

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4606514号  
(P4606514)

(45) 発行日 平成23年1月5日(2011.1.5)

(24) 登録日 平成22年10月15日(2010.10.15)

(51) Int.Cl.

F 1

G 0 2 F 1/1337 (2006.01)

G 0 2 F 1/1337 5 0 5

請求項の数 18 (全 44 頁)

(21) 出願番号	特願2010-122755 (P2010-122755)	(73) 特許権者	000005049
(22) 出願日	平成22年5月28日 (2010. 5. 28)		シャープ株式会社
(62) 分割の表示	特願2010-47075 (P2010-47075) の分割		大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号
原出願日	平成19年1月25日 (2007. 1. 25)	(74) 代理人	110000914 特許業務法人 安富国際特許事務所
(65) 公開番号	特開2010-181913 (P2010-181913A)	(72) 発明者	井上 威一郎 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
(43) 公開日	平成22年8月19日 (2010. 8. 19)	(72) 発明者	箱井 博之 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
審査請求日	平成22年6月23日 (2010. 6. 23)	(72) 発明者	寺下 慎一 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2006-17755 (P2006-17755)		
(32) 優先日	平成18年1月26日 (2006. 1. 26)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置の製造方法及び液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一対の対向する基板と、該基板間に設けられた液晶層と、少なくとも一方の基板の液晶層側の表面に設けられた配向膜とを備え、かつ配向方位が異なる 2 以上の領域を有する液晶表示装置の製造方法であって、

該製造方法は、基板面内を 2 以上の露光領域に分割し、露光領域毎にフォトマスクを介して配向膜の露光を行う露光工程を含み、

該露光工程は、隣り合う露光領域の一部が重複するように露光するものであり、

該フォトマスクは、重複する露光領域に対応したハーフトーン部を有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項 2】

前記露光工程は、紫外線を基板面の法線に対して斜め方向から入射させるものであることを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 3】

前記紫外線は、偏光紫外線であることを特徴とする請求項 2 記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 4】

前記フォトマスクは、透光部及び遮光部の繰り返しパターンを有することを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 5】

前記ハーフトーン部は、フォトマスクの端に向かうにつれて透光部の開口率が減少していくことを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 6】

前記ハーフトーン部は、開口率の変化が線形関数で表されることを特徴とする請求項 5 記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 7】

前記ハーフトーン部は、開口率の変化が三角関数で表されることを特徴とする請求項 5 記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 8】

前記ハーフトーン部は、フォトマスクの端に向かうにつれて透光部の幅が狭くなっていくことを特徴とする請求項 5 記載の液晶表示装置の製造方法。

10

【請求項 9】

前記フォトマスクは、透光部の中心位置の間隔が同じであることを特徴とする請求項 8 記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 10】

前記ハーフトーン部は、透光部が透光部配置領域の中心から両側に分割して配置されることを特徴とする請求項 8 記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 11】

前記ハーフトーン部は、透光部配置領域の幅を 2 等分する中心線に対して線対称となる形状を有する透光部が設けられることを特徴とする請求項 5 記載の液晶表示装置の製造方法。

20

【請求項 12】

一对の対向する基板と、該基板間に設けられた液晶層と、少なくとも一方の基板の液晶層側の表面に設けられた配向膜とを備え、かつ配向方位が異なる 2 以上の領域を有する液晶表示装置であって、

該配向方位が異なる領域間に発生する暗線は、位置及び幅が隣り合う画素で連続的に変化することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 13】

前記液晶層は、負の誘電率異方性を有する液晶分子を含み、前記配向膜は、両方の基板の液晶層側の表面に設けられ、かつ印加電圧が閾値未満であるときに液晶分子を配向膜表面に対して略垂直に配向させるものであることを特徴とする請求項 12 記載の液晶表示装置。

30

【請求項 14】

前記液晶層は、正の誘電率異方性を有する液晶分子を含み、前記配向膜は、両方の基板の液晶層側の表面に設けられ、かつ印加電圧が閾値未満であるときに液晶分子を配向膜表面に対して略水平に配向させるものであることを特徴とする請求項 12 記載の液晶表示装置。

【請求項 15】

前記配向方位が異なる領域は、1 画素あたり 2 以上、4 以下設けられることを特徴とする請求項 13 又は 14 記載の液晶表示装置。

40

【請求項 16】

前記液晶表示装置は、基板を平面視したときに、一方の基板に設けられた配向膜と他方の基板に設けられた配向膜との表面近傍における配向方位が略直交することを特徴とする請求項 13 又は 14 記載の液晶表示装置。

【請求項 17】

前記配向膜は、光配向膜であることを特徴とする請求項 12 記載の液晶表示装置。

【請求項 18】

前記光配向膜は、光照射により架橋反応、異性化反応及び光再配向からなる群より選ばれる少なくとも一つの反応又は配向を生じるものであることを特徴とする請求項 17 記載の液晶表示装置。

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、液晶表示装置の製造方法及び液晶表示装置に関する。より詳しくは、画素内に2以上のドメインを形成することにより高表示品位を実現することができるマトリクス型液晶表示装置の製造方法及びマトリクス型液晶表示装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

液晶表示装置は、低消費電力の表示装置であり軽量化及び薄型化が可能なことから、テレビ、パーソナルコンピュータ用モニタ等に広く利用されている。しかしながら、液晶表示装置は、通常、印加電圧に応じた液晶分子の傾斜角度によって光の偏光を制御するため、光透過率の角度依存性を有する。そのため、液晶表示装置においては、視角方向によって、コントラスト比の低下、中間調表示時の階調反転等が発生する。したがって、一般的に液晶表示装置は、視野角特性が不十分であるという点で改善の余地があった。

## 【0003】

そこで、液晶分子の配向及び傾斜方向を画素内において2以上の領域に分割する配向分割の技術が開発されている。これによれば、液晶層へ電圧が印加されると、液晶分子は、画素内で異なる方向に傾斜することから、液晶表示装置の視野角特性の改善が可能となる。なお、液晶分子の配向方位が異なる各領域は、ドメインとも呼ばれ、配向分割は、マルチドメインとも呼ばれる。

## 【0004】

配向分割が行われる液晶モードとしては、水平配向モードでは、マルチドメインねじれネマティック(TN; Twist Nematic)モード、マルチドメイン複屈折制御(ECB; Electrically Controlled Birefringence)モード、マルチドメインOCB(Optically Compensated Birefringence)モード等が挙げられる。一方、垂直配向モードでは、マルチドメイン垂直配向(MVA; Multi-Domain Vertical Alignment)モード、PVA(Patterned Vertical Alignment)モード等が挙げられ、各モードの液晶表示装置において、更なる広視野角化を実現するための様々な改良がなされている。

## 【0005】

このような配向分割を行う方法としては、ラビング法、光配向法等が挙げられる。ラビング法では、ラビング領域と非ラビング領域とをレジストによるパターンニングで分離して配向分割を行う方法が提案されている。しかしながら、ラビング法は、ローラに巻き付けられた布で配向膜表面を擦ることによって配向処理を行うことから、布の毛、削れ片等のごみ、静電気によるスイッチング素子の破壊、特性シフト、劣化等の不良等が発生するという点で改善の余地があった。

## 【0006】

それに対して、光配向法は、配向膜材料に光配向膜を用い、光配向膜に紫外線等の光線を照射することによって、配向膜に配向規制力を生じさせる配向方法である。そのため、配向膜の配向処理を非接触で行うことができるので、配向処理中における汚れ、ごみ等の発生を抑制することができる。また、露光時にフォトマスクを用いることによって、配向膜面内の各領域に異なった条件で光照射を行うことができるので、所望のデザインを有するドメインを容易に形成することができる。

## 【0007】

従来光配向法による配向分割の方法としては、例えば画素を2つのドメインに分割する場合には、以下の方法が挙げられる。すなわち、各画素に対応して透光部と遮光部とが半分ずつ配置されたフォトマスクを用意し、まず画素の半分の領域に対して第1の露光を行った後、フォトマスクを半ピッチ程度ずらし、画素の残りの領域に対して第1の露光と異なる条件で第2の露光を行う方法である。このように光配向法を用いると、フォトマスク

10

20

30

40

50

を用いて各画素を容易に2以上のドメインに分割することができる。また、例えば、特許文献1には、光配向法により配向処理を行ってVAECB(Vertical Alignment ECB)モードを形成する技術が開示されている。

#### 【0008】

また近年、特に液晶表示装置の大型化が急速に進んでおり、40型から60型といった従来はプラズマテレビの主戦場であったサイズ領域にも液晶テレビが急速に進出してきている。しかしながら、このような60型クラスの液晶表示装置を上述したような従来の光配向法により配向分割することは、非常に困難であった。その理由は、工場内に設置可能な露光装置サイズには制限があり、60型クラスの基板を1度に露光可能な露光装置を工場内に設置することは実質的に不可能であることから、60型クラスの基板全面を1度に露光することは不可能であったためである。したがって、大型の液晶表示装置を配向分割する場合には、基板を何回かに分割して露光することが必須となる。また、20型クラスの比較的小型の液晶表示装置を光配向法により分割配向処理する場合にも、露光装置サイズをできる限り小さくしたいとの要請から、分割して露光を行うことが必須になる場合も考えられる。しかしながら、このように基板を何回かに分けて露光することによって作製した液晶表示装置は、表示画面上に各露光領域間の継ぎ目がはっきりと見えてしまうことがあった。

したがって、基板を分割して露光することによって液晶表示装置の配向分割を行った場合において、表示画面上に継ぎ目が発生するのを抑制し、歩留まりを向上させるという点で未だ工夫の余地があった。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0009】

【特許文献1】特開2001-281669号公報

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0010】

本発明は、上記現状に鑑みてなされたものであり、画素内に2以上のドメインが形成される液晶表示装置において、基板を分割して配向処理を行った場合でも、表示画面上に継ぎ目が発生するのを抑制し、歩留まりを向上することができる液晶表示装置の製造方法及び液晶表示装置を提供する。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0011】

本発明者らは、基板を分割して露光することによって配向分割を行っても、表示画面上に継ぎ目が視認されない液晶表示装置の製造方法について種々検討したところ、基板を分割して露光する際の露光態様に着目した。そして、同一露光領域内において仮に中心付近と周辺付近とで照射条件が違っていても、この違いは面内で連続的に変化しており、人間の目にほとんど認識されることはないが、一方、装置精度、フォトマスクのパターン精度等を最大限高精度にしたとしても、分割して露光された基板の各露光領域間で照射条件を完全に一致させることは実質的に不可能であり、隣り合う露光領域間における照射条件の差が微小であったとしても、不連続な条件が隣り合わせとなってしまう、人間の目には継ぎ目として認識されてしまうことを見出した。

#### 【0012】

そこで、本発明者らは更に検討を行ったところ、継ぎ目発生の変因としては、例えば、隣り合う露光領域間における照射量ずれ、マスクと基板との間隔であるプロキシミティギャップのずれ、偏光紫外線照射を行う場合のその偏光軸ずれ等が考えられるが、なかでも継ぎ目が認識されてしまう最大の原因は、隣り合う露光領域間でのフォトマスクのアライメント精度の違いであることを見出した。すなわち、アライメント精度を露光装置上で可能な限り高精度にした場合でも、現在の技術水準では±数μm程度のアライメントずれは避けられず、更にこの±数μmのアライメントずれの範囲であっても、隣り合う露光領域の

10

20

30

40

50

境界で確実に人間の目で継ぎ目として認識されることが分かった。

【0013】

そして、このフォトマスクのアライメントずれが起こると、画素内において配向方位が異なる領域間、すなわちドメイン間の境界に発生する暗線の位置及び幅が、継ぎ目の両側で不連続的に変化することとなり、その結果として、継ぎ目が認識されてしまうことを見いだすとともに、基板を分割して露光する際に、重複する露光領域に対応してハーフトーン部を有するフォトマスクを介して、隣り合う露光領域の一部が重複するように露光することにより、継ぎ目付近の暗線の位置及び幅を連続的に変化させることが可能となり、その結果として、基板を分割して露光することによって配向分割処理を行っても、表示画面上に継ぎ目が見えない液晶表示装置の製造方法及び液晶表示装置を実現できることを見いだし、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。

10

【0014】

すなわち、本発明は、一对の対向する基板と、上記基板間に設けられた液晶層と、少なくとも一方の基板の液晶層側の表面に設けられた配向膜とを備え、かつ画素内に配向方位が異なる2以上の領域を有する液晶表示装置の製造方法であって、上記製造方法は、基板面内を2以上の露光領域に分割し、露光領域毎にフォトマスクを介して配向膜の露光を行う露光工程を含み、上記露光工程は、隣り合う露光領域の一部が重複するように露光するものであり、上記フォトマスクは、重複する露光領域に対応したハーフトーン部を有する液晶表示装置の製造方法である。

20

本発明はまた、一对の対向する基板と、上記基板間に設けられた液晶層と、少なくとも一方の基板の液晶層側の表面に設けられた配向膜とを備え、かつ画素内に配向方位が異なる2以上の領域を有する液晶表示装置であって、上記配向方位が異なる領域間に発生する暗線は、位置及び幅が隣り合う画素で連続的に変化する液晶表示装置でもある。

以下に本発明の液晶表示装置の製造方法を詳述する。

【0015】

本発明の液晶表示装置の製造方法は、基板面内を2以上の露光領域に分割し、露光領域毎にフォトマスクを介して配向膜の露光を行う露光工程を含む。このように複数回に分けて基板を露光することから、大型の液晶表示装置であっても、通常の装置サイズの露光装置を用いて、基板全面にわたって配向分割処理を行うことができる。なお、露光領域の分割形態としては特に限定されず適宜設定すればよく、例えば、基板を2等分する形態、ストライプ状に3分割する形態、マトリクス状に4分割する形態等が挙げられる。

30

【0016】

上記配向膜は、露光により配向処理が行われるものであり、通常、光照射の方向又は光の照射領域の移動方向に応じて液晶の配向方位が変化する材料で形成された光配向膜である。なお、光配向膜は、光照射により配向規制力が発生してもよい。また、本明細書において、配向方位とは、液晶層に含まれる液晶分子の傾斜方向を基板面に投影したときに示す方位を意味する。

【0017】

上記フォトマスクは、光線を透過する透光部と光線を遮光する遮光部とを有するものである。透光部は、光線を透過するものであれば特に限定されず、透明の樹脂等を用いて形成してもよいが、何も形成されない開口部であることが好ましい。また、フォトマスクとしては、ガラス等の透明基板上にクロム等の金属膜パターンが形成されたものも好適である。フォトマスクは、所望のドメイン形状に合わせてパターンを適宜設定することができるが、なかでも、上記フォトマスクは、透光部及び遮光部の繰り返しパターンを有することが好ましい。これにより、通常、マトリクス状に配列された画素に対して、効率よく配向処理を行うことができる。なお、繰り返しパターンとしては特に限定されないが、ストライプパターン及びドットパターンが好適である。

40

【0018】

本発明における露光工程は、隣り合う露光領域の一部が重複するように露光するものであ

50

る。すなわち、本発明の液晶表示装置の製造方法は、基板面内を2以上の露光領域に分割し、かつ隣り合う露光領域の一部が重複するように、露光領域毎に、フォトマスクを介して配向膜を露光する露光工程を含む。したがって本発明においては、通常、継ぎ目付近における画素の配向膜の一部又は全部は、2枚以上のフォトマスクを介して重複して2回以上露光（以下、「オーバーラップ露光」ともいう。）されることとなる。重複する露光領域（以下、「オーバーラップ領域」ともいう。）の面積としては特に限定されないが、できる限り大きくした方が隣り合う露光領域間の暗線の位置及び幅をより滑らかに繋ぐことができる。一方、オーバーラップ領域があまりに大きすぎると、フォトマスクが大きくなり、露光装置サイズも大きくなってしまふ。したがって、継ぎ目発生の抑制と、露光装置サイズの小型化とを実現する観点からは、オーバーラップ領域の面積としては、継ぎ目が十分に視認されない程度の大きさであることが好ましく、より具体的には、オーバーラップ領域の幅としては、10～80mm程度であることが好ましく、30～60mm程度であることがより好ましく、40～50mm程度であることが更に好ましい。また、オーバーラップ露光された領域（複数のフォトマスクを介して2回以上露光された領域）の照射量の合計（以下、「合計照射量」ともいう。）は、重複しない露光領域の照射量、すなわち1枚のフォトマスクを介して1回だけ配向膜が露光される通常の領域の照射量を100%とした時に、50～200%にすることが好ましく、70～150%にすることがより好ましい。合計照射量が50%未満であると、オーバーラップ領域の中心付近で合計照射量が足りず、十分な配向規制力を配向膜に付与できず、その箇所だけムラとなって見えてしまうことがある。また、合計照射量が200%を超えると、配向膜の材料として感度が高いものを用いた場合には、オーバーラップ領域において電気特性が悪化することがあり、より具体的には、残留DC、焼き付き等が発生したり、電圧保持率が低下したりすることがある。

#### 【0019】

上記露光工程における露光方法としては特に限定されないが、同時露光及び走査露光が好適である。すなわち、上記露光工程は、基板及び光源の少なくとも一方を走査しながら露光を行う態様（走査露光）、又は、基板及び光源を固定した状態で露光する態様（同時露光）が好ましい。走査しながら露光を行う方法は、基板面上の光線の照射位置を移動させながら露光するものであれば特に限定されず、スキャン露光とも呼ばれる。スキャン露光の具体的態様としては、例えば、光源及び/又は基板を移動させながら該光源から発せられる光線を基板面上に照射する態様が挙げられる。スキャン露光は、光源と被露光領域とを固定して被露光領域内を同時に露光する同時露光に比べて、基板面内における照射光量等の安定性に優れているため、配向方位、プレチルト角等の配向膜の特性がばらつくことを効果的に抑制することができる。また、装置が小型で済むため装置コストを下げることもできる。更に、フォトマスクが小さくて済むのでマスク自体の精度を高くすることができる。なお、走査露光において光源を走査する場合には、光源とフォトマスクとは、通常、一体的に移動される。また、プレチルト角とは、液晶層に電圧が加わっていない状態（オフ状態、電圧無印加時）において、配向膜表面と、配向膜近傍の液晶分子の長軸方向となす角度である。なお、走査露光においては、走査方向に透光部のピッチが異なる別のパネルが配置されている場合、そのパネルに合わせてマスクを交換しなければならないが、一方、同時露光では、予めマスク内に複数のパネル用のパターンを形成しておくことにより異なる種類のパネルを一度に露光することができる。また、同時露光は、一括露光とも呼ばれる。

#### 【0020】

上記スキャン露光を行う場合には、画像検出用カメラ等により、基板上的パターンを読み取りながら基板及び/又は光源のスキャン方向を制御することが好ましい。これにより、基板が歪んでいるような場合であっても、画素配列に沿って高精度のスキャン露光を行うことができる。読み取りに用いる基板上的パターンとしては特に限定されないが、スキャン方向に沿って周期的又は連続的に設けられたものが好ましく、なかでも基板に設けられたバスライン、ブラックマトリクス（BM）等が好適である。

10

20

30

40

50

## 【0021】

また、本発明において、上記露光工程は、露光される配向膜の材料にもよるが、紫外線を基板面の法線に対して斜め方向から入射させるものであることが好ましい。これにより、各液晶モードにおいて好適なプレチルト角を液晶層に容易に付与することができ、その結果、液晶分子の応答速度を向上させることができる。ただし、「M. Kimura、他3名、「Photo-Rubbing Method: A Single-Exposure Method to Stable Liquid-Crystal Pretilt Angle on Photo-Alignment Film」、IDW'04: proceedings of the 11th International Display Workshops、IDW'04 Publication committee、2004年、LCT2-1、p. 35-38」に開示の光配向法のように、プレチルト角の発現が光の照射領域の移動方向による場合には、光線を基板面に対して斜めから入射させる必要がなく、基板面に対して略垂直に入射させることができる。

10

## 【0022】

上記紫外線は、偏光紫外線であることが好ましい。このように異方性の紫外線を配向膜に照射することによって、配向膜内の分子の異方的な再配列又は化学反応を容易に誘起することができる。したがって、配向膜近傍の液晶分子の配向方位をより均一に制御することができる。なお、紫外線の波長範囲は、露光する配向膜の材料により適宜設定すればよい。

## 【0023】

本発明におけるフォトマスクは、重複する露光領域に対応したハーフトーン部を有する。すなわち、上記フォトマスクは、重複する露光領域に対応する領域にハーフトーン部を有する。これにより、継ぎ目が視認されることを効果的に抑制することができる。その結果、基板を分割して配向処理を行う液晶表示装置の歩留まりを向上させることができる。継ぎ目が視認されなくなる理由については、後で詳述する。したがって、ハーフトーン部は、フォトマスクの透光部が形成された領域内の端側（周辺側）、より好適には端（周辺）に配置されることが好ましい。なお、本明細書において、ハーフトーン部とは、ハーフトーン部以外（重複する露光領域以外）の透光部に比べて小さい開口率を有する透光部が配置された部分を意味する。また、開口率とは、ハーフトーン部以外の透光部の平均面積に対するハーフトーン部の各透光部の面積の割合（百分率）を意味する。ここで説明したように、本発明に用いるフォトマスクは、通常、重複する露光領域（オーバーラップ領域）に対応する部分の全部又は一部にハーフトーン部が形成される。

