

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-31410

(P2009-31410A)

(43) 公開日 平成21年2月12日(2009.2.12)

(51) Int.Cl.
G02F 1/1337 (2006.01)F I
G O 2 F 1/1337テーマコード (参考)
2 H O 9 O

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2007-193307 (P2007-193307)
(22) 出願日 平成19年7月25日 (2007.7.25)(71) 出願人 000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南1丁目7番1号
(74) 代理人 100092336
弁理士 鈴木 晴敏
(72) 発明者 玉置 昌哉
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
式会社内
(72) 発明者 山口 英将
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
式会社内
(72) 発明者 田中 大直
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
式会社内

最終頁に続く

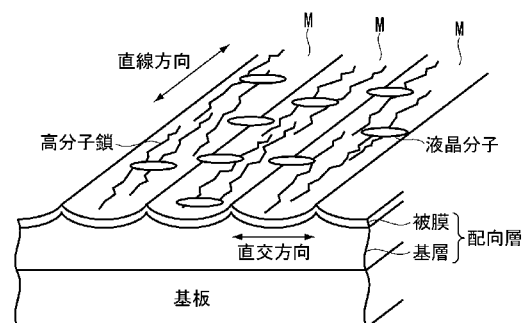
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 グレーティング法を改善して生産性が高く十分な配向性を有し、高い画質を確保できる液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 配向層は、複数本の溝Mが平行に形成された基層と、溝Mを被覆する被膜とからなる。被膜は、電圧無印加の状態で液晶の分子長軸を基板に対して平行に配向する水平配向能を有する。溝の配列ピッチに対する溝の深さの比率を表すアスペクト比は下限値と上限値を有し、下限値より低い時液晶の分子長軸はランダムな方向で水平配向し、上限値より高い時液晶の分子長軸は溝Mの直線方向に指向して水平配向する一方、下限値から上限値の間にあるとき、液晶の分子長軸は溝Mの直交方向に指向して水平配向する。アスペクト比が下限値と上限値の間に入るように、複数本の溝Mを基層に形成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の間隙を介して互いに接合した一对の基板と、該間隙に保持された液晶と、少なくとも片方の基板に形成され該液晶の分子を配向する配向層と、少なくとも一方の基板に形成され該液晶に電圧を印加するための電極とを備え、

前記配向層は、複数本の溝が平行に形成された基層と、該溝を被覆する被膜とからなり、

各溝は与えられた所定の方向に沿って伸びており、且つ該所定の方向と直交する直交方向に沿って与えられたピッチで繰り返し配列されており、

前記被膜は、電圧無印加の状態で該液晶の分子の長手方向を示す分子長軸を基板に対して平行に配向する水平配向能を有し、

前記溝の配列ピッチに対する溝の深さの比率を表すアスペクト比は下限値 0.05～上限値 0.5 の間にあり、液晶の分子長軸は該溝の直交方向に指向して水平配向することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】

前記溝の配列ピッチは 1 μm ～5 μm の範囲にあり、該溝の深さが 0.1～0.7 μm の範囲に形成されており、該液晶の分子長軸が該溝の直交方向に指向して水平配向することを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 3】

所定の間隙を介して互いに接合した一对の基板と、該間隙に保持された液晶と、少なくとも片方の基板に形成され該液晶の分子を配向する配向層と、少なくとも一方の基板に形成され該液晶に電圧を印加するための電極とを備えた液晶表示装置の製造方法であって、

前記配向層は、複数本の溝が平行に形成された基層と、該溝を被覆する被膜とからなり、

各溝は所定の方向に沿って伸びており、且つ該所定の方向と直交する直交方向に沿って与えられたピッチで繰り返し配列しており、

前記被膜は、電圧無印加の状態で該液晶の分子の長手方向を示す分子長軸を基板に対して平行に配向する水平配向能を有し、

前記溝の配列ピッチに対する溝の深さの比率を表すアスペクト比は下限値と上限値を有し、

該アスペクト比が下限値より低い時、液晶の分子長軸はランダムな方向で水平配向し、該アスペクト比が上限値より高い時、液晶の分子長軸は該溝が伸びる所定の方向に指向して水平配向する一方、

該アスペクト比が下限値から上限値の間にあるとき、液晶の分子長軸は該溝の直交方向に指向して水平配向する性質を有し、

前記アスペクト比が該下限値と上限値の間に入るように、該複数本の溝を該基層に形成することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項 4】

前記アスペクト比が下限値 0.05～上限値 0.5 の間に入るように該複数本の溝を該基層に形成することを特徴とする請求項 3 記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 5】

前記溝の配列ピッチは 1 μm ～5 μm の範囲にあり、該液晶の分子長軸が該溝の直交方向に指向して水平配向するように、該溝の深さを 0.1～0.7 μm の範囲に形成することを特徴とする請求項 3 記載の液晶表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶表示装置及びその製造方法に関し、例えば T N (Twisted Nematic)、E C B (Electrically Controlled Birefringence)、S T N (Super Twisted Nematic)、I P S (In-Plane Switching)、F F S (Fringe Field Switching)、O C B (Optical

10

20

30

40

50

lly compensated Bend)等の液晶モードに適用することができる。本発明は、配向膜の下面を溝形状として配向膜に特定方向の配向能を付与することにより、従来に比して生産性が高く、液晶に対する十分な配向規制力を有し、高い画質を確保することができるようにする。

【背景技術】

【0002】

従来、TN、ECB、STN、IPS、FFS、OCB等の各種液晶モードの液晶表示パネルでは、配向処理により液晶分子を一定方向に配向させており、この配向処理に種々の手法が提案されている。

【0003】

この配向処理の1つであるラビング法は、最も頻繁に使用される方法であり、ポリイミド等からなる高分子膜による配向膜を透明電極上に形成した後、表面に布等を取り付けたローラーでこの配向膜を一定方向に擦ることにより、この配向膜に配向能を付与する。しかしながらラビング法では、ラビング屑等が付着して配向膜の表面を汚染する恐れがあり、また静電気の発生によりパネル上のTFT（薄膜トランジスタ）を破壊する恐れもある。

【0004】

ラビング法に代わる配向処理方法であるいわゆるグレーティング法は、基板表面を加工してグレーティング（溝）を形成し、このグレーティングによる弾性歪みを利用して液晶分子を配向させる。グレーティング法では、弾性自由エネルギーが最も安定になるグレーティングに沿って平行な方向に液晶分子が配向する。

【0005】

このグレーティング法に関して、M.Nakamura et al. J. Appl. Phys., 52, 210(1981)には、感光性ポリマーの層に光を照射して一定の間隔で直線状にグレーティングを形成する方法が提案されている。また特開平11-218763号公報には、基板上の光重合性モノマーに光を照射してグレーティング状の配向膜を形成する方法が提案されている。また特開2000-105380号公報には、転写の手法を適用して、基板表面に形成された樹脂塗布膜にグレーティングの凹凸形状を形成し、グレーティング状の配向膜を形成する方法が提案されている。

【0006】

このグレーティング法では、グレーティングのピッチと高さとの調節によりアンカリングエネルギーを制御できることが知られている（Y. Ohta et al., J.J. Appl. Phys., 43, 4310(2004)）。

