

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 9 月 13 日(13.09.2012)



(10) 国際公開番号

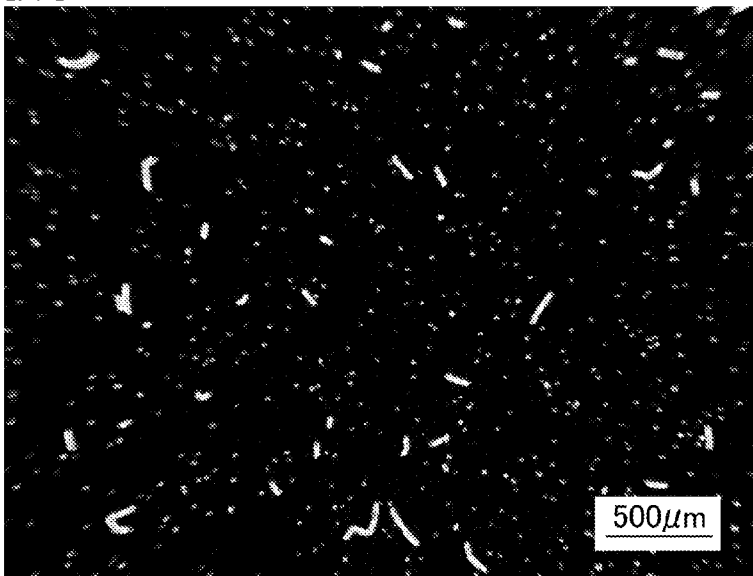
WO 2012/121174 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/1337 (2006.01) G02F 1/139 (2006.01)
G02F 1/1343 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/055463
- (22) 国際出願日: 2012 年 3 月 2 日(02.03.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-051532 2011 年 3 月 9 日(09.03.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):
シャープ株式会社(Sharp Kabushiki Kaisha) [JP/JP];
〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番
2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 三宅 敢
(MIYAKE Isamu) [JP/—]. 宮地 弘一 (MIYACHI
Koichi) [JP/—].
- (74) 代理人: 特許業務法人 安富国際特許事務所
(YASUTOMI & Associates); 〒5320003 大阪府大阪
市淀川区宮原 3 丁目 5 番 3 6 号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: LIQUID CRYSTAL DISPLAY PANEL, LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE, AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY CELL

(54) 発明の名称: 液晶表示パネル、液晶表示装置及び液晶表示セル

[図3]



(57) Abstract: Provided are a liquid crystal display panel and a liquid crystal display device which have reduced threadlike defects occurring in display pixels and thus have excellent display quality. A liquid crystal display panel wherein: at least one of a pair of substrates comprises a photo-alignment film and an electrode; and a liquid crystal layer contains liquid crystal molecules that have an elastic constant (K1) for splay deformation and/or an elastic constant (K3) for bend deformation of 13 pN or more at 20°C.

(57) 要約: 表示画素内において発生する糸状欠陥を低減し、表示品位に優れる液晶表示パネル及び液晶表示装置を提供する。一対の基板の少なくとも一方は、光配向膜及び電極を有し、液晶層は、スプレイ変形の弾性定数 K1 及び/又はベンド変形の弾性定数 K3 が、20°C で、13 pN 以上である液晶分子を含有する液晶表示パネルである。

明 細 書

発明の名称：液晶表示パネル、液晶表示装置及び液晶表示セル 技術分野

[0001] 本発明は、液晶表示パネル、液晶表示装置及び液晶表示セルに関する。より詳しくは、水平光配向膜が形成された液晶表示パネル、液晶表示装置及び液晶表示セルに関するものである。

背景技術

[0002] 液晶表示装置は、薄型、軽量及び低消費電力といった特長を活かし、モバイル用途やモニター、大型テレビ等の幅広い分野で用いられている。これらの分野において種々の性能が要求され、様々な表示方式（モード）が開発されている。その基本構成・基本原理は、液晶層を挟持する一対の基板を備え、液晶層側の基板上に設けられた電極に対して電圧を適宜印加し、液晶層に含まれる液晶分子の配向方向を制御することによって光の透過／遮断（表示のオン／オフ）を制御し、液晶表示を可能とするものである。

[0003] 近年の液晶表示装置の表示方式としては、負の誘電率異方性を有する液晶分子を基板面に対して垂直配向させた垂直配向（V A : Vertical Alignment）モードや、正又は負の誘電率異方性を有する液晶分子を基板面に対して水平配向させて液晶層に対し横電界を印加する面内スイッチング（I P S : In-Plane Switching）モード及び縞状電界スイッチング（F F S : Fringe Field Switching）等が挙げられる。

[0004] ところで、高輝度かつ高速応答可能な液晶表示装置を得る方法として、ポリマーを用いた配向安定化（以下、P S (Polymer Sustained) 化ともいう。）を用いることが提案されている（例えば、特許文献1～8参照。）。このうち、ポリマーを用いたプレチルト角付与技術（以下、P S A (Polymer Sustained Alignment) 技術ともいう。）では、重合性を有するモノマー、オリゴマー等の重合性成分を混合した液晶組成物を基板間に封入し、基板間に電圧を印加して液晶分子をチルト（傾斜）させた状態でモノマーを重合させ、ポ

リマーを形成する。これにより、電圧印加を取り除いた後であっても、所定のプレチルト角でチルトする液晶分子が得られ、液晶分子の配向方位を一定方向に規定することができる。ポリマーを形成するモノマーとしては、熱、光（紫外線）等で重合する材料が選択される。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特許第4 1 7 5 8 2 6号明細書
特許文献2：特許第4 2 3 7 9 7 7号明細書
特許文献3：特開2 0 0 5－1 8 1 5 8 2号公報
特許文献4：特開2 0 0 4－2 8 6 9 8 4号公報
特許文献5：特開2 0 0 9－1 0 2 6 3 9号公報
特許文献6：特開2 0 0 9－1 3 2 7 1 8号公報
特許文献7：特開2 0 1 0－3 3 0 9 3号公報
特許文献8：米国特許第6 1 7 7 9 7 2号明細書

非特許文献

- [0006] 非特許文献1：木村宗弘、「液晶科学実験講座第17回：界面アンカリングエネルギー係数測定方法（その3）」、液晶、日本液晶学会、2006年1月25日発行、第10巻、第1号、p. 95－101

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 本発明者らは、配向膜にラビング処理を施さなくても電圧印加時の液晶配向方位を複数方位に制御可能とし、優れた視角特性を得ることができる光配向技術の研究を行っている。光配向技術は、配向膜の材料として光に活性の材料を用い、形成した膜に対して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技術である。光配向技術によれば、配向処理を膜面に対して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、ラビング処理と異なり大型の

サイズのパネルにも好適に適用することができ、更に、製造歩留まりも優れたものとすることができる。

[0008] 現在の光配向技術は、主にVAモード等の垂直配向膜を用いるタイプのTVの量産用として導入されており、IPSモード等の水平配向膜を用いるタイプのTVの量産用には未だ導入されていない。その理由は、水平配向膜を用いることにより、液晶表示に焼き付きが大きく発生するためである。焼き付きとは、液晶セルに対して同じ電圧を一定時間印加し続けたときに、電圧を印加し続けた部分と電圧を印加していない部分とで、明るさが違って見える現象である。

[0009] 水平光配向膜の弱アンカリングに起因する焼き付きの発生の低減にはPS化による安定したポリマー層の形成が好適であることを本発明者らは見出しており、そのためには、PS化のための重合反応の促進が重要である。更に、特願2010-231924号において詳述したように、特定の液晶成分とPS化工程との組み合わせが好適である。これにより、ポリマー層の形成速度（液晶層内の重合性モノマーがラジカル重合等の連鎖重合を開始し、配向膜の液晶層側の表面上に堆積してポリマー層が形成される速度）を向上させて安定した配向規制力をもつポリマー層（PS層）を形成することができる。また、焼き付きの低減効果は、配向膜が水平配向膜である場合に、重合反応及びポリマー層の形成速度を向上することができ、特に大きなものとなる。

[0010] ここで、例えば水平光配向膜を使用したIPSモード、FFSモード、OCBモード、TNモード、STNモード等の液晶表示モードにおいて、水平光配向膜の弱アンカリングに起因する配向不良の中で特に問題なのは糸状欠陥の発生である。糸状欠陥とは、液晶の配向欠陥が糸状に発生して、光抜けを引き起こすことをいう。液晶表示装置の品位への影響としては、黒が沈まず、コントラストが悪化するとともに、表示のザラつきを引き起こすこととなる。なお、上述した特許文献1～8では水平光配向膜に関する記述がなく、弱アンカリング起因の糸状欠陥の発生に関しても記述がない。また、非特許

文献 1 には弱アンカリング起因の配向変形が記載されているが、光配向膜に関する記述がなく、さらにスペーサーが存在した場合の配向変形の安定化作用に関して議論されていない。

[0011] 糸状欠陥の低減という課題は、配向規制力が弱い水平光配向膜を使用した液晶表示装置の量産化を目指す際にその重要性が特に顕著となるものであり、本発明の技術分野における新しい課題と思われる。

[0012] 本発明は、上記現状に鑑みてなされたものであり、表示画素内において発生する糸状欠陥を低減し、表示品位に優れる液晶表示パネル、液晶表示装置及び液晶表示セルを提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明者らが鋭意検討を行ったところ、この種の糸状欠陥が発生する原因は 3 つあることを見出した。1 つ目は、配向膜自体のアンカリングが弱い場合である。本発明者らは、配向膜のアンカリングが弱いと配向規制力が弱くなり、バルク中の液晶分子が配向膜の配向処理方向から外れやすいことを見出した。すなわち解決手段としては配向膜自体のアンカリング強度を増す方法が考えられるが、水平光配向膜はラビング用水平配向膜に比べて一般的にアンカリングエネルギーが著しく小さいため、水平光配向膜材料の特性改善というアプローチは困難であった。2 つ目は、液晶の弾性定数が小さい場合である。本発明者らは、弾性定数が小さいと液晶分子は弾性変形し易く、従って配向乱れが起きやすいことを見出した。3 つ目は、スペーサーの存在である。本発明者らは、糸状欠陥の始端／終端にはスペーサーが必ず存在することを見出した。また、例えば、等方相から液晶相へ相転移した瞬間に糸状欠陥が発生したとしても、スペーサーが存在しない領域では糸状欠陥はその弾性変形エネルギーによって安定ではなく、有限の時間と共に消滅してしまうことを観察した。すなわち、スペーサーに糸状欠陥を安定化する作用が存在するため、これを不安定化する方法を検討した。

[0014] そして、本発明者らは、改善案を見出した。糸状欠陥の液晶配向を偏光顕微鏡にて詳細に解析した結果、液晶の変形様式は主にスプレイ (Splay) とベン

ド (Bend) からなっており、糸状欠陥の両端、すなわちビーズ等のスペーサー周りはスプレイ変形もしくはベンド変形もしくはその両方の変形が、糸状欠陥の中部分はスプレイ変形とベンド変形の両方が支配的である。従って配向変形のエネルギーを上げることが糸状欠陥の不安定化につながるため、液晶の弾性定数 K_1 (スプレイ) 及び K_3 (ベンド) を大きくすることが重要である。また、スプレイのみやベンドのみの変形で糸状欠陥は形成不能なため、弾性定数 K_1 又は K_3 のいずれかを大きくすることでも、糸状欠陥を低減することに十分に効果がある。こうして本発明者らは、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。

[0015] すなわち、本発明は、一对の基板、及び、上記一对の基板間に挟持される液晶層を備える液晶表示パネルであって、上記一对の基板の少なくとも一方は、液晶層側から順に、光配向膜及び電極を有し、上記液晶層は、スプレイ変形の弾性定数 K_1 及び／又はベンド変形の弾性定数 K_3 が、 20°C で、 13 pN 以上である液晶分子を含有する液晶表示パネルである。

なお、以下では、光配向膜として主に水平光配向膜について説明する。本発明における光配向膜は、液晶分子を基板主面に対して水平方向に配向させる光配向膜（このように液晶分子を水平方向に配向させる光配向膜を、本明細書中、「水平光配向膜」と言う。）であることが好ましいが、光配向膜であれば本発明の効果を発揮することが可能である。なお、液晶分子を基板主面に対して水平方向に配向させるとは、液晶分子を厳密に水平方向にする必要はなく、液晶表示装置の各モードにおいて目的の表示を実現できる程度に水平方向に配向させるものであればよい。

[0016] 上記スプレイ変形の弾性定数 K_1 、及び、上記ベンド変形の弾性定数 K_3 は、 20°C で、それぞれ 13 pN 以上であることが好ましい。これにより、糸状欠陥を形成するエネルギーも大きくなり、糸状欠陥を低減させる本発明の効果を更に発揮することができる。本明細書中、弾性定数 K_1 、 K_3 の値は、特に明示しない限りは、 20°C における値をいう。