20

30

## 【0024】

上記ハーフトーン部の形態としては、フォトマスクの端に向かうにつれて透光部の開口率が減少していく形態が好適である。なお、本明細書において、フォトマスクの端とは、より具体的には、重複する露光領域以外の領域（通常の露光領域）に対応する領域の反対側に位置するフォトマスクの端である。これにより、隣り合う露光領域間の暗線の位置及び幅をより滑らかに繋ぐことができる。このようなハーフトーン部における開口率の変化の仕方としては、（1）開口率の変化が線形関数で表される態様、（2）開口率の変化が三角関数で表される態様が好ましい。すなわち、上記ハーフトーン部は、開口率の変化が線形関数で表されることが好ましく、また、上記ハーフトーン部は、開口率の変化が三角関数で表されることが好ましい。（1）によれば、ハーフトーン部に不連続なステップが生じるのを防ぐことができる。（2）によれば、不連続なステップが生じるのを防ぐことに加えて、ハーフトーン部の両端において開口率の変化の微分係数が実質的にゼロとなるので、オーバーラップ領域とそれ以外の領域との暗線の位置及び幅をより滑らかに繋ぐことができる。このような観点から、ハーフトーン部における開口率の変化の態様としては、開口率が線形関数に準じて変化する態様、又は、三角関数に準じて変化する態様が好ましいとも言える。

40

## 【0025】

また、ハーフトーン部における透光部の形態としては、（A）フォトマスクの端に向かう

50

につれて透光部の長さが短くなっていく形態、(B)フォトマスクの端に向かうにつれて透光部の幅が狭くなっていく形態、(C)透光部配置領域の幅を2等分する中心線に対して線対称となる形状を有する透光部が設けられる形態、(D)段差形状を有する透光部が設けられる形態が好適である。すなわち、上記ハーフトーン部は、フォトマスクの端に向かうにつれて透光部の長さが短くなっていくことが好ましく、上記ハーフトーン部は、フォトマスクの端に向かうにつれて透光部の幅が狭くなっていくことが好ましく、上記ハーフトーン部は、透光部配置領域の幅を2等分する中心線に対して線対称となる形状を有する透光部が設けられることが好ましく、上記ハーフトーン部は、段差形状を有する透光部が設けられることが好ましい。(A)の形態を有するフォトマスクはスキャン露光用のマスクに好適であり、これによりオーバーラップ領域における合計照射量を容易に制御することができる。また、(B)の形態を有するフォトマスクは同時露光用及びスキャン露光用のマスクに好適であり、これにより暗線の位置及び幅を継ぎ線の左右で連続的に繋ぐことをより効果的に行うことができる。なお、透光部の長さとは、通常、スリットパターンにおいては長辺方向の長さであり、ドットパターンにおいてはスキャン露光の走査方向の長さである。なお、透光部の長さは、スリットパターンにおいては長手方向の長さであってもよい。一方、透光部の幅とは、通常、スリットパターンにおいては短辺方向の長さであり、ドットパターンにおいてはスキャン露光の走査方向と略垂直方向の長さである。なお、透光部の幅は、スリットパターンにおいては長手方向に対して略垂直な方向の長さであってもよい。(C)の形態によれば、暗線の位置及び幅を継ぎ線の左右で連続的に繋ぐことをより効果的に行うことができる。なお、透光部配置領域とは、ハーフトーン部において透光部の開口率が減少しなかった場合の透光部が占める領域であり、すなわち、ハーフトーン部以外のフォトマスクが有する透光部の配置パターンをハーフトーン部も有すると仮定した場合の透光部が占める領域を意味する。また、透光部配置領域の幅とは、透光部の幅と同一方向における透光部配置領域の長さである。更に、この形態において、透光部は、透光部配置領域の幅を厳密に2等分する中心線に対して厳密に線対称となる形状を有する必要はなく、透光部配置領域の幅を略2等分する中心線に対して実質的に線対称となる形状を有してもよい。そして(D)の形態を有するフォトマスクはスキャン露光用のマスクに好適であり、これによりオーバーラップ領域における合計照射量の100%からのずれを比較的小さくすることができる。

#### 【0026】

更に、上記(B)の形態においては、(B-1)上記フォトマスクは、透光部の中心位置の間隔が同じである形態、(B-2)上記ハーフトーン部は、透光部が透光部配置領域の中心から両側に分割して配置される形態が好適である。(B-1)の形態によれば、フォトマスクの略全域において、透光部の中心位置の間隔が変化しないことから、ハーフトーン部における露光領域の位置の変化がより連続的となり、暗線の位置及び幅の変化を継ぎ線の左右でより連続的に変化させることができる。なお、上記(B-1)の形態においては、フォトマスクは、透光部の中心位置の間隔が実質的に同じであればよく、透光部の中心位置の間隔が厳密に同じである必要はない。このように、上記(B-1)の形態は、ハーフトーン部において、透光部の中心が透光部配置領域の中心と略一致する形態でもあってもよい。すなわち、上記フォトマスクは、ハーフトーン部において、その中心が透光部配置領域の中心と略一致する形態でもあってもよい。また、(B-2)の形態によれば、ハーフトーン部の透光部が中心から両側に開くように細くなっていくことから、(B-1)の形態を有するフォトマスクと併せて用いることによって、オーバーラップ露光される領域の面積をより小さく抑えることができ、電気特性の悪化、より具体的には、残留DC、焼き付き等の発生、電圧保持率の低下等を効果的に抑制することができる。なお、上記(B-2)の形態においては、ハーフトーン部は、透光部が透光部配置領域の中心から両側に略均等に分割して配置される形態がより好適である。上記(A)、(B)、(C)、(D)、(B-1)及び(B-2)の形態は、必要に応じてフォトマスク内で適宜組み合わせ用いてもよい。また、上述した本発明の液晶表示装置の製造方法における各好適な形態は、適宜組み合わせ用いることができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 7 】

その他、本発明における光源の種類、露光量、フォトマスクのサイズ等の露光の各種条件は、所望の配向方位、プレチルト角等の配向膜の形成条件に応じて適宜設定すればよい。

## 【 0 0 2 8 】

ここで、基板を分割して配向処理を行う場合に、継ぎ目が視認される原因と、本発明によって継ぎ目が視認されなくなる理由について説明する。

まず、継ぎ目が視認される原因について説明する。基板を分割して露光する際にマスクのアライメントがずれると、隣り合う露光領域間において暗線の位置がずれるので、露光領域間においてドメインの面積比が異なることとなる。したがって、各露光領域の光学特性が異なってしまうため、特に斜め方向から表示画面を観察すると、各露光領域間での輝度が不連続になってしまい、その結果として、各露光領域の境界が継ぎ目として視認されてしまう。また、隣り合う露光領域間において暗線の幅が異なる場合には、露光領域間においてドメインの輝度が異なってしまうことから、暗線の位置がずれた場合と同様に、各露光領域間での輝度が不連続になってしまい、その結果として、各露光領域の境界が継ぎ目としてはっきりと視認されてしまう。

## 【 0 0 2 9 】

次に、継ぎ目が視認されなくなる理由について説明する。フォトマスクのハーフトーン部において、透光部を徐々に細くする等して、連続的に開口率を変化させると、透光部の端の位置、すなわち暗線が形成される位置は徐々に変化していくこととなる。また、ハーフトーン部の透光部を徐々に短くする等して、連続的に開口率を変化させたフォトマスクを利用してスキャン露光を行うと、オーバーラップ領域における合計照射量は徐々に変化するので、暗線が形成される位置も徐々に変化していくこととなる。したがって、オーバーラップ領域において、ドメインの面積比及び露光領域間の輝度も連続的に変化することとなるので、継ぎ目が視認されなくなる。また、暗線の幅が露光領域間で異なる場合でも、暗線の位置がずれた場合と同様に、ハーフトーン部を有するフォトマスクを用いることによって、オーバーラップ領域において、暗線の幅は、徐々に変化していくこととなるので、継ぎ目が視認されなくなる。このように本発明の液晶表示装置の製造方法においては、仮に継ぎ目の左右でマスクのアライメントが互いに逆方向にずれたとしても、継ぎ目における暗線のずれの不連続性を、ハーフトーン部を用いて連続化することが可能となるので、継ぎ目が視認されにくくなる。したがって、本発明の製造方法を用いれば、60型クラスの非常に大きな液晶表示装置であっても、高歩留まりに製造することが可能となる。

## 【 0 0 3 0 】

なお、本明細書において、暗線とは、バスライン、ブラックマトリクス等の遮光体によってバックライトからの光が遮られる領域とは異なり、配向方位と偏光板の偏光軸方向とが略同一になる又は略直交することによって表示画面上に生じる輝度が低い、暗い線のことである。配向分割された画素の各ドメイン内において電圧印加時に液晶分子の倒れる方向は同じであっても、異なるドメイン間においては液晶分子の倒れる方向は互いに異なっている。また、液晶分子は連続弾性体であるため、異なるドメイン間においては、異なる方向に倒れた液晶分子同士を連続的に繋ぐように液晶分子が配向する。したがって、例えば4ドメイン配向における異なるドメイン間においては、液晶分子の配向方位は、液晶表示装置を正面視したときに、液晶表示装置に通常備えられる偏光板の偏光軸方向と略同一になる又は略直交する。この偏光板の偏光軸方向と略同一の又は略直交する方向に液晶分子が配向した領域を透過する偏光については、液晶分子によるリターデーション（位相差）が発生しない。したがって、この領域においては、バックライト側に設置された下側偏光板を透過してきた偏光は、液晶層で何ら影響を受けずに表示画面側に設置された上側偏光板でカットされる。その結果、偏光板の偏光軸方向と略同一の又は略直交する方向に液晶分子が配向した領域は、輝度の低い、暗い線（本明細書において暗線）となる。

## 【 0 0 3 1 】

本発明の液晶表示装置の製造方法としては、上述した露光工程を必須として含むのである限り、その他の工程については特に限定されるものではない。

10

20

30

40

50

## 【0032】

本発明により製造される液晶表示装置は、一对の対向する基板と、上記基板間に設けられた液晶層と、少なくとも一方の基板の液晶層側の表面に設けられた配向膜とを備え、かつ画素内に配向方位が異なる2以上の領域を有するものである。本発明により製造される液晶表示装置の構成としては、このような配向分割されたマトリクス型液晶表示装置の標準的な構成要素を必須とするものである限り、その他の構成要素については特に限定されるものではない。なお、本明細書において、配向方位が異なる2以上の領域とは、一定の閾値以上若しくは一定の閾値未満の電圧が液晶層に印加された時（電圧印加時）、又は、液晶層に電圧が印加されなかった時（電圧無印加時）に液晶層に含まれる液晶分子が傾斜する方向が互いに異なる複数の領域を意味し、いわゆるドメインを意味する。このように、配向方位が異なる2以上の領域は、液晶層に印加される電圧が変化したときに液晶層に含まれる液晶分子が傾斜する方向が互いに異なる複数の領域であることが好ましい。

10

## 【0033】

上記一对の対向する基板のうちいずれか一方の基板は、スイッチング素子である薄膜トランジスタ（以下、「TFT」ともいう。）及び画素電極がマトリクス状に設けられたTFTアレイ基板であることが好ましい。また、上記一对の対向する基板のうち他方の基板は、カラーフィルタ及び共通電極を有するカラーフィルタ基板（以下、「CF基板」ともいう。）であることが好ましい。このように、本発明により製造される液晶表示装置は、アクティブマトリクス型液晶表示装置であることが好ましいが、単純マトリクス型液晶表示装置であってもよい。本発明により単純マトリクス型液晶表示装置を製造する場合には、第1基板及び第2基板は、通常、ストライプ状の信号電極（列電極）が設けられた基板と、該信号電極と直交するようにストライプ状の走査電極（行電極）が設けられた基板との組み合わせである。なお、本明細書において、画素は、アクティブマトリクス型液晶表示装置においては、画素電極と、それに対向する共通電極とによって規定される。また、単純マトリクス型液晶表示素子においては、ストライプ状の信号電極と走査電極との交差部によって規定される。

20

## 【0034】

また、本発明の液晶表示装置の製造方法において、フォトマスクのパターンは適宜設定することができるので、本発明により製造される液晶表示装置は、2以上のドメインを有する液晶モードであれば特に限定されず、水平配向モードであるマルチドメインTNモード、マルチドメインSTN（Super Twisted Nematic）モード、マルチドメインECBモード及びマルチドメインOCBモード、垂直配向モードであるMVAモード及びPVAモード等、マルチドメイン全般の液晶モードを有することができる。なかでも、本発明により製造される液晶表示装置の液晶モードとしては、マルチドメインTNモード及びマルチドメインVATNモードが好適である。なお、水平配向モードの液晶表示装置を製造する場合には、上記液晶層は、正の誘電率異方性を有する液晶分子を含むことが好ましく、一方、垂直配向モードの液晶表示装置を製造する場合には、上記液晶層は、負の誘電率異方性を有する液晶分子を含むことが好ましい。

30

## 【0035】

以上説明したように、本発明は、ハーフトーン部を有するフォトマスクを介して基板の表面に設けられた配向膜を露光する工程を含む、画素内に配向方位が異なる領域を2以上有する液晶表示装置の製造方法であってもよい。

40

## 【0036】

また、本発明は、第1ハーフトーン部を有する第1フォトマスクを介して配向膜の第1露光領域を露光する第1露光工程と、第2ハーフトーン部を有する第2フォトマスクを第1ハーフトーン部を介して露光された領域に対応して第2ハーフトーン部が配置されるように位置合わせした後、第2フォトマスクを介して配向膜の第1露光領域と部分的に重複する第2露光領域を露光する第2露光工程とを含む、画素内に配向方位が異なる領域を2以上有する液晶表示装置の製造方法であってもよい。

## 【0037】

50

更に、本発明は、対向する一对の基板と、上記基板間に設けられた液晶層と、少なくとも一方の基板の液晶層側の表面に設けられた配向膜とを備え、かつ画素内に配向方位が異なる領域を2以上有する液晶表示装置の製造方法であって、上記製造方法は、遮光領域内に複数の透光部が形成された第1フォトマスクを介して配向膜を露光することによって第1露光領域を形成する第1露光工程と、遮光領域内に複数の透光部が形成された第2フォトマスクを介して配向膜の第1露光領域と部分的に重複する領域を露光することによって第2露光領域を形成する第2露光工程とを含み、上記第1フォトマスク及び第2フォトマスクは、第1露光領域及び第2露光領域が重複する露光領域（オーバーラップ領域）に対応する領域にハーフトーン部を有し、上記第2露光工程は、第1露光工程において第1フォトマスクのハーフトーン部を介して露光された画素内の少なくとも一部の配向膜を第2フォトマスクを介して露光する液晶表示装置の製造方法であってもよい。

10

以下に本発明の液晶表示装置を詳述する。

#### 【0038】

本発明の液晶表示装置は、一对の対向する基板と、上記基板間に設けられた液晶層と、少なくとも一方の基板の液晶層側の表面に設けられた配向膜とを備え、かつ画素内に配向方位が異なる2以上の領域を有する。したがって、本発明の液晶表示装置は、配向分割されたマトリクス型液晶表示装置に好適であり、優れた視野角特性を有する。

#### 【0039】

本発明の液晶表示装置において、配向方位が異なる領域（ドメイン）間に発生する暗線は、位置及び幅が隣り合う画素で連続的に変化する。また、上記暗線は、表示画面の全体でこのような関係を示すことが好ましい。理想的に配向分割された液晶表示装置においては、ドメイン間に通常発生する暗線の位置及び幅は、各画素において、同一の位置及び幅を有すると考えられる。しかしながら、配向分割処理を行う場合には、通常、処理装置の精度の限界、処理条件のずれ等の原因により、暗線の位置及び幅は、各画素間において不均一となることが多い。それに対して、例えば各画素間において、暗線の位置及び幅が異なっても、本発明の液晶表示装置のように、暗線の位置及び幅が、隣り合う画素間で連続的に変化的に変化することによって、輝度は連続的に変化的に変化することになるので、表示画面上に継ぎ目が視認されることがなくなる。なお、本発明の液晶表示装置を製造する方法としては特に限定されないが、このように暗線の位置及び幅が連続的に変化的に変化することから、上記本発明の液晶表示装置の製造方法を好適に用いることができる。なお、本明細書において、暗線の位置とは、バスライン上、ブラックマトリクス上等の液晶表示パネル面内における遮光体領域（遮光体が配置された領域）を除いた液晶配向領域において、異なるドメイン間で輝度が極小値を示す位置のこととする。また、暗線の幅とは、暗線に対して略垂直方向における輝度断面曲線において最大輝度の90%となる2点間の距離のこととする。なお、暗線の位置及び幅の測定は、例えば偏光板がクロスニコルに配置された偏光顕微鏡下に液晶表示パネルを置いて、画素毎に画素写真を撮影した後、撮影した各画像の画像処理を施すことによって行うことができる。

20

30

#### 【0040】

本発明において、暗線の位置及び幅が隣り合う画素で連続的に変化的に変化するとは、隣り合う画素において、位置の変化量が5 $\mu$ m未満であり、かつ幅の変化量が3 $\mu$ m以下であることが好ましく、位置の変化量が2 $\mu$ m以下であり、かつ幅の変化量が3 $\mu$ m以下であることがより好ましい。これにより、本発明の液晶表示装置は、輝度がより連続的に変化的に変化することになるので、表示画面上に継ぎ目が視認されることをより効果的に抑制することができる。

40

#### 【0041】

上記一对の対向する基板は、上述した本発明の液晶表示装置の製造方法における基板と同様に、本発明の液晶表示装置をアクティブマトリクス型液晶表示装置とした場合には、TFTアレイ基板及びCF基板であることが好ましく、また、本発明の液晶表示装置を単マトリクス型液晶表示装置とした場合には、通常、信号電極が設けられた基板と走査電極とが設けられた基板との組み合わせである。

50

## 【 0 0 4 2 】

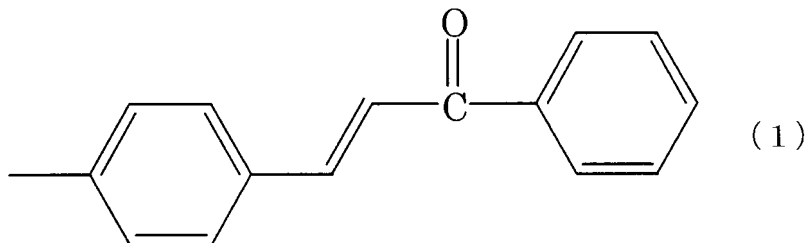
本発明において、上記配向膜は、配向規制力を発現するものであれば特に限定されず、ラビング、イオンビーム照射又はプラズマ照射により配向処理された樹脂膜、光照射により配向処理された光配向膜、斜方蒸着された  $\text{SiO}_x$  等の無機物等が挙げられが、なかでも光配向膜であることが好ましい。これにより、上記本発明の液晶表示装置の製造方法を用いて容易に本発明の液晶表示装置を製造することが可能となる。また、上記光配向膜の材料としては、光照射により配向規制力が発生し、かつ光照射の方向又は光の照射領域の移動方向に応じて配向方位が変化する材料であれば特に限定されず、感光性基を含む樹脂等が挙げられるが、なかでも、光照射により架橋反応（二量化反応を含む）、異性化反応及び光再配向からなる群より選ばれる少なくとも一つの反応又は配向を生じる材料が好ましい。すなわち、上記光配向膜は、光照射により架橋反応、異性化反応及び光再配向からなる群より選ばれる少なくとも一つの反応又は配向を生じるものであることが好ましい。これにより、光分解型の光配向膜材料に比べてプレチルト角のばらつきを効果的に抑制することができる。光照射に用いることができる光線は特に限定されないが、偏光紫外線が好適である。また、架橋反応（二量化反応を含む）、異性化反応、光再配向等を生じる配向膜材料としては特に限定されないが、4-カルコン基（下記化学式（1））、4'-カルコン基（下記化学式（2））、クマリン基（下記化学式（3））、及び、シナモイル基（下記化学式（4））等の感光性基を含むポリイミド等が挙げられる。なお、下記化学式（4）のシナモイル基におけるカルボニル基に更に酸素原子が結合したシナメート基（ $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH} = \text{CH} - \text{COO} -$ ）は、合成しやすいという利点を有している。したがって、光配向膜の材料としては、シナメート基を含むポリイミドがより好ましい。また、イオンビーム照射又はプラズマ照射により配向処理を行う場合には、マスクとしては、例えば金属からなるマスクを用いることが好ましい。

