

(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
2013 年 11 月 14 日(14.11.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/168545 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/133 (2006.01) G09G 3/20 (2006.01)
G02F 1/1343 (2006.01) G09G 3/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/061719
- (22) 国際出願日: 2013 年 4 月 22 日(22.04.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-108794 2012 年 5 月 10 日(10.05.2012) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 吉岡 孝兼(YOSHIOKA Takatomo). 喜多裕一(KITA Yuichi). 中谷 喜紀(NAKATANI Yoshiki).
- (74) 代理人: 特許業務法人 安富国際特許事務所(YASUTOMI & ASSOCIATES); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原 3 丁目 5 番 3 6 号 Osaka (JP).

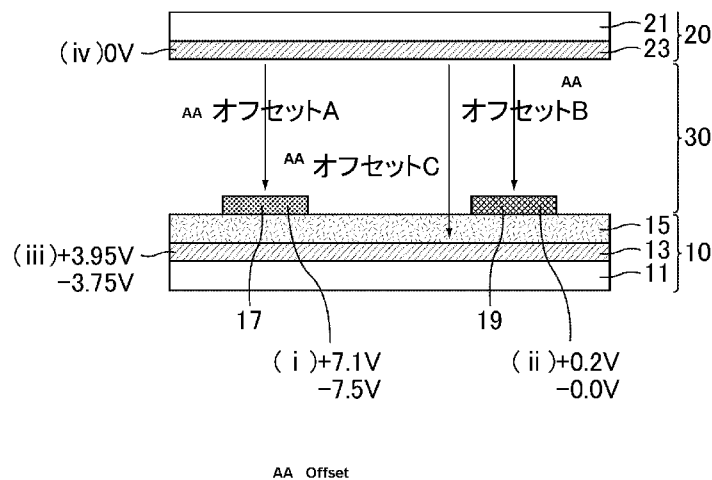
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: LIQUID-CRYSTAL-DRIVING METHOD AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 液晶駆動方法及び液晶表示装置



(57) Abstract: The present invention provides a liquid-crystal-driving method in which a difference in potential between a pair of electrodes provided to one of a top or bottom substrate is generated to drive a liquid crystal, wherein flicker and DC burn-in are adequately reduced. The present invention also provides a liquid-crystal display device driven using the liquid-crystal drive method. The present invention is a method for generating a difference in potential between a pair of electrodes provided to one of a top or bottom substrate to drive a liquid crystal, wherein in the liquid-crystal drive method, a drive operation is performed to generate the potential difference between the pair of electrodes to drive the liquid crystal, the drive operation having a second offset voltage with an absolute value that is larger than the absolute value of a first offset voltage.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/168545 A1



本発明は、上下基板の一方に設けられた一対の電極に電位差を生じさせて液晶を駆動する液晶駆動方法において、フリッカとともにDC焼きつきを十分に低減する液晶駆動方法、及び、液晶駆動方法を用いて駆動される液晶表示装置を提供する。本発明は、上下基板の一方に設けられた一対の電極に電位差を生じさせて液晶を駆動する方法であって、上記液晶駆動方法は、一対の電極間に電位差を生じさせて液晶を駆動する駆動操作を実行し、上記駆動操作は、第2オフセット電圧の絶対値が、第1オフセット電圧の絶対値よりも大きい液晶駆動方法である。

明 細 書

発明の名称：液晶駆動方法及び液晶表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、液晶駆動方法及び液晶表示装置に関する。より詳しくは、一對の電極を用いて電界を印加して表示をおこなう液晶駆動方法及び液晶表示装置に関する。

背景技術

[0002] 液晶駆動方法は、一對の基板間に挟持された液晶層中の液晶分子を電極間に電界を発生させて動かす手法であり、これによって液晶層の光学特性を変化させ、光が液晶パネルを透過したり透過しなかったりさせて、オン状態・オフ状態を生じさせることができる。

このような液晶駆動により、種々の形態の液晶表示装置が薄型で軽量かつ低消費電力といった利点を活かして様々な用途において提供されている。例えば、パーソナルコンピュータ、テレビジョン、カーナビゲーション等の車載用の機器、スマートフォンやタブレット端末等の携帯情報端末のディスプレイ等において種々の駆動方法が考案されており、実用化されている。

[0003] ところで、液晶表示装置には、液晶の特性や電極配置、基板設計等によって種々の表示方式（表示モード）が開発されている。近年広く用いられている表示モードとしては、大別すれば、負の誘電率異方性を有する液晶分子を基板面に対して垂直配向させた垂直配向（V A : Vertical Alignment）モードや、正又は負の誘電率異方性を有する液晶分子を基板面に対して水平配向させて液晶層に対し横電界を印加する面内スイッチング（I P S : In-Plane Switching）モード及び縞状電界スイッチング（F F S : Fringe Field Switching）等が挙げられる。これらの表示モードにおいて、いくつかの液晶駆動方法が提案されている。

[0004] 例えば、F F S 駆動方式の液晶表示装置として、高速応答性及び広視野角を有する薄膜トランジスタ型液晶ディスプレイであって、第 1 の共通電極層を

有する第１の基板と、ピクセル電極層及び第２の共通電極層の両方を有する第２の基板と、前記第１の基板と前記第２の基板との間に挟まれた液晶と、高速な入力データ転送速度に対する高速応答性及び見る人にとっての広視野角をもたらすために、前記第１の基板にある前記第１の共通電極層と、前記第２の基板にある前記ピクセル電極層及び第２の共通電極層の両方との間に電界を発生させる手段とを含むディスプレイが開示されている（例えば、特許文献１参照。）。

[0005] また複数の電極により横電界を印加する液晶装置として、互いに対向配置された一对の基板間に誘電率異方性が正の液晶からなる液晶層が挟持された液晶装置であって、前記一对の基板を構成する第１の基板、第２の基板のそれぞれに前記液晶層を挟んで対峙し、該液晶層に対して縦電界を印加する電極が設けられると共に、前記第２の基板には、前記液晶層に対して横電界を印加する複数の電極が設けられた液晶装置が開示されている（例えば、特許文献２参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献１：特表２００６－５２３８５０号公報

特許文献２：特開２００２－３６５６５７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ＦＦＳ駆動方式の液晶表示装置においては、立ち上がり（暗状態〔黒表示〕から明状態〔白表示〕に表示状態が変化する間）は下側基板の上層スリット電極－下層面状電極間で発生するフリンジ電界（ＦＦＳ駆動）により、立ち下がり（明状態〔白表示〕から暗状態〔黒表示〕に表示状態が変化する間）は基板間の電位差で発生する縦電界により、それぞれ電界によって液晶分子を回転させて高速応答化できる。

[0008] なお、図１６は、液晶表示装置の断面模式図である。図１７は、図１６に示

した液晶表示装置における、ダイレクタ分布、電界分布及び透過率分布を示すシミュレーション結果である模式図である。図16では、液晶表示装置の構造を示しており、一对の櫛歯電極間に一定の電圧が印加され（図では5V、-5V。一对の電極間の電位差が閾値以上であればよい。上記閾値とは、液晶層が光学的な変化を起こし、液晶表示装置において表示状態が変化することになる電場及び／又は電界を生じる電圧値を意味する。）、一对の電極が配置された基板と、対向基板に、それぞれ対向電極813、823が配置されている。対向電極813、823は、0Vである。図17は、立ち上がりにおけるシミュレーション結果を示しており、電圧分布、ダイレクタDの分布、透過率分布（実線t）が示されている。

[0009] 上記特許文献2は、3層電極構造を有する液晶表示装置において櫛歯駆動を用いて応答速度を向上させることを記載している。しかしながら、実質的に表示方式がツイステッドネマティック（TN）モードの液晶装置についての記載しかなく、広視野角、高コントラストの特性等を得るのに有利な方式である垂直配向型の液晶表示装置については何ら開示されていない。また、フリッカの抑制や、駆動方法と透過率との関連性についても何ら開示されていない。

[0010] 本発明は、上記現状に鑑みてなされたものであり、上下基板の一方に設けられた一对の電極に電位差を生じさせて液晶を駆動する液晶駆動方法において、フリッカとともにDC焼きつきを十分に低減する液晶駆動方法、及び、液晶駆動方法を用いて駆動される液晶表示装置を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0011] また本発明者らは、垂直配向型の3層電極構造を有する液晶表示装置以外の、横成分を含む電界によって液晶の配向を決める液晶表示装置（例えば、TBA [Transverse Bend Alignment] モード、FFSモード、IPSモード等）において、上層櫛歯電極等の一对の櫛歯電極で横成分を含む電界（例えば、基板主面に対して水平方向の電界や、フリンジ電界）を発生させるとき、

液晶がベンド配向やスプレイ配向となる領域を有することを見出した。そのため、フレクソエレクトリック効果によるフレクソ分極が生じ、一对の電極の一方に印加する電圧が正極性の場合と負極性の場合との間で透過率差（以下、これを「正極性と負極性との間で透過率の差」とも言う。）が生じる。すなわち、正極性と、負極性とで、同じ大きさの電圧を電極に印加した場合、極性反転においてフリッカが生じるという課題を見出した。

[0012] 本発明者らは、その原因について検討し、横成分を含む電界によって液晶の配向を決めるモードでは、液晶が斜めに配向するため、スプレイ配向やベンド配向を生じること、このような配向を生じると、液晶の分子配列の対称性が崩れるため、巨視的な分極が生じる（フレクソ分極）ことを見出した。また、このようなフレクソ分極は分子の形に関係なく、全てのネマティック液晶において見られる現象であることを見出した。このフレクソ分極の発生により、正極性と負極性とで配向の違いが生じるため、透過率に差が出てしまう。

[0013] ところで、本発明者らは、垂直配向型の3層電極構造を有する液晶表示装置において、下側基板の上層電極を櫛歯駆動とすることにより、立ち上がりは櫛歯間の電位差で横電界、立下りは基板間の電位差で縦電界を発生させ、立ち上がり、立下りともに電界によって液晶分子を回転させて高速応答化し、かつ櫛歯駆動の横電界により高透過率化も実現するオンーオンスイッチングモードの液晶表示装置に着目し、これについて種々検討している。このモードにおいて中間調を出すための駆動方法や開口率改善のための3TF T駆動以外の1TF Tまたは2TF T駆動方法も提案している（例えば、特願2011-142346号、特願2011-142348号、特願2011-142350号、特願2011-229221号等）。

[0014] 本発明者らは、このモードでは、必ずフレクソ分極が発生してしまうため、フレクソ分極による正負の極性反転に伴う透過率差、すなわち上述したフリッカが生じてしまうことを見出した（例えば、図14及び図15の丸で囲んだ箇所。図14は、一对の電極の一方に印加する電圧が正極性におけるシミ

ュレーション結果を示しており、図15は、一对の電極の一方に印加する電圧が負極性におけるシミュレーション結果を示している。ともに、電圧分布、ダイレクタDの分布、透過率分布（実線t）が示されている。正極性の場合と負極性の場合とで配向が大きく異なっている。）。3層電極構造を有するモードでは、上層の一对の櫛歯電極による横電界だけでなく、対向基板の対向電極（通常、開口部の無い面状電極）や、下層電極（面状電極）による上下方向への電気力線の引き込みが存在するため、スプレイ配向を広い範囲で生じやすく、フレクソ分極による影響が大きいことを見出した。このようなフリッカを生じる課題は、電圧無印加時に液晶分子が基板主面に対して垂直配向し、表示時において水平配向するような液晶表示装置において特に大きかったと言える。

[0015] 本発明者らは、このような横成分を含む電界によって液晶を駆動する駆動方法におけるフリッカを解消するために詳細な検討をおこなった。フリッカを抑えるためには、電極に電氣的なオフセット（オフセット電圧）を印加することで正負の透過率差を調整すれば良いのだが、その場合、DC（Direct Current）オフセットによるDC（Direct Current）焼きつきが問題となる。すなわち、通常、フリッカが最小となる対向基板の対向電極の電圧（対向電圧）を最適対向電圧として設定するが、オンーオンスイッチングモードやその他の横電界モードにおいては、フリッカが最小となる設定とすると、フレクソ分極による正極性と負極性との透過率差を電界強度で調整することになるので、電極に大きなDCオフセットが印加されている状態となる。つまり、光学的に合っている電圧設定（フリッカが最小となる電圧設定）では、電氣的には対称ではないため、DCオフセットによる焼きつきが懸念される。

[0016] 特にオンーオンスイッチングモードにおいては、対向基板の対向電極以外に3つの電極で構成されており、階調表現を行うに当たって、この3電極を調整することになるところ、3つの電極のそれぞれにオフセット電圧が存在している。すなわち、各電極ごとに対向電極に対するオフセット電圧を持つことができる。通常オフセット電圧は0Vとすることが望ましいが、その場合

フリッカが残ってしまう。

[0017] 本発明者らは、このような状況下でフリッカとともにDC焼きつきを十分に抑制できる液晶駆動方法を検討した結果、この3つ存在するオフセット電圧を、焼きつきに寄与しにくい（焼きつきが見えにくい）電極に対して積極的に導入することで、視認できる焼きつきレベルを最小限に抑えつつ、フレクソ分極によるフリッカを低減する駆動方法を提案することを見出した。すなわち、オフセット電圧の印加方法により、DC焼きつきを最小限に抑えながら、フレクソフリッカ対策を好適におこなうことができることを見出した。より具体的には、横電界を印加する一对の電極の一方の階調に応じて電圧を変化させる電極と比べて、面状電極を基準として、他方の電極にオフセットが強くかかる駆動操作を実行することにより、上下基板の一方に設けられた一对の電極に電位差を好適に生じさせて、フリッカを十分に低減することを実現できることを見出した。そして、本発明者らは、このような液晶駆動方法が、垂直配向型の3層電極構造を有する液晶表示装置だけでなく、その他の横成分を含む電界によって液晶の配向を決める液晶表示装置に好適に適用できることを見出し、上記課題をみごとに解決することができることに想到し、本発明に到達したものである。

[0018] すなわち、本発明は、上下基板の一方に設けられた一对の電極に電位差を生じさせて液晶を駆動する方法であって、上記一对の電極の一方は、階調に応じて印加電圧を変化させるものであり、上記一对の電極は、それぞれ印加電圧の極性が反転されるものであり、上記上下基板の一方及び／又は他方に面状電極が設けられており、上記液晶駆動方法は、該一对の電極の一方に印加される正極性の電圧と負極性の電圧との平均値から、該面状電極に印加される電圧を差し引いた差を第1オフセット電圧、該一对の電極の他方に印加される正極性の電圧と負極性の電圧との平均値から、該面状電極に印加される電圧を差し引いた差を第2オフセット電圧とすると、第2オフセット電圧の絶対値は、第1オフセット電圧の絶対値よりも大きい液晶駆動方法である駆動操作を実行する。なお、上記液晶は、通常は上下基板間に挟持されたもの

