

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 2 区分

【発行日】平成 16 年 11 月 11 日 (2004.11.11)

【公開番号】特開 2002-277877 (P2002-277877A)

【公開日】平成 14 年 9 月 25 日 (2002.9.25)

【出願番号】特願 2001-80193 (P2001-80193)

【国際特許分類 第 7 版】

G 0 2 F 1/1337

G 0 2 F 1/1333

G 0 2 F 1/1341

【F I】

G 0 2 F 1/1337

G 0 2 F 1/1333

G 0 2 F 1/1341

【手続補正書】

【提出日】平成 15 年 11 月 17 日 (2003.11.17)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の名称】液晶表示装置およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】第 1 基板と、第 2 基板と、前記第 1 基板と第 2 基板の間に設けられた垂直配向型の液晶層と、前記液晶層に電圧を印加するための電圧印加手段と、前記電圧印加手段によって印加される電圧に応じて配向状態が変化する前記液晶層をそれぞれが含む複数の絵素と、を有する液晶表示装置であって、

前記複数の絵素のそれぞれ内の前記液晶層は、少なくとも電圧印加状態において、前記液晶層の厚さ方向の中央付近に位置する液晶分子の配向方向が互いに異なる第 1 ドメイン、第 2 ドメイン、第 3 ドメインおよび第 4 ドメインがある方向に沿ってこの順に配列された 4 分割ドメインを含み、

前記 4 分割ドメインに対応して、前記第 1 基板は、前記液晶層の液晶分子を第 1 方向に配向させる規制力を有する 2 つの第 1 領域と、前記液晶分子を前記第 1 方向と反対の第 2 方向に配向させる規制力を有し、前記 2 つの第 1 領域の間に設けられた第 2 領域とを有し、前記第 2 基板は、前記液晶分子を前記第 1 方向と交差する第 3 方向に配向させる規制力を有する第 3 領域と、前記液晶分子を前記第 3 方向と反対の第 4 方向に配向させる規制力を有する第 4 領域とを有し、

前記第 1 ドメインは前記 2 つの第 1 領域のうちの一方と前記第 3 領域との間に形成され、前記第 2 ドメインは前記第 2 領域と前記第 3 領域との間に形成され、前記第 3 ドメインは前記第 2 領域と前記第 4 領域との間に形成されて、前記第 4 ドメインは前記 2 つの第 1 領域のうちの他方と前記第 4 領域との間に形成されている、液晶表示装置。

【請求項 2】前記第 1 方向と前記第 3 方向とは互いに直交している、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】前記複数の絵素のそれぞれ内の前記液晶層は、少なくとも電圧印加状態において、前記 4 分割ドメインと、前記 4 分割ドメイン含まれる前記第 4 ドメインに隣接したさらなる第 1 ドメインを有する、請求項 1 または 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】前記複数の絵素のそれぞれ内の前記液晶層が有する、前記第 1 ドメインと前記さらなる第 1 領域との面積の合計と、前記第 2 ドメインの面積と、前記第 3 ドメインの

面積と、前記第 4 ドメインの面積とは、互いに等しい、請求項 3 に記載の液晶表示装置。

【請求項 5】前記複数の絵素のそれぞれ内の前記液晶層は、少なくとも電圧印加状態において、実質的に 1 つの前記 4 分割ドメインによって占有されている、請求項 1 または 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 6】前記第 1、第 2、第 3 および第 4 ドメインの面積は実質的に互いに等しい、請求項 5 に記載の液晶表示装置。

【請求項 7】前記第 2 ドメインの前記ある方向に沿った長さを  $x$ 、前記第 2 領域および第 4 領域の前記ある方向に沿った長さを  $y$  とするとき、 $x = y / n$  ( $n$  は、1 以上の正の整数) の関係を満足する請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 8】前記複数の絵素の前記ある方向に沿った長さを  $P$ 、前記第 2 ドメインの前記ある方向に沿った長さを  $x$ 、前記第 2 領域および第 4 領域の前記ある方向に沿った長さを  $y$  とするとき、 $P = 4 n x = 2 n y$  ( $n$  は、1 以上の正の整数) の関係を満足する請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 9】前記複数の絵素は行および列から形成されるマトリクス状に配列されており、前記ある方向は前記列に平行である、請求項 1 から 8 のいずれか 1 つに記載の液晶表示装置。

【請求項 10】前記 2 つの第 1 領域、前記第 2 領域、前記第 3 領域および前記第 4 領域は、前記行に平行に形成されており、前記複数の絵素の内 1 つの行を構成する複数の絵素を貫くようにストライプ状に形成されている、請求項 9 に記載の液晶表示装置。

【請求項 11】前記第 2 領域の前記列方向に沿った長さ、と、前記第 4 領域の前記列方向に沿った長さは互いに等しい、請求項 10 に記載の液晶表示装置。

【請求項 12】前記第 1、第 2、第 3 および第 4 ドメインの前記列方向の長さは、前記第 2 領域の前記列方向の長さの半分である、請求項 11 に記載の液晶表示装置。

【請求項 13】ノーマリブラックモードで表示を行う、請求項 1 から 12 のいずれか 1 つに記載の液晶表示装置。

【請求項 14】前記第 1 および第 2 基板を間に介して互いに対向するように配置された一対の偏光板と、前記一対の偏光板と前記第 1 基板および前記第 2 基板との少なくともいずれか一方の間に設けられた位相差補償素子とを有し、

前記位相差補償素子の遅相軸は、前記液晶層の層面内にあり、且つ、前記一対の偏光板の内の近い方の偏光板の吸収軸に平行に配置されている、請求項 13 に記載の液晶表示装置。

【請求項 15】請求項 1 から 14 のいずれか 1 つに記載の液晶表示装置の製造方法であって、

前記第 1 基板と前記第 2 基板の間に液晶材料を注入する工程と、

前記注入工程の後に、前記液晶材料を前記液晶材料の  $T_{ni}$  点以上の温度に一定時間以上保持し、その後、常温まで冷却する工程と、

を包含する液晶表示装置の製造方法。

【請求項 16】第 1 基板と、第 2 基板と、前記第 1 基板と第 2 基板の間に設けられた垂直配向型の液晶層と、前記液晶層に電圧を印加するための電圧印加手段と、前記電圧印加手段によって印加される電圧に応じて配向状態が変化する前記液晶層をそれぞれが含む複数の絵素と、を有する液晶表示装置であって、

前記複数の絵素のそれぞれ内の前記液晶層は、少なくとも電圧印加状態において、前記液晶層の厚さ方向の中央付近に位置する液晶分子の配向方向が互いに異なる第 1 ドメイン、第 2 ドメイン、第 3 ドメインおよび第 4 ドメインがある方向に沿ってこの順に配列された 4 分割ドメインを含み、

前記 4 分割ドメインに対応して、前記第 1 基板は、前記液晶層の液晶分子を第 1 方向に配向させる規制力を有する 2 つの第 1 領域と、前記液晶分子を前記第 1 方向と反対の第 2 方向に配向させる規制力を有し、前記 2 つの第 1 領域の間に設けられた第 2 領域とを有し、前記第 2 基板は、前記液晶分子を前記第 1 方向と交差する第 3 方向に配向させる規制力を有する第 3 領域と、前記液晶分子を前記第 3 方向と反対の第 4 方向に配向させる規制力を

有する第 4 領域とを有し、

前記第 1 ドメイン、第 2 ドメイン、第 3 ドメインおよび第 4 ドメインの液晶分子は、それぞれツイスト配向され、

前記第 1 基板および第 2 基板に設けられた隣接する異なる配向規制領域の間には、分割ラインが形成され、

前記第 1 基板および第 2 基板の一方に形成された前記分割ラインは、必ず、他方の基板における 1 つの配向規制領域に対向するように配置されている、液晶表示装置。

【請求項 17】前記第 1 方向と前記第 3 方向とは互いに直交している、請求項 16 に記載の液晶表示装置。

【請求項 18】前記複数の絵素のそれぞれ内の前記液晶層は、少なくとも電圧印加状態において、前記 4 分割ドメインと、前記 4 分割ドメイン含まれる前記第 4 ドメインに隣接したさらなる第 1 ドメインを有する、請求項 16 または 17 に記載の液晶表示装置。

【請求項 19】前記第 2 ドメインの前記ある方向に沿った長さを  $x$ 、前記第 2 領域および第 4 領域の前記ある方向に沿った長さを  $y$  とするとき、 $x = y / n$  ( $n$  は、1 以上の正の整数) の関係を満足する請求項 16 に記載の液晶表示装置。