【0007】

またグレーティング法では、ポリイミド等の配向膜材自体が有する配向規制力を利用してアンカリング強度を向上する方法も提案されている。すなわち特開平5-88177号公報には、フォトリソグラフィ法により感光性ポリイミドをパターンニングする方法が提案されており、また特開平8-114804号公報には、所定方向ではストライプ状であって、この所定方向と直交する方向では表面形状が鋸歯状である凹凸形状を第1配向膜の表面に形成し、この第1配向膜上に、この直交する方向に分子軸が揃った有機物を積層して配向膜を形成する方法が提案されている。また特開平3-209220号公報には、感光性ガラスをフォトリソグラフィ法で表面に凹凸形状を形成した後、配向材を塗布する方法が提案されている。

【0008】

グレーティング法によれば、ラビング法による配向膜表面の汚染、静電気の発生を防止することができる。

【特許文献1】特開平11-218763号公報

【特許文献2】特開2000-105380号公報

【特許文献3】特開平5-88177号公報

【特許文献4】特開平8-114804号公報

10

20

30

40

50

【特許文献5】特開平3-209220号公報

【非特許文献1】M. Nakamura et al. J. Appl. Phys., 52, 210(1981)

【非特許文献2】Y. Ohta et al., J.J. Appl. Phys., 43, 4310(2004)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながらグレーティング法により、単に弾性歪み効果のみを利用して液晶分子を配向させる場合には、ラビング法と同等のアンカリング強度にするために、溝のピッチPと高さHとの比T ($=H/P$)を十分に大きくする必要がある。具体的に、上述のY. Ohta et al., J.J. Appl. Phys., 43, 4310(2004)によれば、ラビング処理を行った配向膜と同等の方位角アンカリング強度 (約 1×10^{-4} [J/m²]) を得るためには、溝のピッチPと高さHとの比Tを1以上とする必要がある。

10

【0010】

従って実用で想定されるグレーティングのピッチが1 [μm] 以上であることから、十分な方位角アンカリング強度を確保するためには、単に弾性歪み効果のみを利用して液晶分子を配向させる場合、グレーティングの深さを1 [μm] 以上とすることが必要になる。ここで液晶表示パネルでは、セルギャップが3~4 [μm] 程度であることから、グレーティングの深さを1 [μm] 以上とすると、深さが1 [μm] 以上の周期的な凹凸がパネル面内に形成されることになり、液晶のリタレーションがパネル面内で変化することになり、コントラスト比を十分に確保することが困難になる。また生産性を考慮すると、グレーティングの深さを1 [μm] 未満として、十分なアンカリング強度を確保することが望まれる。

20

また、ポリイミド等の配向膜の配向規制力を利用する方法に関しても、以下のような問題を有する。例えば、特開平5-88177号、特開平3-209220号の方法の場合、表面の凸凹による配向規制力と配向膜による配向規制力を比較すると、後者の方が強い。ため、液晶分子の配向方向は、配向膜の分子長軸の配向方向に向くことになる。しかし、配向膜の分子長軸の方向が制御されていないために、全体として十分な配向規制力が得られるとは言い難い。

また、特開平8-114804号の方法の場合、表面の凸凹で配向膜の分子軸を制御しているが、配向膜として使用しているのは光重合製の液晶材料で、信頼性、電気的特性に優れた通常の量産で用いられているポリイミドを使用することが出来ないという問題点を有する。また、液晶の配向方向が溝に対して平行となるため、プレチルト角を制御するためには、溝を非常に複雑な形状に制御する必要があるという問題点を有する。すなわち、ストライプ状の凸凹に対してほぼ直角方向に鋸歯状の凸凹を形成する必要がある、スタンプ等の利用による著しく生産性の低い方法によらざるを得ない。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

上述した従来の技術の課題に鑑み、本発明は生産性が高く液晶に対して十分な配向規制力を有し、高画質の表示を確保することができる液晶表示装置を提供することを目的とする。かかる目的を達成するために以下の手段を講じた。即ち本発明にかかる液晶表示装置は、所定の間隙を介して互いに接合した一対の基板と、該間隙に保持された液晶と、少なくとも片方の基板に形成され該液晶の分子を配向する配向層と、少なくとも一方の基板に形成され該液晶に電圧を印加するための電極とを備え、前記配向層は、複数本の溝が平行に形成された基層と、該溝を被覆する被膜とからなり、各溝は所定の方向に沿って伸びており、且つ該所定の方向と直交する直交方向に沿って与えられたピッチで繰り返し配列されており、前記被膜は、電圧無印加の状態では該液晶の分子の長手方向を示す分子長軸を基板に対して平行に配向する水平配向能を有し、前記溝の配列ピッチに対する溝の深さの比率を表すアスペクト比は下限値0.05~上限値0.5の間にあり、液晶の分子長軸は該溝の直交方向に指向して水平配向することを特徴とする。

40

好ましくは、前記溝の配列ピッチは1 μm~5 μmの範囲にあり、該溝の深さが0.1

50

～0.7 μm の範囲に形成されており、該液晶の分子長軸が該溝の直交方向に指向して水平配向する。

【0012】

又本発明は、所定の間隙を介して互いに接合した一对の基板と、該間隙に保持された液晶と、少なくとも片方の基板に形成され該液晶の分子を配向する配向層と、少なくとも一方の基板に形成され該液晶に電圧を印加するための電極とを備えた液晶表示装置の製造方法であって、前記配向層は、複数本の溝が平行に形成された基層と、該溝を被覆する被膜とからなり、各溝は所定の方

10

向に沿って伸びており、且つ該所定の方

20

【発明の効果】

【0013】

本発明よれば、ストライプ状の溝を形成した基層と、これを被覆する被膜とからなる、複合構造の配向層を用いて、液晶をホモジニアス配向している。被膜は例えばポリイミド樹脂などの高分子フィルムからなり、液晶の分子長軸を基板に対して平行に配向する水平配向能を有する。この様に水平配向能を有する被膜とストライプ状の溝が形成された基層とを重ね合わせ、両者の相乗効果により液晶の配向状態を制御することができる。

【0014】

ストライプ状の溝（グレーティング）が形成された基層と水平配向能を有する被膜からなる複合配向層の液晶に対する配向制御は、いわゆるグレーティングのアスペクト比に依存していることを発見した。このアスペクト比は溝の配列ピッチに対する溝の深さの比率を表すパラメータであり、グレーティングの深さ（高さ）を示す指標である。本発明にかかる複合配向層はアスペクト比が所定の下限值より低いとき（グレーティング溝が浅いとき）液晶の分子長軸はランダムな方向で水平配向する性質がある。以下本明細書ではこの配向状態をランダム配向と呼ぶ場合がある。ランダム配向はポリイミド配向膜をラビングしないときに得られる配向状態と近似しており、溝が浅すぎてグレーティングの効果が現れていない。一方アスペクト比が所定の上限值より高いとき（グレーティング溝が深いとき）液晶の分子長軸は溝の伸びる所定の方

30

40

【0015】

向に沿って伸びる所定の方

50

向被膜で覆っている。かかる構成とすることとで、従来に比して生産性が高く均一且つ安定な配向規制力を有し、高画質を確保可能な液晶表示装置を実現することができる。

また本発明では、溝の方向に対して、液晶分子は直交方向に配向しているため、溝の断面形状を非対称にするだけで、容易にチルト角を発現させることが出来るという利点を有する。加えて本発明では、配向膜として特殊な材料ではなく長年の実績を有するポリイミド等の水平配向膜を使用することができ、現有の生産設備でそのまま生産可能であるという利点を有する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。図1は本発明にかかる液晶表示装置の要部を示す模式的な部分斜視図である。本発明にかかる液晶表示装置は、基本的に所定の間隙を介して互いに接合した一对の基板と、この間隙に保持された液晶とを備えている。図1は、片方の基板とその表面近傍に存在する液晶分子を表している。少なくとも片方の基板には液晶分子を配向する配向層が形成されている。なお図示しないが一对の基板の少なくとも一方には液晶に電圧を印加するための電極が形成されている。