である。

[0019] オフセット電圧は、ある基準（本明細書中では、例えば対向電極の対向電圧）に対して、極性反転した際の正電圧及び負電圧の平均値がどの程度ずれているかを示す値である。

[0020] 本発明の液晶駆動方法に係る「該一对の電極の一方に印加される正極性の電圧と負極性の電圧との平均値から、該面状電極に印加される電圧を差し引いた差である第1オフセット電圧」とは、該一对の電極の一方に正極性の電圧を印加するときに、基準である該面状電極に印加される電圧に対して該一对の電極の一方に印加される電圧と、該一对の電極の一方に負極性の電圧を印加するときに、基準である該面状電極に印加される電圧に対して該一对の電極の一方に印加される電圧との平均値を言う。本発明に係る「該一对の電極の他方に印加される正極性の電圧と負極性の電圧との平均値から、該面状電極に印加される電圧を差し引いた差である第2オフセット電圧」も同様であり、該一对の電極の他方に正極性の電圧を印加するときに、基準である該面状電極に印加される電圧に対して該一对の電極の他方に印加される電圧と、該一对の電極の他方に負極性の電圧を印加するときに、基準である該面状電極に印加される電圧に対して該一对の電極の他方に印加される電圧との平均値を言う。上記正極性の電圧と負極性の電圧との平均値は、正極性の電圧と負極性の電圧とを足し合わせて2で割った値であるということもできる。

[0021] 例えば、対向電圧を0V（これがオフセットの基準となる）としたとき、ある電極（例えば、一对の電極の他方）に正極性は+7.1V、負極性は-7.5Vを印加する場合、 $(+7.1\text{V} - 7.5\text{V}) / 2 = -0.2\text{V}$ がオフセット値となる。すなわち、オフセット値が明示されるように標記し直すと、「+7.1V / -7.5V」は、「 $\pm 7.3\text{V} - 0.2\text{V}$ 」と標記し直されることとなり、-0.2V分、平均0Vからずれているということになる。

[0022] なお、該一对の電極の一方に印加される正極性の電圧・負極性の電圧、該一对の電極の他方に印加される正極性の電圧・負極性の電圧、該面状電極に印

加される電圧は、それぞれ一定であることが好ましいが、本発明の効果が発揮される限り変化するものであってもよい。変化する場合は、それぞれの電圧は、その平均値とすることができる。

[0023] 本明細書中、印加電圧の極性が反転するとは、印加電圧の絶対値自体が変わるものであってもよい。また、本発明における該一对の電極にそれぞれ印加される電圧は、通常、一定期間毎に極性が反転されるものである。

[0024] 上記一对の電極に印加される電圧は、通常は交流電圧である。上記交流電圧は、時間とともに周期的にその大きさが変わる電圧をいう。通常は、中心電圧の上下に実質的に同じ大きさの振幅となるように電位が変化するが、本発明の液晶駆動方法においては、少なくとも第2オフセット電圧が0Vにならないように駆動することとなる。本発明の液晶駆動方法において、上記第2オフセット電圧は、正であってもよく、負であってもよいが、負であることが好ましい。第1オフセット電圧は、実質的に0Vであってもよく、実質的に0Vであることが本発明の液晶駆動方法における好ましい形態の1つである。

[0025] 上記一对の電極の一方は、階調に応じて電圧を設定し、階調輝度を表現するために印加電圧を変化させるものである。一对の電極の一方もまた、印加電圧の極性が反転されるものであるが、例えば±0Vであっても印加電圧の極性が反転されるということができ、これが1つの好ましい形態である。上記一对の電極の他方は、印加電圧の極性が反転されるものである限り、基本的には階調によらず電圧を固定し、階調電極に対して基準となる電極であってもよく（例えば、オン・オフスイッチングモード、TBAモードの場合。）、上記一对の電極の一方と同様に、階調に応じて電圧を設定し、階調輝度を表現するために印加電圧を変化させるものであってもよい（例えば、FFSモードの場合。）。

[0026] 上記一对の電極は、例えば一对の櫛歯電極であることが好ましく、基板主面を平面視したときに、2つの櫛歯電極が対向するように配置されているものであることがより好ましい。これら櫛歯電極により櫛歯電極間で横電界を好

適に発生させることができるため、液晶層が正の誘電率異方性を有する液晶分子を含むときは、立ち上がり時の応答性能及び透過率が優れたものとなり、液晶層が負の誘電率異方性を有する液晶分子を含むときは、立ち下がり時において横電界によって液晶分子を回転させて高速応答化することができる。上記一对の櫛歯電極は、基板主面を平面視したときに、櫛歯部分がそれぞれ沿っていることが好ましい。中でも、一对の櫛歯電極の櫛歯部分がそれぞれ略平行であること、言い換えれば、一对の櫛歯電極がそれぞれ複数の略平行なスリットを有することが好適である。通常は、1つの櫛歯電極が2つ以上の櫛歯部分を有するものである。

[0027] 一对の櫛歯電極は、同一の層に設けられていてもよく、また、本発明の効果を発揮できる限り、異なる層に設けられていてもよいが、一对の電極は、同一の層に設けられていることが好ましい。一对の電極が同一の層に設けられているとは、それぞれの電極が、その液晶層側、及び／又は、液晶層側と反対側において、共通する部材（例えば、絶縁層、液晶層等）と接していることを言う。

[0028] 上記「上下基板の一方及び／又は他方に面状電極が設けられており、」とは、（1）上下基板の両方に面状電極が設けられているものであってもよく、（2）上下基板の一方（一对の電極が配置されている一方）だけに面状電極が設けられているものであってもよく、（3）上下基板の他方だけに面状電極が設けられているものであってもよい。

[0029] なお、上記面状電極が一对の基板の両方に設けられている場合は、いずれか一方の面状電極の電圧を基準として、上述したように、正極性と負極性とで一对の電極の一方に印加される電圧の平均値を第1オフセット電圧、正極性と負極性とで一对の電極の他方に印加される電圧の平均値を第2オフセット電圧とすればよい。この場合は、中でも、上基板〔対向基板〕側の面状電極を基準とすることが好ましく、すなわち、上基板〔対向基板〕側の面状電極の電圧を基準として、正極性と負極性とで一对の電極の一方に印加される電圧の平均値を第1オフセット電圧、正極性と負極性とで一对の電極の他方に

印加される電圧の平均値を第2オフセット電圧とすることが好ましい。

[0030] (1) 本発明の液晶駆動方法において、上記液晶駆動方法は、更に、上下基板の両方に設けられた面状電極から構成される一对の電極に電位差を生じさせて液晶を駆動する駆動操作を実行することが好ましい。上記面状電極は、基板主面を平面視したときに、画素に対応（重畳）して面状であればよい。この場合は、本発明の液晶駆動方法は、上下基板に設けられた二対の電極に電位差を生じさせて液晶を駆動する方法となり、応答速度に特に優れたものとなる。上下基板の両方に面状電極が設けられているものについては、オフセット電圧を求める際に、いずれの面状電極を基準としてもよいが、例えば、上下基板の他方（対向基板）に設けられている面状電極を基準とすることができる。

[0031] 上記液晶駆動方法は、上記駆動操作の後に、更に、一对の面状電極間に電位差を生じさせて液晶を駆動する駆動操作を実行することが好ましい。上記一对の面状電極は、通常、基板間に電位差を付与することができるものである。これにより、液晶層が正の誘電率異方性を有する液晶分子を含むときの立ち下がり時、並びに、液晶層が負の誘電率異方性を有する液晶分子を含むときの立ち上がり時において基板間の電位差で縦電界を発生させ、電界によって液晶分子を回転させて高速応答化することができる。例えば立ち下がり時において、上下基板間で生じる電界により、液晶層における液晶分子が基板主面に対して垂直方向になるように回転させて高速応答化することができる。

[0032] 本明細書中、面状電極とは、複数の画素内で電氣的に接続された形態を含み、例えば、すべての画素内で電氣的に接続された形態、同一の画素列内で電氣的に接続された形態等が好適なものとして挙げられる。面状とは、本発明の技術分野において面形状といえるものであればよく、その一部の領域にリブやスリット等の配向規制構造体を有していたり、基板主面を平面視したときに画素の中心部分に当該配向規制構造体を有していたりしてもよいが、実質的に配向規制構造体を有さないものが好適である。上記一对の基板の一方

に設けられた面状電極は、少なくとも、基板主面を平面視したときに画素と重畳する箇所が面状であることが好ましい。上記一对の基板の他方（対向基板）に設けられた面状電極は、開口部のないものであることが好ましい。電極の構造については、以下の（２）の形態、（３）の形態についても同様である。

[0033] （２）本発明の液晶駆動方法において、上記上下基板の一方だけに面状電極が設けられていることが好ましい。本発明の液晶駆動方法において、上記上下基板の一方に設けられた一对の電極は、該面状電極上に絶縁層を介して設けられたものであることが好ましい。

[0034] 本発明の液晶駆動方法は、一对の電極と面状電極との間でフリンジ電界を印加する駆動操作を実行するものであってもよく、これも好ましい形態の１つである。

[0035] 本発明の液晶駆動方法において、上記上下基板の他方だけに面状電極が配置されていることが好ましい。

[0036] また本発明の液晶駆動方法において、上記上下基板の少なくとも一方には、誘電体層が設けられていることが好ましい。例えば、上記上下基板の他方に、誘電体層が設けられていることが好ましい。

[0037] 更に、本発明の液晶駆動方法において、上記上下基板の一方は、薄膜トランジスタ素子を備え、上記薄膜トランジスタ素子は、酸化物半導体を含むことが好ましい。

[0038] 上記液晶駆動方法は、アクティブマトリクス駆動方式によって駆動する方法であり、上記アクティブマトリクス駆動方式は、薄膜トランジスタを用いた複数のバスラインによって駆動され、 N 番目のバスラインにおける電極と（ $N+1$ ）番目のバスラインにおける電極とに印加する電位変化を反転させて駆動操作を実行することが好ましい。 N 番目のバスラインにおける電極と（ $N+1$ ）番目のバスラインにおける電極とに印加する電位変化を反転させるとは、ある電位に対して、正の電位変化と負の電位変化とをおこなうことをいう。上記バスラインとしては、ゲートバスライン、ソースバスラインが挙

げられる。

[0039] 本発明の液晶駆動方法において、上記液晶は、電圧無印加時に基板主面に対して垂直方向に配向する液晶分子を含むことが好ましい。なお、基板主面に対して垂直方向に配向するとは、本発明の技術分野において基板主面に対して垂直方向に配向するといえるものであればよく、実質的に垂直方向に配向する形態を含む。上記液晶は、電圧無印加時に基板主面に対して垂直方向に配向する液晶分子から実質的に構成されるものであることが好適である。上記「電圧無印加時に」は、本発明の技術分野において実質的に電圧が印加されていないといえるものであればよい。このような垂直配向型の液晶は、広視野角、高コントラストの特性等を得るのに有利な方式であり、その適用用途が拡大しているものである。

[0040] 上記（１）の形態及び上記（３）の形態においては、上記駆動操作は、一对の櫛歯電極間に電位差を生じさせて液晶を駆動する駆動操作であることが好ましい。

上記一对の櫛歯電極は、通常は、閾値電圧以上で異なる電位とすることができものである。閾値電圧は、例えば、明状態の透過率を１００％に設定したとき、５％の透過率を与える電圧値を意味する。閾値電圧以上で異なる電位とすることができるとは、閾値電圧以上で異なる電位とする駆動操作を実現できるものであればよく、これにより液晶層に印加する電界を好適に制御することが可能となる。異なる電位の好ましい上限値は、例えば２０Ｖである。異なる電位とすることができ構成としては、例えば、一对の電極のうち、一方の電極をあるＴＦＴで駆動すると共に、他方の電極を、別のＴＦＴで駆動したり、該他方の電極の下層電極と導通させたりすることにより、一对の櫛歯電極をそれぞれ異なる電位とすることができ。上記一对の櫛歯電極が一对の櫛歯電極である場合は、一对の櫛歯電極における櫛歯部分の幅は、例えば２μｍ以上が好ましい。また、櫛歯部分と櫛歯部分との間の幅（本明細書中、スペースともいう。）は、例えば２μｍ～７μｍであることが好ましい。

[0041] 上記液晶は、一对の櫛歯電極の電位差が閾値電圧以上となることにより、基板主面に対して水平成分を含んで配向するものであることが好ましい。水平方向に配向するとは、本発明の技術分野において水平方向に配向するといえるものであればよい。これにより、高速応答化できるとともに、液晶が正の誘電率異方性を有する液晶分子（ポジ型液晶分子）を含む場合に、透過率を向上することができる。上記液晶は、閾値電圧以上で基板主面に対して水平方向に配向する液晶分子から実質的に構成されるものであることが好適である。

[0042] 上記液晶は、正の誘電率異方性を有する液晶分子（ポジ型液晶分子）を含むことが好ましい。正の誘電率異方性を有する液晶分子は、電界を印加した場合に一定方向に配向されるものであり、配向制御が容易であり、より高速応答化することができる。また、上記液晶層は、負の誘電率異方性を有する液晶分子（ネガ型液晶分子）を含むこともまた好ましい。これにより、より透過率を向上することができる。すなわち、高速応答化の観点からは、上記液晶分子が正の誘電率異方性を有する液晶分子から実質的に構成されることが好適であり、透過率の観点からは、上記液晶分子が負の誘電率異方性を有する液晶分子から実質的に構成されることが好適であるといえる。

[0043] 上記上下基板は、少なくとも一方の液晶層側に、通常は配向膜を有する。該配向膜は、垂直配向膜であることが好ましい。また、該配向膜としては、有機材料、無機材料から形成された配向膜、光活性材料から形成された光配向膜、ラビング等によって配向処理がなされた配向膜等が挙げられる。なお、上記配向膜は、ラビング処理等による配向処理がなされていない配向膜であってもよい。有機材料、無機材料から形成された配向膜、光配向膜等の、配向処理が必要ない配向膜を用いることによって、プロセスの簡略化によりコストを削減するとともに、信頼性及び歩留まりを向上することができる。また、ラビング処理をおこなった場合、ラビング布などからの不純物混入による液晶汚染、異物による点欠陥不良、液晶パネル内でラビングが不均一であるために表示ムラが発生するなどのおそれがあるが、これら不利点も無いも

のとすることができる。また、上記上下基板は、少なくとも一方の液晶層側と反対側に、偏光板を有することが好ましい。該偏光板は、円偏光板が好ましい。このような構成により、透過率改善効果を更に発揮することができる。該偏光板は、直線偏光板であることもまた好ましい。このような構成により、視野角特性を優れたものとすることができる。