【請求項 20】前記複数の絵素の前記ある方向に沿った長さを  $P$ 、前記第 2 ドメインの前記ある方向に沿った長さを  $x$ 、前記第 2 領域および第 4 領域の前記ある方向に沿った長さを  $y$  とするとき、 $P = 4 n x = 2 n y$  ( $n$  は、1 以上の正の整数) の関係を満足する請求項 16 に記載の液晶表示装置。

【請求項 21】前記複数の絵素は行および列から形成されるマトリクス状に配列されており、前記ある方向は前記列に平行である、請求項 16 から 20 のいずれか 1 つに記載の液晶表示装置。

【請求項 22】前記 2 つの第 1 領域、前記第 2 領域、前記第 3 領域および前記第 4 領域は、前記行に平行に形成されており、前記複数の絵素の内 1 つの行を構成する複数の絵素を貫くようにストライプ状に形成されている、請求項 21 に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、液晶表示装置およびその製造方法に関し、特に、広視野角特性を有する液晶表示装置およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

液晶表示装置として、液晶層に電圧を印加することによって液晶分子のねじれ配向を解消することによって表示を行う TN モードや STN モード、あるいは、電圧の印加による液晶層の配向状態の変化に起因する複屈折率の変化を利用して表示を行う ECB モードが広く利用されている。しかしながら、これらの液晶表示装置は、視野角特性に劣るという欠点がある。

【0003】

一方、液晶表示装置が普及するに連れて、要求特性が次第に厳しくなっている。例えば、大人数で使用する、携帯情報端末、パーソナルコンピュータ、ワードプロセッサ、アミューズメント機器、教育機器、テレビジョン装置のための液晶表示装置として好適に用いられる、広い視野角特性を有する液晶表示装置の開発が強く望まれている。

【0004】

液晶表示装置の視野角特性を改善する方法として、いわゆる画素分割法 (マルチドメイン法とも呼ばれる) が知られている。

【0005】

例えば、Kato らは、I D W '97, p.163-p.166, "Four-Domain TN-液晶表示装置 Using New Division Pattern and Special Arrangement" に、正の誘電異方性を有するネマチック ( $N_p$ ) 液晶材料と水平配向膜とを用いた TN 配向の 4 分割法を提案している。上記文献の 4 分割法を用いると、TN 配向の画素分割法で問題となっていたドメイン間に発生する

ディスクリネーションラインは発生しないと記載されている。しかしながら、ノーマリーホワイトモード（NWモード）のTN型液晶表示装置は、一般に、黒表示状態において光漏れが発生しやすく、コントラスト比の高い表示を実現することが難しい。これは、配向膜の近傍の液晶分子（「アンカリング層」と呼ばれることもある。）が電圧印加時にも水平配向状態を維持することに起因する。従って、他のTN型液晶表示装置と同様に、上記文献に開示されている4分割TN型液晶表示装置も、現在要求されている高品位の表示を実現することは難しい。

#### 【0006】

一方、特開平10-301113号公報には、垂直配向型の液晶表示装置において、液晶分子が倒れる方向が互いに180°異なる2つのドメイン間の境界領域に、液晶分子が倒れる方向が上記2つのドメイン中の液晶分子が倒れる方向のいずれにも直交する微小ドメインを形成することによって、液晶表示装置の視野角特性および応答特性が向上することが記載されている。また、この液晶表示装置は垂直配向型なので、上述のTN型液晶表示装置で発生する黒表示の品位の低下もない。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、本願発明者の検討によると、上記公報に開示されている垂直配向型の液晶表示装置は、電圧のオン/オフによって、ドメイン間にディスクリネーションラインが発生する。その結果、特に、表示面を斜め方向から観察したとき、全ての方位角方向において表示がざらついて観察されるという問題がある。さらに、ディスクリネーションラインの発生の程度がひどいと、表示品位が視野角に依存するという問題も発生する。

#### 【0008】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、視野角特性に優れ、高品位の表示が可能な液晶表示装置およびその製造方法を提供すること目的とする。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明による液晶表示装置は、第1基板と、第2基板と、前記第1基板と第2基板の間に設けられた垂直配向型の液晶層と、前記液晶層に電圧を印加するための電圧印加手段と、前記電圧印加手段によって印加される電圧に応じて配向状態が変化する前記液晶層をそれぞれが含む複数の絵素と、を有する液晶表示装置であって、前記複数の絵素のそれぞれ内の前記液晶層は、少なくとも電圧印加状態において、前記液晶層の厚さ方向の中央付近に位置する液晶分子の配向方向が互いに異なる第1ドメイン、第2ドメイン、第3ドメインおよび第4ドメインがある方向に沿ってこの順に配列された4分割ドメインを含み、前記4分割ドメインに対応して、前記第1基板は、前記液晶層の液晶分子を第1方向に配向させる規制力を有する2つの第1領域と、前記液晶分子を前記第1方向と反対の第2方向に配向させる規制力を有し、前記2つの第1領域の間に設けられた第2領域とを有し、前記第2基板は、前記液晶分子を前記第1方向と交差する第3方向に配向させる規制力を有する第3領域と、前記液晶分子を前記第3方向と反対の第4方向に配向させる規制力を有する第4領域とを有し、前記第1ドメインは前記2つの第1領域のうち的一方と前記第3領域との間に形成され、前記第2ドメインは前記第2領域と前記第3領域との間に形成され、前記第3ドメインは前記第2領域と前記第4領域との間に形成されて、前記第4ドメインは前記2つの第1領域のうちの他方と前記第4領域との間に形成されている構成を有し、そのことによて上記目的が達成される。

#### 【0010】

前記第1方向と前記第3方向とは互いに直交していることが好ましい。

#### 【0011】

前記複数の絵素のそれぞれ内の前記液晶層は、少なくとも電圧印加状態において、前記4分割ドメインと、前記4分割ドメイン含まれる前記第4ドメインに隣接したさらなる第1ドメインを有してもよい。このとき、前記複数の絵素のそれぞれ内の前記液晶層が有する、前記第1ドメインと前記さらなる第1領域との面積の合計と、前記第2ドメインの面積

と、前記第3ドメインの面積と、前記第4ドメインの面積とは、互いに等しいことが好ましい。少なくとも、第1領域と更なる第1領域との面積の合計と、第3領域の面積とが互いに等しく、且つ、第2領域と第4領域の面積が互いに等しいことが好ましい。

【0012】

前記複数の絵素のそれぞれ内の前記液晶層は、少なくとも電圧印加状態において、実質的に1つの前記4分割ドメインによって占有されている構成としてもよい。このとき、前記第1、第2、第3および第4ドメインの面積は実質的に互いに等しいことが好ましい。

【0013】

前記第2ドメインの前記ある方向に沿った長さを $x$ 、前記第2領域および第4領域の前記ある方向に沿った長さを $y$ とすると、 $x = y / n$  ( $n$ は、1以上の正の整数)の関係を満足することが好ましい。

【0014】

前記複数の絵素の前記ある方向に沿った長さを $P$ 、前記第2ドメインの前記ある方向に沿った長さを $x$ 、前記第2領域および第4領域の前記ある方向に沿った長さを $y$ とすると、 $P = 4nx = 2ny$  ( $n$ は、1以上の正の整数)の関係を満足することが更に好ましい。

【0015】

ある実施形態において、前記複数の絵素は行および列から形成されるマトリクス状に配列されており、前記ある方向は前記列に平行である。このとき、前記2つの第1領域、前記第2領域、前記第3領域および前記第4領域は、前記行に平行に形成されており、前記複数の絵素の内1つの行を構成する複数の絵素を貫くようにストライプ状に形成されている構成とすることができる。前記第2領域の前記列方向に沿った長さ、と、前記第4領域の前記列方向に沿った長さは互いに等しいことが好ましい。さらに、前記第1、第2、第3および第4ドメインの前記列方向の長さは、前記第2領域の前記列方向の長さの半分であることが好ましい。

【0016】

本発明による液晶表示装置は、ノーマリブラックモードで表示を行う構成とすることが好ましい。このとき、前記第1および第2基板を間に介して互いに対向するように配置された一对の偏光板と、前記一对の偏光板と前記第1基板および前記第2基板との少なくともいずれか一方の間に設けられた位相差補償素子とを有し、前記位相差補償素子の遅相軸は、前記液晶層の層面内にあり、且つ、前記一对の偏光板の内の近い方の偏光板の吸収軸に平行に配置されている構成とすることが好ましい。

