

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2006年11月23日 (23.11.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/123791 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/1337 (2006.01) G02F 1/1339 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/310068
- (22) 国際出願日: 2006年5月19日 (19.05.2006)
- (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2005-147230 2005年5月19日 (19.05.2005) JP
特願2005-147329 2005年5月19日 (19.05.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 大日本印刷株式会社 (DAI NIPPON PRINTING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岡部 将人 (OK-ABE, Masato) [JP/JP]; 〒1628001 東京都新宿区市谷

加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内 Tokyo (JP). 猿渡 直子 (SAWATARI, Naoko) [JP/JP]; 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内 Tokyo (JP). 石川 誠 (ISHIKAWA, Makoto) [JP/JP]; 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内 Tokyo (JP).

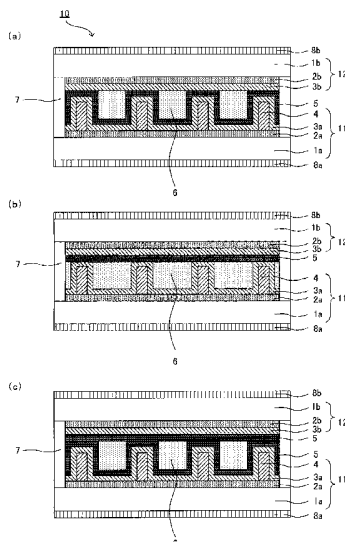
- (74) 代理人: 山下 昭彦, 外(YAMASHITA, Akihiko et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目16番10号 オークビル京橋3階 東京セントラル特許事務所内 Tokyo (JP).

- (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU,

/続葉有/

(54) Title: LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 液晶表示素子および液晶表示素子の製造方法





SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

(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, LS, MW, MZ, NA, 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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

液晶表示素子および液晶表示素子の製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は、液晶表示装置等に用いられる液晶表示素子に関するものであり、より詳しくはセルギャップの変動が少なく、表示品質に優れた液晶表示素子に関するものである。

背景技術

- [0002] 液晶表示装置は、その省電力、軽量、薄型等といった特徴を有することから、従来のCRTディスプレイに替わり、近年急速に普及している。一般的な液晶表示装置を構成する液晶表示素子は、配向膜を有する2枚の基板間に規則的に配列した液晶物質からなる液晶層を挟持した構成を有し、上記基板間に電圧を印加することにより液晶物質の配列状態を変化させて映像を表示する機能を有する。
- [0003] 液晶表示素子による画像の表示品質は上記液晶物質の配列状態に依存し、上記液晶分子の配列状態を均一にすることにより良好な表示品質を得ることができる。このような液晶物質の配列状態に影響する因子は数多く知られているが、その一つに液晶層を挟持する2枚の基板の間隔(セルギャップ)がある。セルギャップは液晶層の厚みに相当し、セルギャップが高精度で均一になるように基板を固定することが優れた表示品質を得るために不可欠とされている。特に、最近では液晶表示装置の大画面化が進んでおり、重力等の影響により画面上部と画面下部とでセルギャップの変動することによる表示品質の悪化が問題となっている。このような問題は、強誘電性液晶を用いた液晶表示素子において特に問題となる。
- [0004] 強誘電性液晶(FLC)は、応答速度が μ sオーダーと極めて短く、高速デバイスに適した液晶である。近年、電圧非印加時の液晶層の状態がひとつの状態で安定化している(以下、これを「単安定」と称する。)強誘電性液晶が、電圧変化により液晶のダイレクタ(分子軸の傾き)を連続的に変化させ透過光度をアナログ変調することで階調表示を可能とするものとして注目されている(非特許文献1、図13)。上記液晶層において単安定化が可能な強誘電性液晶としては、降温過程においてコレステリック相

(Ch)－カイラルスメクチックC(SmC^{*})相と相変化し、スメクチックA(SmA)相を経由しない材料と、降温過程においてCh－SmA－SmC^{*}と相変化し、SmA相を経由してSmC^{*}相を示す材料とが知られている(図14)。

[0005] 強誘電性液晶は、ネマチック液晶に代表される他の液晶に比べて分子の秩序性が高いために配向が難しく、ジグザグ欠陥やヘアピン欠陥と呼ばれる欠陥が発生しやすく、このような欠陥は、光漏れによるコントラスト低下の原因になる。また、相系列にSmA相を有しない強誘電性液晶は、層法線方向の異なる二つの領域(以下、これを「ダブルドメイン」と称する。)を発生する(図14)。このようなダブルドメインは、駆動時に白黒反転した表示になり、大きな問題となる(図15)。一方、相系列にSmA相を有する強誘電性液晶は、通常、1層法線に対して二つの安定状態を有し、双安定性を示すことが知られているため、単安定の状態を得ることが困難である。このようなことから、強誘電性液晶を用いた液晶表示素子においては、本来的に配列を制御することが難しい強誘電性液晶を、単安定状態で安定化させるため、特にセルギャップに変動が生じないことが必要になるのである。

[0006] 液晶表示素子のセルギャップは、通常スペーサーと称される部材を基板の間に配置する方法により一定に保たれている。このようなスペーサーを用いる方法は、ビーズ状スペーサーを用いる方法と、柱または壁状のスペーサーを用いる方法とに大別される。

[0007] ビーズ状スペーサーを用いる方法は、粒径が均一であるビーズ状スペーサーを液晶層中に存在させることによって、セルギャップを制御する方法であり、簡易的にセルギャップを均一化できる点において利点を有している。しかし、ビーズ状スペーサーを用いる方法においては、液晶層中のビーズ状スペーサーの配置場所を制御することができないため、画像表示に不可欠な画素部にもビーズ状スペーサーが配置されてしまう結果、液晶表示素子の表示品質の低下を引き起こす問題点がある。また、ビーズ状スペーサーを用いる方法は、2枚の基板を積極的に固定する方法ではないため、セルギャップが狭まる方向の外力に対しては良好な効果を示すが、セルギャップが広がる方向の外力に対しては効果がないという問題もある。

[0008] 一方、柱または壁状のスペーサーを用いる方法では、フォトリソグラフィ法等によ

り画像表示に不可欠な画素部以外の部位にスペーサーを配置することができるため、表示品質の低下を防止することができる利点を有している。しかし、この方法も2枚の基板を積極的に固定する方法ではないため、セルギャップが広がる方向の外力に対しては効果がない。

[0009] このような状況下、特許文献1には光熱変換機能を有するスペーサーを用い、熱可塑性の配向膜を有する2枚の基板間に当該スペーサーを配置した後、光照射を実施することにより、スペーサーを発熱させ、両基板の配向膜とスペーサーとを融着することにより両基板を一定のセルギャップで固定する方法が開示されている。このような方法は基板を一定のセルギャップで強固に固定できる点においては有用であるが、配向膜の構成材料が熱可塑性の材料に限られてしまうため、適用できる範囲が狭い問題がある。

[0010] 特許文献1:特開2004-13098号公報

非特許文献1:NONAKA, T., LI, J., OGAWA, A., HORNUNG, B., SCHMIDT, W., WINGEN, R., and DUBAL, H., 1999, *Liq. Cryst.*, 26, 1599.

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0011] 本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、基板が均一なセルギャップで強固に固定されており、表示品質に優れた液晶表示素子を提供することを主目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0012] 上記課題を達成するために本発明は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を、上記第1配向膜と、上記第2配向膜とが向かい合うように配置し、上記スペーサー側基板および上記対向基板間に液晶物質からなる液晶層を挟持してなる液晶表示素子であって、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上の少なくとも一方に硬化性樹脂からなる反応性配向層が形成されており、かつ、上記ス

ペーサー側基板と上記対向基板とが、上記反応性配向層を介して接着されていることを特徴とする液晶表示素子を提供する。

[0013] 本発明の液晶表示素子は、上記スペーサー側基板または上記対向基板の少なくとも一方が硬化性樹脂の硬化物からなる反応性配向層を有し、当該反応性配向層を介して上記スペーサー側基板と上記対向基板とが接着されていることにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを均一なセルギャップで強固に固定することができる。したがって、本発明によれば、外力によってセルギャップの変動が生じることのない、表示品質に優れた液晶表示素子を得ることができる。

[0014] 上記発明においては、上記硬化性樹脂が、反応性液晶を固定化してなるものであることが好ましい。上記硬化性樹脂として反応性液晶を固定化してなるものを用いることにより、上記反応性配向層の液晶物質に対する配向規制力を向上させることができるため、上記液晶層中の液晶物質の配向性を向上することができるからである。

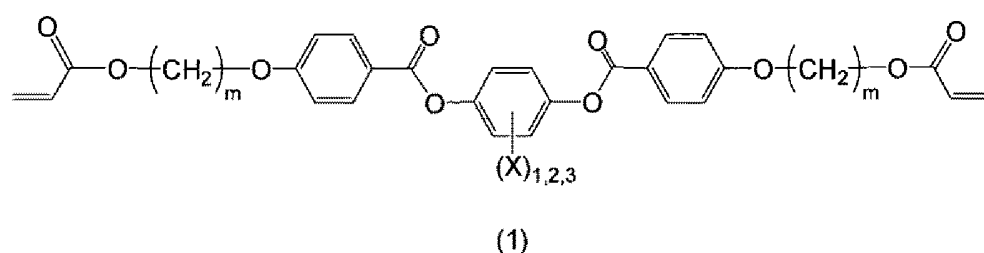
[0015] また、上記発明においては、上記反応性液晶が、ネマチック相を発現するものであることが好ましい。ネマチック相は、液晶相の中でも配向制御が比較的容易であるからである。

[0016] また、上記発明においては、上記反応性液晶が、重合性液晶モノマーを有することが好ましい。重合性液晶モノマーは、他の重合性液晶材料、すなわち重合性液晶オリゴマーや重合性液晶ポリマーと比較して、より低温で配向が可能であり、かつ配向に際しての感度も高く、容易に配向させることができるからである。

[0017] さらに上記発明においては、上記重合性液晶モノマーは、モノアクリレートモノマーまたはジアクリレートモノマーであることが好ましい。モノアクリレートモノマーまたはジアクリレートモノマーは、配向状態を良好に維持したまま容易に重合させることができるからである。

[0018] さらにまた上記発明においては、上記ジアクリレートモノマーは、下記式(1)で表される化合物であることが好ましい。

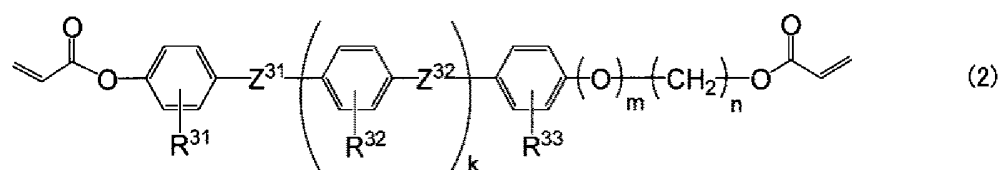
[0019] [化1]



[0020] ここで、式中のXは、水素、炭素数1～20のアルキル、炭素数1～20のアルケニル、炭素数1～20のアルキルオキシ、炭素数1～20のアルキルオキシカルボニル、ホルミル、炭素数1～20のアルキルカルボニル、炭素数1～20のアルキルカルボニルオキシ、ハロゲン、シアノまたはニトロを表し、mは2～20の範囲内の整数を表す。

[0021] また上記発明においては、上記ジアクリレートモノマーは、下記式(2)で表される化合物であることが好ましい。

[0022] [化2]



[0023] ここで、式中の Z^{31} および Z^{32} は、各々独立して直接結合している $-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}-$ 、 $-\text{OCOCH}_2\text{CH}_2-$ を表し、 R^{31} 、 R^{32} および R^{33} は、各々独立して水素または炭素数1～5のアルキルを表し、kおよびmは0または1を表し、nは2～8の範囲内の整数を表す。

[0024] また本発明においては、上記第1配向膜および上記第2配向膜が、光配向膜であることが好ましい。光配向膜を形成する際の光配向処理は、非接触配向処理であることから静電気や塵の発生がなく、定量的な配向処理の制御ができる点で有用であるからである。

[0025] さらに上記発明においては、上記光配向膜の構成材料は、光反応を生じることにより上記光配向膜に異方性を付与する光反応型の材料、または光異性化反応を生じることにより上記光配向膜に異方性を付与する光異性化反応性化合物を含む光異性化型の材料であることが好ましい。このような材料を用いることにより、光配向膜に

容易に異方性を付与することができるからである。

- [0026] また、本発明においては、上記スペーサー側基板と上記対向基板との間に、紫外線硬化性樹脂からなるシール剤を有することが好ましい。上記シール剤を有することにより、上記液晶層から液晶物質が漏洩することを防止できるからである。また、上記シール剤が紫外線硬化性樹脂からなることにより、例えば、上記反応性配向層を構成する硬化性樹脂として紫外線硬化性樹脂を用いた場合に、シール剤と反応性配向層とを同時に硬化処理することが可能になるため、本発明の液晶表示素子の製造方法を簡略化することができるからである。
- [0027] また、本発明の液晶表示素子は、薄膜トランジスタ(TFT)を用いたアクティブマトリックス方式により駆動させることが好ましい。TFT素子を用いたアクティブマトリックス方式を採用することにより、目的の画素を確実に点灯、消灯できるため高品質なディスプレイが可能となるからである。さらに、一方の基板上にTFT素子をマトリックス状に配置してなるTFT基板と、他方の基板上の表示部全域に共通電極を形成してなる共通電極基板とを組み合わせ、上記共通電極基板の共通電極と基板との間にTFT素子のマトリックス配置させたマイクロカラーフィルタを形成し、カラーの液晶表示素子として用いることもできる。
- [0028] また、本発明は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を用いる液晶表示素子の製造方法であって、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上の少なくとも一方に未硬化の硬化性樹脂を含む未硬化反応性配向層を形成する未硬化反応性配向層形成工程と、上記未硬化反応性配向層を介して上記第1配向膜と上記第2配向膜とが向かい合うように上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接触させた後、上記硬化性樹脂を硬化することにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接着させて液晶表示素子用基板対を形成する液晶表示素子用基板対形成工程と、上記液晶表示素子用基板対形成工程により形成された液晶表示素子用基板対のスペーサー側基板と対向基板との間に、液晶層を形成する液晶層

形成工程と、からなることを特徴とする液晶表示素子の製造方法を提供する。

[0029] さらに本発明は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を用いる液晶表示素子の製造方法であって、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上の少なくとも一方に未硬化の硬化性樹脂を含む未硬化反応性配向層を形成する未硬化反応性配向層形成工程と、上記未硬化反応性配向層形成工程後、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上のいずれか一方に液晶物質を滴下する液晶滴下工程と、上記未硬化反応性配向層を介して上記第1配向膜と上記第2配向膜とが向かい合うように上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接触させた後、上記硬化性樹脂を硬化することにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接着させる基板接着工程と、を有することを特徴とする液晶表示素子の製造方法を提供する。

[0030] 本発明によれば、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを反応性配向層を介して強固に固定することができるため、セルギャップの変動のない表示品質に優れた液晶表示素子を製造することができる。

[0031] また、上記課題を達成するために本発明は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を、上記第1配向膜と、上記第2配向膜とが向かい合うように配置し、上記スペーサー側基板および上記対向基板間に強誘電性液晶からなる液晶層を挟持してなる液晶表示素子であって、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上のいずれか一方に、反応性液晶を固定化してなる反応性液晶層が形成されており、かつ、上記スペーサー側基板と上記対向基板とが、上記反応性液晶層を介して接着されていることを特徴とする液晶表示素子を提供する。

[0032] 本発明の液晶表示素子は、上記スペーサー側基板または上記対向基板のいずれか一方が反応性液晶を固定化した反応性液晶層を有し、当該反応性液晶層を介し

て上記スペーサー側基板と上記対向基板とが接着されていることにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを均一なセルギャップで強固に固定することができる。したがって、本発明によれば、外力によってセルギャップの変動が生じることのない、表示品質に優れた液晶表示素子を得ることができる。

[0033] また本発明における反応性液晶層は、反応性液晶を固定化してなるものであるもので、上記液晶層を構成する強誘電性液晶を配向させるための配向膜として機能することができるため、配向膜のみを用いた場合よりも効果的に強誘電性液晶の配向を制御することができる。さらに、本発明によれば上記スペーサー側基板または上記対向基板のいずれか一方が反応性液晶を固定化した反応性液晶層を有することにより、ジグザグ欠陥、ヘアピン欠陥やダブルドメイン等の配向欠陥の発生を抑制し、強誘電性液晶を用いて単安定性の動作モードを実現することができる。

[0034] また本発明は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜と、上記第1配向膜上に形成され、反応性液晶を固定化してなる第1反応性液晶層とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜と、上記第2配向膜上に形成され、反応性液晶を固定化してなる第2反応性液晶層とを有する対向基板が、上記第1反応性液晶層と、上記第2反応性液晶層とが向かい合うように接着されており、かつ、上記スペーサー側基板および上記対向基板間に強誘電性液晶からなる液晶層を挟持してなる液晶表示素子であって、上記第1反応性液晶層を構成する反応性液晶と、上記第2反応性液晶層を構成する反応性液晶とが、異なる組成であることを特徴とする液晶表示素子を提供する。

[0035] 本発明の液晶表示素子は、上記第1反応性液晶層および上記第2反応性液晶層を介して上記スペーサー側基板と上記対向基板とが接着されていることにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを均一なセルギャップで強固に固定することができる。したがって、本発明によれば、外力によってセルギャップの変動が生じることのない、表示品質に優れた液晶表示素子を得ることができる。

[0036] また、本発明の液晶表示素子は、上記スペーサー側基板および上記対向基板が

反応性液晶層を有することにより、上記スペーサー側基板および上記対向基板が配向膜のみを有する場合よりも効果的に強誘電性液晶の配向を制御することができる。また、上記第1配向膜上に形成された第1反応性液晶層を構成する反応性液晶と、上記第2配向膜上に形成された第2反応性液晶層を構成する反応性液晶とが、異なる組成であることにより、ジグザグ欠陥、ヘアピン欠陥やダブルドメイン等の配向欠陥の発生を抑制し、強誘電性液晶を用いて単安定性の動作モードを実現することができる。

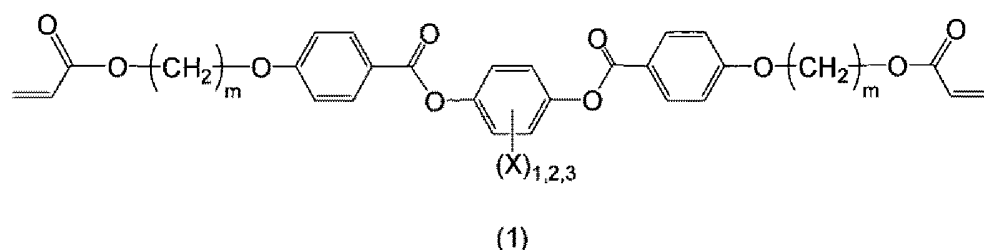
[0037] 上記発明においては、上記反応性液晶が、ネマチック相を発現するものであることが好ましい。ネマチック相は、液晶相の中でも配向制御が比較的容易であるからである。

[0038] また、上記発明においては、上記反応性液晶が、重合性液晶モノマーを有することが好ましい。重合性液晶モノマーは、他の重合性液晶材料、すなわち重合性液晶オリゴマーや重合性液晶ポリマーと比較して、より低温で配向が可能であり、かつ配向に際しての感度も高く、容易に配向させることができるからである。

[0039] さらに上記発明においては、上記重合性液晶モノマーは、モノアクリレートモノマーまたはジアクリレートモノマーであることが好ましい。モノアクリレートモノマーまたはジアクリレートモノマーは、配向状態を良好に維持したまま容易に重合させることができるからである。

[0040] さらにまた上記発明においては、上記ジアクリレートモノマーは、下記式(1)で表される化合物であることが好ましい。

[0041] [化3]

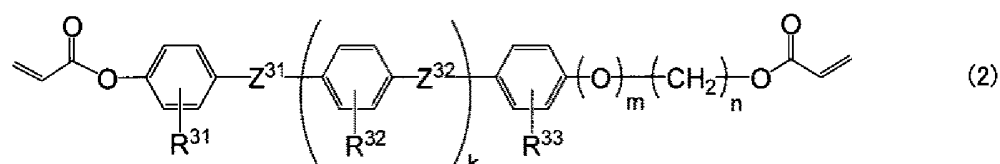


[0042] ここで、式中のXは、水素、炭素数1～20のアルキル、炭素数1～20のアルケニル、炭素数1～20のアルキルオキシ、炭素数1～20のアルキルオキシカルボニル、ホ

ルミル、炭素数1～20のアルキルカルボニル、炭素数1～20のアルキルカルボニルオキシ、ハロゲン、シアノまたはニトロを表し、mは2～20の範囲内の整数を表す。

[0043] また上記発明においては、上記ジアクリレートモノマーは、下記式(2)で表される化合物であることが好ましい。

[0044] [化4]



[0045] ここで、式中の Z^{31} および Z^{32} は、各々独立して直接結合している $-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}-$ 、 $-\text{OCOCH}_2\text{CH}_2-$ を表し、 R^{31} 、 R^{32} および R^{33} は、各々独立して水素または炭素数1～5のアルキルを表し、kおよびmは0または1を表し、nは2～8の範囲内の整数を表す。

[0046] また本発明においては、上記第1配向膜および上記第2配向膜が、光配向膜であることが好ましい。光配向膜を形成する際の光配向処理は、非接触配向処理であることから静電気や塵の発生がなく、定量的な配向処理の制御ができる点で有用であるからである。

[0047] さらに上記発明においては、上記光配向膜の構成材料は、光反応を生じることにより上記光配向膜に異方性を付与する光反応型の材料、または光異性化反応を生じることにより上記光配向膜に異方性を付与する光異性化反応性化合物を含む光異性化型の材料であることが好ましい。このような材料を用いることにより、光配向膜に容易に異方性を付与することができるからである。

[0048] また、上記発明においては、上記強誘電性液晶が単安定化されていることが好ましい。電圧変化により液晶のダイレクタを連続的に変化させて透過光度をアナログ変調できるため、階調表示が可能となるからである。

[0049] また、本発明においては、上記スペーサー側基板と上記対向基板との間に、紫外線硬化性樹脂からなるシール剤を有することが好ましい。上記シール剤を有することにより、上記液晶層から液晶物質が漏洩することを防止できるからである。また、上記

シール剤が紫外線硬化性樹脂からなることにより、例えば、上記反応性配向層を構成する硬化性樹脂として紫外線硬化性樹脂を用いた場合に、シール剤と反応性配向層とを同時に硬化処理することが可能になるため、本発明の液晶表示素子の製造方法を簡略化することができるからである。

[0050] また、本発明の液晶表示素子は、薄膜トランジスタ(TFT)を用いたアクティブマトリックス方式により駆動させることが好ましい。TFT素子を用いたアクティブマトリックス方式を採用することにより、目的の画素を確実に点灯、消灯できるため高品質なディスプレイが可能となるからである。さらに、一方の基板上にTFT素子をマトリックス状に配置してなるTFT基板と、他方の基板上の表示部全域に共通電極を形成してなる共通電極基板とを組み合わせ、上記共通電極基板の共通電極と基板との間にTFT素子のマトリックス配置させたマイクロカラーフィルタを形成し、カラーの液晶表示素子として用いることもできる。

[0051] さらに、上記発明に係る液晶表示素子は、フィールドシーケンシャルカラー方式により駆動させるものであることが好ましい。上記発明に係る液晶表示素子は、応答速度が速く、配向欠陥を生じることなく強誘電性液晶を配向させることができるので、フィールドシーケンシャルカラー方式により駆動させることにより、低消費電力かつ低コストで、視野角が広く、明るく高精細なカラー動画表示を実現することができるからである。

[0052] また本発明は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を用いる液晶表示素子の製造方法であって、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上のいずれか一方に反応性液晶を含む未硬化反応性液晶層を形成する未硬化反応性液晶層形成工程と、上記未硬化反応性液晶層形成工程により形成された未硬化反応性液晶層を介して上記第1配向膜と上記第2配向膜とが向かい合うように上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接触させた後、上記反応性液晶を固定化することにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接着させて液晶表示素

子用基板対を形成する液晶表示素子用基板対形成工程と、上記液晶表示素子用基板対形成工程により形成された液晶表示素子用基板対のスペーサー側基板と対向基板との間に、強誘電性液晶からなる液晶層を形成する液晶層形成工程と、を有することを特徴とする液晶表示素子の製造方法を提供する。

[0053] 本発明によれば、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを反応性液晶層を介して強固に固定することができるため、セルギャップの変動のない表示品質に優れた液晶表示素子を製造することができる。

また本発明により製造される液晶表示素子は、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上のいずれか一方に反応性液晶層を有することにより、強誘電性液晶のジグザグ欠陥、ヘアピン欠陥やダブルドメイン等の配向欠陥の発生を抑制し、強誘電性液晶を用いて単安定性の動作モードを実現することができる液晶表示素子を得ることができる。

[0054] また本発明は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を用いる液晶表示素子の製造方法であって、上記第1配向膜上と、上記第2配向膜上とに互いに異なる組成の反応性液晶を含む未硬化反応性液晶層を形成する未硬化反応性液晶層形成工程と、上記未硬化反応性液晶層形成工程により上記第1配向膜上に形成された未硬化反応性液晶層と、上記第2配向膜上に形成された未硬化反応性液晶層とを向かい合わせて接触させた後、上記反応性液晶を固定化することにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接着させて液晶表示素子用基板対を形成する液晶表示素子用基板対形成工程と、上記液晶表示素子用基板対形成工程により形成された液晶表示素子用基板対のスペーサー側基板と対向基板との間に、強誘電性液晶からなる液晶層を形成する液晶層形成工程と、を有することを特徴とする液晶表示素子の製造方法を提供する。

[0055] 本発明の液晶表示素子の製造方法によれば、上記第1配向膜上および上記第2配向膜上に未硬化反応性液晶層が形成されていることにより、配向膜のみを用いた

場合よりも強誘電性液晶の配向が制御された液晶表示素子を得ることができる。また、上記第1配向膜上に形成された未硬化反応性液晶層に含まれる反応性液晶と、上記第2配向膜上に形成された未硬化反応性液晶層に含まれる反応性液晶とが、異なる組成であることにより、ジグザグ欠陥、ヘアピン欠陥やダブルドメイン等の配向欠陥の発生を抑制し、強誘電性液晶を用いて単安定性の動作モードを実現することができる液晶表示を得ることができる。

[0056] さらに本発明は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を用いる液晶表示素子の製造方法であって、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上のいずれか一方に反応性液晶を含む未硬化反応性液晶層を形成する未硬化反応性液晶層形成工程と、上記未硬化反応性液晶層形成工程後、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上のいずれか一方に、加温した強誘電性液晶を滴下する液晶滴下工程と、上記未硬化反応性液晶層形成工程により形成された未硬化反応性液晶層を介して上記第1配向膜と上記第2配向膜とが向かい合うように上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接触させた後、上記反応性液晶を固定化することにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接着させる基板接着工程と、を有することを特徴とする液晶表示素子の製造方法を提供する。

[0057] また本発明は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を用いる液晶表示素子の製造方法であって、上記第1配向膜上と、上記第2配向膜上に互いに異なる組成の反応性液晶を含む未硬化反応性液晶層を形成する未硬化反応性液晶層形成工程と、上記未硬化反応性液晶層形成工程後、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上のいずれか一方に、加温した強誘電性液晶を滴下する液晶滴下工程と、上記未硬化反応性液晶層形成工程により上記第1配向膜上に形

成された未硬化反応性液晶層と、上記第2配向膜上に形成された未硬化反応性液晶層とを向かい合わせて接触させた後、上記反応性液晶を固定化することにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接着させる基板接着工程と、を有することを特徴とする液晶表示素子の製造方法を提供する。

発明の効果

- [0058] 本発明は、基板が均一なセルギャップで強固に固定された、表示品質に優れる液晶表示素子を得ることができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

- [0059] [図1]本発明の第1実施態様の液晶表示素子の一例を示す概略断面図である。
- [図2]本発明の第1実施態様の液晶表示素子に用いられるスペーサー側基板の一例を示す概略断面図である。
- [図3]本発明の第1実施態様の液晶表示素子に用いられるスペーサー側基板の他の例を示す概略平面図である。
- [図4]本発明の第1実施態様の液晶表示素子の他の例を示す概略斜視図である。
- [図5]本発明の第1実施態様の液晶表示素子の製造方法の一例を示す工程図である。
- [図6]本発明の第1実施態様の液晶表示素子の製造方法の他の例を示す工程図である。
- [図7]本発明の第2実施態様の液晶表示素子の一例を示す概略断面図である。
- [図8]本発明の第2実施態様の液晶表示素子に用いられるスペーサー側基板の一例を示す概略断面図である。
- [図9]本発明の第2実施態様の液晶表示素子の製造方法の一例を示す工程図である。
- [図10]本発明の第2実施態様の液晶表示素子の製造方法の他の例を示す工程図である。
- [図11]本発明の第2実施態様の液晶表示素子の製造方法の他の例を示す工程図である。
- [図12]本発明の第2実施態様の液晶表示素子の製造方法の他の例を示す工程図で

ある。

[図13]強誘電性液晶の印加電圧に対する透過率の変化を示したグラフである。

[図14]強誘電性液晶の有する相系列の相違による配向の違いを示した図である。

[図15]強誘電性液晶の配向欠陥であるダブルドメインを示した写真である。

[図16]液晶分子の挙動を示す模式図である。

符号の説明

- [0060] 1a、31a … 第1基板
1b、31b … 第2基板
2a、32a … 第1電極
2b、32b … 第2電極
3a、33a … 第1配向膜
3b、33b … 第2配向膜
4、34 … スペーサー
5 … 反応性配向層
5′ … 未硬化反応性配向層
35 … 反応性液晶層
35′ … 未硬化反応性液晶層
6、36 … 液晶層
7、37 … シール剤
8a、8b、38a、38b … 偏光板
10、30a、30b … 液晶表示素子
11、31 … スペーサー側基板
12、32 … 対向基板
16 … 液晶物質
46 … 強誘電性液晶

発明を実施するための最良の形態

[0061] 本発明は液晶表示素子および液晶表示素子の製造方法に関するものである。

ここで、本発明の液晶表示素子および液晶表示素子の製造方法はその構成により

それぞれ2つの実施態様に分類することができる。

以下、各実施態様に分けて本発明の液晶表示素子および液晶表示素子の製造方法について詳細に説明する。

[0062] A. 第1実施態様

A-1. 液晶表示素子

まず、本発明の第1実施態様の液晶表示素子について説明する。本実施態様の液晶表示素子は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を、上記第1配向膜と、上記第2配向膜とが向かい合うように配置し、上記スペーサー側基板および上記対向基板間に液晶物質からなる液晶層を挟持してなる液晶表示素子であって、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上の少なくとも一方に、硬化性樹脂からなる反応性配向層が形成されており、かつ、上記スペーサー側基板と上記対向基板とが、上記反応性配向層を介して接着されていることを特徴とするものである。