【0017】

配向層は、複数本の溝Mが平行に形成された基層と、これらの溝Mを被覆する被膜とからなる複合構造となっている。但し、複数本の溝Mは幾何学的に厳密に平行である必要は無く、本発明の作用効果を走る範囲で概ね若しくは実質的に平行であればよい。各溝Mは所定の方向に沿って伸びており、且つ溝が伸びる所定の方向と直交する直交方向に沿って与えられたピッチで繰り返し配列されている。以下本明細書では、この所定方向を直線方向と呼ぶ場合がある。但し溝は必ずしも直線形状である必要は無く、後述するように曲線形状の場合もある。被膜は例えばポリイミド樹脂などの高分子フィルムからなり、電圧無印加の状態では液晶分子の長手方向を示す分子長軸を基板に対して平行に配向する水平配向能を有する。ストライプ状の溝（グレーティング）が形成された基層に高分子被膜を塗工すると、高分子鎖がグレーティングに沿って整列する。この整列した高分子鎖が液晶分子に対する配向規制力を与える。よってラビングを行うことなく液晶分子を配向制御することができる。これが被膜と基層の複合効果による配向制御である。処理条件にもよるが、図示の例では高分子鎖が溝Mの直線方向に沿って整列している。場合によっては基層の上で被膜が硬化する際の一軸延伸効果により、高分子鎖がグレーティングの直交方向に整列することも有り得る。

【0018】

被膜と基層を重ねた複合構造の配向層は、グレーティングのアスペクト比に応じて、液晶分子に対し異なった配向制御を行う。前述したように、このアスペクト比はグレーティングの配列ピッチに対するグレーティングの深さの比率を表している。本発明にかかる複合配向層はアスペクト比が所定の下限值より低いとき（グレーティング溝が浅いとき）液晶の分子長軸はランダムな方向で水平配向する性質がある。このランダム配向はポリイミド配向膜をラビングしないときに得られる配向状態と近似しており、溝が浅すぎてグレーティングの効果が現れていない。一方アスペクト比が所定の上限值より高いとき（グレーティング溝が深いとき）液晶の分子長軸は溝の直線方向に指向して（溝と平行に）水平配向する。この平行配向は従来のグレーティング配向で得られる状態と近似しており、専らグレーティングによる配向規制力（アンカリング力）が配向を支配しており、被膜と基層の複合効果は現れていない。

【0019】

グレーティングのアスペクト比が下限値から上限値の間にあるとき（グレーティングが浅すぎず且つ深すぎず適切な形状にあるとき）、液晶の分子長軸は溝の直交方向に指向して水平配向する性質を有する。この直交配向はまさにグレーティング基層と配向被膜の複合効果により得られた新規な配向状態であり、且つ従来のグレーティングで得られる平行配向に比べ安定性及び一様性に優れている。本発明にかかる配向層は従来のグレーティング配向層に比べアスペクト比を低く抑えられるので、生産性の面で優れている。本発明に

かかる液晶表示装置はアスペクト比が下限値と上限値の間に入るようにグレーティングを基層に形成し且つこれを配向被膜で覆っている。かかる構成とすることで、従来に比して生産性が高く均一且つ安定な配向規制力を有し、高画質を確保可能な液晶表示装置を実現することができる。

【0020】

図2は、液晶分子の配向状態を示す模式図であり、(A)は直交配向を表し、(B)は平行配向を表している。(A)及び(B)は共にグレーティングの直交方向に沿った断面図であり、配向層にはグレーティングに対応した凹凸が現れている。(A)に示すように直交配向では、液晶分子がグレーティングの直交方向と平行に整列している。(B)に示すように平行配向では、液晶分子がグレーティングの直線方向(紙面と垂直)に整列している。グレーティングのアスペクト比が下限値から上限値の間で適切に設定されているとき、液晶分子はグレーティング基層と水平配向被膜との複合効果により、(A)に示すように直交配向している。一方(B)に示すようにグレーティングのアスペクト比が上限値を超えてグレーティング単独のアンカリング効果が支配的になると、従来のグレーティング配向と同じように液晶分子は平行配向に遷移する。

10

【0021】

図3は、グレーティング高さと液晶表示装置の黒輝度との関係を示すグラフである。ここで、この液晶表示装置は、上下の偏光板と液晶分子配向方向の関係が図5(A)の模式図のようになっており、一方の基板はラビング配向によって、もう一方の基板はグレーティング配向により液晶分子を配向させている。液晶分子がホモジニアス配向しているのは、グレーティングに対して直交する方向にラビング方向を設定していることによる。グラフ中黒輝度は電圧無印加状態での液晶画面の輝度を表しており、液晶の配向状態を示す指標である。黒輝度が低いほど(画面が暗いほど)液晶の直交配向状態が均一且つ安定であることを表している。

20

【0022】

このグラフはグレーティングのピッチをパラメータとしており、P1、P2、P3の順にピッチは大きくなる。3本の実線カーブはグレーティング自体の弾性歪効果(アンカリング力)で生じる配向状態を表している。前述したようにこの弾性歪効果は基本的に液晶分子をグレーティングに対して平行配向させる性質を有している。グラフから明らかなようにグレーティングが高くなるほど(溝が深くなるほど)グレーティング自体の弾性歪効果が強くなり、液晶は直交配向から平行配向に遷移し、全体的にはホモジニアス配向からツイスト配向に変化する。このように直交配向が失われることから黒輝度が上昇していく(画面が白く抜けていく)。

30

【0023】

一方3本の点線カーブは、本発明固有の効果による配向状態を表している。本発明の固有の効果は、基層のグレーティングによってポリイミド(PI)などからなる高分子被膜の高分子鎖を整列する効果であって、これにより液晶分子はグレーティングに対して直交配向する。グラフから明らかなように、グレーティングが高くなると(グレーティングが深くなると)その影響によってポリイミド(PI)被膜が整列するため、液晶分子は直交配向するようになり、黒輝度が下ってきて均一且つ安定した配向状態が得られるようになる。グレーティングが浅過ぎる場合、グレーティングによるPI被膜の高分子の整列効果が現れないため、液晶はランダム配向状態となり、黒輝度が上昇する。よって、グレーティングのアスペクト比に下限値が生じ、溝による高分子整列効果が表われる領域でグレーティングを形成する必要がある。

40

【0024】

この様に本発明はグレーティング基層と高分子被膜の複合配向層による直交配向能が支配的な範囲を利用して、液晶分子の配向制御を行うものである。理論的にはグレーティングを高くするほど直交配向能も強くなると考えられるが、グレーティングを高くするほどそれ自身の平行配向能も強くなり、やがて直交配向能を打ち消して平行配向能が支配的になる。このためグレーティングのアスペクト比に上限値が生じ、平行配向能が支配的とな