10

20

## 【 0 0 4 3 】

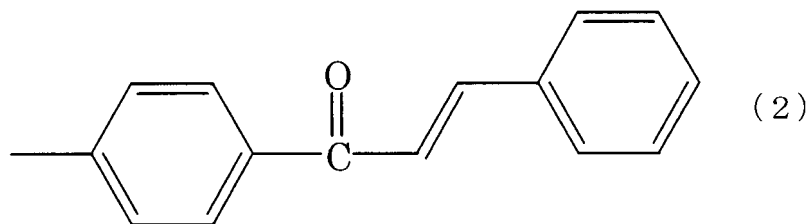
## 【化1】



30

## 【 0 0 4 4 】

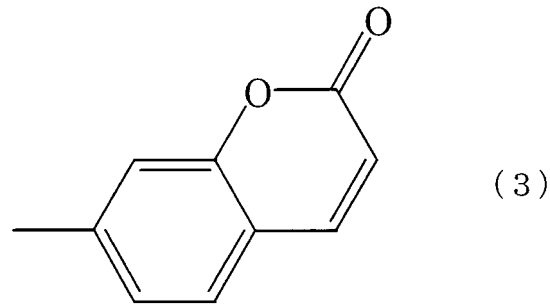
## 【化2】



40

## 【 0 0 4 5 】

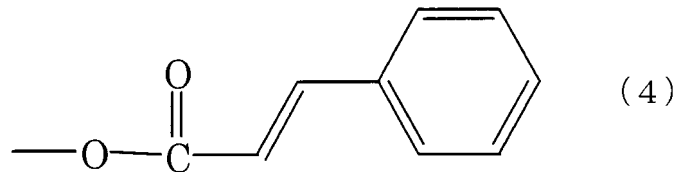
## 【化3】



【0046】

10

## 【化4】



【0047】

上記液晶層は、液晶分子を含んで構成され、液晶分子としては特に限定されず、複数の液晶材料を含んでいてもよい。液晶モードは、水平配向モード又は垂直配向モードであることが好ましい。すなわち本発明において、上記液晶層は、正の誘電率異方性を有する液晶分子を含み、上記配向膜は、両方の基板の液晶層側の表面に設けられ、かつ印加電圧が閾値未満であるときに液晶分子を配向膜表面に対して略水平に配向させるものであることが好ましく、また、上記液晶層は、負の誘電率異方性を有する液晶分子を含み、上記配向膜は、両方の基板の液晶層側の表面に設けられ、かつ印加電圧が閾値未満であるときに液晶分子を配向膜表面に対して略垂直に配向させるものであることが好ましい。

20

【0048】

上記水平配向モード又は垂直配向モードの液晶表示装置において、ドメイン数は適宜設定が可能であるが、2以上、4以下であることが好ましい。すなわち、上記水平配向モード又は垂直配向モードの液晶表示装置において、上記配向方位が異なる領域（ドメイン）は、1画素あたり2以上、4以下設けられることが好ましく、1画素あたり4設けられることが更に好ましい。これにより、製造工程の複雑化を抑制しつつ、視野角特性に優れた液晶表示装置を実現できる。ドメインが2つであると、表示画面において、例えば上下、左右のどちらかの方向は広視野角化できるが、他方の方向の視野角特性を向上させることができない。一方、ドメインを4つにすることによって、上下左右いずれの方向も広視野角化できると同時に、いずれの方向の視野角特性もほぼ同一にすることが可能となる、すなわち、対称性に優れた視野角特性を実現することが可能となる。そのため、視野角依存性のない液晶表示装置を実現できる。4つのドメインに配向分割した場合のドメインの配置形態としては特に限定されず、マトリクス状、目の字のようなストライプ状等が挙げられる。なお、ドメインを4つ以上にしても構わないが、製造プロセスが煩雑となる上、配向処理時間も長くなってしまふ。また、4ドメインの配向分割とそれ以上の配向分割との間で視野角特性には実用上、それ程違いがないことが分かっている。

30

40

【0049】

また、本発明において、液晶モードはマルチドメインTNモード又はマルチドメインVATNモードであることが好ましい。すなわち、上記水平配向モード又は垂直配向モードの液晶表示装置において、液晶表示装置は、基板を平面視したときに、一方の基板に設けられた配向膜と他方の基板に設けられた配向膜との表面近傍における配向方位が略直交することが好ましい。これにより、本発明の液晶表示装置の広視野角化が可能となる。なお、VATN (Vertical Alignment Twisted Nematic) モードとは、互いの基板で配向処理方向が直交する垂直配向膜を用いることにより、液晶分子が垂直配向され、かつツイスト構造を有するモードである。また、配向膜の表面近傍

50

における液晶分子の配向方位は、配向膜の表面における配向制御方位（配向制御方向）と同一であることが好ましい。

【0050】

本発明の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、その他の構成要素を含んでいても含んでいなくてもよく、特に限定されるものではなく、例えば暗線の一部又は全部がBM等の遮光体（遮光部材）によって覆われていてもよい。暗線の一部が遮光部材によって覆われている場合には、遮光体によって覆われていない部分の暗線の位置及び幅が連続的に繋がっていればよい。また、液晶表示装置の全画素において暗線を遮光体で完全に遮光する場合には、遮光体の位置及び幅が連続的かつ滑らかに繋がっていれば、本発明の液晶表示装置の同等の作用効果を奏することができる。このように、本発明の液晶表示装置は、一对の対向する基板と、上記基板間に設けられた液晶層と、少なくとも一方の基板の液晶層側の表面に設けられた配向膜と、少なくとも一方の基板に設けられた遮光体とを備え、かつ画素内に配向方位が異なる2以上の領域を有する液晶表示装置であって、上記遮光体は、配向方位が異なる領域間に配置され、かつその位置及び幅が隣り合う画素で連続的に変化する液晶表示装置であってもよい。なお、暗線を遮光体で完全に遮光する場合には、暗線が表示領域（画素開口部）まではみ出さないように、遮光体の幅を暗線の幅よりも太くすることが好ましい。また、遮光体を有する本発明の液晶表示装置については、上述の本発明の液晶表示装置における好適な形態を適宜適用することができる。

【発明の効果】

【0051】

本発明の液晶表示装置の製造方法によれば、画素内に2以上のドメインが形成される液晶表示装置において基板を分割して配向処理を行った場合でも、表示画面上に継ぎ目が発生するのを抑制し、歩留まりを向上することができる。したがって、60型クラスの大型の液晶表示装置であっても安定的に製造できるとともに、露光装置の小型化が可能となる。また、本発明の液晶表示装置によれば、暗線の位置及び幅が連続的に変化していることから、表示画面上に継ぎ目が発生するのを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】実施形態1の画面継ぎショットプロセスを説明するための断面模式図である。

【図2】(a)は、実施形態1の液晶表示装置の構成を示す断面模式図であり、(b)の左図は、1つの画素における第1基板であるTFTアレイ基板と第2基板であるCF基板との表面に設けられた垂直配向膜面に施した紫外線照射処理の方向と、閾値以上の電圧印加時における液晶層の中層付近の液晶分子の配向方位とを示す平面模式図であり、(b)の右図は、上側偏光板24aの偏光軸方向Pと下側偏光板24bの偏光軸方向Qとを示す平面模式図である。

【図3】(a)は、1つの画素における第1基板であるTFTアレイ基板の表面に設けられた垂直配向膜面に施した紫外線照射処理の方向を示す平面模式図であり、(b)は、1つの画素における第2基板であるCF基板の表面に設けられた垂直配向膜面に施した紫外線照射処理の方向を示す平面模式図である。

【図4】4ドメインの配向分割を実現するための紫外線照射方向を説明するための模式図であり、(a)は、TFTアレイ基板に対する紫外線照射処理方向を示す平面模式図であり、(b)は、CF基板に対する紫外線照射処理方向を示す平面模式図であり、(c)は、TFTアレイ基板又はCF基板に対する紫外線照射処理の態様を示す斜視模式図であり、(d)は、TFTアレイ基板又はCF基板に対する紫外線照射処理の態様を示す断面模式図である。

【図5】実施形態1における画面継ぎショット方法を説明するための平面模式図である。

【図6】継ぎ目消し対策を行った実施形態1の画面継ぎショット法を説明するための上面模式図と、オーバーラップ領域におけるマスクパターンを示す拡大平面模式図であり、(a)は、TFTアレイ基板に対する1stショット及び2ndショットの態様を示す上面

模式図と、TFTアレイ基板を露光するためのフォトマスクのオーバーラップ領域におけるフォトマスクパターンを示す拡大模式図とであり、(b)は、CF基板に対する1stショット及び2ndショットの態様を示す上面模式図と、CF基板を露光するためのフォトマスクのオーバーラップ領域におけるフォトマスクパターンを示す拡大模式図である。

【図7】継ぎ目消し対策を行っていない比較形態の画面継ぎショット法を説明するための上面模式図であり、(a)は、TFTアレイ基板に対する1stショット及び2ndショットの態様を示す上面模式図であり、(b)は、CF基板に対する1stショット及び2ndショットの態様を示す上面模式図である。

【図8】画面継ぎショットプロセスに用いられる継ぎ目消し対策を行っていない比較形態のフォトマスクを説明するための模式図であり、(a)はフォトマスクのパターン及び配置関係を示す平面模式図であり、(b)は、(a)に示されたフォトマスクを用いて露光された領域を示す模式図である。

【図9】画面継ぎショットプロセスに用いられる継ぎ目消し対策を行った実施形態1のフォトマスクを説明するための模式図であり、(a)はオーバーラップ領域におけるフォトマスクのパターン及び配置関係を示す平面模式図であり、(b)は、(a)に示されたフォトマスクを用いて露光された領域を示す模式図である。

【図10】画面継ぎショットプロセスに用いられる継ぎ目消し対策を行った実施形態1の別のフォトマスクを説明するための模式図であり、(a)はオーバーラップ領域におけるフォトマスクのパターン及び配置関係を示す平面模式図であり、(b)は、(a)に示されたフォトマスクを用いて露光された領域を示す模式図である。

【図11】画面継ぎショットプロセスに用いられる実施形態1のフォトマスクのオーバーラップ領域におけるパラメータを説明するための模式図である。

【図12】画面継ぎショットプロセスに用いられる実施形態2のフォトマスクのオーバーラップ領域における透光部の開口率変化を示すグラフであり、(a)は、合計照射量が最大50%となる三角関数を示すグラフであり、(b)は、合計照射量が最大100%となる三角関数を示すグラフである。

【図13】画面継ぎショットプロセスに用いられる実施形態2のフォトマスクのオーバーラップ領域における透光部の開口率変化を示す別のグラフであり、(a)は、合計照射量が最大150%となる三角関数を示すグラフであり、(b)は、合計照射量が最大200%となる三角関数を示すグラフである。

【図14】(a)は、画面継ぎショットプロセスの継ぎ目検証実験に用いた実施形態1のTFTアレイ基板用のフォトマスクを示す上面模式図であり、(b)は、3画素分(1RGB)単位を示す模式図である。

【図15】(a)は、画面継ぎショットプロセスの検証実験に用いた実施形態1のCF基板用のフォトマスクを示す上面模式図であり、(b)は、3画素分(1RGB)単位を示す模式図である。

【図16】継ぎ目検証実験に用いたパネルの印加電圧 - 透過率特性を示すグラフである。

【図17】継ぎ目検証実験において、あらかじめフォトマスクのパターンがずらされた状態で基板が露光されたパネルの1画素を説明するための平面模式図である。

【図18】継ぎ目検証実験用に試作したパネルの各露光領域と継ぎ目検証実験における観察方向とを説明するための平面模式図である。

【図19】継ぎ目検証実験において、あらかじめフォトマスクのパターンがずらされた状態で基板が露光されたパネルの継ぎ線の左右領域における画素写真である。

【図20】継ぎ目検証実験において、あらかじめフォトマスクのパターンがずらされた状態で基板が露光されたパネルの暗線の位置及び幅を説明するための輝度特性図(輝度断面曲線)である。

【図21】継ぎ目検証実験において、あらかじめフォトマスクのパターンがずらされた状態で基板が露光されたパネルの暗線の位置及び幅の解析結果を示すグラフであり、(a)は、オーバーラップ領域における暗線の位置を示し、(b)は、オーバーラップ領域における暗線の幅を示す。

10

20

30

40

50

【図22】実施形態2の画面継ぎショットプロセスの態様を説明する模式図であり、(a)は、スキャン露光装置を示す斜視模式図と、TFTアレイ基板の構成を示す平面模式図とであり、(b)は、1つの画素においてTFTアレイ基板及びCF基板の表面に設けられた垂直配向膜面に施した紫外線照射処理の方向と、閾値以上の電圧印加時における液晶層の中層付近の液晶分子の配向方位とを示す平面模式図である。

【図23】継ぎ目消し対策を行った実施形態2の画面継ぎショット法を説明するための上面模式図であり、(a)は、TFTアレイ基板に対する1stショット及び2ndショットの態様を示す上面模式図であり、(b)は、CF基板に対する1stショット及び2ndショットの態様を示す上面模式図である。

【図24】継ぎ目消し対策を行っていない比較形態の画面継ぎショット法を説明するための上面模式図であり、(a)は、TFTアレイ基板に対する1stショット及び2ndショットの態様を示す上面模式図であり、(b)は、CF基板に対する1stショット及び2ndショットの態様を示す上面模式図である。

【図25】画面継ぎショットプロセスに用いられる継ぎ目消し対策を行った実施形態2のフォトマスクパターンを説明するための平面模式図である。

【図26】継ぎ目検証実験用のフォトマスクのオーバーラップ領域における各場所での透光部の開口率を示す図である。

【図27】画面継ぎショットプロセスに用いられる継ぎ目消し対策を行った実施形態1の更に別のフォトマスクを説明するための模式図であり、(a)はオーバーラップ領域におけるフォトマスクのパターン及び配置関係を示す平面模式図であり、(b)は、(a)に示されたフォトマスクを用いて露光された領域を示す模式図である。

【図28】継ぎ目検証実験において、あらかじめフォトマスクのプロキシミティギャップが異ならされた状態で基板が露光されたパネルの暗線の位置及び幅の解析結果を示すグラフであり、(a)は、オーバーラップ領域における暗線の位置を示し、(b)は、オーバーラップ領域における暗線の幅を示す。

【図29】図25に示されたフォトマスクを用いてスキャン露光された領域を示す模式図である。

【図30】画面継ぎショットプロセスに用いられる継ぎ目消し対策を行った実施形態2のフォトマスクを説明するための模式図であり、(a)はオーバーラップ領域におけるフォトマスクのパターン及び配置関係を示す平面模式図であり、(b)は、(a)に示されたフォトマスクを用いて露光された領域を示す模式図である。

【図31】図30で示したフォトマスクのオーバーラップ領域における各透光部のサイズを説明するための透光部の平面模式図であり、(a)は、TFTアレイ基板用のフォトマスクのオーバーラップ領域における各透光部を示し、(b)は、CF基板用のフォトマスクのオーバーラップ領域における各透光部を示す。

【図32】画面継ぎショットプロセスに用いられる継ぎ目消し対策を行った実施形態2の別のフォトマスクを説明するための模式図であり、(a)はオーバーラップ領域におけるフォトマスクのパターン及び配置関係を示す平面模式図であり、(b)は、(a)に示されたフォトマスクを用いて露光された領域を示す模式図である。

【図33】画面継ぎショットプロセスに用いられる継ぎ目消し対策を行った実施形態2の更に別のフォトマスクを説明するための平面模式図であり、(a)は、TFTアレイ基板用のフォトマスクのオーバーラップ領域におけるパターンを示し、(b)は、CF基板用のフォトマスクのオーバーラップ領域におけるパターンを示す。

【発明を実施するための形態】

【0053】

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。

【0054】

(実施形態1)

本発明に係る実施形態1の液晶表示装置について、1.液晶表示装置の構成、2.露光方

10

20

30

40

50

法、3．画面継ぎショットプロセス、4．フォトマスクパターン及び5．試作パネル検証実験の順に説明する。

#### 【0055】

##### 1．液晶表示装置の構成

まず本発明に係る実施形態1の液晶表示装置の構成について説明する。本実施形態の液晶表示装置は、4ドメインVA-TNモードの液晶モードを有する。

図2(a)は、実施形態1の液晶表示装置における1画素分の構成を示す断面模式図である。図2(a)に示すように、液晶表示装置101は、対向する一对の基板である第1基板1(例えばTFTアレイ基板)及び第2基板2(例えばCF基板)と、第1基板1及び第2基板2の間に設けられた液晶層3とを有している。第1基板1の液晶層3側の表面には、液晶層3に駆動電圧を印加するための透明電極4aと、透明電極4a上の垂直配向膜5aとが設けられている。また同様に、第2基板2の液晶層3側の表面にも、液晶層3に駆動電圧を印加するための透明電極4bと、透明電極4b上の垂直配向膜5bとが設けられている。更に、第1基板1及び第2基板2上には、位相差板25及び偏光板24が基板側からこの順に配置されている。位相差板25は、設置しなくともよいが、液晶表示装置の視野角を拡大する観点から、設置することが好ましい。また、位相差板25は、片側の基板上にのみ配置してもよい。このように、液晶表示装置101は、いわゆる液晶表示パネルを含む。なお、本実施形態において、第1基板1側の偏光板を下側偏光板24bとし、第2基板2側の偏光板を上側偏光板24aとする。液晶層3は、例えば誘電率異方性が負のネマティック液晶材料(ネガ型ネマティック液晶材料)を含有し、第1基板1の液晶層3側の表面に設けられた垂直配向膜5aと、第2基板2の液晶層3側の表面に設けられた垂直配向膜5bとの間に配置されている。液晶層3内の液晶分子3aは、駆動電圧が液晶層3に印加されていないとき(電圧無印加時)には垂直配向膜5a、5bの表面に対して略垂直に配向している。実際には、液晶分子3aは、このとき、垂直配向膜5a、5bの表面に対して0.1°程度から数度程度の若干の傾き角(プレチルト角)をもって傾斜配向している。一方、液晶層3の層面に垂直な方向に駆動電圧が印加され、その駆動電圧がある閾値以上の大きさになると、この予め設定されていたプレチルト角によって、液晶分子3aは、一定の方向に傾斜する。十分な駆動電圧が印加されたときには、液晶層3の液晶分子3aは第1基板1及び第2基板2の面に対して略平行に配向する。このときに液晶分子3aが傾斜する方向は、第1基板1上に設けられた垂直配向膜5aと第2基板2上に設けられた垂直配向膜5bとの表面の配向制御方向(配向方位)によって規定されている。本実施形態の液晶表示素子101において、この垂直配向膜5a、5bの表面における配向方位は、画素サイズ及び画素ピッチに応じて設計された透光部を有するフォトマスクを用いて、各画素の所望の部分のみに基板面に対して斜め方向から紫外線処理を施すことによって規定することができる。

#### 【0056】

図2(b)は、1つの画素において第1基板であるTFTアレイ基板と第2基板であるCF基板との表面に設けられた垂直配向膜面に施した紫外線照射処理の方向と、最終的な液晶分子の配向膜表面上のプレチルト角方向及び閾値以上の電圧印加時における配向方位と、上側偏光板24aの偏光軸方向Pと下側偏光板24bの偏光軸方向Qとを示す上面模式図である。図2(b)において、液晶分子3aは特に液晶層3の中層付近(セルの中央付近)の液晶分子の傾斜方位を表している。また、第1基板であるTFTアレイ基板に施した紫外線照射方向は点線矢印で、第2基板であるCF基板に施した紫外線照射方向は実線矢印で示す。なお、図2(b)において、画素6は、8つの領域に分割されているが、配向方位としては4つであることから、本実施形態の液晶表示装置は、4ドメインということになる。図2(b)に示したように、本実施形態の液晶表示装置101は、ネガ型の液晶材料を用いていることから、液晶分子3aは、電圧印加時に90度ツイスト配向を呈し、かつ、液晶分子の傾斜方向が異なる(具体的には略90°異なる)4つのドメインに分かれて配向する。すなわち本実施形態の液晶表示装置101は、4ドメインVA-TNモードの液晶モードを有する。また、本実施形態の液晶表示装置101は、上側偏光板の偏光

10

20

30

40

50

軸方向 P と下側偏光板の偏光軸方向 Q とが、基板を平面視したときに、互いに直交する直交偏光板を用いている。したがって、電圧印加時において、下側偏光板 24 b から入射した光は、偏光軸方向 P の偏光となり、液晶層 3 において液晶分子 3 a のねじれに沿って 90 度旋光し、偏光軸方向 Q の偏光となって上側偏光板 24 a から射出することとなる。なお、本明細書において、偏光軸とは、吸収軸を意味する。また、上側偏光板 24 a の偏光軸方向 P と下側偏光板 24 b の偏光軸方向 Q とは、上記方向に特に限定されず、適宜設定すればよいが、基板を平面視したときの上側偏光板 24 a の偏光軸方向 P と下側偏光板 24 b の偏光軸方向 Q とのなす角が 90 度、すなわちクロスニコルであることが好ましい。