【0017】

上記の液晶表示装置は、前記第1基板と前記第2基板の間に液晶材料を注入する工程と、前記注入工程の後に、前記液晶材料を前記液晶材料の $T_{ni}$ 点以上の温度に一定時間以上保持し、その後、常温まで冷却する工程とを包含する製造方法によって、製造されることが好ましい。

【0018】

また、本発明による液晶表示装置は、第1基板と、第2基板と、前記第1基板と第2基板の間に設けられた垂直配向型の液晶層と、前記液晶層に電圧を印加するための電圧印加手段と、前記電圧印加手段によって印加される電圧に応じて配向状態が変化する前記液晶層をそれぞれが含む複数の絵素と、を有する液晶表示装置であって、前記複数の絵素のそれぞれ内の前記液晶層は、少なくとも電圧印加状態において、前記液晶層の厚さ方向の中央付近に位置する液晶分子の配向方向が互いに異なる第1ドメイン、第2ドメイン、第3ドメインおよび第4ドメインがある方向に沿ってこの順に配列された4分割ドメインを含み、前記4分割ドメインに対応して、前記第1基板は、前記液晶層の液晶分子を第1方向に配向させる規制力を有する2つの第1領域と、前記液晶分子を前記第1方向と反対の第2方向に配向させる規制力を有し、前記2つの第1領域の間に設けられた第2領域とを有し、前記第2基板は、前記液晶分子を前記第1方向と交差する第3方向に配向させる規制力を有する第3領域と、前記液晶分子を前記第3方向と反対の第4方向に配向させる規制力

を有する第 4 領域とを有し、前記第 1 ドメイン、第 2 ドメイン、第 3 ドメインおよび第 4 ドメインの液晶分子は、それぞれツイスト配向され、前記第 1 基板および第 2 基板に設けられた隣接する異なる配向規制領域の間には、分割ラインが形成され、前記第 1 基板および第 2 基板の一方に形成された前記分割ラインは、必ず、他方の基板における 1 つの配向規制領域に対向するように配置され、そのことにより上記目的が達成される。

【0019】

前記第 1 方向と前記第 3 方向とは互いに直交していることが好ましい。

【0020】

前記複数の絵素のそれぞれ内の前記液晶層は、少なくとも電圧印加状態において、前記 4 分割ドメインと、前記 4 分割ドメインに含まれる前記第 4 ドメインに隣接したさらなる第 1 ドメインを有してもよい。

【0021】

前記第 2 ドメインの前記ある方向に沿った長さを  $x$ 、前記第 2 領域および第 4 領域の前記ある方向に沿った長さを  $y$  とするとき、 $x = y / n$  ( $n$  は、1 以上の正の整数) の関係を満足することが好ましい。

【0022】

前記複数の絵素の前記ある方向に沿った長さを  $P$ 、前記第 2 ドメインの前記ある方向に沿った長さを  $x$ 、前記第 2 領域および第 4 領域の前記ある方向に沿った長さを  $y$  とするとき、 $P = 4nx = 2ny$  ( $n$  は、1 以上の正の整数) の関係を満足することが更に好ましい。

。

【0023】

ある実施形態において、前記複数の絵素は行および列から形成されるマトリクス状に配列されており、前記ある方向は前記列に平行である。このとき、前記 2 つの第 1 領域、前記第 2 領域、前記第 3 領域および前記第 4 領域は、前記行に平行に形成されており、前記複数の絵素の内 1 つの行を構成する複数の絵素を貫くようにストライプ状に形成されている構成とすることができる。

【0024】

【発明の実施の形態】

まず、本発明の実施形態による液晶表示装置 100 の構成を図 1 を参照しながら説明する。図 1 は、液晶表示装置 100 の 1 つの絵素を模式的に示している。

【0025】

なお、本願明細書においては、表示の最小単位である「絵素」に対応する液晶セルの領域も、簡単のために「絵素」と呼ぶことにする。絵素は、例えば、アクティブマトリクス型液晶表示装置（例えば TFT 型液晶表示装置）における絵素電極とそれに対向する対向電極によって規定され、単純マトリクス型液晶表示装置においては、ストライプ状の列電極（信号電極）と行電極（走査電極）との交差部によって規定される。プラズマアドレス型液晶表示装置においては、プラズマチャネルによって規定される仮想電極とそれに対向する列電極との交差部によって絵素が規定される。絵素は、典型的には、行および列からなるマトリクス状に配列されており、表示領域を構成する。

【0026】

液晶表示装置 100 は、第 1 基板（例えば TFT 基板）10 と、第 2 基板（例えばカラーフィルタ基板）20 と、第 1 基板 10 と第 2 基板 20 の間に設けられた垂直配向型の液晶層 30 とを有している。第 1 基板 10 と第 2 基板 20 との間には、液晶層 30 に電圧を印加するための電極印加手段（不図示）が設けられている。本願明細書においては、表示動作のための電圧を液晶層に印加する構成要素を電圧印加手段と称し、アクティブマトリクス型液晶表示装置や単純マトリクス型液晶表示装置における電極対だけでなく、プラズマアドレス型液晶表示装置の仮想電極と列電極との組合せを含むことにする。

【0027】

垂直配向型の液晶層 30 は、典型的には、誘電異方性が負のネマチック液晶材料を第 1 基板 10 および第 2 基板の液晶層 30 側に設けられた垂直配向膜（不図示）で配向制御するこ

とによって得られる。垂直配向型の液晶層 30 の液晶分子 30 a は、電圧が印加されていないときには、垂直配向膜の表面（第 1 基板 10 および第 2 基板 20 の表面）に対して略垂直（約  $87^\circ$  以上）に配向する。液晶層 30 の層面に垂直な方向の電界を発生する電圧を印加すると、液晶分子 30 a を電界の方向に直交する方向に傾ける力が液晶分子 30 a に作用し、液晶分子 30 a が倒れる。このときに液晶分子 30 a が倒れる方向は、第 1 基板 10 および第 2 基板 20 の表面の配向規制力によって決まる。なお、図 1 中では、液晶分子 30 a を円柱で示し、その頂面または底面が描かれている方が手前にあることを示している。図 1 は、液晶層 30 に中間調を表示するための電圧が印加された状態を模式的に示している。

#### 【0028】

本発明の液晶表示装置 100 の各絵素のそれぞれ内の液晶層は、少なくとも電圧印加状態において、液晶層 30 の厚さ方向の中央付近に位置する液晶分子の配向方向が互いに異なる第 1 ドメイン D1、第 2 ドメイン D2、第 3 ドメイン D3 および第 4 ドメイン D4 がある方向（例えば列方向）に沿ってこの順に配列された 4 分割ドメイン D を含む。典型的には、絵素は、列方向（垂直方向）に長く行方向（水平方向）に短い長方形であり、カラー表示装置においては、その長さの比は約 3 : 1 である。すなわち、赤（R）、緑（G）および B（青）の各列が並んで配置され、縦横比が約 1 : 1 の画素（カラー表示画素）を構成する。もちろん、本発明は、このような絵素配列の液晶表示装置に限られず、種々の絵素配列の液晶表示装置にその効果を発揮するし、分割方向も上記の例に限られないが、以下では簡単のために、列方向に縦長の絵素を列方向に沿って分割する例を説明する。

#### 【0029】

なお、本発明の液晶表示装置においては、それぞれの絵素は、ある方向（列方向を例示）に沿ってのみ複数のドメイン（4 分割ドメインを含む）に分割されており、他の方向には分割されていない。また、図 1 には、1 つの絵素が 1 つの 4 分割ドメイン D に占有される場合を示しているが、本発明はこれに限られず、更なるドメインを有してもよく、2 つ以上の 4 分割ドメインを有してもよい。

#### 【0030】

以下に、図 1 とともに図 2（a）～（c）を参照しながら、電圧印加時に形成される 4 分割ドメイン D の構成を説明する。

#### 【0031】

図 2（a）中の矢印は第 1 基板 10 上の液晶分子 30 a の配向方向を示し、図 2（a）の矢印は第 2 基板 10 上の液晶分子 30 a の配向方向を示し、図 2（c）の矢印は液晶層 30 の厚さ方向の中央付近の液晶分子 30 a の配向方向（以下、簡単のために「基準配向方向」と呼ぶことにする。）を示している。基準配向方向は、そのドメインの視野角依存性を決定づける。図 2（a）～（c）に示した矢印は、いずれも基板 20 側からその法線方向に沿って見たときの配向方向（方位角方向）を示している。