[0017] 上記 K_1 の好ましい上限値は、 20 pN である。また、上記 K_3 の好ましい

上限値は、20 pNである。

[0018] スプレイ変形の弾性定数 K_1 及び／又はベンド変形の弾性定数 K_3 は、東陽テクニカ社製、EC-1型で測定可能である。測定温度は20℃である。なお、本発明に係る液晶分子は、通常、一般的な化学的手法を用いて工業的に製造することができるものである。当業者であれば容易に本発明に係る高い弾性定数の液晶材料を調製することが可能である。すなわち、液晶分子は数多くの種類が開発されており、例えば、それらの液晶分子ライブラリの中から K_1 、 K_3 が13 pNを超えるものを多く使用し、 Δn 、 $\Delta \varepsilon$ 、 ε 、 γ_1 、 T_{ni} などの全体の物性値を所望の値に合わせ込むために、多くの液晶を混ぜあわせることで、弾性定数だけではなく全ての物性値を満たすディスプレイ用の液晶を開発することができる。

[0019] 本発明において液晶層に含有される液晶分子は、複数の種類の液晶分子を混ぜたものでもよい。信頼性の確保、応答速度の向上、並びに、液晶相温度域、その他の弾性定数、誘電率異方性及び屈折率異方性の調整の少なくとも一つの目的のために、液晶層を複数の液晶分子の混合物とすることができる。液晶層に含有される液晶分子が複数の種類を混ぜたものである場合は、液晶分子が全体として上述した本発明の弾性係数に係る構成を満たすことが必要である。また、上記液晶層が含有する液晶分子は、正の誘電率異方性を有するもの（ポジ型）及び負の誘電率異方性を有するもの（ネガ型）のいずれであってもよい。

[0020] 本発明のある一つの実施形態においては、液晶表示パネルが備える一对の基板の少なくとも一方は、液晶層側から順に、ポリマー層、水平光配向膜及び電極を有する。ポリマー層と水平光配向膜との間、及び／又は、水平光配向膜と電極との間に異なる層を有していてもよい。例えば、上記一对の基板の少なくとも一方は、上記液晶表示パネルにおける液晶層と光配向膜との間にポリマー層が形成されていることが好ましい。なお、本発明の効果が発揮される限り、ポリマー層と水平光配向膜との間、及び／又は、水平光配向膜と電極との間に、その他の層が配置されていてもよいが、ポリマー層と水平光

配向膜とは通常は接している。また、水平光配向膜及びポリマー層は、上記一对の基板のいずれもが有していることが好ましい。更に、上記一对の基板の少なくとも一方は、線状の電極を含むことが好ましい。このようにポリマー層が形成された液晶表示パネルにおいては、液晶層がアルケニル基を有する液晶分子を含むことが特に好ましい。

また、ポリマー層の形成が一つの好ましい実施形態であるが、ポリマー層の形成が水平光配向膜の焼き付きを克服する唯一の方法ではないのは当然であり、その他の方法（例えば駆動方法など）により焼き付きを抑えることができるならば、ポリマー層の形成は必須ではない。

[0021] 上記水平光配向膜とは、偏光又は無偏光の照射により膜に異方性を生じ、液晶に基板主面に対して水平方向の配向規制力を生ずる性質を有する高分子膜である。より好ましくは、上記水平光配向膜が、紫外線、可視光線、又は、これらの両方によって光配向処理された光配向膜である形態である。光配向膜によって液晶分子に付与されるプレチルト角の大きさは、光の種類、光の照射時間、光の照射強度、光官能基の種類等により調節することができる。水平光配向膜のプレチルト角は、好ましくは $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ であり、より好ましくは、 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ であり、さらに好ましくは、 $0^{\circ} \sim 5^{\circ}$ である。IPSモードやFFSモードではプレチルト角が 0° に近いほうが視野角特性がよい。

なお、上記ポリマー層の形成により配向が固定されるため、製造工程後、液晶層に紫外線又は可視光線が入射することを防ぐ必要がなくなり、製造工程の選択の幅が広がる。

[0022] 上記水平光配向膜材料は、前述の性質を有するものである限り、単一の高分子であっても、更なる分子を含む混合物であってもよい。例えば、光配向可能な官能基を含む高分子に、添加剤等の更なる低分子や、光不活性な更なる高分子が含まれる形態でもよい。水平光配向膜材料は、光分解反応や、光異性化反応や光二量化反応を生ずる材料が選択される。すなわち、上記光配向膜は、光官能基の光異性化構造、光官能基の光二量化構造及び光官能基の光

分解構造からなる群より選択される少なくとも一つの構造を含むことが好ましい。上記光官能基の光異性化構造は、光官能基が光照射によって異性化した構造である。例えば、光照射によりシス異性体（又はトランス異性体）の光官能基が励起状態を経てトランス異性体（又はシス異性体）の光官能基に変化した構造を有する。上記光官能基の光二量化構造は、光官能基同士が光照射によって結合した構造であり、二量化反応である架橋反応により形成されたものであることが好ましい。上記光官能基の光分解構造は、光官能基が光照射によって分解した構造である。光異性化反応や光二量化反応を生ずる代表的な材料は、アゾベンゼン誘導体、シンナモイル誘導体、カルコン誘導体、シンナメート誘導体、クマリン誘導体、ジアリールエテン誘導体、スチルベン誘導体及びアントラセン誘導体である。上記光異性化型又は光二量化型の材料は、シンナメート基又はその誘導体であることが好ましい。例えば、上記光配向膜は、シンナメート誘導体であることが好ましい。これらの官能基に含まれるベンゼン環は複素環であってもよい。光分解反応を生ずる代表的な材料はシクロブタン骨格を含むポリイミド、ポリアミド酸、シロキサン材料である。

[0023] 上記水平光配向膜は、基板主面に対して液晶分子を水平配向させるもの（水平配向膜）であることが好ましい。水平配向膜は、少なくとも近接する液晶分子を上記光配向膜面に対して実質的に水平に配向させるものであればよい。水平光配向膜のプレチルト角は、好ましくは $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ であり、より好ましくは、 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ であり、さらに好ましくは、 $0^{\circ} \sim 5^{\circ}$ である。特にIPSモードやFFSモードではプレチルト角が 0° に近いほうが視野角特性がよい。水平光配向膜に光照射がなされたときの配向膜からモノマーへの励起エネルギーの受け渡しは、垂直配向膜よりも水平配向膜において効率的に行われるため、例えばより安定したPS層を形成することができる。

[0024] 上記水平光配向膜は、上記液晶セルの外側から紫外線が照射された光配向膜であってもよい。この場合、上記水平光配向膜が光配向処理によって形成され、かつ上記ポリマー層が光重合によって形成される場合には、これらは同

じ光を用いて同時に形成されたものであることが好ましい。これにより、製造効率の高い液晶表示パネルが得られる。

[0025] 本発明におけるポリマー層は、上記液晶層中に添加したモノマーを重合して形成されたものであることが好ましく、言い換えれば、上述したP S層であることが好ましい。P S層は、通常、近接する液晶分子を配向制御する。上記モノマーの重合性官能基は、アクリレート基、メタクリレート基、ビニル基、ビニロキシ基及びエポキシ基からなる群より選択される少なくとも1種であることが好ましい。中でも、上記ポリマー層は、アクリレート基又はメタクリレート基を含むモノマーを重合させて形成されたものであることが好ましい。また、上記モノマーは、光の照射によって重合反応（光重合）を開始するモノマー、又は、加熱によって重合反応（熱重合）を開始するモノマーであることが好ましい。すなわち、上記ポリマー層は、光重合によって形成される、又は、熱重合によって形成されることが好ましい。特に光重合が好ましく、これにより、常温でかつ容易に重合反応を開始することができる。光重合に用いられる光は、紫外線、可視光線、又は、これらの両方であることが好ましい。

[0026] 本発明においてP S層を形成するための重合反応は特に限定されず、二官能性の単量体が新しい結合をつくりながら段階的に高分子量化する逐次重合であってもよく、少量の触媒（開始剤）から生じた活性種に単量体が次々に結合し、連鎖的に成長する連鎖重合であってもよい。上記逐次重合としては、重縮合、重付加等が挙げられる。上記連鎖重合としては、ラジカル重合、イオン重合（アニオン重合、カチオン重合等）等が挙げられる。

[0027] 上記ポリマー層は、配向処理がなされた水平光配向膜上に形成されることで、配向膜の配向規制力を向上させ、表示の焼き付きの発生を低減することができる。また、液晶層に対して閾値以上の電圧を印加し、液晶分子がプレチルト配向している状態でモノマーを重合させ、ポリマー層を形成した場合には、上記ポリマー層は液晶分子に対してプレチルト配向させる構造を有する形で形成されることになる。

- [0028] 本発明の液晶表示パネルは、スペーサーを有し、該スペーサーは、上記水平光配向膜で被覆されていてもよい。スペーサーが水平光配向膜で被覆されているとは、スペーサーの、少なくとも液晶層と接する部分（通常は、側面部分）が水平光配向膜で被覆されているといえるものであればよい。例えば、スペーサーが予め形成された基板や、散布等によりスペーサーを配置した基板に対して、光配向膜の塗布工程を行うことにより、スペーサーが光配向膜で被覆されている形態とすることができる。基板に予め形成されたスペーサーは、通常は樹脂から構成され、散布等により配置されるスペーサーは、通常はガラス、又は、プラスチックから構成される。上記スペーサーが、基板に予め形成された、樹脂から構成されるスペーサーであることが好ましい。より好ましくは、上記樹脂がアクリル系樹脂である形態である。スペーサーの形状は、例えば円柱、角柱、錐台、球等が挙げられる。
- [0029] 本発明の液晶表示パネルが備える一对の基板は、液晶層を挟持するための基板であり、例えば、ガラス、樹脂等の絶縁基板を母体とし、絶縁基板上に配線、電極、カラーフィルタ等を作り込むことで形成される。
- [0030] 上記液晶層の配向型は、水平配向膜を用いることが可能な型が好ましく、例えばIPS（In-plane Switching）型、FFS（Fringe Field Switching）型、OCB（Optically Compensated Birefringence）型、TN（Twisted Nematic）型、STN（Super Twisted Nematic）型、FLC（Ferroelectrics Liquid Crystal）型、PDL C（Polymer Dispersed Liquid Crystal）型又はPNLC（Polymer Network Liquid Crystal）型が好適である。中でも、IPS型、又は、FFS型が特に好適である。また上記配向型は、配向膜の形成が不要なブルー相（Blue Phase）型にも好適である。更に、上記配向型は、視野角特性の改善のために上記一对の基板の少なくとも一方にマルチドメイン構造が形成された形態にも好適である。マルチドメイン構造とは、電圧無印加時若しくは電圧印加時のいずれか、又は、その両方時に、液晶分子の配向形態（例えば、OCBにおけるベンド方向や、TN及びSTNにおける捩れ方向）又は配向方向の異なる領域が複数存在する構造のことである。

マルチドメイン構造を達成するためには、積極的に、電極を適当な形態にパターンニングする、若しくは、水平光配向膜への光照射にフォトマスク等を用いて水平光配向膜の配向方向をパターンニングするといった処理のいずれか、又は、その両方の処理を行うことが必要である。

[0031] 本発明は、上述したように、IPS型、又は、FFS型等の視野角に優れた表示装置に好適に適用することができる。視野角の良い技術が、医療用モニター、電子ブック、スマートフォン、タブレット端末等の用途に求められている。

[0032] 本発明はまた、本発明の液晶表示パネルを備える液晶表示装置でもある。本発明の液晶表示装置における液晶表示パネルの好ましい形態は、本発明の液晶表示パネルの好ましい形態と同様である。本発明の液晶表示装置がIPS型液晶表示装置であることが、本発明の好ましい形態の一つである。また、本発明の液晶表示装置がFFS型液晶表示装置であることもまた、本発明の好ましい形態の一つである。なお、IPS型液晶表示装置は、通常は、一对の基板の一方に、基板主面を平面視したときに2種類の電極が対向して設けられる、横電界方式の液晶表示装置である。また、FFS型液晶表示装置は、通常は、一对の基板の一方に、面状の電極と、該面状の電極と絶縁層を介して別層に配置されたスリット電極とが設けられる、フリンジ電界方式の液晶表示装置である。両液晶表示装置について、実施形態において更に詳述する。

[0033] 本発明は更に、一对の基板、及び、該一对の基板間に挟持される液晶層を備える液晶表示セルであって、上記一对の基板の少なくとも一方は、液晶層側から順に、光配向膜及び電極を有し、上記液晶層は、スプレイ変形の弾性定数 K_1 及び／又はベンド変形の弾性定数 K_3 が、 20°C で、 13 pN 以上である液晶分子を含有する液晶表示セルでもある。本発明の液晶表示セルは、本発明の液晶表示パネルと同様の構成部材を備えるものであり、好ましい構成部材も本発明の液晶表示パネルと同様である。例えば、上記光配向膜は、液晶分子を基板主面に対して水平方向に配向させる光配向膜であることが好