50

らない領域でグレーティングを形成する必要がある。

【0025】

図4はグレーティング高さとアンカリングエネルギーとの関係を示すグラフである。このアンカリングエネルギーはグレーティング自体の弾性歪効果の強さを表しており、これが大きくなるほど液晶の平行配向状態が安定化していく。グラフでは従来のラビング配向により得られるアンカリングエネルギーも表してある。このグラフはグレーティングピッチを $2\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m}$ 及び $4\mu\text{m}$ に取ってパラメータにしている。グラフから明らかなように、グレーティングが高くなるほどアンカリングエネルギーが強くなり、液晶が平行配向していき、ラビング配向の状態に近づいていくことが分かる。本発明は、グレーティングによる被膜高分子に対する整列作用を利用するが、グレーティング自体による弾性歪効果は支配的とならないような領域にグレーティングのアスペクト比を抑える必要がある。

10

【0026】

図5は、一对の基板に保持された液晶の配向状態を表した模式図である。図示するように、液晶の分子長軸は、一定の方向に整列して水平配向しており、本明細書ではこの配向状態をホモジニアス配向と呼ぶ場合がある。また液晶の分子長軸の整列方向を本明細書では配向方向と呼ぶ場合がある。よって本発明に固有の直交配向は、配向方向がグレーティングの直交方向に一致するホモジニアス配向である。

【0027】

液晶表示装置は、配向層を用いて液晶を配向制御し且つ印加電圧を制御して配向状態を切換え、所望の画像表示を行う。配向状態の変化は例えば上下一対の偏光板で輝度変化に変換することができる。(A)は一对の偏光板のクロスニコル配置を表しており、上下の偏光板の透過軸が互いに直交している。入射側になる下側の偏光板の透過軸は液晶の配向方向と平行である。出射側となる偏光板の透過軸は液晶の配向方向と直交している。液晶が理想的なホモジニアス配向にあるとき、入射光は一对の偏光板によって完全に遮断され、漏れ光はゼロになる。よって黒表示が得られる。

20

【0028】

(B)は一对の偏光板のパラニコル配置を表している。このパラニコル条件は上下の偏光板の透過軸が共に液晶の配向方向と平行である。この場合入射光はそのまま吸収を受けることなく出射する。よって白表示が得られる。電圧無印加状態でパラニコル配値を採用したとき、ノーマリホワイト表示となる。逆にクロスニコル配置を採用したとき、電圧無印加状態でノーマリブラック表示となる。

30

【0029】

図6は、本発明の効果を示すグラフであり、図5(A)の配向モデルで且つ異なるグレーティングピッチで作成した液晶表示装置のサンプルにつき、グレーティング高さと黒輝度との関係を測定した結果を表している。横軸にグレーティング高さを μm 単位で取り、縦軸に黒輝度を nit 単位で取ってある。溝の配列ピッチが $5\mu\text{m}$ のサンプルでは、グレーティング高さが $0.3\sim 0.7\mu\text{m}$ の範囲で黒輝度が沈んでおり、安定且つ均一な直交配向が得られることが分かる。グレーティング高さが $0.3\mu\text{m}$ 以下になるとランダム配向となって黒輝度が上昇してしまう。またグレーティング高さが $0.7\mu\text{m}$ を超えると直交配向が失われ平行配向に移行するので、黒輝度が上昇する。

40

【0030】

グレーティングの配列ピッチが $4\mu\text{m}$ のサンプルでは、グレーティング高さ(溝の深さ)が $0.2\sim 0.7\mu\text{m}$ の範囲で均一且つ安定した直交配向状態が得られた。またグレーティングの配列ピッチが $3\mu\text{m}$ のサンプルでは、グレーティング高さが $0.4\sim 0.7\mu\text{m}$ の範囲で黒輝度が低くなり、均一且つ安定した直交配向が得られている。加えてグレーティングピッチが $1\mu\text{m}$ のサンプルでは、グレーティング高さ(溝の深さ)が $0.1\mu\text{m}$ を超えた領域で、黒輝度が低くなり安定した直交配向が得られている。

【0031】

図6の結果を見ると、一般的な傾向として、アスペクト比が $0.05\sim 0.5$ の範囲で均一且つ安定な直交配向が得られることが推定できる。好ましくは、溝の配列ピッチを1

50

$\mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$ の範囲に形成したとき、溝の深さを $0.1 \sim 0.7 \mu\text{m}$ の範囲に形成することで、液晶の分子長軸が溝の直交方向に指向して水平配向するようになる。

【0032】

図7は、本発明にかかる液晶表示装置の第1実施例（実施例1）を示す模式的な断面図である。この実施例の液晶表示装置は、いわゆる透過型又は反射型であり、この図7において液晶表示パネル1の上側である表側面等に偏光板等が設けられる。また透過型ではこの図7において液晶表示パネル1の下側である背面側にバックライト装置が設けられ、反射型では、この図7において液晶表示パネル1の上側である表面側にフロントライト装置が設けられる。

【0033】

この液晶表示パネル1は、TFTアレー基板2とCF基板3とにより液晶を挟持する。ここでCF基板3は、透明の絶縁基板であるガラス基板4上に、カラーフィルタ5、絶縁膜6、透明電極による電極7、配向膜8を順次形成して作成される。ここで電極7は、通常は、ITO（Indium Tin Oxide）を全面に成膜して形成されるものの、画素毎に又はサブ画素毎に、パターンニングしてもよい。また配向膜8は、水平配向を誘起する液晶配向材として可溶性ポリイミドとポリアミック酸の混合物を印刷法により塗布した後、200度の温度で75分間焼成することにより、ポリイミド薄膜を膜厚50〔nm〕で形成し、その後ラビング処理により配向能を付与して作成される。なおラビング処理の方向は、この図において矢印の方向であり、後述する溝Mの延長方向（直線方向）と直交する方向である。

【0034】

これに対してTFTアレー基板2は、図8に示すように、透明の絶縁基板であるガラス基板10に、TFT等を形成して絶縁膜11を形成し、この絶縁膜11上に、電極12、配向膜13を順次形成して作成される。以上の説明から明らかなように、基板10の上に順に形成された絶縁膜11、電極12及び配向膜13で本発明の配向層を構成している。この内絶縁膜11と電極12が図1で示した基層に相当し、配向膜13が同じく図1に示した被膜に相当している。

【0035】

TFTアレー基板2は、配向膜13を作成する主面の形状が、所定方向に直線状に延長する溝がこの所定方向と直交する方向に繰り返し形成された溝形状となるように形成されて、この溝形状を高分子膜で被覆して配向膜13が形成される。またこの実施例では、絶縁膜11の表面形状がこの溝形状に形成されて、配向膜13を作成する面が溝形状に形成される。ここで各溝Mは与えられた直線方向に沿って伸びており、且つ直線方向と直交する直交方向に沿って与えられたピッチPで繰り返し配列されている。直交方向に沿った絶縁膜11の断面は、各溝Mの底に対応した凹部と、隣り合う溝Mの境に対応した凸部とが互いに繰り返し現れる凹凸構造を有している。

【0036】

ここで溝Mは、その断面形状が、溝Mの頂点を中心とした対称形状の逆円弧形状に形成される。また溝Mは、ピッチPが $1 \mu\text{m}$ 、高さ（深さ）Hが $0.4 \mu\text{m}$ に形成されている。よってピッチPと高さHとの比 $T = H / P$ が0.4となっており、好ましいアスペクト比の範囲 $0.05 \sim 0.5$ の間に設定されている。なお本発明にかかる液晶表示装置の溝Mの断面形状は円弧形状などの対称形状に限定されるものではなく、非対称形状の溝であっても良い。