#### 【0032】

第 1 基板 10 は、液晶分子 30 a を第 1 方向 R1 に配向させる規制力を有する 2 つの第 1 領域 A1 と、液晶分子 30 a を第 1 方向 R1 と反対の第 2 方向 R2 に配向させる規制力を有し、2 つの第 1 領域 A1 の間に設けられた第 2 領域 A2 とを有する。一方、第 2 基板 20 は、液晶分子 30 a を第 1 方向 R1 と交差する第 3 方向 R3 に配向させる規制力を有する第 3 領域 A3 と、液晶分子 30 a を第 3 方向 R3 と反対の第 4 方向 R4 に配向させる規制力を有する第 4 領域 A4 とを有している。

#### 【0033】

これらの配向規制力を有する領域（「配向規制領域」とも言う）A1～A4 は、例えば、垂直配向膜をラビング処理することによって形成することができる。第 1 方向 R1 および第 2 方向 R2 は行方向に平行であり、第 3 方向および第 4 方向 R4 は列方向に平行である。すなわち、第 1 基板 10 に対して 2 方向（互いに反平行）にラビング処理を施し、第 2 基板 20 に対して 2 方向（互いに反平行）にラビング処理を施すことによって、配向規制領域 A1～A4 を形成することができる。

## 【0034】

上述したように第1領域A1/第2領域A2/第1領域A1が列方向に沿ってこの順に形成された第1基板10と、第3領域A3/第4領域A4がこの順で列方向に沿って形成された第2基板20とを図1(および図2(C))に示したように配置することによって、4分割ドメインDが形成される。言い換えると、第1ドメインD1が一方の第1領域A1と第3領域A3との間に形成され、第2ドメインD2は第2領域A2と第3領域A3との間に形成され、第3ドメインD3が第2領域A2と第4領域A4との間に形成されて、第4ドメインD4が他方の第1領域A1と第4領域A4との間に形成されるように、第1基板10と第2基板20とを配置する。なお、第1方向R1と第2方向R2とは図示した例と逆でもよく、また、第3方向R3と第4方向R4も図示した例と逆でもよい。また、第1基板10と第2基板20とは、互いに入れ替わってもよい。

## 【0035】

このようにして形成された4分割ドメインD中の4つのドメインD1からD4の基準配向方向は、図1および図2(c)に示したように、互いに異なる。ツイスト方向の右回り(D1およびD3)と左回り(D2およびD4)の2種類が存在することになる。なお、このツイスト方向は、基板20から基板10に向かって見たときのツイスト方向である。従って、基準配向方向によって代表される各ドメインの視野角依存性は、互いに異なり、液晶表示装置100の視野角依存性は、全ての方位角方向に対して平均化される。特に、例示するように、第1方向R1と第3方向R3とが互いに直交(必然的に、第2方向R2と第4方向R4とも互いに直交)するように構成すると、視野角特性はより均一化されるので好ましい。また、後に説明するように、液晶分子の配向が安定され、電界の変化に対して不安定で移動するディスクリネーションラインがドメイン間に形成されることが抑制または防止される。また、配向安定性の観点から、ドメイン(D1~D4)間の境界(あるいは、配向規制領域(A1とA2およびA3とA4)間の境界)は、列方向に直交する方向であることが好ましい。

## 【0036】

また、ドメインD1~D4の各ドメインの面積比率が表示領域全体の視野角特性に影響するので、例示したように、各絵素に含まれる第1ドメインD1、第2ドメインD2、第3ドメインD3および第4ドメインD4の各ドメイン毎の面積の合計は、互いに等しいことが好ましい。ここでは、1つの絵素が1つの4分割ドメインDに占有されている(実質的に1つの4分割ドメインDだけで構成させれている)場合を例示しており、1つの4分割ドメインD中の第1ドメインD1と、第2ドメインD2と、第3ドメインD3と、第4ドメインD4の各面積は、それぞれ互いに等しい。すなわち、第1基板10は、図2(a)に示したように、第1領域A1/第2領域A2/第1領域A2がこの順で配列され、その面積比を1:2:1であり、第2基板20は、図2(b)に示したように、第3領域A3/第4領域A4がこの順で配列され、その面積比を2:2である。その結果、第1ドメインD1/第2ドメインD2/第3ドメインD3/第4ドメインD4がこの順で配列され、その面積比が1:1:1:1の4分割ドメインDが形成されている。なお、ここでは、ドメインD1~D4それぞれの面積を単位に面積比を表している。

## 【0037】

絵素をいくつのドメインに分割するかは、絵素の大きさや、液晶表示装置に求められる表示特性などを考慮して適宜設定され得る。但し、絵素内には、少なくとも1つの4分割ドメインD(D1~D4からなる)を有することが好ましく、さらにドメインを有する場合には、4つのドメインD1~D4がD1/D2/D3/D4の順で配置されている方向に沿って、この配列順序(循環的に)に従って、ドメインが形成されることが好ましい。

## 【0038】

例えば、図3(a)に示すように、第1基板10に、第1領域A1/第2領域A2/第1領域A1を3:4:1の面積比で形成し、第2基板20に第3領域A3/第4領域A4/第3領域A3を2:4:2の面積比で形成すると、第1ドメインD1/第2ドメインD2/第3ドメインD3/第4ドメインD4/第1ドメインD1がこの順に配列され、その面



積比が 2 : 1 : 3 : 1 : 1 のドメインが形成される。なお、ここでは、第 2 ドメイン D 2 の面積を単位として面積比を示している。

【 0 0 3 9 】

勿論、第 4 ドメイン D 4 / 第 1 ドメイン D 1 / 第 2 ドメイン D 2 / 第 3 ドメイン D 3 / 第 4 ドメイン D 4 の順に配列されたドメインを形成してもよく、さらなる第 2 ドメイン D 2 や第 3 ドメイン D 3 を形成してもよい。さらに、2 つ以上の 4 分割ドメイン D を D 1 ~ D 4 の配列順序が循環的になるように形成してもよい。いずれの場合にも、均一な視野角特性を実現するために、各絵素に含まれる第 1 ドメイン D 1、第 2 ドメイン D 2、第 3 ドメイン D 3 および第 4 ドメイン D 4 の各ドメイン毎の面積の合計は、互いに等しいことが好ましい。

【 0 0 4 0 】

ここで、図 2 および図 3 を参照しながら、絵素分割の好ましい形態を詳しく説明する。

【 0 0 4 1 】

図 2 および図 3 に示したように、本発明の液晶表示装置は、絵素に 4 分割ドメイン D を有し、4 分割ドメイン D は、第 1 基板 1 0 に形成された第 1 領域 A 1 および第 2 領域 A 2 と、第 2 基板 2 0 に形成された第 3 領域 A 3 および第 4 領域 A 4 との配向規制力によって形成される。

【 0 0 4 2 】

図 2 に示した構成においては、第 1 基板 1 0 の第 2 領域 A 2 と、第 2 基板 2 0 の第 3 領域 A 3 および第 4 領域 A 4 の列方向に沿った長さをそれぞれ  $y$  とし、第 1 基板 1 0 の第 2 領域 A 2 の列方向に両側に設けられた 2 つの第 1 領域 A 1 のそれぞれの列方向の長さを  $y / 2$  としたとき、第 1 基板 1 0 の第 2 領域 A 2 と第 2 基板 2 0 の第 4 領域 A 4 とが列方向において  $y / 2$  だけ重なるように配置されており、その結果、ドメイン D 1 ~ D 4 それぞれの列方向の長さを  $x$  とすると、 $x = y / 2$  の関係を満足する 4 分割ドメイン D が形成されている。また、絵素の列方向の長さを  $P$  とすると、1 つの絵素の全体に 1 つの 4 分割ドメイン D が形成されているので、 $P = 4 x = 2 y$  の関係を満足している。

【 0 0 4 3 】

なお、図 2 では、1 つの絵素を示しているなので、第 1 領域 A 1 の列方向の長さを  $y / 2$  として示しているが、絵素はマトリクス状に規則正しく配列されているので、ある絵素の第 1 領域 A 1 は列方向に隣接する絵素の第 1 領域 A 1 と連続して形成することが好ましく、その場合には、列方向の長さが約  $y$  (厳密には  $(y / 2) \times 2 + \text{絵素間距離}$ ) の第 1 領域 A 1 が形成され、その一部 ( $y / 2$  相当) がそれぞれの絵素に属するように配置される。このことは、配向規制領域の他の配置の説明についても同様である。また、簡単さのために、絵素間距離を無視し、各配向規制領域 A 1 ~ A 4 の列方向の長さを「 $y$ 」で表すこともある。

