

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 3 月 6 日(06.03.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/034471 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/1337 (2006.01) *G02F 1/1335* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/072141
- (22) 国際出願日: 2013 年 8 月 20 日(20.08.2013)
- (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 2012-186663 2012 年 8 月 27 日(27.08.2012) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 鎌田 豪(KAMADA, Tsuyoshi).
- (74) 代理人: 米津 潔, 外(YONETSU, Kiyoshi et al.); 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

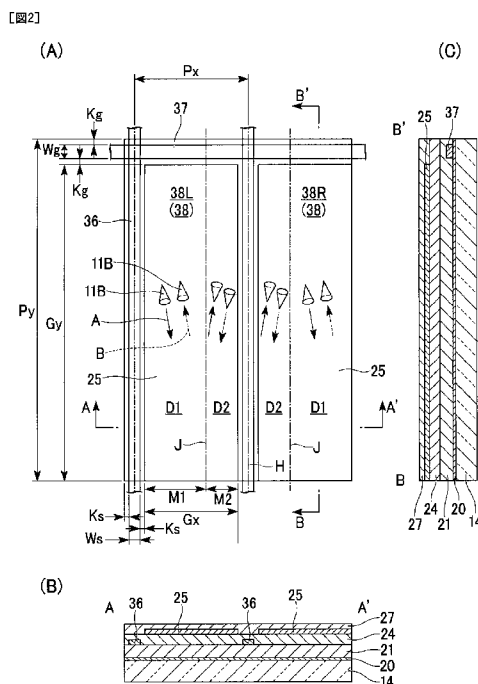
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 液晶表示装置



(57) Abstract: Provided is a liquid crystal display device having superior display properties without complication of manufacturing processes. This liquid crystal display device is provided with a liquid crystal panel having: a first substrate; a second substrate; a vertical alignment film provided on each substrate; and a liquid crystal layer having negative dielectric anisotropy. A liquid crystal panel unit region is provided with a first domain in which an azimuth angle component of a director for liquid crystal molecules in the middle part of the liquid crystal layer in the direction of thickness is oriented in a first direction and a second domain in which the azimuth angle component for a director for liquid crystal molecules in the middle part of the liquid crystal layer in the direction of thickness is oriented in a second direction. The first direction and the second direction are non-parallel, and the twist angle of the liquid crystal molecules in the liquid crystal layer between the first substrate and the second substrate is smaller than 45°.

(57) 要約: 製造プロセスを複雑化させることなく、表示特性に優れた液晶表示装置を提供する。本発明の液晶表示装置は、第1の基板および第2の基板と、各基板に設けられた垂直配向膜と、負の誘電異方性を有する液晶層と、を有する液晶パネルを備え、液晶パネルの単位領域が、液晶層の厚さ方向中央部の液晶分子のダイレクタの方位角成分が第1の方向を向く第1のドメインと、液晶層の厚さ方向中央部の液晶分子のダイレクタの方位角成分が第2の方向を向く第2のドメインと、を備え、第1の方向と第2の方向とが非平行であり、かつ、第1の基板と第2の基板との間での液晶層の液晶分子のツイスト角が45度より小さい。

WO 2014/034471 A1

明 細 書

発明の名称：液晶表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、液晶表示装置に関する。

背景技術

[0002] 垂直配向（V A:Vertical Alignment）モードの液晶表示装置において、視野角特性を改善するために、配向分割技術（M V A : Multi-domain Vertical Alignment）が従来から採用されている。M V A 技術は、一つの画素（またはサブ画素）を複数の領域に分割し、領域毎に液晶分子を異なる方向に配向させるものである。これにより、領域毎の視野角依存性が全体として平均化されるため、視野角を拡大することができる。

[0003] V A モードの液晶に縦電界を印加すると、液晶分子が基板面の法線方向から傾いた状態となる。このとき、液晶分子の配向ベクトル場の特異点がランダムな位置に複数個発生する。一般に、特異点が何個発生するか、特異点がどの位置に発生するかは不明である。同じ画素であっても電界の印加、遮断を繰り返すと、特異点の発生個数や発生箇所はその度に異なる。特異点の発生個数や発生箇所がばらつくと、表示のざらつきの原因となる。また、特異点近傍の液晶分子は応答が遅いため、残像などの原因にもなる。

[0004] 特異点の発生個数や発生箇所を固定するための方策が、下記の特許文献 1 に開示されている。特許文献 1 の液晶表示装置においては、特異点を所定の位置に発生させるための特異点制御部が画素内に設けられている。特許文献 1 には、特異点制御部の具体的な構成として、電極上に形成された突起、もしくは電極に形成された電極抜き領域の例が挙げられている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 0 1 - 2 4 9 3 4 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献 1 の液晶表示装置を製造する場合、上記の突起や電極抜き領域のような特異点制御部を形成する工程が必要である。そのため、液晶表示装置の製造プロセスが複雑化する。また、特許文献 1 の技術を採用しても、特異点が固定されるだけであり、特異点が減ったり、消滅したりするわけではない。そのため、特異点の発生に伴う光透過率の低下、表示のざらつき、液晶の応答性の低下、などの問題が生じる。

[0007] 本発明の一態様は、上記の課題を解決するためになされたものであり、製造プロセスを複雑化させることなく、表示特性に優れた液晶表示装置を提供することを目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記の目的を達成するために、本発明の一態様の液晶表示装置は、互いに対向して配置された第 1 の基板および第 2 の基板と、前記第 1 の基板および前記第 2 の基板の各々に設けられた垂直配向膜と、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に挟持された負の誘電異方性を有する液晶層と、を有する液晶パネルを備え、前記液晶パネルが、表示の基本単位となる単位領域を複数備え、前記単位領域が、前記液晶層の厚さ方向中央部の液晶分子のダイレクタの方位角成分が第 1 の方向を向く第 1 のドメインと、前記液晶層の厚さ方向中央部の液晶分子のダイレクタの方位角成分が第 2 の方向を向く第 2 のドメインと、を備え、前記第 1 の方向と前記第 2 の方向とが非平行であり、かつ、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間での前記液晶層の液晶分子のツイスト角が 45 度より小さいことを特徴とする。

[0009] 本発明の一態様の液晶表示装置は、前記第 1 の方向と前記第 2 の方向とのなす角度が 6 度以上、20 度以下であることを特徴とする。

[0010] 本発明の一態様の液晶表示装置は、前記第 1 の基板における前記垂直配向膜の配向規制方向と、前記第 2 の基板における前記垂直配向膜の配向規制方向と、が平行であり、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間で前記液晶層の液晶分子がツイストしていないことを特徴とする。

- [0011] 本発明の一態様の液晶表示装置は、前記第１の基板における前記垂直配向膜の配向規制方向と、前記第１のドメインと前記第２のドメインとの境界線の延在方向と、が非平行であり、前記第２の基板における前記垂直配向膜の配向規制方向と、前記境界線の延在方向と、が非平行であることを特徴とする。
- [0012] 本発明の一態様の液晶表示装置は、前記第１の基板における前記垂直配向膜の配向規制方向、前記第２の基板における前記垂直配向膜の配向規制方向のうちのいずれか一方が、前記第１のドメインと前記第２のドメインとの境界線の延在方向と非平行であり、前記第１の基板における前記垂直配向膜の配向規制方向、前記第２の基板における前記垂直配向膜の配向規制方向のうちの残りが、前記境界線の延在方向と平行であることを特徴とする。
- [0013] 本発明の一態様の液晶表示装置は、前記第１の基板における前記垂直配向膜の配向規制方向と、前記第２の基板における前記垂直配向膜の配向規制方向と、が非平行であり、前記第１の基板と前記第２の基板との間で前記液晶層の液晶分子がツイストしていることを特徴とする。
- [0014] 本発明の一態様の液晶表示装置は、前記液晶パネルの光射出側に、拡散強度が方位角方向によって異なる光拡散部材を備え、前記光拡散部材において前記拡散強度が相対的に大きい方位角方向が、前記液晶パネルにおいて透過率変化が相対的に大きい方位角方向と略一致することを特徴とする。
- [0015] 本発明の一態様の液晶表示装置は、前記光拡散部材が、光透過性を有する基材と、前記基材の第１の面に形成された複数の遮光部と、前記第１の面において前記遮光部の形成領域以外の領域に形成された光拡散部と、を備え、前記光拡散部が、前記基材側に光射出端面を有するとともに前記基材側と反対側に前記光射出端面の面積よりも大きい面積の光入射端面を有し、前記光拡散部の前記光入射端面から前記光射出端面までの高さが、前記遮光部の厚さよりも大きく、前記遮光部の平面形状が、長軸と短軸とを有する異方性形状であることを特徴とする。

発明の効果

[0016] 本発明の一態様によれば、製造プロセスを複雑化させることなく、表示特性に優れた液晶表示装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の第1実施形態の液晶表示装置を示す断面図である。

[図2] (A) 第1実施形態の液晶表示装置において、隣り合う2つのサブ画素を示す平面図、(B) (A)のA-A'線に沿う断面図、(C) (A)のB-B'線に沿う断面図、である。

[図3]液晶分子の配向規制角度の定義を説明するための図である。

[図4]比較例1の液晶表示装置において、隣り合う2つのサブ画素を示す平面図である。

[図5] (A) ~ (F) 比較例1および実施例1-5の液晶表示装置において、特異点の発生状態のシミュレーション結果を示す図である。

[図6]図5 (A) の比較例1の液晶表示装置のシミュレーション結果を拡大して示す図である。

[図7]図5 (E) の実施例4の液晶表示装置のシミュレーション結果を拡大して示す図である。

[図8] (A) ~ (G) 特異点のタイプを説明するための模式図である。

[図9] (A) 比較例2の液晶表示装置において、隣り合う2つのサブ画素を示す平面図、(B) (A)のA-A'線に沿う断面図、(C) (A)のB-B'線に沿う断面図、である。

[図10]図9 (A) ~ (C) の比較例2の液晶表示装置において、特異点の発生状況のシミュレーション結果を示す図である。

[図11]比較例3の液晶表示装置において、隣り合う2つの画素を示す平面図である。

[図12]図11の比較例3の液晶表示装置において、特異点の発生状況のシミュレーション結果を示す図である。

[図13]第2実施形態の液晶表示装置において、隣り合う2つのサブ画素を示す平面図である。

[図14]図13の第2実施形態の液晶表示装置において、特異点の発生状況のシミュレーション結果を示す図である。

[図15]第3実施形態の液晶表示装置において、隣り合う2つのサブ画素を示す平面図である。

[図16]図15の第3実施形態の液晶表示装置において、特異点の発生状況のシミュレーション結果を示す図である。

[図17]第3実施形態の変形例の液晶表示装置において、隣り合う2つのサブ画素を示す平面図である。

[図18]第4実施形態の液晶表示装置において、隣り合う2つのサブ画素を示す平面図である。

[図19]比較例4の液晶表示装置において、隣り合う2つのサブ画素を示す平面図である。

[図20](A)、(B)図19の比較例4および図18の第4実施形態の液晶表示装置のそれぞれにおいて、特異点の発生状況のシミュレーション結果を示す図である。

[図21]第5実施形態の液晶表示装置において、隣り合う2つのサブ画素を示す平面図である。

[図22]比較例5の液晶表示装置において、隣り合う2つのサブ画素を示す平面図である。

[図23](A)、(B)図22の比較例5および図21の第5実施形態の液晶表示装置のそれぞれにおいて、特異点の発生状況のシミュレーション結果を示す図である。

[図24]第6実施形態の液晶表示装置の概略構成を示す斜視図である。

[図25](A)第6実施形態の液晶表示装置を示す断面図、(B)光拡散フィルムの部分を示す断面図、である。

[図26]第6実施形態の液晶表示装置において、バックライトの配光分布、液晶パネルの画素配置、および光拡散フィルムの配置の関係を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0018] [第1実施形態]

以下、本発明の第1実施形態について、図1～図12を用いて説明する。

本実施形態の液晶表示装置は、1つのサブ画素内に2つのドメインを有するVAモードの液晶表示装置の一例である。

図1は、本実施形態の液晶表示装置を示す断面図である。

なお、以下の各図面においては各構成要素を見やすくするため、構成要素によって寸法の縮尺を異ならせて示すことがある。

[0019] 本実施形態の液晶表示装置1は、図1に示すように、液晶パネル13と、バックライト8と、から構成されている。液晶パネル13は、第1偏光板3と、第1位相差板4と、液晶セル5と、第2位相差板6と、第2偏光板7と、から構成されている。バックライト8は、図1における液晶パネル13の下側に配置される。本実施形態の液晶表示装置1においては、バックライト8から射出された光を液晶パネル13で画素毎に変調し、画素毎に変調した光によって所定の画像や文字等を表示する。

[0020] 観察者は、図1における液晶表示装置1の上側から表示を見る。以下の説明では、液晶表示装置1の上側を視認側もしくは前面側と称し、液晶表示装置1の下側（バックライト8が配置された側）を背面側と称する。以下の説明において、x軸は液晶表示装置1の画面の水平方向、y軸は液晶表示装置1の画面の垂直方向、z軸は液晶表示装置1の厚さ方向、と定義する。

[0021] 以下、液晶パネル13の具体的な構成について説明する。

ここでは、アクティブマトリクス方式の透過型液晶パネルを一例に挙げて説明するが、本発明に適用可能な液晶パネルはアクティブマトリクス方式の透過型液晶パネルに限るものではない。本発明に適用可能な液晶パネルは、例えば半透過型（透過・反射兼用型）液晶パネルであっても良く、更には、各画素がスイッチング用薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor, 以下、TFTと略記する）を備えていない単純マトリクス方式の液晶パネルであっても良い。

- [0022] 液晶パネル 1 3 を構成する液晶セル 5 は、スイッチング素子基板としての T F T 基板 9 と、T F T 基板 9 に対向して配置されたカラーフィルター基板 1 0 と、T F T 基板 9 とカラーフィルター基板 1 0 との間に挟持された液晶層 1 1 と、を有している。液晶層 1 1 は、T F T 基板 9 と、カラーフィルター基板 1 0 と、T F T 基板 9 とカラーフィルター基板 1 0 とを所定の間隔をおいて貼り合わせる枠状のシール材（図示せず）と、によって囲まれた空間内に封入されている。本実施形態の液晶セル 5 は、V A モードで表示を行うものであり、液晶層 1 1 には誘電率異方性が負の液晶が用いられる。T F T 基板 9 とカラーフィルター基板 1 0 との間には、これら基板間の間隔を一定に保持するための柱状のスペーサー 1 2 が配置されている。スペーサー 1 2 は例えば樹脂製であり、フォトリソグラフィ技術により形成されている。
- [0023] 液晶セル 5 のバックライト 8 側には、偏光子として機能する第 2 偏光板 7 が設けられている。液晶セル 5 の視認側には、検光子として機能する第 1 偏光板 3 が設けられている。第 2 偏光板 7 と液晶セル 5 との間には、光の位相差を補償するための第 2 位相差板 6 が設けられている。同様に、第 1 偏光板 3 と液晶セル 5 との間には、光の位相差を補償するための第 1 位相差板 4 が設けられている。
- [0024] T F T 基板 9 には、表示の最小単位領域であるサブ画素がマトリクス状に複数配置されている。T F T 基板 9 には、複数のソースバスライン 3 6（図 2（A）参照）が、互いに平行に延在して形成されている。T F T 基板 9 には、複数のゲートバスライン 3 7（図 2（A）参照）が、互いに平行に延在し、かつ、複数のソースバスライン 3 6 と直交して形成されている。したがって、T F T 基板 9 上には、複数のソースバスライン 3 6 と複数のゲートバスライン 3 7 とが格子状に形成されている。ソースバスライン 3 6 とゲートバスライン 3 7 とによって区画された矩形状の領域が一つのサブ画素 3 8 となる。ソースバスライン 3 6 は、後述する T F T のソース電極に接続され、ゲートバスライン 3 7 は、T F T のゲート電極に接続されている。
- [0025] T F T 基板 9 を構成する透明基板 1 4 の液晶層 1 1 側の面に、半導体層 1