[0044] 本発明の液晶表示パネルが備える上下基板は、通常は液晶を挟持するための一对の基板であり、例えば、ガラス、樹脂等の絶縁基板を母体とし、絶縁基板上に配線、電極、カラーフィルタ等を作り込むことで形成される。また、本発明の液晶駆動方法において、上記上下基板の少なくとも一方には、誘電体層が設けられていることが好ましい。

[0045] なお、上記一对の櫛歯電極の少なくとも一方が画素電極であること、上記一对の基板の一方がアクティブマトリクス基板であることが好適である。また、本発明の液晶駆動方法は、透過型、反射型、半透過型のいずれの液晶表示装置にも適用することができる。

[0046] 本発明はまた、本発明の液晶駆動方法を用いて駆動される液晶表示装置でもある。本発明の液晶表示装置における液晶駆動方法の好ましい形態は、上述した本発明の液晶駆動方法の好ましい形態と同様である。液晶表示装置としては、パーソナルコンピュータ、テレビジョン、カーナビゲーション等の車載用の機器、スマートフォンやタブレット端末等の携帯情報端末のディスプレイ等が挙げられる。特に、垂直配向型の3層電極構造を有する液晶表示装置において、立ち上がり、立ち下がりそれぞれを電界によって液晶分子を回転させて高速応答化できるものモードのものにおいては、その応答速度が極めて優れることから、低温環境下等で用いられる場合があるカーナビゲーション等の車載用の液晶表示装置、フィールドシーケンシャル方式の液晶表示装置、3D（立体）表示装置等の用途に好適に適用することができる。

[0047] 本発明の液晶駆動方法及び液晶表示装置の構成としては、このような構成要素を必須として形成されるものである限り、その他の構成要素により特に限定されるものではなく、液晶駆動方法及び液晶表示装置に通常用いられるそ

の他の構成を適宜適用することができる。

発明の効果

[0048] 本発明によれば、上下基板の一方に設けられた一对の電極に電位差を生じさせて液晶を駆動する液晶駆動方法において、フリッカとともにDC焼きつきを十分に低減することができる。

図面の簡単な説明

[0049] [図1]実施形態1に係る液晶表示装置の横電界発生時における断面模式図である。

[図2]実施形態1に係る液晶表示装置の縦電界発生時における断面模式図である。

[図3]実施形態1に係る液晶表示装置の各電極のオフセット電圧を概念的に示す断面模式図である。

[図4]実施形態1に係る液晶表示装置の断面模式図である。

[図5]実施形態1に係る液晶表示装置の横電界発生時における断面模式図である。

[図6]実施形態2に係る液晶表示装置の横電界発生時における断面模式図である。

[図7]液晶表示装置の低階調表示時の液晶分子の配向と透過率分布についてのシミュレーション結果である。

[図8]液晶表示装置の低階調表示時の液晶分子の配向と透過率分布についてのシミュレーション結果である。

[図9]実施形態3に係る液晶表示装置の横電界発生時における断面模式図である。

[図10]実施形態3の変形例に係る液晶表示装置の横電界発生時における断面模式図である。

[図11]実施形態4に係る液晶表示装置の横電界発生時における断面模式図である。

[図12]評価画像例を示す図である。

[図13]階調電極側にオフセット電圧を強くかけた場合と、基準電極側にオフセット電圧を強くかけた場合との、焼きつき評価結果を示すグラフである。

[図14]垂直配向型の3層電極構造を有する液晶表示装置の一对の電極の一方が正の場合の液晶分子の配向と透過率分布についてのシミュレーション結果である。

[図15]垂直配向型の3層電極構造を有する液晶表示装置の一对の電極の一方が負の場合の液晶分子の配向と透過率分布についてのシミュレーション結果である。

[図16]垂直配向型の3層電極構造を有する液晶表示装置の断面模式図である。

[図17]垂直配向型の3層電極構造を有する液晶表示装置の液晶分子の配向と透過率分布についてのシミュレーション結果である。

[図18]本実施形態の液晶駆動方法に用いられる液晶表示装置の一例を示す断面模式図である。

[図19]本実施形態に用いられるアクティブ駆動素子周辺の平面模式図である。

[図20]本実施形態に用いられるアクティブ駆動素子周辺の断面模式図である。

発明を実施するための形態

[0050] 以下に実施形態を掲げ、本発明を図面を参照して更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施形態のみに限定されるものではない。本明細書中、画素とは、特に明示しない限り、絵素（サブ画素）であってもよい。また、面状電極は、本発明の技術分野において面状電極であるといえる限り、例えば、点形状のリブ及び／又はスリットが形成されていてもよいが、実質的に配向規制構造体を有さないものが好ましい。

[0051] そして、液晶層を挟持する一对の基板を上下基板ともいい、これらのうち、表示面側の基板を上側基板ともいい、表示面と反対側の基板を下側基板ともいう。また、基板に配置される電極のうち、表示面側の電極を上層電極とも

いい、表示面と反対側の電極を下層電極ともいう。更に、本実施形態の回路基板（下側基板）を、薄膜トランジスタ素子（TFT）を有すること等から、TFT基板又はアレイ基板ともいう。なお、実施形態1、実施形態2、実施形態3の変形例におけるオン・オンスイッチングモードの場合では、立ち上がり（横電界印加）・立ち下がり（縦電界印加）の両方において、TFTをオン状態にして一对の櫛歯電極の少なくとも一方の電極（画素電極）に電圧を印加している。

[0052] なお、各実施形態において、特に断らない限り、同様の機能を発揮する部材及び部分は同じ符号を付している。また、図中、特に断らない限り、(i)は、下側基板の上層にある櫛歯電極の一方の電位を示し、(ii)は、下側基板の上層にある櫛歯電極の他方の電位を示し、(iii)は、下側基板の下層の面状電極の電位又は上側基板の面状電極の電位を示し、(iv)は、上側基板の面状電極の電位を示す。

[0053] また基準電極は、基本的には階調によらず電圧を固定し、階調電極に対して基準となる電極を言う。階調によっては変化させる場合もある。また、階調電極は、階調に応じて電圧を設定し、主に階調輝度を表現するために変化させる電極を言う。オン・オンスイッチングモード、TBAモードにおいては、階調電極は、下側基板の一对の櫛歯電極の一方とも言い、基準電極は、下側基板の一对の櫛歯電極の他方とも言う。なお、FFSモードにおいては、下側基板の上層にある一对の電極に区別は特になく、一对の櫛歯電極の両方が、階調に応じて電圧を設定し、主に階調輝度を表現するために変化させる電極であるとも言える。

[0054] 実施形態1（オン・オンスイッチングモードにおいて、階調電極19・下層電極13に共通オフセットをかける）

先ず、オン・オンスイッチングモードの概要について説明する。図1は、実施形態1に係る液晶表示装置の横電界発生時における断面模式図である。図2は、実施形態1に係る液晶表示装置の縦電界発生時における断面模式図である。図1及び図2において、点線は、発生する電界の向きを示す。実施形

態 1 に係る液晶表示装置は、ポジ型液晶である液晶分子 3 1 を用いた垂直配向型の 3 層電極構造（ここで、第 2 層目に位置する下側基板の上層電極は櫛歯電極である。）を有する。立ち上がりは、図 1 に示すように、一对の櫛歯電極 1 6（例えば、電位 0 V である基準電極 1 7 と電位 7. 5 V である階調電極 1 9 とからなる）間の電位差 7. 5 V で発生する横電界により、液晶分子を回転させる。このとき、基板間（電位 7. 5 V である対向電極 1 3 と電位 0 V である対向電極 2 3 との間）の電位差は 7. 5 V であるが、基板間の電位差が実質的に生じていないものであってもよい。なお、本実施形態に係るオフセットについては、図 1 では明示していない。

[0055] また、立ち下がりは、図 2 に示すように、基板間（例えば、それぞれ電位 7. 5 V である対向電極 1 3、基準電極 1 7、及び、階調電極 1 9 と、電位 0 V である対向電極 2 3 との間）の電位差 7. 5 V で発生する縦電界により、液晶分子を回転させる。一对の櫛歯電極 1 6（例えば、電位 7. 5 V である基準電極 1 7 と電位 7. 5 V である階調電極 1 9 とからなる）間の電位差は実質的に生じていない。

[0056] 立ち上がり、立ち下がり共に電界によって液晶分子を回転させることにより、高速応答化する。すなわち、立ち上がりでは、一对の櫛歯電極間の横電界でオン状態として高透過率化し、立ち下がりでは、基板間の縦電界でオン状態として高速応答化する。更に、櫛歯駆動の横電界により高透過率化も実現することができる。なお、実施形態 1 及びこれ以降の実施形態では液晶としてポジ型液晶を用いているが、ポジ型液晶の代わりにネガ型液晶を用いてもよい。ネガ型液晶を用いた場合は、一对の基板間の電位差により、液晶分子が水平方向に配向し、一对の櫛歯電極間の電位差により、液晶分子が水平方向に配向することになる。また、透過率が優れたものとなるとともに、立ち上がり・立ち下がりの両方において電界によって液晶分子を回転させて高速応答化することができる。この場合は、上下基板のそれぞれに配置された対向電極間に電位差を生じさせる駆動操作、該一对の櫛歯電極の電極間に電位差を生じさせる駆動操作の順に実行することが好適である。なお、ポジ型液

晶を用いた場合は、後述するように、一对の櫛歯電極の電極間に電位差を生じさせる駆動操作、上下基板のそれぞれに配置された対向電極間に電位差を生じさせる駆動操作の順に実行することが好適である。また、実施形態1では、一对の櫛歯電極の電位を (i)、(i i) で示し、下層基板の面状電極の電位を (i i i) で示し、上層基板の面状電極の電位を (i v) で示す。

[0057] 実施形態1に係る液晶表示パネルは、図1及び図2に示されるように、アレイ基板10、液晶層30及び対向基板20（カラーフィルタ基板）が、液晶表示パネルの背面側から観察面側に向かってこの順に積層されて構成されている。実施形態1の液晶表示パネルは、図2に示されるように、一对の櫛歯電極16間の電圧差が閾値電圧未満では液晶分子を垂直配向させる。また、図1に示されるように、櫛歯電極間の電圧差が閾値電圧以上ではガラス基板11（下側基板）上に形成された上層電極である基準電極17、階調電極19（一对の櫛歯電極16）間に発生する電界で、液晶分子を櫛歯電極間で水平方向に傾斜させることによって透過光量を制御する。面状の下層電極（対向電極）13は、基準電極17、階調電極19（一对の櫛歯電極16）との間に絶縁層15を挟んで形成される。絶縁層15には、例えば、酸化膜SiO₂や、窒化膜SiNや、アクリル系樹脂等が使用され、または、それらの材料の組み合わせも使用可能である。

[0058] 図3は、実施形態1に係る液晶表示装置の各電極のオフセット電圧を概念的に示す断面模式図である。本明細書中で条件として指定するオフセットは、主に対向電極23を基準として、基準電極17、階調電極19、下層電極13のオフセット電圧とする。つまり、対向電極23（面状電極）に印加される電圧に対して、各電極に印加される電圧、すなわち、各電極に印加される電圧が正極性の場合と負極性の場合との平均値をオフセット電圧とする。これらオフセット電圧を、図3に概念的に示すように、それぞれオフセットA、オフセットB、オフセットCとする。図4は、実施形態1に係る液晶表示装置の断面模式図である。図4は、実施形態1に係る液晶表示装置の図3とは異なる断面における、下層電極13、基準電極17、階調電極19、対向

電極 2 3 を示している。

[0059] オフセット A をずらすと基準電極 1 7－階調電極 1 9 間、基準電極 1 7－下層電極 1 3 間、オフセット B をずらすと階調電極 1 9－基準電極 1 7 間、階調電極 1 9－下層電極 1 3 間、オフセット C をずらすと下層電極 1 3－基準電極 1 7 間、下層電極 1 3－階調電極 1 9 間のオフセット電圧も連動して変化することになる。

一般的は、通常交流（AC）駆動（極性反転）により、DC（Direct Current）成分を極力減らして焼きつきを軽減させるが、オフセット電圧をかけると、それは液晶にかかる DC 成分となるため、DC（Direct Current）焼きつきの原因となる。

[0060] DC 成分に起因する絶縁膜（誘電体層）1 5 の分極により、DC 焼きつきが生じるため、焼きつき軽減という意味では出来る限りオフセットがないことが望ましい。特に、上層電極－下層電極間のオフセットを極力なくすることが重要である。しかしながら、実施形態 1 におけるオン－オンスイッチングモード等、横電界を積極的に使って駆動するモードでは、フレクソ分極による極性反転に伴うフリッカが生じるため、フリッカを抑えるためのオフセット電圧を印加することとなる。

[0061] 実施形態 1、及び、後述する実施形態は、フレクソ分極によるフリッカをできるだけ抑えながら、焼きつきの視認レベルも悪化させないオフセット電圧の印加の仕方を決める手法を提案する。

[0062] なお、対向電極側には誘電体層（オーバーコート〔OC〕層）が有ってもよいし、無くてもよい。図 3 及び図 4 では、OC 層が有る場合の図で説明したが、以下では、OC 層を示していない図も用いて説明する。しかし、以下の実施形態においても、対向基板が OC 層を有する形態を好適に適用できる。

[0063] 図 5 は、実施形態 1 に係る液晶表示装置の横電界発生時における断面模式図である。図 5 では、各電極に印加される電圧を示す。基準電極 1 7 においては、対向電極 2 3 の電圧 0 V に対して、正極性の電圧としては +7.1 V を印加し、負極性の電圧としては -7.5 V を印加する。階調電極 1 9 におい

ては、対向電極 23 の電圧 0 V に対して、正極性の電圧としては +0.2 V を印加し、負極性の電圧としては -0.0 V を印加する。下層電極 13 においては、対向電極 23 の電圧 0 V に対して、正極性の電圧としては +3.95 V を印加し、負極性の電圧としては -3.75 V を印加する。なお、本明細書中、基準電極 17、階調電極 19 のように印加電圧の絶対値自体が変わるものも、印加電圧の極性が反転されとも言える。

実施形態 1 の液晶駆動方法は、下記式を満たす。

オフセット $A = -0.2 \text{ V}$ (図 5 中、上方向に DC 成分が残る。)

オフセット $B = \text{オフセット } C = 0.1 \text{ V}$

[0064] 実施形態 1 では、階調電極 19・下層電極 13 を共通オフセットとし、基準電極 17 を独立オフセットとする (図 5 に示した通り)。すなわち、オフセット $A \neq \text{オフセット } B = \text{オフセット } C$ である。

また、 $|A| > |B| = |C|$ として基準電極側にオフセットが強くかかるようにする。なお、 $|A| > |B|$ とは、 A が正の値である場合に、 $A > B$ であってもよく、 A が負の値である場合に、 $A < B$ であってもよい。

[0065] (効果)