[0063] 次に、本実施態様の液晶表示素子について図を参照しながら説明する。図1(a)は本実施態様の液晶表示素子の一例を示す概略断面図である。図1(a)に示すように本実施態様の液晶表示素子10は、第1基板1aと、上記第1基板上に形成された第1電極2aと、上記第1電極上に形成されたスペーサー4と、上記第1電極2aおよび上記スペーサー4上に形成された第1配向膜3aと、上記第1配向膜3a上に形成され、硬化性樹脂からなる反応性配向層5とを有するスペーサー側基板11、および、第2基板1bと、上記第2基板1b上に形成された第2電極2bと、上記第2電極2b上に形成された第2配向膜3bとを有する対向基板12が、上記反応性配向層5と、上記第2配向膜3bとが接着するように配置されており、上記スペーサー側基板11および上記対向基板12間に液晶物質からなる液晶層6を挟持してなるものである。図1に例示するように、本実施態様の液晶表示素子は、液晶物質の漏洩を防止するシール剤7、および偏光板8a、8bを有していてもよい。

[0064] 本実施態様の液晶表示素子は、上記スペーサー側基板と上記対向基板とが、上記反応性配向層を介して接着されていることにより、両基板を均一なセルギャップで強固に固定することができる。したがって本実施態様によればセルギャップの変動が生じることのない、表示品質の安定性に優れた液晶表示素子を得ることができる。また本実施態様によれば、上記反応性配向層の構成材料として、例えば反応性液晶等の異方性の高い材料を用いることにより、上記反応性液晶層の液晶材料に対する配向能を向上することが可能になる。

[0065] 以下、本実施態様の液晶表示素子の各構成について詳細に説明する。

[0066] 1. 反応性配向層

まず、本実施態様の液晶表示素子が有する反応性配向層について説明する。本実施態様の液晶表示素子が有する反応性配向層は、上記スペーサー側基板と上記対向基板との少なくとも一方の配向膜上に形成され、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接着する機能を有するものである。また、本実施態様における反応性配向層は、硬化性樹脂からなるものである。以下、本実施態様に用いられる反応性配向層について説明する。

[0067] (1) 硬化性樹脂

本実施態様における反応性配向層を構成する硬化性樹脂は、上記スペーサー側基板と上記対向基板とに対して密着性を示し、かつ、上記液晶層を構成する液晶物質の配向能を有するものであれば特に限定されない。このような硬化性樹脂としては、加熱処理により重合される熱硬化性樹脂、および活性放射線の照射により重合される活性放射線硬化性樹脂を挙げることができるが、本実施態様においては活性放射線硬化性樹脂を用いることが好ましい。熱硬化性樹脂を用いる場合は加温処理をすることが必要であるため、このような加温処理により本実施態様の液晶表示素子を構成する他の部材が熱的ダメージを受けてしまう可能性があるが、活性放射線硬化性樹脂ではこのような恐れが無いという利点を有するからである。

[0068] 上記活性放射線硬化性樹脂としては、電子線の照射により硬化される電子線硬化性樹脂、および光照射により硬化される光硬化性樹脂を挙げることができるが、本実施態様においては光硬化性樹脂を用いることが好ましい。光硬化性樹脂を用いるこ

とにより、本実施態様の液晶表示素子の製造工程を簡略化することができるからである。

[0069] 本実施態様においては、上記光硬化性樹脂が反応性液晶を固定化したものであることが好ましい。反応性液晶は液晶性を示すことから、上記配向膜の配向規制力により規則的に配列することができるため、上記反応性配向層の液晶物質に対する配向能を向上することができるからである。ここで上記「固定化」とは、例えば上記反応性液晶に重合性液晶モノマーが含まれている場合に、上記重合性液晶モノマーが重合して硬化している状態を意味する。

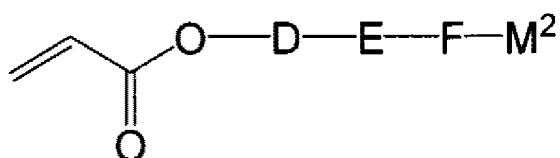
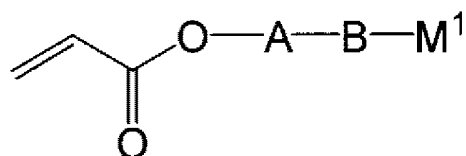
[0070] 上記反応性液晶としては、ネマチック相を発現するものであることが好ましい。ネマチック相は、液晶相の中でも配向制御が比較的容易であるからである。

[0071] また、上記反応性液晶としては、重合性液晶モノマー、重合性液晶オリゴマー、および重合性液晶ポリマーのいずれかをを用いることができるが、本実施態様においては、重合性液晶モノマーが好適に用いられる。重合性液晶モノマーは、他の重合性液晶材料、すなわち重合性液晶オリゴマーや重合性液晶ポリマーと比較して、より低温で配向が可能であり、かつ配向に際しての感度も高く、容易に配向させることができるからである。

[0072] 上記重合性液晶モノマーとしては、重合性官能基を有する液晶モノマーであれば特に限定はされなく、例えばモノアクリレートモノマー、ジアクリレートモノマー等が挙げられる。また、これらの重合性液晶モノマーは単独で用いてもよく、2種以上を混合して用いてもよい。

[0073] モノアクリレートモノマーとしては、例えば下記式で表される化合物を例示することができる。

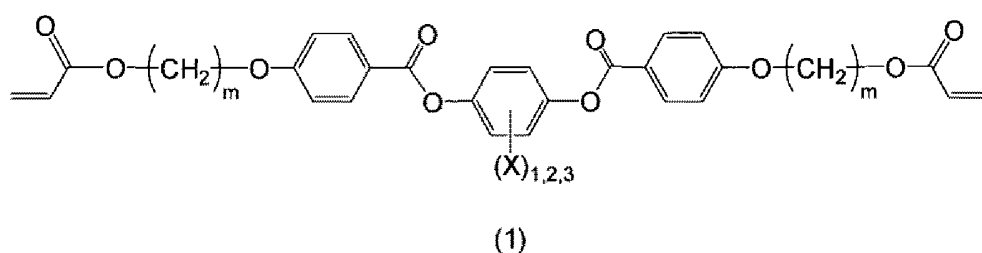
[0074] [化5]



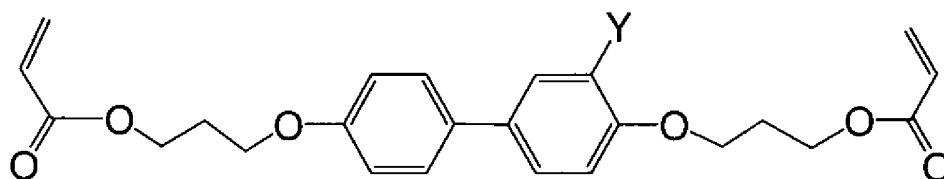
[0075] 上記式において、A、B、D、EおよびFはベンゼン、シクロヘキサンまたはピリミジンを表し、これらはハロゲン等の置換基を有していてもよい。また、AおよびB、あるいはDおよびEは、アセチレン基、メチレン基、エステル基等の結合基を介して結合していてもよい。M¹およびM²は、水素原子、炭素数3～9のアルキル基、炭素数3～9のアルコキシカルボニル基、またはシアノ基のいずれであってもよい。さらに、分子鎖末端のアクリロイルオキシ基とAまたはDとは、炭素数3～6のアルキレン基等のスペーサーを介して結合していてもよい。

[0076] また、ジアクリレートモノマーとしては、例えば下記式に示すような化合物を挙げることができる。

[0077] [化6]



[0078] [化7]

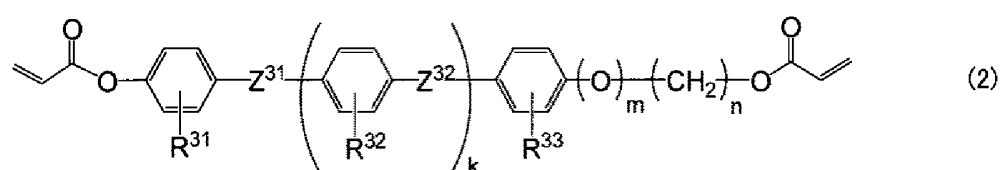


[0079] 上記式において、XおよびYは、水素、炭素数1～20のアルキル、炭素数1～20の

アルケニル、炭素数1～20のアルキルオキシ、炭素数1～20のアルキルオキシカルボニル、ホルミル、炭素数1～20のアルキルカルボニル、炭素数1～20のアルキルカルボニルオキシ、ハロゲン、シアノまたはニトロを表す。また、mは2～20の範囲内の整数を表す。

[0080] さらに、ジアクリレートモノマーとしては下記式に示すような化合物を挙げることができる。

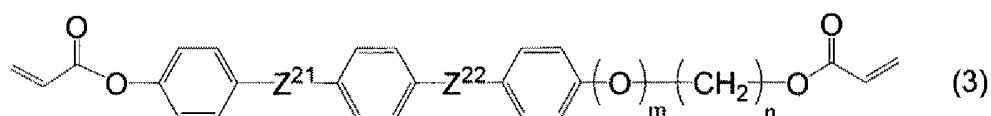
[0081] [化8]



[0082] ここで、式中の Z^{31} および Z^{32} は、各々独立して直接結合している $-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}-$ 、 $-\text{OCOCH}_2\text{CH}_2-$ を表し、 R^{31} 、 R^{32} および R^{33} は、各々独立して水素または炭素数1～5のアルキルを表し、kおよびmは0または1を表し、nは2～8の範囲内の整数を表す。

[0083] 上記式(2)の化合物の例としては、下記式(3)で表される化合物を挙げることができる。

[0084] [化9]



[0085] 上記式(3)において、 Z^{21} および Z^{22} は、各々独立して直接結合している $-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}-$ 、 $-\text{OCOCH}_2\text{CH}_2-$ を表し、mは0または1を表し、nは2～8の範囲内の整数を表す。

[0086] 本実施態様においては、中でも上記式(1)および上記式(2)で表される化合物が好適に用いられる。また、上記式(1)に示す化合物の場合、Xとしては、炭素数1～20のアルキルオキシカルボニル、メチルまたは塩素であることが好ましく、中でも炭素

数1～20のアルキルオキシカルボニル、特に $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{OCO}$ であることが好ましい。また、上記式(2)で表される化合物の具体例としては、アデカキラコールPLC-7209(旭電化工業社製)、アデカキラコールPCL-7183(旭電化工業社製)等を挙げることができる。

- [0087] 本実施態様に用いられる重合性液晶モノマーは、上記の中でもジアクリレートモノマーであることが好ましい。ジアクリレートモノマーは、重合させることにより、配向状態を良好に維持することができるからである。
- [0088] 上述した重合性液晶モノマーはそれ自体がネマチック相を発現するものでなくてもよい。本実施態様において、これらの重合性液晶モノマーは上述したように2種以上を混合して用いてもよいものであり、これらを混合した組成物すなわち反応性液晶が、ネマチック相を発現するものであればよいからである。
- [0089] さらに本実施態様においては、必要に応じて上記反応性液晶に光重合開始剤や重合禁止剤を添加してもよい。本実施態様に用いることができる光重合開始剤としては、ベンジル(ビベンゾイルとも言う)、ベンゾインイソブチルエーテル、ベンゾインイソプロピルエーテル、ベンゾフェノン、ベンゾイル安息香酸、ベンゾイル安息香酸メチル、4-ベンゾイル-4'-メチルジフェニルサルファイド、ベンジルメチルケタール、ジメチルアミノメチルベンゾエート、2-n-ブトキシエチル-4-ジメチルアミノベンゾエート、p-ジメチルアミノ安息香酸イソアミル、3, 3'-ジメチル-4-メトキシベンゾフェノン、メチロベンゾイルフォーメート、2-メチル-1-(4-(メチルチオ)フェニル)-2-モルフォリノプロパン-1-オン、2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタン-1-オン、1-(4-ドデシルフェニル)-2-ヒドロキシ-2-メチルプロパン-1-オン、1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン、1-(4-イソプロピルフェニル)-2-ヒドロキシ-2-メチルプロパン-1-オン、2-クロロチオキサントン、2, 4-ジエチルチオキサントン2, 4-ジイソプロピルチオキサントン、2, 4-ジメチルチオキサントン、イソプロピルチオキサントン、1-クロロ-4-プロポキシチオキサントン等を挙げることができる。なお、光重合開始剤の他に増感剤を、本発明の目的が損なわれない範囲で添加することも可能である。

[0090] このような光重合開始剤の添加量としては、一般的には0.01～20質量%、好ましくは0.1～10質量%、より好ましくは0.5～5質量%の範囲で上記反応性液晶に添加することができる。

[0091] さらに、上記光重合開始剤を用いる場合には、光重合開始剤を併用することができる。このような光重合開始剤としては、トリエタノールアミン、メチルジエタノールアミン等の3級アミン類や、2-ジメチルアミノエチル安息香酸、4-ジメチルアミド安息香酸エチル等の安息香酸誘導体を例示することができるが、これらに限られるものではない。

[0092] (2) 反応性配向層

本実施態様の液晶表示素子が有する反応性配向層は、上記スペーサー側基板の第1配向膜上または上記対向基板の第2配向膜上の少なくとも一方に形成されていれば良い。このように反応性配向層が、上記スペーサー側基板の第1配向膜上または上記対向基板の第2配向膜上の少なくとも一方に形成されている場合の各態様について図を参照しながら具体的に説明する。図1(a)は上述したように、反応性配向層5が上記スペーサー側基板11の第1配向膜3a上に形成されている態様である。本実施態様における反応性配向層の態様としては上記態様の他に、図1(b)に示すように、反応性配向層5が上記対向基板12の第2配向膜3b上に形成されている態様と、図1(c)に示すように、反応性配向層5が、上記スペーサー側基板11の第1配向膜3a上および上記対向基板12の第2配向膜3b上に形成されている態様を挙げることができる。

本実施態様における反応性配向層は、スペーサー側基板の第1配向膜上に形成された態様、対向基板の第2配向膜上に形成された態様、または、スペーサー側基板の第1配向膜上および対向基板の第2配向膜上に形成された態様のいずれの態様であっても良い。なかでも本実施態様における反応性配向層は対向基板の第2配向膜上に形成された態様が好ましい。反応性配向層をスペーサー側基板上に形成する場合、スペーサーの存在により反応性配向層の膜厚が不均一になったり、また、硬化性樹脂の効果ムラが発生する恐れがあるが、対向基板上であればこのような問題がないからである。

[0093] 上記反応性配向層の厚みは、1nm～1000nmの範囲内であることが好ましく、より好ましくは3nm～100nmの範囲内である。反応性配向層が上記範囲を超えて厚くなると必要以上の異方性が生じてしまう場合があるからである。また上記範囲より薄いと上記スペーサー側基板と上記対向基板との接着力が不十分になってしまう場合があるからである。

[0094] また本実施態様においては、上記反応性配向層の厚みは均一であっても良く、また均一でなくても良い。例えば、図2に示すように反応性配向層がスペーサー側基板の第1配向膜上に形成されている場合、スペーサー4上に形成されている部位Aと、2つのスペーサー4の間に形成されている部位Bと、スペーサー4の壁部に形成されている部位Cとにおける反応性配向層の厚みは、上記範囲内であればすべて同一であっても互いに異なっても良い。

[0095] (3)その他

本実施態様における反応性配向層は、スペーサー側基板と対向基板とを接着する機能を有するが、ここでいう接着とはスペーサー側基板と対向基板とが接触して離れないことをいい、より具体的には互いに自重では離れない程度の接着力を有して接触していることを意味する。

[0096] 2. スペーサー側基板

次に、本実施態様に用いられるスペーサー側基板について説明する。本実施態様に用いられるスペーサー側基板は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するものである。以下、このようなスペーサー側基板の各構成について説明する。

[0097] (1)スペーサー

スペーサー側基板に用いられるスペーサーは、第1基板上に形成され、スペーサー側基板と対向基板とのセルギャップを均一に保つ機能を有するものである。また、本実施態様の液晶表示素子においては、スペーサーが形成されている部位で上記スペーサー側基板と上記対向基板とが接着することになる。

[0098] スペーサー側基板に用いられるスペーサーの形状は、スペーサー部位においてス

ペーサー側基板と上記対向基板とを接着できる形状であれば特に限定されず、第1基板上に形成するスペーサーの数等に応じて、必要な接着力を発現できる形状を任意に決定することができる。本実施態様に用いられるスペーサーの形状としては、例えば、第1基板に垂直な面の断面形状が正方形、長方形、または台形であって、第1基板に平行な面の断面形状が、円形、多角形、正方形、長方形、または台形であるものを挙げることができる。具体的な形状としては、図3(a)に示す壁状のものや、図3(b)に示す柱状のものを例示することができる。なお、図3(a)、(b)においては第1配向膜および反応性配向層の記載は省略する。

[0099] 上記スペーサーは、通常、第1基板上の複数箇所に形成されるが、複数のスペーサーは所定の位置に規則的に形成されていることが好ましい。複数のスペーサーの形成位置が無秩序であると、外力に対するセルギャップの保持力が不均一となってしまう、位置によってはセルギャップの変動による表示品質の低下が発生する恐れがあるからである。

[0100] 上記スペーサーを規則的に形成する場合において、スペーサー間のピッチは本実施態様の液晶表示素子の駆動方法等に応じて適宜決定すればよい。例えば、本実施態様の液晶表示素子を、薄膜トランジスタ(TFT)を用いたアクティブマトリックス方式により駆動する場合、上記スペーサー間のピッチは、画素電極のピッチの整数倍であることが好ましく、なかでも、画素電極のピッチの2～50倍、より好ましくは5～20倍であって、かつ、50 μ m～3mmの範囲内であることが好ましい。

なお、スペーサーのピッチとは、隣接するスペーサーの中心部から中心部までの距離をいう。例えば、スペーサーを図3(a)に示すような壁状とする場合は、隣り合うスペーサーの中心間距離(図3(a)中、Dで示す距離)が上記範囲内であればよい。一方、スペーサーを柱状とする場合は、隣り合う複数のスペーサーのうち、少なくとも一つのスペーサーとの中心間距離が、上記範囲内であればよく、例えば、図3(b)に示すように柱状スペーサーを規則的に配置する場合は、図3(b)中、EまたはFで示す距離のいずれか一方が上記範囲内であればよい。

[0101] また、スペーサーの幅は、スペーサー側基板と対向基板とを接着することができ、かつ、表示品質の低下が生じない範囲であれば特に限定されない。なかでも本実施

態様においては、スペーサーの幅が $1\mu\text{m}$ ～ $20\mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましく、特に $2\mu\text{m}$ ～ $10\mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましい。スペーサーの幅が上記範囲よりも狭いと、精度良くスペーサーを形成することが困難となる場合があるからである。また、スペーサーの幅が上記範囲よりも広いと、例えば、本実施態様の液晶表示素子を、薄膜トランジスタ(TFT)を用いたアクティブマトリックス方式により駆動する場合に、有効画素面積が小さくなり、液晶表示素子全体の開口率が小さくなってしまう結果、表示品質が低下する恐れがあるからである。

[0102] さらに、スペーサーの高さは、後述する液晶層の厚み以下であり、かつ液晶層を構成する液晶物質の配向性を害さない範囲であれば特に限定されるものではないが、スペーサーの高さが液晶層の厚みとほぼ同一であることが好ましい。これにより、耐衝撃性を効果的に向上させることができるからである。具体的には $1\mu\text{m}$ ～ $20\mu\text{m}$ の範囲内が好ましく、特に $1\mu\text{m}$ ～ $10\mu\text{m}$ の範囲内が好ましく、中でも $1.2\mu\text{m}$ ～ $5\mu\text{m}$ の範囲内が好ましい。

[0103] なお、上記スペーサーのピッチ、幅および高さは、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて観察することによって測定した値とする。

[0104] また、スペーサーの形成位置としては、画素領域を避けて形成されていることが好ましい。スペーサー付近では液晶物質の配向不良が生じやすいので、画像表示に影響のない領域にスペーサーが形成されていることが好ましいからである。

[0105] また、第1基板上におけるスペーサーの形成面としては、スペーサーを固着できる面であれば特に限定されるものではない。したがって、第1基板表面に形成されていても良く、また第1電極表面上に形成されていても良いが、本実施態様においては第1電極表面上に形成されていることが好ましい。第1電極表面上にスペーサーを形成することにより、第2電極との間でショートするおそれがなくなり、かつ、製造工程が簡略化できるからである。

[0106] さらに、第1基板上に形成されるスペーサーの数としては、複数であれば特に限定されるものではなく、液晶表示素子の大きさ、スペーサーの形状、スペーサー側基板と対向基板との間に求める接着力等に応じて任意に決定すればよい。

[0107] 上記スペーサーを形成する材料としては、一般に液晶表示素子のスペーサーとし

て用いられている材料であれば特に限定されるものではない。具体的には樹脂を挙げることができる、中でも感光性樹脂が好ましく用いられる。感光性樹脂はパターンニングが容易であるからである。本実施態様に用いられる感光性樹脂としては、一般に液晶表示素子のスペーサーに用いられるものであれば特に限定されるものではなく、例えば後述する「A-2. 液晶表示素子の製造方法」の項に記載する材料を用いることができる。

[0108] (2) 第1基板

次に、本実施態様に用いられる第1基板について説明する。本実施態様に用いる第1基板は、一般に液晶表示素子の基板として用いられるものであれば特に限定されるものではなく、例えばガラス板、プラスチック板などが好ましく挙げられる。上記第1基板の表面粗さ(RSM値)は、10nm以下であることが好ましく、より好ましくは3nm以下、さらに好ましくは1nm以下の範囲内である。なお、本実施態様において上記表面粗さは、原子間力顕微鏡(AFM:ATOMIC FORCE MICROSCOPE)により測定することができる。

[0109] (3) 第1電極

次に、スペーサー側基板に用いられる第1電極について説明する。スペーサー側基板に用いる第1電極は、一般に液晶表示素子の電極として用いられているものであれば特に限定されるものではないが、第1電極および後述する第2電極のうち少なくとも一方が透明導電体で形成されることが好ましい。透明導電体の材料としては、酸化インジウム、酸化錫、酸化インジウム錫(ITO)等が好ましく挙げられる。本実施態様の液晶表示素子を、TFTを用いたアクティブマトリックス方式の液晶表示素子とする場合には、スペーサー側基板の第1電極および対向基板の第2電極層のうち、一方を上記透明導電体で形成される全面共通電極とし、他方にはx電極とy電極をマトリックス状に配列し、x電極とy電極で囲まれた部分にTFT素子および画素電極を配置するからである。この場合に、画素電極、TFT素子、x電極およびy電極により形成される電極層の凹凸部の差は、 $0.2\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。電極層の凹凸部の差が $0.2\mu\text{m}$ を超えると、配向乱れを生じやすいからである。

[0110] (4) 第1配向膜

次にスペーサー側基板に用いられる第1配向膜について説明する。スペーサー側基板に用いられる第1配向膜としては特に限定されるものではないが、上記硬化性樹脂として反応性液晶を用いた場合に、反応性液晶に対する配向能を有するものが好ましい。反応性液晶に対する配向能を有するものを用いることにより、反応性配向層の液晶分子の配向能を向上できるため、液晶層を構成する液晶物質の配向安定性を向上することができるからである。このような第1配向膜としては、例えばラビング処理、光配向処理等を施したものを用いることができるが、本実施態様においては光配向処理を施した光配向膜を用いることが好ましい。光配向処理は非接触配向処理であることから静電気や塵の発生がなく、定量的な配向処理の制御ができる点で有用であるからである。以下、このような光配向膜について説明する。

[0111] 光配向膜は、後述する光配向膜の構成材料を塗布した第1基板に偏光を制御した光を照射し、光励起反応(分解、異性化、二量化)を生じさせることにより、異方性を付与するものである。

[0112] 第1配向膜に用いられる光配向膜の構成材料は、光を照射して光励起反応を生じることにより、第1配向膜に異方性を発現するものであれば特に限定されるものではない。このような材料としては、大きく、光反応を生じることにより光配向膜に異方性を付与する光反応型の材料と、光異性化反応を生じることにより光配向膜に異方性を付与する光異性化反応型の材料とに分けることができる。なお、上記光配向膜の構成材料が光励起反応を生じる光の波長領域は、紫外光域の範囲内、すなわち10nm～400nmの範囲内であることが好ましく、250nm～380nmの範囲内であることがより好ましい。以下、それぞれについて説明する。

[0113] (光反応型)

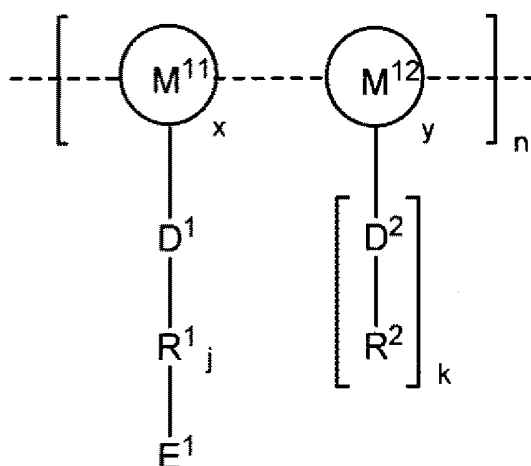
まず、光反応型の構成材料について説明する。上述したように、光反応型の構成材料とは、光反応を生じることにより光配向膜に異方性を付与する材料である。本実施態様に用いられる光反応型の構成材料としては、このような特性を有するものであれば特に限定されるものではないが、これらの中でも、光二量化反応または光分解反応を生じることにより上記光配向膜に異方性を付与する材料であることが好ましい。

- [0114] ここで、光二量化反応とは、光照射により偏光方向に配向した反応部位がラジカル重合して分子2個が重合する反応をいい、この反応により偏光方向の配向を安定化し、光配向膜に異方性を付与することができるものである。一方、光分解反応とは、光照射により偏光方向に配向したポリイミドなどの分子鎖を分解する反応をいい、この反応により偏光方向に垂直な方向に配向した分子鎖を残し、光配向膜に異方性を付与することができるものである。本実施態様においては、これらの光反応型の材料の中でも、露光感度が高く、材料選択の幅が広いことから、光二量化反応により第1配向膜に異方性を付与する材料を用いることがより好ましい。
- [0115] このような光二量化反応を利用した光反応型の材料としては、光二量化反応により第1配向膜に異方性を付与することができる材料であれば特に限定されるものではないが、ラジカル重合性の官能基を有し、かつ、偏光方向により吸収を異にする二色性を有する光二量化反応性化合物を含むことが好ましい。偏光方向に配向した反応部位をラジカル重合することにより、光二量化反応性化合物の配向が安定化し、第1配向膜に容易に異方性を付与することができるからである。
- [0116] このような特性を有する光二量化反応性化合物としては、側鎖としてケイ皮酸エステル、クマリン、キノリン、カルコン基およびシンナモイル基から選ばれる少なくとも1種の反応部位を有する二量化反応性ポリマーを挙げることができる。
- [0117] これらの中でも光二量化反応性化合物としては、側鎖としてケイ皮酸エステル、クマリンまたはキノリンのいずれかを含む二量化反応性ポリマーであることが好ましい。偏光方向に配向した α 、 β 不飽和ケトンの二重結合が反応部位となってラジカル重合することにより、第1配向膜に容易に異方性を付与することができるからである。
- [0118] 上記二量化反応性ポリマーの主鎖としては、ポリマー主鎖として一般に知られているものであれば特に限定されるものではないが、芳香族炭化水素基などの、上記側鎖の反応部位同士の相互作用を妨げるような π 電子を多く含む置換基を有していないものであることが好ましい。
- [0119] 上記二量化反応性ポリマーの重量平均分子量は、特に限定されるものではないが、5,000～40,000の範囲内であることが好ましく、10,000～20,000の範囲内であることがより好ましい。なお、重量平均分子量は、ゲルパーミエーションクロマトグラ

フィ(GPC)法により測定することができる。上記二量化反応性ポリマーの重量平均分子量が小さすぎると、第1配向膜に適度な異方性を付与することができない場合がある。逆に、大きすぎると、第1配向膜形成時の塗工液の粘度が高くなり、均一な塗膜を形成しにくい場合がある。

[0120] 二量化反応性ポリマーとしては、下記式で表される化合物を例示することができる。

[0121] [化10]



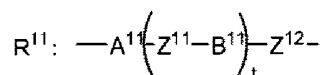
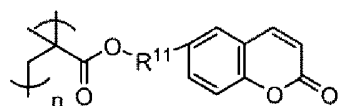
[0122] 上記式において、 M^{11} および M^{12} は、それぞれ独立して、単重合体または共重合体の単量体単位を表す。例えば、エチレン、アクリレート、メタクリレート、2-クロロアクリレート、アクリルアミド、メタクリルアミド、2-クロロアクリルアミド、スチレン誘導体、マレイン酸誘導体、シロキサンなどが挙げられる。 M^{12} としては、アクリロニトリル、メタクリロニトリル、メタクリレート、メチルメタクリレート、ヒドロキシアルキルアクリレートまたはヒドロキシアルキルメタクリレートであってもよい。 x および y は、共重合体とした場合の各単量体単位のモル比を表すものであり、それぞれ、 $0 < x \leq 1$ 、 $0 \leq y < 1$ であり、かつ、 $x + y = 1$ を満たす数である。 n は4~30,000の整数を表す。 D^1 および D^2 は、スペーサー単位を表す。

[0123] R^1 は $-A^1-(Z^1-B^1)_z-Z^2-$ で表される基であり、 R^2 は $-A^1-(Z^1-B^1)_z-Z^3-$ で表される基である。ここで、 A^1 および B^1 は、それぞれ独立して、共有単結合、ピリジン-2,5-ジイル、ピリミジン-2,5-ジイル、1,4-シクロヘキシレン、1,3-ジオキサン-2,5-ジイル、または置換基を有していてもよい1,4-フェニレンを表す。また、 Z^1 および Z^2 は、それぞれ独立して、共有単結合、 $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}$

—、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-\text{CONR}-$ 、 $-\text{RNCO}-$ 、 $-\text{COO}-$ または $-\text{OOC}-$ を表す。Rは、水素原子または低級アルキル基であり、 Z^3 は、水素原子、置換基を有していてもよい、炭素数1～12のアルキルまたはアルコキシ、シアノ、ニトロ、ハロゲンである。zは、0～4の整数である。 E^1 は、光二量化反応部位を表し、例えば、ケイ皮酸エステル、クマリン、キノリン、カルコン基、シンナモイル基などが挙げられる。jおよびkは、それぞれ独立して、0または1である。

[0124] このような二量化反応性ポリマーとして、より好ましくは、下記式で表される化合物を挙げることができる。

[0125] [化11]