5、ゲート電極16、ソース電極17、ドレイン電極18等を有するTFT19が形成されている。透明基板14として、例えばガラス基板を用いることができる。透明基板14上に、例えばCGS（Continuous Grain Silicon：連続粒界シリコン）、LPSS（Low-temperature Poly-Silicon：低温多結晶シリコン）、 α -Si（Amorphous Silicon：非結晶シリコン）等の半導体材料からなる半導体層15が形成されている。透明基板14上に、半導体層15を覆うようにゲート絶縁膜20が形成されている。ゲート絶縁膜20の材料として、例えばシリコン酸化膜、シリコン窒化膜、もしくはこれらの積層膜等が用いられる。ゲート絶縁膜20上には、半導体層15と対向してゲート電極16が形成されている。ゲート電極16の材料として、例えばW（タングステン）／TaN（窒化タンタル）の積層膜、Mo（モリブデン）、Ti（チタン）、Al（アルミニウム）等が用いられる。

[0026] ゲート絶縁膜20上に、ゲート電極16を覆うように第1層間絶縁膜21が形成されている。第1層間絶縁膜21の材料として、例えばシリコン酸化膜、シリコン窒化膜、もしくはこれらの積層膜等が用いられる。第1層間絶縁膜21上に、ソース電極17およびドレイン電極18が形成されている。ソース電極17は、第1層間絶縁膜21とゲート絶縁膜20とを貫通するコンタクトホール22を介して半導体層15のソース領域に接続されている。同様に、ドレイン電極18は、第1層間絶縁膜21とゲート絶縁膜20とを貫通するコンタクトホール23を介して半導体層15のドレイン領域に接続されている。ソース電極17およびドレイン電極18の材料として、上述のゲート電極16と同様の導電性材料が用いられる。第1層間絶縁膜21上に、ソース電極17およびドレイン電極18を覆うように第2層間絶縁膜24が形成されている。第2層間絶縁膜24の材料として、上述の第1層間絶縁膜21と同様の材料、もしくは有機絶縁性材料が用いられる。

[0027] 第2層間絶縁膜24上に、画素電極25が形成されている。画素電極25は、第2層間絶縁膜24を貫通するコンタクトホール26を介してドレイン電極18に接続されている。よって、画素電極25は、ドレイン電極18を

中継用電極として半導体層 15 のドレイン領域に接続されている。画素電極 25 の材料として、例えば ITO (Indium Tin Oxide、インジウム錫酸化物)、IZO (Indium Zinc Oxide、インジウム亜鉛酸化物) 等の透明導電性材料が用いられる。この構成により、ゲートバスライン 37 を通じてゲート電極 16 に走査信号が供給されると、TFT 19 がオン状態となる。このとき、ソースバスライン 36 を通じてソース電極 17 に供給された画像信号が、半導体層 15、ドレイン電極 18 を経て画素電極 25 に供給される。

なお、TFT の形態としては、図 2 に示したトップゲート型 TFT であっても良いし、ボトムゲート型 TFT であっても良い。

[0028] 一方、カラーフィルター基板 10 を構成する透明基板 29 の液晶層 11 側の面には、ブラックマトリクス 30、カラーフィルター 31、平坦化層 32、対向電極 33、配向膜 34 が順次形成されている。ブラックマトリクス 30 は、画素間領域において光の透過を遮断する機能を有しており、Cr (クロム) や Cr/酸化 Cr の多層膜等の金属、もしくはカーボン粒子を感光性樹脂に分散させたフォトレジストで形成されている。

[0029] カラーフィルター 31 には、赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B) の各色の色素が含まれており、TFT 基板 9 上の一つの画素電極 25 に R、G、B のいずれか一つのカラーフィルター 31 が対向して配置されている。R、G、B のいずれか一つのカラーフィルター 31 が配置された領域がサブ画素を構成する。R、G、B の 3 つのサブ画素は、1 つの画素を構成する。本実施形態の「サブ画素」は、特許請求の範囲における「単位領域」に相当する。カラーフィルターを持たない液晶表示装置の場合にはサブ画素という概念がないため、「画素」が特許請求の範囲における「単位領域」に相当する。

[0030] 平坦化層 32 は、ブラックマトリクス 30 およびカラーフィルター 31 を覆う絶縁膜で構成されており、ブラックマトリクス 30 およびカラーフィルター 31 によってできる段差を緩和して平坦化する機能を有している。平坦化層 32 上には対向電極 33 が形成されている。対向電極 33 の材料としては、画素電極 25 と同様の透明導電性材料が用いられる。カラーフィルター

31は、R、G、Bの3色以上の多色構成としても良い。

本実施形態の場合、カラーフィルター31の3色であるR、G、Bは、図1に示すように、液晶パネル5の表示画面の水平方向（x軸方向）に並んでいる。

[0031] TFT基板9においては、画素電極25を覆うように第2層間絶縁膜24上の全面に配向膜27が形成されている。カラーフィルター基板10においては、対向電極33を覆う全面に配向膜34が形成されている。配向膜27および配向膜34は、液晶層11を構成する液晶分子11Bを垂直配向させる配向規制力を有している。配向膜27および配向膜34は、いわゆる垂直配向膜である。本実施形態では、光配向技術を用いて配向膜27および配向膜34に配向処理を施している。

[0032] TFT基板9上の配向膜27とカラーフィルター基板10上の配向膜34には、互いに平行かつ逆向きに配向処理が施されている。例えば図1に示すように、TFT基板9上の配向膜27に、実線の矢印Aで示す方向（図1の右から左に向かう方向）に配向処理が施されている。カラーフィルター基板10上の配向膜34には、破線の矢印Bで示す方向（図1の左から右に向かう方向）に配向処理が施されている。このような配向処理により、液晶層11を構成する液晶分子11Bは、双方の配向膜27、34表面の法線方向に対し、TFT基板9側の端部が右側に傾き、カラーフィルター基板10側の端部が左側に傾く向きに配向する。双方の配向膜27、34に互いに平行かつ逆向きに配向処理を施すことにより、液晶分子11Bを安定して傾けることができる。電圧無印加時の液晶分子11Bの傾きをきっかけとして電圧印加時には液晶分子11Bが大きく傾く。

[0033] 以下の説明では、上記の配向処理が施された方向（実線の矢印Aおよび破線の矢印Bの方向）を配向規制方向と称する。ここで言う配向規制方向は、TFT基板9もしくはカラーフィルター基板10を法線方向から見たときの方位角方向で示す。

図1には現れないが、TFT基板9上の配向膜27は、配向規制方向が互

いに異なる2つの領域を有している。同様に、カラーフィルター基板10上の配向膜34は、配向規制方向が互いに異なる2つの領域を有している。この点については後述する。

[0034] 図2(A)は、TFT基板9を示す図であり、隣り合う2つのサブ画素38を示す平面図である。図2(B)は、図2(A)のA-A'線に沿う断面図である。図2(C)は、図2(A)のB-B'線に沿う断面図である。図2(B)、(C)はTFT基板9の断面図であり、カラーフィルター基板10および液晶層11の図示は省略している。

[0035] 図2(A)の横方向に延びる配線は、ゲートバスライン37である。図2(A)の縦方向に延びる配線は、ソースバスライン36である。ゲートバスライン37とソースバスライン36とは互いに直交している。隣り合う2本のゲートバスライン37と隣り合う2本のソースバスライン36とで囲まれた矩形形状の領域は、一つのサブ画素38となる。ゲートバスライン37とソースバスライン36との交差点の近傍に上述のTFT19が配置されているが、図2(A)では図示を省略する。矩形形状の画素電極25が、ゲートバスライン37とソースバスライン36とで囲まれたサブ画素38の内部に配置されている。

[0036] 本発明者は、本実施形態の液晶表示装置1の効果を実証するために液晶分子11Bの配向状態のシミュレーションを行った。その結果については後で説明するが、ここでシミュレーションに用いた各部の寸法の一例を示す。

サブ画素38のサイズは、x軸方向（ゲートバスライン37に沿う方向）の寸法 P_x が $100\mu\text{m}$ であり、y軸方向（ソースバスライン36に沿う方向）の寸法 P_y が $300\mu\text{m}$ である。図2(A)では、隣り合う2つのサブ画素38のみを示したが、この外側には同じ構造が繰り返し配置されている。ゲートバスライン37の幅 W_g は $10\mu\text{m}$ であり、ゲートバスライン37とその上下の画素電極25との間隙 K_g は $5\mu\text{m}$ である。ソースバスライン36の幅 W_s は $4\mu\text{m}$ であり、ソースバスライン36とその左右の画素電極25との間隙 K_s は $3\mu\text{m}$ である。画素電極25のサイズは、x軸方向の寸

法 G_x が $90\ \mu\text{m}$ であり、 y 軸方向の寸法 G_y が $280\ \mu\text{m}$ である。

[0037] 図 2 (B)、(C) に示されるゲートバスライン 37 とソースバスライン 36 との間の第 1 層間絶縁膜 21 の比誘電率は 6 であり、膜厚は $400\ \text{nm}$ である。図 2 (B)、(C) に示されるソースバスライン 36 と画素電極 25 との間の第 2 層間絶縁膜 24 の比誘電率は 4 であり、膜厚は $2\ \mu\text{m}$ である。

[0038] 以下の説明では、図 2 (A) の平面図において、左側のサブ画素 38 を第 1 のサブ画素 38 L と称し、右側のサブ画素 38 を第 2 のサブ画素 38 R と称する。

配向膜 27、34 の配向規制方向を方位角で表した角度を配向規制角度と定義する。配向規制角度 θ_t 、 θ_c は、図 3 に示すように、各配向膜 27、34 の配向規制方向を示す矢印 A、B を、 x 軸の正方向（時計の 3 時方向）を基準として反時計回りに見た角度である。TFT 基板 9 の配向膜 27 の配向規制角度を θ_t と記し、カラーフィルター基板 10 の配向膜 34 の配向規制角度を θ_c と記す。上述したように、TFT 基板 9 の配向膜 27 の配向規制方向とカラーフィルター基板 10 の配向膜 34 の配向規制方向とは互いに平行かつ逆向きである。そのため、配向規制角度 θ_t と配向規制角度 θ_c とは 180° ずれた関係にある。

[0039] 図 2 (A) に示すように、第 1 のサブ画素 38 L、第 2 のサブ画素 38 R の各々において、TFT 基板 9 の配向膜 27 は、配向規制方向が異なる 2 つのドメインを有している。同様に、カラーフィルター基板 10 の配向膜 34 は、TFT 基板 9 の配向膜 27 に対応して、配向規制方向が異なる 2 つのドメインを有している。具体的には、第 1 のサブ画素 38 L において、配向規制角度 θ_t が 270° より大きく、かつ 280° 以下であり、配向規制角度 θ_c が 90° より大きく、かつ 100° 以下である第 1 のドメイン D1 と、配向規制角度 θ_t が 80° 以上、かつ 90° より小さく、配向規制角度 θ_c が 260° 以上、かつ 270° より小さい第 2 のドメイン D2 と、を有している。

- [0040] 上記のような配向膜27, 34により、図2(A)に示すように、第1のドメインD1、第2のドメインD2の各々における液晶分子11Bは、カラーフィルター基板10側の端部がTF T基板9の配向規制方向を示す実線の矢印Aの先端側に向き、TF T基板9側の端部がカラーフィルター基板10の配向規制方向を示す破線の矢印Bの先端側に向くように配向する。すなわち、第1のサブ画素38L、第2のサブ画素38Rの各々は、液晶分子11Bのダイレクタの方向が異なる2つのドメインD1, D2を有する。
- [0041] 以下に用いる図面では、上述した向きに配向した液晶分子11Bを、図2(A)に示すような円錐状の図形で表す。液晶分子11Bを示す円錐体の円形の面がカラーフィルター基板10側の液晶分子11Bの端部、尖った側がTF T基板9側の液晶分子11Bの端部を示す。ここでは、液晶分子11Bのダイレクタの方向を、液晶層11の厚さ方向中央部に位置する液晶分子11Bのダイレクタの方向で代表させる。
- [0042] このように、各サブ画素38L, 38Rは、液晶層11の厚さ方向中央部の液晶分子11Bのダイレクタの方位角成分が第1の方向を向く第1のドメインD1と、液晶層11の厚さ方向中央部の液晶分子11Bのダイレクタの方位角成分が第2の方向を向く第2のドメインD2と、を備えている。第1の方向と第2の方向とは非平行である。
- [0043] 第1のドメインD1と第2のドメインD2との境界線Jは、ソースバスライン36と平行な方向(y軸方向)に延在している。境界線Jは各サブ画素38L, 38Rの中心からずれた位置にあり、第1のドメインD1のサイズと第2のドメインD2のサイズとは異なる。90 μ m幅の画素電極25が境界線Jにより2分割され、一例として、第1のドメインD1の幅M1は60 μ mであり、第2のドメインD2の幅M2は30 μ mである。第1のサブ画素38Lにおいて、第1のドメインD1は左側に配置され、第2のドメインD2は右側に配置されている。一方、第2のサブ画素38Rにおいて、第1のドメインD1は右側に配置され、第2のドメインD2は左側に配置されている。

[0044] このように、本実施形態の場合、第1のサブ画素38Lと第2のサブ画素38Rとの境界線Hを中心として第1のドメインD1と第2のドメインD2とが対称的に配置されている。また、この配置により、第1のサブ画素38Lと第2のサブ画素38Rとを合わせてみると、第1のドメインD1の幅M1と第2のドメインD2の幅M2とが略等しくなる。このような構成により、各配向膜27, 34に光配向処理を行う際に用いるマスクの構成が簡単になる。

[0045] 液晶分子11Bの配向方向は、液晶パネル13を平面視した方位角方向については上述した通りである。一方、液晶パネル13を断面視すると、図1に示すように、電圧無印加時の液晶分子11Bのダイレクタの基板表面とのなす角度、いわゆるプレチルト角 θ_p は 88° である。また、液晶分子11Bのツイスト角は 0° である。すなわち、本実施形態の場合、液晶分子11Bは液晶層11の厚さ方向においてツイストしていない。

[0046] 以下、本発明者が行った液晶分子の配向状態のシミュレーション結果について説明する。

シミュレーションを行った液晶表示装置の構成は上記の通りであり、各部の寸法等についても上記の通りである。

シミュレーションツールとして、LCD Master 3D Ver.8.1.0.1 (シンテック社製)を用いた。上述した以外のパラメータとして、液晶層11を構成する液晶の弾性率を $k_1, k_2, k_3 = 13.6, 8.0, 13.0$ とした。液晶の誘電率を $\epsilon_p, \epsilon_s = 3.5, 6.5$ とした。ゲート絶縁膜20の膜厚を $0.4\mu\text{m}$ 、液晶層11の厚さを $3.5\mu\text{m}$ 、電極の厚さを $0\mu\text{m}$ とした。