ましい。なお、液晶表示セルは、通常、観察面側の基板として素ガラスを備えるものである。

[0034] 本発明の液晶表示パネル及び液晶表示装置の構成としては、このような構成要素を必須として形成されるものである限り、その他の構成要素により特に限定されるものではなく、液晶表示パネル及び液晶表示装置に通常用いられるその他の構成を適宜適用することができる。

[0035] 上述した各形態は、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜組み合わせられてもよい。

発明の効果

[0036] 本発明によれば、表示画素内において発生する糸状欠陥を低減し、表示品位に優れる液晶表示パネル及び液晶表示装置を得ることができる。また、本願発明を、水平光配向膜を有する、IPS型、又は、FFS型等の液晶表示装置に適用する場合は、水平光配向膜の特徴を活かし、視野角を優れたものとするとともに、糸状欠陥を低減する効果を併せて発揮することができる。

図面の簡単な説明

[0037] [図1]実施形態1に係る液晶表示セルの一形態を示す断面模式図である。

[図2]実施形態1に係る櫛歯電極を示す平面模式図である。

[図3]実施形態1に係る液晶表示セルの表示部を示す写真である。

[図4]実施形態2に係る液晶表示セルの表示部を示す写真である。

[図5]実施形態3に係る液晶表示パネルを示す断面模式図である。

[図6]実施形態3に係るスリットを有する電極を示す平面模式図である。

[図7]実施形態3に係る対向基板を示す平面模式図である。

[図8]実施形態3に係る液晶表示パネルの表示部を示す写真である。

[図9]実施形態4に係る液晶表示パネルの表示部を示す写真である。

[図10]実施形態5に係る液晶表示パネルの表示部を示す写真である。

[図11]比較例1に係る液晶表示セルの表示部を示す写真である。

[図12]比較例2に係る液晶表示パネルの表示部を示す写真である。

[図13]糸状欠陥を示す写真である。

[図14]糸状欠陥を示す写真である。

[図15]糸状欠陥発生箇所における液晶分子の配向状態の一例である。

[図16]比較例3に係る液晶表示セルの表示部を示す写真である。

[図17]比較例4に係る液晶表示パネルの表示部を示す写真である。

発明を実施するための形態

[0038] 以下に実施形態を掲げ、本発明について図面を参照して更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施形態のみに限定されるものではない。本明細書中、液晶セルは、液晶層の、駆動の対象となる部分、例えば、両基板に挟まれた間にある部分をいう。また、本願明細書における「以上」、「以下」は、当該数値を含むものである。すなわち、「以上」とは、不少（当該数値及び当該数値以上）を意味するものである。

[0039] 実施形態 1

図1は、実施形態1に係る液晶表示セルの一形態を示す断面模式図である。

図2は、実施形態1に係る櫛歯電極を示す平面模式図である。

[0040] 図1及び図2に示すように実施形態1の液晶表示セルは、アレイ基板10と、対向基板20からなる一対の基板間に挟持された液晶層30とを備える。アレイ基板10は、ガラス等を材料とする絶縁性の透明基板15を有し、更に、透明基板15上に形成された信号電極11（信号電極）、共通電極12、各種配線、TFT等を備える。対向基板20は、実施形態1の液晶表示セルにおいては素ガラス基板であるが、ガラス等を材料とする絶縁性の透明基板25、及び、透明基板25上に形成されたカラーフィルタ、ブラックマトリクスを備えるカラーフィルタ基板であってもよく、更に必要に応じて共通電極等を備えてもよい。例えば、実施形態1のようにIPSモードである場合には、図1に示されるようにアレイ基板10にのみ一対の櫛歯電極13（信号電極11及び共通電極12）が形成されるが、本発明は他のモードに適用することも可能であり、その場合には、必要に応じて、アレイ基板10及び対向基板20の両方に電極が形成される。

[0041] またアレイ基板10は、配向膜（水平光配向膜）16を備え、対向基板20

もまた配向膜（水平光配向膜）26を備える。配向膜16、26は、ポリイミド、ポリアミド、ポリビニル、ポリシロキサン等を主成分とする膜であり、配向膜を形成することで、液晶分子を一定方向に配向させることができる。

[0042] PS重合工程前において液晶層30中には、重合性モノマーが存在している。そして、PS重合工程によって重合性モノマーは重合を開始し、図1に示すように、配向膜16、26上でPS層17、27となって、配向膜16、26のもつ配向規制力を向上させる。

[0043] PS層17、27は、液晶材料と重合性モノマーとを含む液晶組成物をアレイ基板10と対向基板20との間に注入し、液晶層30に対して一定量の光の照射又は加熱を行い、重合性モノマーを重合させることによって、形成することができる。なお、このとき、液晶層30に対し閾値以上の電圧を印加した状態で重合を行うことで、液晶分子の初期傾斜に沿った形状をもつPS層17、27が形成されるので、より配向安定性の高いPS層17、27を得ることができる。なお、液晶組成物には、必要に応じて重合開始剤を添加してもよい。

[0044] 実施形態1に係る液晶表示パネルは、アレイ基板10、液晶層30及び対向基板20が、液晶表示装置の背面側から観察面側に向かってこの順に積層されて構成されている。アレイ基板10の背面側、及び、対向基板20の観察面側には、直線偏光板18、28が備え付けられている。これらの直線偏光板18、28に対しては、更に位相差板が配置され、円偏光板が構成されていてもよい。

[0045] なお、実施形態1に係る液晶表示パネルは、カラーフィルタをアレイ基板10に備えるカラーフィルタオンアレイ（Color Filter On Array）の形態であってもよい。また、実施形態1に係る液晶表示パネルは、モノクロディスプレイやフィールドシーケンシャルカラー方式であってもよく、その場合、カラーフィルタは配置される必要はない。

[0046] 液晶層30には、一定電圧が印加されることで特定の方向に配向する特性を

もつ液晶材料が充填されている。液晶層 30 内の液晶分子は、閾値以上の電圧の印加によってその配向性が制御されるものである。

[0047] なお、実施形態 1 で用いる配向膜は、水平光配向膜である。水平光配向膜は、光照射によって光活性部位の電子が励起される。加えて水平配向膜の場合、光活性部位が液晶層と直接相互作用して液晶を配向させるために、光活性部位と重合性モノマーとの分子間距離が垂直配向膜に比べて短く、励起エネルギーの受け渡しの確率が飛躍的に増大する。垂直配向膜の場合、光活性部位と重合性モノマーの間に必ず疎水基が存在するために分子間距離が長くなり、エネルギー移動が起こりにくい。従って P S プロセスは水平配向膜に特に好適であるといえる。

[0048] 以下、実施形態 1 に係る液晶表示装置が備える液晶セルを実際に作製した例を示す。

[0049] 一对の櫛歯電極 13 が表面に配置されたガラス基板 15 と、対向基板として素ガラス基板 25 を用意し、夫々の基板に、ポリビニルシンナメート溶液をスピコートで塗布した。一对の櫛歯電極 13 は、図 2 に示すように、信号電極 11 と共通電極 12 とが互いに略平行に延伸され、かつそれぞれがジグザグに形成されている。これにより、電場印加時の電場ベクトルが電極の長さ方向に対して略直交するため、マルチドメイン構造が形成され、良好な視野角特性を得ることができる。図 2 の両矢印は、照射偏光方向（ネガ型液晶分子を用いる場合）を示す。櫛歯電極の材料としては、IZO（Indium Zinc Oxide：インジウム酸化亜鉛）を用いた。また、櫛歯電極の電極幅 L は $3\ \mu\text{m}$ 、電極間距離 S は $9\ \mu\text{m}$ とした。ポリビニルシンナメート溶液は、N-メチルー 2-ピロリドンとエチレングリコールモノブチルエーテルとを等量で混合した溶媒に、ポリビニルシンナメートを溶液 100 重量%に対して 3 重量%となるように溶かして調製した。スピコート塗布後、 90°C で 1 分仮乾燥して、窒素パージしながら 200°C で 60 分焼成した。焼成後の配向膜の膜厚は、 $100\ \text{nm}$ である。

[0050] これらの基板に、液晶配向処理として、直線偏光紫外線を波長 $313\ \text{nm}$ に

において $5 \text{ J} / \text{cm}^2$ 、基板法線方向から照射した。次に、IZOからなる櫛歯電極が表面に配置されたガラス基板15に、スクリーン版を使用して熱硬化性シール（HC1413FP：三井化学社製）を印刷した。更に、液晶層30の厚みを $3.5 \mu\text{m}$ にするために対向側の素ガラス基板25には $3.5 \mu\text{m}$ 径プラスチックビーズ（SP-2035：積水化学工業社製）を散布した。この二種類の基板を、照射した紫外線の偏光方向が基板どうしで一致するように貼り合わせた。次に、貼り合わせた基板を $0.5 \text{ kgf} / \text{cm}^2$ で加圧しながら窒素パージした炉で 100°C 、60分加熱して、シールを硬化させた。以上の方法で作製した液晶セルに、液晶を真空下で注入した。

[0051] 実施形態1では、液晶としてネガ型液晶（誘電率異方性が負の液晶）MLC6883（メルク社製）を添加し、重合性モノマーとしてビフェニル-4,4'-ジイルビス（2-メチルアクリレート）を液晶組成物全体に対して1重量%となるように添加した。液晶は、特にこれに限定されるものではなく、ポジ型（誘電率異方性が正の液晶）でもよい。また、重合性モノマーは、特にジメタクリレートに限定されない。

[0052] 液晶を注入した液晶セルの注入口は、紫外線硬化樹脂（TB3026E：スリーボンド社製）で封止した。封止工程で照射する紫外線は 365 nm であり、画素部は遮光して紫外線の影響をとり除くようにした。また、この時、液晶配向が外場によって乱されないように、電極間を短絡し、ガラス表面にも除電処理を行った。次に、液晶の流動配向と焼き付きを消すために、液晶セルを 130°C で40分加熱し、液晶を等方相にして再配向処理を行った。これにより、配向膜へ照射した紫外線の偏光方向に垂直な方向に一軸配向した液晶セルが得られた。この時、偏光顕微鏡で観察してもビーズとビーズとの間には糸状欠陥はわずかであり、光抜けによるコントラスト低下はわずかであった。

[0053] 次に、この液晶セルをPS処理するために、ブラックライト（FH F32BLB：東芝社製）で $2 \text{ J} / \text{cm}^2$ の紫外線を照射した。これによりビフェニル-4,4'-ジイルビス（2-メチルアクリレート）のラジカル重合が進

行する。

[0054] 以上の方法により、P S処理を行ったIPSセル（実施形態1の液晶セル）を作製した。図3は、実施形態1に係る液晶表示セルの表示部を示す写真である。糸状欠陥の距離は、後述する比較例1に対して明らかに短く、数も少なくなっており、比較例1と比べて改善した。

[0055] 以下に、本実施形態の作用効果について更に考察を行う。糸状欠陥は、液晶分子の配向乱れであり、配向欠陥である。糸状欠陥が光抜けする理由は、周囲の一様配向している領域が偏光板の軸方位に液晶分子が配向しているのに対して、糸状欠陥においては、ある特定の線上に存在する液晶分子が180度の回転をしており、偏光板の軸方位から液晶分子の軸が外れることが原因と考えられる。すなわち、この糸状欠陥は配向変形に伴う弾性エネルギーを有している。

[0056] 図13及び図14は、糸状欠陥を示す写真である。図15は、糸状欠陥発生箇所における液晶分子の配向状態の一例である。図13に示されるように、糸状欠陥204は、ビーズ200等のスペーサー間に発生する。偏光顕微鏡による観察から、糸状欠陥204は、糸状欠陥204の長軸方向に対しての垂直方向の液晶分子をたどると、液晶分子が180度回転する「 π 反転壁」であることがわかった。この配向状態の一例が図15である。反転壁ではベンド変形とスプレイ変形が起こっており、壁の終端である転傾中心（ビーズ200近傍）ではスプレイ変形が主に起こっている。図15では、ベンド変形する液晶分子232、及び、スプレイ変形する液晶分子232'を示している。例えば、図14の一点鎖線上（糸状欠陥204の長軸方向に対しての垂直方向）において、液晶分子が180度回転している。

[0057] 一般的に液晶の弾性エネルギー密度Fは、下記式(1)で表される。

$$F = 1/2 \{ K_1 (\nabla \cdot n)^2 + K_2 (n \cdot (\nabla \times n))^2 + K_3 (n \times (\nabla \times n))^2 \} \quad (1)$$

K1はスプレイ変形に関する定数、K2はツイスト変形に関する定数、K3はベンド変形に関する定数である。上記定数は、それぞれ、弾性定数ともい

う。K 1 ~ K 3 の定数が小さい液晶ほど、配向変形の弾性エネルギーは小さく、容易に配向変形が起こる。本発明の課題である糸状欠陥は構造的にベンド変形とスプレイ変形がメインで起こっていると考えられ、糸状欠陥のエネルギーはK 1 とK 3 両方又はいずれか一方に依存すると考えられる。