一对の櫛歯電極間 (基準電極 17 - 階調電極 19 間) にオフセットがかかるため、フレクソ分極によるフリッカをキャンセルすることができる。すなわち、基準電極に正極性の電圧を印加した場合であっても、負極性の電圧を印加した場合であっても、透過率差をより小さなものとすることができる。

同時に、上層一下層間 (基準電極 17 - 下層電極 13 間) にもオフセットが生じてしまう。

このモードで主に焼きつきが見える階調 (低階調) では、もともと階調電極側の液晶がほとんど倒れていない (図 7、図 8 参照)。

そのため、階調電極 19 の周りで焼きつくと、液晶が倒れて表示が浮いてしまう。つまり、階調電極 19 - 下層電極 13 間にオフセットが生じてしまうと、焼きつきが視認しやすいようなモードとなっており、逆に基準電極 17 - 下層電極 13 間のオフセットによる焼きつきに対しては、視認しにくい表

示モードとなっている。

そのため、基準電極側にオフセットを印加した場合の方が、焼きつきが視認しにくい。

[0066] 実施形態１の液晶駆動方法に係る液晶表示装置は、その製造が容易で、高透過率化が達成可能である。また、フリッカの原因として懸念されるフレクソ分極を抑制しながら、焼きつきを軽減することができる。後述する実施形態においても同様の効果を発揮できる。特に、オンーオンスイッチングモードに係る実施形態１、後述する実施形態２、実施形態３の変形例では、フィールドシーケンシャル方式を実施可能な応答速度を実現できるモードにおいて、このような効果を発揮することができ、特に好ましい。

[0067] なお、基準電極１７において、印加電圧を±７．５Ｖとした場合は、基準電極１７に印加する電圧が正極性の場合、基準電極１７に印加する電圧が負極性の場合と比較して、透過率が高くなってしまい、フリッカが生じる。

[0068] 図１～図４には示していないが、偏光板が、両基板の液晶層とは反対側に配置されている。偏光板としては、円偏光板又は直線偏光板のいずれも使用することが可能である。また、両基板の液晶層側にはそれぞれ配向膜が配置され、これら配向膜は、膜面に対して液晶分子を垂直に立たせるものである。また、有機配向膜又は無機配向膜のいずれであってもよい。

[0069] 走査信号線で選択されたタイミングで、映像信号線から供給された電圧を薄膜トランジスタ素子（ＴＦＴ）を通じて、液晶を駆動する階調電極１９に印加する。なお、本実施形態では基準電極１７と階調電極１９とは同層に形成されており、同層に形成される形態が好適であるが、本発明の効果を発揮できる限り、別層に形成されるものであってもよい。階調電極１９は、コンタクトホールを介してＴＦＴから伸びているドレイン電極と接続されている。なお、実施形態１では、下層電極１３、対向電極２３が面状形状であり、下層電極１３は、ゲートバスラインの偶数ライン・奇数ラインごとに共通接続されているものとすることができる。このような電極も本明細書では面状電極という。また、対向電極２３は、開口部がなく、すべての画素に対応して

共通接続されている。

[0070] 薄膜トランジスタ素子においては、後述するが、透過率改善効果の観点から酸化半導体 TFT (IGZO 等) を用いることが好ましい。

[0071] 本実施形態では、櫛歯電極の電極幅 L は $3.0\ \mu\text{m}$ であるが、例えば $2\ \mu\text{m}$ 以上が好ましい。櫛歯電極の電極間隔 S は、 $3.5\ \mu\text{m}$ であるが、例えば $2\ \mu\text{m}$ 以上が好ましい。なお、好ましい上限値は、例えば $7\ \mu\text{m}$ である。また、電極間隔 S と電極幅 L との比 (L/S) は、 $3.0\ \mu\text{m}/3.5\ \mu\text{m}$ であるが、例えば $0.4\sim 3$ であることが好ましい。より好ましい下限値は、 0.5 であり、より好ましい上限値は、 1.5 である。

[0072] セルギャップ d は、 $3.5\ \mu\text{m}$ であるが、 $2\ \mu\text{m}\sim 7\ \mu\text{m}$ であればよく、当該範囲内であることが好適である。セルギャップ d (液晶層の厚み) は、本明細書中、液晶表示パネルにおける液晶層の厚みの全部を平均して算出されるものであることが好ましい。

[0073] なお、実施形態 1 の液晶駆動方法は、通常の液晶駆動方法が実行する駆動操作を適宜実行することができる。また、実施形態 1 の液晶表示装置は、通常の液晶表示装置が備える部材 (例えば、光源等) を適宜備えることができる。後述する実施形態においても同様である。

[0074] 実施形態 2 (オン・オンスイッチングモードにおいて、階調電極 19・下層電極 13 のオフセットを共通化し、かつオフセット電圧 $B=C=0\text{V}$ とする。)

図 6 は、実施形態 2 に係る液晶表示装置の横電界発生時における断面模式図である。図 6 は、実施例 2 において A オフセットが -0.2V の場合を示す。図 6 中、かかっていることになる DC 成分 (-0.2V) を示している。なお、このように、本実施形態では $|A|>|B|=|C|$ として基準電極側にオフセットが強くかかるようにすると、 $A<B=C$ であることがより好ましい。例えば、 A が負であること、 $B=C=0$ であることが好ましい。基準電極 117 のように印加電圧の絶対値自体が変わるもの、階調電極 119 のように $\pm 0\text{V}$ であるものも、印加電圧の極性が反転されと言える。なお、

実施形態 2 におけるその他の構成は、上述した実施形態 1 の構成と同様である。

[0075] (参考例) 低階調の配向と透過率分布

図 7 及び図 8 は、液晶表示装置の低階調表示時の液晶分子の配向と透過率分布についてのシミュレーション結果である。図 7 は、下層電極 2 1 3 (図ではその形状を示していないが、面状電極である。) の電圧が 7.2 V の場合であり、図 8 は、下層電極 3 1 3 (図ではその形状を示していないが、面状電極である。) の電圧が 6.0 V の場合である。図 7 及び図 8 のシミュレーション条件における櫛歯電極の電極幅 L 、電極間隔 S 、セルギャップ d は、上述した実施形態 1 の構成と同様である。なお、図 7 及び図 8 は、オフセットが無い状態の図である。また、 t は透過率を示すグラフであり、 D はダイレクタを示す。また、図 7 及び図 8 においては、それぞれ、対向電極 2 2 3、3 2 3 の厚みは特に明示していない。後述するその他のシミュレーション結果を示す図についても同様である。

[0076] これら低階調表示時では、基準電極側 (7.5 V 側) のエッジ近傍の液晶が倒れて階調を表現しており、階調電極側はほぼ垂直配向に近い。したがって、階調電極側にオフセットをかけて焼きつかせてしまうと、オンーオンスイッチングモードの階調電極側で特に見えやすい焼きつきとなってしまう。逆に、本発明のように基準電極側にオフセットをかけて焼きつかせた場合は、表示の焼きつきレベルへの影響度が小さく、焼きつきを視認し難いものとすることができる。

[0077] 実施形態 3 (TBA モードにおけるオフセット設定)

図 9 は、実施形態 3 に係る液晶表示装置の横電界発生時における断面模式図である。実施形態 3 の電極構造は、対向電極が無い以外は、実施形態 1、2 と同様である。図 9 は、オフセット A が 0.1 V の場合である。すなわち、基準電極 4 1 7 においては、対向電極 4 2 3 の電圧 0 V に対して、正極性の電圧としては +0.2 V を印加し、負極性の電圧としては -0 V を印加する。

実施形態3の液晶駆動方法は、下記式を満たす。

オフセットA = 0.1 V

オフセットB = 0 V

[0078] オフセットA・オフセットBを独立とし、基準電極417のオフセットA > 階調電極419のオフセットBとする。

図9に示すように、オフセットB = (対向電極423に印加される電圧を基準として、階調電極419に印加される正極性の電圧と、階調電極419に印加される負極性の電圧との平均値) = { (+5 V) - 5 V } / 2 = 0 Vであっても良い。

TBAモードにおいても、フレクソ分極の影響により、正負極性間の透過率差が出てフリッカが生じてしまうため、フリッカを消すためのオフセットをかける。

オフセットAとオフセットBとを共通オフセットとはせず、上記の設定にすることで、焼きつき低減効果を得る。なお、図9中、かかっていることになるDC成分(-0.2 V)を示している。

[0079] 基準電極417のように印加電圧の絶対値自体が変わるものも、印加電圧の極性が反転されると言える。なお、実施形態3におけるその他の構成は、実施形態1の構成と同様である。

[0080] 実施形態3の変形例

オンーオンスイッチングモード、又は、TBAモードにおいて、オフセットAを負のオフセットとする。

図10は、実施形態3の変形例に係る液晶表示装置の横電界発生時における断面模式図である。基準電極517においては、対向電極523の電圧0 Vに対して、正極性の電圧としては+7.0 Vを印加し、負極性の電圧としては-7.5 Vを印加する。図10では、オンーオンスイッチングモードの場合の電極構成を示す。TBAモードの電極構造は、下層電極513が無い以外は、図10に示した電極構造と同様である。

もう一方のオフセットBは、0 Vが望ましい。すなわち、図10では、階調

電極 5 1 9 においては、対向電極 5 2 3 の電圧 0 V に対して、正極性の電圧としては + 0 V を印加し、負極性の電圧としては - 0 V を印加する。図 1 0 は、オン・オンスイッチングモードにおいて、基準電極オフセット A を負のオフセットとした場合である。この場合、本モードの階調表示時の配向に対して焼きつきが見えにくくなる。

基準電極 5 1 7 のように印加電圧の絶対値自体が変わるもの、階調電極 5 1 9 のように ± 0 V であるものも、印加電圧の極性が反転されと言える。

[0081] 実施形態 4（F F S モードにおけるオフセット設定）

図 1 1 は、実施形態 4 に係る液晶表示装置の横電界発生時における断面模式図である。

櫛歯電極 6 1 7 においては、1 例としては、正極性の電圧としては 2. 8 V を印加し、負極性の電圧としては - 3. 0 V を印加する。なお、実施形態 4 では、櫛歯電極 6 1 7 の代わりに、櫛歯電極 6 1 9 に同様に電圧を印加するものであってもよい。実施形態 4 の液晶駆動方法は、下記式を満たす。

オフセット A = - 0. 1 V

オフセット B = 0 V

なお、実施形態 4 の液晶表示装置では、対向基板 6 2 0 に対向電極が設けられていないことから、電極のオフセット電圧を求める際に基準となる電極はアレイ基板 6 1 0 に設けられた面状電極 6 1 3 である。

F F S モードにおいて、通常は上層電極としてスリット電極を用い、（櫛歯電極 6 1 7 に相当する電極の電圧）=（櫛歯電極 6 1 9 に相当する電極の電圧）となっている。実施形態 4 では、敢えて一對の櫛歯電極を用いて（櫛歯電極 6 1 7 の電圧）≠（櫛歯電極 6 1 9 の電圧）の 2 T F T 駆動（1 絵素当たり 2 T F T による駆動。櫛歯駆動とも言う。）とし、各オフセット A、B を独立に指定できる構造とする。

[0082] F F S モードの構造においては、いずれか一方の電極にオフセットを強くかける必要はなく、オフセット A ≠ オフセット B となるような駆動をすることで本発明の効果を発揮できる。なお、F F S モードの一對の電極のいずれも

が、階調に応じて印加電圧を変化させる電極に相当する。

このモードに一般的な意味での基準電極・階調電極の違いはないので、オフセット $A >$ オフセット B （又はオフセット $A <$ オフセット B ）となっていればよく、通常のオフセット $A =$ オフセット B でなければ良い。実施形態4では、櫛歯電極617、619の両方が階調に応じて印加電圧を変化させるものであると言える。

オフセット A 又はオフセット B のいずれか一方が0Vであってもよい（図11では、オフセット B が0Vである場合を示す）。

[0083] 通常、上述したように、FFSモードの液晶表示装置の上層電極は、櫛歯電極ではなくスリット電極で、図11に示す櫛歯電極617と櫛歯電極619は共通電極となっている。しかし、フレクソ分極の影響で、正極性と負極性との間の透過率差が生じてしまうため、従来では対向電極の対向電圧をずらしてフリッカが小さくなるようにするが、フリッカが0の状態（最も小さくなる状態）では、オフセット $A =$ オフセット $B \neq 0V$ であるため焼きつきが生じてしまう。

そこで、電極617・619を櫛歯電極とし、独立にオフセットを決めることによって、オフセット A 、オフセット B に同じだけ対向櫛歯間オフセットがかかる場合よりも焼きつきを軽減させる。なお、図11中、かかっていることになるDC成分（ $-0.1V$ ）を示している。

また実施形態4において、上層電極一下層電極間（絶縁層のところ）のオフセットを軽減させることができる可能性があり、焼きつき対策となる。

焼きつきに対しては、櫛歯電極間よりも上層電極一下層電極間のオフセットが大きく効くと考えられ、オフセット A 、オフセット B の両方にオフセットがかかる状態だと焼きついてしまうおそれがある。

実施形態4は、対向基板620が対向電極を有しない。この場合、上述したように、アレイ基板610の下層電極613がオフセット電圧を求める際に基準となる対向電極となる。

電極617のように印加電圧の絶対値自体が変わるものも、印加電圧の極性

が反転されると言える。実施形態4におけるその他の構成は、実施形態1の構成と同様である。なお、実施形態4のような駆動操作も、一对の電極617・619間に電位差を生じさせるとともに、液晶を駆動することから、一对の電極間に電位差を生じさせて液晶を駆動する駆動操作であると言える。

[0084] (オフセット電圧の効果の検証について)

図12は、評価画像例を示す図である。

本発明の効果を検証する方法の一つとして、焼きつきレベルの判定方法(オフセット電圧のかけ方に対して)を述べる。

まず、任意の焼きつき評価画像を表示する。任意の焼きつき評価画像とは、例えば焼きつきの最も少ない0階調(黒画面)の中に特定の階調(例えば255階調:白)のウィンドウが表示されているような画像である(図12参照)。

オフセット電圧のかけ方の異なる設定を複数用意し、それらをウィンドウ内に並べて表示する(図12参照)。

上記の評価画像を表示した状態で、例えば100時間(H)や500時間(H)、1000時間(H)など基準を決めて長時間放置する。

[0085] 焼きつき評価の基準時間経過後、全画面を焼きつきの見えやすい中間調ベタ画面表示(例えば、0階調、24階調、32階調など)にして、NDフィルタと呼ばれるフィルタを用いて焼きつきレベルを目視判別することができる。

NDフィルタは、色彩に影響を与えることなく光量を低下させるフィルタであり、何%のNDフィルタで焼きつきが見えなくなるかという形で、焼きつきレベルを定量化し、それぞれの焼きつきレベルを比較する。