#### 【0057】

なお、本実施形態の液晶表示装置 101 においては、上述のように電圧印加時に基板を平面視したときの各ドメインにおける液晶分子 3 a の倒れる方向は、互いに略 90 度の角度をなしている。したがって、異なるドメインの境界においては、互いに異なる方向に倒れた液晶分子 3 a を連続的に繋ぐように、すなわち略 90 度を 2 等分するように液晶分子 3 a が配向することになる。また、図 2 ( b ) で示したように、液晶層 3 の中層付近の液晶分子 3 a の倒れる方向は、上側偏光板 24 a の偏光軸方向 P と下側偏光板 24 b の偏光軸方向 Q とに対して略 45° 異なる。その結果、異なるドメインの境界における液晶分子の配向方位は、上側偏光板 24 a の偏光軸方向 P、又は、下側偏光板 24 b の偏光軸方向 Q と略同一又は略直交する方位となる。したがって、異なるドメインの境界において、下側偏光板 24 b を透過した偏光は、液晶分子 3 a によってリターデーション ( 位相差 ) が発生されない。すなわち、下側偏光板 24 b を透過した偏光は、液晶層 3 で何ら影響を受けない。そのため、下側偏光板 24 b を透過した偏光は、上側偏光板 24 a を透過することができないため、異なるドメインの境界において輝度の低い、暗い線、すなわち暗線が発生することとなる。

#### 【0058】

4 ドメイン V A T N モードの配向分割のメリットは片側の基板をそれぞれ 2 回照射し、合計 4 回の照射で液晶分子 3 a の配向方位が互いに異なる 4 つのドメインに画素を配向分割させることが可能となるので、装置台数の削減、配向処理時間の短縮 ( タクトタイムの短縮 ) が実現できる点である。また、画素を 4 ドメインに分割させることは液晶表示素子の広視野角化の観点から好ましい形態である。なお、画素を 2 つのドメインに分割させた場合には、例えば上下、左右のどちらかの方向は広視野角化できるが、他方の方向の視野角特性は向上しない。一方、4 つのドメインに画素を分割することで上下左右、いずれの方向も広視野角化できると同時に、いずれの方向の視野角特性もほぼ同一にすることが可能となる、すなわち、対称性に優れた視野角特性を実現することが可能となる。そのため、視野角依存性のない液晶表示装置を実現することができる。また、4 つ以上にドメインを増やしても構わないが、プロセスが煩雑となる上、処理時間も長くなって好ましくない。更に、4 ドメインとそれ以上のドメインとの間で、視野角特性には実用上、それ程、違いがないことも分かっている。

#### 【0059】

本実施形態では、垂直配向型の液晶表示装置で説明しているが、水平配向型の液晶表示装置であっても同様に適用可能である。水平配向型の液晶表示装置の場合は、液晶層 3 は、誘電率異方性が正のネマティック液晶材料 ( ポジ型ネマティック液晶材料 ) を含有し、図 2 ( a ) において、垂直配向膜 5 a、5 b の代わりに第 1 基板 1 の液晶層 3 側の表面に設けられた水平配向膜 7 a と第 2 基板 2 の液晶層 3 側の表面に設けられた水平配向膜 7 b との間に配置される。

#### 【0060】

### 2. 露光方法

次に、図 3 及び図 4 を用いて、本実施形態の 4 ドメイン V A T N モードの液晶表示装置を実現するための露光方法を説明する。まず、画素ピッチのおよそ半分の幅を有する透光部と遮光部とがストライプ状に配置してあるフォトマスク 200 a を、基板に設けられたアライメントマーカを読み取って T F T アレイ基板の所望の位置にアライメントして固定

10

20

30

40

50

する。ここでフォトマスク200aとTFTアレ基板1との間には、図4(d)に示すように、ある間隔(プロキシミティギャップ8)が設けられている。この間隔は大盤のフォトマスクを使用した際に、フォトマスクが自重で撓んで、基板面に接触しないようにするために設けられているものである。そして、図3(a)及び図4(a)に示すように、Aの方向に沿って偏光紫外線を斜め方向から照射する。以後、この照射をAショットと称する。図4(c)には、偏光紫外線9の斜め方向照射の斜視模式図を示す。なお、TFTアレ基板、CF基板上には、図4(d)に示すように、偏光紫外線に対して反応して紫外線の照射方向に配向膜(図示せず)近傍の液晶分子3aにプレチルト角10が生ずるような配向膜材料(光配向膜材料)を使用した。そして、Aショットの後、図4(a)に示すように、フォトマスク200aを例えばx方向の画素ピッチPxの1/2ピッチ程、x方向に平行移動させる。その後、Bの方向に沿って偏光紫外線を斜め方向から照射する。以後、この照射をBショットと称する。次に、図3(b)及び図4(b)に示すように、CF基板用のフォトマスク200bを同様にアライメントしてAショットを施す。そして、Aショットの後、フォトマスク200bを例えばx方向と直交するy方向の画素ピッチPyの1/4ピッチ程、y方向に平行移動させる。その後、Bショットを施す。その後、通常のセル組みを行った後、液晶材料を注入してパネルを完成させると、図2(b)に示したような、ある閾値以上の電圧印加時に4ドメインに配向分割される液晶表示パネルが実現される。最後に、ドライバ搭載工程、バックライト取り付け工程等を有するモジュール製造工程を経て、本実施形態の液晶表示装置が完成される。

#### 【0061】

なお、4ドメインに配向分割を施すため、本実施形態では露光をするに当たって、TFTアレ基板をx方向の画素ピッチの1/2のピッチを有するストライプパターンが設けられたフォトマスク200aで、また、CF基板をy方向の画素ピッチの1/4のピッチを有するストライプパターンが設けられたフォトマスク200bを用いたが、これに限るものではなく、パターンは、画素のレイアウトや画素サイズ、パネルの解像度等に応じて適宜設定すればよい。また、本実施形態では4つのドメインをマトリクス状に配置したが特に限定されず、目の字のようなストライプ状であってもよいし、それ以外の配置としてもよい。他方、各ドメインの境界は、本実施形態のように、画素の境界に略平行な方向に配置されることが好ましい。

#### 【0062】

本実施形態に使用可能な材料と、本実施形態に適応可能な製造プロセスにおける条件としては以下が挙げられる。ただし、本実施形態で使用可能な材料及び条件は、必ずしも下記に限定されるものではない。また、本実施形態では必ずしも偏光を使用しなくともよく、無偏光(消光比=1:1)を使用してもよく、配向膜材料、製造プロセス等によって適宜設定すればよい。

- ・液晶材料： $n$ (複屈折) $= 0.06 \sim 0.14$ 、(誘電率異方性) $= -2.0 \sim -8.0$ 、 $T_{ni}$ (ネマチック-アイソトロピック相転移温度) $= 60 \sim 110$ を有するもの。
- ・プレチルト角： $85 \sim 89.9^\circ$
- ・セル厚： $2 \sim 5 \mu\text{m}$
- ・照射量： $0.01 \sim 5 \text{ J/cm}^2$
- ・プロキシミティギャップ： $10 \sim 250 \mu\text{m}$
- ・光源：低圧水銀ランプ、高圧水銀ランプ、重水素ランプ、メタルハライドランプ、アルゴン共鳴ランプ、キセノンランプ、エキシマーレーザ。
- ・偏光紫外線の消光比(偏光度)： $1:1 \sim 60:1$
- ・紫外線照射方向：基板面法線方向から $0 \sim 60^\circ$ 方向

#### 【0063】

### 3. 画面継ぎショットプロセス

以上、4ドメインに配向分割する方法について述べたが、基板サイズが小さい場合には、図4のような、TFTアレ基板に対する2回の照射(Aショット及びBショット)と、

C F基板に対する2回の照射(Aショット及びBショット)との合計4回の照射のみで露光処理が終了する。しかしながら、基板サイズが大きい場合、例えば昨今の大型液晶TVである60型程度以上の基板サイズとなった場合には、1度のショットで大盤基板の全領域をショット(露光)することができない。したがって、この場合、何回かに分けて基板をショットするプロセス(分割ショットプロセス、画面継ぎショットプロセス)が必須となる。そこで、図1の本実施形態における画面継ぎショットプロセスの概念図を用いて、画面継ぎショットプロセスについて説明する。

#### 【0064】

まず、図1(a)の左図に示すように、第1基板又は第2基板である大盤基板13に設けられた配向膜5の左側に対して偏光紫外線9を2回照射する(Aショット及びBショット)。以降、これらの照射を1stショットと称する。続いて、図1(a)の右図に示すように、基板、又は、光源及びフォトマスクを平行移動させ、アライメントを固定した後、今度は大盤基板13に設けられた配向膜5の右側に対して偏光紫外線9を2回照射する(Aショット及びBショット)。以降、これらの照射を2ndショットと称する。このとき、大盤基板13は、画面継ぎ目付近においてフォトマスク200を所定の距離だけ重複させた状態で露光(オーバーラップ露光)されることになる。すなわち、図1(b)に示すように、大盤基板13は、露光が重複する領域(オーバーラップ領域11)においては、2回露光されることとなる。フォトマスク200は、基本的には図4に示したような各画素を4ドメインに配向分割するためのストライプパターン(例えば画素の1/2ピッチ、1/4ピッチ程度の幅を有する透光部Sと遮光部Lとが設けられたパターン)を有しているが、オーバーラップ領域11においては、図1(c)に示すように、ハーフトーン部12を有する。このハーフトーン部12では、ストライプパターンの透光部(S)に所定のハーフトーンパターン(グラデーションパターン)が付けられており、透光部(S)の開口率が徐々に変化するようにになっている。ハーフトーンパターンの付け方は後で詳しく述べるが、できるだけ滑らかに、また、不連続ステップが生じないような付け方が好ましい。

#### 【0065】

なお、本実施形態においては、フォトマスク200にハーフトーン部を設けて、オーバーラップ露光させた画面継ぎショットプロセスを行っているが、仮にハーフトーン部を設けずに画面継ぎショットを行うと、オーバーラップ露光する、しないに関わらず、継ぎ目の境界線(継ぎ線)がくっきりと目視認識されてしまう。なぜなら、装置精度、フォトマスク精度、アライメント精度等を最大限、ミニマイズ化したとしても、分割してショットされた左右又は上下の露光領域間で照射条件を完全に一致させることは不可能であり、そして、その分割してショットされた領域間の照射条件の差が微小であったとしても、分割してショットされた領域間において不連続な条件が隣り合わせとなるためである。なお、仮に同一の露光領域内の中心付近と周辺付近とで照射条件が異なっていたとしても、この違いは同一の露光領域内で連続的に変化していることが多いため、人間の目に継ぎ線が認識されることは少ない。このように、画面継ぎショットにおける最大の課題である継ぎ目の発生を効果的に抑制することができる液晶表示装置の製造方法及び液晶表示装置を提供することが本発明の最大の目的である。

#### 【0066】

また、図1では1基板当たり、1stショットと2ndショットの2回ショットする場合を描いているが、画面継ぎショットの回数(継ぎ回数)は2回に限らず、何回でもよい。継ぎ回数を増やす場合には、マスクサイズ、光源サイズ及び装置サイズを小さくすることができるが、継ぎ目が多くなってしまいうため、継ぎ目が見えて不良となる確率が増加してしまう。一方、継ぎ回数を必要最小限に抑えると、マスクサイズ、光源サイズ及び装置サイズが巨大なものとなってしまいうため、工場内での装置占有スペースの増加、装置のコストアップ、巨大マスクにおけるパターンの不均一化という問題に繋がる。したがって、継ぎ回数は、基板のサイズ、工場内のレイアウト等に応じて適宜決定することが好ましい。表1に、既述した画素を4ドメインに配向分割を行うためのショット(Aショット及びBシ

10

20

30

40

50

ョット)と、画面継ぎショット(1stショット、2ndショット、・・・の各ショット)の違いが分かるように表にしてまとめた。

【0067】

【表1】

	各画面継ぎショット(1st, 2nd, ...)	
TFTアレイ基板	Aショット	Bショット
CF基板	Aショット	Bショット

【0068】

本実施形態においては、図5に示すように、大盤基板13の外形(細線部)に対し、1回の分割ショットで露光される領域14(太線部)が小さいため、画面継ぎショットプロセスが必須となる。露光回数は、TFTアレイ基板においては、1stショット及び2ndショットのそれぞれに対して画素を4ドメインに配向分割するためのAショットとBショットと行うので、計2×2の4ショットとなる。また、CF基板においても同様に、露光回数は、1stショット及び2ndショットのそれぞれに対して4ドメインに配向分割するためのAショットとBショットと行うので、計2×2の4ショットとなる。したがって、露光回数は、1パネル当たり合計8ショットになる。

10

【0069】

そして、本実施形態で用いたフォトマスク200は、図6に示すように、サイズが基板の半分よりも若干大きくて、フォトマスク200の両側の対向する2つの領域にハーフトーン部12が設けられている。図6(a)は、TFTアレイ基板1における1stショット及び2ndショットを示す上面模式図と、ハーフトーン部12のパターンを示す拡大模式図とであり、(b)は、CF基板2における1stショット及び2ndショットを示す上面模式図と、ハーフトーン部12のパターンを示す拡大模式図とである。図6に示すように、画面継ぎショットプロセスを行うことによって、継ぎ目の見えない液晶表示装置を実現することが可能であることが分かった。このとき、フォトマスク200に設けられた2つのハーフトーン部12のうち、1つのハーフトーン部12のみが継ぎ目付近に配置され、残りのハーフトーン部12は、基板からはみ出して配置した。なお、ハーフトーン部12の開口率は3画素(1RGB単位)毎に線形状に変化させた。また、ハーフトーン部12のパターンは、図6の拡大模式図で示すように、TFTアレイ基板1及びCF基板2ともにスリットパターンの幅が、フォトマスクの端に向かうにつれて、徐々に狭くなるパターンを使用した。一方、図7に示すように、サイズが基板のちょうど半分で、ハーフトーン部のないフォトマスク200を用いて画面継ぎショットを行った場合には、オーバーラップ露光する、しないに関わらず、基板のちょうど中央線のところが継ぎ目となって明確に見えてしまった。このように、画面継ぎショットプロセスにおいては、ハーフトーン部を有するフォトマスクを用いてオーバーラップ露光することが必須であることが分かった。

20

30

【0070】

#### 4. フォトマスクパターン

以下に、図8~10及び図27を用いて、フォトマスクのハーフトーン部の好ましいパターンの付け方について詳細に説明する。図8はオーバーラップ露光される領域がなく、かつハーフトーン部がないフォトマスクパターンを、図9はオーバーラップ露光される領域があり、かつハーフトーン部があるフォトマスクパターンを、図10はオーバーラップ露光される領域があり、かつハーフトーン部がある別のフォトマスクパターンを、図27はオーバーラップ露光される領域があり、かつハーフトーン部がある更に別のフォトマスクパターンを示している。図9、10及び27のパターンを有するフォトマスクが本発明に係るフォトマスクである。一方、図8のパターンを有するフォトマスクは、継ぎ目が見えてしまうと予測される比較形態のフォトマスクである。

40

【0071】

50

まず、図 8 を用いて、ハーフトーン部を有さないフォトマスクを用いてオーバーラップ露光をしなかった場合について説明する。図 8 ( a ) は各フォトマスクのパターン及び配置関係を示し、( b ) は、( a ) に示されたフォトマスクを用いて露光した時に露光される領域を示す。図 8 ( a ) は、マスクアライメントずれなしで正確にフォトマスクをポジショニングされた時の配置を示し、上 2 段は、1 s t ショット ( 図中 1 s t とする。 ) 時の A ショット ( 図中 A とする。 ) 及び B ショット ( 図中 B とする。 ) を示し、下 2 段は、2 n d ショット ( 図中 2 n d とする。 ) 時の A ショット ( 図中 A とする。 ) 及び B ショット ( 図中 B とする。 ) を示している。一方、図 8 ( b ) において、上段はこの正確なポジショニング時に実際に露光される領域を示している。この上段のうちの上 2 段は、1 s t ショットの A ショットする際の露光領域と、B ショットする際の露光領域とを示す。また、上段のうちの下 2 段は、2 n d ショットの A ショットする際の露光領域と、B ショットする際の露光領域とを示す。なお、A ショットの露光領域は左下がり斜線で、B ショットの露光領域は左下がり斜線格子で示す。このように、正確にフォトマスクがポジショニングされて、理想的に左右同一条件で露光された場合には、A ショットと B ショットとの境界、すなわち暗線の位置及び幅は継ぎ目の左右で全く同じになるために継ぎ目は見えることはない。しかしながら、実際には継ぎ目の左右で完璧に同一条件で照射されることは不可能であるため、このフォトマスクを用いた場合には、継ぎ目は見えることとなる。

#### 【 0 0 7 2 】

そこで、図 8 のフォトマスクのアライメントが仮にずれなかった場合を考える。装置のアライメント実用上、大盤基板及び大型マスクのアライメント精度としては、±数  $\mu\text{m}$  程度のずれは避けられない。図 8 ( b ) の下段は、アライメントずれが起こった時の露光領域の状況を表し、矢印は、暗線が発生する位置を示す。具体的には、図 8 ( b ) の下段は、1 s t ショット時に右に例えば  $5\ \mu\text{m}$  程度、2 n d ショット時に左に例えば  $5\ \mu\text{m}$  程度ずれた場合を想定している。1 画素内の縦方向に発生する暗線は、A ショットと B ショットとの境界で発生する。そのため継ぎ線の左側では暗線の位置は右方向に  $5\ \mu\text{m}$  程度、継ぎ線の右側では暗線の位置は左方向に  $5\ \mu\text{m}$  程度ずれることとなる。その結果、暗線の位置は、継ぎ線の左右で急激に変化するため、特に斜め視角から観察した時に、継ぎ目の左右において明確な輝度の差が現れ、継ぎ線が視認されることとなる。継ぎ線の左右において輝度の差が現れる原因については後で詳述するが、1 画素内にある 4 つのドメインの面積比が継ぎ目の左右で異なることに起因することが本発明者らの解析で明らかとなった。また、フォトマスクのアライメントずれ以外に継ぎ目が見えてしまう要因としては他にも考えられるが、本発明者らの検討によると、アライメント精度の誤差に由来するこのアライメントずれが最大の要因であることが判明した。そこで、本発明者らは、このようにフォトマスクのアライメントずれが生じ場合でも、暗線の位置と暗線の幅とが継ぎ目の左右で連続的に滑らかに繋ぐことができるフォトマスクパターンの設計に主眼を置いた。

#### 【 0 0 7 3 】

図 9 は、本発明者らが度重なる試行錯誤の中から見出した好ましいと予想されたフォトマスクのパターンを示している。このフォトマスクは、継ぎ目付近のオーバーラップ領域において、図 9 に示すようなハーフトーン部を有する。ハーフトーン部において、透光部 S の幅は、フォトマスクの端に向かうにつれて徐々に細くなっていくようになっており、図 9 ( a ) の各段の上部には、各透光部の開口率の値を示している。なお、このハーフトーン部は、透光部配置領域の幅を 2 等分する中心線に対して線対称となる透光部を有するハーフトーン部でもある。また、このハーフトーン部は、透光部 S の中心位置の間隔が実質的に同じであるハーフトーン部でもある。なお、各透光部の開口率の値は、図 9 に示した値の間も可能な限り細かく繋ぎ、開口率変化の関数は線形関数とした。また、ハーフトーン部において、各透光部 S は、フォトマスクの端に向かうにつれて、左右の両端から  $1\ \mu\text{m}$  ずつ、計  $2\ \mu\text{m}$  ずつ徐々に細くなっており、ハーフトーン部における透光部 S の開口率は、最終的に 0 % ( 完全遮光 ) まで連続的に変化している。なお、透光部 S の両端を  $1\ \mu\text{m}$  程度ずつ細くしたのは、フォトマスクの最小描画線幅が通常、略  $1\ \mu\text{m}$  であるためである。このように透光部 S の開口率を変化させることが継ぎ目消しに有効であると予想した

理由について述べる。図9(b)の下段には、図8(b)の下段の場合と同様に、1stショット時にマスクが右に5 $\mu$ m程度、2ndショット時にマスクが左に5 $\mu$ m程度ずれて露光された場合を示している。実際に露光される領域は、Aショットにおいては左下がり斜線で、Bショットにおいては左下がり斜線格子で示している。この場合、最も左の画素では暗線の位置は、右に5 $\mu$ m程度ずれていて、最も右の画素では暗線の位置は、左に5 $\mu$ m程度ずれていることになる。最も左の画素から右に順に見ていくと、2ndショットのBショットで露光された領域が徐々に暗線(1stショットのAショットとBショットとの境界に生じている)に近づいてきて、最も左から図9(b)中で4番目の画素では2ndショットのBショットで露光される領域の左端が暗線(1stショットのAショットとBショットとの境界に生じている)とちょうど並んでいることがわかる。更に右に見ていくと、2ndショットのBショットで露光される領域の左端は、1stショットのAショットとBショットとの境界を追い越してオーバーラップ領域の中心付近から右側では逆に左に5 $\mu$ m程度まで進出していることがわかる。また、本発明者らの検討では、光配向膜が互いに逆方向に照射された時は、後に照射した方向が優勢となり、そして、液晶分子は、後に照射された方向に配向することが分かっている。したがって、オーバーラップ領域の中央付近から右方向に向かっては、2ndショットが優勢であることから画素内で縦方向に発生する暗線は、2ndショットのAショットとBショットとの境界で発生するため、縦方向に発生する暗線は左方向に5 $\mu$ m程度ずれて位置することが図9(b)から予想される。この結果、最も左の画素から4番目の画素までの画素においては、暗線の位置は、右に5 $\mu$ m程度ずれ、一方、左から6番目の画素から右の画素においては、暗線の位置は、左に5 $\mu$ m程度ずれることとなる。他方、左から5番目の画素においては、2ndショットのAショットとBショットとの境界で暗線は発生し、暗線の位置は、左にずれることとなるが、しかしながら、2ndショット時の透光部Sの幅が狭くなっているため、暗線の位置は、5 $\mu$ mも大きくはずれない。したがって、図9のフォトマスクを用いて画面継ぎショットを行うことで、暗線の位置を、継ぎ線の左右で連続的に繋ぐことができると予想される。