[0058] 実施形態 1 で用いた液晶であるMLC 6883の弾性定数は、 $K 1 = 13.1 \text{ pN}$ 、 $K 3 = 13.5 \text{ pN}$ である(P. J. M. Vanbrabant et al., Journal of Applied Physics 108, 083104 (2010))。弾性定数が大きく、糸状欠陥を形成するエネルギーも大きくなると考えられ、糸状欠陥は減少すると思われる。

[0059] 上述した実施形態 1 の液晶セルを備える液晶表示パネルは、通常の液晶表示パネルが備える部材（例えば、カラーフィルタ等）を適宜備えることができる。また、上述した実施形態 1 の液晶表示パネルを備える液晶表示装置は、更に、通常の液晶表示装置が備える部材（例えば、バックライト等の光源等）を適宜備えることができる。実施形態 1 の液晶表示装置は、TVパネル、デジタルサイネージ、医療用モニター、電子ブック、PC用モニター、携帯端末用パネル等に好適に用いることができる。後述する実施形態に係る液晶セル、液晶表示パネル等においても同様である。

[0060] 実施形態 1 に係る液晶表示装置は、透過型、反射型及び反射透過両用型のいずれであってもよい。透過型又は反射透過両用型であれば、実施形態 1 の液晶表示装置は、バックライトを備えている。バックライトは、液晶セルの背面側に配置され、アレイ基板 10、液晶層 30 及び対向基板 20 の順に光が透過するように配置される。反射型又は反射透過両用型であれば、アレイ基板 10 は、外光を反射するための反射板を備える。また、少なくとも反射光を表示として用いる領域においては、対向基板 20 の偏光板は、円偏光板である必要がある。

[0061] 実施形態 1 に係る液晶表示装置を分解し、回収した液晶をセルに封入して東陽テクニカ社製、EC-1 型で弾性定数は測定可能である。測定温度は 20°C である。また、ガスクロマトグラフ質量分析法（GC-MS : Gas Chromat

ograph Mass Spectrometry)、飛行時間質量分析法(TOF-SIMS: Time-of-Flight Mass Spectrometry)等を用いた化学分析を行うことにより、水平光配向膜の成分の解析、ポリマー層の成分の解析等を行うことができる。

更に、STEM(Scanning Transmission Electron Microscope: 走査型透過電子顕微鏡)、SEM(Scanning Electron Microscope: 走査型電子顕微鏡)等の顕微鏡観察により、配向膜、PS層を含む液晶セルの断面形状を確認することができる。

[0062] 実施形態2

液晶として、ネガ型液晶MLC6883(メルク社製)の代わりに、ネガ型液晶MLC6610(メルク社製)を用いた以外は、実施形態1と同様に液晶セルを作製した。なお、重合性モノマーも同様に添加した。

[0063] 実施形態2で用いた液晶であるMLC6610の弾性定数は $K_1 = 14.6 \text{ pN}$ 、 $K_3 = 16.5 \text{ pN}$ である(P. J. M. Vanbrabant et al., Journal of Applied Physics 108, 083104 (2010))。弾性定数が、後述する比較例1で用いた液晶である5CBより大きく、糸状欠陥を形成するエネルギーも大きくなると考えられ、糸状欠陥は減少すると思われる。

[0064] 図4は、実施形態2に係る液晶表示セルの表示部を示す写真である。糸状欠陥の距離は比較例1に比べて明らかに短く、数も少なくなっており、後述する比較例1より改善した。

[0065] 実施形態3

図5は、実施形態3に係る液晶表示パネルを示す断面模式図である。図6は、実施形態3に係るスリットを有する電極を示す平面模式図である。図7は、実施形態3に係る対向基板を示す平面模式図である。なお、実施形態3に係る図5～図7においては、特に明示したものを除いて、実施形態1に係る図1、図2に示した部材及び部分と同様の機能を発揮するものは百の位に1を付した以外は同じ符号を付している。

[0066] 実施例1～2、及び、後述する比較例1では、IZOからなる櫛歯電極を有するガラス基板($L/S = 3 \mu\text{m}/9 \mu\text{m}$)と、対向基板として素ガラスを

使用したが、本実施形態では、F F S (Fringe Field Switching) 構造を有する T F T (Thin Film Transistor) 基板と、対向基板として、予めスペーサー 1 2 9 を備える C F 基板を使用した。本実施形態におけるスペーサーの材質はアクリル系樹脂であったが、スペーサー 1 2 9 として所望の液晶セル厚を保持するという機能を果たすのであれば材質は特に問われない。スペーサー 1 2 9 は、横方向に $60\mu\text{m}$ 間隔、縦方向に $160\mu\text{m}$ 間隔で、B M (Black Matrix ; ブラックマトリクス) 上に配置されており、透過光では観察出来ない (図 7 は反射光で観察した)。T F T 基板においては、上層にスリットを有する電極 1 1 2 を有し、下層に下層電極 1 1 4 を有する。スリットを有する電極 1 1 2 と下層電極 1 1 4 との間は、絶縁層 1 1 3 がある。スリットを有する電極 1 1 2 のスリット部分は、図 6 のように、複数の電極が互いに略平行に延伸され、かつそれぞれが直線状に形成されている。図 6 において、照射紫外線偏光方向は電極長手方向から 7° 傾いている。なお、通常は、上層のスリットを有する電極 1 1 2 が信号電極であり、下層電極 1 1 4 が共通電極である。また、上層の電極が、スリットを有する電極の代わりに、例えば一对の櫛歯電極であってもよい。図 6 の両矢印は、図 2 と同様に、照射偏光方向 (ネガ型液晶分子を用いる場合) を示す。電極の材料としては、I T O (Indium Tin Oxide : 酸化インジウムスズ) を用いた。また、上層のスリットを有する電極の電極幅 L は $5\mu\text{m}$ 、電極間距離 S は $5\mu\text{m}$ とした。更に、液晶は M L C 6 8 8 3 (メルク社製) を用いた。M L C 6 8 8 3 の弾性定数は、実施形態 1 において上述した通りである。弾性定数が大きく、糸状欠陥を形成するエネルギーも大きくなると考えられ、糸状欠陥は減少すると思われる。それ以外の構成 (液晶表示パネルを作製するためのその他の部材、手順等。例えば、P S 化処理されて得られる P S 層。) は、上述した実施形態 2 の構成と同様である。なお、重合性モノマーも同様に添加した。

[0067] 図 8 は、実施形態 3 に係る液晶表示パネルの表示部を示す写真である。後述する比較例 2 に対して、糸状欠陥の長さ、数ともに減少し、改善した。

[0068] 実施形態 4

実施形態3と同様にF F S型の液晶表示パネルを作製したが、液晶は、ネガ型液晶MLC6610（メルク社製）を用いた。重合性モノマーも同様に添加した。MLC6610の弾性定数は、実施形態2において上述した通りである。弾性定数が大きく、糸状欠陥を形成するエネルギーも大きくなると考えられ、糸状欠陥は減少すると思われる。それ以外の構成（液晶表示パネルを作製するためのその他の部材、手順等。例えば、F F S型の電極構造や、PS化処理されて得られるPS層。）は、上述した実施形態3の構成と同様である。

[0069] 図9は、実施形態4に係る液晶表示パネルの表示部を示す写真である。後述する比較例2に対して、糸状欠陥の長さ、数ともに減少し、改善した。

[0070] 実施形態5

実施形態3と同様にF F S型の液晶表示パネルを作製したが、液晶は、ネガ型液晶MLC6608（メルク社製）を用いた。重合性モノマーも同様に添加した。MLC6608の弾性定数は、 $K1 = 16.7 \text{ pN}$ 、 $K3 = 18.1 \text{ pN}$ である（P. J. M. Vanbrabant et al., Journal of Applied Physics 108, 083104 (2010)）。弾性定数が大きく、糸状欠陥を形成するエネルギーも大きくなると考えられ、糸状欠陥は減少すると思われる。それ以外の構成（液晶表示パネルを作製するためのその他の部材、手順等。例えば、F F S型の電極構造や、PS化処理されて得られるPS層。）は、上述した実施形態3の構成と同様である。

[0071] 図10は、実施形態5に係る液晶表示パネルの表示部を示す写真である。後述する比較例2に対して、糸状欠陥の長さ、数ともに減少し、改善した。

[0072] 上述した実施形態1、2のPS-IPSモード（PS化処理されたIPSモード）の液晶表示装置や、実施形態3～5のPS-FFSモード（PS化処理されたFFSモード）の液晶表示装置においては、ラビングよりも光配向により液晶分子を配向させることが、配向ムラやダストの発生を抑えることができるため好適である。ただ、水平光配向膜は、一般的に配向規制力が弱いので、焼き付き現象が酷く、量産化は困難であった（ここで水平光配向膜

とは、上述した水平配向膜かつ光配向膜であるものをいい、液晶分子を実質的に基板に水平に配向させ、光照射により配向膜分子内に光異性化や光二量化、光分解を起こす官能基を有しており、さらに偏光照射により液晶分子を配向させることができるものである。）。このため本発明者らはP S (Polymer Sustained) 処理を行うことでこれを解決した。しかし、特に水平光配向膜は、配向規制力が弱いため糸状欠陥を発生させる原因ともなる。本発明者らは、これを、液晶を選択することにより見事に解決したものである。

[0073] また実際の使用態様として、可視光に曝される使用用途（例えば、液晶TV等）においては、水平光配向膜の配向処理に用いる光としては極力可視光を避けるべきであるが、実施形態1～3ではP S処理を行うことで配向膜の表面をP S層が覆い、配向が固定化されるため、水平光配向膜の材料として、感度波長に可視光領域が含まれる材料を用いてもよいという利点がある。

[0074] 更に、水平光配向膜の材料の感度波長に紫外光領域が含まれる場合においても、バックライトや周囲環境からの微弱紫外線をカットするために紫外線吸収層を設ける必要性があったことを考慮すると、P S化により紫外線吸収層を設ける必要がなくなるという利点も挙げられる。

[0075] そして、P S処理を紫外線で行う場合においては、紫外線が液晶に照射されることで電圧保持率（VHR）が低下する可能性があるが、実施例1～3のようにP S化が効率よく行われることで紫外線照射時間が短くできるため、電圧保持率の低下も避けられる。

[0076] また焼き付きが改善するため、P S照射量（時間）を減らすことも可能である。液晶表示パネル生産においては、照射量（時間）を減らすことにより、スループットが上がる。また、照射装置をより小型にすることができるため、投資金額の削減にもつながる。

[0077] 以上、実施例1～5の光配向処理の直線偏光紫外線照射は、一对の基板を貼り合わせる前に行われているが、一对の基板を貼り合わせた後に液晶セルの外側から光配向処理を行ってもよい。光配向処理は、液晶を注入する前か後かを問わない。ただし、液晶を注入した後に光配向処理の直線偏光紫外線照

射をする場合においては、光配向処理とP S工程とを同時に行うことができ、プロセスが短縮できるメリットがある。

[0078] 実施形態6

実施形態3と同様にF F S型の液晶表示パネルを作製したが、液晶は、ネガ型液晶M L C 6 6 0 8（メルク社製）にさらにアルケニル基を含む液晶分子であるt r a n s - 4 - プロピル - 4' - ビニル - 1, 1' - ビシクロヘキサンを添加した。さらに重合性モノマービフェニル - 4, 4' - ジイル ビス（2 - メチルアクリレート）も添加した。その混合比率は、順に重量比で1 0 0 : 5 : 0. 3である。それ以外の構成（液晶表示パネルを作製するためのその他の部材、手順等。例えば、F F S型の電極構造や、P S化処理されて得られるP S層。）は、上述した実施形態3の構成と同様である。

作製したパネルを偏光顕微鏡で観察したところ、後述する比較例2に対して、糸状欠陥の長さ、数ともに減少し、改善した。

[0079] 続いて、実施形態6の液晶パネルの焼き付き評価を行った。焼き付きの評価方法は以下の通りである。実施形態6の液晶パネルに、2つの異なる電圧を印加できる領域X及び領域Yを作り、領域Xにはスリットを有する電極（ソース電極）と下層電極（コモン電極）間に6 Vを印加し、領域Yには何も印加しない状態で、6時間経過させた。その後、領域X及び領域Yにそれぞれ2. 4 Vを印加して、領域Xの輝度T（x）、及び、領域Yの輝度T（y）をそれぞれ測定した。輝度測定にはデジタルカメラ（E O S K i s s D i g i t a l N E F - S 1 8 - 5 5 I I U : キヤノン社製）を用いた。焼き付きの指標となる値 $\Delta T(x, y)$ (%) は下記式により算出した。

$$\Delta T(x, y) = (|T(x) - T(y)| / T(y)) \times 100$$

その結果、実施形態6の液晶パネルの焼き付き率 ΔT はわずか1 0 %と非常に良好であった。

これはポリマー層による焼き付きの抑制効果であると同時に、アルケニル基を含む液晶分子がポリマー層の形成を促進していることによると考えられる。

[0080] なお、F F SモードはI P Sモードに対して透過率で優れるため、低消費電力、高精細のパネルを作製することができるという有利点がある。近年は、モバイル向けパネル（タブレット端末、スマートフォン）の高精細化が特に著しいため、フォトスペーサーの数密度が増加し、光配向を適用したF F Sにとっては糸状欠陥が発生しやすく、本発明が好適に適用できる。また、F F Sモードの液晶表示装置の構造は、I P Sモードの液晶表示装置の構造と異なり下層電極が存在し、これが静電気に対して遮蔽効果があるため、静電気による液晶配向の焼き付きやトランジスタの破壊を防ぎ、生産上の歩留まりを上げるという効果もある。