現行のオフセット設定と、該オフセット設定とは異なるオフセット設定とで、焼きつきレベルを比較し、現行設定における焼きつきレベルに対するオフセット設定の効果を検証することができる。

[0086] [ある条件における焼きつき評価結果]

図13は、階調電極側にオフセット電圧を強くかけた場合と、基準電極側に

オフセット電圧を強くかけた場合との、焼きつき評価結果を示すグラフである。

図 1 3 は、階調電極側にオフセット電圧をかけた場合と基準電極側にオフセット電圧をかけた場合の、焼きつき評価結果の一例である。

ここでは、焼きつきレベルは数値が高いほど、焼きつき度合いが小さいこととしている。

それぞれ同レベルのオフセットをかけた結果となっており、本発明の液晶駆動方法で示すオフセット設定(基準電極側負オフセット)ではほとんど焼きつきが進行しないのに対して、同じレベルのオフセット電圧でもオフセット電圧のかけ方が異なると大きく焼きつきレベルが異なることを示している。

[0087] なお、駆動電圧を検証したり、T F T 基板及び対向基板において、S E M (Scanning Electron Microscope : 走査型電子顕微鏡) 等の顕微鏡観察をおこなったりすることにより、本発明の液晶駆動方法及び液晶表示装置に係る電極構造等を確認することができる。

[0088] (比較例 1)

図 1 4 は、垂直配向型の 3 層電極構造を有する液晶表示装置の一对の電極の一方が正の場合の液晶分子の配向と透過率分布についてのシミュレーション結果である。図 1 5 は、垂直配向型の 3 層電極構造を有する液晶表示装置の一对の電極の一方が負の場合の液晶分子の配向と透過率分布についてのシミュレーション結果である。図 1 4 及び図 1 5 のシミュレーション条件は、O C 層の層厚は $1.5 \mu\text{m}$ 、液晶層 7 3 0 のセル厚は $3.7 \mu\text{m}$ 、アレイ基板 7 1 0 の絶縁層 7 1 5 の層厚は $0.3 \mu\text{m}$ 、L / S は $2.5 \mu\text{m} / 3.0 \mu\text{m}$ として計算している。

比較例 1 では、正極性と負極性とで配向が大きく異なる(図 1 4 及び図 1 5 の破線の円で囲んだ箇所)。このため、フリッカが生じることとなってしまう。

[0089] (比較例 2)

図 1 6 は、垂直配向型の 3 層電極構造を有する液晶表示装置の断面模式図で

ある。図 1 7 は、垂直配向型の 3 層電極構造を有する液晶表示装置の液晶分子の配向と透過率分布についてのシミュレーション結果である。なお、比較例 2 では対向基板 8 2 0 に O C 層が設けられていない。

[0090] このモードは、比較例 1 と同じモードであり、必ずフレクソ分極が発生してしまう。したがって、フレクソ分極による正負極性反転に伴う透過率差すなわちフリッカが生じてしまう。これを抑えるためには、電極に電氣的なオフセットをかけることで正負の透過率差を調整すれば良い。しかしながら、一对の櫛歯電極に同等にオフセット電圧をかけた場合は、D C オフセットによる D C 焼きつきが問題となる。

[0091] (その他の好適な実施形態)

本発明の各実施形態においては、酸化物半導体 T F T (I G Z O 等) が好適に用いられる。この酸化物半導体 T F T について、以下に詳細に説明する。

[0092] 上記上下基板の少なくとも一方は、通常は薄膜トランジスタ素子を備える。上記薄膜トランジスタ素子は、酸化物半導体を含むことが好ましい。すなわち、薄膜トランジスタ素子においては、シリコン半導体膜の代わりに、酸化亜鉛等の酸化物半導体膜を用いてアクティブ駆動素子 (T F T) の活性層を形成することが好ましい。このような T F T を「酸化物半導体 T F T」と称する。酸化物半導体は、アモルファスシリコンよりも高いキャリア移動度を示し、特性バラつきも小さいという特徴を有している。このため、酸化物半導体 T F T は、アモルファスシリコン T F T よりも高速で動作でき、駆動周波数が高く、より高精細である次世代表示装置の駆動に好適である。また、酸化物半導体膜は、多結晶シリコン膜よりも簡便なプロセスで形成されるため、大面積が必要とされる装置にも適用できるという利点を奏する。

[0093] 本実施形態の液晶駆動方法を、特に F S D (フィールドシーケンシャル表示装置) で使用する場合に、以下の特徴が顕著なものとなる。

(1) 画素容量が通常の V A (垂直配向) モードよりも大きい (図 1 8 は、本実施形態の液晶駆動方法に用いられる液晶表示装置の一例を示す断面模式図であるところ、図 1 8 中、矢印で示される箇所において、上層電極と下層

電極との間に大きな容量が発生するため、画素容量が通常の垂直配向〔V A : Vertical Alignment〕モードの液晶表示装置より大きい。）。(2) R G Bの3画素が1画素になるため、1画素の容量が3倍である。(3) 更に、240Hz以上の駆動が必要のためゲートオン時間が非常に短い。

[0094] 更に、酸化物半導体T F T (I G Z O等)を適用した場合のメリットは、以下の通りである。

上記(1)と(2)の理由より、52型で画素容量がU V 2 Aの240Hz駆動の機種の約20倍ある。

故に、従来のa-Siでトランジスタを作製するとトランジスタが約20倍以上大きくなり、開口率が充分にとれない課題があった。

I G Z Oの移動度はa-Siの約10倍であるため、トランジスタの大きさが約1/10になる。

カラーフィルタR G Bを用いる液晶表示装置にあった3つのトランジスタが1つになっているので、a-Siとほぼ同等か小さいくらいで作製可能である。

上記のようにトランジスタが小さくなると、C g dの容量も小さくなるので、その分ソースバスラインに対する負担も小さくなる。

[0095] [具体例]

酸化物半導体T F Tの構成図(例示)を、図19、図20に示す。図19は、本実施形態に用いられるアクティブ駆動素子周辺の平面模式図である。図20は、本実施形態に用いられるアクティブ駆動素子周辺の断面模式図である。なお、符号Tは、ゲート・ソース端子を示す。符号C sは、補助容量を示す。

酸化物半導体T F Tの作製工程の一例(当該部)を、以下に説明する。

酸化物半導体膜を用いたアクティブ駆動素子(T F T)の活性層酸化物半導体層905a、905bは、以下のようにして形成できる。

まず、スパッタリング法を用いて、例えば厚さが30nm以上、300nm以下のI n-G a-Z n-O系半導体(I G Z O)膜を絶縁膜913iの上

に形成する。この後、フォトリソグラフィにより、IGZO膜の所定の領域を覆うレジストマスクを形成する。次いで、IGZO膜のうちレジストマスクで覆われていない部分をウェットエッチングにより除去する。この後、レジストマスクを剥離する。このようにして、島状の酸化物半導体層905a、905bを得る。なお、IGZO膜の代わりに、他の酸化物半導体膜を用いて酸化物半導体層905a、905bを形成してもよい。

[0096] 次いで、基板911gの表面全体に絶縁層907を堆積させた後、絶縁層907をパターニングする。

具体的には、まず、絶縁膜913i及び酸化物半導体層905a、905bの上に、絶縁層907として例えばSiO₂膜（厚さ：例えば約150nm）をCVD法によって形成する。

絶縁層907は、SiO_y等の酸化物膜を含むことが好ましい。

[0097] 酸化物膜を用いると、酸化物半導体層905a、905bに酸素欠損が生じた場合に、酸化物膜に含まれる酸素によって酸素欠損を回復することが可能となるので、酸化物半導体層905a、905bの酸化欠損をより効果的に低減できる。ここでは、絶縁層907としてSiO₂膜からなる単層を用いているが、絶縁層907は、SiO₂膜を下層とし、SiN_x膜を上層とする積層構造を有していてもよい。

絶縁層907の厚さ（積層構造を有する場合には各層の合計厚さ）は、50nm以上、200nm以下であることが好ましい。50nm以上であれば、ソース・ドレイン電極のパターニング工程等において、酸化物半導体層905a、905bの表面をより確実に保護できる。一方、200nmを超えると、ソース電極やドレイン電極により大きい段差が生じるので、断線等を引き起こすおそれがある。

[0098] また本実施形態における酸化物半導体層905a、905bは、例えばZn-O系半導体（ZnO）、In-Ga-Zn-O系半導体（IGZO）、In-Zn-O系半導体（IZO）、又は、Zn-Ti-O系半導体（ZTO）等からなる層であることが好ましい。中でも、In-Ga-Zn-O系半

導体（IGZO）がより好ましい。

[0099] なお、本モードは上記の酸化物半導体TFETとの組合せで一定の作用効果を奏するが、アモルファスSiTFETや多結晶SiTFET等公知のTFET素子を用いて駆動させることも可能である。

[0100] 上述した各実施形態では、対向基板にオーバーコート層が無い形態を示したが、オーバーコート層を設けてもよい。

また電極材料としては、ITO（Indium Tin Oxide；酸化インジウム錫）を用いることができるが、その代わりに、IZO（Indium Zinc Oxide；酸化インジウム亜鉛）等の公知の材料を用いることができる。

[0101] また本発明の液晶駆動方法及び液晶表示装置は、電圧無印加時に液晶分子が垂直方向に配向しないその他の横電界方式の液晶表示装置についても適用することができる。例えば、IPSモードの液晶表示装置においても適用することができる。

符号の説明

[0102] 10、110、410、510、610、710、810、910：アレイ基板

11、21、111、121、211、221、311、321、411、421、511、521、611、621、711、721、811、821、911、921：ガラス基板

13、113、213、313、513、613、713、813、913
：下層電極（対向電極）

15、115、215、315、415、515、615、715、815、915：絶縁層

16：一对の櫛歯電極

17、117、217、317、417、517、717、817、917
：基準電極

19、119、219、319、419、519、719、819、919
：階調電極

20、120、420、520、620、720、820、920：対向基板

23、123、223、323、423、523、723、823、923
：対向電極

25：誘電体層（オーバーコート層）

30、130、430、530、630、730、830、930：液晶層

31：液晶（液晶分子）

617、619：（櫛歯）電極

901a：ゲート配線

901b：補助容量配線

901c：接続部

911g：基板

913i：絶縁膜（ゲート絶縁膜）

905a、905b：酸化物半導体層（活性層）

907：絶縁層（エッチングストッパ、保護膜）

909as、909ad、909b、915b：開口部

911as：ソース配線

911ad：ドレイン配線

911c、917c：接続部

913p：保護膜

917pix：画素電極

901：画素部

902：端子配置領域

Cs：補助容量

T：ゲート・ソース端子

D：ダイレクタ

t：透過率

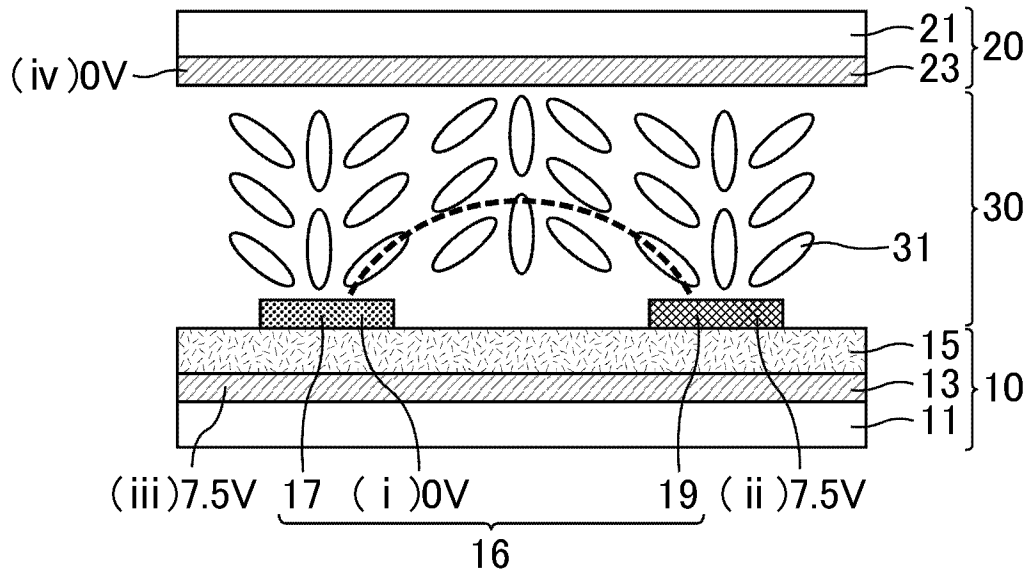
OC：OC（オーバーコート）層

請求の範囲

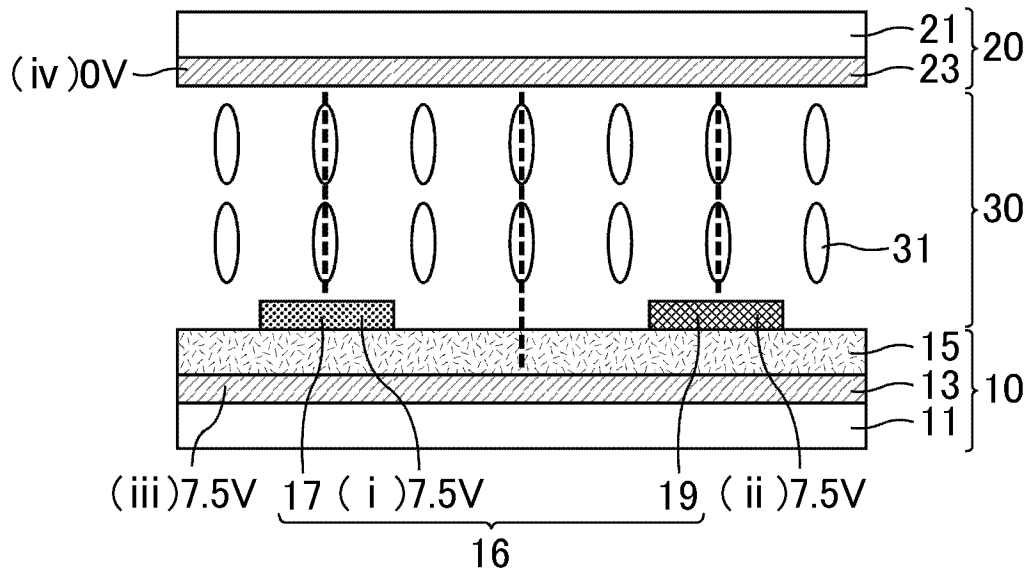
- [請求項1] 上下基板の一方に設けられた一対の電極に電位差を生じさせて液晶を駆動する方法であって、
該一対の電極の一方は、階調に応じて印加電圧を変化させるものであり、
該一対の電極は、それぞれ印加電圧の極性が反転されるものであり、
該上下基板の一方及び／又は他方に面状電極が設けられており、
該液晶駆動方法は、該一対の電極の一方に印加される正極性の電圧と負極性の電圧との平均値から、該面状電極に印加される電圧を差し引いた差を第1オフセット電圧、該一対の電極の他方に印加される正極性の電圧と負極性の電圧との平均値から、該面状電極に印加される電圧を差し引いた差を第2オフセット電圧とすると、第2オフセット電圧の絶対値は、第1オフセット電圧の絶対値よりも大きい駆動操作を実行することを特徴とする液晶駆動方法。
- [請求項2] 前記第2オフセット電圧は、負であることを特徴とする請求項1に記載の液晶駆動方法。
- [請求項3] 前記液晶駆動方法は、前記駆動操作の後に、更に、上下基板の両方に設けられた面状電極から構成される一対の電極に電位差を生じさせて液晶を駆動する駆動操作を実行することを特徴とする請求項1又は2に記載の液晶駆動方法。
- [請求項4] 前記上下基板の一方だけに面状電極が設けられていることを特徴とする請求項1又は2に記載の液晶駆動方法。
- [請求項5] 前記上下基板の一方に設けられた一対の電極は、該面状電極上に絶縁層を介して設けられたものであることを特徴とする請求項3又は4に記載の液晶駆動方法。
- [請求項6] 前記液晶駆動方法は、一対の電極と面状電極との間でフリンジ電界を印加する駆動操作を実行する

