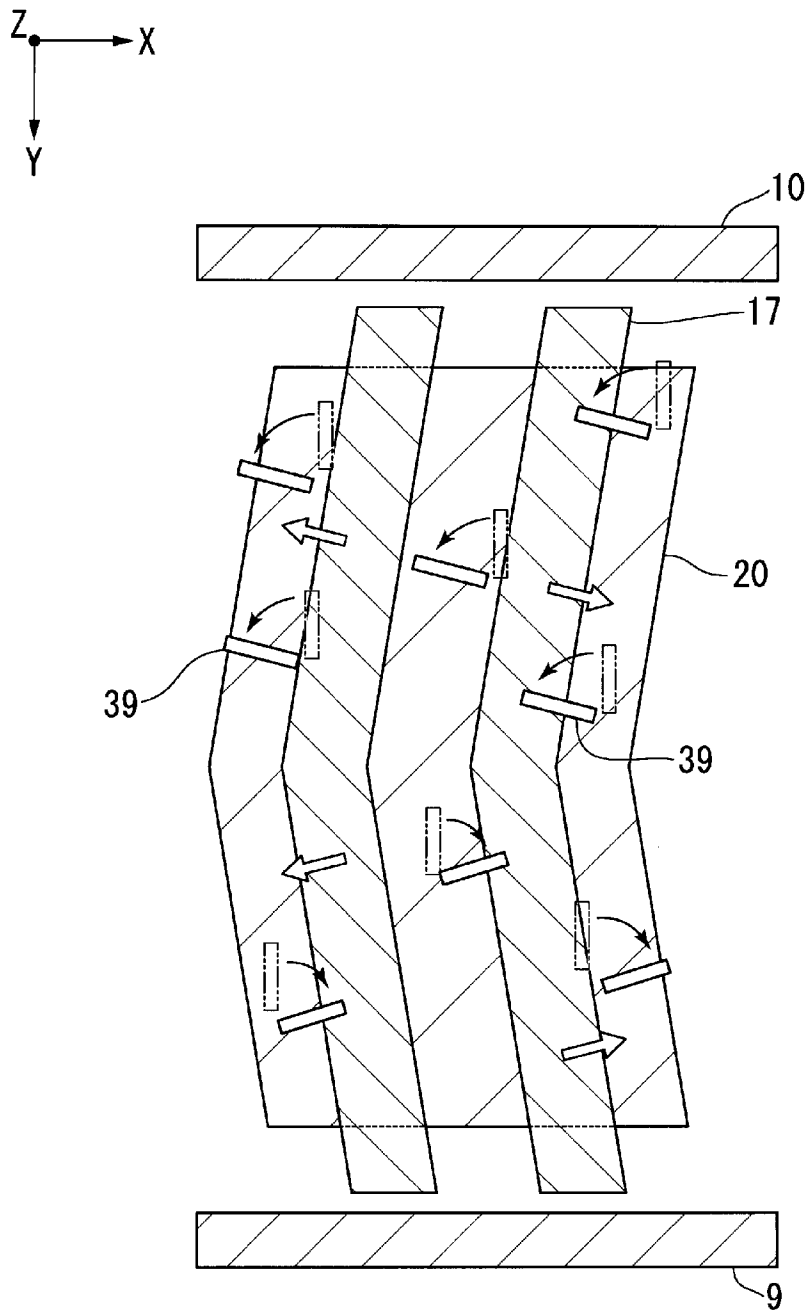
[図24]



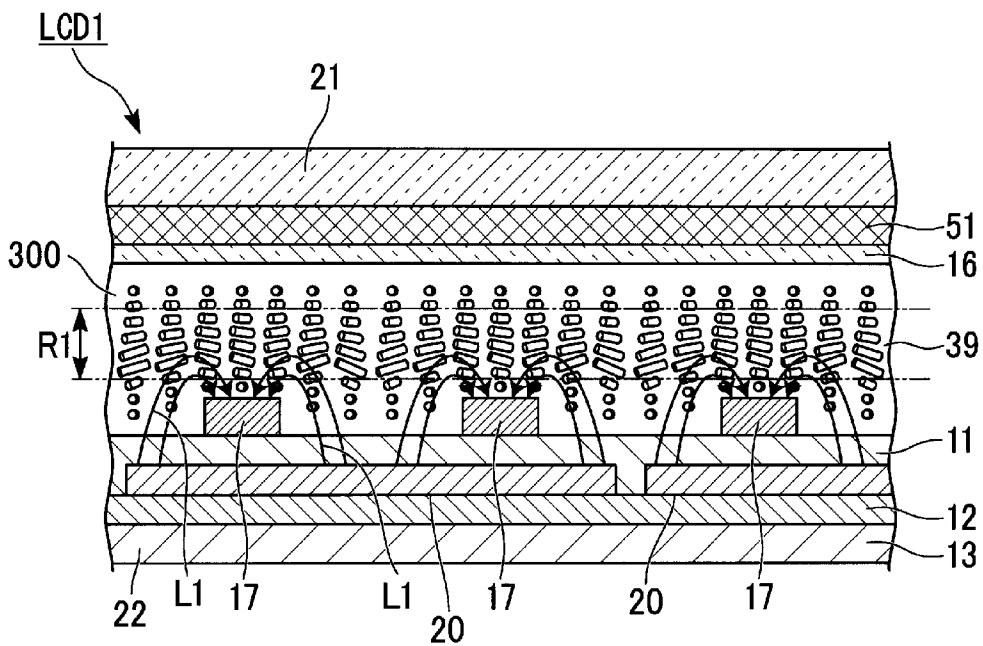
[図25]