【 0 0 4 4 】

上述の関係を満足すると、各ドメイン D 1 ~ D 4 の面積は互いに等しくなるので、均一な視野角特性を実現することができる。勿論、上述のように等分割された 4 分割ドメインを 1 つの絵素に複数有する場合も、各絵素内における各ドメイン D 1 ~ D 4 のドメイン毎の合計面積は互いに等しいので、一般に、 $P = 4 n x = 2 n y$  ( $n$  は、1 以上の正の整数) の関係を満足すれば、均一な視野角特性を実現することができる。但し、1 つのドメインの長さが小さすぎると配向を安定化させる効果が得られないことがあるので、配向規制領域 A 1 ~ A 4 の列方向の長さ  $y$  は  $10 \mu\text{m}$  以上であることが好ましく、 $50 \mu\text{m}$  以上であることが更に好ましい。

【 0 0 4 5 】

一般に、絵素に含まれる複数のドメインの面積が互いに等しいことが好ましいが、必ずしも、その必要が無い場合もある。例えば、図 3 に示した構成においては、第 2 領域 A 2 および第 4 領域 A 4 の列方向の長さを  $y$  とし、第 2 領域 A 2 の列方向の両側に形成される 2 つの第 1 領域 A 1 の列方向の長さをそれぞれ  $3 y / 4$  および  $y / 4$  とし、第 4 領域 A 4 の列方向の両側に形成される 2 つの第 3 領域 A 3 の列方向の長さをいずれも  $y / 2$  とし、

第2領域A2と第4領域A4とが列方向において $3y/4$ だけ重なるように配置されており、その結果、第2領域A2と第4領域A4との重なり領域に形成される第2ドメインD2の列方向の長さを $x$ とすると、第1ドメインD1/第2ドメインD2/第3ドメインD3/第4ドメインD4がこの順で、それぞれの列方向の長さが、 $2x/x/3x/x$ となる4分割ドメインDが形成され、更に、D4に続いて、列方向の長さが $x$ の更なる第1ドメインD1が形成されている。

【0046】

このように分割された絵素全体でみると、第1ドメインD1の列方向の長さ（面積に比例する）の合計は $3x(=2x+x)$ で、第3ドメインD3の列方向の長さと等しい。一方、第2ドメインD2の列方向の長さと第4ドメインD4の列方向の長さは、何れも $x$ で互いに等しい。図3(c)から分かるように、第1ドメインD1と第3ドメインD3の基準配向方向は互いに反平行で、且つ、第2ドメインD2と第4ドメインD4の基準配向方向も互いに反平行である。従って、第1ドメインと第3ドメインD3の視野角特性は互いに相補的であり、第2ドメインD2と第4ドメインD4の視野角特性は互いに相補的である。従って、第1ドメインD1～第4ドメインD4の全てについて、それぞれのドメイン毎の面積の合計が互いに等しくなくても、第1ドメインD1と第3ドメインD3および/または第2ドメインD2と第4ドメインD4の面積が互いに等しければ、十分な視野角特性を得られることもある。

【0047】

次に、図4A～図4Dを参照しながら、4分割ドメインD内の液晶分子の配向が安定化されるメカニズムを説明する。

【0048】

図4A～図4Dは、図1および図2に示した液晶表示装置100における電圧印加時の液晶層30の液晶分子30aの配向状態を模式的に表している。それぞれ、基板20側から表示面法線に沿って表示面を観察したときに液晶分子30aの配向方向を示している。図4Aは第1ドメインD1と第2ドメインD2との境界付近を示し、図4Bは第2ドメインD2と第3ドメインD3との境界付近を示し、図4Cは第3ドメインD3と第4ドメインD4との境界付近を示し、図4Dは第4ドメインD4と第1ドメインD1との境界付近を示す。なお、図1および図2に示した例は、1つの絵素が1つの4分割ドメインDに占有されているので、図4Dに示した境界付近は、列方向に互いに隣接する絵素（隣り合う行に属する絵素）間に存在することになる。図3に示した構成においては、絵素内（図中では、絵素の最下部）に存在する。

【0049】

図4A～図4Dに示したように、隣接する異なる配向規制領域間には分割ラインDLが形成される。本発明の液晶表示装置の絵素内に形成される4分割ドメインにおいては、一方の基板（第1基板10または第2基板20）に形成される分割ラインDLは、必ず、他方の基板（第2基板20または第1基板10）に形成されている1つの配向規制領域に対向するように配置されている。図4Aに示した第1基板10に形成されている第1領域A1と第2領域A2との間の分割ラインDLは、第2基板20に形成されている第3領域A3に対向し、図4Bに示した第2基板20に形成されている第3領域A3と第4領域A4との間の分割ラインDLは、第1基板10に形成されている第2領域A2に対向する。また、図4Cに示した第1基板10に形成されている第2領域A2と第1領域A1との間の分割ラインDLは、第2基板20に形成されている第4領域A4に対向し、図4Dに示した第2基板20に形成されている第4領域A4と第3領域A3との間の分割ラインDLは、第1基板10に形成されている第1領域A1に対向する。

【0050】

上述のように配向規制領域A1～A4が配置されているので、一方の基板の分割ラインDLに位置する液晶分子30aは、他方の基板の配向規制領域の配向規制力の影響を受けて配向する。第1基板10に形成されている第1領域A1および第2領域A2の配向規制方向と、第2基板20に形成されている第3領域A3と第4領域A4の配向規制方向は、互

いに交差（好ましくは互いに直交）する。また、液晶分子 30a が連続的な配向をとるためには、液晶の連続体的な性質に依存するある有限な長さの分割ライン DL の幅 W が必要であるが、この幅 W は、非常に小さく、液晶分子 30a の分子レベルのサイズになる。従って、分割ライン DL の幅 W は、対向する配向規制領域の列方向の長さ（幅）y に比べて非常に小さい。

#### 【0051】

上述したような関係にあると、分割ライン DL に存在する液晶分子 30a は、たとえ液晶層に印加される電圧が高速で切替えられても、対向する配向規制領域から受ける一方向性の配向規制力と液晶のフロー効果との影響を受ける結果、分割ドメイン DL の位置が移動することがなく、また、各ドメイン D1 ~ D4 内にリバースチルトドメインが発生すること、ドメイン間にディスクリネーションラインが発生することもない。本発明によると、このようにして分割ドメインの配向が安定化される。この安定効果を十分に得るためには、第 1 領域 A1 および第 2 領域 A2 の配向規制方向（R1 および R2）と、第 3 領域 A3 および第 4 領域 A4 の配向規制方向（R3 および R4）とがなす角は、約 89° ~ 約 91° の範囲内にあることが好ましく、約 90° であることがさらに好ましい。

#### 【0052】

本発明の液晶表示装置 100 は、垂直配向型の液晶層 30 を備えているので、ノーマリブラックモード（NB モードと略す。）で表示を行うことが好ましい。NB モードで表示すると、従来の TN 型の NW モードの液晶表示装置に比べ高いコントラスト比の表示を実現することができる。

#### 【0053】

垂直配向型液晶層を備えた NB モードの液晶表示装置 100 の視野角特性は、以下のようになり、偏光板および位相差補償素子を設けることによって、更に改善することができる。

#### 【0054】

第 1 基板 10 および第 2 基板 20 を間に介して互に対向するように一対の偏光板（不図示）をクロスニコル状態に配置し、一対の偏光板と第 1 基板 10 および第 2 基板 20 との少なくともいずれか一方の間に位相差補償素子（不図示）を設ける。この位相差補償素子の遅相軸が、液晶層 30 の層面（基板 10 および 20 に平行）内にあり、且つ、一対の偏光板の内の観察者側に配置された偏光板の吸収軸（偏光軸に直交）に直交するように、位相差補償素子を配置すればよい。特に、位相差補償素子を両方の偏光板と基板との間に設け、それぞれの位相差補償素子の遅相軸を近い方の偏光板の吸収軸と直交するように配置すると、観察者側の偏光板の吸収軸に対して 45° 方向（方位角方向）の視野角特性（極角（表示面法線からの角度）依存性）が大幅に改善され、全方位に亘って良好な視野角特性を得ることができる。