- ことを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の液晶駆動方法。
- [請求項7] 前記上下基板の他方だけに面状電極が配置されている
ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の液晶駆動方法。
- [請求項8] 前記液晶は、電圧無印加時に基板主面に対して垂直方向に配向する液晶分子を含む
ことを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の液晶駆動方法。
- [請求項9] 前記上下基板の少なくとも一方には、誘電体層が設けられている
ことを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の液晶駆動方法。
- [請求項10] 前記上下基板の一方は、薄膜トランジスタ素子を備え、
該薄膜トランジスタ素子は、酸化物半導体を含む
ことを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の液晶駆動方法。
- [請求項11] 請求項 1 ～ 10 のいずれかに記載の液晶駆動方法を用いて駆動される
ことを特徴とする液晶表示装置。

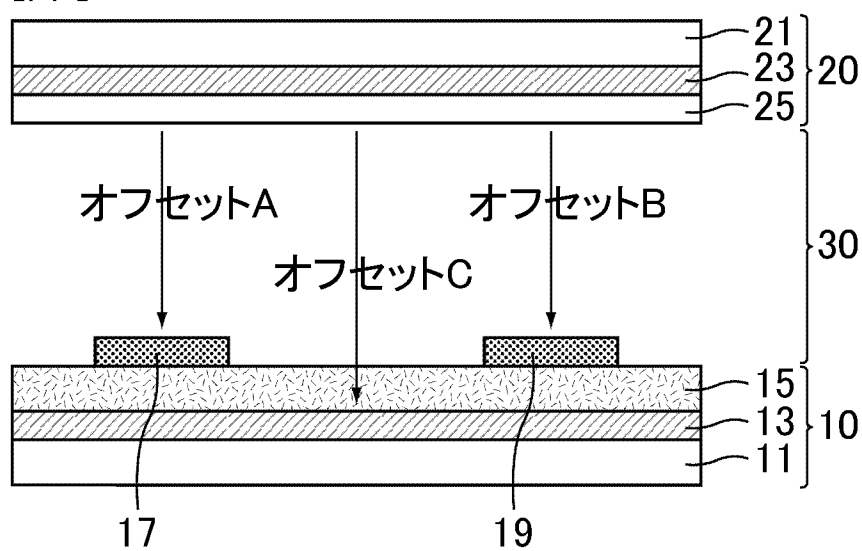
[図1]



[図2]



[図3]



The diagram illustrates a cross-section of a semiconductor device with two main regions, (iii) and (iv), separated by a vertical boundary. Region (iii) is the lower part, and region (iv) is the upper part.

Region (iii) Structure:

- Substrate (111):** The bottom-most layer, indicated by a bracket on the right.
- Layer 113:** A thin layer above the substrate, indicated by a bracket on the right.
- Layer 115:** A thicker layer above 113, indicated by a bracket on the right.
- Electrical Potentials:**
 - (iii) $\pm 3.75\text{V}$:** Indicated on the left side of the 115 layer.
 - (i) $+7.1\text{V}$ to -7.5V :** Indicated at the bottom, with a vertical line pointing to the 115 layer.
 - (ii) $\pm 0\text{V}$:** Indicated at the bottom, with a vertical line pointing to the 115 layer.
- Internal Features:**
 - 117:** A label pointing to a vertical line within the 115 layer.
 - 119:** A label pointing to a vertical line within the 115 layer.
 - Top Surface:** Two rectangular regions with different patterns (dots and cross-hatch) are shown on top of the 115 layer. An arrow labeled -0.2V points from the right towards the left region.

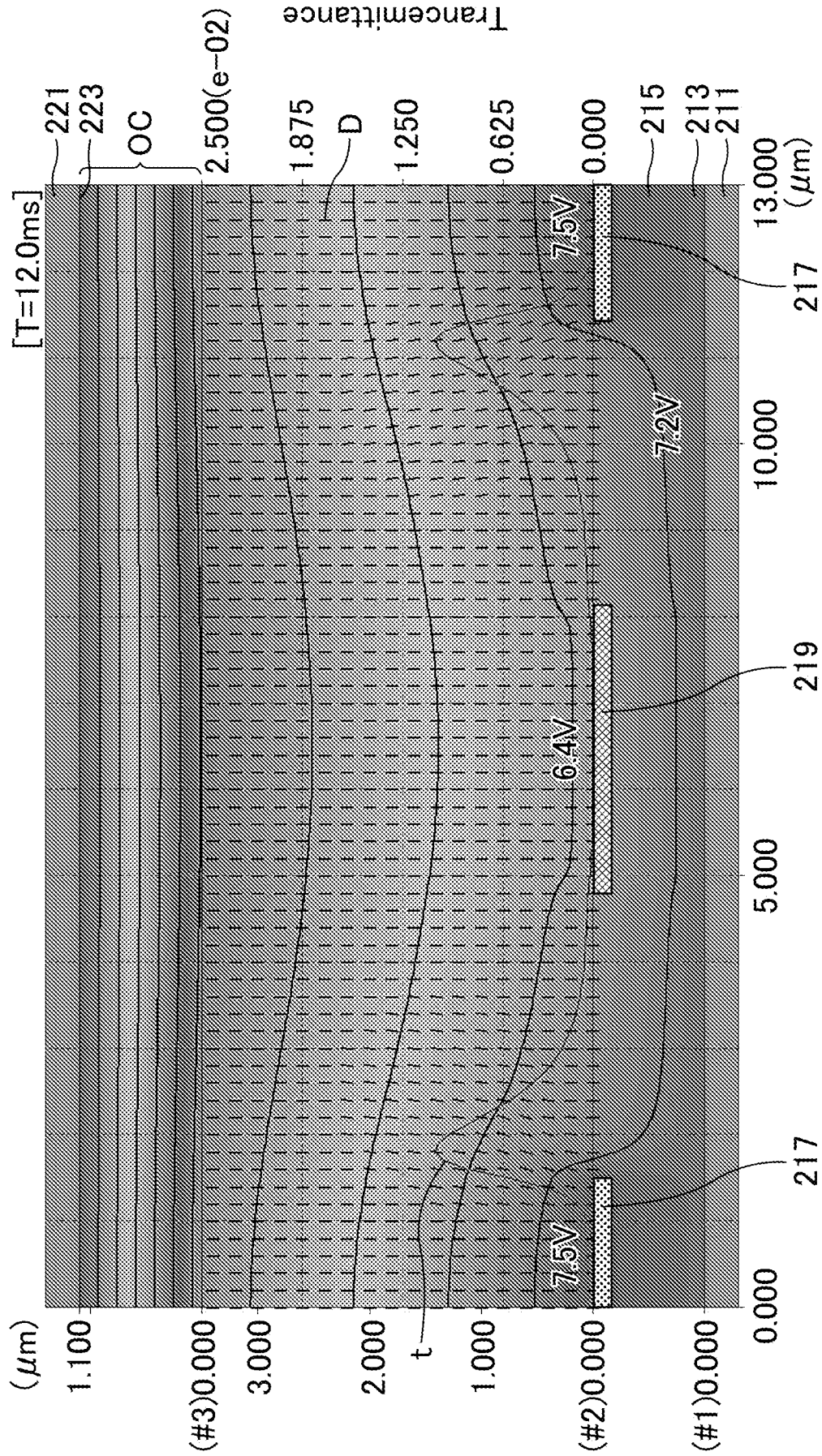
Region (iv) Structure:

- Layer 123:** The bottom layer of region (iv), indicated by a bracket on the right.
- Layer 121:** The top layer of region (iv), indicated by a bracket on the right.
- Electrical Potential:**
 - (iv) 0V :** Indicated on the left side of the 123 layer.

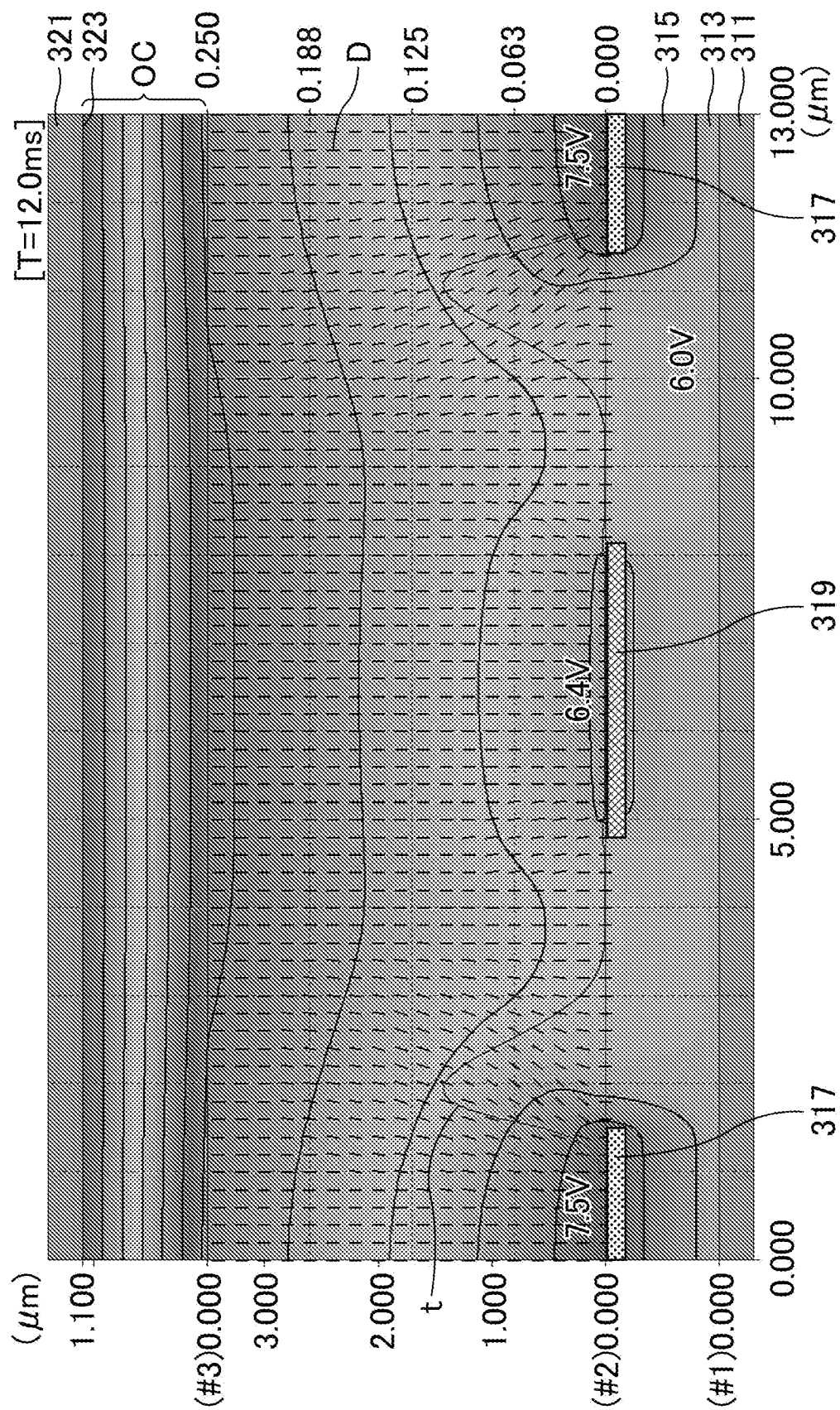
Overall Dimensions:

- 110:** A bracket on the right side spanning the height of region (iii) (layers 111, 113, and 115).
- 120:** A bracket on the right side spanning the height of region (iv) (layers 123 and 121).
- 130:** A bracket on the right side spanning the total height of both regions (iii) and (iv).