#### 【0074】

図10は、好ましいと予想される別のフォトマスクのパターンを示している。このフォトマスクもまた、図10に示すように、継ぎ目付近のオーバーラップ領域において、ハーフトーン部を有する。ただし、1stショット用のフォトマスクのハーフトーン部において、透光部Sは、中心から両側に分割されるように、すなわち透光部配置領域の中心から左右両側に等しい幅で分かれるようにして徐々に細くなっている。これにより、図9のフォトマスクと同様にして、暗線の位置を、継ぎ線の左右で連続的に繋ぐことができるとともに、オーバーラップ露光される領域(2回露光される領域)をより小さくする(1stショット及び2ndショットの最大位置ずれ分だけを2回露光される領域とする)ことで、最大照射量を抑えることができる。なお、最大照射量とは、1stショット用のフォトマスクにおける透光部の開口率と、1stショット用のフォトマスクにおける透光部に対応する2ndショット用のフォトマスクにおける透光部の開口率との合計の最大値である。具体的には、図10で示したフォトマスクの左から4番目から7番目までの画素においては、1stショット時のフォトマスクの透光部の開口率と2ndショット時のフォトマスクの透光部の開口率との合計は、それぞれ140%であり、図10で示したフォトマスクにおいては、最大照射量を140%に抑えることが可能となる。なお、図9と同様に、図10(a)の各段の上部には、各透光部の開口率の値を示しており、各透光部の開口率の値は、図10に示した値の間も可能な限り細かく繋ぎ、開口率変化の関数は線形関数とした。また、1stショット時のマスクのハーフトーン部においては、各透光部Sは、フォトマスクの端に向かうにつれて、中心から両端にフォトマスクの最小描画線幅である1 $\mu$ mずつ、計2 $\mu$ mずつ徐々に細くなっており、ハーフトーン部における透光部Sの開口率は、最終的に0%(完全遮光)まで連続的に変化させた。すなわち、1stショット時のマスクのハーフトーン部においては、各透光部Sは、透光部配置領域の中心から両側に分割して形成されており、分割されたそれぞれの透光部が、フォトマスクの端に向かうにつ

10

20

30

40

50

れて、透光部配置領域の中心側から  $1\ \mu\text{m}$  ずつ徐々に細くなっている。一方、 $2\ \text{nd}$  ショット時のマスクのハーフトーン部においては、各透光部  $S$  は、図 9 と同様に、フォトマスクの端に向かうにつれて、両端から  $1\ \mu\text{m}$  ずつ徐々に細くなっている。

#### 【 0 0 7 5 】

図 27 は、好ましいと予想される更に別のフォトマスクのパターンを示している。このフォトマスクは、図 27 に示すように、図 10 と同様のパターンに加えて、更にハーフトーン部の端側の領域に、透光部の長さが徐々に短くなっているパターンを有する。これにより、ハーフトーン部の端の開口率変化をより滑らかに変化させることができるので、図 9 及び図 10 のフォトマスクと同様にして、暗線の位置を、継ぎ線の左右でより連続的に繋ぐことができる。また、ハーフトーン部の端部付近において、オーバーラップ露光される領域（2 回露光される領域）を更に小さくすることができる。なお、図 9 及び図 10 と同様に、図 27 ( a ) の各段の上部には、各透光部の開口率の値を示しており、図 27 に示した値の間も可能な限り細かく繋ぎ、開口率変化の関数は、透光部の長さが短くない領域においては線形関数とし、透光部の長さが短くなっている領域においては透光部の長さが  $1/2$  倍ずつ変化する指数関数とした。なお、透光部の長さが短くなっている領域において、透光部の長さの変化は、三角関数であってもよい。一方、透光部の長さが短くない領域におけるハーフトーンの付け方は、図 10 のフォトマスクと同様とした。

#### 【 0 0 7 6 】

なお、図 9 及び図 10 に示したフォトマスクのハーフトーン部における透光部の開口率変化の関数は三角関数としてもよい。これにより、ハーフトーン部の両端での開口率変化の微分係数を実質的にゼロとし、線形関数よりも更に滑らかに暗線の位置を繋ぐことができる。その結果、継ぎ目が視認されることによる不良発生をより一層抑制できる。用いる三角関数としては特に限定されないが、例えば、実施形態 2 で述べる式 ( 1 ) ~ ( 4 ) 等が好適である。

#### 【 0 0 7 7 】

##### 5 . 試作パネル検証実験

次に、図 9 で示したパターンを有するフォトマスクを用いて実際のパネルを試作し、検証実験を行った結果を示す。図 14 ( a ) 及び図 15 ( a ) は、本検証実験で使用したフォトマスク 300、301、302、303 の外観を示す上面模式図である。図 14 ( a ) は T F T アレイ基板用のフォトマスク 300、301 を、図 15 ( a ) は C F 基板用のフォトマスク 302、303 を示している。本検証実験では、7 型サイズの基板を使用して画面継ぎショットの実験を試みた。図 14 ( a ) 及び図 15 ( a ) に示すように、 $1\ \text{st}$  ショットでは基板の左側に対する露光を、 $2\ \text{nd}$  ショットでは基板の右側に対する露光を行った。上段 ( L I N E \_ \_ A ) は本実施形態のフォトマスクの思想を盛り込んだ、オーバーラップ領域 11 及びハーフトーン部 12 を有するマスク部であり、下段 ( L I N E \_ \_ B ) は比較サンプルとして、オーバーラップ領域 11 及びハーフトーン部 12 のないマスク部である。遮光領域 21 以外は、基本的に図 4 に示したような 4 ドメインの配向分割を行うためのストライプパターンが設置されている。T F T アレイ基板露光用マスク 300、301 は画素の  $1/2$  ピッチの幅を有する透光部  $S$  と遮光部  $L$  とから構成される縦方向のストライプパターンを有しており、C F 基板露光用マスク 302、303 は画素の  $1/4$  ピッチの幅を有する透光部  $S$  と遮光部  $L$  とから構成される横方向のストライプパターンを有している。そして、フォトマスク 300、301 のハーフトーン部 12 においては、縦方向の透光部  $S$  が 1 画素の  $1/2$  ピッチを有するのではなく、その幅が徐々に細くなるという図 9 で示した思想を取り入れたパターンを用いてハーフトーン ( グラデーション ) が付けられている。一方、フォトマスク 302、303 のハーフトーン部においては、横方向の透光部  $S$  が 1 画素の  $1/4$  ピッチを有するのではなく、その幅が徐々に細くなるという図 6 ( b ) の思想を取り入れたパターンを用いてハーフトーン ( グラデーション ) が付けられている。なお、本検証実験で使用した 7 型パネルの 1 画素のサイズは、縦  $362.5\ \mu\text{m}$  で横  $107\ \mu\text{m}$  であった。また、フォトマスク 300、301 のハーフトーン部に

10

20

30

40

50

おける透光部 S は、図 14 (b) 及び図 15 (b) に示すように、3 画素分 (1 RGB) 単位、つまり、 $321 \mu\text{m}$  ピッチ内で同一の開口率となるようにした。すなわち、3 画素分 (1 RGB) 毎に透光部 S の開口率を変化させた。そして、ハーフトーン部 12 においては、両側から最小グリッド幅として  $1.07 \mu\text{m}$  ずつその幅が細くなるように遮光部 S を描画していった。このようにして遮光部 S を描画すると、結果として 2% ステップでハーフトーン部における遮光部 S の開口率を変化させることができる。本検証実験ではフォトマスク 300、301 のハーフトーン部における遮光部 S の開口率を線形関数的に変化させた。これにより、非常に滑らかな開口率の変化が実現できた。一方、フォトマスク 302、303 のハーフトーン部における透光部 S は、1 画素分単位、つまり、 $362.5 \mu\text{m}$  ピッチ内で同一の開口率となるようにした。すなわち、3 画素分 (1 RGB) 毎に透光部 S の開口率を変化させた。そして、ハーフトーン部においては、両側から最小グリッド幅として  $1.8125 \mu\text{m}$  ずつその幅が細くなるように遮光部 S を描画していった。このようにして遮光部 S を描画すると、結果として 2% ステップでハーフトーン部における遮光部 S の開口率を変化させることができる。本検証実験ではフォトマスク 302、303 のハーフトーン部における遮光部 S の開口率を線形関数的に変化させた。これにより、非常に滑らかな開口率の変化が実現できた。

#### 【0078】

ハーフトーン部における遮光部 S の開口率の変化率としては、現状では、上述したように、本検証実験で使用した 7 型パネルの画素サイズでは 2% 程度が限界であるが、変化率の値としては特に 2% に限定されず、適宜設定することができる。しかしながら、液晶表示装置の作製コストを比較的安価に納めようとする、マスクの描画は、描画装置として比較的汎用である装置を使用して行わなければならない。そして、この場合、半導体プロセスにおける超微細加工フォトリソグラフィプロセスよりは精度の粗いプロセスによってマスクの描画は処理されることとなるため、自ずと描画できる最小線幅に限界が生じることとなる。この限界の最小線幅は、通常、略  $1 \mu\text{m}$  程度であり、サブマイクロサイズの線幅によりマスクを描画し、更にマスクの作製コストを安価に抑えることは困難である。そこで、本発明者らは量産時のマスクコストも念頭に置き、 $1 \mu\text{m}$  程度の最小線幅で得られる 2% というステップ (変化率) で継ぎ目を消すことができないものか鋭意検討を行った次第である。図 26 は、フォトマスク 300、301、302、303 における、ハーフトーン部での各位置毎の開口率の一覧表である。なお、図 26 において、HT 区間はハーフトーン部を示す。

#### 【0079】

LINE\_\_A は本発明者らが最適パターンと予想した、図 6 及び 9 に示した思想を取り入れたハーフトーン部がある列であり、LINE\_\_B は図 8 示したハーフトーン部なしでマスクの継ぎ目が見えるであろうという、比較のために設置した列である。液晶表示パネルの作製に当たって使用する各材料と製造プロセスにおける条件とは既述したものの中から適宜設定すればよいが、本検証実験において、液晶材料、プレチルト角、セル厚、プロキシミティギャップ及び紫外線光源については、以下に示す材料及び条件とした。

- ・液晶材料：MLC6609 (商品名 メルク (株) 製)、 $n = 0.077$ 、 $\theta = 3.7$ 、 $T_{ni} = 80$ 。
- ・プレチルト角： $89.0^\circ$
- ・セル厚： $3.5 \mu\text{m}$
- ・プロキシミティギャップ： $150 \mu\text{m}$
- ・光源：低圧水銀ランプの偏光紫外線。使用波長範囲は、 $260 \text{nm}$  以上。
- ・偏光紫外線の消光比 (偏光度)： $9:1$

#### 【0080】

そして作製したパネルを一旦、液晶材料の  $T_{ni}$  点より高い温度で 30 分程、アニール処理を施した後、常温に戻した。この状態で、偏光板クロスニコル下に配置して、その間にパネルを挟んでライトテーブル上でパネルを観察した。その結果、光漏れは全くなく、液晶分子は基板法線方向に対してほぼ垂直に配向していることが確認された。そして次に 3

10

20

30

40

50

0 Hz の矩形波電圧をパネルに印加して、電圧印加時の画面の見え方を観察した。観察に当たっては、パネルを平面視したときに上下基板に対する紫外線の照射方位がそれぞれの基板に隣接する偏光板の吸収軸方位に合致するように、パネル及び偏光板を配置した。

#### 【0081】

図16に本検証実験のパネルのV(印加電圧) - T(透過率)特性の実測結果を示す。図16において縦軸は、7Vの印加電圧時における透過光の強度を100としたときの各電圧印加時の透過率(%)である。このパネルでは約2.5V付近から液晶分子が立ち上がり始める(傾斜し始める)ことによって透過率が上昇し始めた。この閾値2.5Vをやや超えた程度の電圧近辺でパネルを観察したところ、ハーフトーン部が設けられていないLINE\_\_Bを介して露光された領域(以下、「LINE\_\_B領域」という。)では画面の継ぎ目がはっきりと目視で確認できた。更に電圧を上げていくと、液晶分子が更に倒れて透過率が上昇し、継ぎ目の右も左も明るい表示となった。このとき、LINE\_\_B領域では依然として継ぎ目が見えてはいるが、見え方としては閾値を若干超えた電圧レンジほど継ぎ目の見え方は強くはなかった。したがって、以下では継ぎ目の観察に当たっては最も継ぎ目が強く見える印象が得られた電圧レンジに含まれる、2.84Vの電圧を印加してパネルの観察を行った。7V印加時を白表示電圧の255階調目と設定すると、2.84Vは、このパネルにおいては96階調目、透過率で約12%に相当する。一方、最適パターンと予想したLINE\_\_Aを介して露光された領域(以下、「LINE\_\_A領域」という。)においては、LINE\_\_B領域で見られたような継ぎ目は全く観察されず、本実施形態のパターンを有するフォトマスクを用いて光配向膜を露光することによって、継ぎ目を完全に消せることを実際のパネルで確認することができた。

10

20

#### 【0082】

ここで、本発明者らはこのLINE\_\_B領域において見られた継ぎ目が発生する原因について考察を行った。その結果、継ぎ目の左右での、照射量、偏光軸方向、プロキシミティギャップ、消光比等の露光条件の違いももちろん継ぎ目が視認される要因となるが、最も大きな要因は、継ぎ目の左右におけるマスクのアライメント精度の違いであることが判明した。1stショット(左ショット)時のマスクと、2ndショット(右ショット)時のマスクとを完璧に正確な位置に合わせることは実際には困難であった。また、特に基板サイズが大きくなればなる程、実際の露光装置の精度は悪くなることが予想された。更に、マスクのアライメント精度の実力値(誤差範囲)は、 $\pm 2 \mu\text{m} \sim \pm 6 \mu\text{m}$ 程度であることが分かった。そして、継ぎ目は、以下に示す要因によって視認されることが判明した。すなわち、マスクのアライメントが継ぎ目の左右でずれると、画素内における4つのドメインの面積比が互いに異なることとなる。例えば図17に図示するように、TF T基板側において、1stショット時にマスクが右にずれた状態でアライメントされ、また、2ndショット時にマスクが左にずれた状態でアライメントされたまま基板が照射された場合である。このような場合、正面方向における光学特性への影響は理論上ない。しかしながら、斜めからパネルを見たときには、面積比が互いに異なる4つのドメイン(継ぎ線に対して左側の領域におけるドメインL1~L4、及び、継ぎ線に対して右側の領域におけるドメインR1~R4と)を平均化して見ることになる。したがって、継ぎ目の左右で光学特性が大きく異なることになる。これが継ぎ目の見える最大の要因と考えられる。

30

40

#### 【0083】

そこで本発明者らは図17に示すように、マスクのアライメントをわざと予めずらした状態で基板が照射されたパネルを作製した。具体的には、図17に示すように、1stショット時にはマスクを右方向に $6 \mu\text{m}$ ずらしてTF T基板を照射し、2ndショット時にはマスクを左方向に $6 \mu\text{m}$ ずらしてTF T基板を照射することによってパネルを作製した。なお、話を簡略化するためにCF基板はマスクをずらさずに照射した。この場合、1stショットにおけるAショットとBショットとは共に右方向に $6 \mu\text{m}$ 程ずれ、2ndショットにおけるAショットとBショットとは共に逆に左方向に $6 \mu\text{m}$ 程ずれることになる。

#### 【0084】

このように、マスクのアライメントがずらされた状態でTF T基板が露光されたパネルの

50

目視観察の結果を表2に示す。観察時の印加電圧は既に述べたように、2.84V(96階調目)とし、観察時の周波数は30Hzとした。なお、観察は、図18に示すように、オーバーラップ領域11と、継ぎ線20よりも右側である継ぎ線右領域18と、継ぎ線20よりも左側である継ぎ線左領域19とに対して、上方向、下方向、左方向、右方向、左上方向及び右下方向から行った。なお、継ぎ線右領域18では、LINE\_\_A領域 $R_A$ に位置する領域とLINE\_\_B領域に位置する領域 $R_B$ とについて観察を行い、また、継ぎ線左領域19では、LINE\_\_A領域に位置する領域 $L_A$ とLINE\_\_B領域に位置する領域 $L_B$ とについて観察を行った。まず、LINE\_\_B領域においては、ほんのわずかでも正面方向から視角を倒すと継ぎ線の左右の領域の明るさが不連続に異なって見え、継ぎ目が明確に見えた。特に上方向からパネルを観察すると継ぎ線の左の領域 $L_B$ の方が継ぎ線の右の領域 $R_B$ よりも明るく見えた。逆に下方向からパネルを観察すると領域 $R_B$ の方が領域 $L_B$ よりも明るく見えた。そしてその結果、領域 $L_B$ と領域 $R_B$ の間は明るさが不連続的に繋がっており、継ぎ目は目視で明確に認識された。一方、本実施形態のハーフトーンパターンを用いて露光したLINE\_\_A領域においては、継ぎ目は見えなかった。継ぎ線の左から右にかけて又は右から左にかけて画面は滑らかに繋がっているように見えた。また、上方向からパネルを観察すると領域 $L_A$ の方が領域 $R_A$ よりも明るく見えた。また、下方向からパネルを観察すると逆に領域 $R_A$ の方が領域 $L_A$ よりも明るく見えたが、しかしながら、その間は明るさが連続的に繋がって見え、そして、継ぎ目は目視で認識されなかった。なお、領域 $L_A$ 及び領域 $L_B$ の間と、領域 $R_A$ 及び領域 $R_B$ の間とは、それぞれ輝度差はなかった。

【0085】

【表2】

目視観察結果 (特に継ぎ目の見え方について)	
LINE__A	<ul style="list-style-type: none"> <li>継ぎ目は見えない。継ぎ線の左右が滑らかに繋がっているように見えた。</li> <li>上方向及び左上方向から観察すると、領域<math>L_A</math>の方が領域<math>R_A</math>より明るく見え、下方向及び右下方向から観察すると、逆に領域<math>R_A</math>の方が領域<math>L_A</math>より明るく見えた。</li> <li>しかし、領域<math>L_A</math>及び領域<math>R_A</math>間は明るさが連続的に繋がって見え、継ぎ目は目視においては認識されなかった。</li> </ul>
LINE__B	<ul style="list-style-type: none"> <li>継ぎ線の左右で明るさが不連続に異なっており、継ぎ目が明確に見えた。</li> <li>上方向及び左上方向から観察すると、領域<math>L_B</math>の方が領域<math>R_B</math>より明るく見え、下方向及び右下方向から観察すると、逆に領域<math>R_B</math>の方が領域<math>L_B</math>より明るく見えた。</li> <li>そして、領域<math>L_B</math>及び領域<math>R_B</math>間は明るさが不連続に繋がっており、継ぎ目は目視において明確に認識された。</li> </ul>
備考欄	領域 $L_A$ 及び領域 $L_B$ の間と、領域 $R_A$ 及び領域 $R_B$ の間とにおいて見え方の違いはなかった。

【0086】

このように本実施形態の液晶表示装置においては、画面継ぎショット時に継ぎ目の左右でマスクアライメントが互いに逆方向にずれたとしても、ハーフトーン部を有するフォトマスクを用いて基板を露光することによって、継ぎ目付近における画面の明るさの不連続性を連続化することが可能であった。その結果、継ぎ目を消すことが可能となり、大盤基板の画面継ぎショットに好適な液晶表示装置の製造方法及び液晶表示装置が本発明者らによ

って提供することができた。また、マスクのアライメントずれが最大の継ぎ目発生の要因であると述べた。他方、それ以外の継ぎ目の左右での露光条件の違いである、照射量ずれ、紫外線の偏光軸方向ずれ、プロキシミティギャップずれ、消光比ずれ等に関しては、マスクのアライメントずれほど、継ぎ目の発生には繋がらなかった。また、仮にこれらのマスクのアライメントずれ以外のずれが全て重なった状態で露光工程が行われたとしても、これらのずれに起因する継ぎ目の発生頻度は、マスクのアライメントずれに起因する継ぎ目の発生頻度よりも小さいことを本発明者らは確認した。更に、マスクのアライメントずれ以外のずれが全て重なった状態で露光工程が行われた場合でも、本実施形態の画面継ぎショットプロセスを用いることによって、アライメントずれの場合と同様、継ぎ目を完全に消すことができることが分かった。