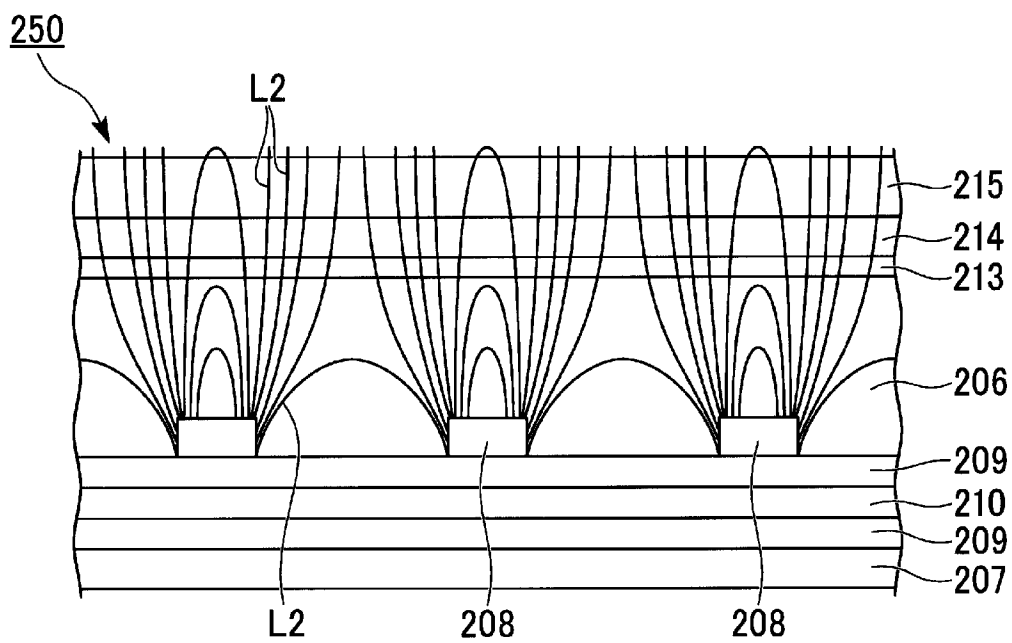
[図26]



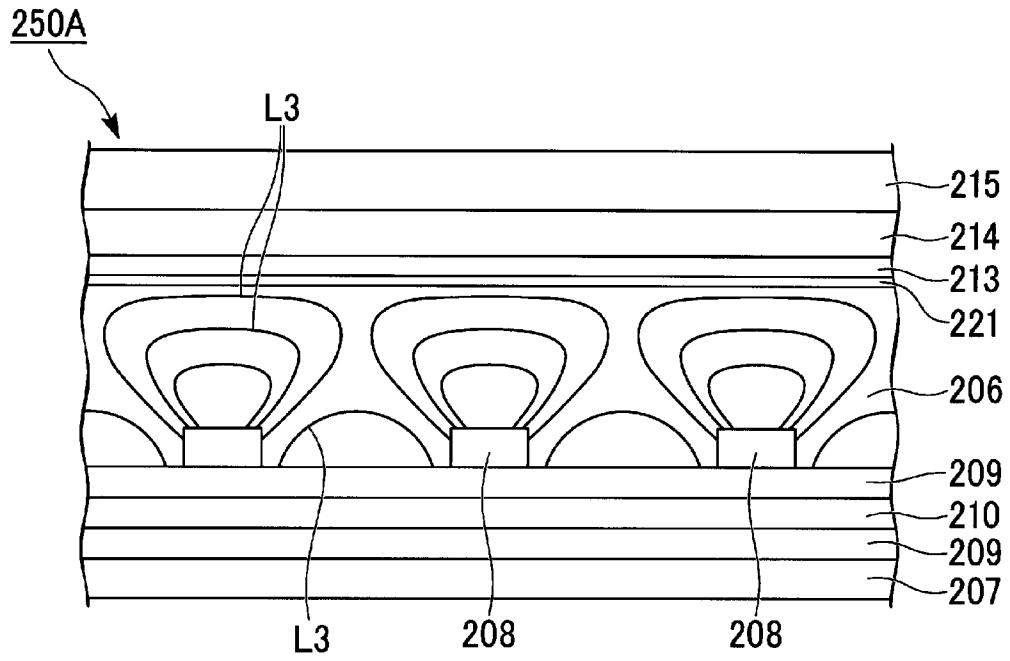
[27]