[0047] 液晶層11を挟む2枚の偏光板3, 7の透過軸は、 $0^\circ - 180^\circ$ 方向と $90^\circ - 270^\circ$ 方向のクロスニコルの配置とした。液晶層11への印加電圧として、ゲート電圧を -12V とし、ソース電圧を 0V とし、コモン電圧を 0V とした。第1のサブ画素38Lについては、画素電極25に印加する電圧を 1V ステップで 0V から $+7\text{V}$ まで変化させた。第2のサブ画素38

Rについては、画素電極25に印加する電圧を -1 V ステップで 0 V から -7 V まで変化させた。

[0048] 比較例1として、図4に示す液晶表示装置を想定した。図4は、比較例1の液晶表示装置において隣り合う2つのサブ画素を示す平面図である。図4において、図2(A)と共通の構成要素には同一の符号を付し、説明を省略する。

[0049] 図4に示す比較例1の液晶表示装置が図2(A)に示す本実施形態の液晶表示装置と異なる点は、液晶分子11Bのダイレクタの方向のみである。図4に示すように、比較例1の液晶表示装置は、第1のドメインD1では、配向規制角度 θ_t が 270° であり、配向規制角度 θ_c が 90° である。第2のドメインD2では、配向規制角度 θ_t が 90° であり、配向規制角度 θ_c が 270° である。このように、比較例1の液晶表示装置の場合、各サブ画素38L、38Rは2つのドメインを有するが、第1のドメインD1の液晶分子11Bのダイレクタの方向と第2のドメインD2の液晶分子11Bのダイレクタの方向とは平行である。また、これら液晶分子11Bのダイレクタの方向はドメインの境界線Jと平行である。

[0050] 図5(A)～(F)は、本実施形態の液晶表示装置と比較例1の液晶表示装置とについて、電圧印加時の液晶分子の配向状態のシミュレーション結果を示す図である。

図5(A)は、比較例1の液晶表示装置のシミュレーション結果を示している。

図5(B)～(F)は、本実施形態の液晶表示装置のシミュレーション結果を示しており、各配向膜の配向規制角度を本実施形態の範囲内でそれぞれ変化させたときの結果を示す。

[0051] 図5(B)においては、第1のドメインD1の配向規制角度 θ_t を 271° とし、第1のドメインD1の配向規制角度 θ_c を 91° とした。すなわち、第1のドメインD1における液晶分子11Bのダイレクタの方向は、 $91^\circ - 271^\circ$ 方向である。また、第2のドメインD2の配向規制角度 θ_t を

89°とし、第2のドメインD2の配向規制角度 θ_c を269°とした。すなわち、第2のドメインD2における液晶分子11Bのダイレクタの方向は、89°−269°方向である。よって、第1のドメインD1における液晶分子11Bのダイレクタ方向と第2のドメインD2における液晶分子11Bのダイレクタ方向とのなす角度は2°（境界線Jを中心として±1°）である。この液晶表示装置を実施例1の液晶表示装置とする。

[0052] 同様に、図5（C）においては、第1のドメインD1における液晶分子11Bのダイレクタの方向は、92°−272°方向である。第2のドメインD2における液晶分子11Bのダイレクタの方向は、88°−268°方向である。よって、第1のドメインD1における液晶分子11Bのダイレクタ方向と第2のドメインD2における液晶分子11Bのダイレクタ方向とのなす角度は4°（境界線Jを中心として±2°）である。この液晶表示装置を実施例2の液晶表示装置とする。

[0053] 同様に、図5（D）においては、第1のドメインD1における液晶分子11Bのダイレクタの方向は、93°−273°方向である。第2のドメインD2における液晶分子11Bのダイレクタの方向は、87°−267°方向である。よって、第1のドメインD1における液晶分子11Bのダイレクタ方向と第2のドメインD2における液晶分子11Bのダイレクタ方向とのなす角度は6°（境界線Jを中心として±3°）である。この液晶表示装置を実施例3の液晶表示装置とする。

[0054] 同様に、図5（E）においては、第1のドメインD1における液晶分子11Bのダイレクタの方向は、95°−275°方向である。第2のドメインD2における液晶分子11Bのダイレクタの方向は、85°−265°方向である。よって、第1のドメインD1における液晶分子11Bのダイレクタ方向と第2のドメインD2における液晶分子11Bのダイレクタ方向とのなす角度は10°（境界線Jを中心として±5°）である。この液晶表示装置を実施例4の液晶表示装置とする。

[0055] 同様に、図5（F）においては、第1のドメインD1における液晶分子1

1 Bのダイレクタの方向は、 $100^{\circ} - 280^{\circ}$ 方向である。第2のドメインD2における液晶分子11Bのダイレクタの方向は、 $80^{\circ} - 260^{\circ}$ 方向である。よって、第1のドメインD1における液晶分子11Bのダイレクタ方向と第2のドメインD2における液晶分子11Bのダイレクタ方向とのなす角度は 20° （境界線Jを中心として $\pm 10^{\circ}$ ）である。この液晶表示装置を実施例5の液晶表示装置とする。

[0056] すなわち、図5（A）、図5（B）、図5（C）、図5（D）、図5（D）、図5（E）、図5（F）の順に、第1のドメインD1における液晶分子11Bのダイレクタ方向と第2のドメインD2における液晶分子11Bのダイレクタ方向とが、互いに平行な状態から、2つのダイレクタ方向の広がりが大きくなる方向へと変化している。

[0057] 全てのシミュレーション結果において、ドメインの境界線Jに沿って液晶分子のディスクリネーションが生じ、図中黒く見える透過率低下領域が線状に発生している。さらに比較例1の液晶表示装置においては、図5（A）に示すように、透過率低下領域に沿って多数の特異点（矢印で示す箇所）が発生した。

[0058] これに対して、実施例1～5の液晶表示装置では、図5（B）～（F）に示すように、特異点（矢印で示す箇所）の数が比較例1に比べて減少した。特に、2つのドメインD1，D2の液晶分子11Bのダイレクタの方向のなす角度をそれぞれ 6° 、 10° とした実施例3、4（図5（D）、（E）参照）では特異点は1個と大幅に減った。ただし、第1のサブ画素38Lのゲートバスライン近傍には強い横電界が加わる影響を受けて、この領域に1個の特異点が残った。さらに、2つのドメインD1，D2の液晶分子11Bのダイレクタの方向のなす角度を 20° とした実施例5（図5（F）参照）では、特異点は消滅した。

[0059] VAモードの液晶表示装置において、光透過率は下記の（1）式で表すことができる。本実施形態において、液晶分子11Bの配向方向の変更が光透過率に与える影響を考える場合、下記の（1）式のうち、偏光板の透過軸と

液晶分子のダイレクタ方向とのなす角度 θ のみが変わり、液晶の屈折率異方性 Δn 、液晶の厚さ d 、光の波長 λ は一定と考える。その場合、液晶分子 1 B の配向方向の変更が光透過率に与える影響は下記の (2) 式で表すことができる。

[0060] [数1]

$$I = I_0 \cdot \sin^2(2 \cdot \theta) \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta n \cdot d \cdot \pi}{\lambda}\right) \quad \dots(1)$$

[0061] [数2]

$$I \propto I_0 \cdot \sin^2(2 \cdot \theta) \quad \dots(2)$$

[0062] 一対の偏光板の透過軸は、図 5 (A) ~ (F) の $45^\circ - 225^\circ$ 方向および $135^\circ - 315^\circ$ 方向にクロスニコルの配置であったとする。この場合、光透過率に関して言えば、偏光板の透過軸と液晶分子のダイレクタの方向とが 45° の角度をなす図 5 (A) の比較例 1 の液晶表示装置が最大である。図 5 (B) ~ (F) の実施例 1 ~ 5 の液晶表示装置は、比較例 1 の液晶表示装置よりも劣る。また、2つのドメインにおける液晶分子のダイレクタの方向の広がりが大きくなる程、偏光板の透過軸と液晶分子のダイレクタの方向とのなす角度が 45° からずれるため、光透過率は低下する。

[0063] 光透過率を上記の (2) 式から計算すると、比較例 1 の光透過率を 100%としたとき、図 5 (E) の実施例 4 の光透過率が 96.98%、図 5 (F) の実施例 5 の光透過率が 88.30%、である。すなわち、実施例 4 の光透過率の低下分が -3.02%、図 5 (F) の実施例 5 の光透過率の低下分が -11.70%、である。光透過率の低下がこの程度であれば、液晶分子の配向方向の変更による悪影響を最小限に抑えることができる。

[0064] 図5 (A) ~ (F) のシミュレーション結果と、上記の光透過率の計算結果と、を考慮すると、光透過率をそれ程低下させることなく、特異点を減らすためには、2つのドメインの液晶分子のダイレクタの方向のなす角度は 6° 以上、 20° 以下が好ましいことが判った。

[0065] 以下、シミュレーション結果について、より詳細に説明する。

図6は、図5 (A) に示した比較例1のシミュレーション結果のうち、第1のサブ画素38Lの3個の特異点の近傍を拡大したものである。図7は、図5 (E) に示した実施例4のシミュレーション結果のうち、第1のサブ画素38Lにおいて特異点が発生していない領域を拡大したものである。

[0066] 特異点には、図8 (A) - (a) ~ (c)、図8 (B) - (a) ~ (c) に示すように、液晶分子11Bの配向状態に応じていくつかのタイプがある。図8 (A) - (a) ~ (c)、図8 (B) - (a) ~ (c) は、液晶分子11Bの配向状態を液晶パネルの法線方向から平面視した模式図である。

特異点には、図8 (A) - (a) ~ (c) に示す第1特異点と称される特異点と、図8 (B) - (a) ~ (c) に示す第2特異点と称される特異点と、がある。第1特異点は、基本的には全ての液晶分子11Bの一端が同一の点に向いた配向状態を取る特異点である。第2特異点は、基本的には任意の一方向に沿って並ぶ液晶分子の一端は同一の点に向くが、それ以外の液晶分子、例えば前記一方向と直交する方向に沿って並ぶ液晶分子の一端は同一の点に向かないような配向状態を取る特異点である。図面において、第1特異点を+1と記し、第2特異点を-1と記す。

[0067] さらに、図8 (A) - (a) ~ (c) に示す第1特異点の中に、+1の特異点と液晶分子11Bとを結ぶ軸と液晶分子11Bのダイレクタとのなす角度 ϕ が異なるものが含まれる。例えば、図8 (A) - (a) は $\phi = 0$ の配向状態を取る特異点であり、図8 (A) - (b) は $\phi = \pi/4$ の配向状態を取る特異点であり、図8 (A) - (c) は $\phi = \pi/2$ の配向状態を取る特異点である。このように、角度 ϕ が大きくなる程、液晶分子11Bは特異点の周囲で大きく回転した配置を取る。

[0068] 同様に、図8（B）－（a）～（c）に示す第2特異点の中に、－1の特異点と液晶分子11Bとを結ぶ軸と液晶分子11Bのダイレクタとのなす角度 ϕ が異なるものが含まれる。例えば、図8（B）－（a）は $\phi = 0$ の配向状態を取る特異点であり、図8（B）－（b）は $\phi = \pi/4$ の配向状態を取る特異点であり、図8（B）－（c）は $\phi = \pi/2$ の配向状態を取る特異点である。

[0069] 比較例1の液晶表示装置の場合、図6に示すように、第1特異点（ $S = +1$ ）と第2特異点（ $S = -1$ ）とが透過率低下領域に沿って交互に発生する。この点は従来のMVA方式の液晶表示装置と同様である。ところが、第1特異点（ $S = +1$ ）について見ると、従来のMVA方式では $\phi = 0$ の特異点が発生していたのに対し、比較例1の液晶表示装置では $\phi = \pi/2$ の特異点が発生する点が大きく異なる。

[0070] 一方、実施例4の液晶表示装置の場合、図7に示すように、第1のサブ画素38Lのゲートバスライン近傍の1箇所を除いては特異点が発生しない。特異点が発生していない箇所の透過率低下領域を拡大してみると、図7の右側に示すように、左右のドメインそれぞれにおいて規制された液晶分子11Bのダイレクタの方向を元にして、液晶分子11Bが弧を描くように配向していることが判った。逆に、この状態から特異点を形成するには液晶分子11Bが逆向きの弧を描くように配向しなければならない。その場合、液晶配向の弾性エネルギーが高くなる。したがって、実施例4の液晶表示装置では、比較例1の液晶表示装置に比べて特異点が発生しにくくなる。

[0071] 次に、本発明者は、従来のMVA技術を用いて課題を解決できるか否かを改めて検証した。その結果について説明する。

図9（A）は、従来のMVA技術を用いた液晶表示装置の隣り合う2つのサブ画素を示す平面図である。図9（B）は、図9（A）のA－A'線に沿う断面図である。図9（C）は、図9（A）のB－B'線に沿う断面図である。図9（A）～（C）に示す液晶表示装置を比較例2の液晶表示装置と称する。

[0072] 比較例2の液晶表示装置は、図9（A）に示すように、液晶分子11Bの配向規制手段として、画素電極25と対向電極33の各々に開口25h、33hを設けている。合計3個の開口25h、33hが、2つのドメインの境界線Jに沿って配置されている。上下の2個の開口25hは、図9（B）に示す画素電極25に設けられた開口である。中央の1個の開口33hは、図9（C）に示す対向電極33に設けられた開口である。開口25h、33hの寸法は、全て10 μ m角とした。2つのドメインD1、D2における液晶分子11Bのダイレクタの方向については、比較例1の液晶表示装置と同じである。

[0073] 図10は、比較例2の液晶表示装置について、電圧印加時の液晶分子の配向状態のシミュレーション結果を示す図である。

比較例2の液晶表示装置において、画素電極25の開口25hおよび対向電極33の開口33hの位置に第1特異点（ $S=+1$ ）が生じた。さらに、画素電極25の開口25hと対向電極33の開口33hとの間の位置に第2特異点（ $S=-1$ ）が生じた。しかしながら、第2特異点（ $S=-1$ ）の位置は固定できないことが判った。このように、比較例2の液晶表示装置では、特異点をなくすることができず、特異点の位置を固定することもできない。

[0074] 上記のような電極の開口、もしくは突起などの従来からの配向規制手段を用いた場合、液晶分子11Bのダイレクタの方向がドメインの境界線Jに対して垂直に向かうものだけが実現可能であった。

図11は、液晶分子11Bのダイレクタの方向がドメインの境界線Jに対して垂直に向かう液晶表示装置において、隣り合う2つのサブ画素を示す平面図である。図11に示す液晶表示装置を比較例3の液晶表示装置と称する。

[0075] 比較例3の液晶表示装置において、図11に示すように、上下の2個の開口33hは、対向電極33に設けられた開口である。中央の1個の開口25hは、画素電極25に設けられた開口である。開口33h、25hの寸法は、全て10 μ m角とした。

[0076] 第1のドメインD1の配向規制角度 θ_t を 0° とし、第1のドメインD1の配向規制角度 θ_c を 180° とした。すなわち、第1のドメインD1における液晶分子11Bのダイレクタ方向は、 $0^\circ - 180^\circ$ 方向である。第2のドメインD2の配向規制角度 θ_t を 180° とし、第2のドメインD2の配向規制角度 θ_c を 0° とした。すなわち、第2のドメインD2における液晶分子11Bのダイレクタ方向は、 $0^\circ - 180^\circ$ 方向である。よって、第1のドメインD1における液晶分子11Bのダイレクタ方向と第2のドメインD2における液晶分子11Bのダイレクタ方向とは平行である。