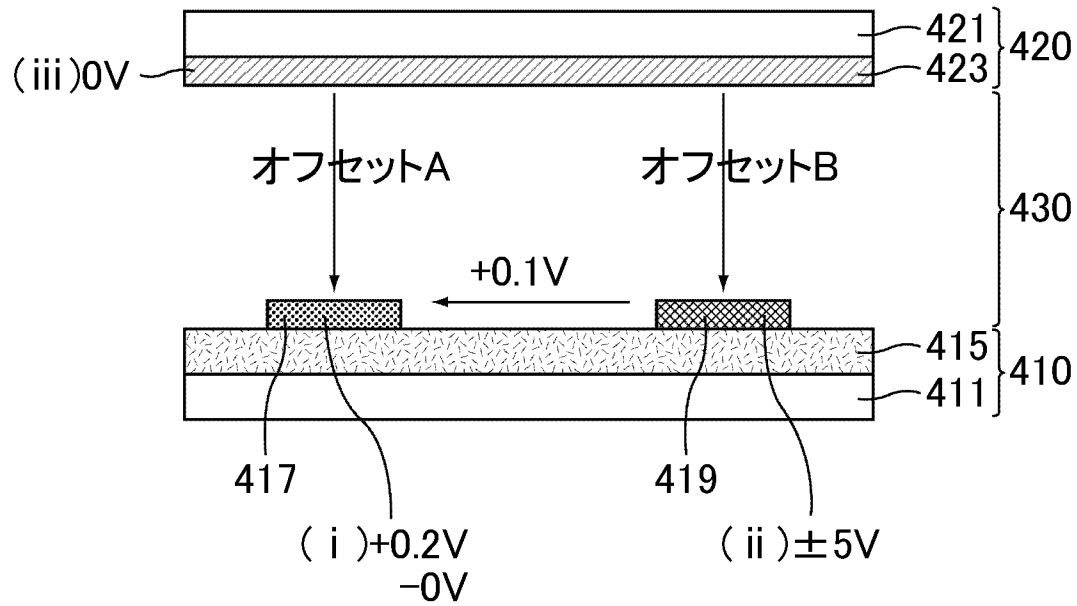
[図7]



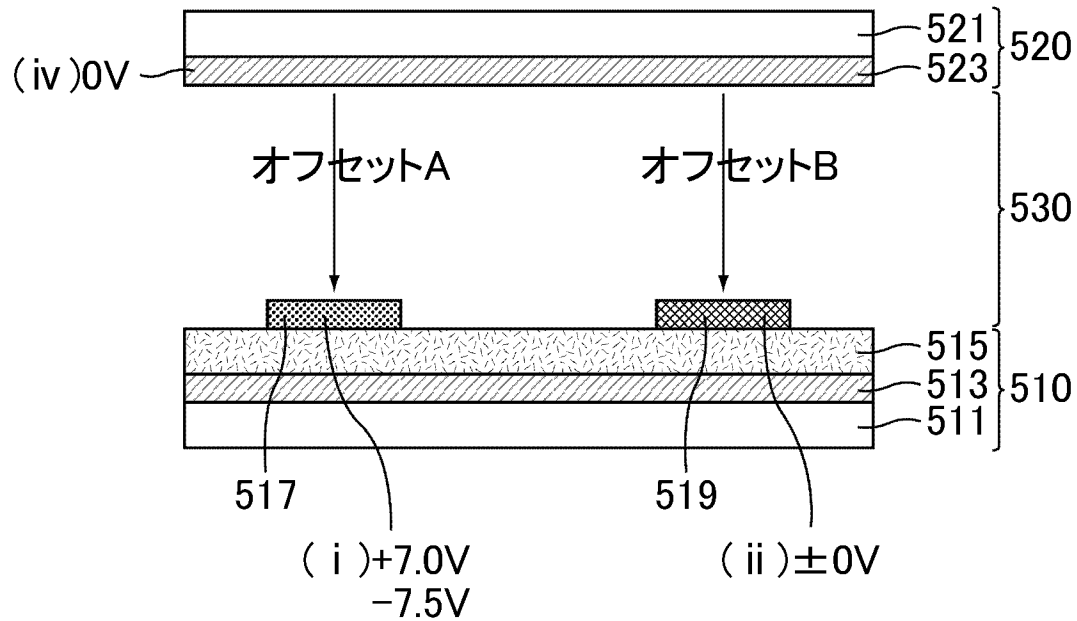
Transcendental



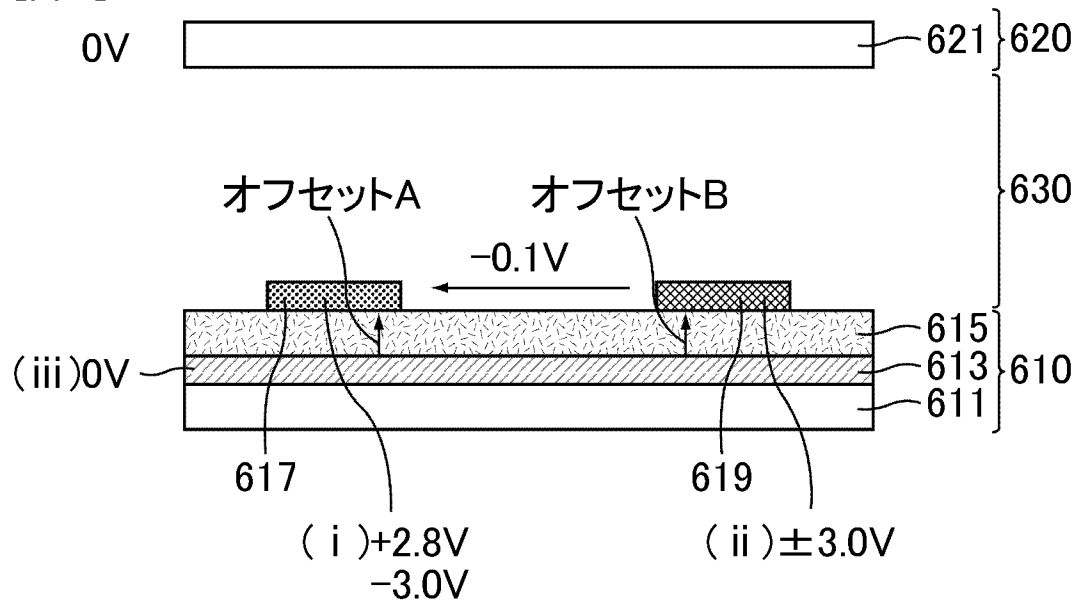
[図9]



[図10]



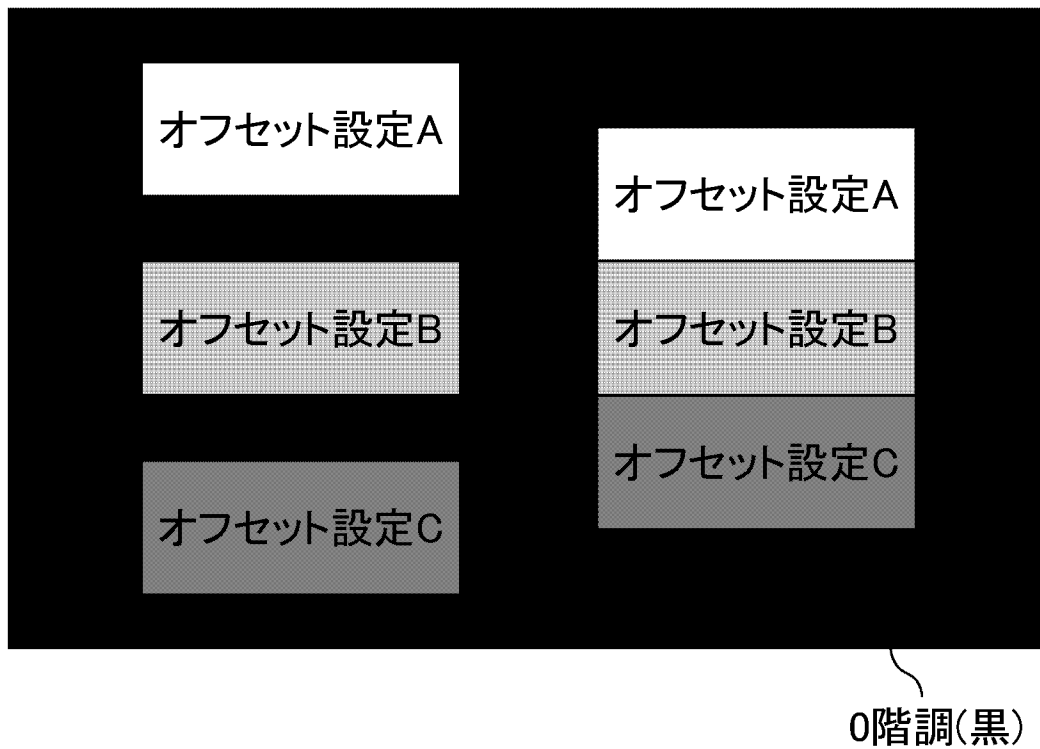
[図11]



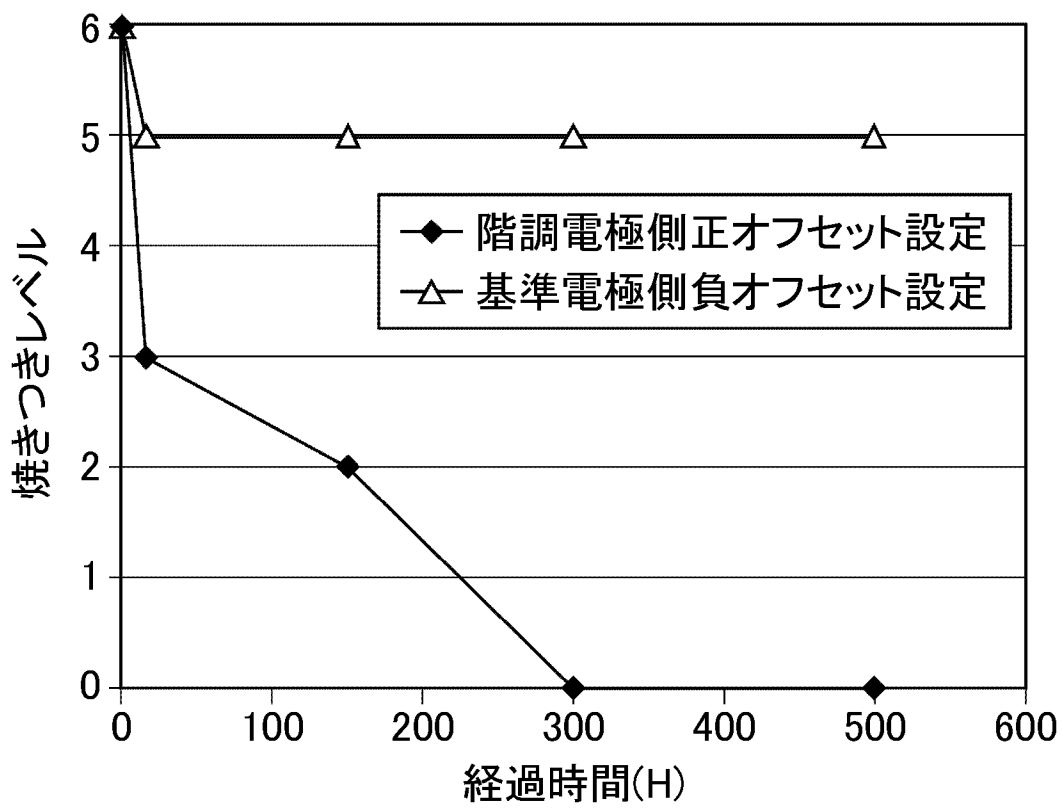
[図12]

評価画像例1

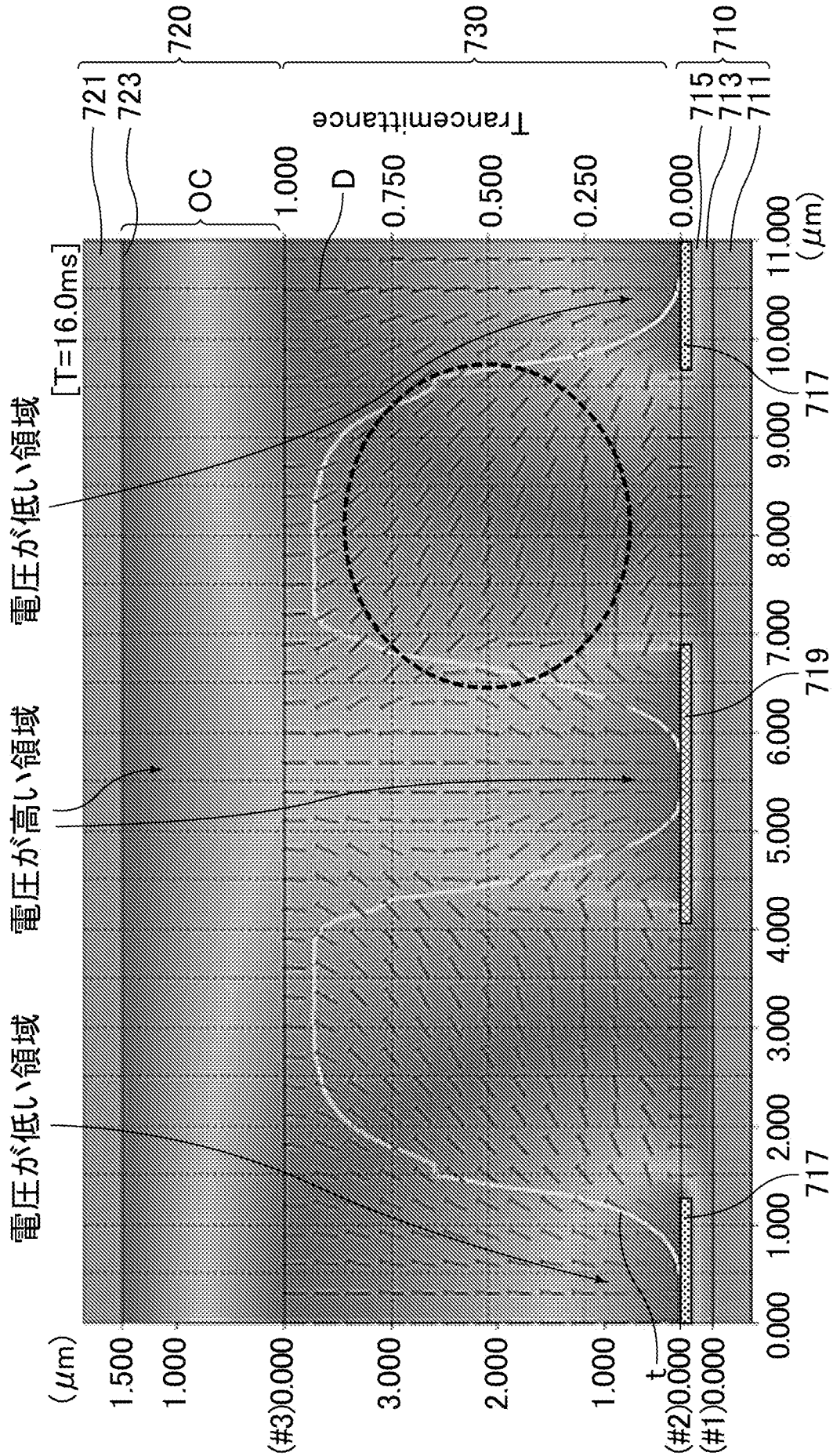
評価画像例2



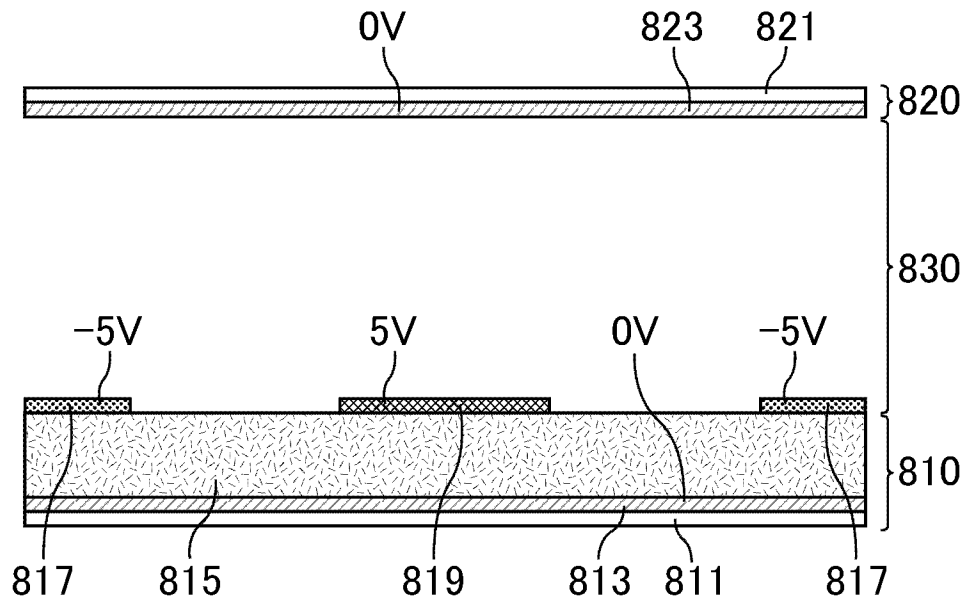
[図13]