【0037】

より具体的に、TFTアレー基板2において、絶縁膜11は、ノボラック系、アクリル系等の有機物レジスト材料、若しくは SiO_2 、 SiN 、又は SiO_2 、 SiN を主成分とする無機系の材料で形成される。

【0038】

ここで感光性の有機物レジスト材料で絶縁膜11を形成する場合、TFTアレー基板2は、感光性の有機物レジスト材料をコートした後、プリベークし、その後、溝Mに対応す

るパターン（ストライプパターン）を有するマスクを用いて紫外線等によりレジスト材料を露光する。また現像、ポストバークし、これによりフォトリソグラフィ法を適用して、絶縁膜 11 の表面を溝形状に加工する。なおマスクを使用する代わりに、異なる二方向から照射される光束の干渉を利用して露光処理してもよい。またフォトリソグラフィ法に代えて、ナノインプリント法等の手法を適用してもよい。

【0039】

また無機系材料で絶縁膜 11 を形成する場合、TFTアレー基板 2 は、真空蒸着、スパッタ、CVD等により、この無機系材料を所定膜厚で堆積させた後、フォトリソグラフィ法により、感光性有機物レジスト材料を溝状にパターニングし、その後、ウェットエッチング又はドライエッチングして、配向膜 13 側面を溝形状とする。また絶縁膜 11 は、一般に市販されている無機系材料と有機系材料との混合物で感光性を有する材料を使用して作成することもでき、この場合は、フォトリソグラフィ法によりパターニングした後、焼成等の過程を経ることで、有機物系の成分が雰囲気中に飛散し、主に無機物の成分から絶縁膜 11 が形成される。

【0040】

また電極 12 は、透過型では、通常は、ITO等の透明電極材料を全面に成膜した後、パターニングして形成される。なお反射型では、アルミニウム、銀等の金属材料を適用するようにしてもよい。

【0041】

配向膜 13 は、一般的に使用されているポリイミド系の材料を、オフセット印刷法によって塗布した後、200度の温度で75分間焼成して成膜される。配向膜 13 は、この焼成の処理により、配向膜中の高分子鎖が溝Mに対して所定方向に揃い、配向能が付与される。なお配向膜 13 の塗布法には、スピンコート法、ガンマブチラクトン、アセトン等の溶媒で希釈した溶液の槽の中に漬けるディッピング法、スプレーにより噴霧する方法等、種々の手法を適用することができる。なお、配向膜はポリイミドに限らず、ポリビニルアルコール（PVA）、ポリスチレン、等々のその他の高分子であっても構わない。

【0042】

ここで配向膜 13 は、下層の表面形状を溝形状とした状態で、配向材の塗布、焼成を行う過程において、配向膜中の高分子鎖の方向が溝に対して所定方向に揃い、配向能が付与される。これは焼成時における温度上昇、温度降下の過程で、基板 10 が膨張、収縮し、この膨張、収縮による応力が溝形状により配向膜 13 の特定方向に作用する一軸延伸効果により、配向膜中の高分子鎖が所定方向に揃うことも、要因の一つとして考えられる。

【0043】

種々に検討した結果によれば、このような塗布後の焼成により一定方向に液晶分子軸が揃うためには、配向膜 13 の下側面に、この一定方向と直交する方向に延長する溝Mが形成されていることが必要であり、単なる突起、凹凸では、各頂点から裾野に向かう方向に配向膜の分子軸が並び、特定方向に配向能を付与できないことが判った。

【0044】

また溝Mについては、ピッチPと高さHとの比 $T (=H/P)$ が0.05～0.5の範囲で十分な配向能を付与することができ、配向膜 13 の下側面を溝形状に加工する観点からすると、ピッチPと高さHとの比 T を0.5未満として、生産性を向上することができる。

【0045】

液晶表示パネル 1 は、TFTアレー基板 2、CF基板 3をシール材で貼り合わせた後、これらTFTアレー基板 2、CF基板 3間のギャップに、正の誘電率異方性を有するネマティック液晶が注入されて形成される。なおこの図7においては、液晶分子を符号15で示し、 θ 、 $\theta/2$ は、液晶分子15のチルト角である。この場合、液晶を注入して液晶分子15の配向方向を確認したところ、TFTアレー基板 2 側面では、溝Mの延長方向と直交する方向に液晶分子15が配向しており、図7に示すように、溝Mの延長方向がラビン

グ方向と直交するようにT F Tアレー基板2、C F基板3を貼り合わせた場合には、液晶分子15がホモジニアス配向することが確認された。なお溝Mの延長方向がラビング方向と平行となるようにT F Tアレー基板2、C F基板3を貼り合わせた場合には、液晶分子15がツイステッドネマティック配向することが確認された。

【0046】

図9は、液晶表示パネル1の1画素分の偏光顕微鏡による観測結果を示す写真図であり、一对の偏光板を前述したクロスニコル配置とし、その間にホモジニアス配向した液晶表示パネル1を配置して観測した場合である。図から明らかなように、クロスニコル条件下本発明にかかる液晶表示パネル1は、液晶配向特性が非常に良好であることが分かる。なお顕微鏡写真図中白点是一对の基板の間隙寸法を一定に維持するためのスペーサーである。

10

【0047】

図10は、従来の単純なグレーティング方式の配向方法を採用した液晶表示パネルの偏光顕微鏡写真である。換言すると、T F Tアレー基板2側の配向膜13を省略して、単にグレーティングの弾性歪効果のみを利用して液晶分子を配向させた従来のグレーティング方式の液晶表示パネルである。従来のグレーティングでは、液晶分子は溝に平行に配向するので、ホモジニアス配向した液晶表示装置を得るために、溝に対して平行方向にラビング処理が施されている。この液晶表示パネルを同じくクロスニコル条件下で観測した結果が図10の顕微鏡写真である。

【0048】

20

この場合、液晶表示パネル1の光学軸が完全に揃っていれば、偏光子から入射した光に位相変化が生じないことになり、黒として観測されることになる。しかしながら局所的に光学軸がずれていると、グレーあるいは白の模様として観測されることになる。図9及び図10の観測結果によれば、図9のサンプルの方がより黒く観察されていることから、単に弾性歪効果のみを利用して液晶分子をホモジニアス配向させる従来のグレーティング法による液晶表示パネルに比べて、本発明にかかる液晶表示パネルの方が液晶配向特性が高いと判断することができる。

【0049】

また種々の特性の優れた材料を適用して生産することができ、さらには簡易かつ確実に配向能を付与できることにより、グレーティング法において、配向膜材自体が有する配向規制力を利用する従来構成の種々の問題点も有効に回避することができる。

30

【0050】

また図9及び図10の観察結果より、この実施例の液晶表示パネル1では、T F Tアレー基板2側で溝Mの延長方向と直交する方向に液晶分子が配向しているのに対し、従来のグレーティング法による液晶表示パネルでは、T F Tアレー基板2側で溝Mの延長方向と平行方向に液晶分子が配向していることを確認できた。これによりこの実施例の配向膜13による液晶分子15の配向が、弾性歪み効果を利用する従来のグレーティング法によるものとは異なることを確認することができた。

【0051】

またホモジニアス配向している液晶セルのチルト角をクリスタルローテーション法によって測定したところ、約1.5度であった。ここでT F Tアレー基板2及びC F基板3を共にラビング処理した場合の液晶セルのチルト角が約3度であることから、この実施例による液晶表示パネル1では、C F基板3の表面におけるチルト角 θ が3度であり、T F Tアレー基板2の表面におけるチルト角が0度であると考えられる。