10

## 【0087】

以上までで本実施形態の液晶表示装置の効果を目視、実測、理論及び考察面で実証した。そして、最後に本実施形態の液晶表示装置において継ぎ目が見えなくなったことを画素内の暗線の位置及び幅のデータから示すことを試みた。まず、図19に上述の検証実験で用いたパネルの領域 $L_A$  (領域 $L_B$ )の画素26と領域 $R_A$  (領域 $R_B$ )の画素27との写真を示す。領域 $L_A$  (領域 $L_B$ )では予めマスクを右方向にずらして基板を露光しているため縦方向に発生する暗線は右に寄っている。一方、領域 $R_A$  (領域 $R_B$ )では予めマスクを左方向にずらして基板を露光しているため縦方向に発生する暗線は左に寄っている。本検証実験における暗線の位置は、横方向(図19のA1-A2線上)において左側のBMエッジを原点として、図20に示すように、暗線部分において輝度が極小となる位置とする。すなわち、横方向(図19のA1-A2線方向)における左側のBMエッジから輝度が極小となる部分までの距離を暗線の位置とする。また、本検証実験における暗線の幅は、同様に横方向(図19のA1-A2線上)において、図20の輝度断面曲線に示すように、最大輝度の90%となる位置間の長さとする。そして、偏光板がクロスニコルに配置された偏光顕微鏡下にパネルを置いて画素毎に画素写真を撮影し、更に、撮影した各画像に画像処理を施して暗線の位置及び幅の測長を行った結果を図21に示す。図21(a)及び(b)には、図19のA1-A2線における暗線の位置及び幅の測長を行った結果を示す。図21(a)から分かるとおり、LINE\_\_B領域では継ぎ線の左右において、急激に暗線の位置が変化しているが、LINE\_\_A領域では継ぎ線の左右において滑らかに暗線の位置が変化していることがわかった。また、暗線の幅についてはLINE\_\_B領域では継ぎ線付近において暗線の位置ほどではないがやはり不連続的に変化しているのに対し、LINE\_\_A領域ではオーバーラップ領域の中央で若干暗線の幅が太くはなっているものの、滑らか、かつ連続的に変化していることがわかった。

20

30

## 【0088】

次に、本実施形態のフォトリソマスクを用いた継ぎ露光方法は暗線の幅が継ぎ線の左右で不連続になった場合にも有効であることを更に証明するため、予めプロキシミティギャップを継ぎ線の左右で異ならせた状態で基板を露光することによってパネルを作製した。プロキシミティギャップが異なると、フォトリソマスクを通過する光のボケ度合いが異なって、暗線の幅が異なることになる。プロキシミティギャップが小さくなる程、基板とフォトリソマスクとがより密着した露光に近づくので暗線の幅はより小さい値となる。プロキシミティギャップ以外のパネル作製条件は試作パネルの検証実験と同じとした。またここでは、上記検証実験に用いたフォトリソマスクと同様のフォトリソマスクを用いてパネルの作製と暗線の位置及び幅の測定とを行った。なお、今回の検証実験では、TF Tアレイ基板及びCF基板ともにフォトリソマスクを左右にずらさずに基板を照射した。ただし、TF Tアレイ基板については、領域 $L_A$  (領域 $L_B$ )のショット時のプロキシミティギャップを $50\mu\text{m}$ とし、一方、領域 $R_A$  (領域 $R_B$ )のショット時のプロキシミティギャップを $250\mu\text{m}$ として照射した。図21と同様に暗線の位置及び幅の測長を行った結果を図28(a)及び(b)に示す。図28(b)から分かるとおり、LINE\_\_B領域では継ぎ線の左右において、急激に暗線の幅が変化しているが、LINE\_\_A領域では継ぎ線の左右間を滑らかに暗線の幅が変化していることがわかった。また、暗線の位置についてはLINE\_\_B領域では継

40

50

ぎ線付近において暗線の幅ほどではないがやはり不連続的に変化しているのに対し、LINE\_\_A領域では滑らか、かつ連続的に変化していることがわかった。

【0089】

目視において継ぎ目が見えるのは、このように暗線の位置及び幅が継ぎ線の左右で不連続に変化していることに起因している。しかしながら、本実施形態の液晶表示装置のように、最適なハーフトーンパターンを有するフォトマスクを用いてオーバーラップ露光を行うことで、暗線の位置及び幅を継ぎ線の左右で連続的に滑らかに繋ぐことが可能となる。その結果、目視上、視角を倒しても継ぎ目の見えない大型液晶テレビを製造することができる製造プロセスとして好適な画面継ぎショットが実現できる。したがって、本発明の効果は非常に大きい。

10

【0090】

ここで、表3及び表4を用いて、暗線の位置及び幅の変化量と継ぎ目の視認との関係について説明する。表3は、検証実験により得られたパネルにおいて、隣り合う画素間における暗線の位置の最大の変化量(差の最大値)と、目視観察結果とを示す表である。なお、暗線の位置の最大の変化量は、具体的には、図21(a)及び28(a)で示した暗線の位置の値を用いて隣接する値同士の差の絶対値を算出することによって求めた。また、表4は、検証実験により得られたパネルにおいて、隣り合う画素間における暗線の幅の変化量(差の最大値)と、目視観察結果とを示す表である。なお、暗線の幅の最大の変化量は、具体的には、図21(b)及び28(b)で示した暗線の幅の値を用いて隣接する値同士の差の絶対値を算出することによって求めた。まず、暗線の位置については、図21(a)のLINE\_\_A領域における暗線の位置の差の最大値は1.511 $\mu\text{m}$ であり、このとき継ぎ目は全く見えないことが分かった。また、図21(b)のLINE\_\_B領域における暗線の位置の差の最大値は12.95 $\mu\text{m}$ であり、このとき継ぎ目ははっきり見ることが分かった。更に、図28(a)のLINE\_\_A領域における暗線の位置の差の最大値は1.522 $\mu\text{m}$ であり、このとき継ぎ目は全く見えないことが分かった。また、図28(b)のLINE\_\_B領域における暗線の位置の差の最大値は4.348 $\mu\text{m}$ であり、このとき継ぎ目はほとんど見えないことが分かった。次に、暗線の幅については、図21(a)のLINE\_\_A領域における暗線の幅の差の最大値は2.158 $\mu\text{m}$ であり、このとき継ぎ目は全く見えないことが分かった。また、図21(b)のLINE\_\_B領域における暗線の位置の差の最大値は1.727 $\mu\text{m}$ であり、このとき継ぎ目は全く見えないことが分かった。更に、図28(a)のLINE\_\_A領域における暗線の幅の差の最大値は2.826 $\mu\text{m}$ であり、このとき継ぎ目は全く見えないことが分かった。また、図28(b)のLINE\_\_B領域における暗線の幅の差の最大値は7.826 $\mu\text{m}$ であり、このとき継ぎ目は見ることが分かった。これらの結果より、継ぎ目が視認されない、すなわち暗線の位置及び幅が隣り合う画素で連続的に変化するためには、隣り合う画素間において暗線の位置の変化量が5 $\mu\text{m}$ 未満であり、かつ幅の変化量が3 $\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、位置の変化量が2 $\mu\text{m}$ 以下であり、かつ幅の変化量が3 $\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましいがわかった。

20

30

【0091】

【表3】

40

		隣り合う画素における暗線の位置の差の最大値 ( $\mu\text{m}$ )	目視観察結果
図21(a)	LINE__A	1.511	継ぎ線は全く見えない
	LINE__B	12.95	継ぎ線がはっきり見える
図28(a)	LINE__A	1.522	継ぎ線は全く見えない
	LINE__B	4.348	継ぎ線はほとんど見えない

【0092】

【表 4】

		隣り合う画素における暗線の幅の差の最大値 ( $\mu\text{m}$ )	目視観察結果
図 2 1 (b)	L I N E _ A	2. 1 5 8	継ぎ線は全く見えない
	L I N E _ B	1. 7 2 7	継ぎ線は全く見えない
図 2 8 (b)	L I N E _ A	2. 8 2 6	継ぎ線は全く見えない
	L I N E _ B	7. 8 2 6	継ぎ線が見える

## 【 0 0 9 3 】

なお、以上では画素内において縦方向及び横方向の暗線の全部がむき出しになっている構成の液晶表示装置を用いて説明したが、暗線が B M 等の遮光体に部分的に隠れている構成であってもよい。その場合には遮光体に隠れていない部分の暗線の位置及び幅が連続的に繋がっていればよい。また、液晶表示装置の全画素において縦方向及び横方向の暗線を B M 等の遮光体で完全に遮光する場合は、遮光体の位置及び幅が連続的かつ滑らかに繋がっていれば、本実施形態の液晶表示装置と同等の作用効果を奏することができる。なお、暗線を遮光体で完全に遮光する場合には、暗線が表示領域（画素開口部）まではみ出さないように、遮光体の幅を暗線の幅よりも太くすることが好ましい。

## 【 0 0 9 4 】

（実施形態 2）

次に、本発明に係る実施形態 2 の液晶表示装置について説明する。

図 2 2 は、本実施形態の画面継ぎショットプロセスを示す模式図である。このプロセスの場合、図 2 2 ( a ) に示すように、光源 1 5 とフォトマスク 2 0 0 とが一体となって移動されるか、又は、光源 1 5 とフォトマスク 2 0 0 とが固定されたまま基板 1 6 が移動するというスキャン露光を採用している。図 2 2 ( a ) は、後者の基板が移動する場合を示しており、基板 1 6 としては T F T アレイ基板を示した。フォトマスク 2 0 0 の脇には画像検出用カメラ 1 7 が備え付けられており、基板 1 6 のバスライン 2 2、B M 等を読み取り、かつ追従するように基板 1 6 を移動させることができる。この画面継ぎショットプロセスのメリットとしては、露光装置が小型化できること、露光装置のコストが下がること、フォトマスクが小さくて済むためマスク自体の精度が高いものを用いることができること等が挙げられる。また、スキャン露光は、基板面内における照射量の安定性に優れているため、配向方位、プレチルト角等の配向膜の特性がばらつくことを効果的に抑制することができる。その反面、画面を継ぐ箇所が多くなるため、継ぎ目が視認されることに起因する不良が発生して歩留まりが低下するリスクがある。

## 【 0 0 9 5 】

図 2 3 は、基板を固定した状態で、光源とフォトマスクとを一体的に移動させながら露光を行う場合の、本実施形態の画面継ぎショットプロセスを示す上面模式図である。本実施形態では、フォトマスク 2 0 0 にはオーバーラップ領域を設けて、そこにハーフトーン部 1 2（グラデーションパターン）を仕込んである。なお、光源及びフォトマスクの移動速度は適宜設定でき、例えば  $6\text{ cm / sec}$  とすることができる。まず、T F T アレイ基板 1 の照射を例にとって説明すると、図 2 3 ( a ) に示すように、フォトマスク 2 0 0 を 1 s t ショットを行う所定の位置に移動させる。そして + y 方向に光源及びフォトマスクのセット（以下ヘッドと称する）を移動させながら A ショットを行う。ヘッドを移動させながら T F T アレイ基板 1 の上端まで A ショットを行った後、x 方向の画素ピッチの  $1 / 2$  だけフォトマスク 2 0 0 を + x 方向に移動させて、今度は - y 方向にヘッドを移動させながら B ショットを行う。次にヘッドを 2 n d ショットを行う位置まで - x 方向に移動させた後、+ y 方向にヘッドを移動させながら A ショットを行う。ヘッドを移動させながら T F T アレイ基板 1 の上端まで A ショットを行った後、x 方向の画素ピッチの  $1 / 2$  だけフォトマスク 2 0 0 を + x 方向に移動させて、今度は - y 方向にヘッドを移動させながら B ショットを行う。そして、最終的に基板の全ての領域が露光されるまでこのスキャン露光

10

20

30

40

50

のサイクルを繰り返し行う。CF基板2についても、図23(b)に示すように、同様の露光を行う。そして、通常のセル組みを行った後に、液晶材料を注入してパネルを完成させると、ある閾値以上の電圧印加時には図22(b)に示すように液晶分子3aが配向する4ドメインの配向分割が実現される。すなわち、液晶層の中層付近に位置する液晶分子3aは、電圧印加時にパネルを平面視すると、TFTE基板1の露光時のスキャン方向A、Bと、CF基板2の露光時のスキャン方向A、Bとに対して略45°方向に配向する。なお、本実施形態において、1stショット及び2ndショットと、Aショット及びBショットとの順序は上記に限られず、適宜決定してよい。他方、図24に示すように、オーバーラップ領域及びハーフトーン部を有さないフォトマスクを用いてスキャン露光を行った場合は、暗線の位置及び幅の不連続性に起因する継ぎ目が視認されてしまう。

10

## 【0096】

次に、本実施形態におけるフォトマスク200のハーフトーンの付け方について説明する。本実施形態におけるフォトマスク200は、基本的には図4に示したように、各画素を4ドメインの配向分割を行うためのストライプパターン（例えば画素の1/2ピッチ、1/4ピッチ程度の幅を有する透光部Sと遮光部Lとが設けられたパターン）を有するとともに、継ぎ目付近では所定の距離だけオーバーラップ領域が設けられている。そして継ぎ目付近のオーバーラップ領域には、ストライプパターンの透光部Sに所定のグラデーションが付けられたハーフトーン部が設けられている。更に、ハーフトーン部における透光部Sの開口率は、徐々に変化している。したがって、実施形態1で説明したフォトマスクと同様のパターンを有するフォトマスク、具体的には図9、図10及び図27で示したパター

ンを有するフォトマスクが本実施形態においても利用可能である。本実施形態の画面継ぎショットプロセスにおける他のメリットとして、オーバーラップ露光された領域（複数のフォトマスクを介して2回以上露光された領域）の合計照射量のコントロールが容易であることが挙げられる。オーバーラップ領域11において合計照射量をあまり上げたくない場合には、具体的には図25に示すように、オーバーラップ領域11において透光部Sの長さを徐々に短くすればよい。これにより、合計照射量を容易にコントロールすることができる。また、本実施形態におけるフォトマスク200のオーバーラップ領域における透光部の長さyの関数は、実施形態1で説明したように線形関数としてもよいが、三角関数とすることがより好ましい。用いる三角関数としては特に限定されないが、例えば、1stショットにおいて、 $0 < x < 45$  のとき、透光部の長さ  $y = 100$  (%) であり、 $x = 45$  のとき、透光部の長さyが下記式(1)を満たし、かつ2ndショットにおいて、 $45 < x < 90$  のとき、透光部の長さy = 100 (%) であり、 $x = 90$  のとき、透光部の長さyが下記式(2)を満たす関数、上記関数における式(1)を下記式(3)とし、式(2)を下記式(4)とした関数等が好適である。ここで、xは、図11に示すように、オーバーラップ領域の位置(mm)を示し、xは、オーバーラップ領域におけるハーフトーン部でない領域、すなわち開口率100%の領域を設けた場合のその領域の長さ(mm)を示す。また、透光部の長さyが100%とは、開口率100%の領域における透光部の長さと同じの長さを有することを意味する。

20

30

## 【0097】

## 【数1】

$$y = 100 \cos^4 \left( \frac{x - \Delta x}{90 - 2\Delta x} \pi \right) \quad (1)$$

40

## 【0098】

## 【数2】

$$y = 100 \sin^4 \left( \frac{x}{90 - 2\Delta x} \pi \right) \quad (2)$$

50

【 0 0 9 9 】

【 数 3 】

$$y = 100 \cos^2 \left( \frac{x - \Delta x}{90 - 2 \Delta x} \pi \right) \quad (3)$$

【 0 1 0 0 】

【 数 4 】

$$y = 100 \sin^2 \left( \frac{x}{90 - 2 \Delta x} \pi \right) \quad (4)$$

10

【 0 1 0 1 】

図 1 2 及び 1 3 は、上記式 ( 1 ) ~ 式 ( 4 ) を用いて開口率の変化を計算した結果を示す。図 1 2 ( a ) は、式 ( 1 ) 及び式 ( 2 ) を用い、 $x = 0$  ( mm ) とした場合の結果であり、これによりオーバーラップ領域において 1 s t ショット及び 2 n d ショットにより 2 回露光された領域の合計照射量を最大 5 0 % にすることができる。図 1 2 ( b ) は、式 ( 3 ) 及び式 ( 4 ) を用い、 $x = 0$  ( mm ) とした場合の結果であり、これによりオーバーラップ領域の合計照射量を最大 1 0 0 % にすることができる。図 1 3 ( a ) は、式 ( 3 ) 及び式 ( 4 ) を用い、 $x = 1 1 . 2 5$  ( mm ) とした場合の結果であり、これによりオーバーラップ領域の合計照射量を最大 1 5 0 % にすることができる。図 1 3 ( b ) は、式 ( 3 ) 及び式 ( 4 ) を用い、 $x = 2 2 . 5$  ( mm ) とした場合の結果であり、これによりオーバーラップ領域の合計照射量を最大 2 0 0 % にすることができる。このように、本実施形態においては、用いる三角関数の式と  $x$  の値とを適宜設定することによって所望の合計照射量を得ることができる。また、透光部の長さ  $y$ 、すなわち開口率を三角関数に従って変化させることによって、ハーフトーン部の両端における開口率の変化の微分係数を実質的にゼロとし、線形関数よりも更に滑らかに暗線の位置を繋ぐことができる。その結果、継ぎ目が視認されることによる不良発生をより一層抑制できる。本実施形態の画面継ぎショットプロセスでは継ぎ箇所が多くなる場合があるので、フォトマスク 2 0 0 の開口率の変化の関数としては、図 1 2 及び図 1 3 で示した三角関数のような関数を採用

20

30

【 0 1 0 2 】

ここで、図 2 9 を用いて、合計照射量をコントロールすることによって継ぎ目が視認されなくなる原因について説明する。図 2 9 は、図 2 5 に示されたフォトマスクを用いてスキャン露光した時に露光される領域を示す図である。図 8 ( b ) 等と同様に、図 2 9 の上段は、マスクがずれずに露光された状態を示し、一方、下段は、マスクが左右にずれて露光された状態を示す。なお、上段の上下には、各透光部の開口率の値を示している。図 2 9 の下段で示すように、各画素における合計照射量は徐々に変化するので、暗線が形成される位置 ( 図中矢印の位置 ) も徐々に変化していくことがわかる。したがって、図 2 5 に示されたフォトマスクを用いてスキャン露光を行っても、継ぎ目が視認されないことが分かる。

40

【 0 1 0 3 】

また、オーバーラップ領域における合計照射量を上げたくない場合には、図 3 0 ( a ) に示すようなフォトマスクも好適である。なお、図 3 0 に図示したフォトマスクでは、フォトマスクのアライメント精度が  $\pm 3 \mu\text{m}$  であるとし、1 s t ショット及び 2 n d ショットの間で最大で  $6 \mu\text{m}$  のずれが生じる場合を想定してパターンを設計した。また、図 3 0 ( b ) の上段は、1 s t ショット及び 2 n d ショット時にマスクがずれずに基板が露光された場合を示しており、図 3 0 ( b ) の中段は、1 s t ショット時にマスクが右に  $6 \mu\text{m}$  程度ずれた状態で基板が露光された場合を示しており、図 3 0 ( b ) の下段は、1 s t ショット時にマスクが左に  $6 \mu\text{m}$  程度ずれた状態で基板が露光された場合を示している。この

50

フォトマスクは、継ぎ目付近のオーバーラップ領域において、図30に示すようなハーフトーン部を有する。そして、ハーフトーン部において、図30(a)に示すように、段差形状を有する透光部Sが形成されるとともに、透光部Sは、ハーフトーン部の端に向かって徐々に小さくなっている。より具体的には、ハーフトーン部の中央付近に位置する透光部には、透光部の長さの略半分の長さを有する段差部が設けられている。また、ハーフトーン部における透光部Sは、透光部配置領域の幅を2等分する中心線に対して線対称となる形状を有する。また、ハーフトーン部のフォトマスクの端側には、透光部配置領域の中心から両側に分割された透光部Sが設けられている。また、ハーフトーン部のフォトマスクの端側では、透光部Sの長さが、フォトマスクの端に向かうにつれて徐々に短くなっている。更に、ハーフトーン部のフォトマスクの端と反対側では、透光部Sの両端部分の長さが、フォトマスクの端と反対側に向かうにつれて徐々に長くなっている。そして、透光部配置領域の中心から両側に分割された透光部Sは、それ自身の幅を2等分する中心線に対して線対称となっている。なお、段差形状を有する透光部の全体の形状としては、より具体的には、複数の四角形が組み合わされた形状が好適であり、なかでも、図30(a)に示すように、ピラミッド状に複数の四角形が組み合わされた形状がより好適である。また、図30で示したフォトマスクのハーフトーン部における開口率の変化の関数は、図12(b)で示した三角関数とした。更に、図30に示した透光部Sの間にも透光部は形成されるとともに、その開口率は可能な限り細かく変化させて繋いだ。すなわち、オーバーラップ領域における透光部Sの開口率の合計が100%となるように、ハーフトーン部の透光部Sの開口率を三角関数に従って滑らかに変化させた。そして、図30で示したフォトマスクにおける各透光部Sのサイズは図31に示すとおりである。なお、図31において、グリッドのピッチは6 $\mu$ mである。このようなフォトマスクを用いることによって、図9、図10、図25及び図27で示したフォトマスクを用いた場合と同様に、暗線の位置を、継ぎ線の左右で連続的に繋ぐことができる。また、オーバーラップ領域における合計照射量を効果的に抑制することができる。より具体的には、オーバーラップ領域における合計照射量は、フォトマスクのアライメントがずれない場合は、図30(b)の上段に示すように、100%となる。一方、フォトマスクのアライメントがずれた場合として、図30(b)の中段及び下段に示すように、透光部Sの両端に設けられた段差部の幅よりもマスクのずれ幅が小さい場合(図30で示したフォトマスクの場合はマスクのずれ幅が6 $\mu$ m以下である場合)には、オーバーラップ領域に位置する画素の全ての領域において、合計照射量を100%からのずれが比較的小さい50~150%の間に収めることができる。