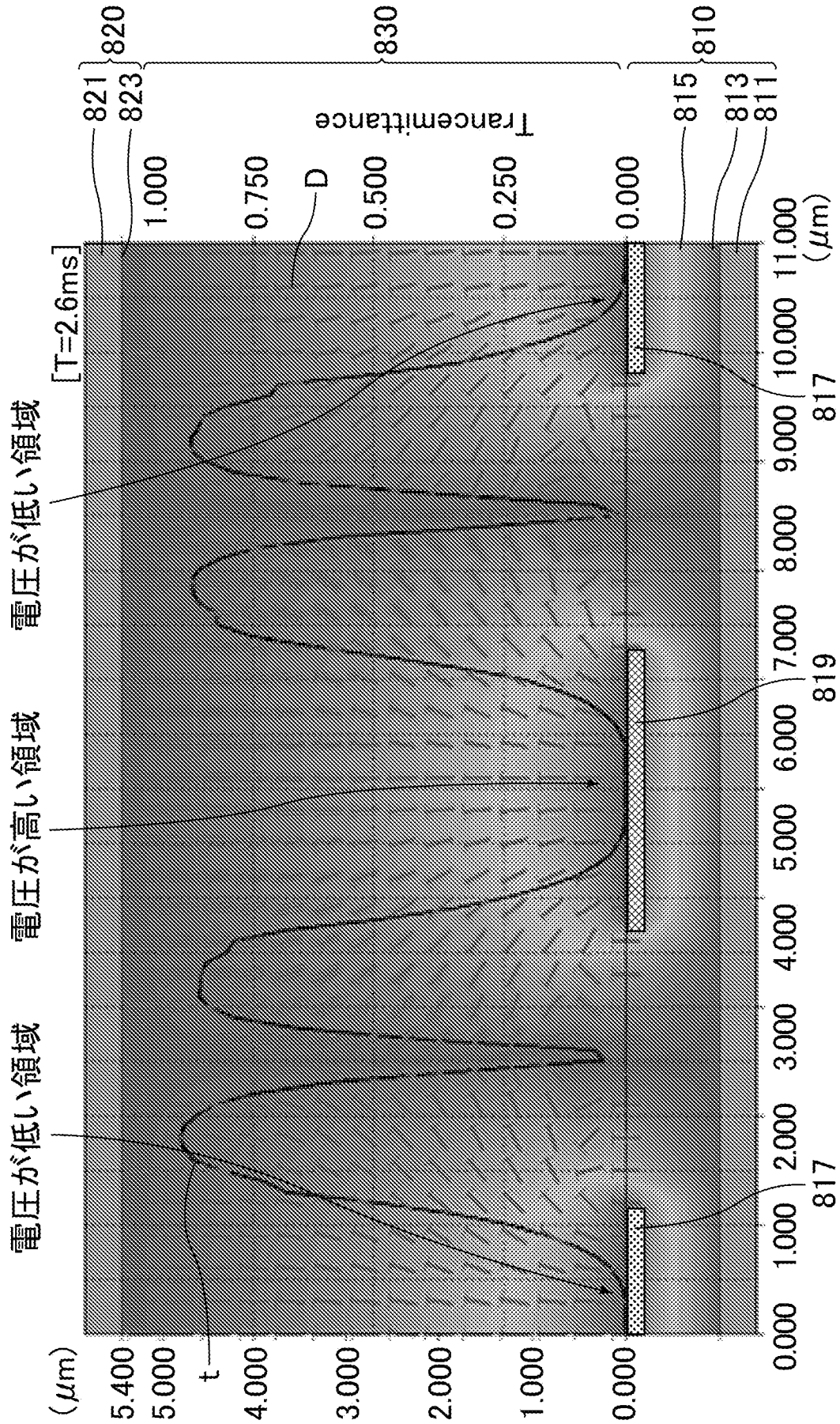
[図15]



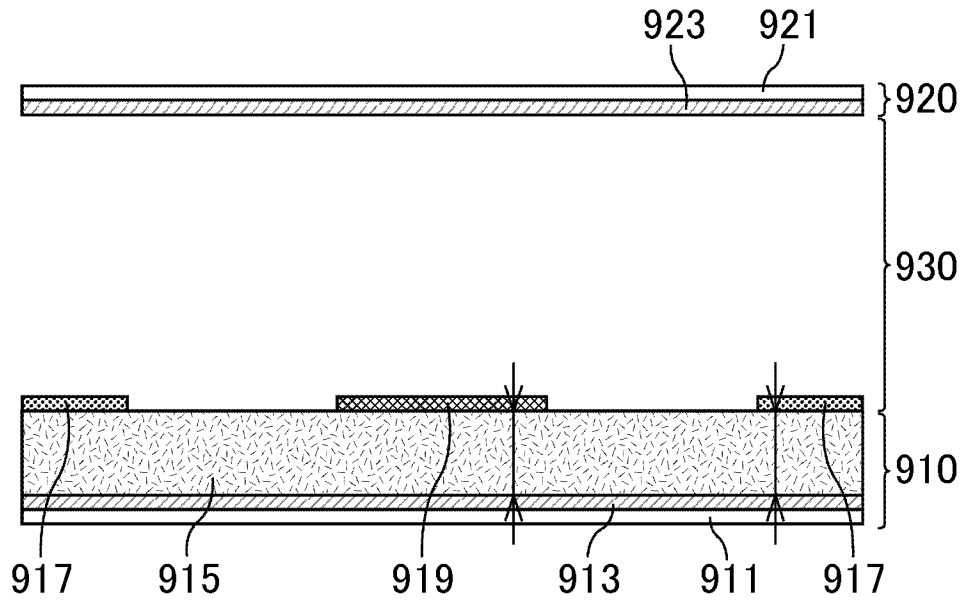
[図16]



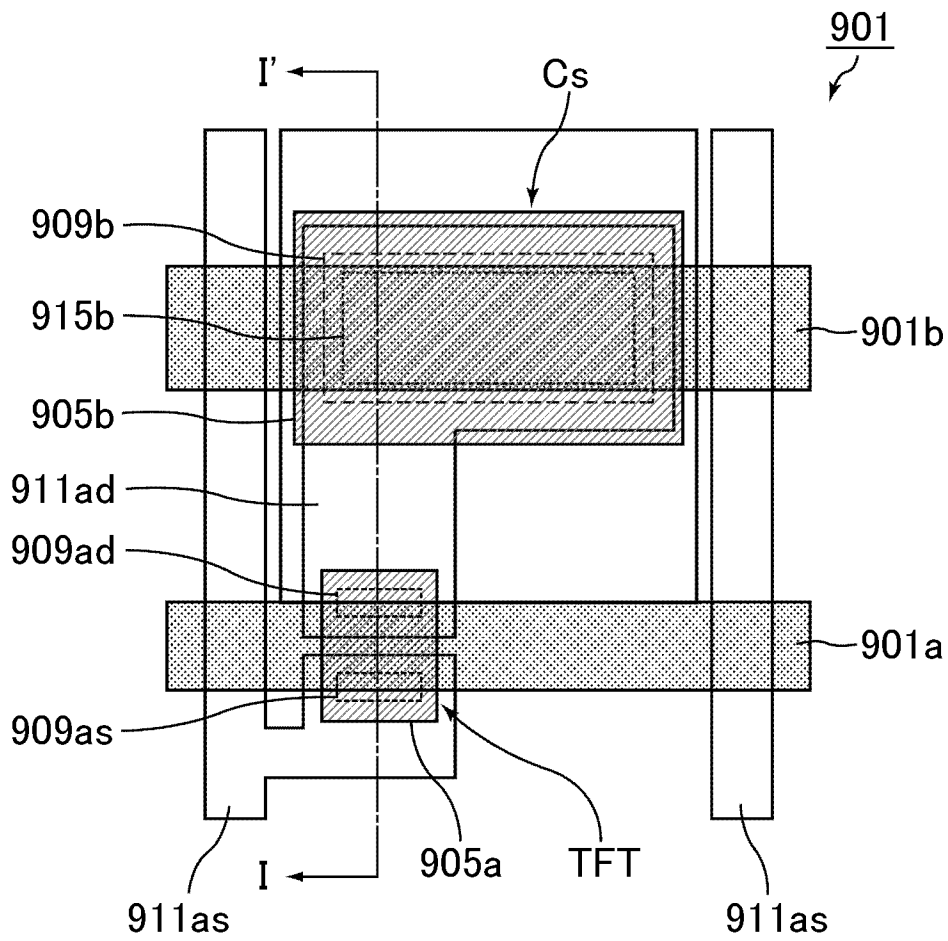
[図17]



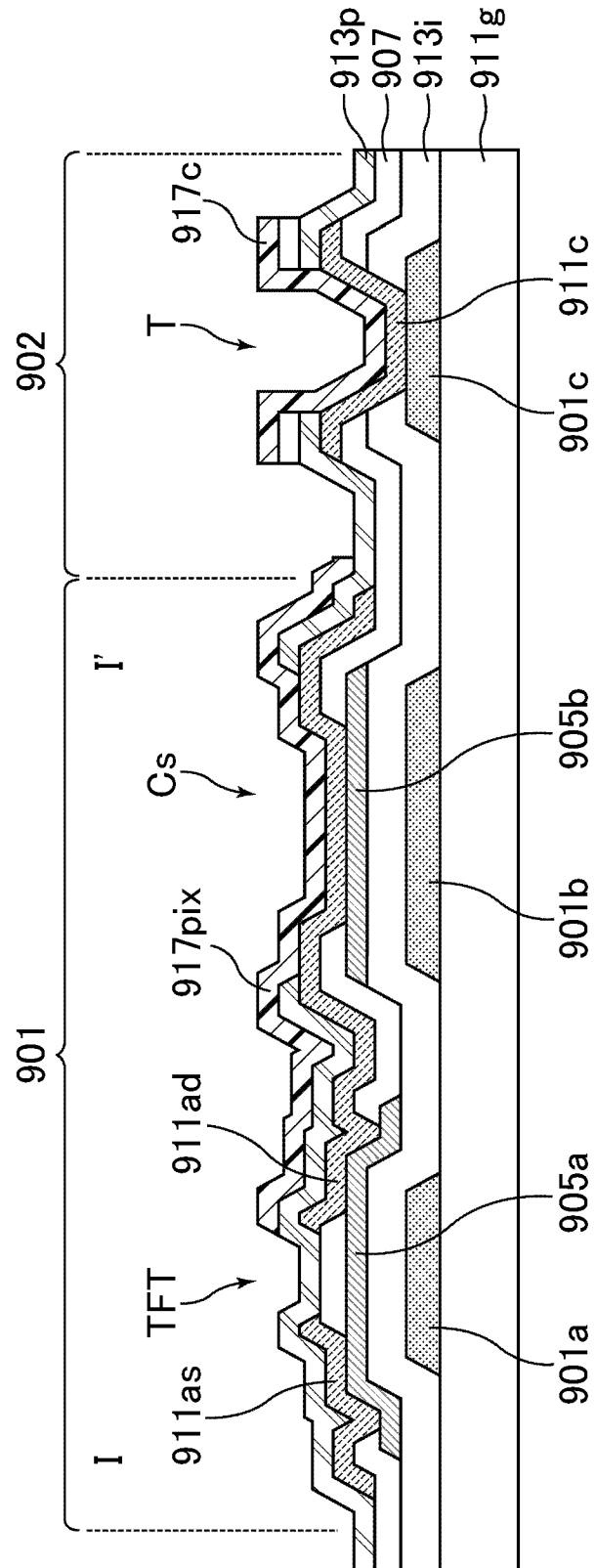
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/061719

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/133(2006.01)i, G02F1/1343(2006.01)i, G09G3/20(2006.01)i, G09G3/36(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)

G02F1/133, G02F1/1343, G09G3/20, G09G3/36

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
A	JP 2011-112865 A (Toshiba Mobile Display Co., Ltd.), 09 June 2011 (09.06.2011), entire text; all drawings & US 2011/0122114 A1	1-11
A	JP 2008-216859 A (Epson Imaging Devices Corp.), 18 September 2008 (18.09.2008), entire text; all drawings & US 2008/0218462 A1	1-11
A	JP 2003-91014 A (Hitachi, Ltd.), 28 March 2003 (28.03.2003), entire text; all drawings & US 2003/0052847 A1 & TW 250361 B & KR 10-2003-0025169 A	1-11

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

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 May, 2013 (09.05.13)Date of mailing of the international search report
21 May, 2013 (21.05.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/061719

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-523850 A (University of Central Florida Research Foundation Inc.), 19 October 2006 (19.10.2006), entire text; all drawings & US 2005/0024548 A1 & WO 2004/019117 A2 & CN 1688920 A & AU 2003265782 A	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02F1/133(2006.01)i, G02F1/1343(2006.01)i, G09G3/20(2006.01)i, G09G3/36(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 (I P C))

Int.Cl. G02F1/133, G02F1/1343, G09G3/20, G09G3/36

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
A	JP 2011-112865 A (東芝モバイルディスプレイ株式会社) 2011.06.09, 全文, 全図 & US 2011/0122114 A1	1-11
A	JP 2008-216859 A (エプソンイメージングデバイス株式会社) 2008.09.18, 全文, 全図 & US 2008/0218462 A1	1-11
A	JP 2003-91014 A (株式会社日立製作所) 2003.03.28, 全文, 全図 & US 2003/0052847 A1 & TW 250361 B & KR 10-2003-0025169 A	1-11

☒ 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
「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
「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)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 9 . 0 5 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 5 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

清水 督史

2 L

3 6 1 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 5

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
A	JP 2006-523850 A (ユニバーシティ・オブ・セントラル・フロリダ・リサーチ・ファウンデーション・インコーポレイテッド) 2006. 10. 19, 全文, 全図 & US 2005/0024548 A1 & W0 2004/019117 A2 & CN 1688920 A & AU 2003265782 A	1-11