[0081] 比較例 1

比較例 1 では液晶として 4-シアノ-4'-ペンチルビフェニル (5 C B) を用いた以外は、その構成部材、セルの製造工程は実施形態 1 の構成と同様である。しかしながら、比較例 1 では、液晶の流動配向と焼き付きを消すために、液晶セルを 130℃で 40 分加熱し液晶を等方相にして再配向処理を行い、配向膜へ照射した紫外線の偏光方向に垂直な方向に一軸配向した液晶セルが得られた時に、偏光顕微鏡で観察するとビーズとビーズの間には糸状欠陥が発生しており、光抜けしていた。また、実施形態 1 の方法により、P S 処理を行って作製した I P S セルの配向を偏光顕微鏡で観察したところ、P S 処理前と同様に P S 処理後も液晶は一軸配向していたが、糸状欠陥も固定化されていた。図 11 は、比較例 1 に係る液晶表示セルの表示部を示す写真である。糸状欠陥の長さは 1000 μm に達するものも存在し、多くの糸状欠陥が観察された。

[0082] 5 C B の弾性定数は、 $K_1 = 7.1 \text{ pN}$ 、 $K_3 = 9.8 \text{ pN}$ である (T. N. Oo et al. PHYSICAL REVIEW E 76, 031705 (2007))。なお、5 C B は 20℃では結晶相であるため、5 C B に限っては液晶相である 22℃（結晶-液晶相転移温度）における弾性定数を示している。5 C B は、20℃で K_1 及び/又は K_3 が 13 pN 以上である液晶分子ではない。

[0083] 比較例 2

比較例 2 では液晶として 4-シアノ-4'-ペンチルビフェニル (5CB) を用いた以外は、その構成部材、液晶表示パネルの製造工程は実施形態 3 の構成と同様である。なお、5CB の弾性定数は、比較例 1 において上述した通りである。また、重合性モノマーも同様に添加した。

[0084] 図 12 は、比較例 2 に係る液晶表示パネルの表示部を示す写真である。比較例 1 と同様に、糸状欠陥が多発した。比較例 2 では、FFS 構造を有する液晶パネルにおいても比較例 1 に係る液晶セルと同様に、液晶の弾性定数が小さい場合は、糸状欠陥が多発することを示す。

[0085] 比較例 3

比較例 3 では液晶として 4-シアノ-4'-ヘキシルビフェニル (6CB) を用いた以外は、その構成部材、セルの製造工程は比較例 1 の構成と同様である。作製した IPS セルの配向を偏光顕微鏡で観察したところ、PS 処理前と同様に PS 処理後も液晶は一軸配向していたが、糸状欠陥も固定化されていた。図 16 は、比較例 3 に係る液晶表示セルの表示部を示す写真である。比較例 1 と同様に、糸状欠陥の長さは $1000\ \mu\text{m}$ に達するものも存在し、多くの糸状欠陥が観察された。

6CB の相転移温度については、結晶相 (Cr) - ネマチック相 (N) の相転移温度が 15°C で、ネマチック相 (N) - 等方相 (Iso) の相転移温度 (T_{NI}) が 28°C であった (Cr 15°C N 28°C Iso)。

6CB の 20°C の弾性定数は、 $K_1 = 4.9\ \text{pN}$ 、 $K_3 = 6.0\ \text{pN}$ である (N. V. Madhusudana et al. Mol. Cryst. Liq. Cryst., 1982, Vol.89, pp. 249-257 (1982))。

[0086] 比較例 4

比較例 4 では液晶として 4-シアノ-4'-ヘキシルビフェニル (6CB) を用いた以外は、その構成部材、液晶表示パネルの製造工程は実施形態 3 の構成と同様である。なお、6CB の弾性定数は、比較例 3 において上述した通りである。また、重合性モノマーも同様に添加した。

図 17 は、比較例 4 に係る液晶表示パネルの表示部を示す写真である。比較

例3と同様に、糸状欠陥が多発した。比較例4では、FFS構造を有する液晶パネルにおいても比較例3に係る液晶セルと同様に、液晶の弾性定数が小さい場合は、糸状欠陥が多発することを示す。

[0087] 上述した実施形態1～6では、セル、パネルの結果ともに、比較例1～4より明らかに改善している。以上の結果から、13 pN以上に著しい改善（境界点）が見られることが明らかである。

[0088] 上述した実施形態における各形態は、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜組み合わせられてもよい。

[0089] なお、本願は、2011年3月9日出願された日本国特許出願2011-051532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

- [0090] 10：アレイ基板
11：信号電極
12：共通電極
13：一对の櫛歯電極
15、25、115、125：ガラス基板
16、26、116、126：配向膜（水平光配向膜）
17、27、117、127：PS層（ポリマー層）
18、28、118、128：直線偏光板
20：対向基板
30、130：液晶層
32、132：液晶分子
112：スリットを有する電極
113：絶縁層
114：下層電極
129：スペーサー

200 : ビーズ

204 : 糸状欠陥

232 : ベンド変形する液晶分子

232' : スプレイ変形する液晶分子

R : 赤色画素

G : 緑色画素

B : 青色画素

請求の範囲

- [請求項1] 一対の基板、及び、該一対の基板間に挟持される液晶層を備える液晶表示パネルであって、
該一対の基板の少なくとも一方は、液晶層側から順に、光配向膜及び電極を有し、
該液晶層は、スプレイ変形の弾性定数 K_1 及び／又はベンド変形の弾性定数 K_3 が、 20°C で、 13 pN 以上である液晶分子を含有することを特徴とする液晶表示パネル。
- [請求項2] 前記光配向膜は、液晶分子を基板主面に対して水平方向に配向させる光配向膜であることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示パネル。
- [請求項3] 前記光配向膜は、光官能基の光異性化構造、光官能基の光二量化構造及び光官能基の光分解構造からなる群より選択される少なくとも一つの構造を含むことを特徴とする請求項1又は2に記載の液晶表示パネル。
- [請求項4] 前記光配向膜は、シンナメート誘導体であることを特徴とする請求項3に記載の液晶表示パネル。
- [請求項5] 前記一対の基板の少なくとも一方は、前記液晶表示パネルにおける液晶層と光配向膜との間にポリマー層が形成されていることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の液晶表示パネル。
- [請求項6] 前記液晶層は、アルケニル基を有する液晶分子を含むことを特徴とする請求項5に記載の液晶表示パネル。
- [請求項7] 前記ポリマー層は、アクリレート基又はメタクリレート基を含むモノマーを重合させて形成されたものであることを特徴とする請求項5又は6に記載の液晶表示パネル。
- [請求項8] 前記 K_1 、及び、前記 K_3 は、 20°C で、それぞれ 13 pN 以上であることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の液晶表示パネル。
- [請求項9] 前記一対の基板の少なくとも一方は、線状の電極を含むことを特徴と

する請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の液晶表示パネル。

[請求項10] 請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の液晶表示パネルを備えることを特徴とする液晶表示装置。

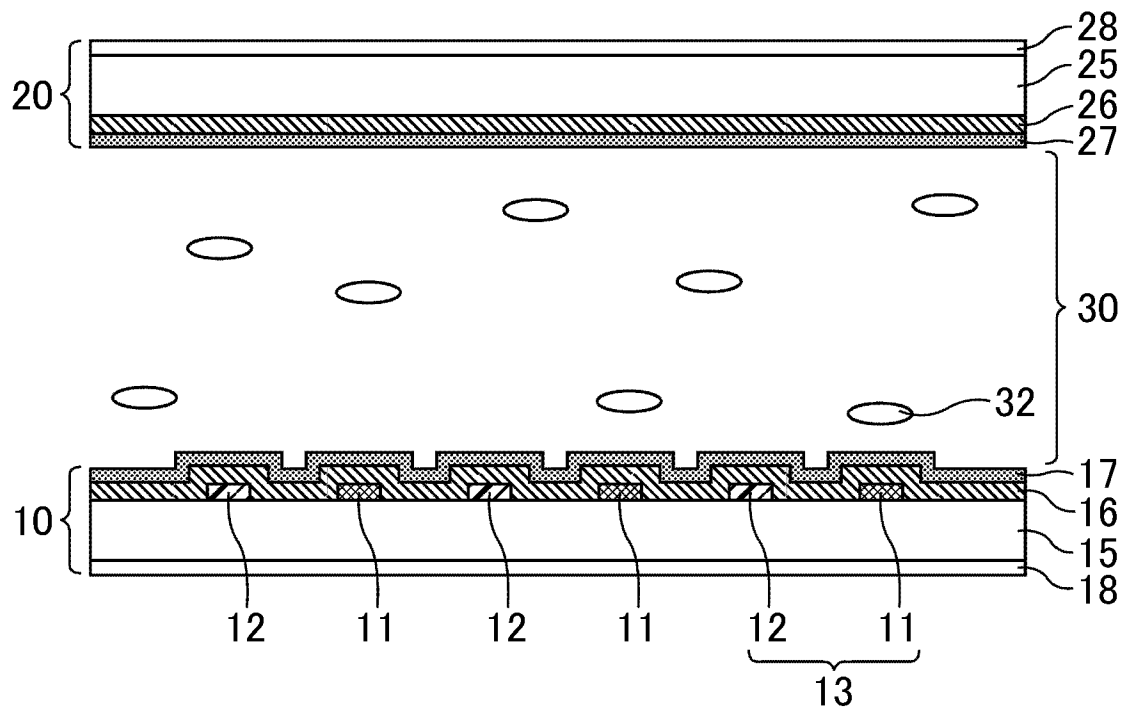
[請求項11] 前記液晶表示装置は、IPS型液晶表示装置であることを特徴とする請求項 10 に記載の液晶表示装置。

[請求項12] 前記液晶表示装置は、FFS型液晶表示装置であることを特徴とする請求項 10 に記載の液晶表示装置。

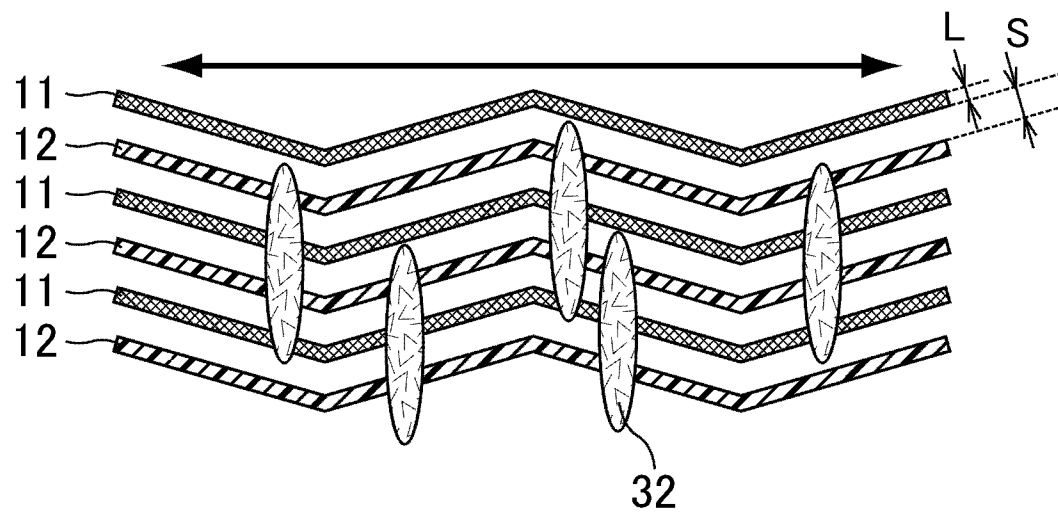
[請求項13] 一対の基板、及び、該一対の基板間に挟持される液晶層を備える液晶表示セルであって、該一対の基板の少なくとも一方は、液晶層側から順に、光配向膜及び電極を有し、
該液晶層は、スプレイ変形の弾性定数 K_1 及び／又はベンド変形の弾性定数 K_3 が、 20°C で、 13 pN 以上である液晶分子を含有することを特徴とする液晶表示セル。