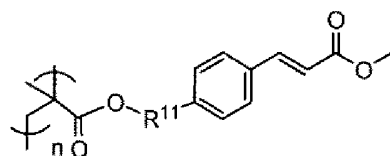
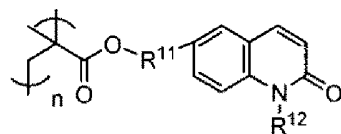


A^{11} および B^{11} : 1, 4-フェニレン、共有単結合、
ピリジン-2, 5-ジイル、
ピリミジン-2, 5-ジイル、

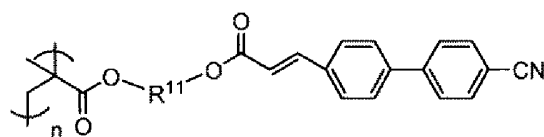
1, 4-シクロヘキシレン、または
1, 3-ジオキサン-2, 5-ジイル

Z^{11} および Z^{12} : $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ 、 $-\text{COO}-$ 、
 $-\text{OOC}-$ 、または共有単結合

t: 0～4の整数

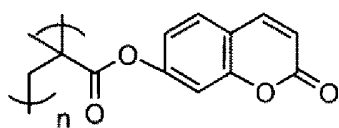


R^{12} : 低級アルキル
n: 4～30, 000の整数

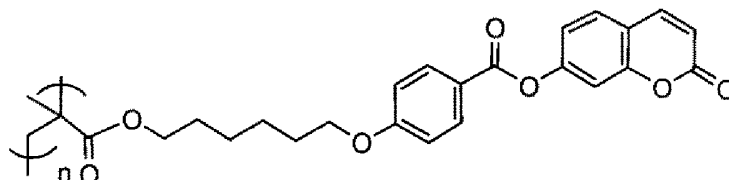


[0126] 上記二量化反応性ポリマーの中でも、下記式で表される化合物1～4の少なくとも一つであることが特に好ましい。

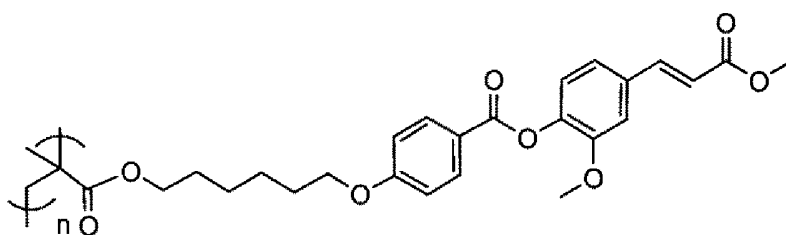
[0127] [化12]



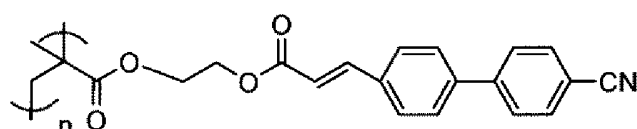
1



2



3



4

[0128] 本実施態様においては、光二量化反応性化合物として、上述した化合物の中から、第1配向膜に対する要求特性に応じて、光二量化反応部位や置換基を種々選択することができる。また、光二量化反応性化合物は、1種単独でも2種以上を組み合わせ用いることもできる。

[0129] また、光二量化反応を利用した光反応型の材料としては、上記光二量化反応性化合物のほか、第1配向膜の光配列性を妨げない範囲内で添加剤を含んでもよい。上記添加剤としては、重合開始剤、重合禁止剤などが挙げられる。

[0130] 重合開始剤または重合禁止剤は、一般に公知の化合物の中から、光二量化反応性化合物の種類によって適宜選択して用いればよい。重合開始剤または重合禁止剤の添加量は、光二量化反応性化合物に対し、0.001質量%～20質量%の範囲内であることが好ましく、0.1質量%～5質量%の範囲内であることがより好ましい。重合開始剤または重合禁止剤の添加量が小さすぎると重合が開始(禁止)されない場合があり、逆に大きすぎると、反応が阻害される場合があるからである。

[0131] なお、光分解反応を利用した光反応型の材料としては、光照射により偏光方向に

配向したポリイミドなどの分子鎖を分解する反応を生じる材料であれば特に限定されない。このような光反応型の材料としては、例えば日産化学工業(株)製のポリイミド「RN1199」などを挙げることができる。

[0132] (光異性化型)

次に、光異性化型の材料について説明する。ここでいう光異性化型の材料とは、上述したように光異性化反応を生じることにより第1配向膜に異方性を付与する材料であり、このような特性を有する材料であれば特に限定されるものではない。なかでも本実施態様においては、光異性化反応を生じることにより上記第1配向膜に異方性を付与する光異性化反応性化合物を含むものであることが好ましい。このような光異性化反応性化合物を含むことにより、光照射により、複数の異性体のうち安定な異性体が増加し、それにより第1配向膜に容易に異方性を付与することができるからである。

[0133] このような光異性化反応性化合物としては、上記のような特性を有する材料であれば特に限定されるものではないが、偏光方向により吸収を異にする二色性を有し、かつ、光照射により光異性化反応を生じるものであることが好ましい。このような特性を有する光異性化反応性化合物の偏光方向に配向した反応部位の異性化を生じさせることにより、上記第1配向膜に容易に異方性を付与することができるからである。

[0134] このような光異性化反応性化合物が生じる光異性化反応としては、シスートランス異性化反応であることが好ましい。光照射によりシス体またはトランス体のいずれかの異性体が増加し、それにより第1配向膜に異方性を付与することができるからである。

[0135] このような光異性化反応性化合物としては、単分子化合物、または、光もしくは熱により重合する重合性モノマーを挙げることができる。これらは用いられる液晶物質の種類に応じて適宜選択すればよいが、光照射により第1配向膜に異方性を付与した後、ポリマー化することにより、その異方性を安定化することができることから、重合性モノマーを用いることが好ましい。このような重合性モノマーの中でも、第1配向膜に異方性を付与した後、その異方性を良好な状態に維持したまま容易にポリマー化できることから、アクリレートモノマー、メタクリレートモノマーであることが好ましい。

[0136] 上記重合性モノマーは、単官能のモノマーであっても、多官能のモノマーであってもよいが、ポリマー化による第1配向膜の異方性がより安定なものとなることから、2官

能のモノマーであることが好ましい。

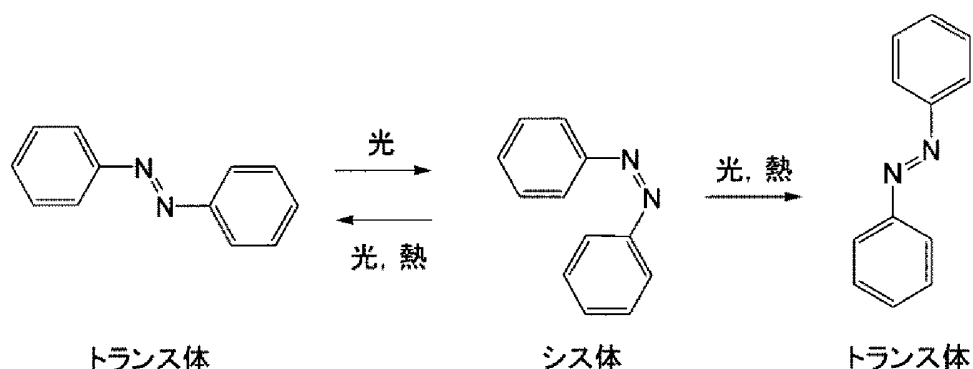
- [0137] このような光異性化反応性化合物としては、具体的には、アゾベンゼン骨格やスチルベン骨格などのシストランス異性化反応性骨格を有する化合物を挙げることができる。
- [0138] この場合に、分子内に含まれるシストランス異性化反応性骨格の数は、1つであっても2つ以上であってもよいが、液晶物質の配向制御が容易となることから、2つであることが好ましい。
- [0139] 上記シストランス異性化反応性骨格は、液晶分子との相互作用をより高めるために置換基を有していてもよい。置換基は、液晶分子との相互作用を高めることができ、かつ、シストランス異性化反応性骨格の配向を妨げないものであれば特に限定されるものではなく、例えば、カルボキシ基、スルホン酸ナトリウム基、水酸基などが挙げられる。これらの構造は、用いられる液晶物質の種類に応じて、適宜選択することができる。
- [0140] また、光異性化反応性化合物としては、分子内にシストランス異性化反応性骨格以外にも、液晶分子との相互作用をより高められるように、芳香族炭化水素基などの π 電子が多く含まれる基を有していてもよく、シストランス異性化反応性骨格と芳香族炭化水素基は、結合基を介して結合していてもよい。結合基は、液晶分子との相互作用を高められるものであれば特に限定されるものではなく、例えば、 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{OCH}_2-$ などが挙げられる。
- [0141] なお、光異性化反応性化合物として、重合性モノマーを用いる場合には、上記シストランス異性化反応性骨格を、側鎖として有していることが好ましい。上記シストランス異性化反応性骨格を側鎖として有していることにより、第1配向膜に付与される異方性の効果がより大きなものとなり、上記液晶層を構成する液晶物質の配列制御に特に適したものとなるからである。この場合に、前述した分子内に含まれる芳香族炭化水素基や結合基は、液晶分子との相互作用が高められるように、シストランス異性化反応性骨格と共に、側鎖に含まれていることが好ましい。
- [0142] また、上記重合性モノマーの側鎖には、シストランス異性化反応性骨格が配向し

やすくなるように、アルキレン基などの脂肪族炭化水素基をスペーサーとして有していてもよい。

[0143] 上述したような単分子化合物または重合性モノマーの光異性化反応性化合物の中でも、本実施態様に用いられる光異性化反応性化合物としては、分子内にアゾベンゼン骨格を有する化合物であることが好ましい。アゾベンゼン骨格は、 π 電子を多く含むため、液晶分子との相互作用が高く、上記液晶層を構成する液晶物質の配向安定化に特に適しているからである。

[0144] 以下、アゾベンゼン骨格が光異性化反応を生じることにより第1配向膜に異方性を付与できる理由について説明する。まず、アゾベンゼン骨格に、直線偏光紫外光を照射すると、下記式に示されるように、分子長軸が偏光方向に配向しているトランス体のアゾベンゼン骨格が、シス体に変化する。

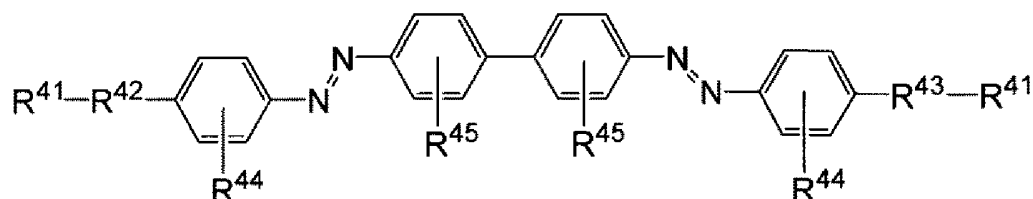
[0145] [化13]



[0146] アゾベンゼン骨格のシス体は、トランス体に比べて化学的に不安定であるため、熱的にまたは可視光を吸収してトランス体に戻るが、このとき、上記式の左のトランス体になるか右のトランス体になるかは同じ確率で起こる。そのため、紫外光を吸収し続けると、右側のトランス体の割合が増加し、アゾベンゼン骨格の平均配向方向は紫外光の偏光方向に対して垂直になる。本実施態様においては、この現象を利用することにより、アゾベンゼン骨格の配向方向を揃え、第1配向膜に異方性を付与し、その膜上の液晶分子の配向を制御することができるのである。

[0147] このような分子内にアゾベンゼン骨格を有する化合物のうち、単分子化合物としては、例えば、下記式で表される化合物を挙げることができる。

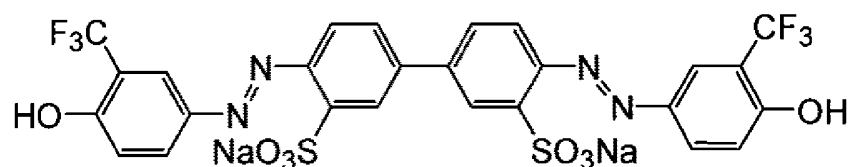
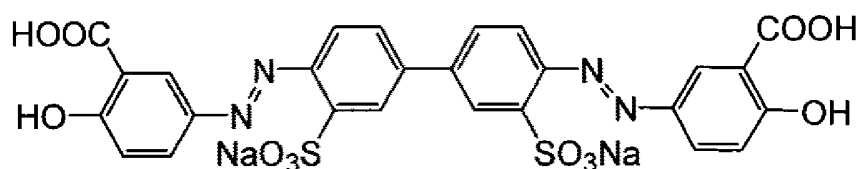
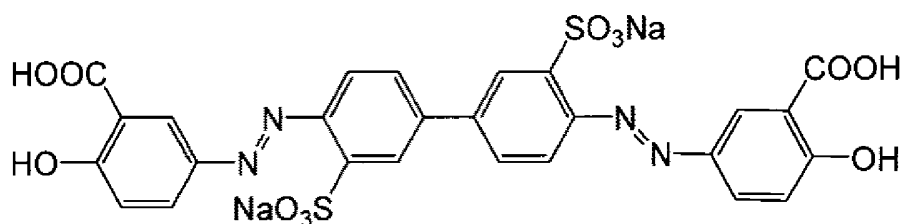
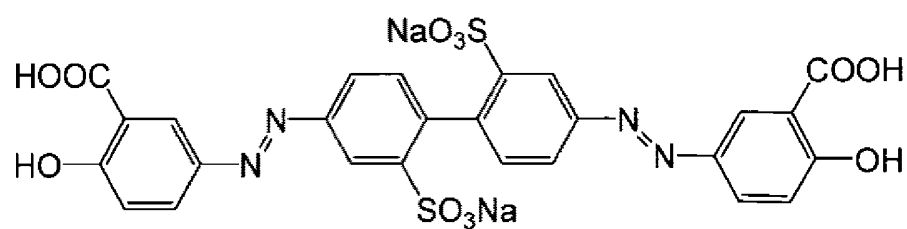
[0148] [化14]



[0149] 上記式中、 R^{41} は各々独立して、ヒドロキシ基を表す。 R^{42} は $-(A^{41}-B^{41}-A^{41})_m-(D^{41})_n-$ で表される連結基を表し、 R^{43} は $(D^{41})_n-(A^{41}-B^{41}-A^{41})_m-$ で表される連結基を表す。ここで、 A^{41} は二価の炭化水素基を表し、 B^{41} は $-O-$ 、 $-COO-$ 、 $-OCO-$ 、 $-CONH-$ 、 $-NHCO-$ 、 $-NHCOO-$ または $-OCONH-$ を表し、 m は0～3の整数を表す。 D^{41} は、 m が0のとき二価の炭化水素基を表し、 m が1～3の整数のとき $-O-$ 、 $-COO-$ 、 $-OCO-$ 、 $-CONH-$ 、 $-NHCO-$ 、 $-NHCOO-$ または $-OCONH-$ を表し、 n は0または1を表す。 R^{44} は各々独立して、ハロゲン原子、カルボキシ基、ハロゲン化メチル基、ハロゲン化メキシ基、シアノ基、ニトロ基、メキシ基またはメキシカルボニル基を表す。ただし、カルボキシ基はアルカリ金属と塩を形成していてもよい。 R^{45} は各々独立して、カルボキシ基、スルホ基、ニトロ基、アミノ基またはヒドロキシ基を表す。ただし、カルボキシ基またはスルホ基はアルカリ金属と塩を形成していてもよい。

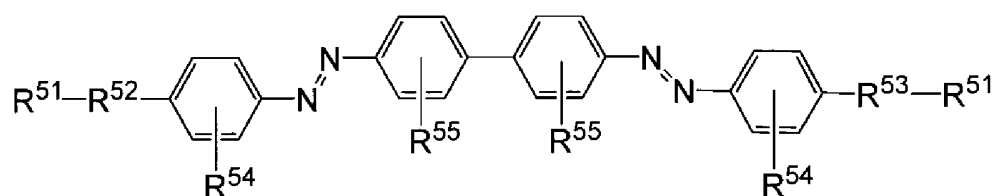
[0150] 上記式で表される化合物の具体例としては、下記の化合物を挙げることができる。

[0151] [化15]



[0152] また、上記アゾベンゼン骨格を側鎖として有する重合性モノマーとしては、例えば、下記式で表される化合物を挙げることができる。

[0153] [化16]

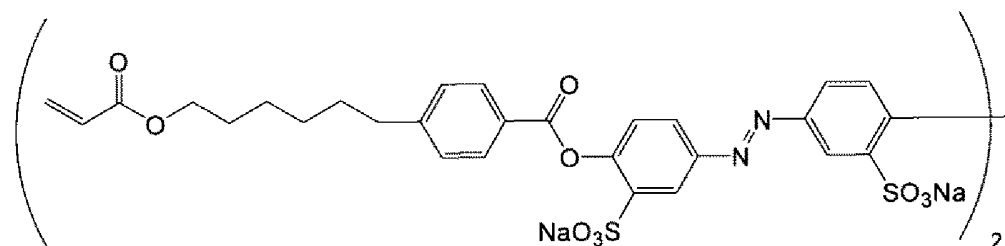
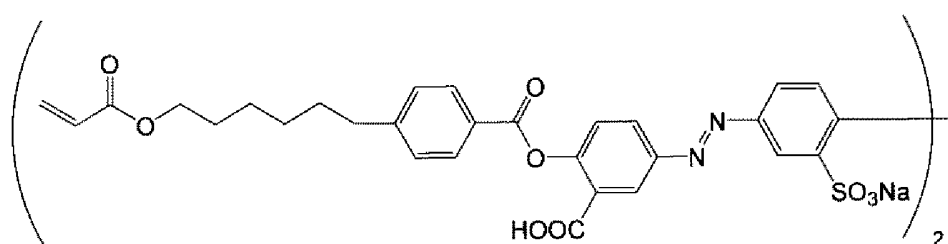
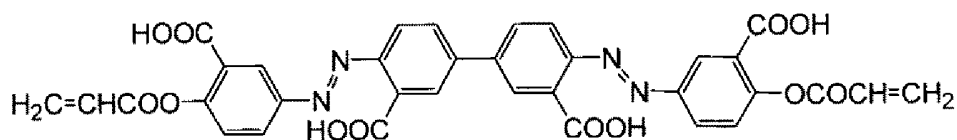
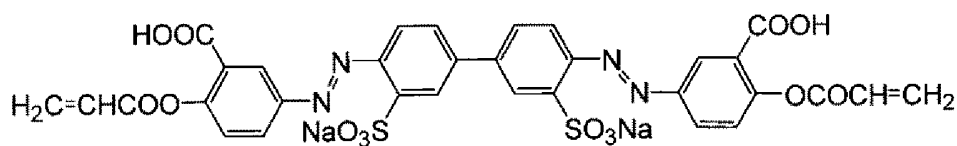


[0154] 上記式中、 R^{51} は各々独立して、(メタ)アクリロイルオキシ基、(メタ)アクリルアミド基、ビニルオキシ基、ビニルオキシカルボニル基、ビニルイミノカルボニル基、ビニルイミ

ノカルボニルオキシ基、ビニル基、イソプロペニルオキシ基、イソプロペニルオキシカルボニル基、イソプロペニルイミノカルボニル基、イソプロペニルイミノカルボニルオキシ基、イソプロペニル基またはエポキシ基を表す。 R^{52} は $-(A^{51}-B^{51}-A^{51})_m-(D^{51})_n-$ で表される連結基を表し、 R^{53} は $(D^{51})_n-(A^{51}-B^{51}-A^{51})_m-$ で表される連結基を表す。ここで、 A^{51} は二価の炭化水素基を表し、 B^{51} は $-O-$ 、 $-COO-$ 、 $-OCO-$ 、 $-CONH-$ 、 $-NHCO-$ 、 $-NHCOO-$ または $-OCONH-$ を表し、 m は0～3の整数を表す。 D^{51} は、 m が0のとき二価の炭化水素基を表し、 m が1～3の整数のとき $-O-$ 、 $-COO-$ 、 $-OCO-$ 、 $-CONH-$ 、 $-NHCO-$ 、 $-NHCOO-$ または $-OCONH-$ を表し、 n は0または1を表す。 R^{54} は各々独立して、ハロゲン原子、カルボキシ基、ハロゲン化メチル基、ハロゲン化メトキシ基、シアノ基、ニトロ基、メトキシ基またはメトキシカルボニル基を表す。ただし、カルボキシ基はアルカリ金属と塩を形成していてもよい。 R^{55} は各々独立して、カルボキシ基、スルホ基、ニトロ基、アミノ基またはヒドロキシ基を表す。ただし、カルボキシ基またはスルホ基はアルカリ金属と塩を形成していてもよい。

[0155] 上記式で表される化合物の具体例としては、下記の化合物を挙げることができる。

[0156] [化17]



[0157] 本実施態様においては、このような光異性化反応性化合物の中から、要求特性に応じて、シストランス異性化反応性骨格や置換基を種々選択することができる。なお、これらの光異性化反応性化合物は、1種単独でも2種以上を組み合わせることもできる。

[0158] 本実施態様に用いられる光異性化型の材料としては、上記光異性化反応性化合物のほか、光配向膜の光配列性を妨げない範囲内で添加剤を含んでもよい。上記光異性化反応性化合物として重合性モノマーを用いる場合には、添加剤としては、重合開始剤、重合禁止剤などが挙げられる。

[0159] 重合開始剤または重合禁止剤は、一般に公知の化合物の中から、光異性化反応性化合物の種類によって適宜選択して用いればよい。重合開始剤または重合禁止剤の添加量は、光異性化反応性化合物に対し、0.001質量%～20質量%の範囲内であることが好ましく、0.1質量%～5質量%の範囲内であることがより好ましい。

重合開始剤または重合禁止剤の添加量が小さすぎると重合が開始(禁止)されない場合があり、逆に大きすぎると、反応が阻害される場合があるからである。

[0160] (5) 反応性配向層

上記スペーサー側基板の第1配向膜上には反応性配向層が形成されていても良い。スペーサー側基板に用いられる反応性配向層については、上記「1. 反応性配向層」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0161] 3. 対向基板

次に、本実施態様に用いられる対向基板について説明する。本実施態様における対向基板は、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有するものである。また、第2配向膜上には反応性配向層が形成されていても良い。

ここで、上記対向基板に用いられる第2基板、第2電極、および第2配向膜は、上記「2. スペーサー側基板」の項に記載した第1基板、第1電極および第1配向膜と同様であるため、ここでの説明は省略する。また、対向基板に用いられる反応性配向層については、上記「1. 反応性配向層」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0162] 4. 液晶層

本実施態様の液晶表示素子が有する液晶層は液晶物質からなるものである。液晶層を構成する液晶物質は特に限定されるものではなく、一般に液晶表示素子に用いられる液晶物質を用いることができる。

[0163] 上記液晶層の厚みは、 $1\ \mu\text{m}$ ～ $20\ \mu\text{m}$ の範囲内であるのが好ましく、より好ましくは $1\ \mu\text{m}$ ～ $10\ \mu\text{m}$ 、さらに好ましくは $1.2\ \mu\text{m}$ ～ $5\ \mu\text{m}$ の範囲内である。液晶層の厚みが薄すぎるとコントラストが低下するおそれがあり、逆に液晶層の厚みが厚すぎると液晶物質が配向しにくくなる可能性があるからである。

[0164] 5. その他

本実施態様における液晶表示素子は上記スペーサー側基板、対向基板および液晶層以外に他の構成を有していてもよい。このような他の構成としては、偏光板とシール剤とを挙げることができる。

- [0165] 本実施態様においては、上記スペーサー側基板と上記対向基板との間に、シール剤を有することが好ましい。上記シール剤を有することにより、上記液晶層から液晶物質が漏洩することを防止できるからである。本実施態様に用いられるシール剤の構成材料としては、一般に液晶表示素子のシール剤に用いられるものを使用することができる。このような材料としては、例えば樹脂が挙げられ、熱硬化性樹脂および紫外線硬化性樹脂のいずれも用いることができる。なかでも本実施態様においては、上記シール剤が紫外線硬化性樹脂からなることが好ましい。上記シール剤が紫外線硬化性樹脂からなることにより、例えば、上記反応性配向層を構成する硬化性樹脂として紫外線硬化性樹脂を用いた場合に、シール剤と反応性配向層とを同時に硬化処理することが可能になるため、本実施態様の液晶表示素子の製造方法を簡略化することができるからである。本実施態様に用いられるシール剤としては、例えば、UV硬化シール剤(商品名 LCB610:EHC社製)を挙げることができる。
- [0166] 本実施態様に用いられる偏光板は、光の波動のうち特定方向のみを透過させるものであれば特に限定されるものではなく、一般に液晶表示素子の偏光板として用いられているものを使用することができる。
- [0167] 本実施態様の液晶表示装置の駆動方法は、薄膜トランジスタ(TFT)を用いたアクティブマトリックス方式であることが好ましい。TFT素子を用いたアクティブマトリックス方式を採用することにより、目的の画素を確実に点灯、消灯できるため高品質なディスプレイが可能となるからである。
- [0168] 本実施態様のTFTを用いたアクティブマトリックス方式の液晶表示素子の一例を示す概略斜視図を図4に示す。図4に例示する液晶表示素子20は、一方の基板22a上にTFT25がマトリックス状に配置されたTFT基板21aと、他方の基板22b上に共通電極23が形成された共通電極基板21bとを有するものである。TFT基板21aには、x電極24x、y電極24yおよび画素電極24tが形成されている。このような液晶表示素子20において、x電極24xおよびy電極24yはそれぞれ縦横に配列しており、これらの電極24xおよび24yに信号を加えることによりTFT素子25を作動させ、液晶物質を駆動させることができる。x電極24xおよびy電極24yが交差した部分は、図示しないが絶縁層で絶縁されており、x電極24xの信号とy電極24yの信号とは独立に動

作することができる。x電極24xおよびy電極24yにより囲まれた部分は、本実施態様の液晶表示素子を駆動する最小単位である画素であり、各画素には少なくとも1つ以上のTFT素子25および画素電極24tが形成されている。この液晶表示素子20では、x電極24xおよびy電極24yに順次信号電圧を加えることにより、各画素のTFT素子25を動作させることができる。

なお、図4において、液晶層および配向膜は省略している。

[0169] 本実施態様の液晶表示素子を上記TFT素子を用いたアクティブマトリックス方式により駆動する場合においては、上記スペーサー側基板を上記TFT基板とし、上記対向基板を上記共通電極基板としても良く、また上記対向基板を上記TFT基板とし、上記スペーサー側基板を上記共通電極基板としても良い。

[0170] 次に、本実施態様の液晶表示素子の用途について説明する。本実施態様の液晶表示素子は、上記薄膜トランジスタ(TFT)を用いたアクティブマトリックス方式により駆動させ、カラーフィルタ方式またはフィールドシーケンシャルカラー方式を採用することによりカラーの液晶表示素子として用いることができる。

[0171] 本実施態様の液晶表示素子の製造方法は、上述した内容の各構成を製造できる方法であれば、特に限定されないが、例えば、「A-2. 液晶表示素子の製造方法」の項において説明する製造方法により製造することができる。

[0172] A-2. 液晶表示素子の製造方法

次に、本発明の第1実施態様の液晶表示素子の製造方法について説明する。本実施態様の液晶表示素子の製造方法は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を用いる液晶表示素子の製造方法である。

[0173] 本実施態様の液晶表示素子の製造方法は、液晶層の形成方法により2態様に大別することができる。以下、各態様に分けて本実施態様の液晶表示素子の製造方法について説明する。

[0174] A-2-1. 第1態様

まず、本実施態様の液晶表示素子の製造方法の第1態様について説明する。本態様の液晶表示素子の製造方法は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を用いる液晶表示素子の製造方法であって、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上の少なくとも一方に未硬化の硬化性樹脂を含む未硬化反応性配向層を形成する未硬化反応性配向層形成工程と、上記未硬化反応性配向層を介して上記第1配向膜と上記第2配向膜とが向かい合うように上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接触させた後、上記硬化性樹脂を硬化することにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接着させて液晶表示素子用基板対を形成する液晶表示素子用基板対形成工程と、上記液晶表示素子用基板対形成工程により形成された液晶表示素子用基板対のスペーサー側基板と対向基板との間に、液晶層を形成する液晶層形成工程と、からなることを特徴とするものである。

[0175] 本態様の液晶表示素子の製造方法について、図を参照しながら説明する。図5は本態様に係る液晶表示素子の製造方法の一例を工程図である。図5に示すように本態様の製造方法は、まず、第1基板1aと、上記第1基板1a上に形成された第1電極2aと、上記第1電極2a上に形成されたスペーサー4と、上記第1電極2aおよび上記スペーサー4上に形成された第1配向膜3aとを有するスペーサー側基板11、および、第2基板2aと、上記第2基板2a上に形成された第2電極2bと、上記第2電極2b上に形成された第2配向膜3bとを有する対向基板12を用意する(図5(a))。

次に、上記スペーサー側基板11の上記第1配向膜3a上に未硬化の硬化性樹脂からなる未硬化反応性配向5'を形成する(未硬化反応性配向層形成工程:図5(b))。

次に、上記スペーサー側基板11の第1配向膜3a上に形成された上記未硬化反応性配向層5'と、上記対向基板12の上記第2配向膜3bとを向かい合うように接触させた後、上記未硬化反応性配向層5'に含まれる未硬化の硬化性樹脂を硬化し、反応性配向層5とすることにより、上記スペーサー側基板11と上記対向基板12とを接着させて液晶表示素子用基板対40を形成する(液晶表示素子用基板対形成工程:図5(c))。

c))。また、上記未硬化の硬化性樹脂を硬化して反応性配向層5を形成する際に、未硬化の硬化性樹脂からなるシール剤を同時に硬化させて、上記スペーサー側基板11と上記対向基板12との間をシール剤7を形成しても良い。

次に、上記液晶表示素子用基板対40のスペーサー側基板11と対向基板12との間に、液晶物質を注入することにより液晶層6を形成する(液晶層形成工程:図5(d))。本態様は、以上の工程により液晶表示素子を製造するものである。

[0176] 本態様によれば、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを反応性配向層を介して強固に固定することができるため、セルギャップの変動のない表示品質に優れた液晶表示素子を製造することができる。

以下、本態様の液晶表示素子の製造方法について詳細に説明する。

[0177] 1. 未硬化反応性配向層形成工程

まず、本態様における未硬化反応性配向層形成工程について説明する。本態様における未硬化反応性配向層形成工程は、上記スペーサー側基板の第1配向膜上または上記対向基板の第2配向膜上の少なくとも一方に、未硬化の硬化性樹脂からなる未硬化反応性配向層を形成する工程である。

なお、本工程により形成される未硬化反応性配向層は、後述する液晶表示素子用基板対形成工程において上記未硬化の硬化性樹脂が硬化されることにより、反応性配向層となるものである。