#### 【0055】

具体的には、例えば液晶層 30 のリタデーションを 340 nm とし、一対の偏光板と基板との間に、それぞれ近い方の偏光板の吸収軸と直交するように位相差補償素子の遅相軸を配置する。このとき、位相差補償素子の面内リタデーション  $R_e (= d f \cdot (n_x - n_y))$  を 0 ~ 50 nm、法線リタデーション  $R_{th} (= d f \cdot (n_x - n_z))$  を 0 ~ 150 nm の範囲内で変化させ、極角が 40° で、方位角が 0°、45°、90° および 135° のそれぞれの視角方向におけるコントラスト比を測定すると、図 5 および図 6 に示し結果が得られる。ここで、d f は位相差補償素子の厚さ、 $n_x$ 、 $n_y$  は面内の主屈折率、 $n_x$  は面法線方向の主屈折率を示す。また、 $n_x > n_y > n_z$  の関係を有する。

#### 【0056】

図 5 および図 6 から明らかなように、偏光板の吸収軸方向に対して、0° および 90° の方位角方向におけるコントラスト比は、極角に依存せず一定であるが、45° および 135° の方位角方向におけるコントラスト比は、極角に依存し、極大値を示す。面内リタデーション  $R_e$  の値が 36 nm ~ 43 nm の範囲内にあり、法線リタデーション  $R_{th}$  の値が 110 nm ~ 130 nm の範囲内にあるとき、全方位でほぼ等方的なコントラスト比を実現することができる。さらに、このときの最適値は、面内リタデーション  $R_e$  の値が 3

9 nm、法線リタレーション  $R_{th}$  の値が 122 nm である。ここでは、液晶層の両側に位相差補償素子を設けた場合のリタレーションの最適値を説明したが、一方にのみ位相差補償素子を設ける場合は、上記の 2 倍の値のリタレーションを有する位相差補償素子を用いればよい。なお、液晶層としては、リタレーションが 250 nm ~ 400 nm の範囲内にあるものを好適に用いることができる。

【0057】

さらに、液晶層 30 の厚さを 4  $\mu$ m 以下とすることによって、良好な応答速度を実現することができる。具体的には、透過率が 0 % から 90 % に変化するのに要する時間 (NB モードでは  $T_{on}$ ) と透過率が 100 % から 10 % に変化するのに要する時間 (NB モードで  $T_{off}$ ) の和として表される応答時間 ( $T_s$ ) を 16.6 msec 以下とすることができる。液晶層 30 の厚さは、3  $\mu$ m ~ 4  $\mu$ m の範囲にあることが好ましい。

【0058】

次に、本発明による液晶表示装置の製造方法を説明する。

【0059】

上述したように、本発明の 4 分割ドメインは、第 1 基板 10 に形成された 2 種類の配向規制領域 A1 および A2 と、第 2 基板 20 に形成された 2 種類の配向規制領域 A3 および A4 との組合せによって形成される。更に、4 つの配向規制領域は、列方向に沿って一定の順序で配列される。従って、第 1 基板 10 の液晶層 30 側の表面に、行方向に沿って延びる第 1 領域 A1 と第 2 領域 A2 とを列方向に沿って交互に設け、第 2 基板 20 の液晶層 30 側の表面に、行方向に延びる第 3 領域 A3 と第 4 領域 A4 とを列方向に沿って交互に設け、第 1 基板 10 と第 2 基板 20 とを配向規制領域 A1 ~ A4 が各絵素に対応して上記の配置関係を有するように貼り合わせればよい。絵素間距離を無視すると、それぞれの配向規制領域 A1 ~ A4 の列方向の長さは  $y$  である。すなわち、本発明による 4 分割ドメインは、配向規制領域 A1 ~ A4 を行に平行に形成し、複数の絵素の内 1 つの行を構成する複数の絵素を貫くようにストライプ状に形成することによって、実現され得る。

【0060】

図 7 (a) ~ (d) を参照しながら、本発明による液晶表示装置の製造方法の実施形態を説明する。

【0061】

まず、第 1 基板 10 および第 2 基板 20 となる基板 (例えばガラス基板) 11 を用意する。図 5 (a) に示すように、この基板 11 上に垂直配向膜 12 を形成し、一方向にラビングする。ここでは、紙面の手前に向かってラビングする例を示している。

【0062】

この後、図 7 (b) に示すように、第 1 回目のラビング処理が施された配向膜 12 の全面を覆うように感光性樹脂層 13 を形成する。

【0063】

この感光性樹脂層 13 を、所定のフォトリソマスクを用いて露光し、現像することによって、図 7 (c) に示すように、パターンニングする。このとき、典型的には、幅が  $y$  の帯状の開口部 13a (例えば第 2 領域 A2 または第 4 領域 A4 に対応する) が、 $y + dy$  ( $dy$  は絵素間距離) 間隔で平行に設けられる。このとき、感光性樹脂層 13 で覆われている領域が、例えば第 1 領域 A1 または第 3 領域 A3 となる領域を含む。この状態で、開口部 13a 内に露出された垂直配向膜 12 に第 2 目のラビング処理を施す。このラビング処理の方向は、第 1 回目のラビング処理方向とは逆 (反平行) である。なお、本発明による絵素分割パターンを採用すると、行方向に平行なストライプを形成するだけでよいので、分割する方向 (ここでは列方向) 以外の方向には、フォトリソマスクの位置合わせが不要なく、簡単に製造できるという利点も得られる。

【0064】

この後、感光性樹脂層 13 を剥離することによって、図 7 (d) に示すように、第 1 基板 10 または第 2 基板 20 を得ることができる。

【0065】

なお、上記の説明の個々の工程は、公知の方法で実行することができる。また、上述した、いわゆる分割ラビングプロセスに代えて、メタルハードマスクを用いたいわゆるマスクラビングプロセスや、UV光を斜め方向から照射することによってプレチルト角を制御するいわゆる光配向処理などの公知の方法を用いても同等の結果を得ることができる。

#### 【0066】

上述のようにして得れた第1基板10および第2基板20を垂直配向膜13が形成された面を内側にして、所定のセルギャップ（液晶層30の厚さに対応）を維持するためのスペーサ（例えば、 $3.5\mu\text{m}$ ）を介して、互いに貼り合せ、液晶セルを得る。このとき、反平行方向にラビング処理が施された領域が上述したように所定の配置関係で互いに重なるように（例えば $y/2$ 幅が重なるように）、分割ラビング処理が施されている。なお、スペーサは、感光性樹脂などを用いて、絵素以外の領域（例えばブラックマトリクが形成される領域）にドット状に設けることが好ましい。

#### 【0067】

得られた液晶セルに液晶材料を注入する。液晶セルのリタデーションは、 $250\text{nm} \sim 400\text{nm}$ の範囲内にあることが好ましく、液晶層の厚さを $4\mu\text{m}$ 以下にするために、複屈折率（ $n$ ）が $0.07$ 以上のものを用いることが好ましい。このような液晶層を用いると、前述した位相差補償素子によって、視野角特性が改善されるとともに、応答特性に優れた液晶表示装置を得ることができる。

#### 【0068】

液晶材料の注入工程は、公知の方法で実行できる。但し、液晶材料の注入後、液晶材料の $T_{ni}$ 点（ネマチック-等方性液体転位温度）以上の温度（好ましくは、 $T_{ni}$ 点よりも $10^\circ\text{C}$ 以上高い温度）に液晶セルを一定時間（例えば $10$ 分）以上保持し、その後、常温（ $25^\circ\text{C}$ ）まで冷却することが好ましい。こときの降温速度は、 $10^\circ\text{C}/\text{分}$ 以下であることが好ましく、 $10^\circ\text{C}/\text{時間}$ 以下であることがさらに好ましい。このように、再配向処理を行うことによって、表示領域全体に亘って、均一に、配向状態が安定した分割ドメインを形成することができる。

#### 【0069】

##### 【実施例】

##### （実施例1）

上述した実施形態で図1および図2を参照しながら説明した分割配向パターンの絵素を有するTF型液晶表示装置を作製する。分割方向は、列方向で、1つの絵素領域は1つの4分割ドメインで実質的に占有される。基本的な構成は、上述の液晶表示装置100と同じなので、同じ参照符号を用いて、その詳細な説明はここでは省略する。

#### 【0070】

第1基板10となるTF基板および第2基板20となるカラーフィルタ基板には、それぞれ公知のものを広く用いることができる。まず、図7を参照しながら上述した分割ラビング法を用いる例を説明する。

#### 【0071】

TF基板およびカラーフィルタ基板上に、例えば、JSR社製のポリイミド系垂直配向膜材料（例えばJALS-682）を用いて $60\text{nm}$ の厚さの垂直配向膜12を形成する。この垂直配向膜12を所定方向に一軸ラビング処理（第1回目）を施し、純水で洗浄した後、例えばシプレー社製ポジ型レジスト（例えばS1805）を用いて膜厚 $0.5\mu\text{m}$ の感光性樹脂層13を形成する。