[請求項14] 前記光配向膜は、液晶分子を基板主面に対して水平方向に配向させる光配向膜であることを特徴とする請求項 13 に記載の液晶表示セル。

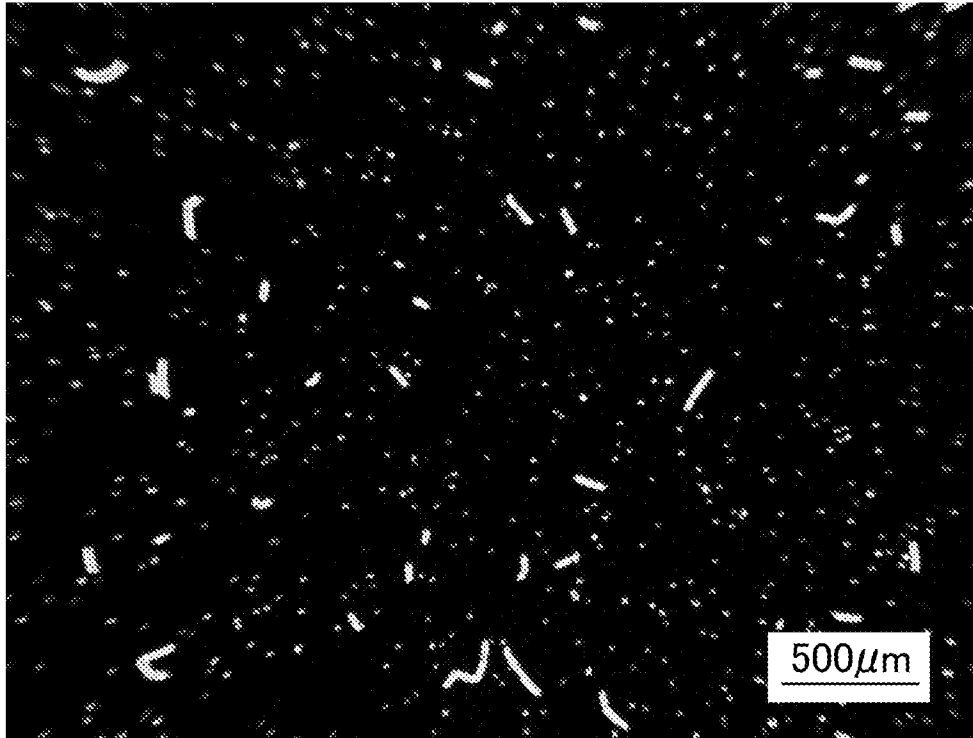
[図1]



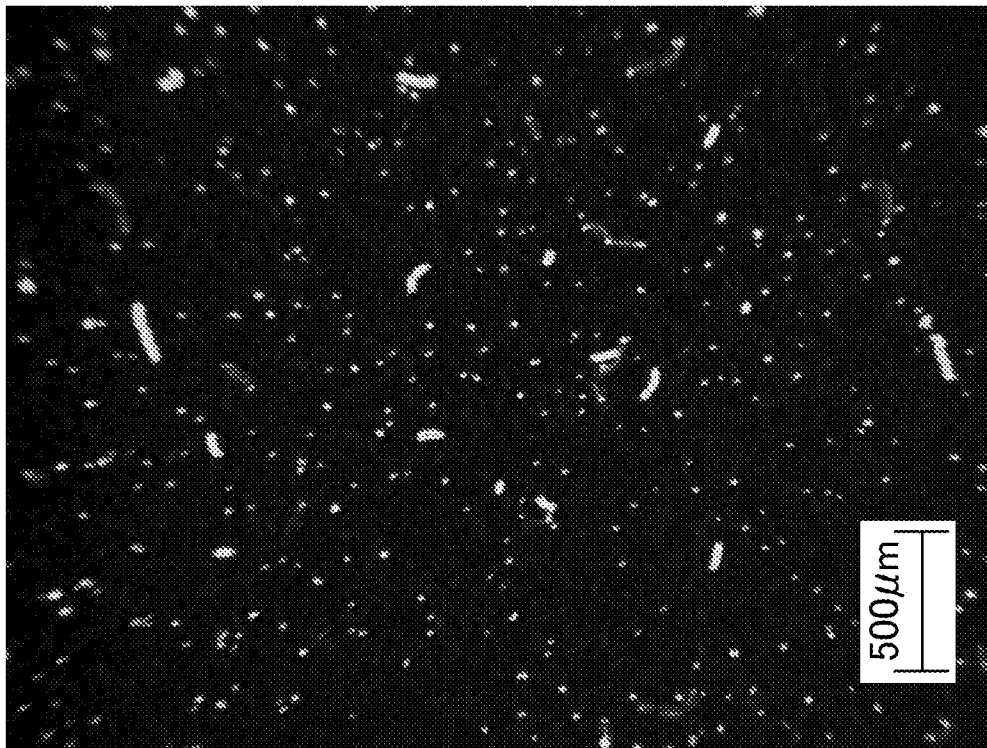
[図2]

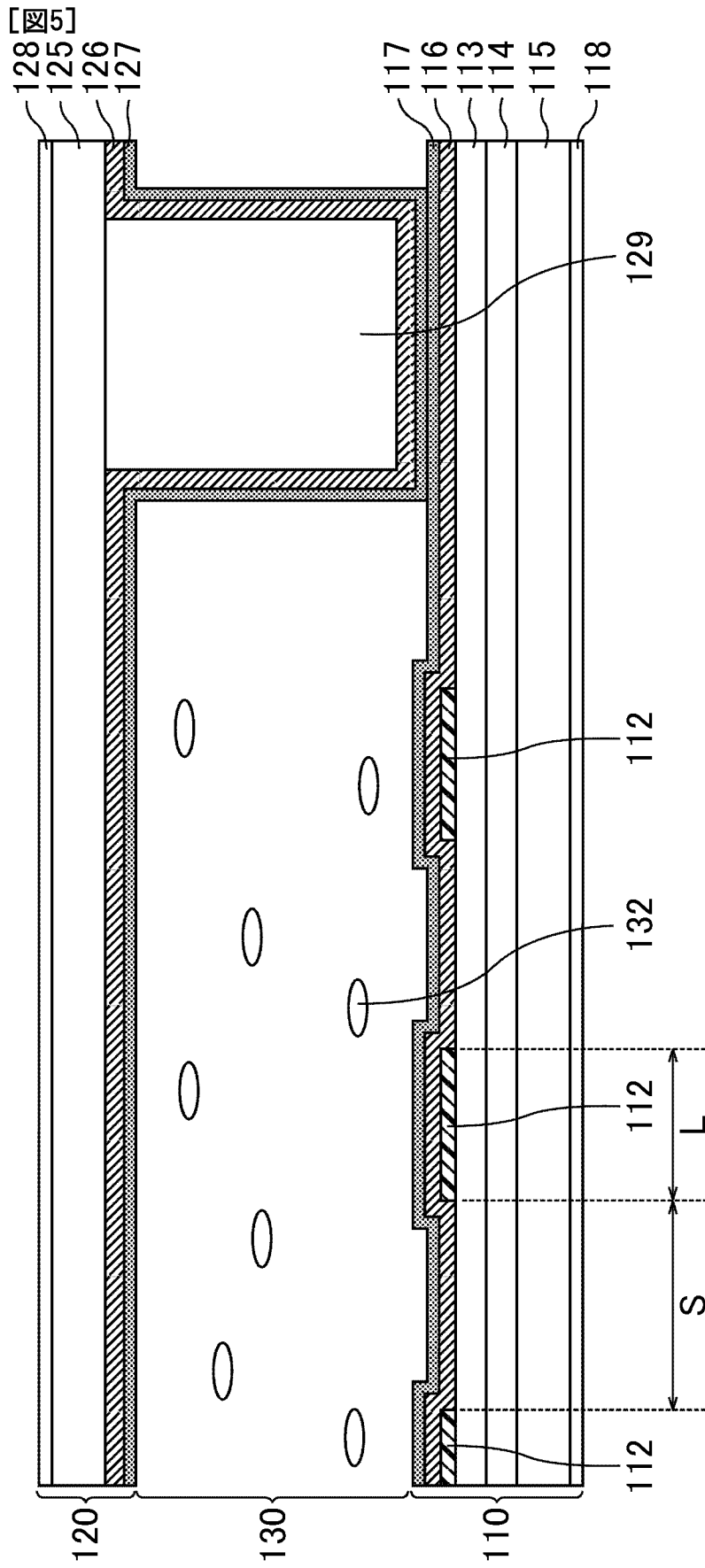


[図3]

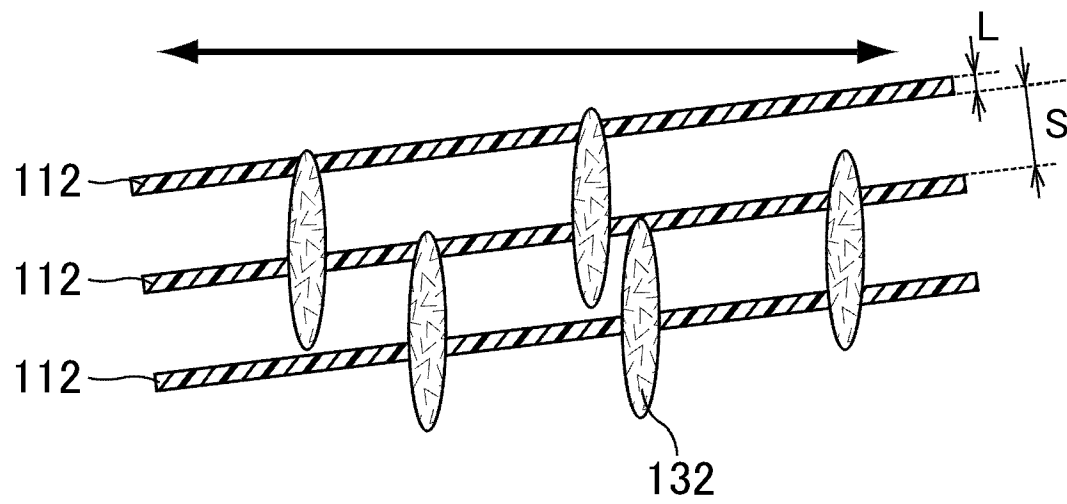


[図4]

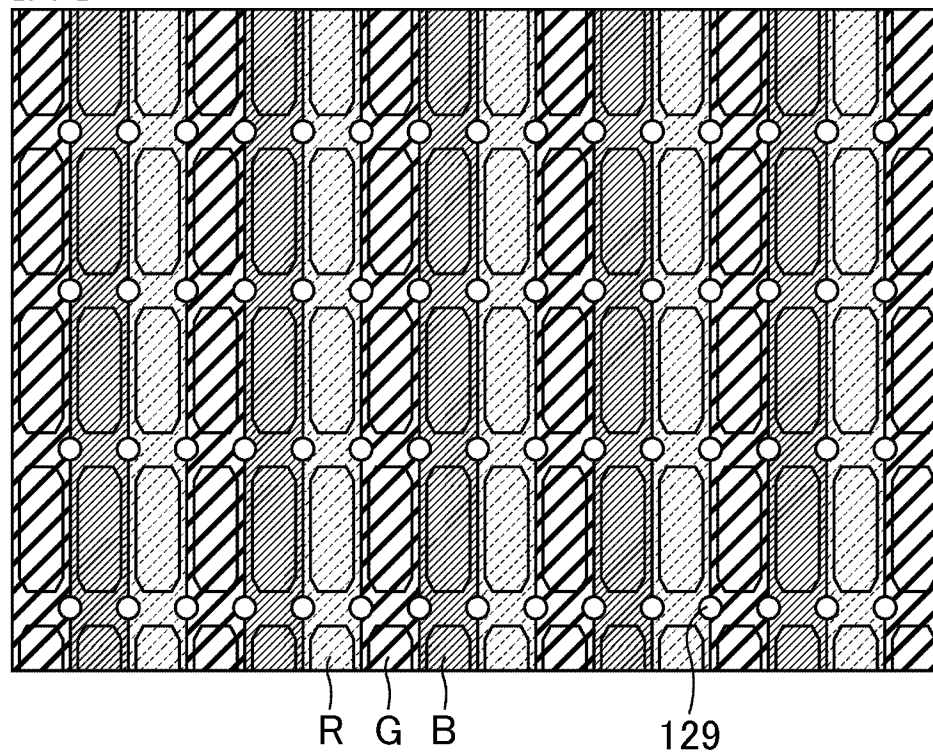




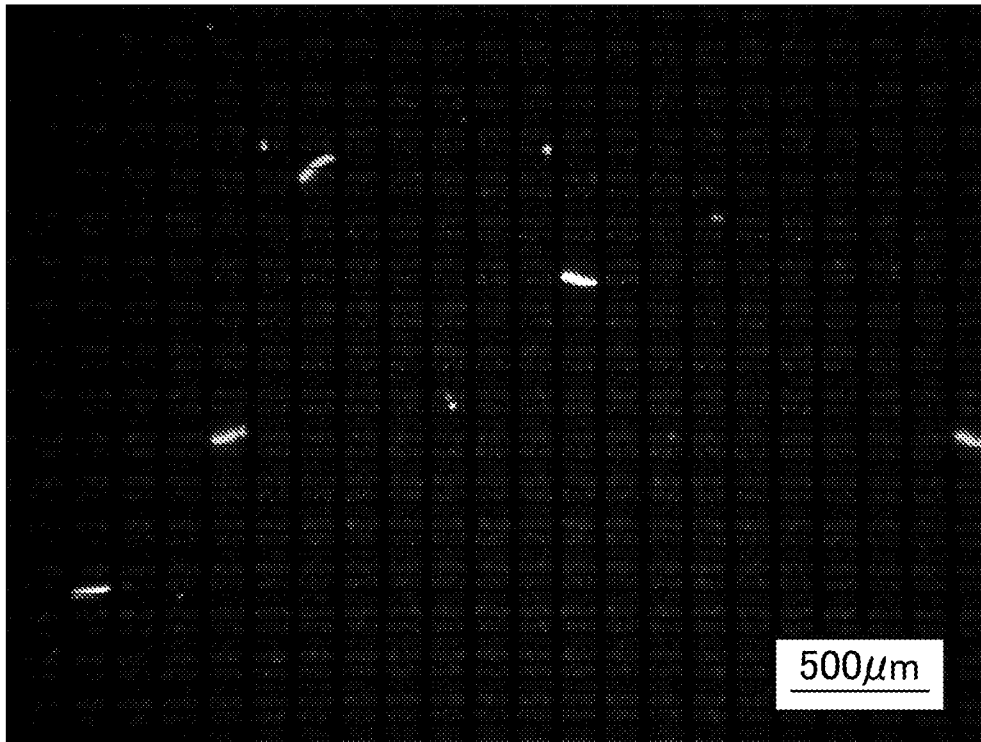
[図6]