[0077] 図12は、比較例3の液晶表示装置について、電圧印加時の液晶分子の配向状態のシミュレーション結果を示す図である。

比較例3の液晶表示装置においては、対向電極33の2個の開口33hの位置に第1特異点($S=+1$)が生じ、画素電極25の開口25hの位置に第2特異点($S=-1$)が生じることが判った。このように、比較例3の液晶表示装置では、特異点の位置を固定することができる。しかしながら、特異点を消滅させることはできない。

[0078] 以上説明したように、本実施形態の液晶表示装置1においては、1つのサブ画素38の中に2つのドメインD1、D2が設けられ、2つのドメインD1、D2における液晶分子11Bのダイレクタの方向が非平行である。この構成により、電極の開口や突起などの配向規制手段を設けることなく、特異点を減らすか、もしくは特異点を消滅させることができる。このようにして、製造プロセスを複雑化させることなく、表示特性に優れた液晶表示装置を実現することができる。

[0079] [第2実施形態]

以下、本発明の第2実施形態について、図13、図14を用いて説明する。

本実施形態の液晶表示装置の基本構成は第1実施形態と同一であり、液晶分子のダイレクタの方向が第1実施形態と異なるのみである。

図13は、本実施形態の液晶表示装置において、隣り合う2つのサブ画素

を示す平面図である。図 1 4 は、本実施形態の液晶表示装置について、電圧印加時の液晶分子の配向状態のシミュレーション結果を示す図である。

図 1 3、図 1 4 において、第 1 実施形態で用いた図面と共通の構成要素には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

[0080] 本実施形態の液晶表示装置の場合、図 1 3 に示すように、第 1 のドメイン D 1 では、配向規制角度 θ_t が 270° より大きく、かつ 280° 以下であり、配向規制角度 θ_c が 90° より大きく、かつ 100° 以下である。一方、第 2 のドメイン D 2 では、配向規制角度 θ_t が 90° であり、配向規制角度 θ_c が 270° である。すなわち、本実施形態の液晶表示装置では、第 1 のドメイン D 1 のみ、液晶分子 1 1 B のダイレクタ方向がドメインの境界線 J に対して非平行である。第 2 のドメイン D 2 については、液晶分子 1 1 B のダイレクタ方向がドメインの境界線 J に対して平行である。

[0081] 図 1 4 は、本実施形態の液晶表示装置について、電圧印加時の液晶分子の配向状態のシミュレーション結果を示す図である。

シミュレーション条件として、具体的には、第 1 のドメイン D 1 の配向規制角度 θ_t を 275° とし、第 1 のドメイン D 1 の配向規制角度 θ_c を 95° とした。すなわち、第 1 のドメイン D 1 における液晶分子 1 1 B のダイレクタ方向は、 $95^\circ - 275^\circ$ 方向である。第 2 のドメイン D 2 における液晶分子 1 1 B のダイレクタ方向は、 $90^\circ - 270^\circ$ 方向である。よって、第 1 のドメイン D 1 における液晶分子 1 1 B のダイレクタ方向と第 2 のドメイン D 2 における液晶分子 1 1 B のダイレクタ方向とのなす角度は 5° である。

[0082] 図 1 4 に示すように、本実施形態においても、第 1 実施形態の実施例 4 (図 5 (E) 参照) と同様、第 1 のサブ画素 3 8 L のゲートバスライン近傍の 1 箇所 (矢印で示す箇所) を除いては特異点が発生しない。隣り合うドメインそれぞれにおいて規制された液晶分子 1 1 B のダイレクタの方向を元にして、液晶分子 1 1 B が弧を描くように配向していることが判った。したがって、本実施形態の液晶表示装置でも特異点が発生しにくくなっている。

[0083] 本実施形態においても、製造プロセスを複雑化させることなく、表示特性に優れた液晶表示装置を実現できる、という第1実施形態の同様の効果が得られる。

[0084] [第3実施形態]

以下、本発明の第3実施形態について、図15～図17を用いて説明する。

本実施形態の液晶表示装置の基本構成は第1実施形態と同一であり、液晶分子のダイレクタの方向が第1実施形態と異なるのみである。

図15は、本実施形態の液晶表示装置において、隣り合う2つのサブ画素を示す平面図である。図16は、本実施形態の液晶表示装置について、電圧印加時の液晶分子の配向状態のシミュレーション結果を示す図である。図17は、本実施形態の変形例の液晶表示装置において、隣り合う2つのサブ画素を示す平面図である。

図15～図17において、第1実施形態で用いた図面と共通の構成要素には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

[0085] 第1～第2実施形態では、液晶分子11Bがツイストしていない液晶表示装置の例を挙げた。これに対して、本実施形態では、液晶分子11Bがツイストした液晶表示装置の例を挙げる。

本実施形態の液晶表示装置の場合、図15に示すように、第1のドメインD1では、配向規制角度 θ_t が 270° より大きく、かつ 280° 以下であり、配向規制角度 θ_c が 90° である。一方、第2のドメインD2では、配向規制角度 θ_t が 80° 以上、かつ 90° より小さく、配向規制角度 θ_c が 270° である。すなわち、本実施形態の液晶表示装置では、第1のドメインD1、第2のドメインD2の各々において、液晶分子11Bが 10° 以下の角度でツイストしている。

[0086] 図16は、本実施形態の液晶表示装置について、電圧印加時の液晶分子の配向状態のシミュレーション結果を示す図である。

シミュレーション条件として、具体的には、第1のドメインD1の配向規

制角度 θ_t を 280° とし、第1のドメインD1の配向規制角度 θ_c を 90° とした。すなわち、第1のドメインD1における液晶分子11Bは、液晶層11の厚さ方向で 10° ツイストしている。この場合、液晶層11の厚さ方向中央部の液晶分子11Bのダイレクタ方向は、 $95^\circ - 275^\circ$ 方向と見なすことができる。また、第2のドメインD2の配向規制角度 θ_t を 80° とし、第2のドメインD2の配向規制角度 θ_c を 270° とした。すなわち、第2のドメインD2における液晶分子11Bは、液晶層11の厚さ方向で -10° ツイストしている。この場合、液晶層11の厚さ方向中央部の液晶分子11Bのダイレクタ方向は、 $85^\circ - 265^\circ$ 方向と見なすことができる。

[0087] 図16に示すように、本実施形態においても、第1実施形態の実施例4（図5（E）参照）と同様、第1のサブ画素38Lのゲートバスライン近傍の1箇所（矢印で示す箇所）を除いては特異点が発生しない。隣り合うドメインD1、D2それぞれにおいて規制された液晶分子11Bのダイレクタ方向を元にして、液晶分子11Bが弧を描くように配向していることが判った。したがって、本実施形態の液晶表示装置でも特異点が発生しにくくなっている。

[0088] 液晶層11において電圧印加時に最も動きやすい液晶分子11Bは、基板表面の配向膜27、34によって束縛を受けない液晶層11の厚さ方向中央部に位置する液晶分子11Bである。本実施形態では、液晶分子11Bをツイストさせることにより、2つのドメインD1、D2における液晶層11の厚さ方向中央部の液晶分子11Bに角度を与え、第1、第2実施形態と同様の作用、効果を得ている。これにより、本実施形態においても、製造プロセスを複雑化させることなく、表示特性に優れた液晶表示装置を実現できる、という第1、第2実施形態の同様の効果が得られる。

[0089] 本実施形態では、カラーフィルター基板10側の配向規制角度 θ_c をドメインの境界線Jと平行にし、TFT基板9側の配向規制角度 θ_t をドメインの境界線Jと非平行にした。この構成に代えて、TFT基板9側の配向規制

角度 θ_t をドメインの境界線 J と平行にし、カラーフィルター基板 10 側の配向規制角度 θ_c をドメインの境界線 J と非平行にしてもよい。

[0090] 本実施形態の変形例の液晶表示装置では、図 17 に示すように、第 1 のドメイン D1 では、配向規制角度 θ_t が 270° であり、配向規制角度 θ_c が 90° より大きく、かつ 100° 以下である。一方、第 2 のドメイン D2 では、配向規制角度 θ_t が 90° であり、配向規制角度 θ_c が 260° 以上、かつ 270° より小さい。すなわち、本変形例の液晶表示装置では、第 1 のドメイン D1、第 2 のドメイン D2 の各々において、液晶分子 11B が 10° 以下の角度でツイストしている。本変形例の液晶表示装置においても、シミュレーション結果は図 16 と略一致する。

[0091] [第 4 実施形態]

以下、本発明の第 4 実施形態について、図 18～図 20 を用いて説明する。

本実施形態の液晶表示装置の基本構成は第 1 実施形態と同一であり、液晶分子のダイレクタの方向が第 1 実施形態と異なるのみである。

図 18 は、本実施形態の液晶表示装置において、隣り合う 2 つのサブ画素を示す平面図である。図 19 は、比較例 4 の液晶表示装置において、隣り合う 2 つのサブ画素を示す平面図である。図 20 (A) は、比較例 4 の液晶表示装置について、電圧印加時の液晶分子の配向状態のシミュレーション結果を示す図である。図 20 (B) は、本実施形態の液晶表示装置について、電圧印加時の液晶分子の配向状態のシミュレーション結果を示す図である。

図 18～図 20 において、第 1 実施形態で用いた図面と共通の構成要素には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

[0092] 本実施形態の液晶表示装置の場合、図 18 に示すように、第 1 のドメイン D1 では、配向規制角度 θ_t が 0° より大きく、かつ 10° 以下であり、配向規制角度 θ_c が 180° より大きく、かつ 190° 以下である。一方、第 2 のドメイン D2 では、配向規制角度 θ_t が 170° 以上かつ 180° より小さく、配向規制角度 θ_c が 350° 以上かつ 360° より小さい。これに

より、2つのドメインD1, D2における液晶分子11Bのダイレクタの方向は非平行となる。

[0093] 後述するシミュレーションにおいて、第1のドメインD1では、配向規制角度 θ_t を 5° とし、配向規制角度 θ_c を 185° とした。このとき、第1のドメインD1における液晶分子11Bのダイレクタ方向は $5^\circ - 185^\circ$ 方向となる。一方、第2のドメインD2では、配向規制角度 θ_t を 175° とし、配向規制角度 θ_c を 355° とした。このとき、第2のドメインD2における液晶分子11Bのダイレクタ方向は $175^\circ - 355^\circ$ 方向となる。したがって、2つのドメインD1, D2における液晶分子11Bのダイレクタ方向のなす角度は 10° となる。

[0094] これに対して、比較例4の液晶表示装置においては、図19に示すように、第1のドメインD1では、配向規制角度 θ_t を 0° とし、配向規制角度 θ_c を 180° とした。このとき、第1のドメインD1における液晶分子11Bのダイレクタ方向は $0^\circ - 180^\circ$ 方向となる。一方、第2のドメインD2では、配向規制角度 θ_t を 180° とし、配向規制角度 θ_c を 0° とした。このとき、第2のドメインD2における液晶分子11Bのダイレクタ方向は $0^\circ - 180^\circ$ 方向となる。すなわち、2つのドメインD1, D2における液晶分子11Bのダイレクタ方向は平行である。

[0095] 図20(A)に示すように、比較例4の液晶表示装置の場合、多数の特異点(矢印で示す箇所)が発生している。これに対して、図20(B)に示すように、本実施形態の液晶表示装置の場合、特異点の数が1個に減っている。本実施形態の場合も、隣り合うドメインD1, D2それぞれにおいて規制された液晶分子11Bのダイレクタ方向を元にして、液晶分子11Bが弧を描くように配向していることが判った。したがって、本実施形態の液晶表示装置でも特異点が発生しにくくなっている。

[0096] 本実施形態においても、製造プロセスを複雑化させることなく、表示特性に優れた液晶表示装置を実現することができる、という第1～第3実施形態の同様の効果が得られる。

[0097] [第5実施形態]

以下、本発明の第5実施形態について、図21～図23を用いて説明する。

本実施形態の液晶表示装置の基本構成は第1実施形態と同一であり、ドメインの分割方向が第1実施形態と異なる。

図21は、本実施形態の液晶表示装置において、隣り合う2つのサブ画素を示す平面図である。図22は、比較例5の液晶表示装置において、隣り合う2つのサブ画素を示す平面図である。図23(A)は、比較例5の液晶表示装置について、電圧印加時の液晶分子の配向状態のシミュレーション結果を示す図である。図23(B)は、本実施形態の液晶表示装置について、電圧印加時の液晶分子の配向状態のシミュレーション結果を示す図である。

図21～図23において、第1実施形態で用いた図面と共通の構成要素には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

[0098] 第1～第4実施形態では、ドメインの境界線Jがy軸方向に延在し、1つのサブ画素38内の2つのドメインD1、D2がx軸方向に分割された液晶表示装置の例を挙げた。これに対して、本実施形態では、ドメインの境界線Jがx軸方向に延在し、1つのサブ画素38内の2つのドメインD1、D2がx軸方向に分割された液晶表示装置の例を挙げる。

[0099] 本実施形態の液晶表示装置においては、図21に示すように、第1のドメインD1と第2のドメインD2との境界線Jは、ゲートバスライン37に平行な方向(x軸方向)に延在している。第1のドメインD1と第2のドメインD2とは、ソースバスライン36に平行な方向(y軸方向)に並んで配置されている。2つのドメインD1、D2の境界線Jは各サブ画素38の中心からずれた位置にあり、画素電極25上に位置する第1のドメインD1のサイズと第2のドメインD2のサイズとは異なる。y軸方向(長手方向)の寸法Gyが $280\mu\text{m}$ の画素電極25が境界線Jにより2分割されている。一例として、第1のドメインD1のy軸方向の寸法N1は $190\mu\text{m}$ であり、第2のドメインD2のy軸方向の寸法N2は $90\mu\text{m}$ である。

[0100] 本実施形態の液晶表示装置の場合、第1のドメインD1では、配向規制角度 θ_t が 350° 以上かつ 360° よりも小さく、配向規制角度 θ_c が 170° 以上かつ 180° よりも小さい。一方、第2のドメインD2では、配向規制角度 θ_t が 180° よりも大きく、かつ 190° 以下であり、配向規制角度 θ_c が 0° より大きく、かつ 10° 以下である。これにより、2つのドメインD1、D2における液晶分子11Bのダイレクタ方向は非平行となっている。

[0101] 後述するシミュレーションにおいては、第1のドメインD1では、配向規制角度 θ_t を 355° とし、配向規制角度 θ_c を 175° とした。このとき、第1のドメインD1における液晶分子11Bのダイレクタの方向は $175^\circ - 355^\circ$ 方向となる。一方、第2のドメインD2では、配向規制角度 θ_t を 185° とし、配向規制角度 θ_c を 5° とした。

このとき、第2のドメインD2における液晶分子11Bのダイレクタの方向は $5^\circ - 185^\circ$ 方向となる。したがって、2つのドメインD1、D2における液晶分子11Bのダイレクタのなす角度は 10° となる。

[0102] これに対して、比較例5の液晶表示装置においては、図22に示すように、第1のドメインD1では、配向規制角度 θ_t を 0° とし、配向規制角度 θ_c を 180° とした。このとき、第1のドメインD1における液晶分子11Bのダイレクタの方向は $0^\circ - 180^\circ$ 方向となる。一方、第2のドメインD2では、配向規制角度 θ_t を 180° とし、配向規制角度 θ_c を 0° とした。このとき、第2のドメインD2における液晶分子11Bのダイレクタの方向は $0^\circ - 180^\circ$ 方向となる。すなわち、2つのドメインD1、D2における液晶分子11Bのダイレクタの方向は平行である。