以下、本態様における未硬化反応性配向層形成工程について説明する。

[0178] (1)スペーサー側基板形成工程

本態様において用いるスペーサー側基板を形成するスペーサー側基板形成工程について説明する。スペーサー側基板形成工程は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板を形成する工程である。通常このようなスペーサー側基板形成工程は、第1基板上に第1電極を形成する第1電極形成工程と、上記第1電極形成工程により形成された第1電極上にスペーサーを形成するスペーサー形成工程と、上記スペーサー形成工程の後、第1電極上とスペーサー上に第1配向膜を形成する第1配向膜形成工程とからなる。

[0179] i) 第1電極形成工程

まず、第1電極形成工程について説明する。第1電極形成工程は第1基板上に第1電極層を形成する工程である。

[0180] 本工程において上記第1基板上に第1電極を形成する方法としては、厚みが均一な第1電極を形成できる方法であれば特に限定されるものではない。このような第1電極の形成方法としては、例えば化学蒸着(CVD)法や、スパッタリング法、イオンプレーティング法、真空蒸着法等の物理蒸着(PVD)法などを挙げることができる。また、電極層のパターニング方法としては、一般的な電極のパターニング方法を適用することができる。

[0181] なお、本工程に用いられる第1基板および第1電極のその他の点については、上記「A-1. 液晶表示素子 2. スペーサー側基板」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0182] ii) スペーサー形成工程

次に、スペーサー形成工程について説明する。スペーサー形成工程は上記第1電極形成工程より形成された第1電極上にスペーサーを形成する工程である。

[0183] 第1電極上へのスペーサーの形成方法としては、所定の位置に所望の形状のスペーサーを精度良く形成することが可能な方法であれば特に限定されるものではなく、一般的なパターニング法を適用することができる。このようなパターニング法としては、2P(Photo Polymerization)法、フォトリソグラフィ法、インクジェット法、スクリーン印刷法等の公知の方法により形成することができる。2P法では、例えば、エチレングリコール(メタ)アクリレート、ジエチレングリコールジ(メタ)アクリレート、プロピレングリコールジ(メタ)アクリレート、ジプロピレングリコールジ(メタ)アクリレート、ポリエチレングリコールジ(メタ)アクリレート、ポリプロピレングリコールジ(メタ)アクリレート、ヘキサングリコールジ(メタ)アクリレート、ネオペンチルグリコールジ(メタ)アクリレート、グリセリンジ(メタ)アクリレート、グリセリントリジ(メタ)アクリレート、トリメチロールプロパンジ(メタ)アクリレート、1, 4-ブタンジオールジ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトール(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールトリ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトールテトラ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリ

トールペンタ(メタ)アクリレート等の紫外線硬化性モノマーや、ウレタンアクリレート、エポキシアクリレート、ポリエステルアクリレート、エポキシ、ビニルエーテル、ポリエチオール系等のオリゴマー、光二量化反応を起こすポリビニル桂皮酸系樹脂等の光架橋型ポリマー等の樹脂組成物を基材上に塗布し、スペーサー形成用の原版を塗布膜に圧着した状態で紫外線を照射して硬化させ、その後、原版を剥離することによりスペーサーを形成する。また、フォトリソグラフィ法では、上述の2P法で例示したような材料を基材上に塗布し、スペーサー形成用の所望のフォトマスクを介して塗布膜を露光し、その後、現像することによりスペーサーを形成する。なお、上記の(メタ)アクリレートとは、アクリレートあるいはメタアクリレートを意味する。

[0184] なお、スペーサーのその他の点については、上記「A-1. 液晶表示素子 2. スペーサー側基板」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0185] iii)第1配向膜形成工程

次に、第1配向膜形成工程について説明する。第1配向膜形成工程は上記第1電極形成工程およびスペーサー形成工程により形成された、第1電極およびスペーサー上に第1配向膜を形成する工程である。第1配向膜形成工程においては、ラビング配向膜を形成してもよく、光配向膜を形成してもよい。

[0186] a. 光配向膜の形成方法

第1配向膜形成工程において光配向膜を形成するには、まず光配向膜の構成材料を有機溶剤で希釈した光配向膜形成用塗工液を電極層上に塗布し、乾燥させる。この場合に、光配向膜形成用塗工液中の光二量化反応性化合物または光異性化反応性化合物の含有量は、0.05質量%～10質量%の範囲内であることが好ましく、0.2質量%～2質量%の範囲内であることがより好ましい。含有量が上記範囲より少ないと、第1配向膜に適度な異方性を付与することが困難となり、逆に含有量が上記範囲より多いと、光配向膜形成用塗工液の粘度が高くなるので均一な塗膜を形成しにくくなるからである。

[0187] 光配向膜形成用塗工液の塗布方法としては、例えばスピンコート法、ロールコート法、ロッドバーコート法、スプレーコート法、エアナイフコート法、スロットダイコート法、ワイヤーバーコート法などを用いることができる。

- [0188] 上記光配向膜形成用塗工液を塗布することにより得られる膜の厚みは、1nm～2000nmの範囲内であることが好ましく、より好ましくは3nm～100nmの範囲内である。膜の厚みが上記範囲より薄いと十分な光配列性を得ることができない可能性があり、逆に厚みが上記範囲より厚いとコスト的に不利になる場合があるからである。
- [0189] 得られた膜には光配向処理を施すことにより異方性を付与する。具体的には、得られた膜に、偏光を制御した光を照射することにより、光励起反応を生じさせて異方性を付与することができる。照射する光の波長領域は、第1光配向膜の構成材料に応じて適宜選択すればよいが、紫外光域の範囲内、すなわち100nm～400nmの範囲内であることが好ましく、より好ましくは250nm～380nmの範囲内である。
- [0190] さらに、光配向膜の構成材料として、光異性化反応性化合物の中でも重合性モノマーを用いた場合には、光配向処理を行った後、加熱することにより、ポリマー化し、第1配向膜に付与された異方性を安定化することができる。
- [0191] b. ラビング膜の形成方法
- 第1配向膜形成工程においてラビング膜を形成する方法としては特に限定されるものではなく、一般に液晶表示素子用のラビング膜の形成方法を適用することができる。
- [0192] c. その他
- なお、第1配向膜の構成材料およびその他の点については、上記「A-1. 液晶表示素子 2. スペーサー側基板」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。
- [0193] (2) 対向基板形成工程
- 次に、本態様の液晶表示素子の製造方法に用いる対向基板を形成する対向基板形成工程について説明する。対向基板形成工程は、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を形成する工程である。通常このような対向基板形成工程は、第2基板上に第2電極を形成する第2電極形成工程と、上記第2電極形成工程により形成された第2電極上に第2配向膜を形成する第2配向膜形成工程とからなる。
- [0194] i) 第2電極形成工程

第2電極形成工程は、第2基板上に第2電極を形成する工程である。第2電極形成工程における第2電極の形成方法は、上述した「(1)スペーサー側基板形成工程 i) 第1電極形成工程」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0195] また、第2電極形成工程に用いる第2基板、第2電極の構成材料および第2電極に関するその他の点については、上記「A-1. 液晶表示素子 3. 対向基板」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0196] ii)第2配向膜形成工程

第2配向膜形成工程は、上記第2電極形成工程により形成された第2電極上に第2配向膜を形成する工程である。第2配向膜形成工程における第2配向膜の形成方法については、上記「(1)スペーサー側基板形成工程 iii)第1配向膜形成工程」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0197] また、第2配向膜の構成材料およびその他の点については、上記「A-1. 液晶表示素子 3. 対向基板」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0198] (3)未硬化反応性配向層の形成方法

次に本工程において、上記スペーサー側基板の第1配向膜上または上記対向基板の第2配向膜上の少なくとも一方に、未硬化の硬化性樹脂からなる未硬化反応性配向層を形成する方法について説明する。

[0199] 本工程において、未硬化反応性配向層を形成する方法としては、未硬化の硬化性樹脂を含む反応性配向層形成用塗工液を塗布し、配向処理を行う方法と、未硬化の硬化性樹脂を含むドライフィルム等を予め形成し、これを積層する方法とを挙げることができるが、本態様においては、未硬化の硬化性樹脂を含む反応性配向層形成用塗工液を塗布し、配向処理を行う方法が好ましい。このような方法によれば未硬化反応性配向層工程を簡略化することが可能である利点を有するからである。

[0200] 上記反応性配向層用塗工液に用いる溶媒としては、上記硬化性樹脂等を溶解することができ、かつ第1配向膜または第2配向膜の配向能を阻害しないものであれば特に限定はされない。例えば、ベンゼン、トルエン、キシレン、n-ブチルベンゼン、

ジエチルベンゼン、テトラリン等の炭化水素類;メキシベンゼン、1, 2-ジメキシベンゼン、ジエチレングリコールジメチルエーテル等のエーテル類;アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノン、2, 4-ペンタジオン等のケトン類;酢酸エチル、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、プロピレングリコールモノエチルエーテルアセテート、 γ -ブチロラクトン等のエステル類;2-ピロリドン、N-メチル-2-ピロリドン、ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミド等のアミド系溶媒;t-ブチルアルコール、ジアセトンアルコール、グリセリン、モノアセチン、エチレングリコール、トリエチレングリコール、ヘキシレングリコール等のアルコール類;フェノール、パラクロロフェノール等のフェノール類;メチルセロソルブ、エチルセロソルブ、ブチルセロソルブ、エチレングリコールモノメチルエーテルアセテート等のセロソルブ類等の1種または2種以上が使用可能である。

[0201] また、単一種の溶媒を使用しただけでは、上記硬化性樹脂等の溶解性が不十分であったり、上述したように第1配向膜が侵食されたりする場合がある。しかしながら、2種以上の溶媒を混合使用することにより、この不都合を回避することができる。上記の溶媒のなかにあつて、単独溶媒として好ましいものは、炭化水素類とグリコールモノエーテルアセテート系溶媒であり、混合溶媒として好ましいのは、エーテル類またはケトン類と、グリコール系溶媒との混合系である。

[0202] 反応性配向層用塗工液の濃度は、硬化性樹脂の溶解性や、形成しようとする反応性配向層の厚みに依存するため一概には規定できないが、通常は0.1質量%~40質量%、好ましくは1質量%~20質量%の範囲で調整される。反応性配向層用塗工液の濃度が上記範囲より低いと、例えば、上記硬化性樹脂として反応性液晶を用いた場合に、反応性液晶が配向しにくくなる可能性があり、逆に反応性配向層用塗工液の濃度が上記範囲より高いと、反応性配向層用塗工液の粘度が高くなるので均一な塗膜を形成しにくくなる場合があるからである。

[0203] さらに、上記反応性配向層用塗工液には、本発明の目的を損なわない範囲内で、下記に示すような化合物を添加することができる。添加できる化合物としては、例えば、多価アルコールと1塩基酸または多塩基酸を縮合して得られるポリエステルプレポリマーに、(メタ)アクリル酸を反応させて得られるポリエステル(メタ)アクリレート;ポリオ

ール基と2個のイソシアネート基を持つ化合物を互いに反応させた後、その反応生成物に(メタ)アクリル酸を反応させて得られるポリウレタン(メタ)アクリレート;ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ノボラック型エポキシ樹脂、ポリカルボン酸ポリグリシジルエステル、ポリオールポリグリシジルエーテル、脂肪族または脂環式エポキシ樹脂、アミンエポキシ樹脂、トリフェノールメタン型エポキシ樹脂、ジヒドロキシベンゼン型エポキシ樹脂等のエポキシ樹脂と、(メタ)アクリル酸を反応させて得られるエポキシ(メタ)アクリレート等の光重合性化合物;アクリル基やメタクリル基を有する光重合性の液晶性化合物等が挙げられる。上記反応性液晶に対するこれら化合物の添加量は、本発明の目的が損なわれない範囲で選択される。これらの化合物の添加により、硬化性樹脂の硬化性が向上し、得られる反応性配向層の機械強度が増大し、またその安定性が改善される。

- [0204] このような反応性配向層用塗工液を塗布する方法としては、スピンコート法、ロールコート法、プリント法、ディップコート法、カーテンコート法(ダイコート法)、キャストイング法、バーコート法、ブレードコート法、スプレーコート法、グラビアコート法、リバースコート法、押し出しコート法等が挙げられる。
- [0205] また、上記反応性配向層用塗工液を塗布した後は、溶媒を除去するのであるが、この溶媒の除去は、例えば、減圧除去もしくは加熱除去、さらにはこれらを組み合わせる方法等により行われる。
- [0206] 塗布された硬化性樹脂は、配向処理を行うことにより液晶層中の液晶物質に対する配向能を発現する。このような配向処理はラビング処理、電場の付与、磁場の付与、および光照射による方法等を挙げることができる。
- [0207] 上記硬化性樹脂として反応性液晶を用いる場合は、塗布された反応性液晶を、第1配向膜の作用により配向させて液晶規則性を有する状態とする。これは、通常N-I転移点以下で熱処理する方法等の方法により行われる。ここで、N-I転移点とは、液晶相から等方相へ転移する温度を示すものである。
- [0208] 上記未硬化反応性配向層の厚みは、1nm～1000nmの範囲内であることが好ましく、より好ましくは3nm～100nmの範囲内である。未硬化反応性配向層が上記範囲を超えて厚くなると平面性に優れた未硬化反応性配向層を形成することが困難とな

る可能性あるからである。また、上記範囲よりも薄いと液晶表示素子を形成した際に、上記スペーサー側基板と上記対向基板との接着力が低くなってしまう場合があるからである。

[0209] なお、本工程に用いられる硬化性樹脂およびその他の点については、上記「A-1 . 液晶表示素子 1. 反応性配向層」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0210] 2. 液晶表示素子用基板対形成工程

次に、本態様における液晶表示素子用基板対形成工程について説明する。本態様における液晶表示素子用基板対形成工程は、上記スペーサー側基板または上記対向基板の少なくとも一方に形成された未硬化反応性配向層を介して上記第1配向膜と上記第2配向膜とが向かい合うように上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接触させた後、上記硬化性樹脂を硬化することにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接着させて液晶表示素子用基板対を形成する工程である。

[0211] 本工程において、上記未硬化反応性配向層に含まれる硬化性樹脂を硬化する方法は、硬化性樹脂の性質に応じて決定すればよい。したがって、例えば上記硬化性樹脂として紫外線硬化樹脂を用いる場合は、上記硬化性樹脂を硬化できる波長の紫外線を照射することにより、上記硬化性樹脂を硬化することができる。また、上記硬化性樹脂として反応性液晶を用いる場合、このような硬化処理は、反応性液晶が液晶相となる温度条件で行ってもよく、また液晶相となる温度より低い温度で行ってもよい。一旦液晶相となった重合性液晶材料は、その後温度を低下させても、配向状態が急に乱れることはないからである。

[0212] また本工程においては、上述した硬化性樹脂を硬化して反応性配向層を形成する際に、上記スペーサー側基板および上記対向基板の少なくとも一方に形成された未硬化の樹脂からなるシール剤を同時に硬化させて、上記スペーサー側基板と上記対向基板との間にシール剤を形成しても良い。このように硬化処理により上記反応性配向層と上記シール剤を同時に形成することにより、本態様の製造方法を簡略化することができる。

[0213] 3. 液晶層形成工程

次に、本態様における液晶層形成工程について説明する。液晶層形成工程は上記液晶表示素子用基板対形成工程により形成された液晶表示素子用基板対のスペーサー側基板と対向基板との間に、液晶物質からなる液晶層を形成する工程である。

[0214] 本工程においては、上記液晶表示素子用基板対形成工程により形成された液晶表示素子用基板対のスペーサー側基板と対向基板との間に、液晶物質を注入した後、上記液晶物質を配向させることにより液晶層を形成することができる。本工程における液晶物質の注入方法としては、特に限定されるものではなく、一般に液晶セルの作製方法として用いられる方法を使用することができる。例えば、液晶物質を加温することにより等方性液体とした後にキャピラリー効果を利用して注入し、接着剤で封鎖する方法を用いることができる。注入された液晶物質は徐冷することにより、配向させることができる。

[0215] なお、上記液晶層形成用組成物に用いられる液晶物質およびその他の点については、上記「A-1. 液晶表示素子 5. その他」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0216] 4. その他

本態様に係る液晶表示素子の製造方法により得られる液晶表示素子の駆動方法および用途については、上記「A-1. 液晶表示素子」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0217] A-2-2. 第2態様

次に、本実施態様の液晶表示素子の製造方法の第2態様について説明する。本態様の液晶表示素子の製造方法は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を用いる液晶表示素子の製造方法であって、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上の少なくとも一方に未硬化の硬化性樹脂を含む未硬化反応性配向層を形成する未硬化反応性配向層形成工程と、上記未硬化反応性配向層

形成工程後、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上のいずれか一方に液晶物質を滴下する液晶滴下工程と、上記未硬化反応性配向層を介して上記第1配向膜と上記第2配向膜とが向かい合うように上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接触させた後、上記硬化性樹脂を硬化することにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接着させる基板接着工程と、を有することを特徴とするものである。

[0218] 本態様の液晶表示素子の製造方法について、図を参照しながら説明する。図6は本態様に係る液晶表示素子の製造方法の一例を工程図である。図6に示すように本態様の液晶表示素子の製造方法は、まず、第1基板1aと、上記第1基板1a上に形成された第1電極2aと、上記第1電極2a上に形成されたスペーサー4と、上記第1電極2aおよび上記スペーサー4上に形成された第1配向膜3aとを有するスペーサー側基板11、および、第2基板2aと、上記第2基板2a上に形成された第2電極2bと、上記第2電極2b上に形成された第2配向膜3bとを有する対向基板12を用意する(図6(a))。

次に、上記スペーサー側基板11の上記第1配向膜3a上に未硬化の硬化性樹脂からなる未硬化反応性配向層5'を形成する(未硬化反応性配向層形成工程:図6(b))。

次に、シリンジに液晶物質を入れたディスペンサーを用いて、未硬化反応性配向層5'上に液晶物質16を等方性液体の状態で滴下する(液晶滴下工程:図6(c))。この際、液晶物質16がスペーサー4で隔てられた領域内を流動して、スペーサー4で隔てられた領域内が液晶物質16で充填される。

次に、液晶物質16が滴下されたスペーサー側基板11と、対向基板12とを、未硬化反応性配向層5'を介して第1配向膜3aおよび第2配向膜3bが向かい合うように対向させ、スペーサー側基板11および対向基板12の間を十分減圧する。そして、減圧下でスペーサー側基板11および対向基板12を重ね合わせ、所定の圧力を加えてセルギャップを均一にする。さらに、常圧に戻すことで、スペーサー側基板11および対向基板12の間にさらに圧力を加える。そして、未硬化反応性配向層5'に含まれる未硬化の硬化性樹脂を硬化し、反応性配向層5とすることにより、スペーサー側基板11と対向基板12とを接着させる(基板接着工程:図6(d))。また、未硬化の硬化性

樹脂を硬化して反応性配向層5を形成する際に、未硬化の硬化性樹脂からなるシール剤を同時に硬化させて、スペーサー側基板11と対向基板12との間をシール剤7を形成してもよい。

その後、図示しないが、封入された液晶物質を配向させる。本態様は、以上の工程により液晶表示素子を製造するものである。

[0219] 本態様によれば、スペーサー側基板と対向基板とを反応性配向層を介して強固に固定することができるため、セルギャップの変動のない表示品質に優れた液晶表示素子を製造することができる。

[0220] 以下、本態様の液晶表示素子の製造方法について詳細に説明する。なお、未硬化反応性配向層形成工程については、上記「A-2-1. 第1態様」と同様であるので、ここでの説明は省略する。

[0221] 1. 液晶滴下工程

本態様における液晶滴下工程は、未硬化反応性配向層形成工程後、第1配向膜上または第2配向膜上のいずれか一方に液晶物質を滴下する工程である。

[0222] 液晶物質を滴下する際には、液晶物質を等方相になる温度まで加温してもよい。またこの際、液晶物質が滴下される基板を、あらかじめ加熱しておいてもよい。

[0223] 液晶物質の滴下方法としては、封入可能な所定量を滴下することができる方法であれば特に限定されるものではない。例えば、間欠的に滴下する方法であってもよく、連続的に滴下する方法であってもよい。

[0224] また、液晶物質が滴下される基板は、スペーサー側基板であってもよく、対向基板であってもよい。例えば、スペーサー側基板の第1配向膜上にのみ未硬化反応性配向層が形成されている場合、液晶物質は、スペーサー側基板の未硬化反応性配向層上に滴下してもよく、対向基板の第2配向膜上に滴下してもよい。また例えば、対向基板の第2配向膜上にのみ未硬化反応性配向層が形成されている場合、液晶物質は、スペーサー側基板の第1配向膜上に滴下してもよく、対向基板の未硬化反応性配向層上に滴下してもよい。さらに例えば、スペーサー側基板の第1配向膜上および対向基板の第2配向膜上のいずれにも未硬化反応性配向層が形成されている場合、液晶物質は、スペーサー側基板の未硬化反応性配向層上に滴下してもよく、対

向基板の未硬化反応性配向層上に滴下してもよい。中でも、スペーサー側基板および対向基板の位置合わせが容易であることから、スペーサー側基板上に液晶物質を滴下することが好ましい。

[0225] 2. 基板接着工程

本態様における基板接着工程は、未硬化反応性配向層を介して第1配向膜と第2配向膜とが向かい合うようにスペーサー側基板と対向基板とを接触させた後、硬化性樹脂を硬化することにより、スペーサー側基板と対向基板とを接着させる工程である。

[0226] スペーサー側基板と対向基板とを対向させる際には、チャンバー内を排気して、スペーサー側基板および対向基板間を十分に減圧することが好ましい。これにより、液晶セル内に空隙が残るのを防ぐことができる。

[0227] また、スペーサー側基板および対向基板を対向させた後は、減圧下でスペーサー側基板および対向基板を接触させ、セルギャップが均一になるように一定の圧力を加えることが好ましい。そして、チャンバー内を常圧に戻すことにより、スペーサー側基板および対向基板間にさらに圧力を加えることが好ましい。これにより、セルギャップをより均一にすることができるからである。

[0228] なお、未硬化反応性配向層の硬化性樹脂を硬化する方法等については、上記「A-2-1. 第1態様」の液晶表示素子用基板対形成工程に記載したものと同様であるので、ここでの説明は省略する。

[0229] B. 第2実施態様

B-1. 液晶表示素子

次に、本発明の第2実施態様の液晶表示素子について説明する。本実施態様の液晶表示素子は反応性液晶を固定化してなる反応性液晶層の構成により、さらに2態様に大別される。

以下、本実施態様の液晶表示素子について、さらに各態様に分けて詳細に説明する。

[0230] B-1-1. 第1の態様

まず、本実施態様の液晶表示素子の第1の態様について説明する。本態様の液晶

表示素子は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を、上記第1配向膜と、上記第2配向膜とが向かい合うように配置し、上記スペーサー側基板および上記対向基板間に強誘電性液晶からなる液晶層を挟持してなる液晶表示素子であって、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上のいずれか一方に、反応性液晶を固定化してなる反応性液晶層が形成されており、かつ、上記スペーサー側基板と上記対向基板とが、上記反応性液晶層を介して接着されていることを特徴とするものである。

[0231] 次に、本態様の液晶表示素子について図を参照しながら説明する。図7(a)は本態様の液晶表示素子の一例を示す概略断面図である。図7(a)に示すように本態様の液晶表示素子30aは、第1基板31aと、上記第1基板31a上に形成された第1電極32aと、上記第1電極32a上に形成されたスペーサー34と、上記第1電極32aおよび上記スペーサー34上に形成された第1配向膜33aと、上記第1配向膜33a上に形成され、反応性液晶を固定化してなる反応性液晶層35とを有するスペーサー側基板31、および、第2基板31bと、上記第2基板31b上に形成された第2電極32bと、上記第2電極32b上に形成された第2配向膜33bとを有する対向基板32が、上記反応性液晶層35と、上記第2配向膜33bとが接着するように配置されており、上記スペーサー側基板31および上記対向基板32間に強誘電性液晶からなる液晶層36を挟持してなるものである。図7(a)に例示するように、本態様の液晶表示素子は、強誘電性液晶の漏洩を防止するシール剤37、および偏光板38a、38bを有していてもよい。

[0232] 本態様の液晶表示素子は、上記スペーサー側基板または上記対向基板のいずれか一方が反応性液晶を固定化した反応性液晶層を有し、当該反応性液晶層を介して上記スペーサー側基板と上記対向基板が接着されていることにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを均一なセルギャップで強固に固定することができる。したがって、本態様によれば、外力によってセルギャップの変動が生じることのない、表示品質に優れた液晶表示素子を得ることができる。

[0233] また本態様における反応性液晶層は、上記スペーサー側基板の第1配向上、または上記対向基板の第2配向膜上に形成されることから、反応性液晶層を構成する反応性液晶は、上記第1配向膜または上記第2配向膜の作用より、規則的に配列することが可能になる。このように反応性液晶が規則的に配列した状態で反応性液晶を固定化することにより、上記反応性液晶層は強誘電性液晶を配向させるための配向膜として機能することができる。また、上記反応性液晶は、強誘電性液晶と構造が比較的類似していることから、強誘電性液晶との相互作用が強くなる。したがって、本態様の液晶表示素子は、上記反応性液晶層を有することにより、配向膜のみを用いた場合よりも効果的に強誘電性液晶の配向を制御することができる。

[0234] さらに、本態様の液晶表示素子は、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上のいずれか一方に上記反応性液晶層を有することにより、液晶層を構成する強誘電性液晶を単安定化することが容易になるため、ジグザグ欠陥、ヘアピン欠陥やダブルドメイン等の配向欠陥の発生を抑制し、強誘電性液晶を用いて単安定性の動作モードを実現することができる。上記反応性液晶層を有することにより、強誘電性液晶を単安定化できる機構は明らかではないが、次のような機構によるものと考えられる。すなわち、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上のいずれか一方に反応性液晶層が形成されていることにより、強誘電性液晶に対する配向能を有し、互いに組成の異なる配向膜により上記液晶層が挟持されることになる。このため液晶層の上下において、強誘電性液晶と配向膜との相互作用に差異が生じるため、強誘電性液晶の分極方向が一方向に揃い、単安定化するものと考えられる。

[0235] 以下、本態様の液晶表示素子の各構成について詳細に説明する。

[0236] 1. 反応性液晶層

まず、本態様の液晶表示素子が有する反応性液晶層について説明する。本態様の液晶表示素子が有する反応性液晶層は、上記スペーサー側基板の第1配向膜と上記対向基板の第2配向膜とのいずれか一方に形成され、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接着する機能を有するものである。また、反応性液晶は、第1配向膜または第2配向膜の作用により配向することができるため、例えば紫外線を照射して反応性液晶を重合させ、その配向状態を固定化することにより、強誘電性液晶を

配向させるための配向膜として機能することができる。また、反応性液晶は固定化されているため、温度等の影響を受けないという利点を有する。さらに、反応性液晶は、強誘電性液晶と構造が比較的類似しており、強誘電性液晶との相互作用が強くなるため、配向膜のみを用いた場合よりも効果的に強誘電性液晶の配向を制御することができる。

以下、本態様に用いられる反応性液晶層について説明する。

[0237] (1) 反応性液晶

上記反応性液晶層に用いられる反応性液晶は、上記スペーサー側基板と上記対向基板とに対して密着性を示し、かつ、規則的に配列することによって上記液晶層を構成する強誘電性液晶に対して配向能を示すものであれば特に限定されない。

ここで、本態様に用いられる反応性液晶は、上記「A-1. 液晶表示素子 1. 反応性配向層」の項において記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0238] (2) 反応性液晶層

本態様の液晶表示素子が有する反応性液晶層は、上記スペーサー側基板の第1配向膜上または上記対向基板の第2配向膜上のいずれか一方に形成されていれば良い。このように反応性液晶層が、上記スペーサー側基板の第1配向膜上または上記対向基板の第2配向膜上の少なくとも一方に形成されている場合の各態様について図を参照しながら具体的に説明する。図7(a)は上述したように、反応性液晶層35が上記スペーサー側基板31の第1配向膜33a上に形成されている態様である。本態様における反応性液晶層の態様としては上記態様の他に、図7(b)に示すように、反応性液晶層35が上記対向基板32の第2配向膜33b上に形成されている態様を挙げることができる。

本態様における反応性液晶層は、スペーサー側基板の第1配向膜上に形成された態様、または、対向基板の第2配向膜上に形成された態様のいずれの態様であっても良い。なかでも本態様における反応性液晶層は対向基板の第2配向膜上に形成された態様が好ましい。反応性液晶層をスペーサー側基板上に形成する場合、スペーサーの存在により反応性液晶層の膜厚が不均一になったり、また、硬化性樹脂の効果ムラが発生する恐れがあるが、対向基板上であればこのような問題がないからであ

る。

[0239] 上記反応性液晶層の厚みは、1nm～1000nmの範囲内であることが好ましく、より好ましくは3nm～100nmの範囲内である。反応性液晶層が上記範囲を超えて厚くなると必要以上の異方性が生じてしまう場合があるからである。また上記範囲より薄いと上記スペーサー側基板と上記対向基板との接着力が不十分になってしまう場合があるからである。

[0240] また本態様においては、上記反応性液晶層の厚みは均一であっても良く、また均一でなくても良い。例えば、図8に示すように反応性液晶層がスペーサー側基板の第1配向膜上に形成されている場合、スペーサー34上に形成されている部位Aと、2つのスペーサー34の間に形成されている部位Bと、スペーサー34の壁部に形成されている部位Cとにおける反応性液晶層の厚みは、上記範囲内であればすべて同一であっても互いに異なっても良い。

[0241] (3)その他

本態様における反応性液晶層は、スペーサー側基板と対向基板とを接着する機能を有するが、ここでいう接着とはスペーサー側基板と対向基板とが接触して離れないことをいい、より具体的には互いに自重では離れない程度の接着力を有して接触していることを意味する。

[0242] 2. スペーサー側基板

次に、本態様に用いられるスペーサー側基板について説明する。本態様に用いられるスペーサー側基板は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するものである。また、本態様のスペーサー側基板は上記第1配向膜上に上述した反応性液晶層を有している場合もある。

[0243] ここで、本態様に用いられるスペーサー側基板におけるスペーサー、第1基板、第1電極、および、第1配向膜については、上記「A-1. 液晶表示素子 2. スペーサー側基板」の項において記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

また、上記スペーサー側基板に用いられる反応性液晶層については、上記「1. 反応性液晶層」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0244] 3. 対向基板

次に、本態様に用いられる対向基板について説明する。本態様における対向基板は、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有するものである。また、本態様の対向基板は上記第1配向膜上に上述した反応性液晶層を有している場合もある。

ここで、上記対向基板に用いられる第2基板、第2電極、および第2配向膜は、上記「2. スペーサー側基板」の項に記載した、第1基板、第1電極および第1配向膜と同様であるため、ここでの説明は省略する。また、対向基板に用いられる反応性液晶層については、上記「1. 反応性液晶層」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0245] 4. 液晶層