40

【0052】

図11は、この液晶表示パネル1に電圧を印加した場合の模式図である。この液晶表示パネル1は、電圧を印加しても、T F Tアレー基板2、C F基板3の界面近傍では、液晶分子の配向は変化せず、界面から離れるに従って徐々に液晶分子15のチルト角が大きくなり、T F Tアレー基板2及びC F基板3間の中央部分で、チルト角が約90度となって最大となる。

50

【0053】

この電圧印加時のリタデーションを回転検光子法によって測定し、T F Tアレー基板2、C F基板3を共にラビング処理した液晶セルのリタデーションと比較した。ここでアンカリング強度が弱い場合には、電圧の印加により、T F Tアレー基板2側界面における液晶分子のチルト角が変化することから、T F Tアレー基板2、C F基板3を共にラビング処理した液晶セルに比してリタデーションが小さくなる。しかしながら測定した結果によれば、電圧印加時、この実施例の液晶表示パネル1は、T F Tアレー基板2、C F基板3を共にラビング処理した液晶セルとほぼ同等のリタデーションが測定され、これによりT F Tアレー基板2側の配向膜13により、十分なアンカリング強度を確保していることを確認することができた。

10

【0054】

なお図7に示した実施例1では、T F Tアレー基板2の配向膜13及びC F基板3の配向膜8にそれぞれ溝形状及びラビング処理により配向能を付与する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、これとは逆に、T F Tアレー基板2の配向膜13及びC F基板3の配向膜8をそれぞれラビング処理及び溝形状により配向能を付与してもよく、またT F Tアレー基板2及びC F基板3の配向膜8、13の双方に溝形状により配向能を付与してもよい。またこの図7の例では、ネマティック液晶を適用する場合について述べたが、スメクティック、コレステリック等、種々の液晶を広く適用することができる。

【0055】

図12は、図8との対比により本発明の実施例2に適用される液晶表示パネルのT F Tアレー基板を示す斜視図である。このT F Tアレー基板22は、絶縁膜11の表面形状に代えて、電極12の表面形状が溝形状に形成されて、配向膜13を作成する面の形状が溝形状に形成される。この実施例の液晶表示パネルは、この溝形状の加工に関する点が異なる点を除いて、実施例1の液晶表示パネル1と同一に形成される。

20

【0056】

すなわちこの実施例に係るT F Tアレー基板22は、実施例1について上述したと同様にしてガラス基板10上に一定の膜厚により絶縁膜11が形成される。また続いて、I T O、アルミニウム、銀等を成膜した後、フォトリソグラフィ法により感光性レジストを溝状にパターニングし、ウェットエッチング処理又はドライエッチング処理して電極12に溝形状が形成される。なお実施例1について上述したと同様に、図12に示す構成をC F基板側に適用してもよい。

30

【0057】

この実施例のように、絶縁膜の表面形状に代えて、電極12の表面形状を溝形状として、配向膜を作成する面の形状を溝形状にしても、実施例1と同様の効果を得ることができる。

【0058】

図13は、図8との対比により本発明の実施例3の液晶表示装置に適用される液晶表示パネルのT F Tアレー基板を示す斜視図である。このT F Tアレー基板32は、絶縁膜11の表面形状に代えて、絶縁基板であるガラス基板10の表面形状が直接、溝形状とされて、配向膜13を作成する面の形状が溝形状に形成される。この実施例の液晶表示パネルは、この溝形状の加工に関する点が異なる点を除いて、実施例1の液晶表示パネル1と同一に形成される。なおこの図13の例では、絶縁膜が省略されているものの、必要に応じて絶縁膜を設けるようにしてもよい。

40

【0059】

すなわちT F Tアレー基板32は、ガラス基板10の表側面において、フォトリソグラフィ法により感光性レジストを溝状にパターニングした後、ウェットエッチング処理又はドライエッチング処理し、ガラス基板10の表側面が溝形状に加工される。その後、電極12、配向膜13が順次作成される。なお実施例1について上述したと同様に、図13に示す構成をC F基板側に適用してもよい。なお実施例1～3では、基層の上に電極を介して配向膜を形成しているが、本発明はこれに限られるものではない。場合によっては、

50

基層の上に直接配向被膜を形成しても良い。

【0060】

この実施例のように、絶縁膜の表面形状に代えて、絶縁基板の表面形状を溝形状として、配向膜を作成する面の形状を溝形状にしても、実施例1と同様の効果を得ることができる。

【0061】

図14は、図8との対比により本発明の実施例4の液晶表示装置に適用されるTFTアレー基板42の構成を示す斜視図である。このTFTアレー基板42は、一定のピッチPによる溝Mが一定本数以上連続しないようにして、溝Mが形成される。より具体的に、TFTアレー基板42は、連続する溝MにおいてピッチPがランダムに変化するように設定される。これによりTFTアレー基板42は、連続する溝Mが回折格子として機能しないように設定される。この実施例の液晶表示パネルは、このTFTアレー基板42におけるピッチPの設定が異なる点を除いて、上述の各実施例と同一に構成される。

【0062】

すなわち一定のピッチPにより溝Mを形成した場合には、この周期的な溝Mが回折格子として機能するようになり、虹色の干渉縞が見て取られ、画質が著しく劣化する。透過型液晶表示パネルの場合、配向膜が屈折率ほぼ1.5の液晶と接していることから、空気中に溝Mが剥き出しになっている場合程では無いものの、ITO等の透明電極の屈折率がほぼ2であることから、虹色の干渉縞が発生する。また反射型液晶表示パネルでは、虹色の干渉縞が著しくなる。

【0063】

しかしながらこの実施例のように、ピッチPをランダムに変化させて、一定のピッチPによる溝Mが一定本数以上連続しないように設定すれば、このような虹色の干渉縞の発生を防止して画質の劣化を防止することができる。

【0064】

図15は、本発明の実施例5の液晶表示装置に適用される液晶表示パネルを示す平面図であり、図16は、この液晶表示パネル51をA-A線で切り取って示す詳細な断面図である。また図17は、図16との対比により、電極に電圧を印加した状態を示す断面図である。この実施例の液晶表示パネル51において、上述の実施例と同一の構成は、対応する符号を付して示し、重複した説明は適宜省略する。

【0065】

この液晶表示パネル51において、CF基板の配向膜8及びTFTアレー基板の配向膜13は、溝形状により配向能が付与される。なお溝形状の作成にあっては、実施例1～3の何れを適用するようにしてよい。

【0066】

液晶表示パネル51は、これらCF基板及びTFTアレー基板において、1つの画素の中央から上下方向では、水平方向に延長するように溝Mが形成され、また1つの画素の中央から左右方向では、垂直方向に延長するように溝Mが形成され、これにより画素の中央を中心とした四角形状に溝Mが形成される。これにより液晶表示パネル51は、画素中央を基準にした各方向に対称形状に溝Mが形成され、画素の中央を向くように、1つの画素の中央から上下方向では、上下方向に液晶分子15が配向し、1つの画素の中央から左右方向では、水平方向に液晶分子15が配向するように設定される。

【0067】

また液晶表示パネル51は、TFTアレー基板において、1つの画素の中央に、CF基板に向けて突出するように四角錐形状の突起が形成される。これによりこの液晶表示パネル51が、1つの画素の中央から周辺に向かうに従ってチルト角が小さくなるように設定される。これにより液晶表示パネル51において、同一の極角から液晶セルに対して入射された光の位相は、方位角が異なってもほぼ等しくなるように設定され、液晶表示パネル51は、視野角が拡大するように構成される。