[0103] 図23(A)に示すように、比較例5の液晶表示装置の場合、低透過率領域に沿って多数の特異点(矢印で示す箇所)が発生している。これに対し、図23(B)に示すように、本実施形態の液晶表示装置の場合、特異点が消滅した。本実施形態の場合も、隣り合うドメインD1、D2それぞれにおいて規制された液晶分子11Bのダイレクタの方向を元にして、液晶分子11

Bが弧を描くように配向していることが判った。したがって、本実施形態の液晶表示装置でも特異点が発生しにくくなっている。

[0104] 本実施形態においても、製造プロセスを複雑化させることなく、表示特性に優れた液晶表示装置を実現することができる、という第1～第5実施形態の同様の効果が得られる。

[0105] [第6実施形態]

以下、本発明の第6実施形態について、図24～図26を用いて説明する。

本実施形態の液晶表示装置は、視野角改善のための光拡散フィルムを備えた液晶表示装置の例である。

図24は、本実施形態の液晶表示装置の斜視図である。図25(A)は、液晶表示装置の断面図であり、図25(B)は、光拡散フィルムの断面図である。図26は、バックライトと液晶パネルと光拡散フィルムとの配置の関係を説明するための図である。

図24～図26において、第1実施形態で用いた図面と共通の構成要素には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

[0106] 本実施形態の液晶表示装置41は、図24、図25(A)に示すように、バックライト8と、液晶パネル13と、光拡散フィルム2（光拡散部材）と、から構成されている。液晶パネル13は、第1偏光板3と、第1位相差板4と、液晶層11およびカラーフィルター31を挟持するTFT基板9およびカラーフィルター基板10と、第2位相差板6と、第2偏光板7と、を有する。図1および図2(A)では、TFT基板9およびカラーフィルター基板10の各々を模式的に1枚の板状に図示したが、その詳細な構造は第1実施形態で説明した通りである（図1参照）。観察者は、光拡散フィルム2が配置された図24における液晶表示装置41の上側から表示を見ることになる。よって、以下の説明では、光拡散フィルム2が配置された側を視認側と称し、バックライト8が配置された側を背面側と称する。

[0107] 本実施形態の液晶表示装置41においては、バックライト8から射出され

た光を液晶パネル 1 3 で変調し、変調した光によって所定の画像や文字等を表示する。液晶パネル 1 3 から射出された光が光拡散フィルム 2 を透過すると、射出光の角度分布が光拡散フィルム 2 に入射する前よりも広がった状態となって光が光拡散フィルム 2 から射出される。これにより、観察者は広い視野角を持って表示を視認できる。

[0108] バックライト 8 は、図 2 5 (A) に示すように、LED などの光源 4 2 が導光体 4 3 の端面に配置されたエッジライト型バックライトであってもよいし、光源が導光体の直下に配置された直下型バックライトであってもよい。バックライト 8 には、光の射出方向を制御して指向性を持たせたバックライト、いわゆる指向性バックライトを用いることが望ましい。後述する光拡散フィルム 2 の光拡散部に対して平行化した光を入射可能な指向性バックライトを用いることで表示のボヤケを低減し、光の利用効率を高めることができる。バックライトの配光分布については、後述する。

[0109] 以下、光拡散フィルム 2 について詳細に説明する。

光拡散フィルム 2 は、図 2 4 および図 2 5 (B) に示すように、透明基材 4 4 と、透明基材 4 4 の一面（視認側と反対側の面）に形成された複数の遮光部 4 5 と、透明基材 4 4 の一面に形成された光拡散部 4 6 と、から構成されている。光拡散フィルム 2 は、図 2 5 (A) に示すように、光拡散部 4 6 が設けられた側を第 1 偏光板 3 に向け、透明基材 4 4 の側を視認側に向けて、第 1 偏光板 3 上に粘着層 4 7 により固定されている。

[0110] 透明基材 4 4 には、例えばトリアセチルセルロース (TAC) フィルム、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリカーボネート (PC)、ポリエチレンナフタレート (PEN)、ポリエーテルサルホン (PES) フィルム等の透明樹脂製の基材が好ましく用いられる。透明基材 4 4 は、製造プロセスにおいて、遮光部 4 5 や光拡散部 4 6 の材料を塗布する際の下地となるものであり、製造プロセス中の熱処理工程における耐熱性と機械的強度とを備える必要がある。したがって、透明基材 4 4 には、樹脂製の基材の他、ガラス製の基材等を用いても良い。本実施形態では、一例として厚さが 100

μm の透明樹脂製基材を用いる。

- [0111] 複数の遮光部45が、図24に示すように、透明基材44の一面（視認側と反対側の面）に点在するように形成されている。図26に示すように、本実施形態では、光拡散フィルム2をz軸方向から見たときの遮光部45の平面形状が、例えば楕円形で代表されるような、長軸と短軸とを有する異方性形状の図形となっている。すなわち、遮光層45の形状は、方位角 $0^\circ - 180^\circ$ 方向の寸法が大きく、方位角 $90^\circ - 270^\circ$ 方向の寸法が小さい。
- [0112] そのため、光拡散フィルム2を断面方向で見た場合、方位角 $0^\circ - 180^\circ$ 方向の光拡散部46の側面積は、方位角 $90^\circ - 270^\circ$ 方向の光拡散部46の側面積よりも小さい。したがって、光拡散フィルム2においては、方位角 $0^\circ - 180^\circ$ 方向に拡散して射出される光量が相対的に少なく、方位角 $90^\circ - 270^\circ$ 方向に拡散して射出される光量が相対的に多くなる。つまり、方位によって異方的な光拡散性が実現される。
- [0113] 図26では遮光部45の大きさを揃えて描いたが、遮光部45は特に一定の寸法に限定されるものではなく、様々な寸法の遮光部45が混在していてもよい。さらに、遮光部45の配置は規則的な配置に限定されるものではなく、周期的な配置に限定されるものでもない。すなわち、遮光部45はランダムに配置されていてもよい。隣り合う遮光部45同士は重なって形成されていてもよい。
- [0114] 遮光部45は、一例として、カーボンブラックを含有するブラックレジスト等の光吸収性および感光性を有する黒色の顔料、染料、樹脂等からなる層で構成されている。カーボンブラックを含有する樹脂等を用いた場合、遮光部45を構成する膜を印刷工程で成膜できるため、材料使用量が少なく、スループットが高い等の利点が得られる。その他、Cr（クロム）やCr/酸化Crの多層膜等の金属膜を用いてもよい。この種の金属膜もしくは多層膜を用いた場合、これらの膜の光学密度が高いため、薄膜で十分に光を吸収するという利点が得られる。
- [0115] 光拡散部46は、例えばアクリル樹脂やエポキシ樹脂等の光透過性および

感光性を有する有機材料で構成されている。光拡散部46の厚さは遮光部45の厚さよりも十分大きく設定されている。本実施形態の場合、光拡散部46の厚さは一例として $25\mu\text{m}$ 程度であり、遮光部45の厚さは一例として 150nm 程度である。

[0116] 透明基材44の一面における遮光部45の形成領域には、透明基材39の一面に平行な平面で切断したときの断面積が遮光部45側で大きく、遮光部45から離れるにつれて漸次小さくなる形状の中空部48が形成されている。すなわち、中空部48は、透明基材44側から見たとき、いわゆる順テーパ状の円錐台状の形状を有している。中空部48の内部には空気が存在している。光拡散部46は、透明樹脂が連続して存在する領域であり、光の透過に寄与する。光拡散部46に入射した光は、光拡散部46の側面46c、すなわち光拡散部46と中空部48との界面で全反射しつつ、光拡散部46の内部を進み、透明基材44を介して外部に射出される。

[0117] 本実施形態の場合、中空部48には空気が存在しているため、光拡散部46を例えば透明アクリル樹脂で形成したとすると、光拡散部46の側面46cは透明アクリル樹脂と空気との界面となる。ここで、光拡散部46の内部と外部との界面の屈折率差は、中空部48が空気で充填されている場合、他の一般的な低屈折率材料で充填されている場合よりも大きい。よって、本実施形態の場合、スネルの法則より、光拡散部46の側面46cで光が全反射する入射角範囲が広がる。その結果、光の損失がより抑えられ、高い輝度を得ることができる。

なお、中空部48には、空気に代えて、窒素等の不活性ガスが充填されていてもよい。もしくは、中空部48の内部が減圧状態であってもよい。

[0118] 図25(B)に示すように、光拡散部46の2つの対向面のうち、面積の小さい方の面（透明基材44に接する側の面）が光射出端面46aとなり、面積の大きい方の面（透明基材44と反対側の面）が光入射端面46bとなる。光拡散部46の側面46c（光拡散部46と中空部48との界面）の傾斜角度 θ （光入射端面46bと側面46cとのなす角）は $60^\circ \sim 90^\circ$ 程

度が好ましい。ただし、光拡散部46の側面46cの傾斜角度は、入射光の損失がそれ程大きくなく、入射光を十分に拡散することが可能な角度であれば、特に限定されない。

[0119] 本実施形態の場合、光拡散部46以外の領域に光吸収性を有する遮光部45が設けられている。そのため、全反射することなく、光拡散部46の側面46cを透過した光は遮光部45で吸収される。これにより、迷光などによって表示のボヤケが生じたり、コントラストが低下したりするおそれはない。その一方、光拡散部46の側面46cを透過する光が増えると、視認側に射出される光量が少なくなり、輝度の高い画像が得られない。そこで、本実施形態の液晶表示装置41においては、光拡散部46の側面46cに臨界角以下で入射しないような角度で光を射出するバックライト、いわゆる指向性を有するバックライトを用いることが好ましい。

[0120] 上記構成の液晶表示装置41において、バックライト8と液晶パネル13と光拡散フィルム2との配置の関係について説明する。

一般に、VAモードの液晶表示装置において、液晶分子のダイレクタの方向が互いに直交した4つのドメインを形成する技術は周知であり、大量生産の実績もある。以下の説明では、この技術を4ドメイン技術と称する。その一方、第1～第5実施形態で挙げたように、液晶分子のダイレクタの方向が互いに逆向きの2つのドメインを形成する技術は、これまで大きな生産実績がない。この技術を2ドメイン技術と称する。その理由は、全方位の視野角特性を考慮したときに4ドメイン技術の方が2ドメイン技術よりも有利である点、4ドメイン技術を用いた液晶表示装置が2ドメイン技術を用いた液晶表示装置よりも製造が容易である点、の2点である。

[0121] しかしながら、本発明者らは、最近、上述の光拡散フィルムが開発されたことにより、2ドメイン技術を用いた液晶表示装置に光拡散フィルムを組み合わせると、視野角特性が4ドメイン技術を用いた液晶表示装置よりも向上することを見出した。すなわち、4ドメイン技術を用いた液晶表示装置は、4方向に対して略均等な視野角特性を有するのに対し、2ドメイン技術を用

いた液晶表示装置は、2方向に限っては4ドメイン技術よりも優れた視野角特性を有する一方、残りの2方向の視野角特性が劣っていた。そこで、異方的な光拡散性を有する光拡散フィルムを用いて、悪い側の2方向の視野角特性を改善することにより、全方位にわたって優れた視野角特性を実現することができる。

[0122] 具体的には、図26の下側に示すように、 $0^{\circ} - 180^{\circ}$ 方向の輝度変化がなだらかであり、 $90^{\circ} - 270^{\circ}$ 方向の輝度変化が急峻な配光分布を有するバックライト8を配置する。言い換えると、射出光の指向性が高い方向（矢印Pで示す方向）が $90^{\circ} - 270^{\circ}$ 方向を向くようにバックライト8を配置する。これに対して、図26の中央に示すように、第1実施形態の図2（A）に示したのと同様、2つのドメインD1、D2の境界線Jが $90^{\circ} - 270^{\circ}$ 方向と平行になるように液晶パネル13を配置する。この場合、光透過率の変化の度合いは、 $90^{\circ} - 270^{\circ}$ 方向（矢印Qで示す方向）が $0^{\circ} - 180^{\circ}$ 方向よりも大きくなる。そこで、図26の上側に示すように、遮光部45の長軸方向が $0^{\circ} - 180^{\circ}$ 方向を向き、遮光部45の短軸方向が $90^{\circ} - 270^{\circ}$ 方向（矢印Rで示す方向）を向くように光拡散フィルム2を配置する。

[0123] すなわち、光拡散フィルム2は拡散強度が方位角方向によって異なり、拡散強度が相対的に大きい方位角方向（矢印Rで示す方向）が、液晶パネル13において透過率変化が相対的に大きい方位角方向（矢印Qで示す方向）と略一致する。光拡散フィルム2をこのように配置した場合、 $90^{\circ} - 270^{\circ}$ 方向に拡散される光の割合が $0^{\circ} - 180^{\circ}$ 方向に拡散される光の割合よりも多くなる。その結果、 $90^{\circ} - 270^{\circ}$ 方向の光透過率の急峻な変化が緩和され、全方位にわたって優れた視野角特性が実現される。

[0124] 以上説明したように、本実施形態によれば、表示品位が安定した広視野角の液晶表示装置を実現することができる。

[0125] なお、本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

例えば上記第1実施形態では、液晶層を挟む一对の基板間で液晶分子がツイストしていない例を挙げた。また、上記第3実施形態では、液晶層を挟む一对の基板間で液晶分子が 10° ツイストした例を挙げた。しかしながら、一对の基板間で液晶分子がツイストしている場合、液晶分子のツイスト角は必ずしも 10° に限ることなく、適宜設定することができる。ただし、液晶分子のツイスト角をあまり大きくしすぎると、2ドメイン技術では視野角特性の線対称性が失われる。その場合、光拡散フィルムと組み合わせた第6実施形態の実現が困難になる。よって、液晶分子のツイスト角は、 45° よりも小さくすることが望ましい。

[0126] その他、上記実施形態では1つのサブ画素内に2つのドメインを有する構成としたが、この構成に代えて、例えば1つのサブ画素をドメインの境界線同士が互いに平行になるように同一の方向に4分割し、第1のドメイン、第2のドメイン、第1のドメイン、第2のドメインと繰り返し配置する構成としてもよい。この構成は4つのドメインを有するが、ドメインの境界線同士が互いに直交する従来の4ドメイン技術とは異なる。その場合でも上記実施形態と同様の効果を得ることができる。また、上記実施形態では、第1のドメインD1の面積が第2のドメインD2の面積よりも大きい例を示したが、ドメインの面積は必ずしも異なっていなくてもよく、同じでも構わない。

その他、液晶表示装置の構成要素の数、配置、寸法、材料等に関しては、上記実施形態に開示したものに限らず、適宜変更が可能である。

産業上の利用可能性

[0127] 本発明は、各種電子機器の表示部などに用いられる液晶表示装置に利用可能である。

符号の説明

[0128] 1, 41…液晶表示装置、2…光拡散フィルム（光拡散部材）、9…TFT基板（第1の基板）、10…カラーフィルター基板（第2の基板）、11…液晶層、11B…液晶分子、13…液晶パネル、27, 34…配向膜（垂直配向膜）、44…透明基材、45…遮光部、46…光拡散部、D1…第1