#### 【0104】

そして、このフォトマスクを用いて実施形態1の評価試験と同様の試験を実際に行ったところ、正面方向及び斜め方向(全方位)にわたって、継ぎ目は視認されなかった。また、黒階調、白階調及び中間調の全階調にわたって、継ぎ線は視認されなかった。

#### 【0105】

なお、本発明においては、異なるフォトマスクを介して2回以上露光された領域の照射量の合計(合計照射量)は、100%からのずれが大きくなるほど、プレチルト角の非対称性が顕著となり、オーバーラップ領域がスジとなって視認されることがある。また、本実施形態のようにスキャン露光により露光工程を行う場合には、通常、TFTアレイ基板とCF基板とにおけるスキャン方向は、基板を貼り合わせた状態において略直行するため、このプレチルト角の非対称性に対するマージンが非常に小さい。したがって、オーバーラップ領域における合計照射量の100%からのずれを比較的小さく抑えることができる図30で示したフォトマスクは、本実施形態のようにスキャン露光により露光工程を行う場合に特に効果的である。

#### 【0106】

ここで、実施形態1及び2で説明した各フォトマスクを用いてスキャン露光を行った場合の合計照射量について説明する。図9及び10で示したフォトマスクを用いてスキャン露光を行った場合、オーバーラップ領域における合計照射量は、フォトマスクのアライメン

10

20

30

40

50

トのずれの有無に係わらず、100%か200%のいずれかとなる。なかでも、オーバーラップ露光された領域においては、最大で200%と通常の倍の照射量で配向膜が露光されることとなる。一方、図27で示したフォトマスクを用いてスキャン露光を行った場合、オーバーラップ領域のなかでも透光部の長さが徐々に短くなっている領域における合計照射量は、150%以下とすることができる。

#### 【0107】

また、図30で示した1stショットと2ndショットとのフォトマスクのパターンは、ハーフトーン部の各透光部配置領域において、透光部及び遮光部が逆転し、かつ透光部及び遮光部の形状が走査方向における透光部配置領域の中心線に対して反転した関係にある。しかしながら、本実施形態における1stショット及び2ndショットのフォトマスクは、もちろん図32(a)に示すように、ハーフトーン部の各透光部配置領域において、透光部及び遮光部の形状が走査方向における透光部配置領域の中心線に対して反転せずに、単に透光部及び遮光部が逆転したパターンを有してもよい。これによっても、図32(b)に示すように、図30で示したフォトマスクと同様に、オーバーラップ領域における合計照射量を50~150%の間に収めつつ、継ぎ線を視認されなくすることができる。また、図32で示したパターンは、実施形態1のように同時露光用のフォトマスクにも利用することができる。すなわち、図32で示したフォトマスクを同時露光に用いる場合は、図33に示すように、1stショットと2ndショットとのフォトマスクのそれぞれについて、露光すべき画素の配列数に応じて、階段状のパターンを有するスリットが複数形成されたフォトマスクを用いればよい。なお、図32では、異なる行の画素に対応する透光部間を実線で区切っているが、実際には、透光部は、通常、列方向に繋がっている。

#### 【0108】

なお、本願は、2006年1月26日に出願された日本国特許出願2006-17755号を基礎として、パリ条約ないし移行する国における法規に基づく優先権を主張するものである。該出願の内容は、その全体が本願中に参照として組み込まれている。

#### 【符号の説明】

#### 【0109】

- 1：第1基板（TF Tアレイ基板）
- 2：第2基板（CF基板）
- 3：液晶層
- 3a：液晶分子
- 4、4a、4b：透明電極
- 5：配向膜
- 5a、5b：垂直配向膜
- 6：画素
- 7a、7b：水平配向膜
- 8：プロキシミティギャップ
- 9：偏光紫外線
- 10：プレチルト角
- 11：オーバーラップ領域
- 12：ハーフトーン部
- 13：大盤基板
- 14：1回の分割ショットで露光される領域
- 15：光源
- 16：基板
- 17：画像検出用カメラ
- 18：継ぎ線右領域
- 19：継ぎ線左領域
- 20：継ぎ線
- 21：遮光領域

10

20

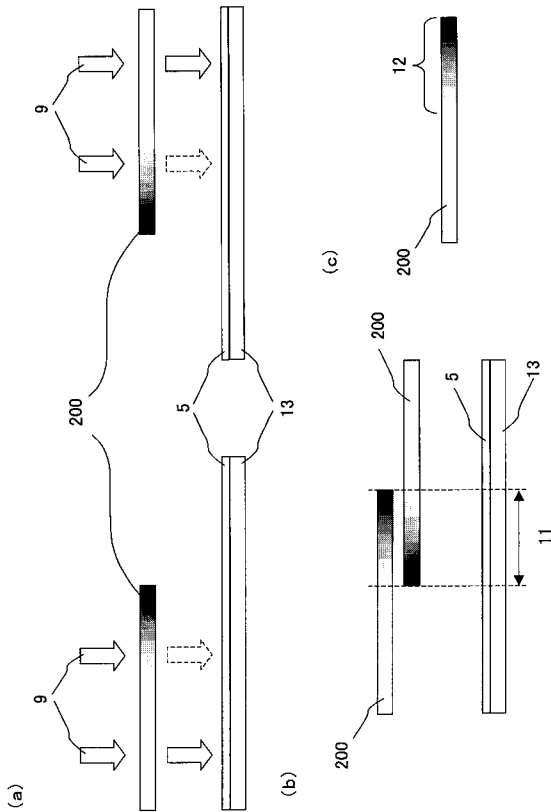
30

40

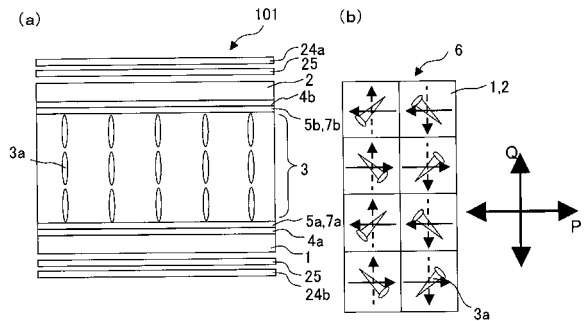
50

- 2 2 : バスライン
- 2 3 : T F T
- 2 4 : 偏光板
- 2 4 a : 上側偏光板
- 2 4 b : 下側偏光板
- 2 5 : 位相差板
- 2 6 : 領域  $L_A$  (領域  $L_B$ ) の画素
- 2 7 : 領域  $R_A$  (領域  $R_B$ ) の画素
- 1 0 1 : 液晶表示装置
- 2 0 0、2 0 0 a、2 0 0 b、3 0 0、3 0 1、3 0 2、3 0 3 : フォトマスク
- P : 上側偏光板の偏光軸方向
- Q : 下側偏光板の偏光軸方向
- S : 透光部
- L : 遮光部
- $P_x$  : x 方向の画素ピッチ
- $P_y$  : y 方向の画素ピッチ
- y : 透光部の長さ
- L 1、L 2、L 3、L 4、R 1、R 2、R 3、R 4 : ドメイン
- $L_A$ 、 $R_B$ 、 $L_B$ 、 $R_B$  : 領域

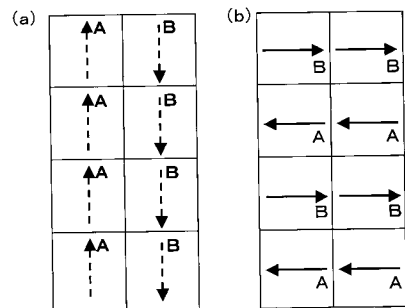
【図 1】



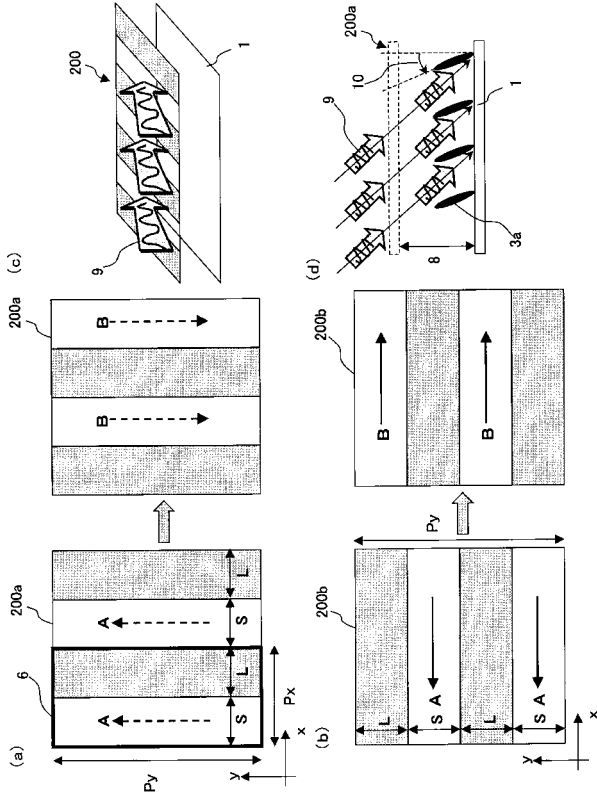
【図 2】



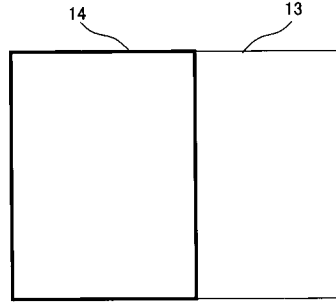
【図 3】



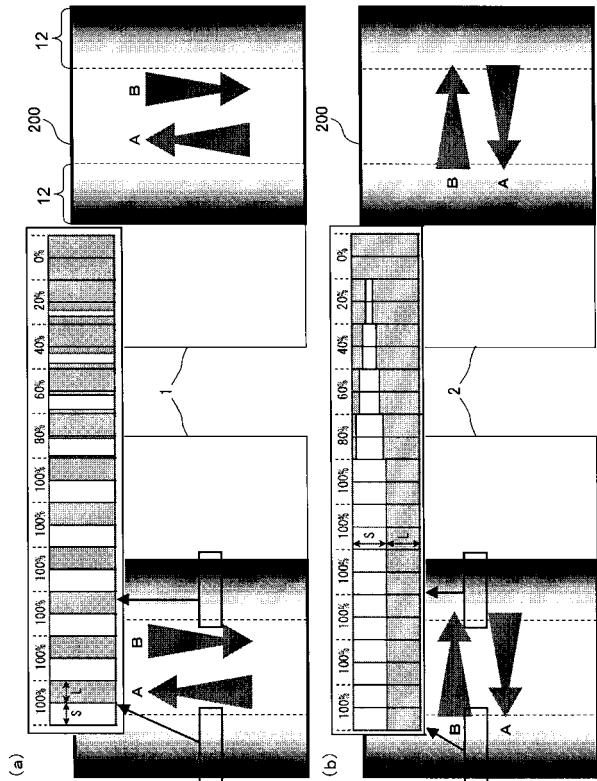
【 図 4 】



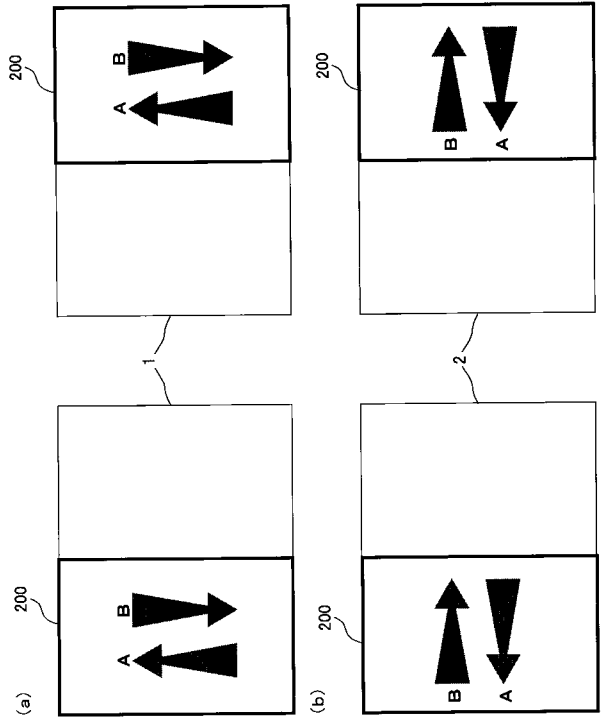
【 図 5 】



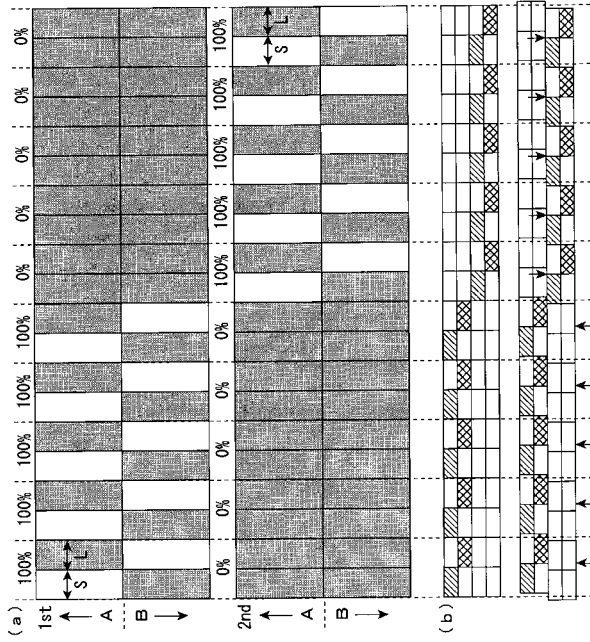
【 図 6 】



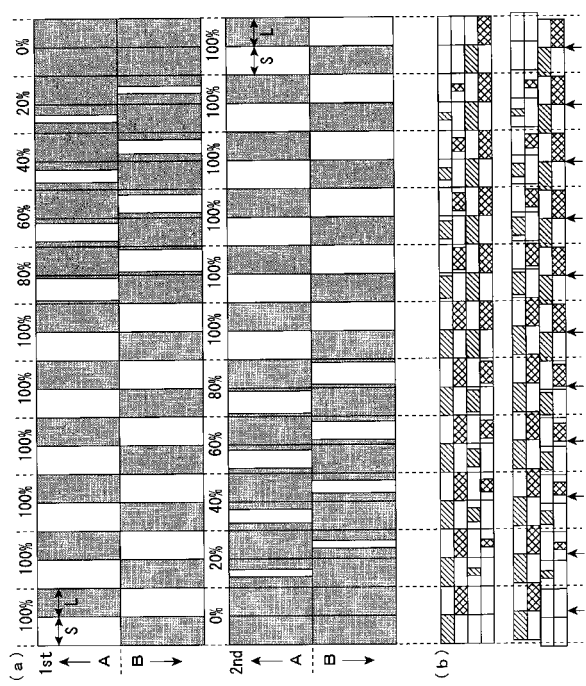
【 図 7 】



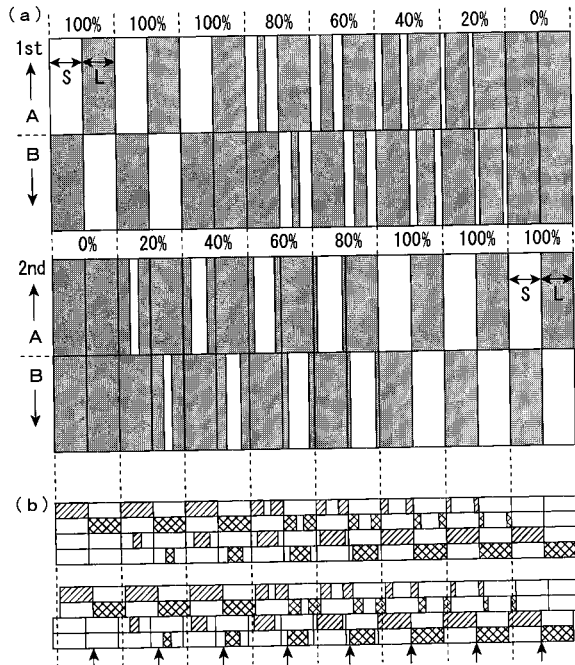
【 図 8 】



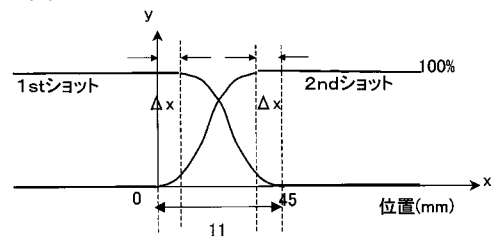
【 図 9 】



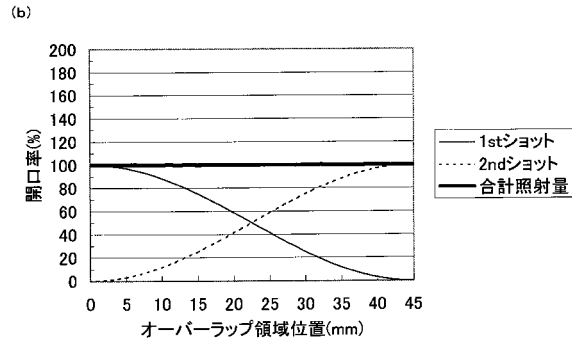
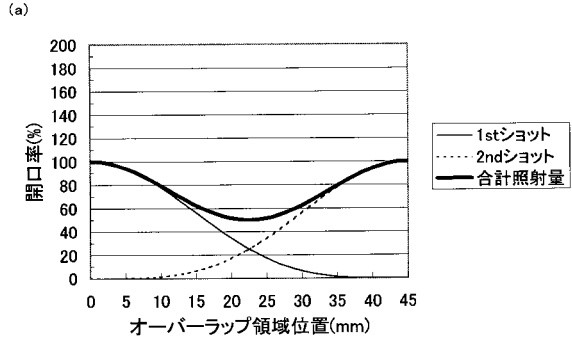
【 図 10 】



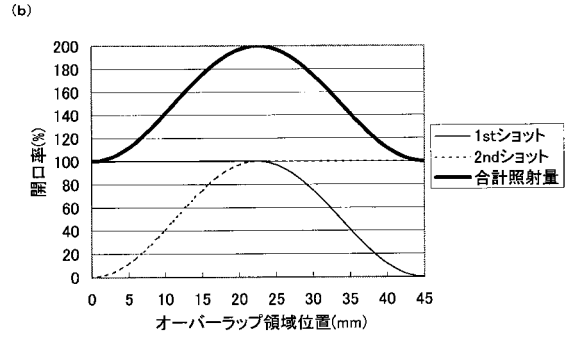
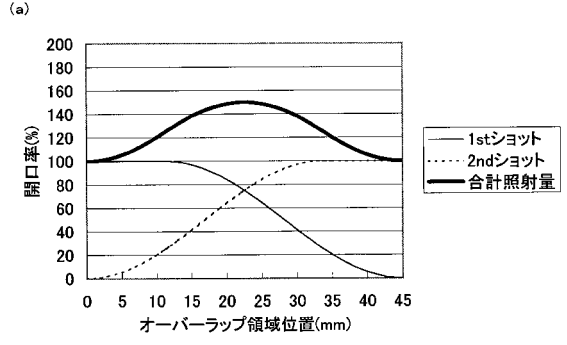
【 図 11 】