[28]



[図29]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/086554

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02F1/1333(2006.01)i, G02F1/133(2006.01)i, G02F1/1343(2006.01)i,
G02F1/1368(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G02F1/1333, G02F1/133, G02F1/1343, G02F1/1368

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 2014/203418 A1 (Toppan Printing Co., Ltd.), 24 December 2014 (24.12.2014), paragraphs [0047] to [0057], [0063] to [0068], [0080] to [0104]; fig. 1 to 2, 5, 8 to 10, 13 & TW 201500812 A	1-2, 6, 10-19 3-5, 7-9
Y A	JP 2015-176573 A (Japan Display Inc.), 05 October 2015 (05.10.2015), paragraphs [0028], [0064] to [0114], [0207] to [0216]; fig. 9 to 15, 36 & US 2015/0268776 A1 paragraphs [0070], [0110] to [0161], [0259] to [0269]; fig. 9 to 15, 36	1-2, 6, 10-19 3-5, 7-9

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 08 March 2016 (08.03.16)	Date of mailing of the international search report 15 March 2016 (15.03.16)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/086554

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2013-120257 A (Japan Display Central Inc.), 17 June 2013 (17.06.2013), paragraphs [0017] to [0019]; fig. 2 & US 2013/0148068 A1 paragraphs [0023] to [0025]; fig. 2	1-2, 6, 10-19 3-5, 7-9
Y A	JP 2007-121767 A (NEC LCD Technologies, Ltd.), 17 May 2007 (17.05.2007), paragraphs [0020] to [0022], [0027] to [0044], [0046], [0048]; fig. 1, 3 & US 2007/0097052 A1 paragraphs [0028] to [0030], [0052] to [0084], [0086], [0093] to [0096]; fig. 3, 5, 8 to 9 & CN 1955824 A & KR 10-2007-0045973 A	1-2, 6, 10-19 3-5, 7-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02F1/1333(2006.01)i, G02F1/133(2006.01)i, G02F1/1343(2006.01)i, G02F1/1368(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02F1/1333, G02F1/133, G02F1/1343, G02F1/1368

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	WO 2014/203418 A1（凸版印刷株式会社）2014.12.24, 段落 [0047] - [0057]、[0063] - [0068]、[0080] - [0104]、[図1] - [図2]、[図5]、[図8] - [図10]、[図13] & TW 201500812 A	1-2, 6, 10-19 3-5, 7-9

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- | | |
|--|--|
| 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの | 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの |
| 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの | 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの |
| 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） | 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの |
| 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | 「&」同一パテントファミリー文献 |
| 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | |

国際調査を完了した日

08.03.2016

国際調査報告の発送日

15.03.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

廣田 かおり

2L

5709

電話番号 03-3581-1101 内線 3293

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2015-176573 A (株式会社ジャパンディスプレイ) 2015. 10. 05, 段落 [0028]、[0064] - [0114]、[0207] - [0216]、[図9] - [図15]、[図36] & US 2015/0268776 A1: [0070]、[0110]-[0161]、[0259]-[0269]、 FIGs. 9-15, 36	1-2, 6, 10-19 3-5, 7-9
Y A	JP 2013-120257 A (株式会社ジャパンディスプレイセントラル) 2013. 06. 17, 段落 [0017] - [0019]、[図2] & US 2013/0148068 A1: [0023]-[0025], FIG. 2	1-2, 6, 10-19 3-5, 7-9
Y A	JP 2007-121767 A (NEC液晶テクノロジー株式会社) 2007. 05. 17, 段落 [0020] - [0022]、[0027] - [0044]、[0046]、[0048]、[図1]、[図3] & US 2007/0097052 A1: [0028]-[0030]、[0052]-[0084]、[0086]、 [0093]-[0096]、FIGs. 3, 5, 8-9 & CN 1955824 A & KR 10-2007-0045973 A	1-2, 6, 10-19 3-5, 7-9