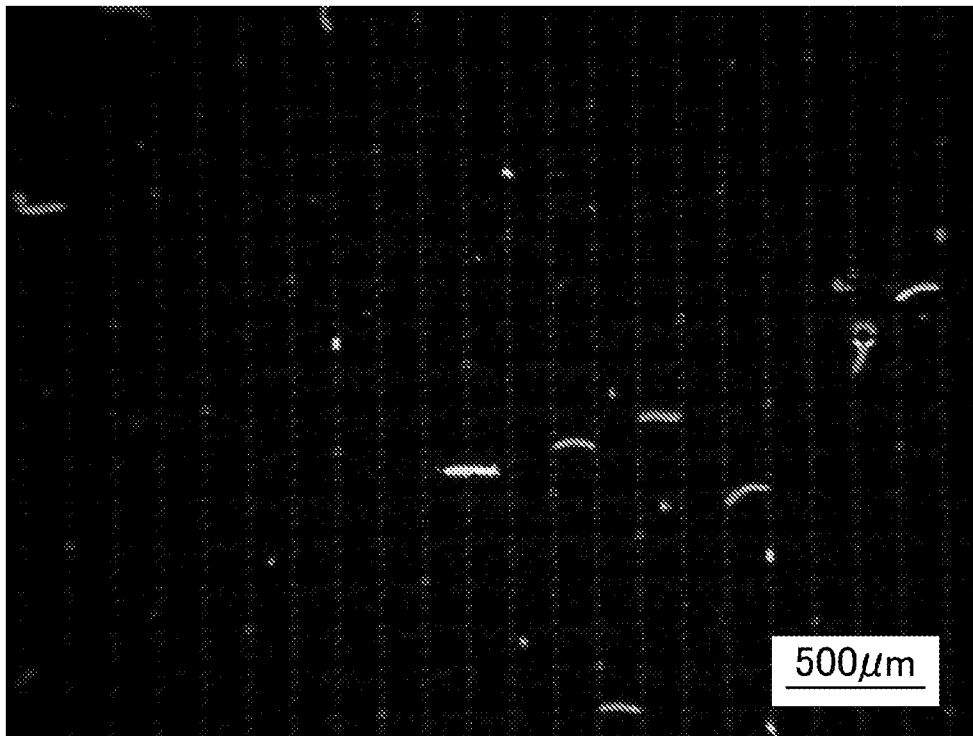
[図7]



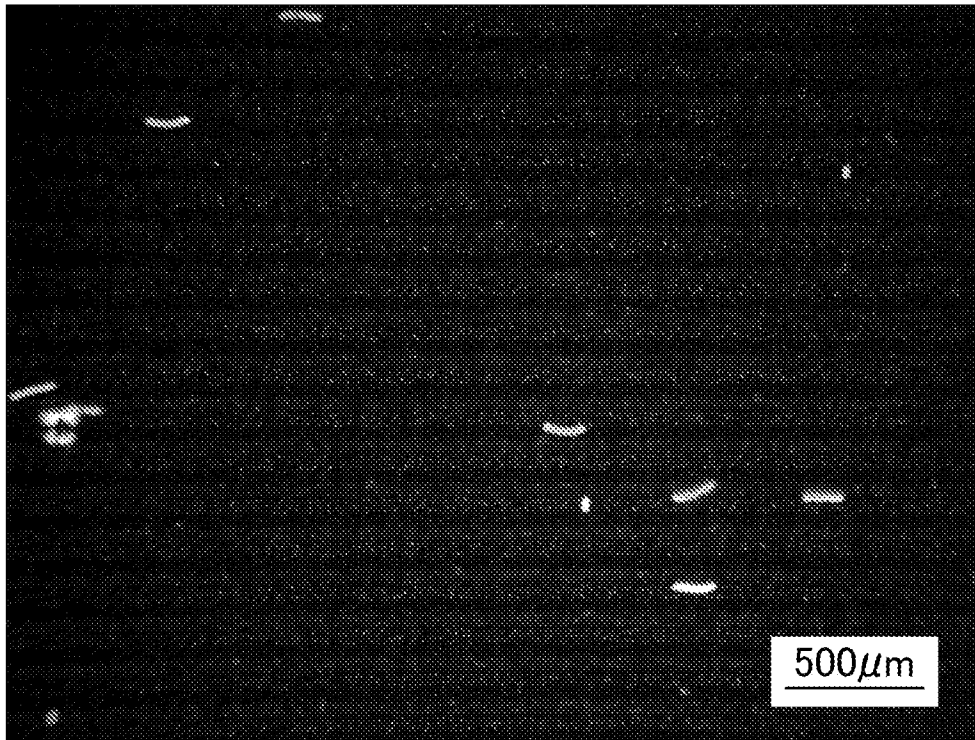
[図8]



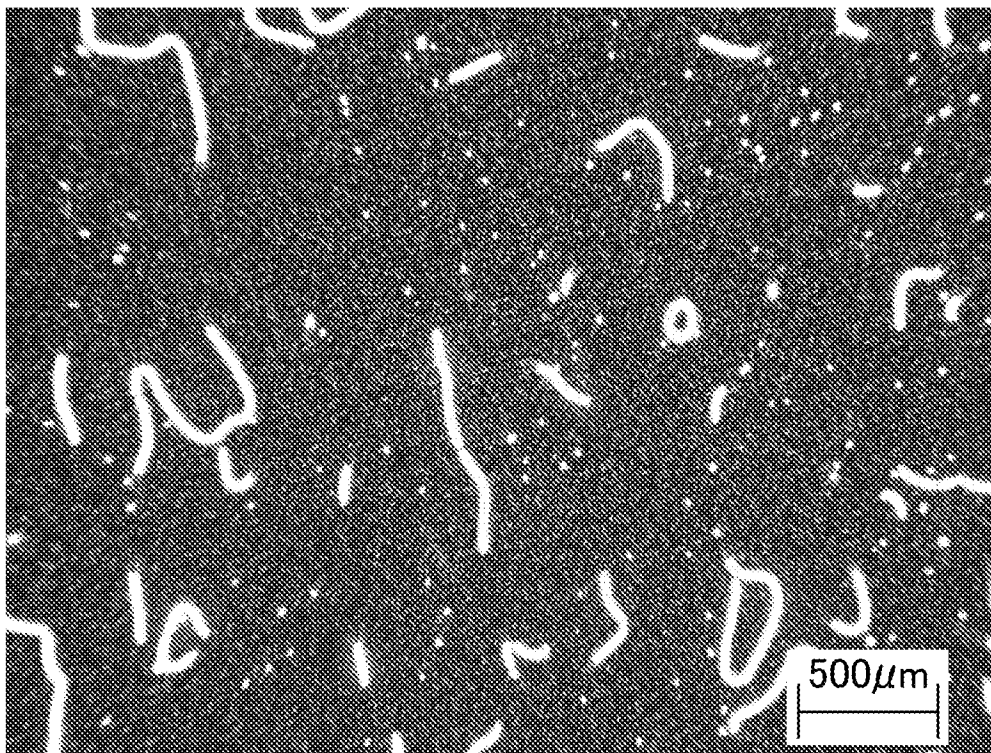
[図9]



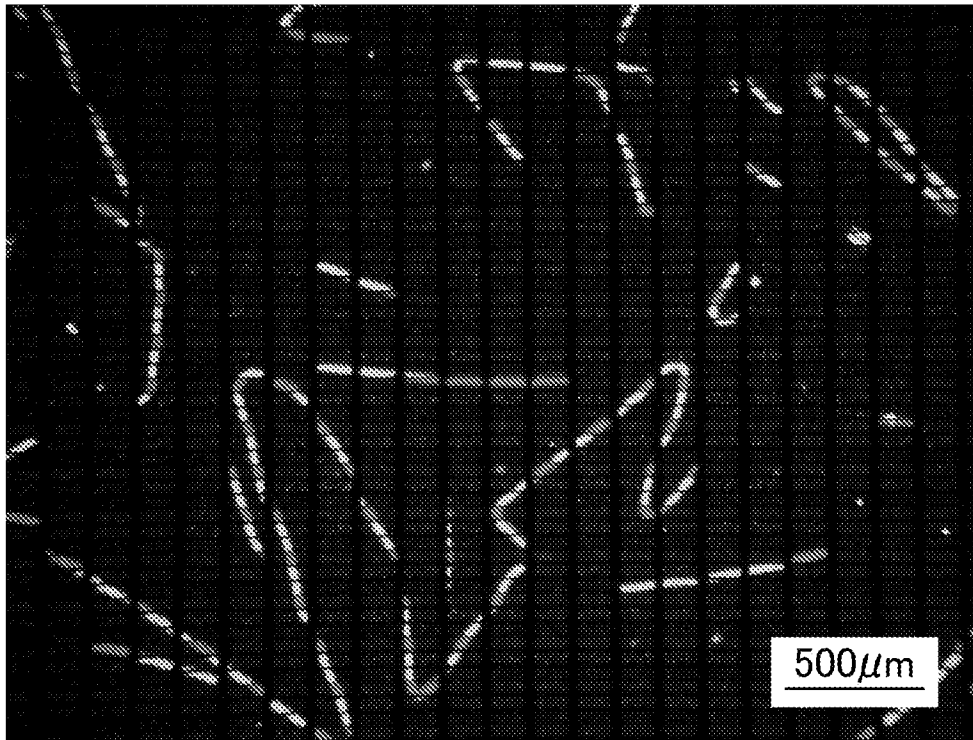
[図10]



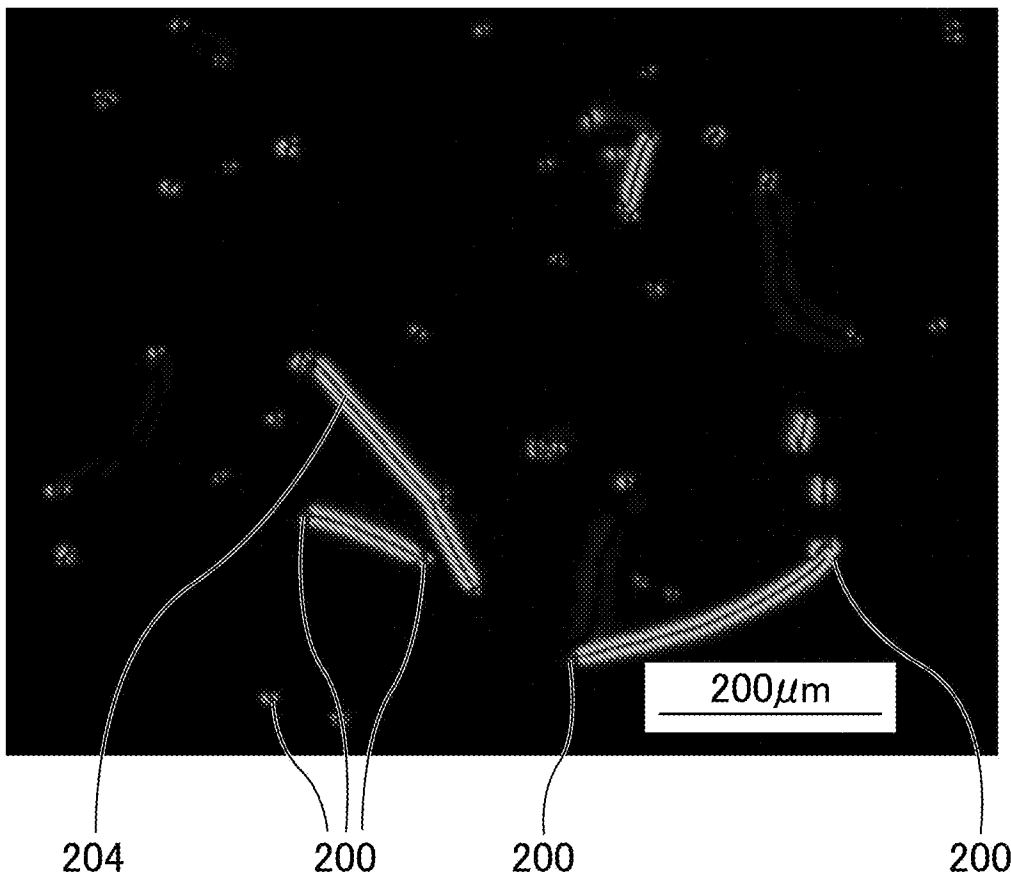
[図11]