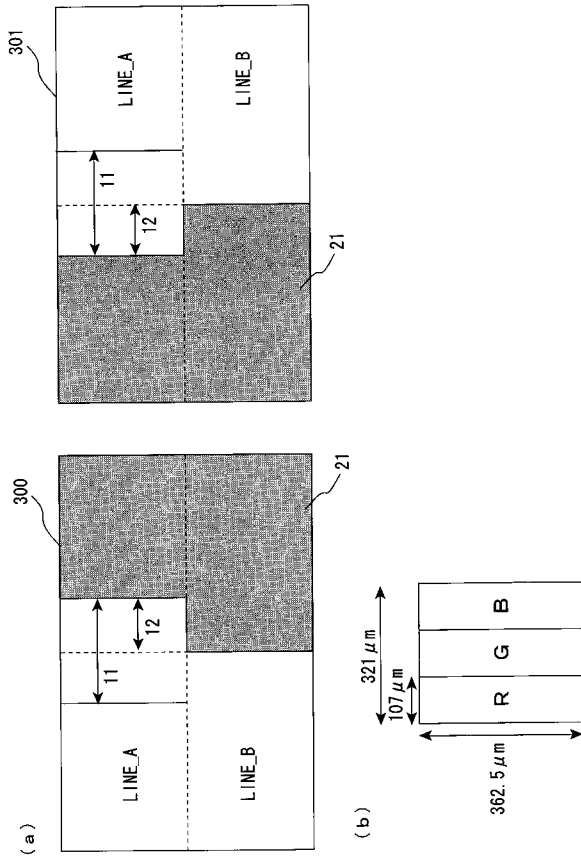
【図 1 2】



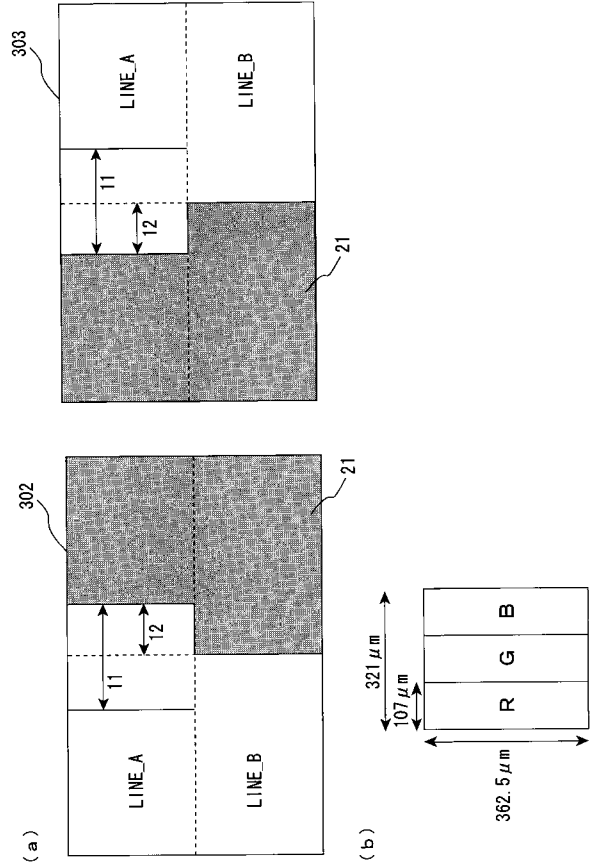
【図 1 3】



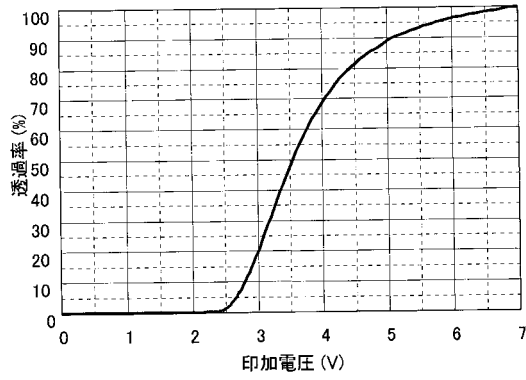
【図 1 4】



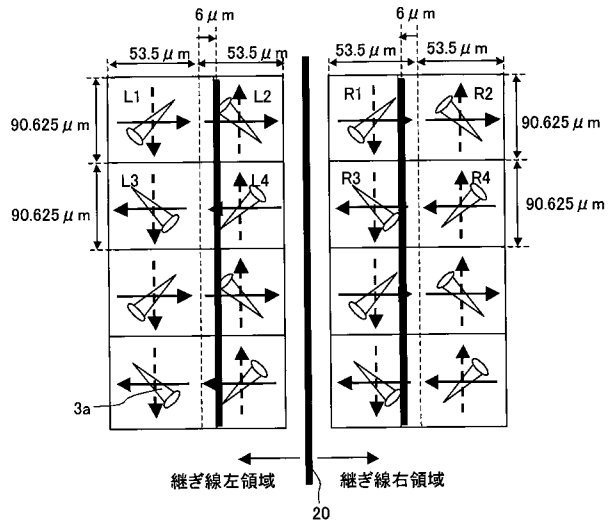
【図 1 5】



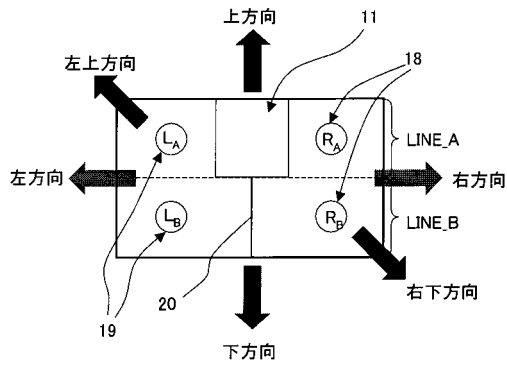
【図16】



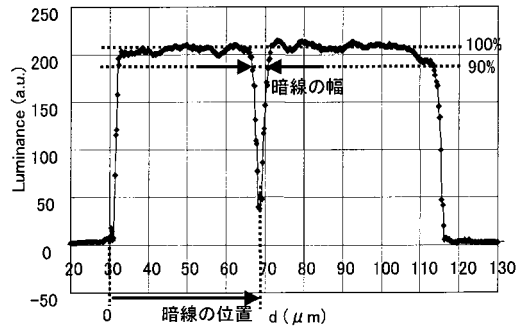
【図17】



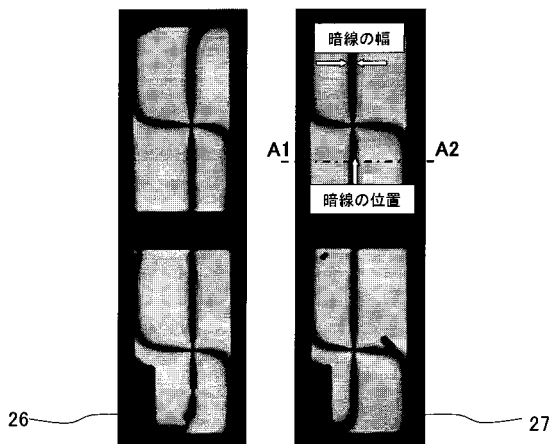
【図18】



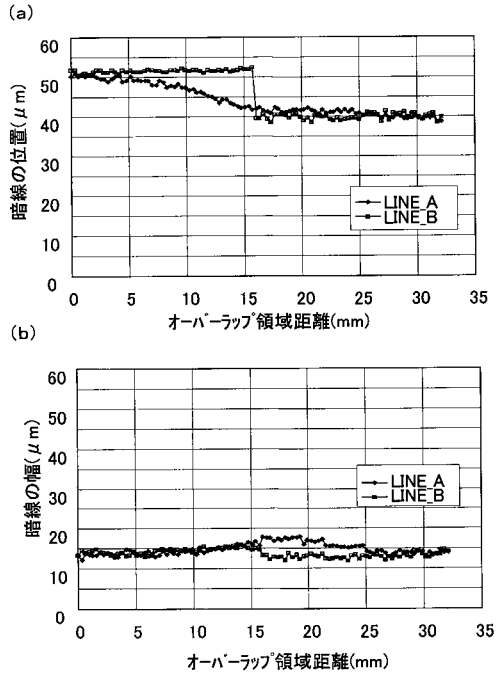
【図20】



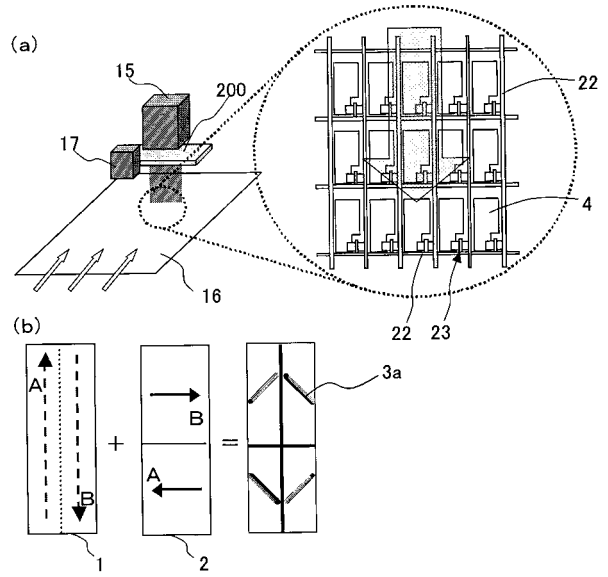
【図19】



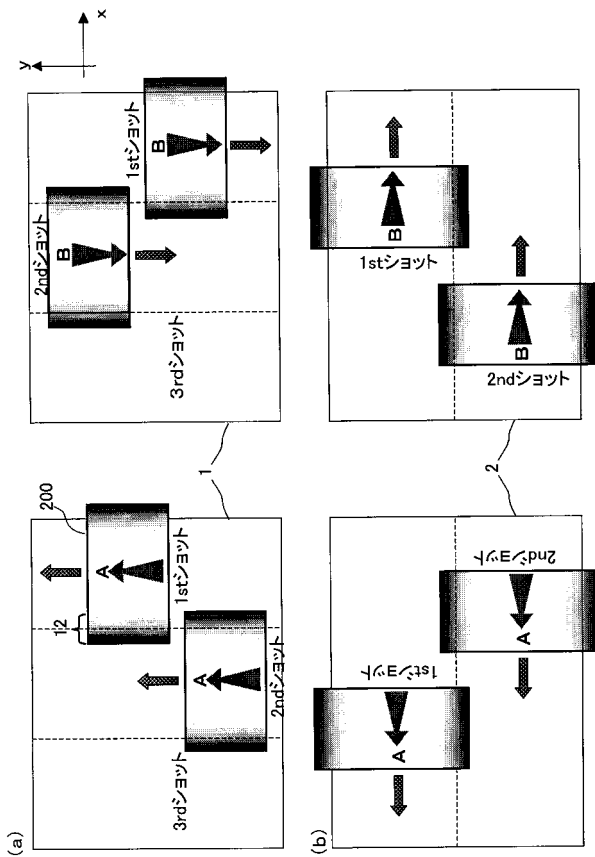
【図 2 1】



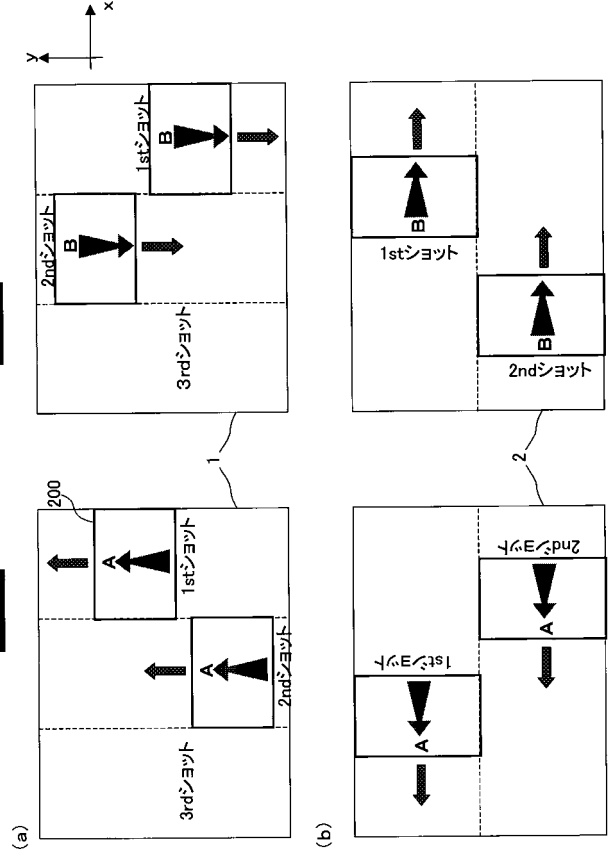
【図 2 2】



【図 2 3】

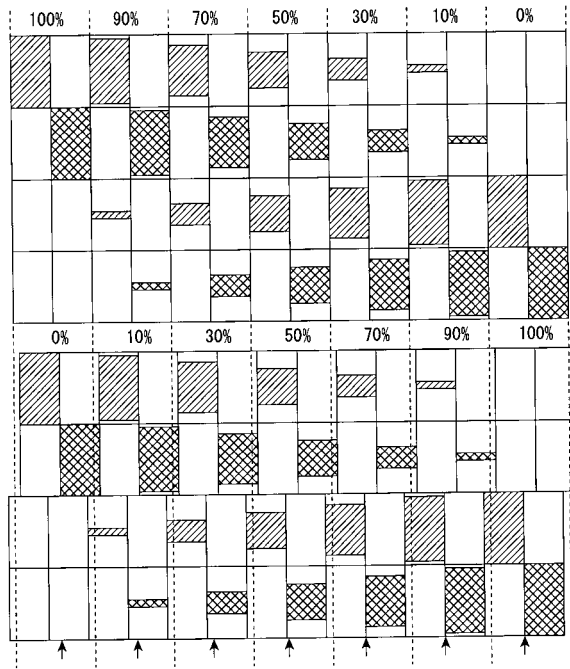


【図 2 4】

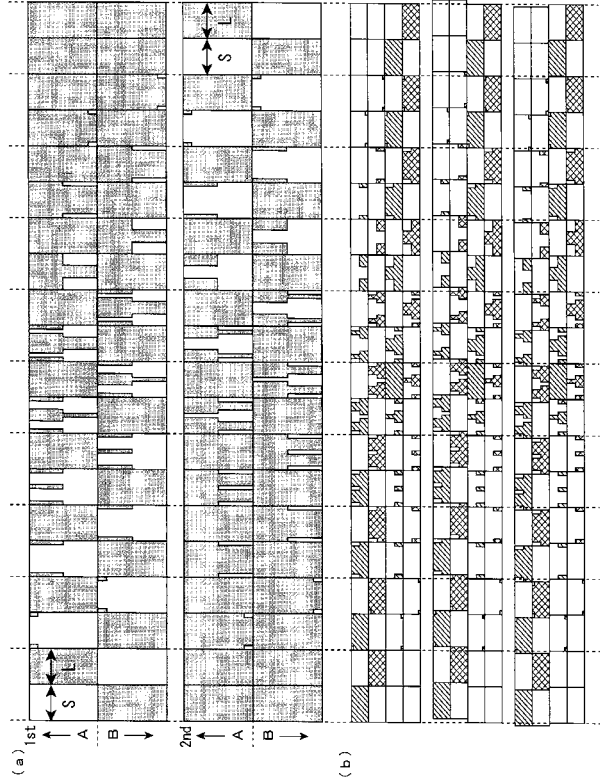




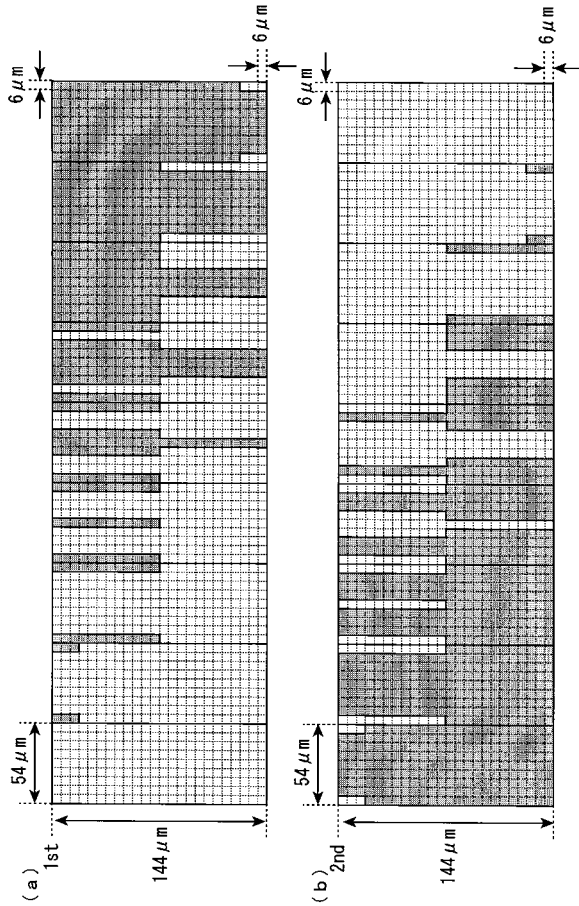
【 29 】



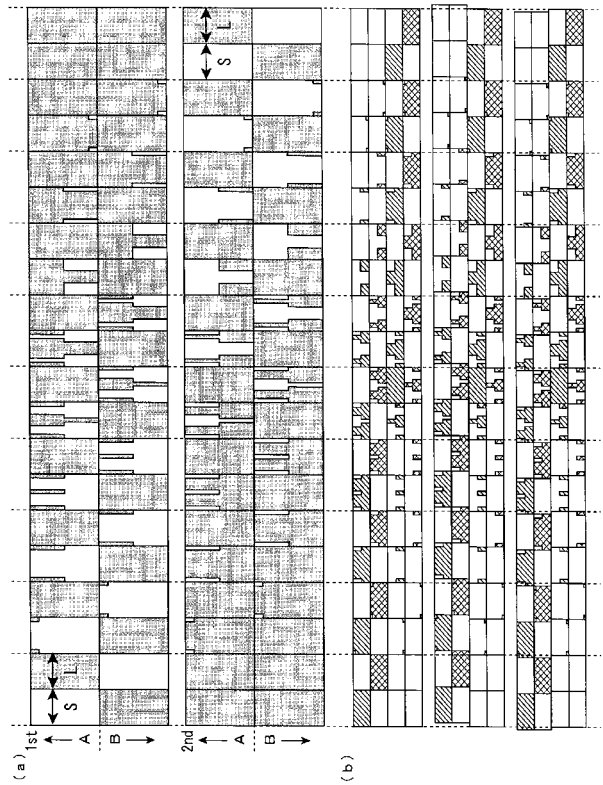
【 30 】



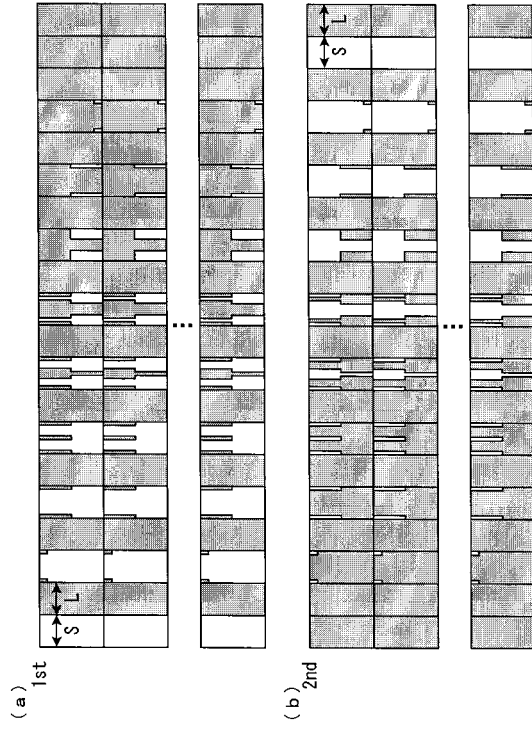
【 31 】



【 32 】



【 3 3 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 宮地 弘一  
大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 シャープ株式会社内

審査官 山口 裕之

(56)参考文献 特開2001-215516(JP,A)  
特開平10-104630(JP,A)  
特開2002-031804(JP,A)  
特開2002-350858(JP,A)  
特開2004-163857(JP,A)  
特開2000-066235(JP,A)  
特開2001-272667(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G02F 1/1337

专利名称(译)	液晶显示装置的制造方法和液晶显示装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP4606514B2</a>	公开(公告)日	2011-01-05
申请号	JP2010122755	申请日	2010-05-28
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普公司		
当前申请(专利权)人(译)	夏普公司		
[标]发明人	井上威一郎 箱井博之 寺下慎一 宫地弘一		
发明人	井上 威一郎 箱井 博之 寺下 慎一 宫地 弘一		
IPC分类号	G02F1/1337		
CPC分类号	G02F1/133788 G02F1/133753		
FI分类号	G02F1/1337.505 G02F1/1341		
F-TERM分类号	2H090/HC11 2H090/KA05 2H090/LA04 2H090/LA06 2H090/LA09 2H090/LA15 2H090/MA01 2H090/MA02 2H090/MA15 2H090/MB14 2H189/FA25 2H189/HA12 2H189/JA05 2H189/JA10 2H189/JA14 2H189/KA01 2H189/KA10 2H189/LA05 2H189/LA14 2H189/LA16 2H189/LA17 2H189/LA20 2H290/AA15 2H290/AA35 2H290/AA37 2H290/BA04 2H290/BA07 2H290/BA53 2H290/BA66 2H290/BC01 2H290/BD01 2H290/BF24 2H290/BF25 2H290/BF26 2H290/BF93 2H290/BF94 2H290/CA14 2H290/CA46 2H290/DA01 2H290/DA03		
审查员(译)	山口博之		
优先权	2006017755 2006-01-26 JP		
其他公开文献	JP2010181913A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

要解决的问题：提供一种制造具有在像素中形成的两个或更多个畴的液晶显示装置的方法，即使当基板被分开以进行对准时，也防止在显示屏上产生接缝，从而提高产量，并提供液晶显示装置。解决方案：液晶显示装置包括：一对彼此面对的基板，插入在基板之间的液晶层，以及形成在液晶层一侧的至少一个基板的表面上的取向层。像素具有两个或更多个方向不同的区域。制造液晶显示装置的方法包括将基板面分成两个或更多个曝光区域的曝光步骤，以通过每个曝光区域的光掩模曝光取向层。曝光步骤执行曝光，使得相邻的曝光区域彼此部分重叠。光掩模具有对应于重叠曝光区域的半色调部分。Ž