【0068】

この実施例によれば、1つの画素内で、溝の延長する方向を変更することにより、所望の視野角を確保することができる。

【0069】

すなわち1つの画素の中央を基準にして各方向に対称形状に溝Mを形成することにより、視野角を拡大することができる。なお1つの画素を複数のサブピクセルに分割し、各々の中心を基準にして溝を対称形状に形成してもよい。

【0070】

図18は、図15との対比により本発明の実施例6の液晶表示装置に適用される液晶表示パネルを示す平面図である。この液晶表示パネル61は、同心円状に溝Mが形成される点を除いて、実施例5の液晶表示パネル51と同一に構成される。またこれにより1つの画素の中央には、四角錐形状の突起に代えて、円錐形状の突起が設けられる。

10

【0071】

この実施例によれば、同心円状に溝を形成しても、実施例5と同様の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図1】本発明にかかる液晶表示装置の要部を示す部分斜視図である。

【図2】本発明の説明に供する模式図である。

【図3】同じく本発明の説明に供するグラフである。

【図4】同じく本発明の説明に供するグラフである。

20

【図5】同じく本発明の説明に供する模式図である。

【図6】本発明の効果を示すグラフである。

【図7】本発明にかかる液晶表示装置の第1実施例を示す模式的な断面図である。

【図8】同じく第1実施例を示す模式的な要部斜視図である。

【図9】第1実施例の偏光顕微鏡写真図である。

【図10】参考例にかかる液晶表示装置の偏光顕微鏡写真図である。

【図11】第1実施例にかかる液晶表示装置の動作説明に供する模式的な断面図である。

【図12】本発明にかかる液晶表示装置の第2実施例を示す要部斜視図である。

【図13】本発明にかかる液晶表示装置の第3実施例を示す要部斜視図である。

【図14】本発明にかかる液晶表示装置の第4実施例を示す要部斜視図である。

30

【図15】本発明にかかる液晶表示装置の第5実施例を示す平面図である。

【図16】同じく第5実施例を示す断面図である。

【図17】同じく第5実施例を示す断面図である。

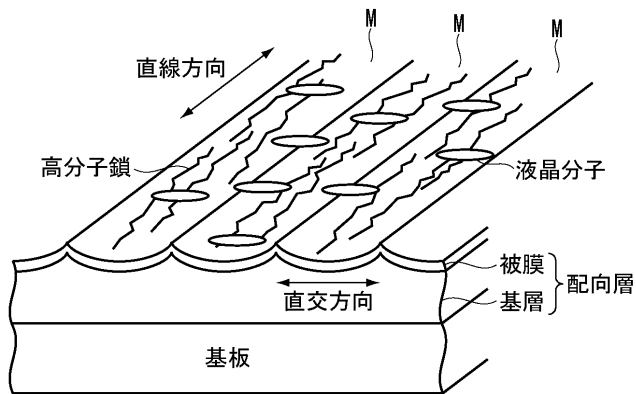
【図18】本発明にかかる液晶表示装置の第6実施例を示す模式的な平面図である。

【符号の説明】

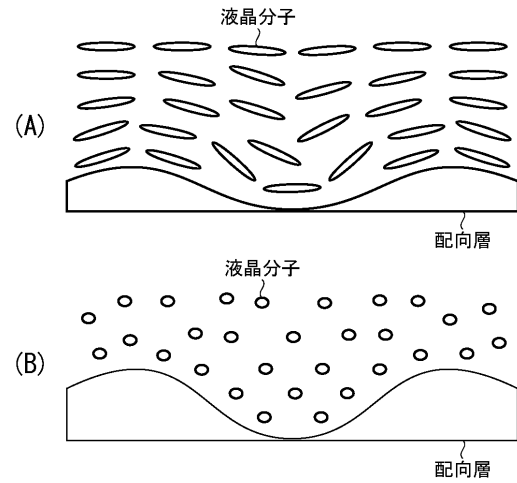
【0073】

1・・・液晶表示パネル、2・・・TFTアレー基板、3・・・CF基板、10・・・ガラス基板、11・・・絶縁膜、12・・・電極、13・・・配向膜、15・・・液晶分子、M・・・溝