のドメイン、 D_2 …第2のドメイン、 J …ドメインの境界線。

請求の範囲

- [請求項1] 互いに対向して配置された第1の基板および第2の基板と、
前記第1の基板および前記第2の基板の各々に設けられた垂直配向膜と、 前記第1の基板と前記第2の基板との間に挟持された負の誘電異方性を有する液晶層と、を有する液晶パネルを備え、
前記液晶パネルが、表示の基本単位となる単位領域を複数備え、
前記単位領域が、前記液晶層の厚さ方向中央部の液晶分子のダイレクタの方位角成分が第1の方向を向く第1のドメインと、前記液晶層の厚さ方向中央部の液晶分子のダイレクタの方位角成分が第2の方向を向く第2のドメインと、を備え、
前記第1の方向と前記第2の方向とが非平行であり、かつ、前記第1の基板と前記第2の基板との間での前記液晶層の液晶分子のツイスト角が45度より小さいことを特徴とする液晶表示装置。
- [請求項2] 前記第1の方向と前記第2の方向とのなす角度が6度以上、20度以下であることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。
- [請求項3] 前記第1の基板における前記垂直配向膜の配向規制方向と、前記第2の基板における前記垂直配向膜の配向規制方向と、が平行であり、
前記第1の基板と前記第2の基板との間で前記液晶層の液晶分子がツイストしていないことを特徴とする請求項1または2に記載の液晶表示装置。
- [請求項4] 前記第1の基板における前記垂直配向膜の配向規制方向と、前記第1のドメインと前記第2のドメインとの境界線の延在方向と、が非平行であり、
前記第2の基板における前記垂直配向膜の配向規制方向と、前記境界線の延在方向と、が非平行であることを特徴とする請求項3に記載の液晶表示装置。
- [請求項5] 前記第1の基板における前記垂直配向膜の配向規制方向、前記第2の基板における前記垂直配向膜の配向規制方向のうちのいずれか一方が、前記第1のドメインと前記第2のドメインとの境界線の延在方向

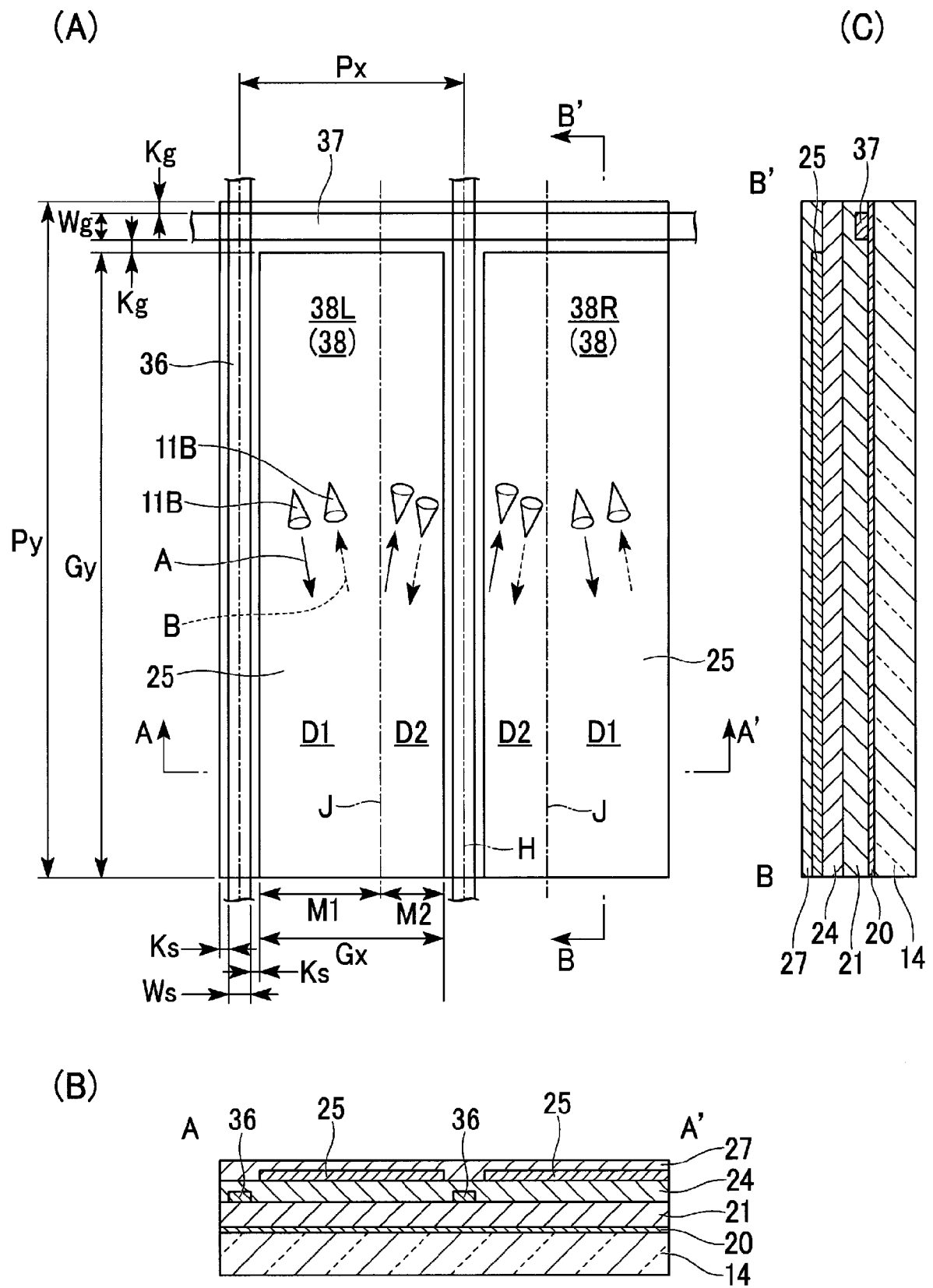
と非平行であり、前記第 1 の基板における前記垂直配向膜の配向規制方向、前記第 2 の基板における前記垂直配向膜の配向規制方向のうちの残りが、前記境界線の延在方向と平行であることを特徴とする請求項 3 に記載の液晶表示装置。

[請求項 6] 前記第 1 の基板における前記垂直配向膜の配向規制方向と、前記第 2 の基板における前記垂直配向膜の配向規制方向と、が非平行であり、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間で前記液晶層の液晶分子がツイストしていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の液晶表示装置。

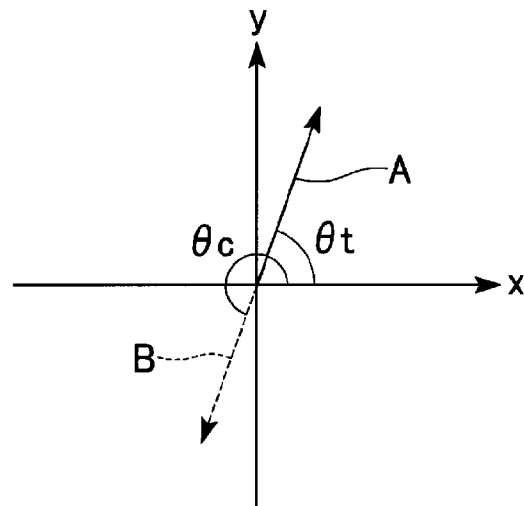
[請求項 7] 前記液晶パネルの光射出側に、拡散強度が方位角方向によって異なる光拡散部材を備え、前記光拡散部材において前記拡散強度が相対的に大きい方位角方向が、前記液晶パネルにおいて透過率変化が相対的に大きい方位角方向と略一致することを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか一項に記載の液晶表示装置。

[請求項 8] 前記光拡散部材が、光透過性を有する基材と、前記基材の第 1 の面に形成された複数の遮光部と、前記第 1 の面において前記遮光部の形成領域以外の領域に形成された光拡散部と、を備え、前記光拡散部が、前記基材側に光射出端面を有するとともに前記基材側と反対側に前記光射出端面の面積よりも大きい面積の光入射端面を有し、前記光拡散部の前記光入射端面から前記光射出端面までの高さが、前記遮光部の厚さよりも大きく、前記遮光部の平面形状が、長軸と短軸とを有する異方性形状であることを特徴とする請求項 7 に記載の液晶表示装置。

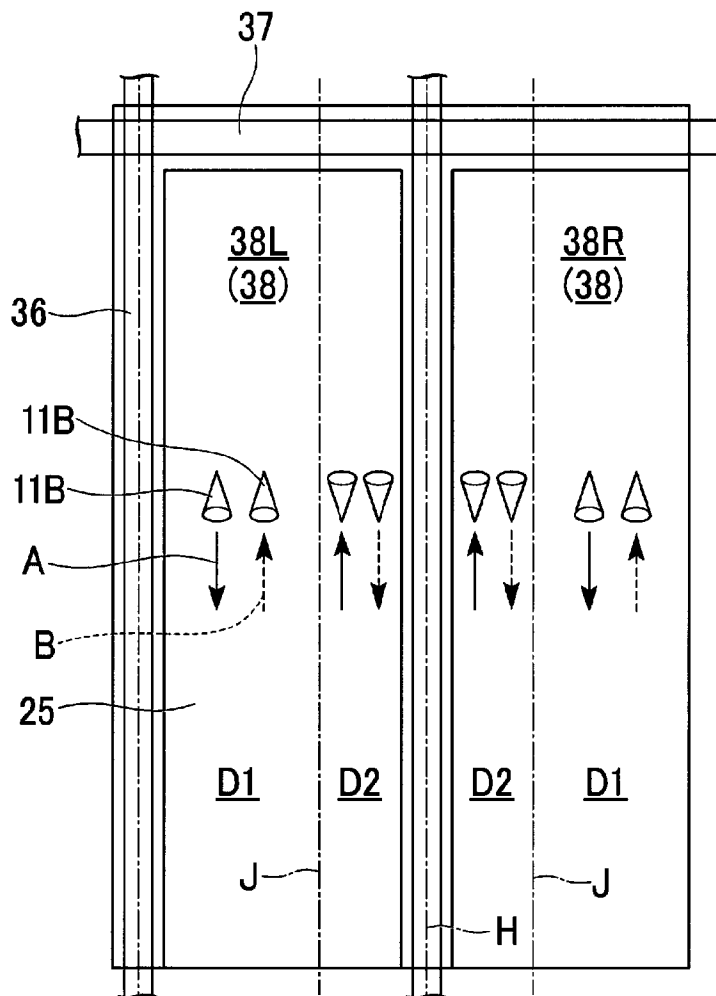
[図2]



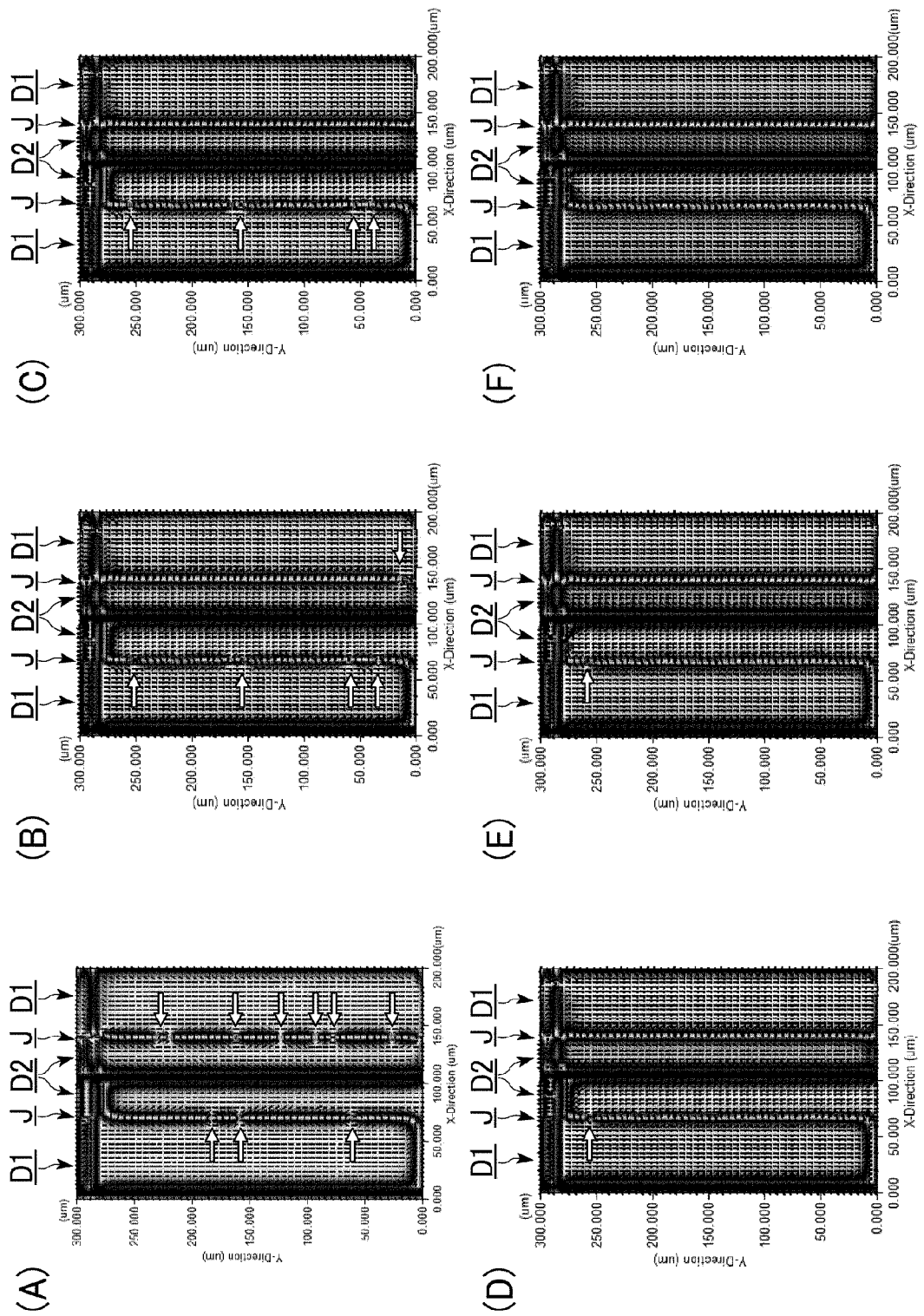
[図3]