本態様に用いられる液晶層は、強誘電性液晶を上記スペーサー側基板と上記対向基板とにより挟持させることにより構成されている。本態様に用いられる強誘電性液晶は、カイラルスメクチックC相 (SmC^*) を発現するものであれば特に限定されるものではない。強誘電性液晶の相系列としては、例えばネマチック相 (N) - コレステリック相 (Ch) - カイラルスメクチックC相 (SmC^*) と相変化するもの、ネマチック相 (N) - カイラルスメクチックC相 (SmC^*) と相変化するもの、ネマチック相 (N) - スメクチックA相 (SmA) - カイラルスメクチックC相 (SmC^*) と相変化するもの、ネマチック相 (N) - コレステリック相 (Ch) - スメクチックA相 (SmA) - カイラルスメクチックC相 (SmC^*) と相変化するもの、などを挙げることができる。

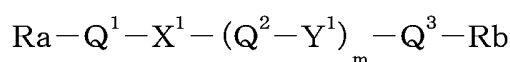
[0246] 一般に、図14下段に例示するようなSmA相を経由する相系列を有する強誘電性液晶は、相変化の過程において、スメクチック層の層間隔が縮まり、その体積変化を補償するためにスメクチック層が曲がったシェブロン構造を有し、この曲げの方向によって液晶分子の長軸方向が異なるドメインが形成され、その境界面にジグザグ欠陥やヘアピン欠陥と呼ばれる配向欠陥が発生しやすい。また一般に、図14上段に例示するようなSmA相を経由しない相系列を有する強誘電性液晶は、層法線方向の異なる二つの領域(ダブルドメイン)が発生しやすい。本態様においては、このような配向欠陥を生じさせることなく、強誘電性液晶のモノドメイン配向を得ることができるので

ある。

- [0247] 本態様の液晶表示素子をフィールドシーケンシャルカラー方式により駆動させる場合には、単安定性を示す液晶材料を用いることが好ましい。単安定性を示す液晶材料を用いることにより、薄膜トランジスタ(TFT)を用いたアクティブマトリックス方式による駆動が可能になり、また、電圧変調により階調制御が可能になり、高精細で高品位の表示を実現することができるからである。
- [0248] ここで「単安定性を示す」とは、電圧非印加時の強誘電性液晶の状態がひとつの状態安定化している状態をいう。具体的に説明すると、図16に示すように、液晶分子50は層法線 z に対しチルト角 $\pm \theta$ だけ傾く二つの安定状態を有し、この二つの安定状態間をコーン上に動作することができるが、電圧非印加時に液晶分子50が上記コーン上のいずれかひとつの状態安定化している状態をいう。
- [0249] 単安定性を示す液晶材料の中でも、例えば図13左下に示すような、正負いずれかの電圧を印加したときにのみ液晶分子が動作する、half-V shaped switching(以下、HV字型スイッチングと称する。)特性を示すものが特に好ましい。このようなHV字型スイッチング特性を示す強誘電性液晶を用いると、白黒シャッターとしての開口時間を十分に長くとることができ、これにより時間的に切り替えられる各色をより明るく表示することができ、明るいカラー表示の液晶表示素子を実現することができるからである。
- ここで「HV字型スイッチング特性」とは、印加電圧に対する光透過率が非対称な電気光学特性をいう。
- [0250] このような強誘電性液晶としては、一般に知られる液晶材料の中から要求特性に応じて種々選択することができる。
- [0251] SmA相を経由しない液晶材料としては、Ch相からSmA相を経由しないでSmC^{*}相を発現するものが好ましい。このような液晶材料は、HV字型スイッチング特性を示すものとして好適である。具体的には、AZエレクトロニックマテリアルズ社製「R2301」が挙げられる。
- [0252] また、SmA相を経由する液晶材料としては、材料選択の幅が広いことから、Ch相からSmA相を経由してSmC^{*}相を発現するものが好ましい。この場合、SmC^{*}相を

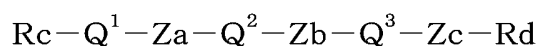
示す単一の液晶材料を用いることもできるが、低粘度でSmC相を示しやすいノンカイラルな液晶(以下、ホスト液晶とする場合がある。)に、それ自身ではSmC相を示さないが大きな自発分極と適当な螺旋ピッチを誘起する光学活性物質を少量添加することにより、上記のような相系列を示す液晶材料が、低粘度であり、より速い応答性を実現できることから好ましい。

- [0253] 上記ホスト液晶としては、広い温度範囲でSmC相を示す材料であることが好ましく、一般に強誘電性液晶のホスト液晶として知られているものであれば特に限定されることなく使用することができる。例えば、下記一般式:



(式中、RaおよびRbはそれぞれ、直鎖状もしくは分岐状のアルキル基、アルコキシ基、アルコキシカルボニル基、アルカノイルオキシ基またはアルコキシカルボニルオキシ基であり、 Q^1 、 Q^2 および Q^3 はそれぞれ、1,4-フェニレン基、1,4-シクロヘキシレン基、ピリジン-2,5-ジイル基、ピラジン-2,5-ジイル基、ピリダジン-3,6-ジイル基、1,3-ジオキサソ-2,5-ジイル基であり、これらの基はハロゲン原子、水酸基、シアノ基等の置換基を有していてもよく、 X^1 および Y^1 はそれぞれ、 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ または単結合であり、mは0または1である。)で表される化合物を使用することができる。ホスト液晶としては、上記化合物を1種単独でも2種以上を組み合わせて用いることもできる。

- [0254] 上記ホスト液晶に添加する光学活性物質としては、自発分極が大きく、適当な螺旋ピッチを誘起する能力を持った材料であれば特に限定されるものではなく、一般にSmC相を示す液晶組成物に添加する材料として知られるものを使用することができる。特に少量の添加量で大きな自発分極を誘起できる材料であることが好ましい。このような光学活性物質としては、例えば、下記一般式:



(式中、Rd、 Q^1 、 Q^2 、 Q^3 は上記一般式と同じ意味を表し、ZaおよびZbは $-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $-\text{CH}=\text{N}-$ 、 $-\text{N}=\text{N}-$ 、 $-\text{N}(\rightarrow\text{O})=\text{N}-$ 、 $-\text{C}(=\text{O})\text{S}-$ または単結合であり、Rcは不斉炭素原子を有していてもよい直鎖状もしくは分岐状のアルキル基、アルコキシ基、アルコ

キシカルボニル基、アルカノイルオキシ基またはアルコキシカルボニルオキシ基であり、Rdは不斉炭素原子を有する直鎖状もしくは分岐状のアルキル基、アルコキシ基、アルコキシカルボニル基、アルカノイルオキシ基またはアルコキシカルボニルオキシ基であり、RcおよびRdはハロゲン原子、シアノ基、水酸基で置換されていてもよい。)で表される化合物を使用することができる。光学活性物質としては、上記化合物を1種単独でも2種以上を組み合わせて用いることもできる。

[0255] SmA相を経由する強誘電性液晶として、具体的には、AZエレクトロニックマテリアルズ社製「FELIXM4851-100」などが挙げられる。

[0256] 上記強誘電性液晶は、液晶層において単安定化されていることが好ましい。液晶層中において上記強誘電性液晶が単安定化されていることによって電圧変化により液晶のダイレクタを連続的に変化させて透過光度をアナログ変調できるようになり、階調表示が可能となるからである。

[0257] 上記液晶層の厚みは、 $1\mu\text{m}$ ～ $5\mu\text{m}$ の範囲内であるのが好ましく、より好ましくは $1.2\mu\text{m}$ ～ $2\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは $1.2\mu\text{m}$ ～ $1.5\mu\text{m}$ の範囲内である。液晶層の厚みが薄すぎるとコントラストが低下するおそれがあり、逆に液晶層の厚みが厚すぎると強誘電性液晶が配向しにくくなる可能性があるからである。

[0258] 5. その他

本態様における液晶表示素子は上記スペーサー側基板、対向基板および液晶層以外に他の構成を有していてもよい。このような他の構成としては、上記「A-1. 液晶表示素子」の項において説明したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0259] 本態様の液晶表示装置の駆動方法は、薄膜トランジスタ(TFT)を用いたアクティブマトリックス方式であることが好ましい。TFT素子を用いたアクティブマトリックス方式を採用することにより、目的の画素を確実に点灯、消灯できるため高品質なディスプレイが可能となるからである。

ここで、上記アクティブマトリックス方式の具体例については、上記図4に示すようなものを挙げることができる。

[0260] 本態様の液晶表示素子を上記TFT素子を用いたアクティブマトリックス方式により

駆動する場合においては、上記スペーサー側基板を上記TFT基板とし、上記対向基板を上記共通電極基板としても良く、また上記対向基板を上記TFT基板とし、上記スペーサー側基板を上記共通電極基板としても良い。

[0261] 本態様の液晶表示素子は、カラーフィルタ方式またはフィールドシーケンシャルカラー方式を採用することによりカラー表示が可能な液晶表示素子とすることができる。例えば図4に示す液晶表示素子において、TFT基板側または共通電極基板側にマイクロカラーフィルタを配置することにより、カラー表示が可能である。

[0262] 本態様の液晶表示素子は、特にフィールドシーケンシャルカラー方式により駆動させることが好ましい。フィールドシーケンシャルカラー方式は、1画素を時間分割するものであり、良好な動画表示特性を得るためには高速応答性を必要とする。本態様においては、強誘電性液晶の高速応答性を利用することにより、マイクロカラーフィルタを用いることなく、LED光源と組み合わせることによってカラー表示が可能になる。また、配向欠陥を生じることなく強誘電性液晶を配向させることができるので、視野角が広く、高速応答性を有し、高精細なカラー表示を実現することができる。また、フィールドシーケンシャルカラー方式によれば上記共通電極基板側にブラックマトリクスを形成する必要がなくなるため、後述する本態様の液晶表示素子の製造方法において、反応性液晶層を形成することが容易になるため、生産性の面において利点を有するからである。

[0263] 本態様の液晶表示素子をフィールドシーケンシャルカラー方式により駆動させる場合、強誘電性液晶としては、コレステリック相からスメクチックA相を経由しないでカイラルスメクチックC相を発現し、単安定性を示す液晶材料を用いることが好ましい。このような液晶材料は、上述したようにHV字型スイッチング特性を示すものであり、白黒シャッターとしての開口時間を十分に長くとることができる。それにより時間的に切り替えられる各色をより明るく表示することができ、明るいフルカラーの液晶表示素子を実現することができる。

[0264] 上記強誘電性液晶が単安定性を示す場合、本態様の液晶表示素子は、基本的にはTFTを用いたアクティブマトリクス方式により駆動させるが、セグメント方式による駆動も可能である。

[0265] 本態様の液晶表示素子の製造方法は、上述した内容の各構成を製造できる方法であれば、特に限定されないが、例えば、「B-2. 液晶表示素子の製造方法」の項において説明する製造方法により製造することができる。

[0266] B-1-2. 第2の態様

次に、本実施態様の液晶表示素子の第2の態様について説明する。本態様の液晶表示素子は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜と、上記第1配向膜上に形成され、反応性液晶を固定化してなる第1反応性液晶層とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜と、上記第2配向膜上に形成され、反応性液晶を固定化してなる第2反応性液晶層とを有する対向基板が、上記第1反応性液晶層と、上記第2反応性液晶層とが向かい合うように接着されており、かつ、上記スペーサー側基板および上記対向基板間に強誘電性液晶からなる液晶層を挟持してなる液晶表示素子であって、

上記第1反応性液晶層を構成する反応性液晶と、上記第2反応性液晶層を構成する反応性液晶とが、異なる組成であることを特徴とするものである。

[0267] 次に、本態様の液晶表示素子について図を参照しながら説明する。図7(c)は本態様の液晶表示素子の一例を示す概略断面図である。図7(c)に示すように本態様の液晶表示素子30bは、第1基板31aと、上記第1基板31a上に形成された第1電極32aと、上記第1電極32a上に形成されたスペーサー34と、上記第1電極32aおよび上記スペーサー34上に形成された第1配向膜33aと、上記第1配向膜33a上に形成され、反応性液晶を固定化してなる第1反応性液晶層35aとを有するスペーサー側基板31'、および、第2基板31bと、上記第2基板31b上に形成された第2電極32bと、上記第2電極32b上に形成された第2配向膜33bと、上記第2配向膜33b上に形成され、反応性液晶を固定化してなる第2反応性液晶層35bとを有する対向基板32'が、上記第1反応性液晶層35aと、上記第2反応性液晶層35bとが向かい合うように接着されており、かつ、上記スペーサー側基板31'および上記対向基板間32'に強誘電性液晶からなる液晶層36を挟持してなる液晶表示素子であって、上記第1反応

性液晶層35aを構成する反応性液晶と、上記第2反応性液晶層35bを構成する反応性液晶とが、異なる組成であることを特徴とするものである。また、図7(c)に例示するように、本態様の液晶表示素子は、強誘電性液晶の漏洩を防止するシール剤37、および偏光板38a、38bを有していてもよい。

[0268] 本態様の液晶表示素子は、上記第1反応性液晶層および上記第2反応性液晶層を介して上記スペーサー側基板と上記対向基板とが接着されていることにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを均一なセルギャップで強固に固定することができる。したがって、本態様によれば、外力によってセルギャップの変動が生じることのない、表示品質に優れた液晶表示素子を得ることができる。

[0269] また、本態様の液晶表示素子は、上記スペーサー側基板および上記対向基板が反応性液晶層を有することにより、上記スペーサー側基板および上記対向基板が配向膜のみを有する場合よりも効果的に強誘電性液晶の配向を制御することができる。また、上記第1配向膜上に形成された第1反応性液晶層を構成する反応性液晶と、上記第2配向膜上に形成された第2反応性液晶層を構成する反応性液晶とが、異なる組成であることにより、ジグザグ欠陥、ヘアピン欠陥やダブルドメイン等の配向欠陥の発生を抑制し、強誘電性液晶を用いて単安定性の動作モードを実現することができる。

[0270] 以下、本態様の液晶表示素子の各構成について説明する。

[0271] 1. スペーサー側基板

本態様の液晶表示素子に用いられるスペーサー側基板は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜と、上記第1配向膜上に形成され、反応性液晶を固定化してなる第1反応性液晶層とを有するものである。なお、上記第1基板、上記第1電極、上記スペーサー、および上記第1配向膜については、上記「B-1-1. 第1の態様 2. スペーサー側基板」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0272] 上記第1反応性液晶層を構成する反応性液晶は、後述する第2反応性液晶を構成する反応性液晶と異なる組成のものであれば特に限定されない。第1反応性液晶層

を構成する反応性液晶およびその他の第1反応性液晶層に関する事項については、上記「B-1-1. 第1の態様 1. 反応性液晶層」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0273] 2. 対向基板

本態様の液晶表示素子に用いられる対向基板は、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜と、上記第2配向膜上に形成され、反応性液晶を固定化してなる第2反応性液晶層とを有するものである。なお、上記第2基板、上記第2電極、および上記第2配向膜については、上記「B-1-1. 第1の態様 3. 対向基板」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0274] 上記第2反応性液晶層を構成する反応性液晶は、上述した第1反応性液晶を構成する反応性液晶と異なる組成のものであれば特に限定されない。第2反応性液晶層を構成する反応性液晶およびその他の第2反応性液晶層に関する事項については、上記「B-1-1. 第1の態様 1. 反応性液晶層」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0275] 3. 液晶層

本態様の液晶表示素子に用いられる液晶層については、上記「B-1-1. 第1の態様 4. 液晶層」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0276] 4. その他

本態様の液晶表示素子に関するその他の事項については、上記「B-1-1. 第1の態様 5. その他」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0277] B-2. 液晶表示素子の製造方法

次に、本発明の第2実施態様の液晶表示素子の製造方法について説明する。本実施態様の液晶表示素子の製造方法は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配

向膜とを有する対向基板を用いる液晶表示素子の製造方法である。

[0278] 本実施態様の液晶表示素子の製造方法は、未硬化反応性液晶層形成工程の態様、および、液晶層の形成方法により4態様に大別することができる。

以下、各態様に分けて本実施態様の液晶表示素子の製造方法について説明する。

[0279] B-2-1. 第1態様

まず、本実施態様の液晶表示素子の製造方法の第1態様について説明する。本態様の液晶表示素子の製造方法は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を用いる液晶表示素子の製造方法であって、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上のいずれか一方に反応性液晶を含む未硬化反応性液晶層を形成する未硬化反応性液晶層形成工程と、上記未硬化反応性液晶層形成工程により形成された未硬化反応性液晶層を介して上記第1配向膜と上記第2配向膜とが向かい合うように上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接触させた後、上記反応性液晶を固定化することにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接着させて液晶表示素子用基板対を形成する液晶表示素子用基板対形成工程と、上記液晶表示素子用基板対形成工程により形成された液晶表示素子用基板対のスペーサー側基板と対向基板との間に、強誘電性液晶からなる液晶層を形成する液晶層形成工程と、を有することを特徴とするものである。

[0280] 次に、本態様の液晶表示素子の製造方法について図を参照しながら説明する。図9は、本態様の製造方法の一例を示す工程図である。図9に示すように本態様の製造方法は、まず、第1基板31aと、上記第1基板31a上に形成された第1電極32aと、上記第1電極32a上に形成されたスペーサー34と、上記第1電極32aおよび上記スペーサー34上に形成された第1配向膜33aとを有するスペーサー側基板31、および、第2基板31bと、上記第2基板31b上に形成された第2電極32bと、上記第2電極32b上に形成された第2配向膜33bとを有する対向基板32を用意する(図9(a))。

次に、上記スペーサー側基板31の上記第1配向膜33a上に反応性液晶を含む未硬化反応性液晶層35'を形成する(未硬化反応性液晶層形成工程:図9(b))。

次に、上記未硬化反応性液晶層35'を介して上記第1配向膜33aと上記第2配向膜33bとが向かい合うように上記スペーサー側基板31'と上記対向基板32とを接触させた後、紫外線照射等によって上記反応性液晶を固定化することにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接着させて液晶表示素子用基板対40'を形成する(液晶表示素子用基板対形成工程:図9(c))。

次に、上記液晶表示素子用基板対40'のスペーサー側基板31と対向基板32との間に、強誘電性液晶からなる液晶層を注入した後、シール剤37により封止することにより液晶層36を形成する(液晶層形成工程:図9(d))。本態様は、以上の工程により液晶表示素子を製造ものである。

[0281] 本態様によれば、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを反応性液晶層を介して強固に固定することができるため、セルギャップの変動のない表示品質に優れた液晶表示素子を製造することができる。

[0282] また本態様により製造される液晶表示素子は、上記第1配向膜または上記第2配向膜のいずれか一方に反応性液晶層を有することにより、強誘電性液晶のジグザグ欠陥、ヘアピン欠陥やダブルドメイン等の配向欠陥の発生を抑制し、強誘電性液晶を用いて単安定性の動作モードを実現することができる液晶表示素子を得ることができる。

以下、本態様の液晶表示素子の製造方法について詳細に説明する。

[0283] 1. 未硬化反応性液晶層形成工程

まず、本態様における未硬化反応性液晶層形成工程について説明する。本態様における未硬化反応性液晶層形成工程は、上記スペーサー側基板の第1配向膜上または、上記対向基板の第2配向膜上のいずれか一方に、反応性液晶を含む未硬化反応性液晶層を形成する工程である。

なお、本工程により形成される未硬化反応性液晶層は、後述する液晶表示素子用基板対形成工程において上記反応性液晶が固定化されることにより、反応性液晶層となるものである。

以下、本態様における未硬化反応性液晶層形成工程について説明する。

[0284] (1) スペーサー側基板工程

本態様の液晶表示素子の製造方法に用いるスペーサー側基板を形成するスペーサー側基板形成工程について説明する。スペーサー側基板形成工程は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板を形成する工程である。通常このようなスペーサー側基板形成工程は、第1基板上に第1電極を形成する第1電極形成工程と、上記第1電極形成工程により形成された第1電極上にスペーサーを形成するスペーサー形成工程と、上記スペーサー形成工程の後、第1電極上とスペーサー上に第1配向膜を形成する第1配向膜形成工程とからなる。

[0285] i) 第1電極形成工程

まず、第1電極形成工程について説明する。第1電極形成工程は第1基板上に第1電極層を形成する工程である。

[0286] a. 第1基板

第1基板形成工程に用いられる第1基板については、上記「B-1-1. 第1の態様 2. スペーサー側基板」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0287] b. 第1電極の形成方法

上記第1基板上に第1電極を形成する方法としては、厚みが均一な第1電極を形成できる方法であれば特に限定されるものではない。このような第1電極の形成方法としては、上記「A-2. 液晶表示素子の製造方法」の項において説明した方法と同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0288] なお、第1電極のその他の点については、上記「B-1-1. 第1の態様 2. スペーサー側基板」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0289] ii) スペーサー形成工程

次に、スペーサー形成工程について説明する。スペーサー形成工程は上記第1電極形成工程より形成された第1電極上にスペーサーを形成する工程である。

[0290] 第1電極上へのスペーサーの形成方法としては、所定の位置に所望の形状のスペーサーを精度良く形成することが可能な方法であれば特に限定されるものではなく、一般的なパターニング法を適用することができる。このようなパターニング法としては、上記「A-2. 液晶表示素子の製造方法」の項において説明した方法と同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0291] また、スペーサーのその他の点については、上記「B-1-1. 第1の態様 2. スペーサー側基板」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0292] iii)第1配向膜形成工程

次に、第1配向膜形成工程について説明する。第1配向膜形成工程は上記第1電極形成工程およびスペーサー形成工程により形成された、第1電極およびスペーサー上に第1配向膜を形成する工程である。第1配向膜形成工程においては、ラビング配向膜を形成してもよく、光配向膜を形成してもよい。

ここで、本工程において上記光配向膜およびラビング配向膜を形成する方法については、上記「A-2. 液晶表示素子の製造方法」の項において説明した方法と同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0293] また、第1配向膜の構成材料およびその他の点については、上記「B-1-1. 第1の態様 2. スペーサー側基板」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0294] (2)対向基板形成工程

次に、本態様の液晶表示素子の製造方法に用いる対向基板を形成する対向基板形成工程について説明する。対向基板形成工程は、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を形成する工程である。通常このような対向基板形成工程は、第2基板上に第2電極を形成する第2電極形成工程と、上記第2電極形成工程により形成された第2電極上に第2配向膜を形成する第2配向膜形成工程とからなる。

[0295] i)第2電極形成工程

第2電極形成工程は、第2基板上に第2電極を形成する工程である。第2電極形成工程における第2電極の形成方法は、上述した「1. スペーサー側基板形成工程 i)

第1電極形成工程」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0296] また、第2電極形成工程に用いる第2基板、第2電極の構成材料および第2電極に関するその他の点については、上記「B-1-1. 第1の態様 3. 対向基板」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0297] ii)第2配向膜形成工程

第2配向膜形成工程は、上記第2電極形成工程により形成された第2電極上に第2配向膜を形成する工程である。第2配向膜形成工程における第2配向膜の形成方法については、上記「1. スペーサー側基板形成工程 iii)第1配向膜形成工程」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0298] また、第2配向膜の構成材料およびその他の点については、上記「B-1-1. 第1の態様 3. 対向基板」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0299] (3)未硬化反応性液晶層の形成方法

本工程において、未硬化反応性液晶層形成する方法については、上記「A-2. 液晶表示素子の製造方法」の項において説明した方法と同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0300] 2. 液晶表示素子用基板対形成工程

次に本態様における液晶表示素子用基板対形成工程について説明する。本態様における液晶表示素子用基板対形成工程は、上記スペーサー側基板または上記対向基板のいずれか一方に形成された未硬化反応性液晶層を介して上記第1配向膜と上記第2配向膜とが向かい合うように上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接触させた後、上記未硬化反応性液晶層に含まれる反応性液晶を固定化することにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接着させて液晶表示素子用基板対を形成する工程である。

[0301] 本工程において、上記未硬化反応性液晶層中に含まれる反応性液晶を固定化させる方法としては、反応性液晶を固定化することができ、かつ反応性液晶の固定化に伴って上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接着できる方法であれば特に

限定されない。通常、反応性液晶は重合性液晶材料を有するものであるため、このような方法としては重合性液晶材料の重合を活性化する活性放射線を照射する方法を好適に用いることができる。なお、ここでいう活性放射線とは、重合性液晶材料に対して重合を起こさせる能力がある放射線をいう。

[0302] このような活性放射線としては、重合性液晶材料を重合させることが可能な放射線であれば特に限定されるものではないが、通常は装置の容易性等の観点から紫外光または可視光線が使用され、波長が150～500nm、好ましくは250～450nm、さらに好ましくは300～400nmの照射光が用いられる。

[0303] 本態様においては、光重合開始剤が紫外線でラジカルを発生し、重合性液晶材料がラジカル重合するような重合性液晶材料に対して、紫外線を活性放射線として照射する方法が好ましい方法であるといえる。活性放射線として紫外線を用いる方法は、既に確立された技術であることから、用いる光重合開始剤を含めて、本態様への応用が容易であるからである。

[0304] この照射光の光源としては、低圧水銀ランプ(殺菌ランプ、蛍光ケミカルランプ、ブラックライト)、高圧放電ランプ(高圧水銀ランプ、メタルハライドランプ)、ショートアーク放電ランプ(超高圧水銀ランプ、キセノンランプ、水銀キセノンランプ)などが例示できる。なかでもメタルハライドランプ、キセノンランプ、高圧水銀ランプ等の使用が推奨される。また、照射強度は、反応性液晶の組成や光重合開始剤の多寡によって適宜調整されて照射される。

[0305] このような活性照射線の照射は、上記重合性液晶材料が液晶相となる温度条件で行ってもよく、また液晶相となる温度より低い温度で行ってもよい。一旦液晶相となった重合性液晶材料は、その後温度を低下させても、配向状態が急に乱れることはないからである。

[0306] また、重合性液晶材料の配向状態を固定化する方法としては、上記の活性放射線を照射する方法以外にも、加熱して重合性液晶材料を重合させる方法も用いることができる。この場合に用いられる反応性液晶としては、反応性液晶のN-I転移点以下で、反応性液晶に含有される重合性液晶モノマーが熱重合するものであることが好ましい。

[0307] また本工程においては、上述した反応性液晶を固定化して反応性液晶層を形成する際に、上記スペーサー側基板および上記対向基板の少なくとも一方に形成された未硬化の樹脂からなるシール剤を同時に硬化させて、上記スペーサー側基板と上記対向基板との間にシール剤を形成しても良い。このように硬化処理により上記反応性液晶層と上記シール剤を同時に形成することにより、本態様の製造方法を簡略化することができる。

[0308] 3. 液晶層形成工程

次に、液晶層形成工程について説明する。液晶層形成工程は上記液晶表示素子用基板対形成工程により形成された液晶表示素子用基板対のスペーサー側基板と対向基板との間に、強誘電性液晶からなる液晶層を形成する工程である。

[0309] 本工程においては、液晶表示素子用基板対のスペーサー側基板と対向基板との間に強誘電性液晶を注入することにより液晶層を形成することができる。本工程における強誘電性液晶の注入方法としては、特に限定されるものではなく、一般に液晶セルの作製方法として用いられる方法を使用することができる。例えば、強誘電性液晶を含む液晶層形成用組成物を加温することにより等方性液体とした後にキャピラリー効果を利用して注入し、接着剤で封鎖する方法を用いることができる。上記強誘電性液晶は、上記液晶層形成用組成物を注入した後、徐冷することにより配列することができる。

[0310] なお、上記液晶層形成用組成物に用いられる強誘電性液晶および液晶層に関するその他の点については、上記「B-1-1. 第1の態様 4. 液晶層」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0311] 4. その他

本態様に係る液晶表示素子の製造方法により得られる液晶表示素子の駆動方法および用途については、上記「B-1-1. 第1の態様 5. その他」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0312] B-2-2. 第2態様

次に、本実施態様の液晶表示素子の製造方法の第2態様について説明する。本態様の液晶表示素子の製造方法は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1

電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を用いる液晶表示素子の製造方法であって、上記第1配向膜上と、上記第2配向膜上とに互いに異なる組成の反応性液晶を含む未硬化反応性液晶層を形成する未硬化反応性液晶層形成工程と、上記未硬化反応性液晶層形成工程により上記第1配向膜上に形成された未硬化反応性液晶層と、上記第2配向膜上に形成された未硬化反応性液晶層とを向かい合わせて接触させた後、上記反応性液晶を固定化することにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接着させて液晶表示素子用基板対を形成する液晶表示素子用基板対形成工程と、上記液晶表示素子用基板対形成工程により形成された液晶表示素子用基板対のスペーサー側基板と対向基板との間に、強誘電性液晶からなる液晶層を形成する液晶層形成工程と、を有することを特徴とするものである。

[0313] 次に、本態様の製造方法について図を参照しながら説明する。図10は本態様の製造方法の一例を示す工程図である。図10に示すように本態様の製造方法は、まず、第1基板31aと、上記第1基板31a上に形成された第1電極32aと、上記第1電極32a上に形成されたスペーサー34と、上記第1電極32aおよび上記スペーサー34上に形成された第1配向膜33aとを有するスペーサー側基板31、および、第2基板31bと、上記第2基板31b上に形成された第2電極32bと、上記第2電極32b上に形成された第2配向膜33bとを有する対向基板32を用意する(図10(a))。

次に、上記第1配向膜31a上と、上記第2配向膜32a上とに互いに異なる組成の反応性液晶を含む未硬化反応性液晶層(35a'、35b')を形成する(未硬化反応性液晶層形成工程:図10(b))。

次に、上記第1配向膜33a上に形成された未硬化反応性液晶層35a'と、上記第2配向膜33b上に形成された未硬化反応性液晶層35b'とを向かい合わせて接触させた後、上記反応性液晶を固定化することにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接着させて液晶表示素子用基板対40'を形成する(液晶表示素子用基板対形成工程:図10(c))。

次に、上記液晶表示素子用基板対40'のスペーサー側基板31と対向基板32との間に、強誘電性液晶からなる液晶層を注入した後、シール剤37により封止することにより液晶層36を形成する(液晶層形成工程:図10(d))。本態様は、上記工程により液晶表示素子を製造するものである。

- [0314] 本態様の液晶表示素子の製造方法によれば、上記第1配向膜上および上記第2配向膜上に未硬化反応性液晶層が形成されていることにより、配向膜のみを用いた場合よりも強誘電性液晶の配向が制御された液晶表示素子を得ることができる。また、上記第1配向膜上に形成された未硬化反応性液晶層に含まれる反応性液晶と、上記第2配向膜上に形成された未硬化反応性液晶層に含まれる反応性液晶とが、異なる組成であることにより、ジグザグ欠陥、ヘアピン欠陥やダブルドメイン等の配向欠陥の発生を抑制し、強誘電性液晶を用いて単安定性の動作モードを実現することができる液晶表示を得ることができる。