#### 【0072】

この感光性樹脂層13を所定のストライプ状のパターンを有するフォトマスクを介して、例えば大日本科研社製のマスク露光装置を用いて、露光量 $35\text{mJ}$ （中心波長 $365\text{nm}$ ）で露光する。この後、例えばシプレー社製のMP-DEV無機アルカリ性の現像液を用いて現像することによって、感光性樹脂層13をパターンニングし、ストライプ状の開口部13aを形成する。

#### 【0073】

この後、感光性樹脂層 13 の開口部 13 a 内に露出された垂直配向膜 12 に、第 1 回目とは逆方向に第 2 回目の一軸ラビング処理を行う。その後、剥離液（例 NaOH の 10 % 水溶液）を用いて、感光性樹脂層 13 を剥離する。

【0074】

なお、第 1 回目および第 2 回目のラビング処理は、例えば以下の条件で実行することが好ましい。ラビング布として例えば吉川加工社製の YA - 18 - R（毛足 1.8 mm）を用い、押し込み量 0.4 mm、ローラー回転数 300 mm / 分、ステージ速度 100 mm / 秒、回数 5 回の条件を例示できる。この条件は、ラビング筋が発生しないソフトラビン条件であり、高いラビング密度で行うことが好ましい。

【0075】

光配向処理を用いる場合は、例えば、以下の様にして実行される。

【0076】

まず、TFT 基板およびカラーフィルタ基板上に、例えば、日産化学社製の垂直配向膜材料 RN - 1338 を用いて膜厚 100 nm の垂直配向膜を形成する。

【0077】

この垂直配向膜に、誘電体ミラーを用いて偏光させた偏光 UV（中心波長 313 nm）を  $1 \text{ J} / \text{cm}^2$  の密度で全面に照射する。なお、保持率の観点から、UV 照射光量の密度は、 $1 \text{ J} / \text{cm}^2$  以下であることが好ましい。この後、石英フォトマスクを介して所定のパターンに従って、上記の偏光 UV を基板の法線に対して例えば  $45^\circ$  方向から照射する。但し、偏光 UV の照射方向は、 $45^\circ$  に限られず、基板の法線に対して傾斜していればよい（ $0^\circ$  と  $90^\circ$  以外）。この方法を用いると、液晶分子は、偏光 UV の偏光方向に直交する方向に配向するので、領域毎に偏光 UV の偏光方向を変えることによって、4 分割ドメインを形成することができる。

【0078】

この後、TFT 基板とカラーフィルタ基板とをセルギャップが  $3.5 \mu\text{m}$  となるように貼り合わせ、得られた液晶セルに液晶材料を注入する。液晶材料として、例えばメルク社製の Nn 液晶である MJ001025（ $n = 0.0916$ 、 $\Delta n = -2.4$ 、 $T_{ni} = 80$ ）を液晶セルを約  $60^\circ$  に加熱しながら注入し、封止する。この後、再配向処理工程として、液晶セルを約  $120^\circ$  に設定したオープンの中に約 10 分間保持した後、10 / 時間の降温速度で、常温（ $25^\circ$ ）まで徐冷する。

【0079】

このようにして得られた例示した液晶セルの液晶分子のプレチルト角は、何れも  $88^\circ$  であった。種々検討した結果、分割ドメインが安定に形成されるためには、液晶分子のプレチルト角が  $88^\circ$  以上（ $< 90^\circ$ ）であることが好ましいことが分かった。尚、これは、配向処理（ラビング処理や光配向処理など）によるプレチルト角の発現（すなわち配向方向を規制する力の発現）および耐純水洗浄性、レジストの耐溶剤性や耐アルカリ現像液性など、配向膜の化学的な性質にも依存していると考えられる。

【0080】

次に、得られた液晶セルに偏光板および位相差補償素子を配置して、NB モードの液晶表示装置を作製する。

【0081】

ここで、位相差補償素子としては、例えばソルボルネン樹脂の 2 軸延伸フィルムまたは液晶高分子のフィルムから形成された位相差補償フィルム（面内リタレーション  $39 \text{ nm}$ 、法線リタレーション  $122 \text{ nm}$ ）を用い、両側の偏光板と基板との間にそれぞれ 1 枚ずつ配置する。

【0082】

上述のようにして得られた液晶表示装置の視野角特性（等コントラスト・コンター）を図 8 に示す。図 8 から明らかなように、 $360^\circ$  全ての方位角に亘って、良好な表示が実現されている。図 8 には示されていないが、全ての方位角方向に対して、極角  $\pm 80^\circ$  以上の範囲でコントラスト比（CR）が 10 以上の表示が実現された。

## 【0083】

また、この液晶表示装置の電圧 - 透過率特性は、図 9 に示したように、急峻で 2.5 V ~ 6 V の範囲で、良好なコントラスト比の表示を実行することができる。また、この液晶表示装置の応答時間  $T_s$  は 13 msec であり動画表示特性も優れていることが分かる。なお、中間調表示における応答時間は 18 msec であった。

## 【0084】

さらに、この液晶表示装置の階調表示特性を評価した結果を図 10 および図 11 に示す。黒側から順に 8 つの階調表示状態における透過率の極角（法線からの角度）依存性を  $L_1 \sim L_8$  の曲線で示している。図 10 は方位角が  $0^\circ$  方向における結果を示しており、図 11 は方位角が  $45^\circ$  方向における結果を示している。

## 【0085】

図 10 および図 11 の比較から明らかなように、いずれの方位角方向においても、透過率の極角依存性は小さく、且つ、両方位角方向における極角依存性が互いに近いことがわかる。このように、本実施例の液晶表示装置は、中間調表示においても、全ての方位角方向において良好な表示が実現できることが分かる。

## 【0086】

（実施例 2）

本実施例では、本発明をプラズマアドレス型液晶表示装置（PALC と略す）に適用した例を説明する。

## 【0087】

図 12 に示す PALC 200 は、液晶層 230 と、液晶層 230 を介して互いに対向するように設けられた、プラズマアドレス基板 210 とカラーフィルタ基板 220 とを備えている。

## 【0088】

プラズマアドレス基板 210 は、プラズマ支持基板（例えばガラス基板）211 と、誘電体シート（例えば薄板ガラス）212 と、プラズマ支持基板 211 と誘電体シート 212 と間に設けられた隔壁（例えばガラスフリットから形成される）213 とを備え、これらによって包囲されるストライプ状の空間にイオン化可能なガスが充填されており、この空間がプラズマチャネル 214 を構成している。プラズマチャネル 214 内には、カソード 215C とアノード 215A が形成されており、プラズマチャネル 214 内のガスに電圧を印加し、プラズマ放電を発生させる。プラズマチャネル 214 は、例えば走査線として機能する。プラズマ基板 210 の誘電体シート 212 は液晶層 230 側に配置されており、その液晶層 230 側の表面には垂直配向膜 216 が設けられている。

## 【0089】

カラーフィルタ基板 220 は、カラーフィルタ層（不図示）を備えた透明基板（例えばガラス基板）222 と、対向電極 224 と、対向基板 224 上に設けられた垂直配向膜 226 とを有している。対向電極 224 は、ストライプ状の電極で、プラズマチャネル 214 と交差するように配置されている。これが互いに交差する領域が絵素を構成する。対向電極 224 は例えば信号線として機能する。

## 【0090】

カソード 215C およびアノード 215A 間に印加された電圧によってプラズマチャネル 214 内にプラズマ放電が起こると、放電状態にあるプラズマチャネル 214 を介して、誘電体シート 212 のプラズマチャネル 214 側の面がカソードの電位となる。この誘電体シート 212 のプラズマチャネル 214 側の面（下面と称する。）は仮想電極として機能する。すなわち、この誘電体シート 212 の下面（仮想電極）と対向電極 224 との間の電圧が、誘電体シート 212 と液晶層 230 とに印加され、これらの容量比によって決まる電圧が液晶層 230 に印加される。従って、誘電体シート 212 の厚さが薄いほど液晶層 230 に印加される電圧は高くなる。また、プラズマチャネル 214 で発生する紫外線（波長：250 nm ~ 350 nm）による液晶材料の劣化を防止するために、この紫外線を遮断する材料を誘電体シート 212 中に混合する、若しくは、誘電体シート 212 の