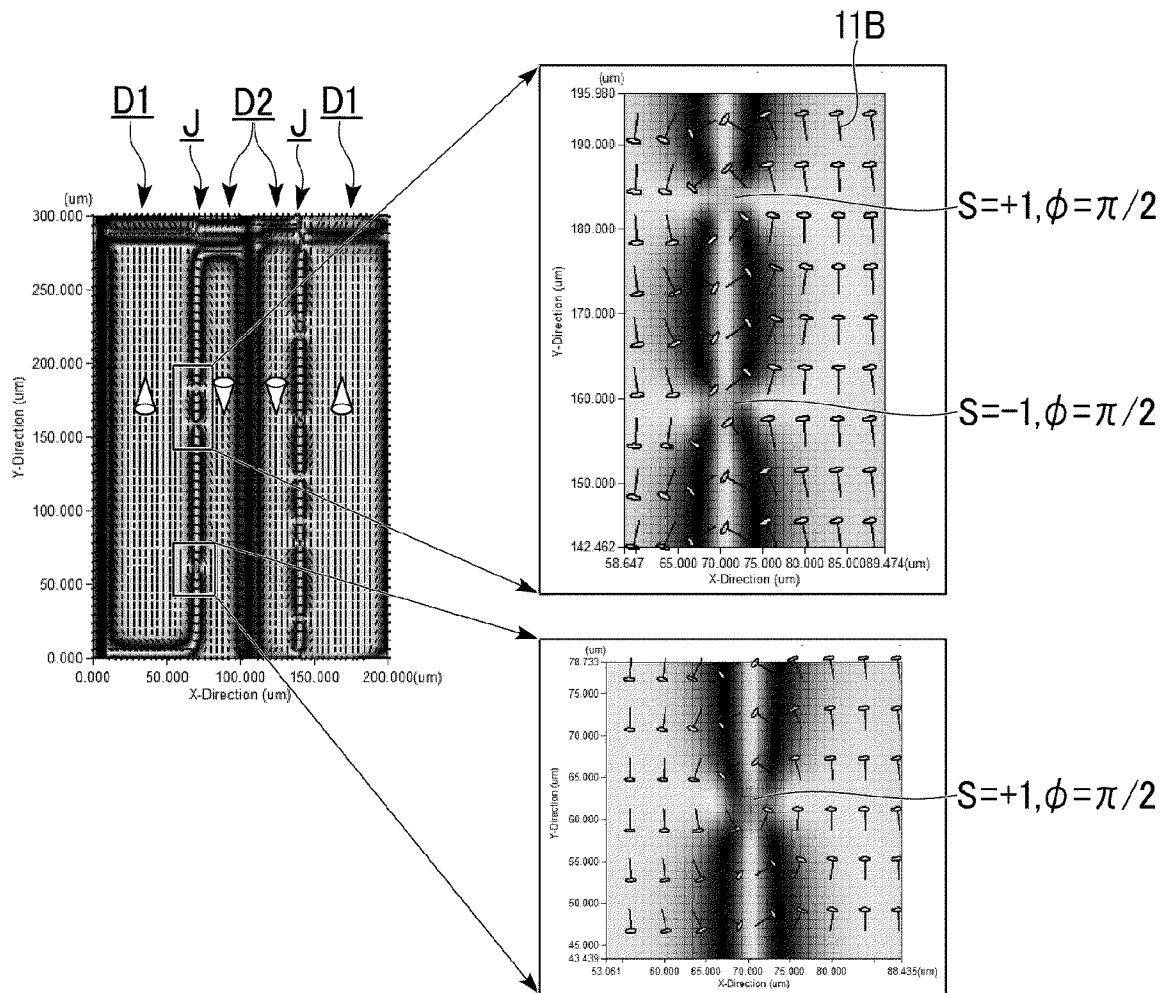
[図4]



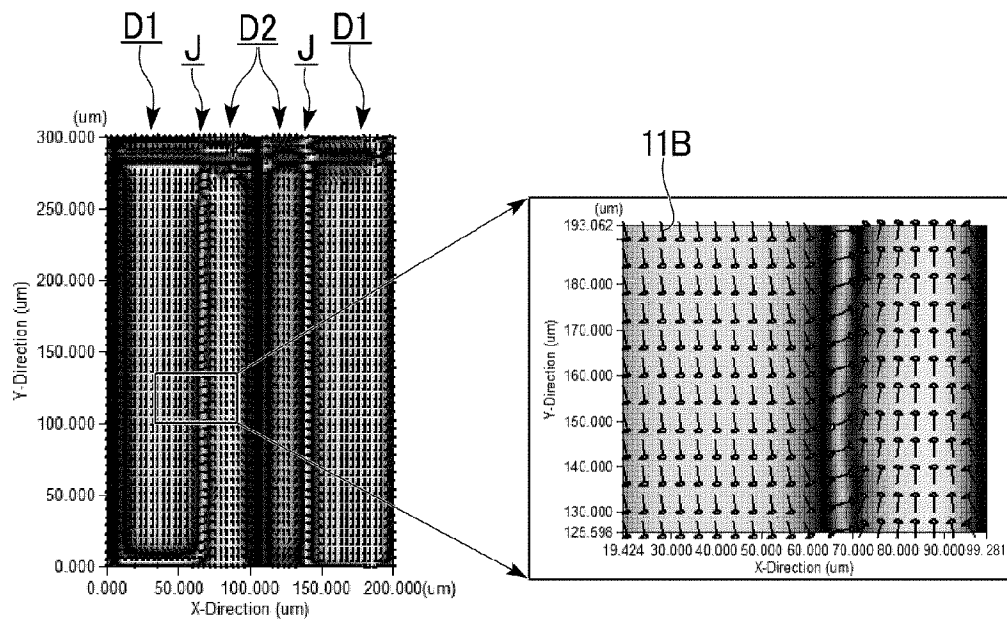
[図5]



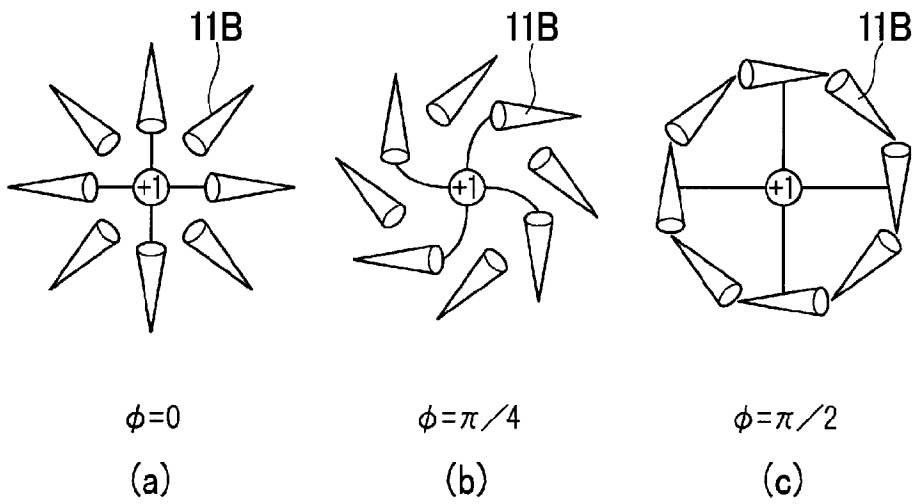
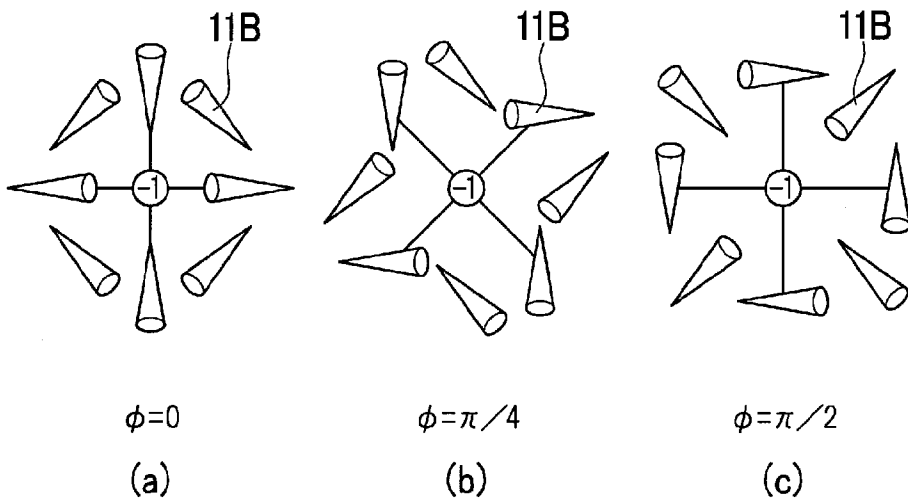
[図6]



[図7]

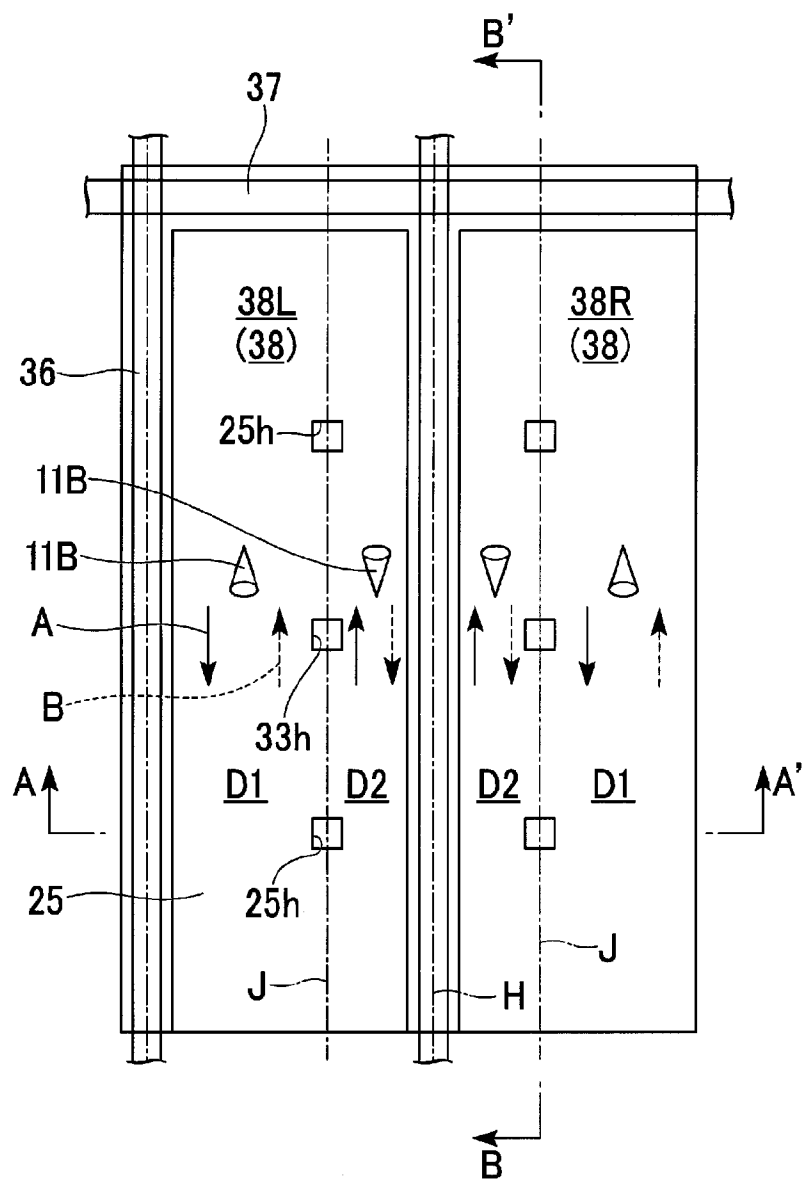


[図8]

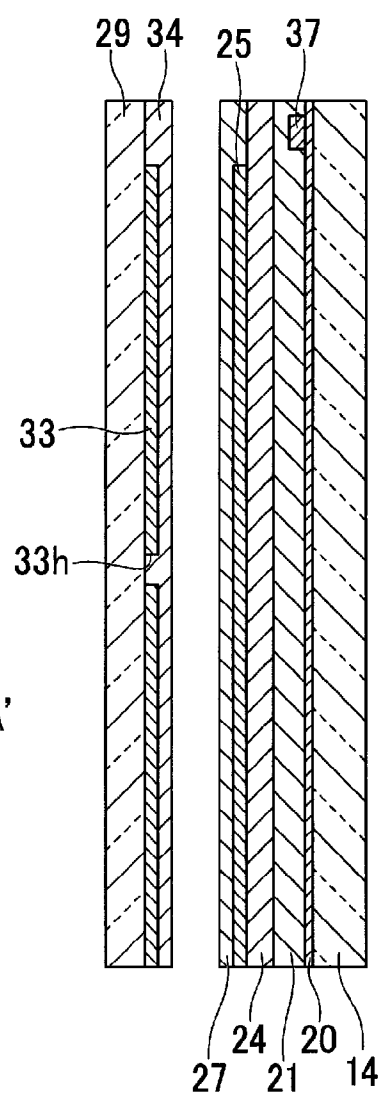
(A) $S=+1$ (B) $S=-1$ 

[図9]

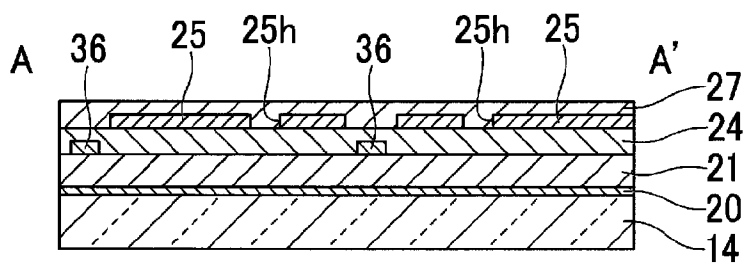
(A)



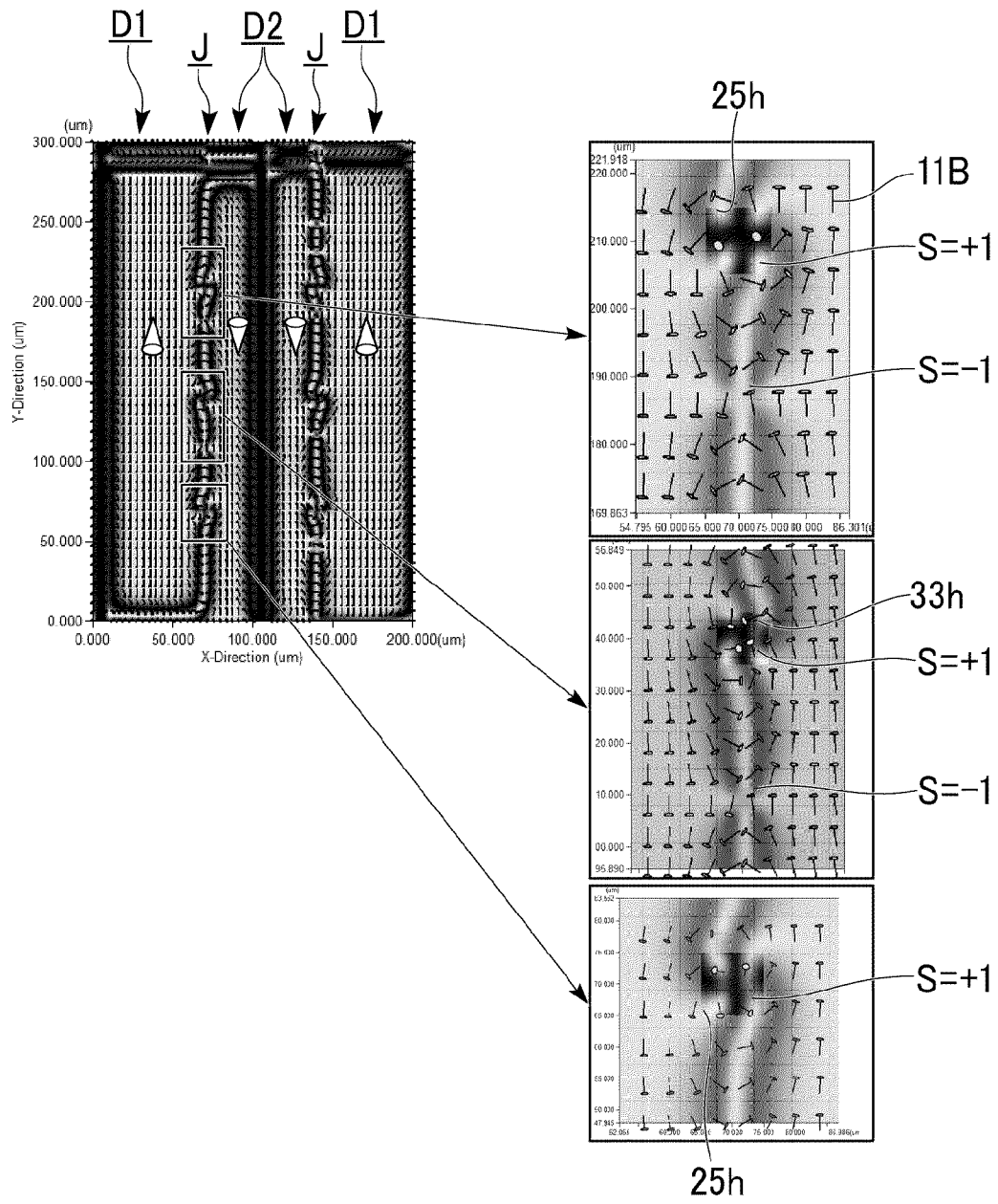
(C)