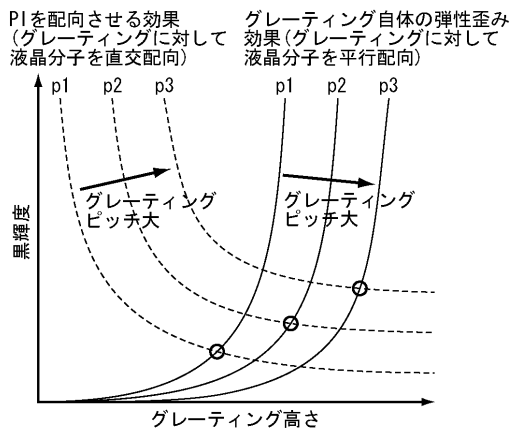
【図 1】



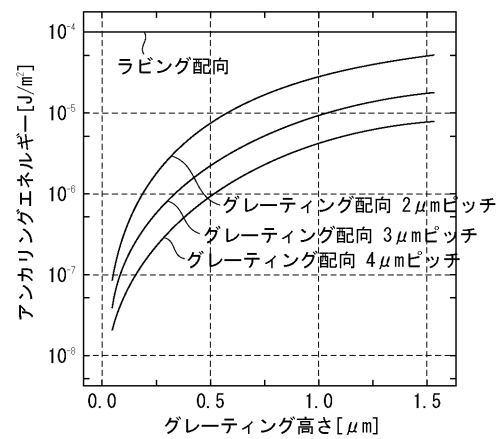
【図 2】



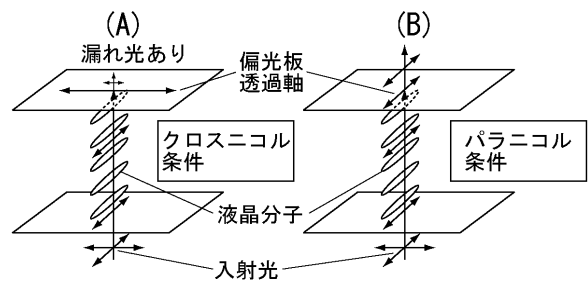
【図 3】



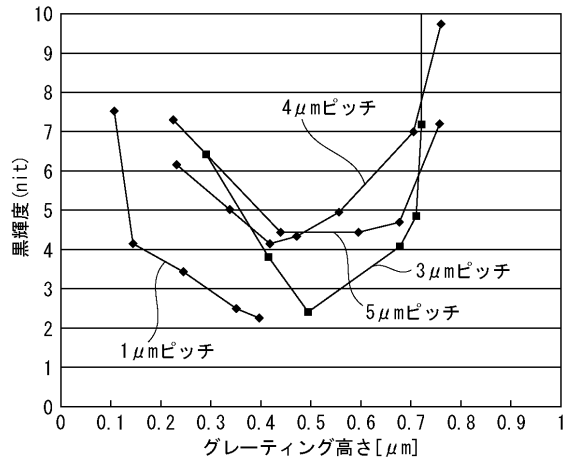
【図 4】



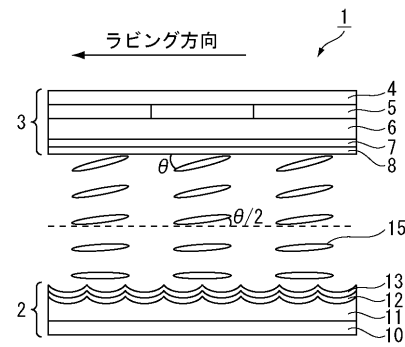
【図 5】



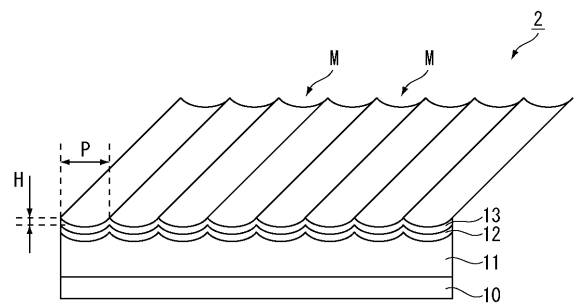
【図 6】



【図 7】



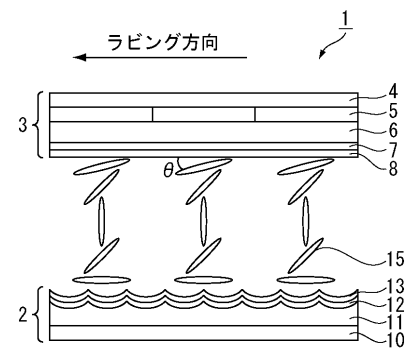
【図 8】



【図 9】

新規グレーティング配向法	
光学顕微鏡 写真(クロス ニコル条件)	
テストセルコン トラスト	700

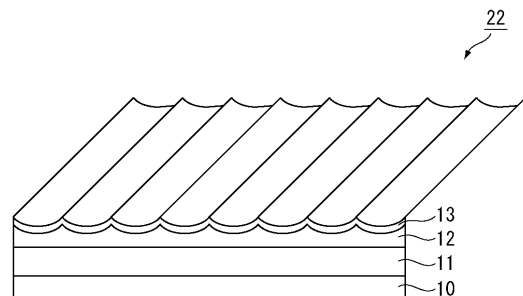
【図 1 1】



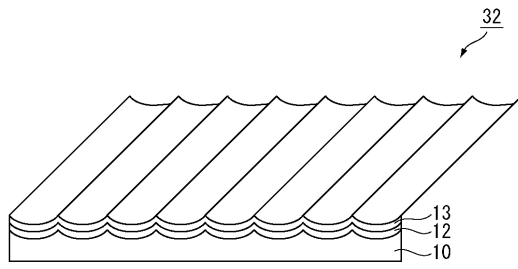
【図 1 0】

従来グレーティング配向法	
光学顕微鏡 写真(クロス ニコル条件)	
テストセルコン トラスト	130

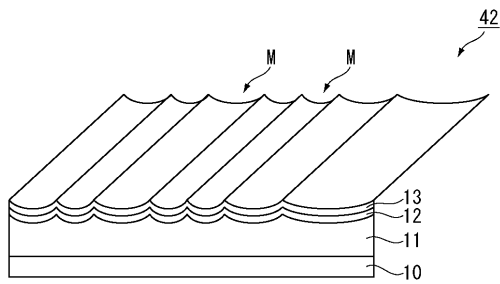
【図 1 2】



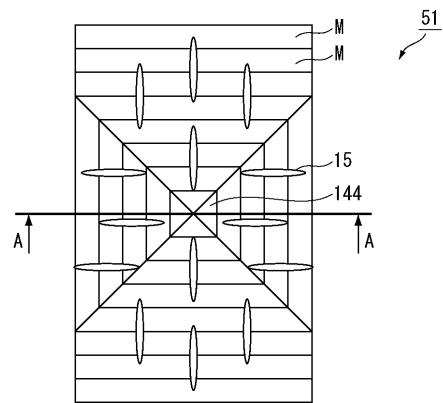
【図 1 3】



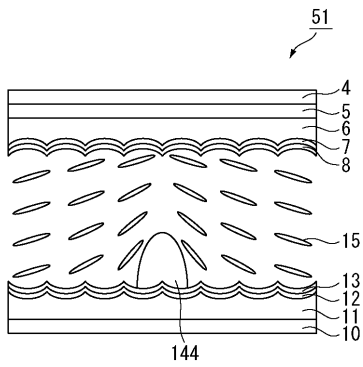
【図 1 4】



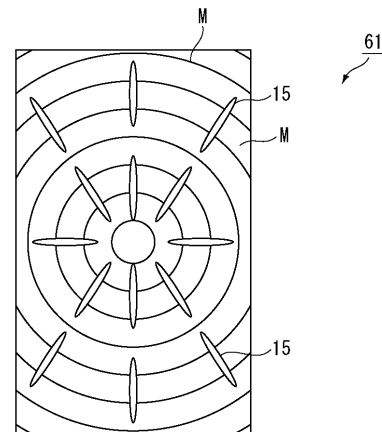
【図 1 5】



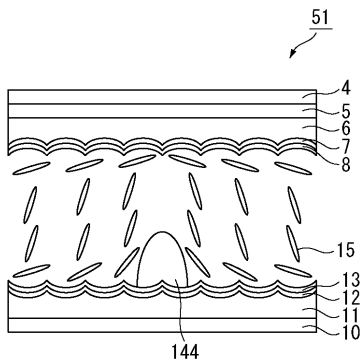
【図 1 6】



【図 1 8】



【図 1 7】



フロントページの続き

(72)発明者 西田 基晴

東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

Fターム(参考) 2H090 HA03 HA15 HB07Y JA03 JB02 KA08 KA18 MA02 MB14

专利名称(译)	液晶显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	JP2009031410A	公开(公告)日	2009-02-12
申请号	JP2007193307	申请日	2007-07-25
[标]申请(专利权)人(译)	索尼公司		
申请(专利权)人(译)	索尼公司		
[标]发明人	玉置昌哉 山口英将 田中大直 西田基晴		
发明人	玉置 昌哉 山口 英将 田中 大直 西田 基晴		
IPC分类号	G02F1/1337		
FI分类号	G02F1/1337		
F-TERM分类号	2H090/HA03 2H090/HA15 2H090/HB07Y 2H090/JA03 2H090/JB02 2H090/KA08 2H090/KA18 2H090/MA02 2H090/MB14 2H290/AA04 2H290/AA15 2H290/AA18 2H290/AA73 2H290/AA75 2H290/BA22 2H290/BB22 2H290/BB23 2H290/BB27 2H290/BB28 2H290/BE03 2H290/BF13 2H290/BF18 2H290/BF42 2H290/CA46		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供液晶显示器，改进光栅方法，具有高生产率和足够的对准性能，并确保高图像质量。ZSOLUTION：取向层包括其中平行形成多个凹槽M的基层和覆盖凹槽M的涂层膜。涂层膜具有水平对准能力，用于使液晶分子的主轴平行排列。处于无电压状态的衬底。表示凹槽的深度与凹槽的阵列间距的比例的纵横比具有下限值和上限值，使得当纵横比低于下限值时，分子的长轴液晶在随机方向上水平排列，当其高于上限值时，液晶分子的长轴水平排列，以指向凹槽M的直线方向；当它位于下限值和上限值之间时，液晶分子的长轴水平排列并沿凹槽M的正交方向导向。在基座中形成多个凹槽M.层，使纵横比位于下限值和上限值之间。Z