表面に塗布することが好ましい。

【0091】

PALC200は公知の方法で製造される。また、本発明は、上記以外の公知のPALCに適用することができる。ここでは、厚さが30 $\mu$ m、40 $\mu$ mおよび50 $\mu$ mの誘電体シート212を用いて、実施例1と同様に絵素ごとに4分割ドメインを有する、PALC200を作製した。

【0092】

得られたPALC200の電圧-透過率特性を図13に示す。図13から明らかなように、何れのPALC200も急峻な電圧-透過率特性を有している。また、応答時間 $T_s$ は、誘電体シート212の厚さが50 $\mu$ mのもので、16msecであり、30 $\mu$ mのもので10msecであった。何れも動画表示に充分適用できる応答速度を有していることが分かる。また、視野角特性は、全ての方位角方向において、極角が $\pm 70^\circ$ 以上の範囲で、コントラスト比が10以上の表示が実現された。

【0093】

また、液晶分子の配向も安定しており、ディスクリネーションラインの発生は殆ど見られなかった。

【0094】

(実施例3)

図3に示したように絵素に複数のドメイン(4分割ドメインDを含む)を形成した以外は、実施例1と同様に液晶表示装置を作製した。得れた液晶表示装置の視野角特性(等コントラスト・コンター)を図14に示す。

【0095】

図8に示した実施例1の液晶表示装置の視野角特性と比較すると、コントラスト比の方位角依存性が若干大きい、ほぼ全ての方位角方向において、良好な表示が実現された。また、応答速度は、実施例1の液晶表示装置とほぼ同じであり、液晶分子の配向も安定しており、ディスクリネーションラインの発生は殆ど見られなかった。

【0096】

(比較例1)

図15に示すように絵素に2分割ドメインを形成した以外は、実施例1と同様に液晶表示装置を作製した。この液晶表示装置のそれぞれの絵素は、第1ドメインD1と第3ドメインD3のみを有する。すなわち、実施例1および実施例2の液晶表示装置の4分割ドメインDと異なり、絵素に第2ドメインD2および第4ドメインD4が形成されておらず、第1ドメインD1と第3ドメインD3とが互いに隣接している。

【0097】

得られた液晶表示装置の視野角特性(等コントラスト・コンター)を図16に示す。図16と図8および図14との比較から明らかなように、比較例1の液晶表示装置の視野角特性は、実施例1および実施例2の液晶表示装置に比べ、方位角依存性が大きく、良好な表示を実現できる範囲が視野角が狭い。また、液晶分子の配向の安定性が低く、第1ドメインD1と第3ドメインD3との間にディスクリネーションの発生が観察されることがあった。

【0098】

さらに、実施例1の液晶表示装置と実質的に同じ構成を有し、配向分割を行わない90 $^\circ$ ツイストのTN型液晶表示装置を作製し、その表示特性を評価した。但し、配向膜としては、水平配向膜(例えばAL4552)を用い、正の誘電異方性を有するネマチック液晶材料(例えばMS90847)を用いた。

【0099】

得られた液晶表示装置の応答時間 $T_s$ 速度は、実施例1の液晶表示装置と同じく16msecであったが、視野角依存性が大きく、特に、カラー表示の色調が視野角に大きく依存し、良好な表示が得られう視野角範囲は非常に狭かった。

【0100】



### ( 比較例 2 )

比較例 2 の液晶表示装置は、4 分割ドメインを有する E C B モードの液晶表示装置であり、図 1 7 に示すように 4 分割ドメイン D ' を形成したこと以外は、実施例 1 の液晶表示装置と同じである。

#### 【 0 1 0 1 】

比較例 2 の液晶表示装置の 4 分割ドメイン D ' は、図 2 に示した実施例 1 の 4 分割ドメイン D と異なり、4 つのドメインは、それぞれの基板に形成された 4 つの配向規制領域によって形成されている。すなわち、4 つのドメイン D ' 1、D ' 2、D ' 3 および D ' 4 の境界は、両基板に形成された配向規制領域の境界と一致している。その結果、液晶分子の配向が不安定となり、4 つのドメイン D ' 1、D ' 2、D ' 3 および D ' 4 の間にディスクリネーションラインが発生し、表示品位が低下した。さらに、応答時間 T s も約 2 5 m s e c と、実施例 1 および実施例 2 の液晶表示装置の 1 6 m s e c に比べ長く、動画表示には適さないことが分かった。

#### 【 0 1 0 2 】

また、4 分割ドメインを形成するためのプロセスにおいて、ドメインの形成領域を規定するためのフォトリソグラフィ工程（感光性樹脂層の塗布、露光、現像、剥離）をそれぞれの基板に対して 2 回行う必要があり、製造プロセスが煩雑化するとともに、垂直配向膜へのダメージが懸念された。

#### 【 0 1 0 3 】

#### 【 発明の効果 】

上述したように、本発明によると、視野角特性に優れ、高品位の表示が可能な液晶表示装置およびその製造方法が提供される。本発明による液晶表示装置は、応答特性にも優れるので、高品位の動画表示を実現することができる。本発明の液晶表示装置は、携帯情報端末、パーソナルコンピュータ、ワードプロセッサ、アミューズメント機器、教育機器、テレビジョン装置のための液晶表示装置として好適に用いられる。

#### 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の実施形態による液晶表示装置 1 0 0 を模式的に示す断面図である。

【 図 2 】 ( a )、( b ) および ( c ) は、液晶表示装置 1 0 0 の絵素に形成される 4 分割ドメイン D の構造を説明するための模式図である。

【 図 3 】 ( a )、( b ) および ( c ) は、実施形態による液晶表示装置の絵素に形成される他の分割ドメインの構造を説明するための模式図である。

【 図 4 A 】 4 分割ドメイン D 内の液晶分子の配向が安定化されるメカニズムを説明するための模式図である。

【 図 4 B 】 4 分割ドメイン D 内の液晶分子の配向が安定化されるメカニズムを説明するための模式図である。

【 図 4 C 】 4 分割ドメイン D 内の液晶分子の配向が安定化されるメカニズムを説明するための模式図である。

【 図 4 D 】 4 分割ドメイン D 内の液晶分子の配向が安定化されるメカニズムを説明するための模式図である。

【 図 5 】 本発明の実施形態による液晶表示装置のコントラスト比の位相差補償素子の面内リタデーション  $R_e (= d f \cdot (n_x - n_y))$  依存性を示すグラフである。

【 図 6 】 本発明の実施形態による液晶表示装置のコントラスト比の位相差補償素子の法線リタデーション  $R_{th} (= d f \cdot (n_x - n_z))$  依存性を示すグラフである。

【 図 7 】 ( a )、( b )、( c ) および ( d ) は、本発明による液晶表示装置の製造方法の実施形態を説明するための模式的な断面図である。

【 図 8 】 実施例 1 の液晶表示装置の視野角特性示す等コントラスト・コンターである。

【 図 9 】 実施例 1 の液晶表示装置の電圧 - 透過率特性しめすグラフである。

【 図 1 0 】 実施例 1 の液晶表示装置の階調表示特性の極角依存性（方位角 0 ° 方向）を示すグラフである。

【 図 1 1 】 実施例 1 の液晶表示装置の階調表示特性の極角依存性（方位角 4 5 ° 方向）を

示すグラフである。

【図 1 2】実施例 2 の P A L C 2 0 0 の構造を示す模式的な断面図である。

【図 1 3】実施例 2 の P A L C 2 0 0 の電圧 - 透過率特性を示すグラフである。

【図 1 4】実施例 3 の液晶表示装置の視野角特性を示す等コントラスト・コンターである。

【図 1 5】比較例 1 の液晶表示装置の分割ドメインの構成を説明するための模式図である。

【図 1 6】比較例 1 の液晶表示装置の視野角特性を示す等コントラスト・コンターである。

【図 1 7】比較例 2 の液晶表示装置の分割ドメインの構成を説明するための模式図である。

【符号の説明】

- 1 0 第 1 基板
- 1 1 基板 ( ガラス基板 )
- 1 2 垂直配向膜
- 1 3 感光性樹脂層
- 1 3 a 開口部
- 2 0 第 2 基板
- 3 0 液晶層
- 3 0 a 液晶分子
- 1 0 0 液晶表示装置
- 2 0 0 P A L C
- A 1 第 1 領域 ( 配向規制領域 )
- A 2 第 2 領域 ( 配向規制領域 )
- A 3 第 3 領域 ( 配向規制領域 )
- A 4 第 4 領域 ( 配向規制領域 )
- D 4 分割ドメイン
- D 1 第 1 ドメイン
- D 2 第 2 ドメイン
- D 3 第 3 ドメイン
- D 4 第 4 ドメイン