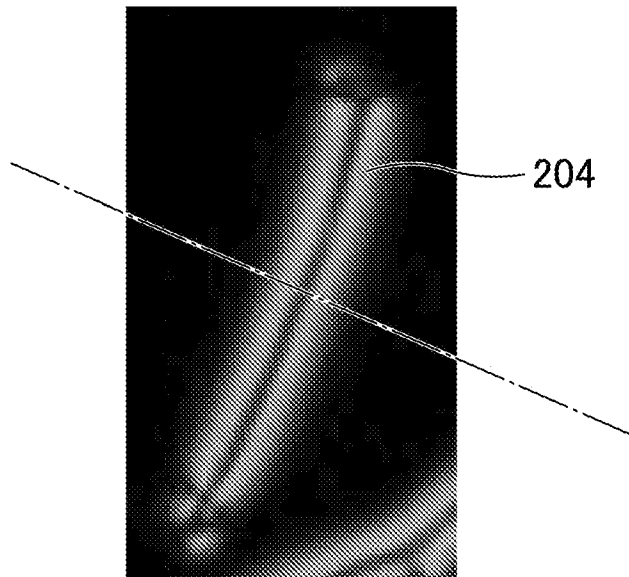
[図12]



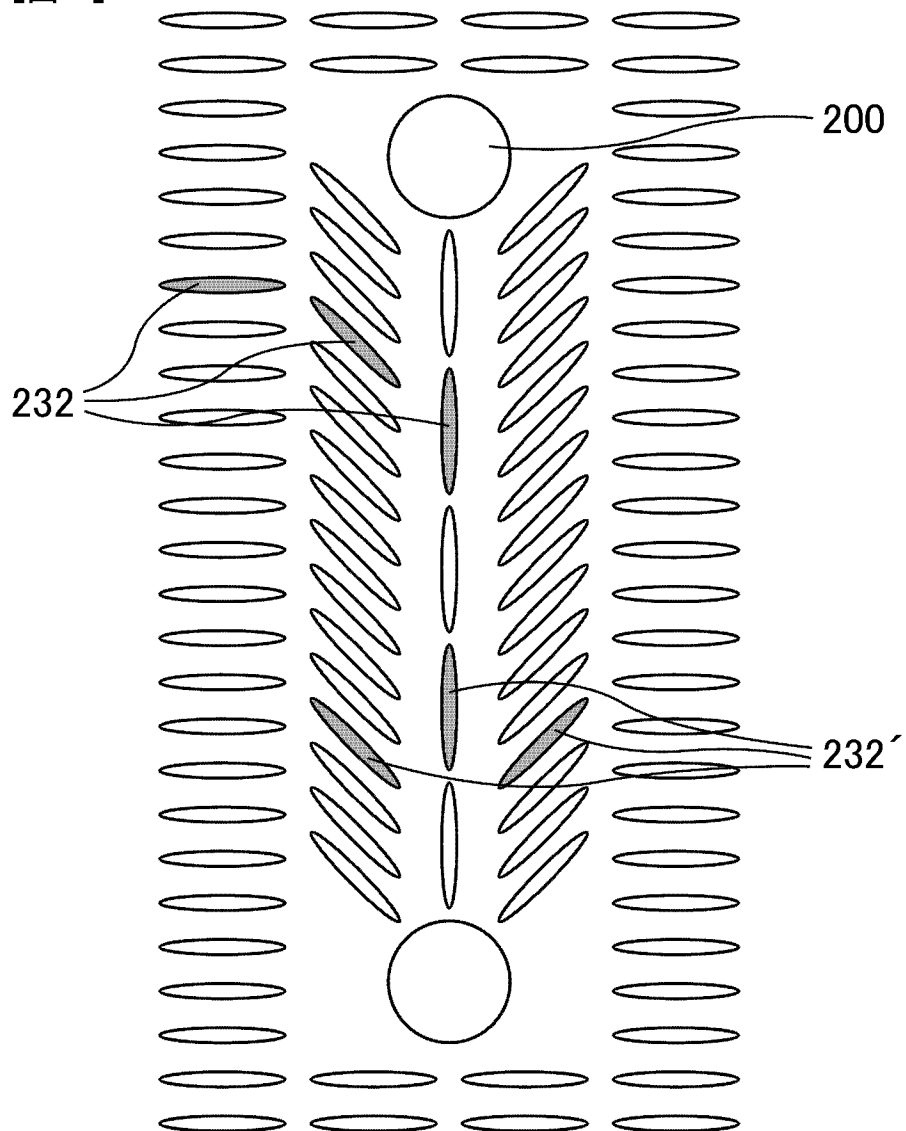
[図13]



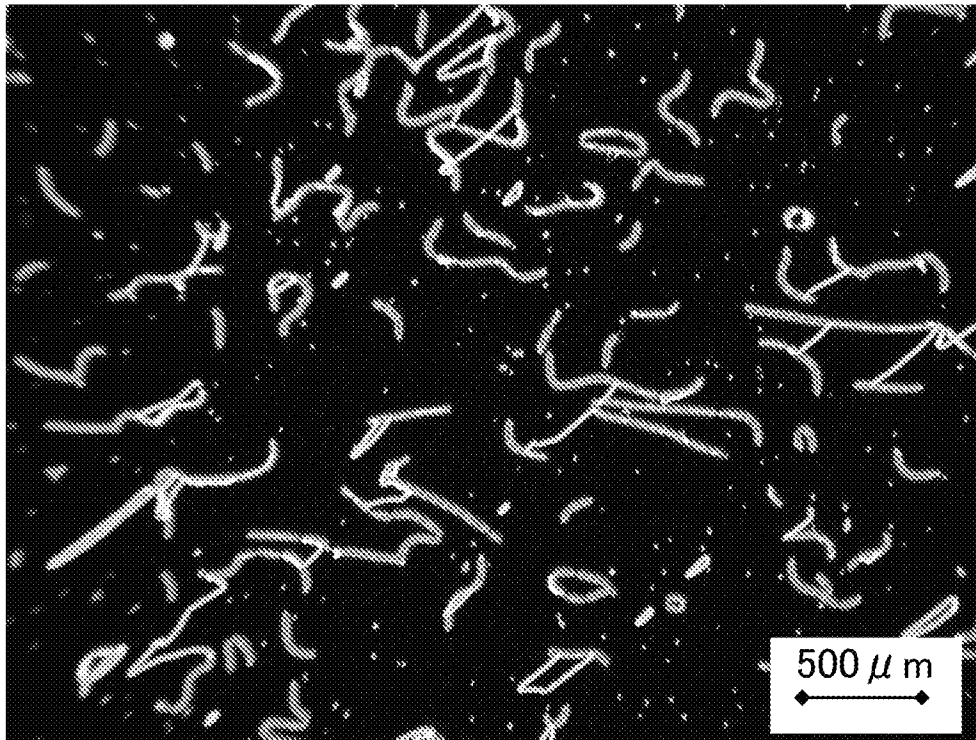
[図14]



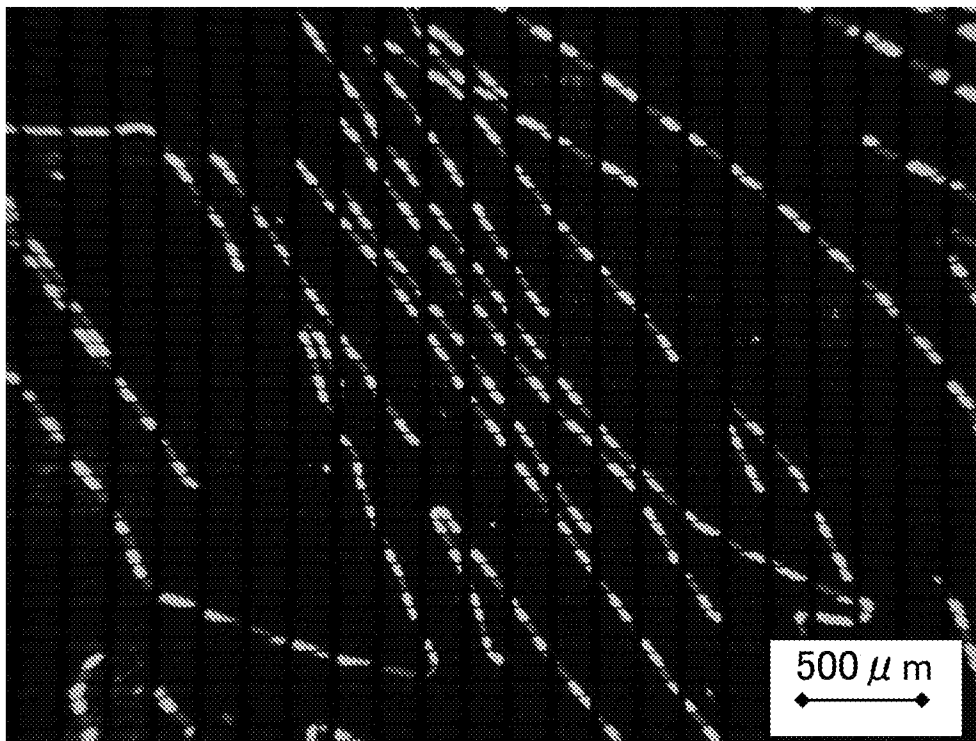
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055463

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/1337(2006.01)i, G02F1/1343(2006.01)i, G02F1/139(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02F1/1337, G02F1/1343, G02F1/139

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-57667 A (International Business Machines Corp.), 26 February 2003 (26.02.2003), paragraphs [0022] to [0049]; fig. 1, 3 & US 2003/0053018 A1 & TW 253529 B	1-14
Y	JP 2007-193324 A (NEC Corp.), 02 August 2007 (02.08.2007), paragraphs [0059] to [0065], [0102] to [0109]; fig. 19 to 20 & US 2007/0146603 A1 & CN 101055394 A	1-14
Y	WO 2008/117615 A1 (Sharp Corp.), 02 October 2008 (02.10.2008), paragraphs [0073] to [0112] & US 2010/0085523 A1 & EP 2131233 A1 & CN 101606100 A	1-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 March, 2012 (14.03.12)

Date of mailing of the international search report
27 March, 2012 (27.03.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055463

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-265308 A (Sony Corp.), 12 November 2009 (12.11.2009), paragraphs [0018] to [0035], [0058] to [0089], [0110] to [0118]; fig. 10 to 11 & US 2009/0269515 A1 & CN 101566761 A	5, 7
Y	JP 2001-172635 A (Hitachi, Ltd.), 26 June 2001 (26.06.2001), paragraphs [0011] to [0035]; fig. 4 (Family: none)	6
Y	JP 2000-1613 A (E.I. Du Pont De Nemours & Co.), 07 January 2000 (07.01.2000), paragraphs [0093] to [0095] & US 6348245 B1 & EP 1004925 A2 & DE 69936501 D & TW 469358 B	6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02F1/1337 (2006.01)i, G02F1/1343 (2006.01)i, G02F1/139 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02F1/1337, G02F1/1343, G02F1/139

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2003-57667 A (インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション) 2003.02.26, 段落【0022】 - 【0049】, 図 1, 3 & US 2003/0053018 A1 & TW 253529 B	1-14
Y	JP 2007-193324 A (日本電気株式会社) 2007.08.02, 段落【0059】 - 【0065】, 【0102】 - 【0109】, 図 19-20 & US 2007/0146603 A1 & CN 101055394 A	1-14

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 4 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 7 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

清水 督史

2 L

3 6 1 0

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2008/117615 A1 (シャープ株式会社) 2008.10.02, 段落 [0073]-[0112] & US 2010/0085523 A1 & EP 2131233 A1 & CN 101606100 A	1-14
Y	JP 2009-265308 A (ソニー株式会社) 2009.11.12, 段落【0018】 - 【0035】, 【0058】 - 【0089】, 【0110】 - 【0118】, 図 10-11 & US 2009/0269515 A1 & CN 101566761 A	5, 7
Y	JP 2001-172635 A (株式会社日立製作所) 2001.06.26, 【0011】 - 【0035】, 図 4 (ファミリーなし)	6
Y	JP 2000-1613 A (イー・アイ・デュボン・ドウ・ヌムール・アンド・ カンパニー) 2000.01.07, 段落【0093】 - 【0095】 & US 6348245 B1 & EP 1004925 A2 & DE 69936501 D & TW 469358 B	6