以下、本態様の液晶表示素子の製造方法について説明する。

- [0315] 1. 未硬化反応性液晶層形成工程

本態様における未硬化反応性液晶層形成工程は、上記スペーサー側基板の第1配向膜上と、上記対向基板の第2配向膜上に、互いに異なる組成の反応性液晶を含む未硬化反応性液晶を含む未硬化反応性液晶層を形成する工程である。本態様における未硬化反応性液晶層形成工程は、上記スペーサー側基板と、上記対向基板とに未硬化反応性液晶層を形成し、上記スペーサー側基板に形成された未硬化反応性液晶層に含まれる反応性液晶の組成と、上記対向基板に形成された未硬化反応性液晶層に含まれる反応性液晶の組成とが異なる点において上記第1実施態様の液晶表示素子の製造方法と異なっている。

- [0316] 本態様における未硬化反応性液晶層形成工程は、上記スペーサー側基板の第1配向膜上と、上記対向基板の第2配向膜上に未硬化反応性液晶層を形成する方法は、上記「B-2-1. 第1態様 1. 未硬化反応性液晶層形成工程」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

- [0317] また、本態様に用いられるスペーサー側基板を形成するスペーサー側基板形成工程、および、本態様に用いられる対向基板を形成する対向基板形成工程は、上記「

B-2-1. 第1態様」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0318] 2. その他

本態様における液晶表示素子用基板対形成工程および液晶層形成工程は、上記「B-2-1. 第1態様」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0319] 本態様に係る液晶表示素子の製造方法により得られる液晶表示素子の駆動方法および用途については、上記「B-1-1. 第1の態様 6. その他」の項に記載したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0320] B-2-3. 第3態様

次に、本実施態様の液晶表示素子の製造方法の第3態様について説明する。本態様の液晶表示素子の製造方法は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を用いる液晶表示素子の製造方法であって、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上のいずれか一方に反応性液晶を含む未硬化反応性液晶層を形成する未硬化反応性液晶層形成工程と、上記未硬化反応性液晶層形成工程後、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上のいずれか一方に、加温した強誘電性液晶を滴下する液晶滴下工程と、上記未硬化反応性液晶層形成工程により形成された未硬化反応性液晶層を介して上記第1配向膜と上記第2配向膜とが向かい合うように上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接触させた後、上記反応性液晶を固定化することにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接着させる基板接着工程と、を有することを特徴とするものである。

[0321] 次に、本態様の液晶表示素子の製造方法について図を参照しながら説明する。図11は、本態様の液晶表示素子の製造方法の一例を示す工程図である。図11に示すように本態様の液晶表示素子の製造方法は、まず、第1基板31aと、上記第1基板31a上に形成された第1電極32aと、上記第1電極32a上に形成されたスペーサー3

4と、上記第1電極32aおよび上記スペーサー34上に形成された第1配向膜33aとを有するスペーサー側基板31、および、第2基板31bと、上記第2基板31b上に形成された第2電極32bと、上記第2電極32b上に形成された第2配向膜33bとを有する対向基板32を用意する(図11(a))。

次に、上記スペーサー側基板31の上記第1配向膜33a上に反応性液晶を含む未硬化反応性液晶層35'を形成する(未硬化反応性液晶層形成工程:図11(b))。

次に、スペーサー側基板31を、強誘電性液晶が等方相になる温度まで加熱し、加熱したシリンジに強誘電性液晶を入れたディスペンサーを用いて、未硬化反応性液晶層35'上に強誘電性液晶46を等方性液体の状態で滴下する(液晶滴下工程:図11(c))。この際、強誘電性液晶46がスペーサー34で隔てられた領域内を流動して、スペーサー34で隔てられた領域内が強誘電性液晶46で充填される。

次に、強誘電性液晶46が滴下されたスペーサー側基板31と、対向基板32とを、未硬化反応性液晶層35'を介して第1配向膜33aおよび第2配向膜33bが向かい合うように対向させ、スペーサー側基板31および対向基板32の間を十分減圧する。そして、減圧下でスペーサー側基板31および対向基板32を重ね合わせ、所定の圧力を加えてセルギャップを均一にする。さらに、常圧に戻すことで、スペーサー側基板31および対向基板32の間にさらに圧力を加える。そして、紫外線照射等によって未硬化反応性液晶層35'に含まれる反応性液晶を固定化することにより、スペーサー側基板31と対向基板32とを接着させる(基板接着工程:図11(d))。

その後、図示しないが、常温まで徐冷することにより封入された強誘電性液晶を配向させる。本態様は、以上の工程により液晶表示素子を製造するものである。

[0322] 本態様によれば、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを反応性液晶層を介して強固に固定することができるため、セルギャップの変動のない表示品質に優れた液晶表示素子を製造することができる。

また本態様により製造される液晶表示素子は、上記第1配向膜または上記第2配向膜のいずれか一方に反応性液晶層を有することにより、強誘電性液晶のジグザグ欠陥、ヘアピン欠陥やダブルドメイン等の配向欠陥の発生を抑制し、強誘電性液晶を用いて単安定性の動作モードを実現することができる液晶表示素子を得ることができ

る。

[0323] 以下、本態様の液晶表示素子の製造方法について詳細に説明する。なお、未硬化反応性液晶層形成工程については、上記「B-2-1. 第1態様」と同様であるので、ここでの説明は省略する。

[0324] 1. 液晶滴下工程

本態様における液晶滴下工程は、未硬化反応性液晶層形成工程後、第1配向膜上または第2配向膜上のいずれか一方に、加温した強誘電性液晶を滴下する工程である。

[0325] 本工程においては、強誘電性液晶を等方相またはネマチック相になる温度まで加温してから滴下する。この際の温度としては、例えばネマチック相－等方相転移温度付近に設定することができる。またこの際、強誘電性液晶が滴下される基板を、あらかじめ上記の温度まで加熱することが好ましい。

[0326] なお、強誘電性液晶については、上記「B-1. 液晶表示素子」の項に記載したものと同様であるので、ここでの説明は省略する。また、強誘電性液晶の滴下方法のその他の点については、上記「A-2. 液晶表示素子の製造方法」の第2態様の項に記載したものと同様であるので、ここでの説明は省略する。

[0327] 2. 基板接着工程

本態様における基板接着工程は、未硬化反応性液晶層形成工程により形成された未硬化反応性液晶層を介して第1配向膜と第2配向膜とが向かい合うようにスペーサー側基板と対向基板とを接触させた後、反応性液晶を固定化することにより、スペーサー側基板と対向基板とを接着させる工程である。

[0328] なお、スペーサー側基板および対向基板を対向させる方法については、上記「A-2. 液晶表示素子の製造方法」の第2態様の項に記載したものと同様であるので、ここでの説明は省略する。また、未硬化反応性液晶層の反応性液晶を固定化させる方法等については、上記「B-2-1. 第1態様」の液晶表示素子用基板対形成工程に記載したものと同様であるので、ここでの説明は省略する。

[0329] B-2-4. 第4態様

次に、本実施態様の液晶表示素子の製造方法の第4態様について説明する。本

態様の液晶表示素子の製造方法は、第1基板と、上記第1基板上に形成された第1電極と、上記第1電極上に形成されたスペーサーと、上記第1電極および上記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、上記第2基板上に形成された第2電極と、上記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を用いる液晶表示素子の製造方法であって、上記第1配向膜上と、上記第2配向膜上とに互いに異なる組成の反応性液晶を含む未硬化反応性液晶層を形成する未硬化反応性液晶層形成工程と、上記未硬化反応性液晶層形成工程後、上記第1配向膜上または上記第2配向膜上のいずれか一方に、加温した強誘電性液晶を滴下する液晶滴下工程と、上記未硬化反応性液晶層形成工程により上記第1配向膜上に形成された未硬化反応性液晶層と、上記第2配向膜上に形成された未硬化反応性液晶層とを向かい合わせて接触させた後、上記反応性液晶を固定化することにより、上記スペーサー側基板と上記対向基板とを接着させる基板接着工程と、を有することを特徴とするものである。

[0330] 次に、本態様の液晶表示素子の製造方法について図を参照しながら説明する。図12は本態様の液晶表示素子の製造方法の一例を示す工程図である。図12に示すように、まず、第1基板31aと、上記第1基板31a上に形成された第1電極32aと、上記第1電極32a上に形成されたスペーサー34と、上記第1電極32aおよび上記スペーサー34上に形成された第1配向膜33aとを有するスペーサー側基板31、および、第2基板31bと、上記第2基板31b上に形成された第2電極32bと、上記第2電極32b上に形成された第2配向膜33bとを有する対向基板32を用意する(図12(a))。

次に、上記第1配向膜31a上と、上記第2配向膜32a上とに互いに異なる組成の反応性液晶を含む未硬化反応性液晶層35a'、35b'を形成する(未硬化反応性液晶層形成工程:図12(b))。

次に、スペーサー側基板31を、強誘電性液晶が等方相になる温度まで加熱し、加熱したシリンジに強誘電性液晶を入れたディスペンサーを用いて、未硬化反応性液晶層35a'上に強誘電性液晶46を等方性液体の状態で滴下する(液晶滴下工程:図12(c))。この際、強誘電性液晶46がスペーサー34で隔てられた領域内を流動して、スペーサー34で隔てられた領域内が強誘電性液晶46で充填される。

次に、強誘電性液晶46が滴下されたスペーサー側基板31と、対向基板32とを、未硬化反応性液晶層35a[′]および未硬化反応性液晶層35b[′]が向かい合うように対向させ、スペーサー側基板31および対向基板32の間を十分減圧する。

次に、第1配向膜33a上に形成された未硬化反応性液晶層35aと、第2配向膜33b上に形成された未硬化反応性液晶層35bとを向かい合わせて接触させた後、反応性液晶を固定化することにより、スペーサー側基板と対向基板とを接着させる(基板接着工程:図12(d))。

その後、図示しないが、常温まで徐冷することにより封入された強誘電性液晶を配向させる。本態様は、以上の工程により液晶表示素子を製造するものである。

[0331] 本態様の液晶表示素子の製造方法によれば、第1配向膜上および第2配向膜上に未硬化反応性液晶層が形成されていることにより、配向膜のみを用いた場合よりも強誘電性液晶の配向が制御された液晶表示素子を得ることができる。また、第1配向膜上に形成された未硬化反応性液晶層に含まれる反応性液晶と、第2配向膜上に形成された未硬化反応性液晶層に含まれる反応性液晶とが、異なる組成であることにより、ジグザグ欠陥、ヘアピン欠陥やダブルドメイン等の配向欠陥の発生を抑制し、強誘電性液晶を用いて単安定性の動作モードを実現することができる液晶表示を得ることができる。

[0332] なお、未硬化反応性液晶層形成工程については、上記「B-2-1. 第1態様」と同様であり、液晶滴下工程および基板接着工程については、上記「B-2-3. 第3態様」と同様であるので、ここでの説明は省略する。

[0333] なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

実施例

[0334] 以下、本発明について実施例を用いて具体的に説明する。

[0335] I. 第1実施態様の液晶表示素子および液晶表示素子の製造方法について

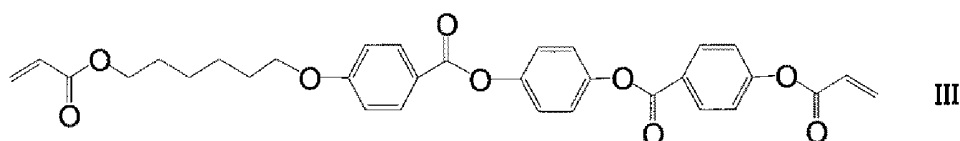
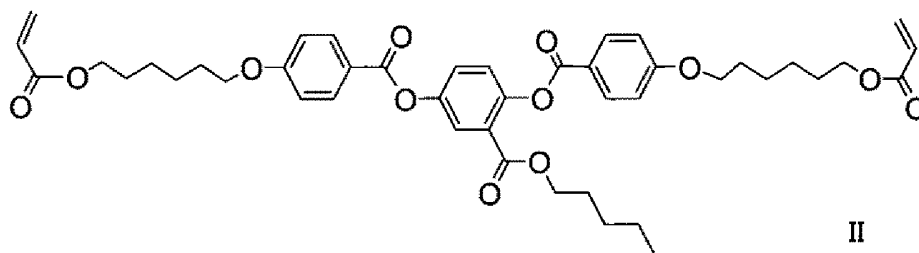
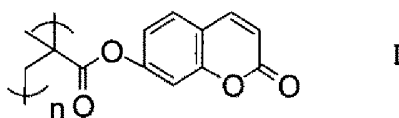
[0336] I-1. 実施例1

2枚の表面に酸化インジウムスズ(ITO)薄膜を形成したガラス基板(100mm×100mm×0.7mm)のITO薄膜上に、感光性樹脂材料(JSR(株)製 NN780)をスピコート法(2000rpm、10秒間)により塗布し、真空乾燥を行い、ホットプレートで90℃、3分間乾燥を行なった。その後、フォトリソグラフィ法により幅10 μ m、ピッチ1mmのストライプ状にパターニングし、230℃で30分間焼成した。これにより一方の基板に高さ1.5 μ mのスペーサーをガラス基板のITO薄膜上に形成した。

[0337] 次に、上記基板に下記式で表される化合物Iをシクロペンタノンに溶解(2質量%)した溶液をスピコート法(1500rpm、15秒間)により塗布し、ホットプレートで130℃、10分間乾燥を行なった。その後、偏光紫外線光で100mJ露光して光配向処理を施し、スペーサー側基板と、対向基板とを作製した。

上記対向基板の第2配向膜上に下記式で表される化合物IIをシクロペンタノンに溶解(5質量%)した溶液をスピコート法(1500rpm、15秒間)により積層し、ホットプレートで55℃で3分間乾燥させた後、片方の基板にUV硬化シール材(LCB610:EHC社)をシールディスペンサーで塗布した。

[0338] [化18]



[0339] 次に、上記基板を偏光UV照射方向と平行に組み立て、圧力をかけながら無偏光紫外線を25℃で1000mJ/cm²露光した。液晶は「R2301」(AZエレクトロニクスマテリアルズ社製)を用い、注入口上部に液晶を付着し、オーブンをを用いて、ネマチック相－等方相転移温度より10℃～20℃高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。

[0340] このようにして作製した液晶表示素子を偏光板のクロスニコル下に置き、先端径が1cmの棒により荷重100gで表示部の中央を押したところ、棒先の周囲に表示色の変化や液晶配向の乱れはみられなかった。

[0341] I-2. 比較例

2枚の表面に酸化インジウムスズ(ITO)薄膜を形成したガラス基板(100mm×100mm×0.7mm)のITO薄膜上に、感光性樹脂材料(JSR(株)製 NN780)をスピンコート法(2000rpm、10秒間)により塗布し、真空乾燥を行い、ホットプレートで90

℃、3分間乾燥を行なった。その後、フォトリソグラフィー法により幅 $10\mu\text{m}$ 、ピッチ 1mm のストライプ状にパターニングし、 230°C で30分間焼成した。これにより一方の基板に高さ $1.5\mu\text{m}$ のスペーサーをガラス基板のITO薄膜上に形成した。

[0342] 次に、上記基板に上記式で表される化合物Iをシクロペンタノンに溶解(2質量%)した溶液をスピコート法(1500rpm、15秒間)により塗布し、ホットプレートで 130°C 、10分間乾燥を行なった。その後、偏光紫外線光で100mJ露光して光配向処理を施し、スペーサー側基板と対向基板とを形成した。

[0343] 次に、片方の基板にUV硬化シール材(LCB610:EHC社)をシールディスペンサーで塗布した。基板を偏光UV照射方向と平行の状態に組み立て、圧力をかけながら無偏光紫外線を 55°C で $1000\text{mJ}/\text{cm}^2$ 露光した。液晶は「R2301」(AZエレクトロニックマテリアルズ社製)を用い、注入口上部に液晶を付着し、オープンを用いて、ネマチック相—等方相転移温度より $10^\circ\text{C}\sim 20^\circ\text{C}$ 高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。

[0344] このようにして作製した液晶表示素子を偏光板のクロスニコル下に置き、先端径が1cmの棒により荷重100gで表示部の中央を押したところ、棒先の周囲に表示色の変化が現れ、液晶配向の秩序の破壊が起こった。

[0345] I-3. 実施例2

2枚の表面に酸化インジウムスズ(ITO)薄膜を形成したガラス基板($100\text{mm}\times 100\text{mm}\times 0.7\text{mm}$)のITO薄膜上に、感光性樹脂材料(JSR(株)製 NN780)をスピコート法(2000rpm、10秒間)により塗布し、真空乾燥を行い、ホットプレートで 90°C 、3分間乾燥を行なった。その後、フォトリソグラフィー法により幅 $10\mu\text{m}$ 、ピッチ 1mm のストライプ状にパターニングし、 230°C で30分間焼成した。これにより一方の基板に高さ $1.5\mu\text{m}$ のスペーサーをガラス基板のITO薄膜上に形成した。

[0346] 次に、上記基板に上記式で表される化合物Iをシクロペンタノンに溶解(2質量%)した溶液をスピコート法(1500rpm、15秒間)により塗布し、ホットプレートで 130°C 、10分間乾燥を行なった。その後、偏光紫外線光で100mJ露光して光配向処理を施し、スペーサー側基板と、対向基板とを形成した。

第二配向膜上に上記式で表される化合物IIIをシクロペンタノンに溶解(5質量%)し

た溶液をスピコート法(1500rpm、15秒間)により積層し、ホットプレートで55℃で3分間乾燥させた後、片方の基板にUV硬化シール材(LCB610:EHC社)をシールディスペンサーで塗布した。

[0347] 次に、基板を偏光UV照射方向と平行に組み立て、圧力をかけながら無偏光紫外線を55℃で1000mJ/cm²露光した。液晶は「R2301」(AZエレクトロニックマテリアルズ社製)を用い、注入口上部に液晶を付着し、オープンを用いて、ネマチック相ー等方相転移温度より10℃～20℃高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。

[0348] このようにして作製した液晶表示素子を偏光板のクロスニコル下に置き、先端径が1cmの棒により荷重100gで表示部の中央を押したところ、棒先の周囲に表示色の変化や液晶配向の乱れはみられなかった。

[0349] I-4. 実施例3

上記化合物IIをアデカキラコールPLC-7209(旭電化工業社製)に変更したこと以外は、上記実施例1と同様の方法により液晶表示素子を作製した。

この液晶表示素子を偏光板のクロスニコル下に置き、先端径が1cmの棒により荷重100gで表示部の中央を押したところ、棒先の周囲に表示色の変化や液晶配向の乱れはみられなかった。

[0350] I-5. 実施例4

上記化合物IIをアデカキラコールPLC-7183(旭電化工業社製)に変更したこと以外は、上記実施例1と同様の方法により液晶表示素子を作製した。

この液晶表示素子を偏光板のクロスニコル下に置き、先端径が1cmの棒により荷重100gで表示部の中央を押したところ、棒先の周囲に表示色の変化や液晶配向の乱れはみられなかった。

[0351] I-6. 実施例5

上記実施例1と同様の方法により、スペーサー側基板と、対向基板とを形成した。

次に、上記スペーサー側基板の第1配向膜上にアデカキラコールPLC-7209(旭電化工業社製)をシクロペンタノンに溶解(5質量%)した溶液をスピコート法(1500rpm、15秒間)により積層し、ホットプレートで55℃、3分間乾燥させた。一方、上記対向基板の第2配向膜上にアデカキラコールPLC-7183(旭電化工業社製)をシク

ロペンタノンに溶解(5質量%)した溶液をスピコート法(1500rpm、15秒間)により積層し、ホットプレートで55℃、3分間乾燥させた。

上記スペーサー側基板または上記対向基板のうち、片方の基板にUV硬化シール材(LCB610:EHC社)をシールディスペンサーで塗布した。基板を偏光UV照射方向と平行に組み立て、圧力をかけながら無偏光紫外線を55℃で1000mJ/cm²露光した。液晶は「R2301」(AZエレクトロニックマテリアルズ社製)を用い、注入口上部に液晶を付着し、オーブンを用いて、ネマチック相－等方相転移温度より10℃～20℃高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。

この液晶パネルを偏光板のクロスニコル下に置き、先端径が1cmの棒により荷重100gで表示部の中央を押したところ、棒先の周囲に表示色の変化や液晶配向の乱れはみられなかった。

[0352] II. 第2実施態様の液晶表示素子および液晶表示素子の製造方法について

[0353] II-1. 実施例1

(スペーサーの作製)

2枚の表面に酸化インジウムスズ(ITO)薄膜を形成したガラス基板(100mm×100mm×0.7mm)のITO薄膜上に、感光性樹脂材料(JSR(株)製 NN780)をスピコート法(2000rpm、10秒間)により塗布し、真空乾燥を行い、ホットプレートで90℃、3分間乾燥を行なった。その後、フォトリソグラフィー法により幅10μm、ピッチ1mmのストライプ状にパターニングし、230℃で30分間焼成した。これにより一方の基板に高さ1.5μmのスペーサーをガラス基板のITO薄膜上に形成した。

[0354] 次に、上記基板に上記式で表される化合物Iをシクロペンタノンに溶解(2質量%)した溶液をスピコート法(1500rpm、15秒間)により塗布し、ホットプレートで130℃、10分間乾燥を行なった。その後、偏光紫外線光で100mJ露光して光配向処理を施し、スペーサー側基板と、対向基板とを作製した。

[0355] 上記対向基板の第2配向膜上に上記式で表される化合物IIをシクロペンタノンに溶解(5質量%)した溶液をスピコート法(1500rpm、15秒間)により積層し、ホットプレートで55℃で3分間乾燥させた後、片方の基板にUV硬化シール材(LCB610:EHC社)をシールディスペンサーで塗布した。

- [0356] 次に、上記基板を偏光UV照射方向と平行に組み立て、圧力をかけながら無偏光紫外線を25℃で1000mJ/cm²露光した。液晶は「R2301」(AZエレクトロニックマテリアルズ社製)を用い、注入口上部に液晶を付着し、オーブンを用いて、ネマチック相－等方相転移温度より10℃～20℃高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。
- [0357] このようにして作製した液晶表示素子を偏光板のクロスニコル下に置き、先端径が1 cmの棒により荷重100gで表示部の中央を押したところ、棒先の周囲に表示色の変化や液晶配向の乱れはみられなかった。
- [0358] II－2. 比較例
- 2枚の表面に酸化インジウムスズ(ITO)薄膜を形成したガラス基板(100mm×100mm×0.7mm)のITO薄膜上に、感光性樹脂材料(JSR(株)製 NN780)をスピコート法(2000rpm、10秒間)により塗布し、真空乾燥を行い、ホットプレートで90℃、3分間乾燥を行なった。その後、フォトリソグラフィー法により幅10 μm、ピッチ1mmのストライプ状にパターニングし、230℃で30分間焼成した。これにより一方の基板に高さ1.5 μmのスペーサーをガラス基板のITO薄膜上に形成した。
- [0359] 次に、上記基板に上記式で表される化合物Iをシクロペンタノンに溶解(2質量%)した溶液をスピコート法(1500rpm、15秒間)により塗布し、ホットプレートで130℃、10分間乾燥を行なった。その後、偏光紫外線光で100mJ露光して光配向処理を施し、スペーサー側基板と対向基板とを形成した。
- [0360] 次に、片方の基板にUV硬化シール材(LCB610:EHC社)をシールディスペンサーで塗布した。基板を偏光UV照射方向と平行の状態に組み立て、圧力をかけながら無偏光紫外線を55℃で1000mJ/cm²露光した。液晶は「R2301」(AZエレクトロニックマテリアルズ社製)を用い、注入口上部に液晶を付着し、オーブンを用いて、ネマチック相－等方相転移温度より10℃～20℃高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。
- [0361] このようにして作製した液晶表示素子を偏光板のクロスニコル下に置き、先端径が1 cmの棒により荷重100gで表示部の中央を押したところ、棒先の周囲に表示色の変化が現れ、液晶配向の秩序の破壊が起こった。

[0362] II-3. 実施例2

上記化合物IIをアデカキラコールPLC-7209(旭電化工業社製)に変更したこと以外は、上記実施例1と同様の方法により液晶表示素子を作製した。

この液晶表示素子を偏光板のクロスニコル下に置き、先端径が1cmの棒により荷重100gで表示部の中央を押したところ、棒先の周囲に表示色の変化や液晶配向の乱れはみられなかった。

[0363] II-4. 実施例3

上記化合物IIをアデカキラコールPLC-7183(旭電化工業社製)に変更したこと以外は、上記実施例1と同様の方法により液晶表示素子を作製した。

この液晶表示素子を偏光板のクロスニコル下に置き、先端径が1cmの棒により荷重100gで表示部の中央を押したところ、棒先の周囲に表示色の変化や液晶配向の乱れはみられなかった。

[0364] II-5. 実施例4

上記実施例1と同様の方法により、スペーサー側基板と、対向基板とを形成した。次に、上記スペーサー側基板の第1配向膜上にアデカキラコールPLC-7209(旭電化工業社製)をシクロペンタノンに溶解(5質量%)した溶液をスピコート法(1500rpm、15秒間)により積層し、ホットプレートで55℃、3分間乾燥させた。一方、上記対向基板の第2配向膜上にアデカキラコールPLC-7183(旭電化工業社製)をシクロペンタノンに溶解(5質量%)した溶液をスピコート法(1500rpm、15秒間)により積層し、ホットプレートで55℃、3分間乾燥させた。

上記スペーサー側基板または上記対向基板のうち、片方の基板にUV硬化シール材(LCB610:EHC社)をシールディスペンサーで塗布した。基板を偏光UV照射方向と平行に組み立て、圧力をかけながら無偏光紫外線を55℃で1000mJ/cm²露光した。液晶は「R2301」(AZエレクトロニックマテリアルズ社製)を用い、注入口上部に液晶を付着し、オープンを用いて、ネマチック相-等方相転移温度より10℃~20℃高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。

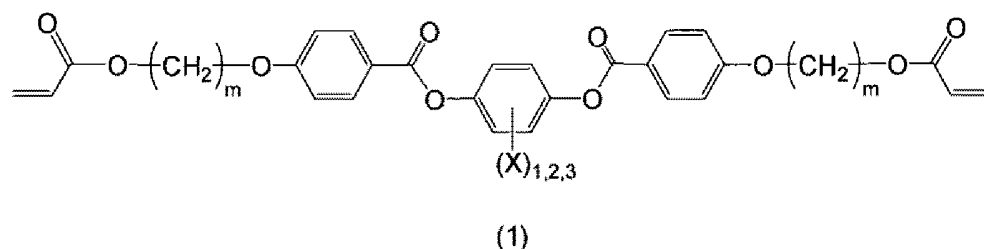
この液晶パネルを偏光板のクロスニコル下に置き、先端径が1cmの棒により荷重100gで表示部の中央を押したところ、棒先の周囲に表示色の変化や液晶配向の乱れ

はみられなかった。

請求の範囲

- [1] 第1基板と、前記第1基板上に形成された第1電極と、前記第1電極上に形成されたスペーサーと、前記第1電極および前記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、前記第2基板上に形成された第2電極と、前記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を、前記第1配向膜と、前記第2配向膜とが向かい合うように配置し、前記スペーサー側基板および前記対向基板間に液晶物質からなる液晶層を挟持してなる液晶表示素子であって、前記第1配向膜上または前記第2配向膜上の少なくとも一方に、硬化性樹脂からなる反応性配向層が形成されており、かつ、前記スペーサー側基板と前記対向基板とが、前記反応性配向層を介して接着されていることを特徴とする液晶表示素子。
- [2] 前記硬化性樹脂が、反応性液晶を固定化してなるものであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の液晶表示素子。
- [3] 前記反応性液晶が、ネマチック相を発現するものであることを特徴とする請求の範囲第2項に記載の液晶表示素子。
- [4] 前記反応性液晶が、重合性液晶モノマーを有することを特徴とする請求の範囲第2項または請求の範囲第3項に記載の液晶表示素子。
- [5] 前記重合性液晶モノマーが、モノアクリレートモノマーまたはジアクリレートモノマーであることを特徴とする請求の範囲第4項に記載の液晶表示素子。
- [6] 前記ジアクリレートモノマーが、下記式(1)で表される化合物であることを特徴とする請求の範囲第5項に記載の液晶表示素子。

[化1]

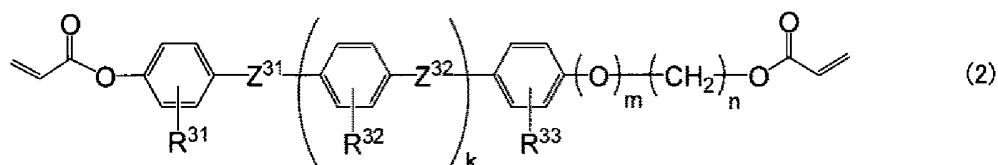


(ここで、式中のXは、水素、炭素数1～20のアルキル、炭素数1～20のアルケニル、炭素数1～20のアルキルオキシ、炭素数1～20のアルキルオキシカルボニル、ホ

ルミル、炭素数1～20のアルキルカルボニル、炭素数1～20のアルキルカルボニル
オキシ、ハロゲン、シアノまたはニトロを表し、mは2～20の範囲内の整数を表す。)

- [7] 前記ジアクリレートモノマーが、下記式(2)で表される化合物であることを特徴とする
請求の範囲第5項に記載の液晶表示素子。

[化2]



(ここで、式中の Z^{31} および Z^{32} は、各々独立して直接結合している $-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}-$ 、 $-\text{OCOCH}_2\text{CH}_2-$ を表し、 R^{31} 、 R^{32} および R^{33} は、各々独立して水素または炭素数1～5のアルキルを表し、kおよびmは0または1を表し、nは2～8の範囲内の整数を表す。)

- [8] 前記第1配向膜および前記第2配向膜が、光配向膜であることを特徴とする請求の
範囲第1項から第7項までのいずれかに記載の液晶表示素子。
- [9] 前記光配向膜の構成材料が、光反応を生じることにより前記光配向膜に異方性を
付与する光反応型の材料、または光異性化反応を生じることにより前記光配向膜に
異方性を付与する光異性化反応性化合物を含む光異性化型の材料であることを特
徴とする請求の範囲第8項に記載の液晶表示素子。
- [10] 前記スペーサー側基板と前記対向基板との間に、紫外線硬化性樹脂からなるシー
ル剤を有することを特徴とする、請求の範囲第1項から第9項までのいずれかに記載
の液晶表示素子。
- [11] 薄膜トランジスタを用いたアクティブマトリックス方式により駆動させることを特徴とす
る請求の範囲第1項から第10項までのいずれかに記載の液晶表示素子。
- [12] 第1基板と、前記第1基板上に形成された第1電極と、前記第1電極上に形成され
たスペーサーと、前記第1電極および前記スペーサー上に形成された第1配向膜と
を有するスペーサー側基板、および、第2基板と、前記第2基板上に形成された第2
電極と、前記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を用いる液晶

表示素子の製造方法であって、

前記第1配向膜上または前記第2配向膜上の少なくとも一方に未硬化の硬化性樹脂を含む未硬化反応性配向層を形成する未硬化反応性配向層形成工程と、

前記未硬化反応性配向層を介して前記第1配向膜と前記第2配向膜とが向かい合うように前記スペーサー側基板と前記対向基板とを接触させた後、前記硬化性樹脂を硬化することにより、前記スペーサー側基板と前記対向基板とを接着させて液晶表示素子用基板対を形成する液晶表示素子用基板対形成工程と、

前記液晶表示素子用基板対形成工程により形成された液晶表示素子用基板対のスペーサー側基板と対向基板との間に、液晶層を形成する液晶層形成工程と、
からなることを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

- [13] 第1基板と、前記第1基板上に形成された第1電極と、前記第1電極上に形成されたスペーサーと、前記第1電極および前記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、前記第2基板上に形成された第2電極と、前記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を用いる液晶表示素子の製造方法であって、

前記第1配向膜上または前記第2配向膜上の少なくとも一方に未硬化の硬化性樹脂を含む未硬化反応性配向層を形成する未硬化反応性配向層形成工程と、

前記未硬化反応性配向層形成工程後、前記第1配向膜上または前記第2配向膜上のいずれか一方に液晶物質を滴下する液晶滴下工程と、

前記未硬化反応性配向層を介して前記第1配向膜と前記第2配向膜とが向かい合うように前記スペーサー側基板と前記対向基板とを接触させた後、前記硬化性樹脂を硬化することにより、前記スペーサー側基板と前記対向基板とを接着させる基板接着工程と、

を有することを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

- [14] 第1基板と、前記第1基板上に形成された第1電極と、前記第1電極上に形成されたスペーサーと、前記第1電極および前記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、前記第2基板上に形成された第2電極と、前記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を、前記第1配

向膜と、前記第2配向膜とが向かい合うように配置し、前記スペーサー側基板および前記対向基板間に強誘電性液晶からなる液晶層を挟持してなる液晶表示素子であって、

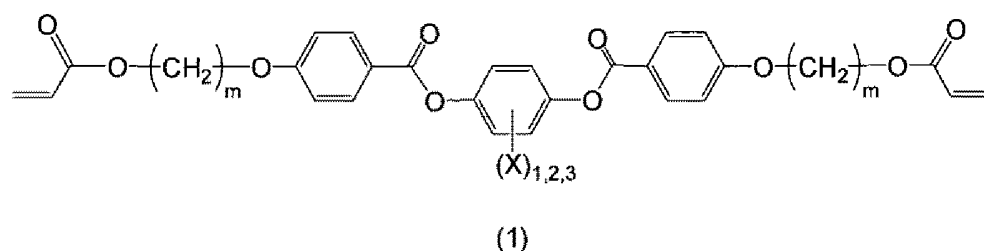
前記第1配向膜上または前記第2配向膜上のいずれか一方に、反応性液晶を固定化してなる反応性液晶層が形成されており、かつ、前記スペーサー側基板と前記対向基板とが、前記反応性液晶層を介して接着されていることを特徴とする液晶表示素子。

- [15] 第1基板と、前記第1基板上に形成された第1電極と、前記第1電極上に形成されたスペーサーと、前記第1電極および前記スペーサー上に形成された第1配向膜と、前記第1配向膜上に形成され、反応性液晶を固定化してなる第1反応性液晶層とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、前記第2基板上に形成された第2電極と、前記第2電極上に形成された第2配向膜と、前記第2配向膜上に形成され、反応性液晶を固定化してなる第2反応性液晶層とを有する対向基板が、前記第1反応性液晶層と、前記第2反応性液晶層とが向かい合うように接着されており、かつ、前記スペーサー側基板および前記対向基板間に強誘電性液晶からなる液晶層を挟持してなる液晶表示素子であって、

前記第1反応性液晶層を構成する反応性液晶と、前記第2反応性液晶層を構成する反応性液晶とが、異なる組成であることを特徴とする液晶表示素子。

- [16] 前記反応性液晶が、ネマチック相を発現するものであることを特徴とする請求の範囲第14項または請求の範囲第15項に記載の液晶表示素子。
- [17] 前記反応性液晶が、重合性液晶モノマーを有することを特徴とする請求の範囲第14項から第16項までのいずれかに記載の液晶表示素子。
- [18] 前記重合性液晶モノマーが、モノアクリレートモノマーまたはジアクリレートモノマーであることを特徴とする請求の範囲第17項に記載の液晶表示素子。
- [19] 前記ジアクリレートモノマーが、下記式(1)で表される化合物であることを特徴とする請求の範囲第18項に記載の液晶表示素子。

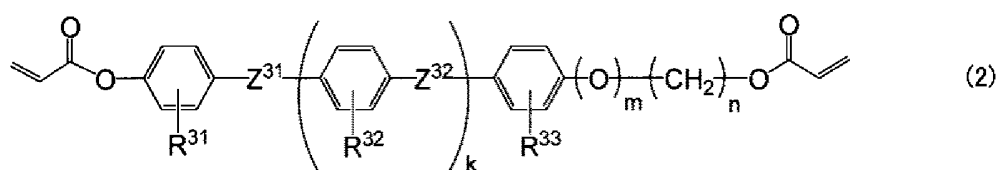
[化3]



(ここで、式中のXは、水素、炭素数1～20のアルキル、炭素数1～20のアルケニル、炭素数1～20のアルキルオキシ、炭素数1～20のアルキルオキシカルボニル、ホルミル、炭素数1～20のアルキルカルボニル、炭素数1～20のアルキルカルボニルオキシ、ハロゲン、シアノまたはニトロを表し、mは2～20の範囲内の整数を表す。)

- [20] 前記ジアクリレートモノマーが、下記式(2)で表される化合物であることを特徴とする請求の範囲第18項に記載の液晶表示素子。

[化4]



(ここで、式中の Z^{31} および Z^{32} は、各々独立して直接結合している $-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}-$ 、 $-\text{OCOCH}_2\text{CH}_2-$ を表し、 R^{31} 、 R^{32} および R^{33} は、各々独立して水素または炭素数1～5のアルキルを表し、kおよびmは0または1を表し、nは2～8の範囲内の整数を表す。)

- [21] 前記第1配向膜および前記第2配向膜が、光配向膜であることを特徴とする請求の範囲第14項から第20項までのいずれかに記載の液晶表示素子。
- [22] 前記光配向膜の構成材料が、光反応を生じることにより前記光配向膜に異方性を付与する光反応型の材料、または光異性化反応を生じることにより前記光配向膜に異方性を付与する光異性化反応性化合物を含む光異性化型の材料であることを特徴とする請求の範囲第21項に記載の液晶表示素子。
- [23] 前記強誘電性液晶が単安定化されていることを特徴とする請求の範囲第14項から第22項までのいずれかに記載の液晶表示素子。

- [24] 前記スペーサー側基板と前記対向基板との間に、紫外線硬化性樹脂からなるシール剤を有することを特徴とする、請求の範囲第14項から第23項までのいずれかに記載の液晶表示素子。
- [25] 薄膜トランジスタを用いたアクティブマトリックス方式により駆動させることを特徴とする請求の範囲第14項から第24項までのいずれかに記載の液晶表示素子。
- [26] フィールドシーケンシャルカラー方式により駆動させるものであることを特徴とする請求の範囲第14項から第25項までのいずれかに記載の液晶表示素子。
- [27] 第1基板と、前記第1基板上に形成された第1電極と、前記第1電極上に形成されたスペーサーと、前記第1電極および前記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、前記第2基板上に形成された第2電極と、前記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を用いる液晶表示素子の製造方法であって、
前記第1配向膜上または前記第2配向膜上のいずれか一方に反応性液晶を含む未硬化反応性液晶層を形成する未硬化反応性液晶層形成工程と、
前記未硬化反応性液晶層形成工程により形成された未硬化反応性液晶層を介して前記第1配向膜と前記第2配向膜とが向かい合うように前記スペーサー側基板と前記対向基板とを接触させた後、前記反応性液晶を固定化することにより、前記スペーサー側基板と前記対向基板とを接着させて液晶表示素子用基板対を形成する液晶表示素子用基板対形成工程と、
前記液晶表示素子用基板対形成工程により形成された液晶表示素子用基板対のスペーサー側基板と対向基板との間に、強誘電性液晶からなる液晶層を形成する液晶層形成工程と、を有することを特徴とする液晶表示素子の製造方法。
- [28] 第1基板と、前記第1基板上に形成された第1電極と、前記第1電極上に形成されたスペーサーと、前記第1電極および前記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、前記第2基板上に形成された第2電極と、前記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を用いる液晶表示素子の製造方法であって、
前記第1配向膜上と、前記第2配向膜上とに互いに異なる組成の反応性液晶を含

む未硬化反応性液晶層を形成する未硬化反応性液晶層形成工程と、

前記未硬化反応性液晶層形成工程により前記第1配向膜上に形成された未硬化反応性液晶層と、前記第2配向膜上に形成された未硬化反応性液晶層とを向かい合わせて接触させた後、前記反応性液晶を固定化することにより、前記スペーサー側基板と前記対向基板とを接着させて液晶表示素子用基板対を形成する液晶表示素子用基板対形成工程と、

前記液晶表示素子用基板対形成工程により形成された液晶表示素子用基板対のスペーサー側基板と対向基板との間に、強誘電性液晶からなる液晶層を形成する液晶層形成工程と、を有することを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

- [29] 第1基板と、前記第1基板上に形成された第1電極と、前記第1電極上に形成されたスペーサーと、前記第1電極および前記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、前記第2基板上に形成された第2電極と、前記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を用いる液晶表示素子の製造方法であって、

前記第1配向膜上または前記第2配向膜上のいずれか一方に反応性液晶を含む未硬化反応性液晶層を形成する未硬化反応性液晶層形成工程と、

前記未硬化反応性液晶層形成工程後、前記第1配向膜上または前記第2配向膜上のいずれか一方に、加温した強誘電性液晶を滴下する液晶滴下工程と、

前記未硬化反応性液晶層形成工程により形成された未硬化反応性液晶層を介して前記第1配向膜と前記第2配向膜とが向かい合うように前記スペーサー側基板と前記対向基板とを接触させた後、前記反応性液晶を固定化することにより、前記スペーサー側基板と前記対向基板とを接着させる基板接着工程と、
を有することを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

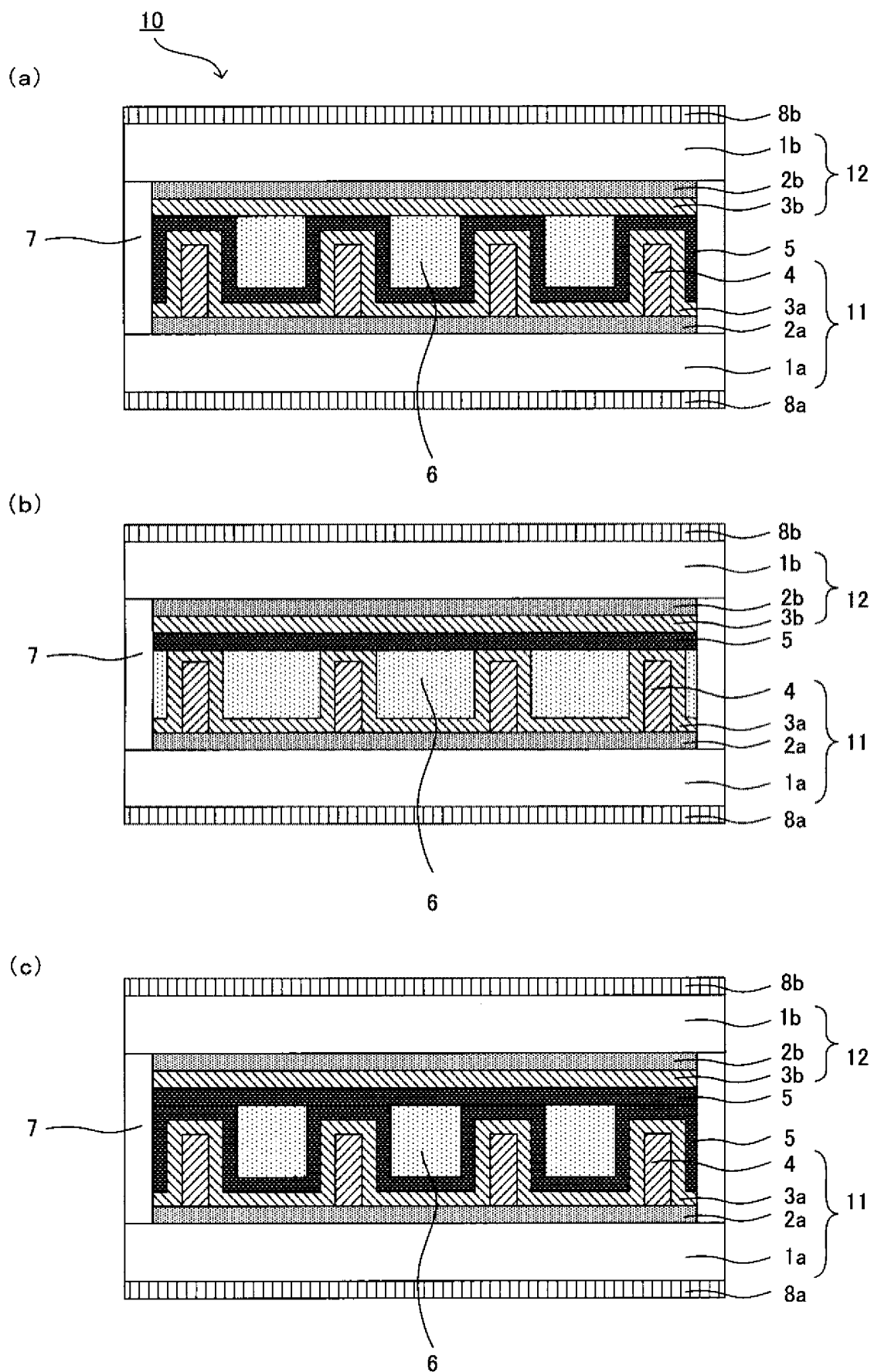
- [30] 第1基板と、前記第1基板上に形成された第1電極と、前記第1電極上に形成されたスペーサーと、前記第1電極および前記スペーサー上に形成された第1配向膜とを有するスペーサー側基板、および、第2基板と、前記第2基板上に形成された第2電極と、前記第2電極上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を用いる液晶表示素子の製造方法であって、

前記第1配向膜上と、前記第2配向膜上とに互いに異なる組成の反応性液晶を含む未硬化反応性液晶層を形成する未硬化反応性液晶層形成工程と、

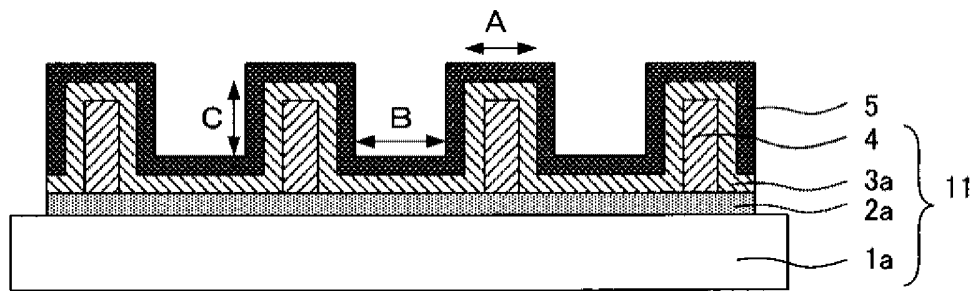
前記未硬化反応性液晶層形成工程後、前記第1配向膜上または前記第2配向膜上のいずれか一方に、加温した強誘電性液晶を滴下する液晶滴下工程と、

前記未硬化反応性液晶層形成工程により前記第1配向膜上に形成された未硬化反応性液晶層と、前記第2配向膜上に形成された未硬化反応性液晶層とを向かい合わせて接触させた後、前記反応性液晶を固定化することにより、前記スペーサー側基板と前記対向基板とを接着させる基板接着工程と、
を有することを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

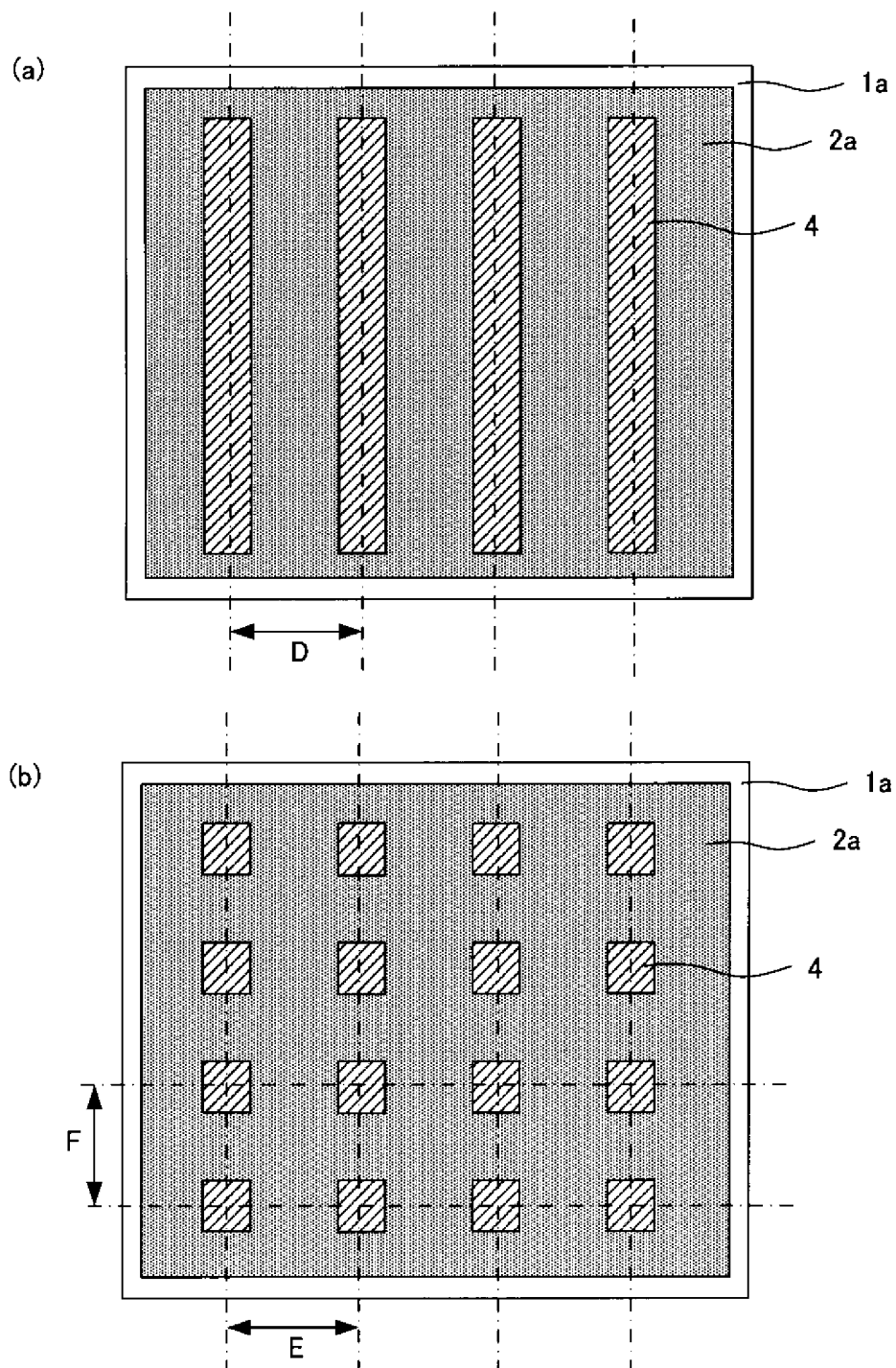
[図1]



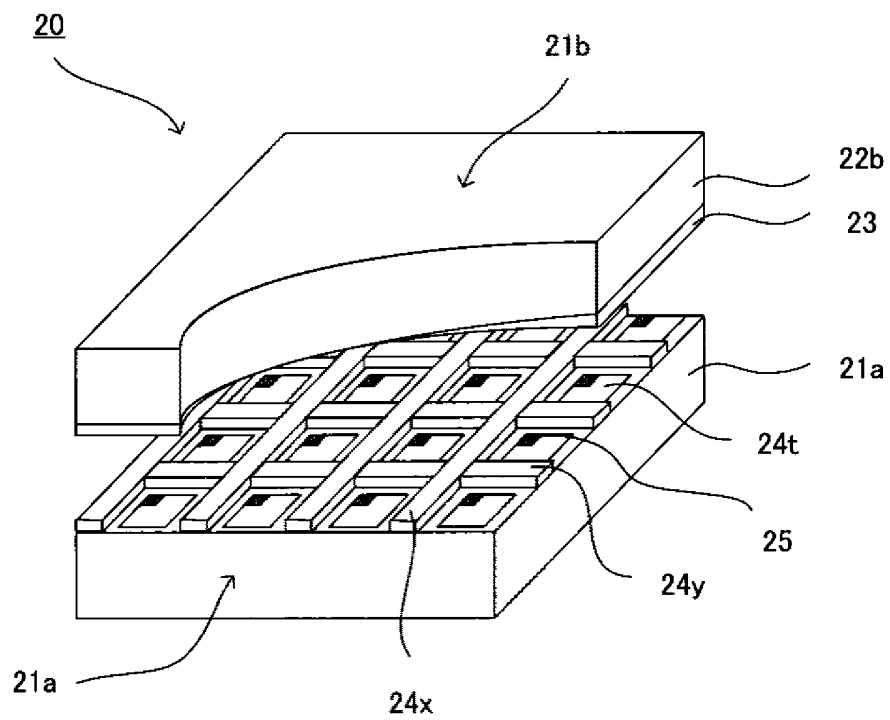
[図2]



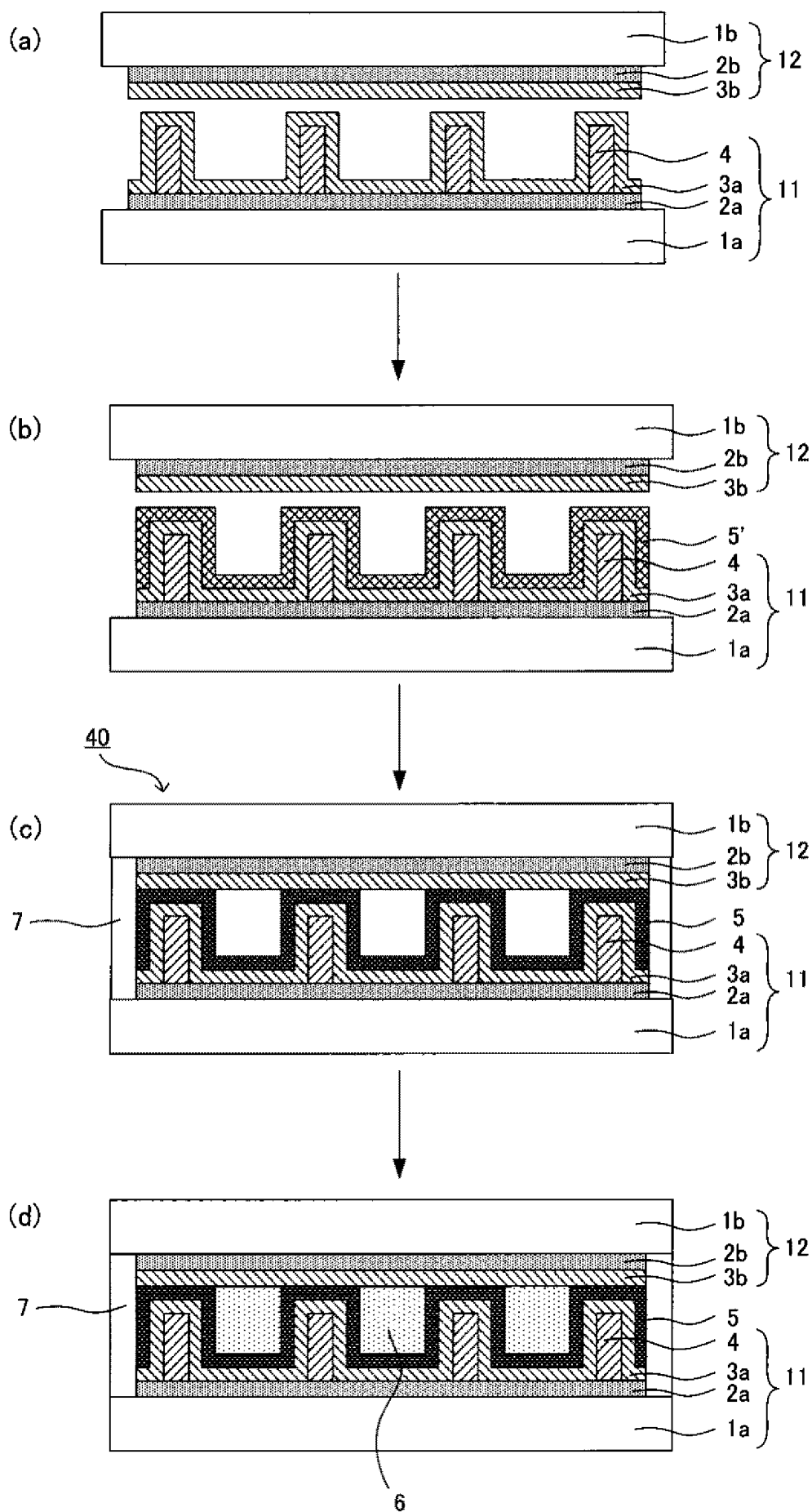
[図3]



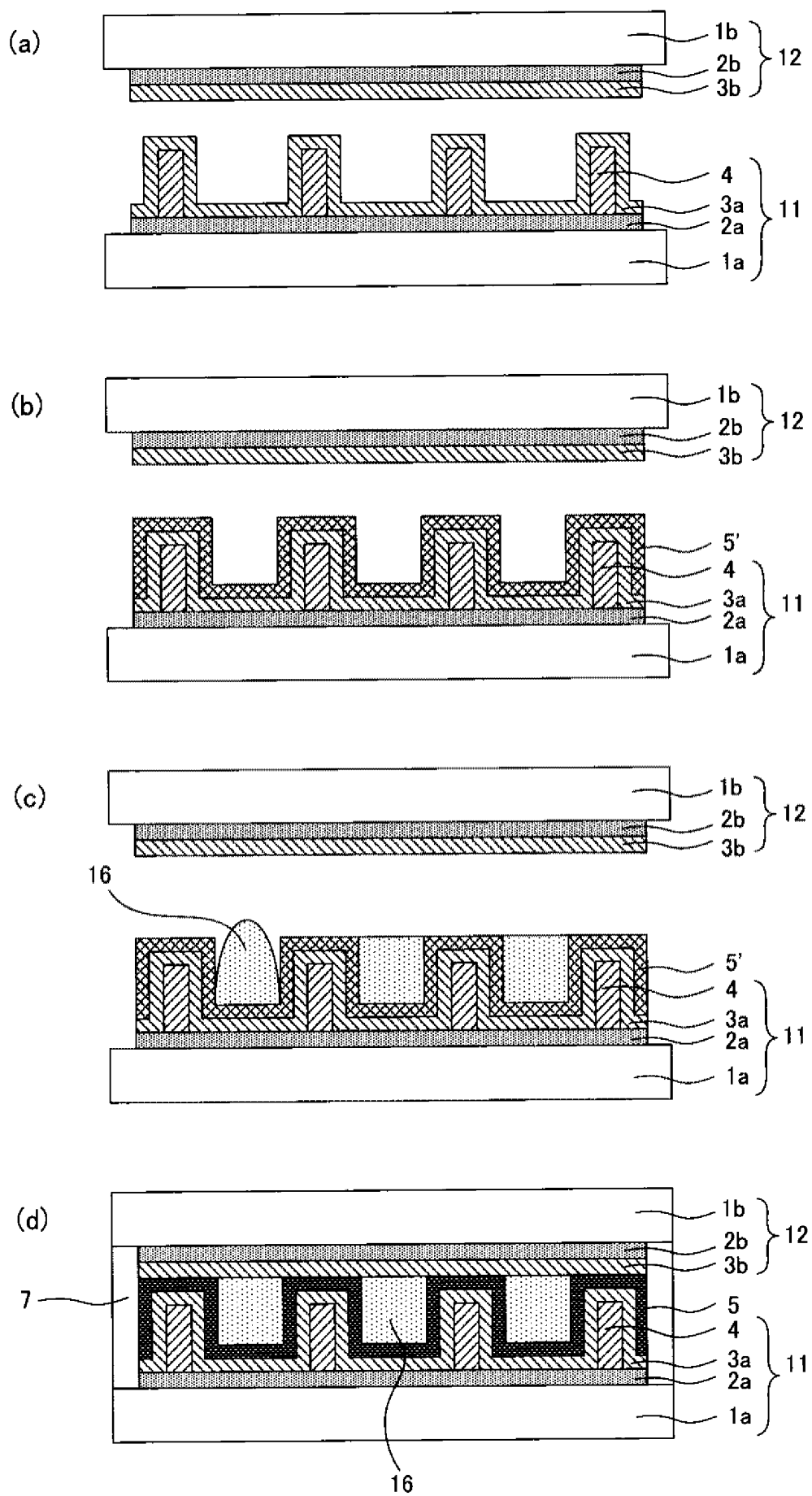
[図4]



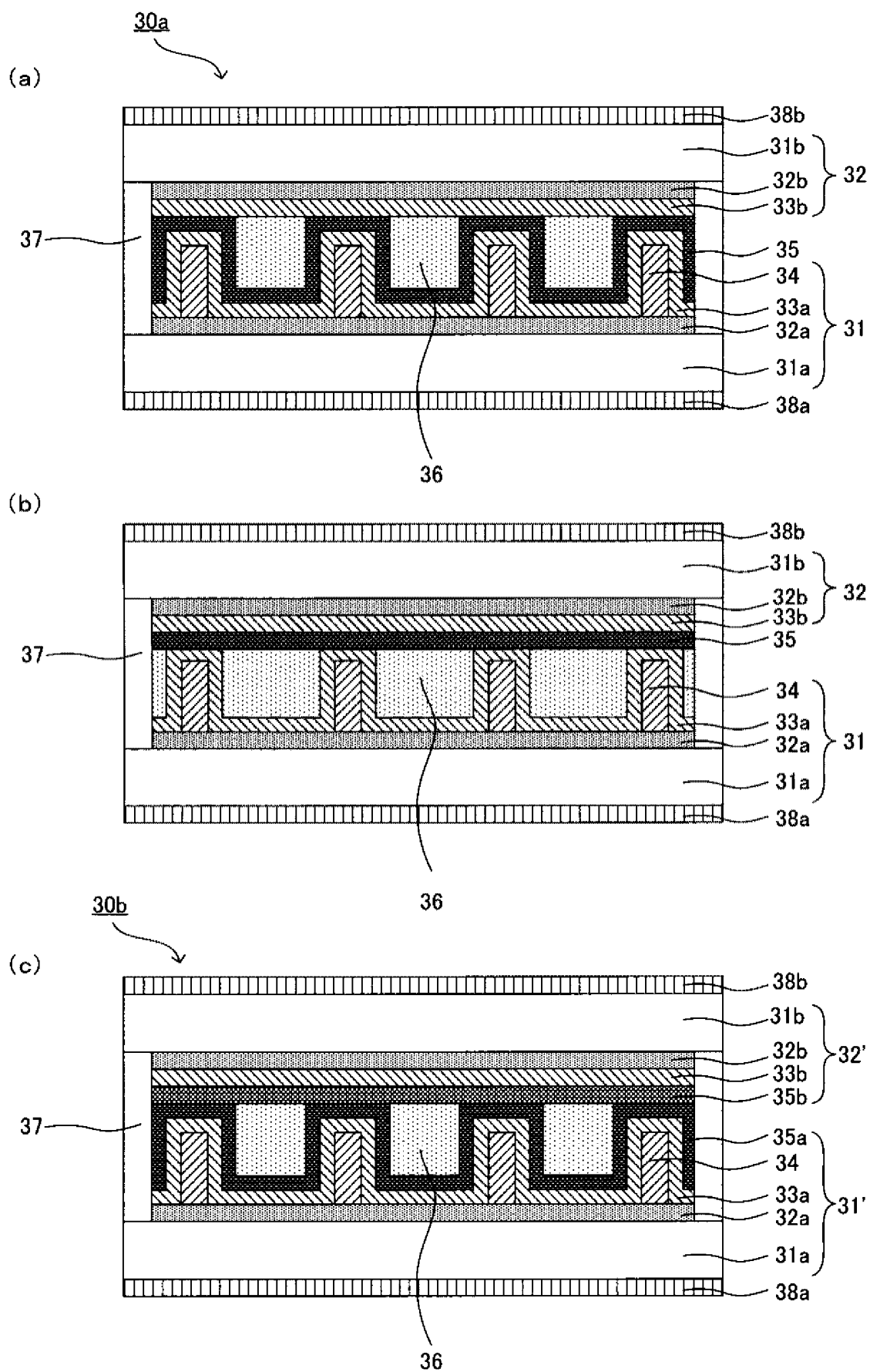
[図5]



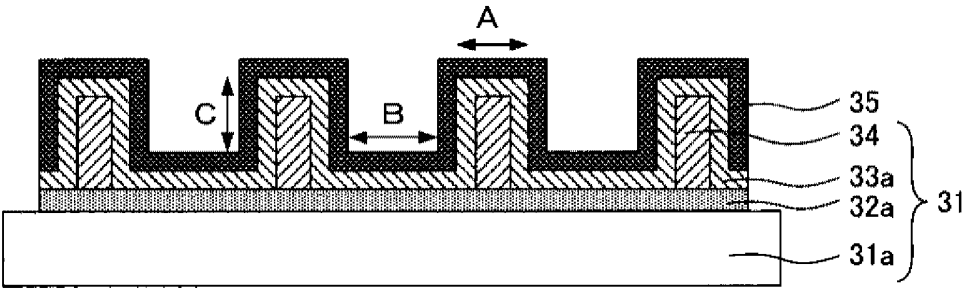
[図6]



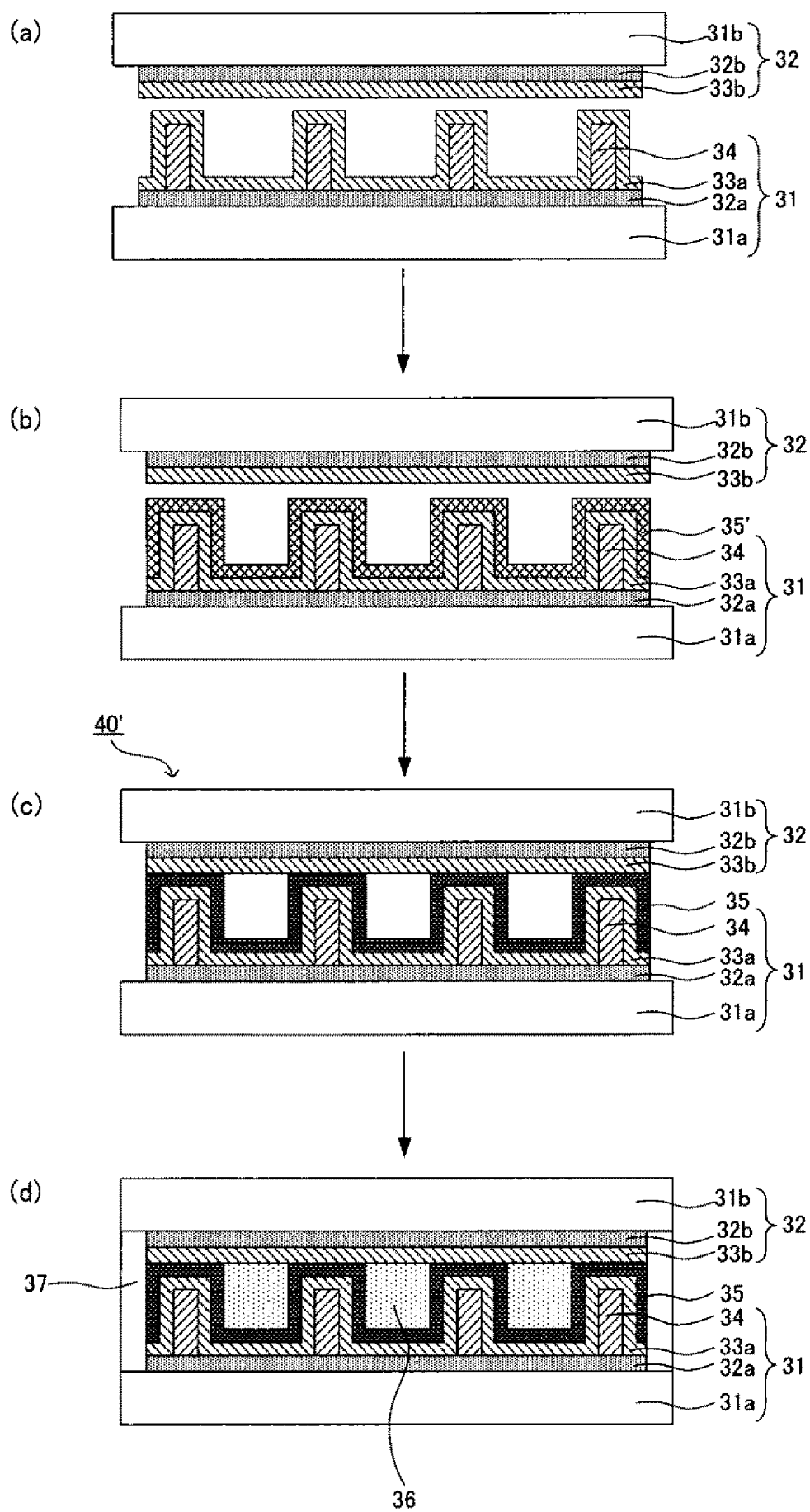
[図7]



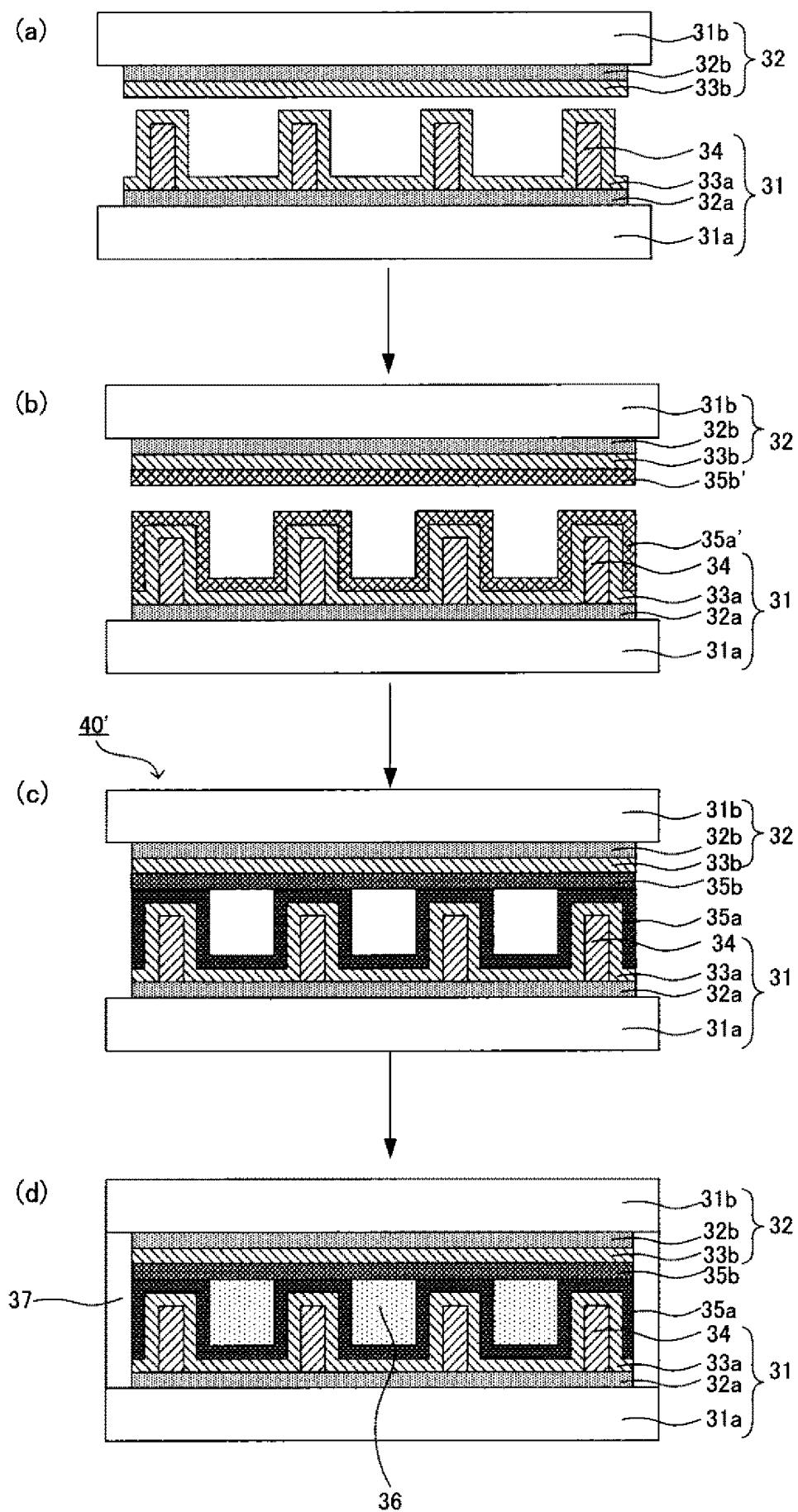
[図8]



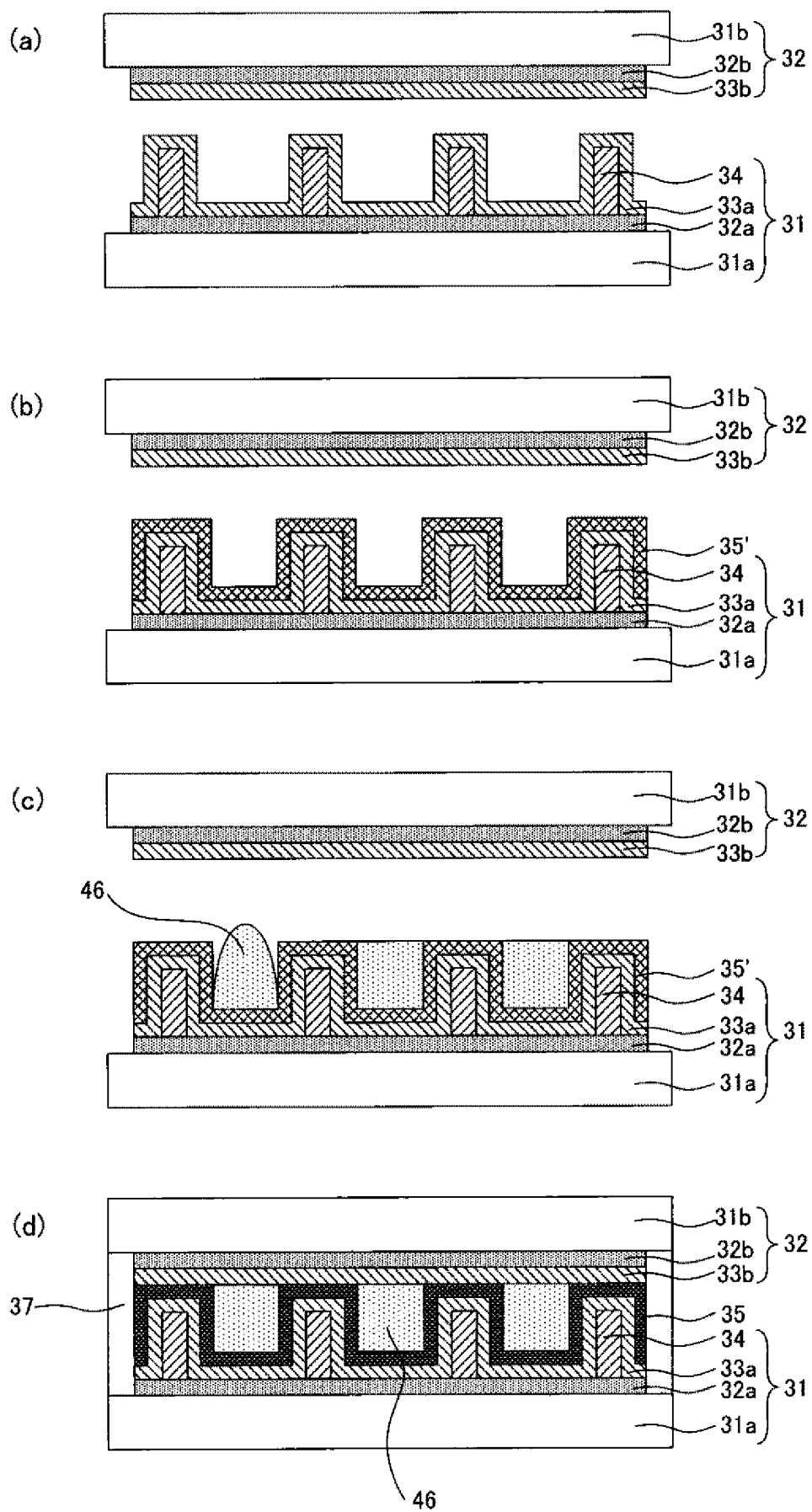
[図9]



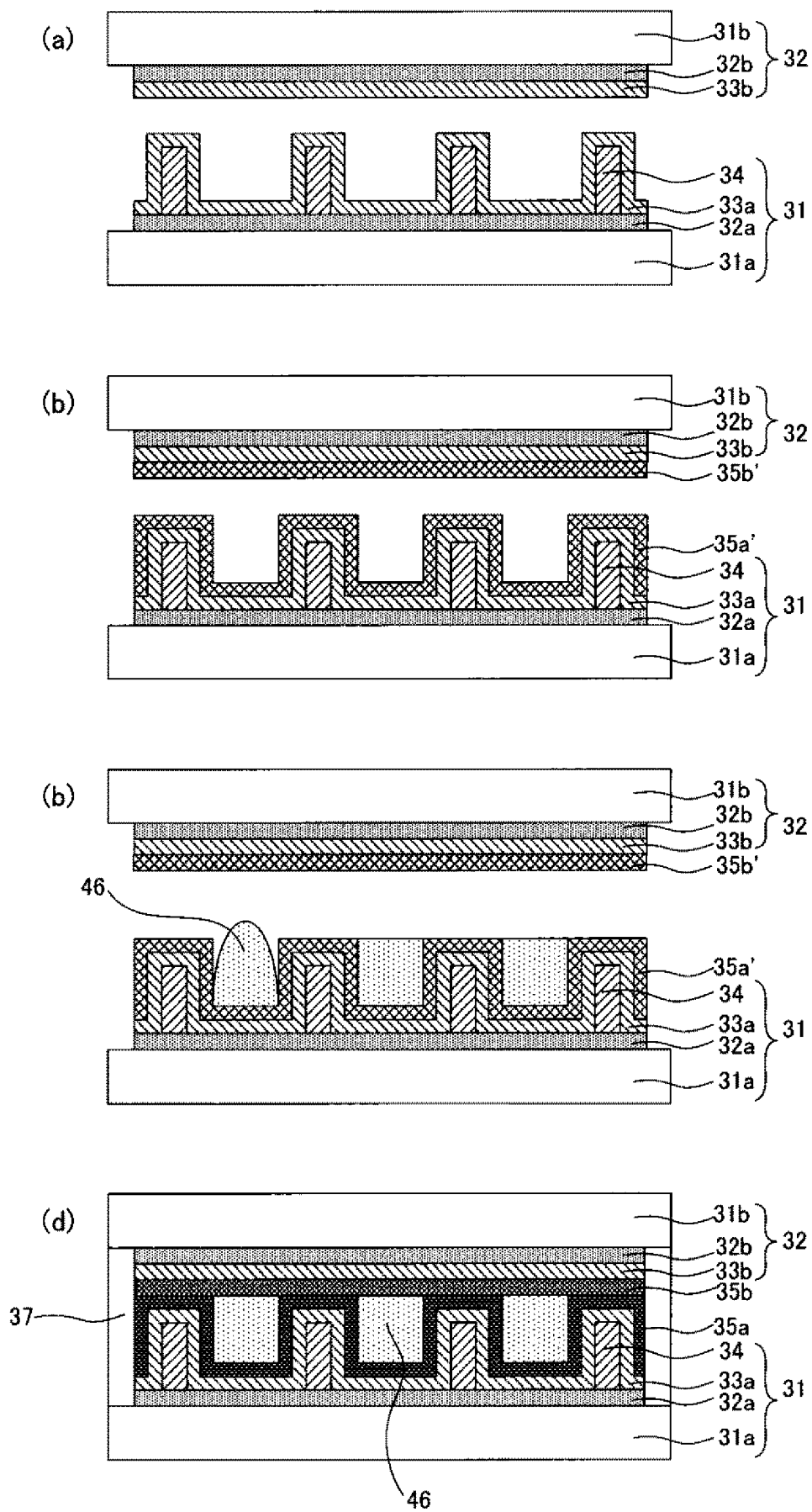
[図10]



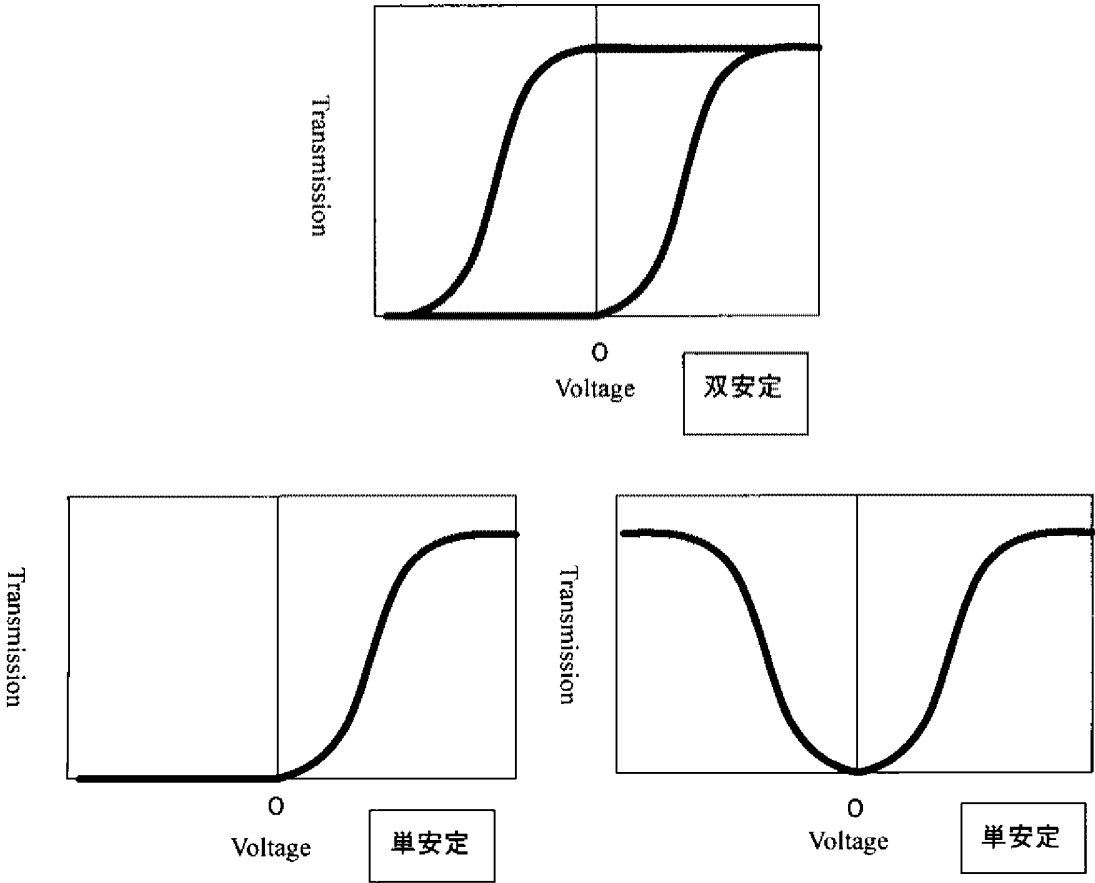
[図11]



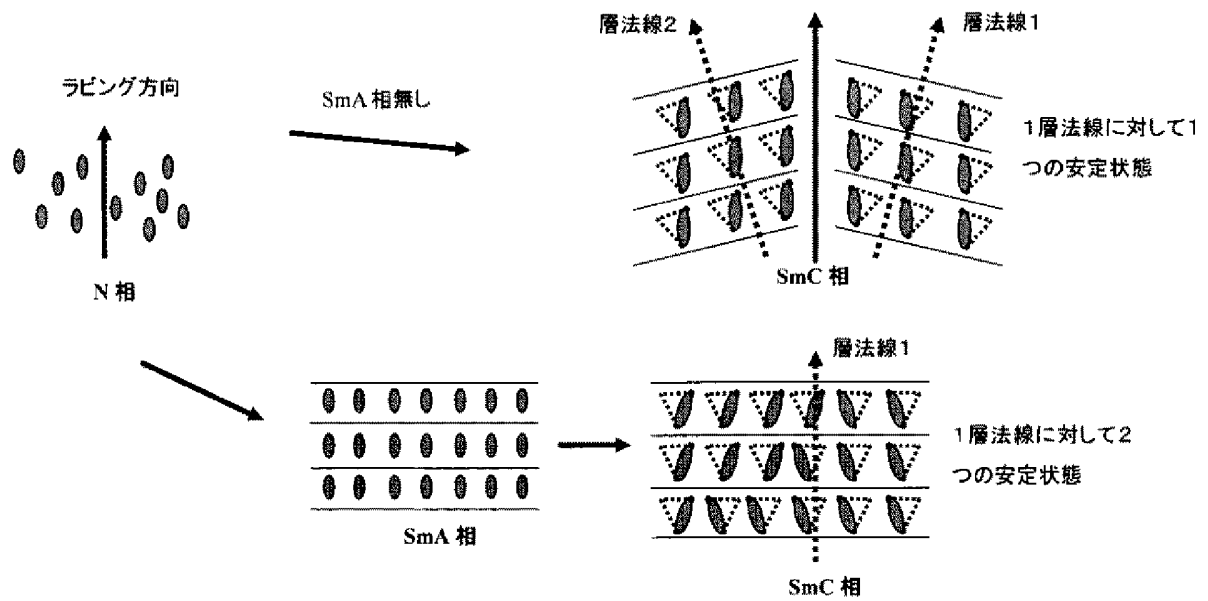
[図12]



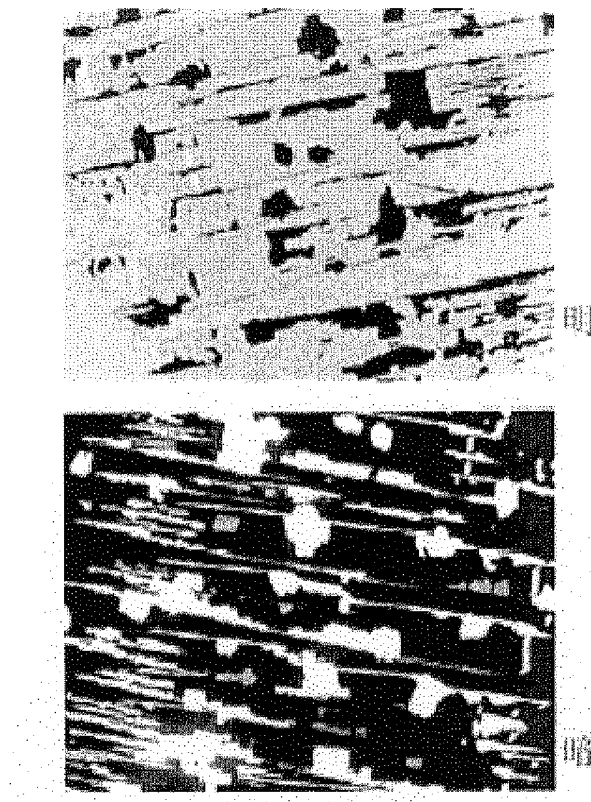
[図13]



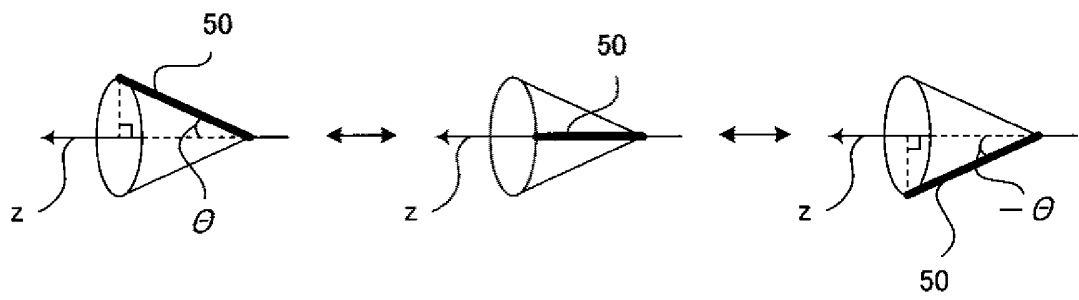
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/310068

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/1337(2006.01) i, G02F1/1339(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, G02F1/1339

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	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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.
X	WO 02/03131 A1 (NEC Corp.), 10 January, 2002 (10.01.02), & JP 2002-23164 A	1-7

☐ 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
03 August, 2006 (03.08.06)

Date of mailing of the international search report
15 August, 2006 (15.08.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/310068

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Document 1: WO 02/03131 A1 discloses a liquid crystal display device wherein a first partition wall side substrate having a first substrate, a first partition wall formed on the first substrate and a first alignment film formed on the first partition wall, and a counter substrate having a second substrate and a second alignment film formed on the second substrate are arranged in such a manner that the first alignment film and the second alignment film face each other, and a liquid crystal layer composed of a liquid crystal material is held between the first partition-wall side substrate and the counter substrate.

(Continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1 - 7

Remark on Protest
the

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee..
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/310068

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

In this liquid crystal display device, a photosensitive liquid crystal monomer layer composed of a curable resin is formed on at least one of the first alignment film and the second alignment film, and the first partition wall side substrate and the counter substrate are bonded to each other via the photosensitive liquid crystal monomer layer. Since an electrode is generally formed under an alignment film in an liquid crystal display device, it is considered that an electrode is formed between the substrate and the alignment film in the liquid crystal display device of document 1. Consequently, the inventions of claims 1, 14 and 15 are not novel since they are disclosed in document 1.

Since it is considered that there is no common technical feature making a contribution over the prior art among claims 1-30, there is no special technical feature defined in PCT Rule 13.2 between claims [1-7] and claims [8-9], [10], [11], [12], [13], [14, 16], [15], [17-20], [21-22], [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30].

Therefore, no technical relationship within the meaning of PCT Rule 13 can be seen between claims [1-7] and claims [8-9], [10], [11], [12], [13], [14, 16], [15], [17-20], [21-22], [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], and thus this international application does not satisfy the requirement of unity of invention.

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, G02F1/1339(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, G02F1/1339

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 0 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 6 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 請求の範囲の番号
X	WO 02/03131 A1（日本電気株式会社）2002.01.10 &JP 2002-23164 A	1-7

☐ 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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
0 3 . 0 8 . 2 0 0 6

国際調査報告の発送日
1 5 . 0 8 . 2 0 0 6

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）	2 L	9 4 1 1
日夏 貴史		
電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1	内線	3 2 5 5

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲_____は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲_____は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲_____は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

文献1: WO 02/03131 A1 には、第1基板と、前記第1基板上に形成された第1隔壁と、前記第1隔壁上に形成された第1配向膜とを有する第1隔壁側基板、および、第2基板と、前記第2基板上に形成された第2配向膜とを有する対向基板を、前記第1配向膜と、前記第2配向膜とが向かい合うように配置し、前記第1隔壁側基板および前記対向基板間に液晶物質からなる液晶層を挟持してなる液晶表示素子であって、前記第1配向膜上または前記第2配向膜上の少なくとも一方に、硬化性樹脂からなる感光性液晶モノマー層が形成されており、かつ、前記第1隔壁側基板と前記対向基板とが、前記感光性液晶モノマー層を介して接着された液晶表示素子が記載されている。そして、液晶表示素子では、通常、配向膜の下に電極が形成されているから、文献1においても、基板と配向膜の間に電極が形成されているものと認められる。

（以下、特別ページに続く。）

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

1-7

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☒ 追加調査手数料の納付を伴う異議申立てがなかった。

第Ⅲ欄の続き

したがって、請求の範囲 1,14,15 に係る発明は、文献 1 により、新規でない。

その結果、請求の範囲 1-30 に共通する、先行技術に対して行う貢献は存在しないことになるため、請求の範囲[1-7]と請求の範囲[8-9][10][11][12][13][14,16][15][17-20][21-22][23][24][25][26][27][28][29][30]との間には、PCT 規則 13.2 に規定される特別な技術的特徴は存在しない。

よって、請求の範囲[1-7]と請求の範囲[8-9][10][11][12][13][14,16][15][17-20][21-22][23][24][25][26][27][28][29][30]との間に PCT 規則 13 の意味における技術的な関連を見い出すことはできないので、この国際出願は発明の単一性の要件を満たしていない。