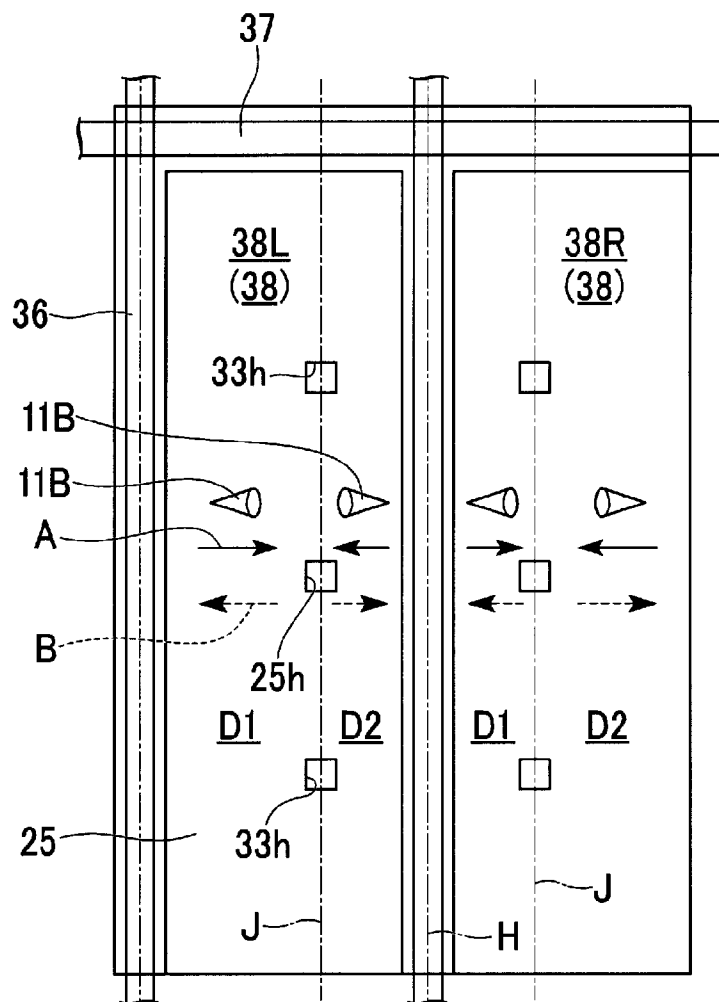


(B)

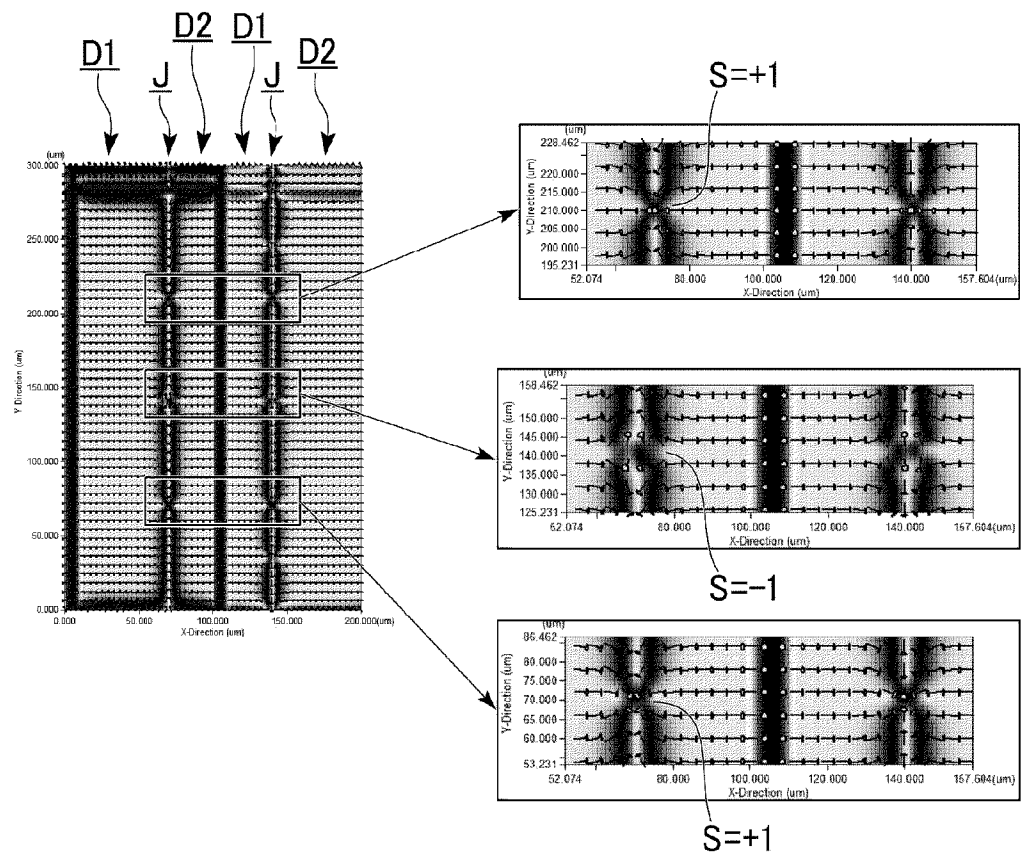


[図10]

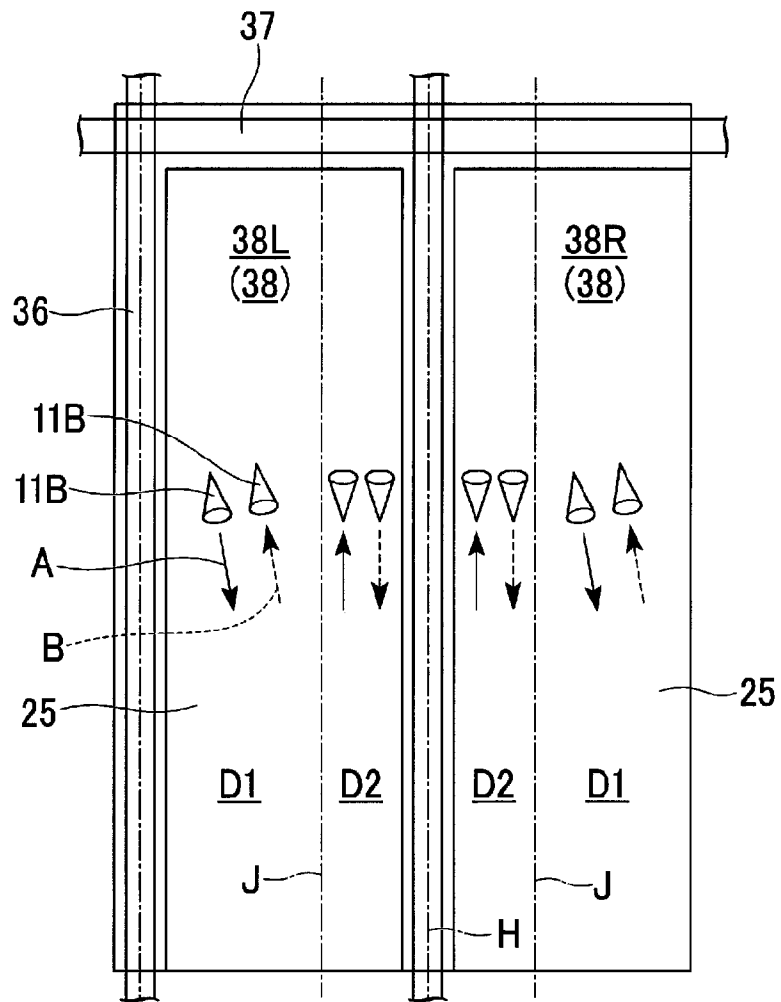




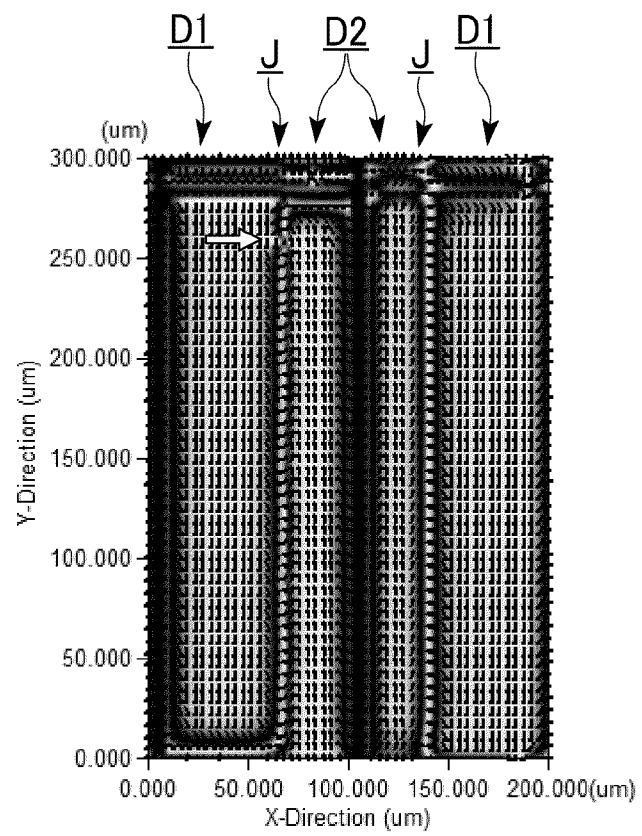
[図12]



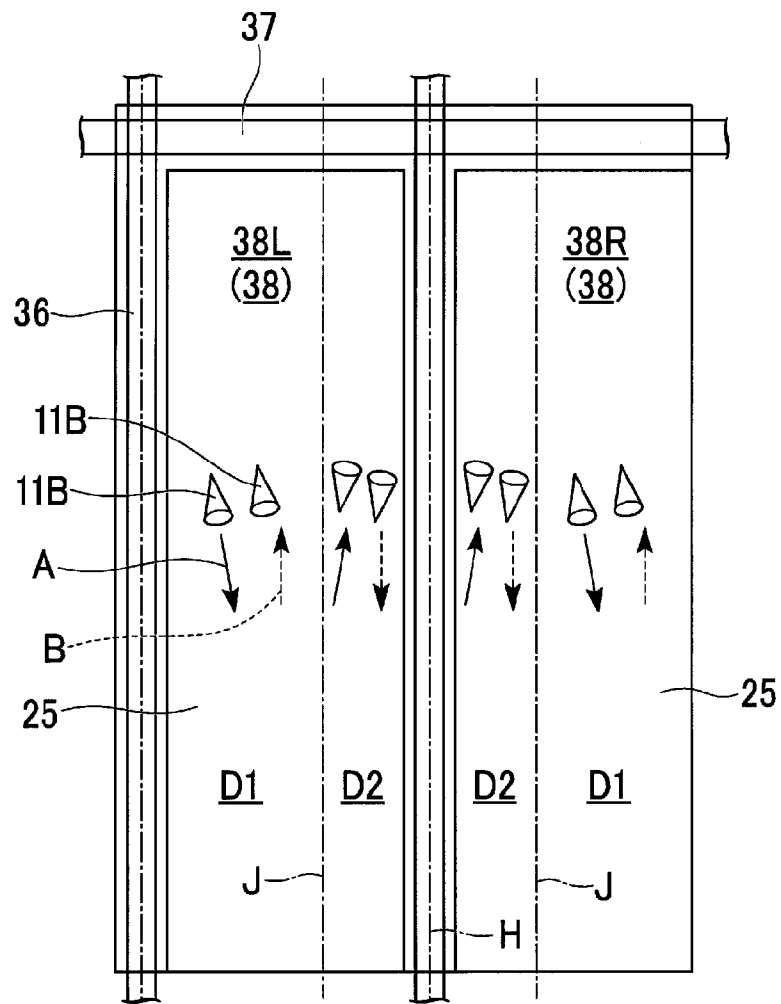
[図13]



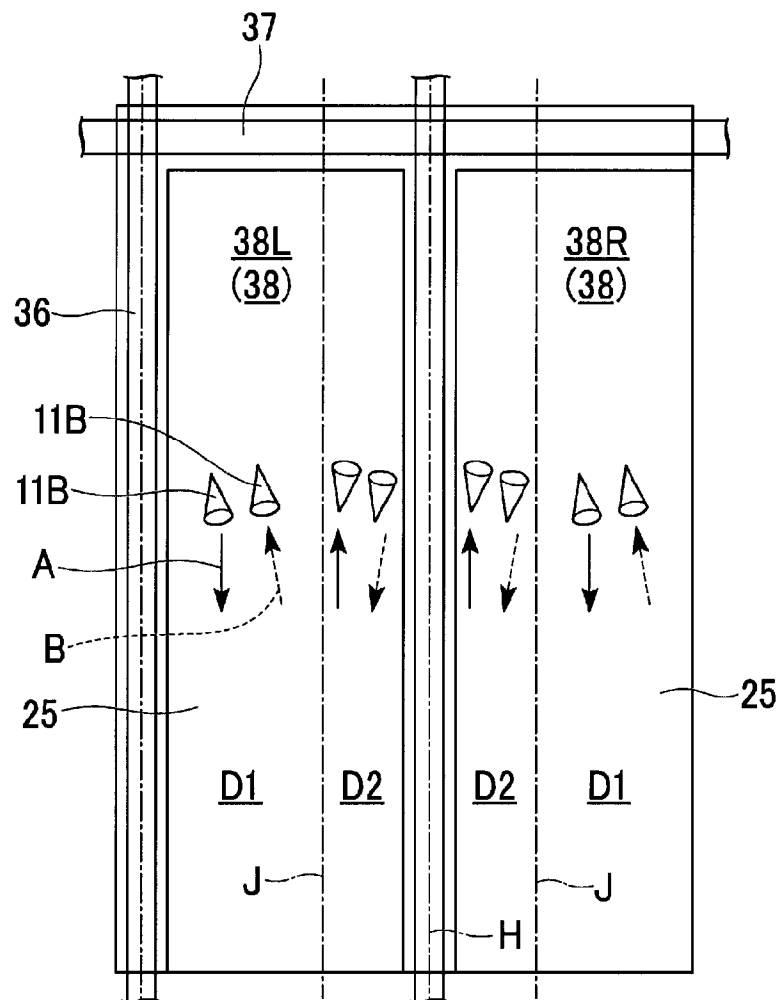
[図14]



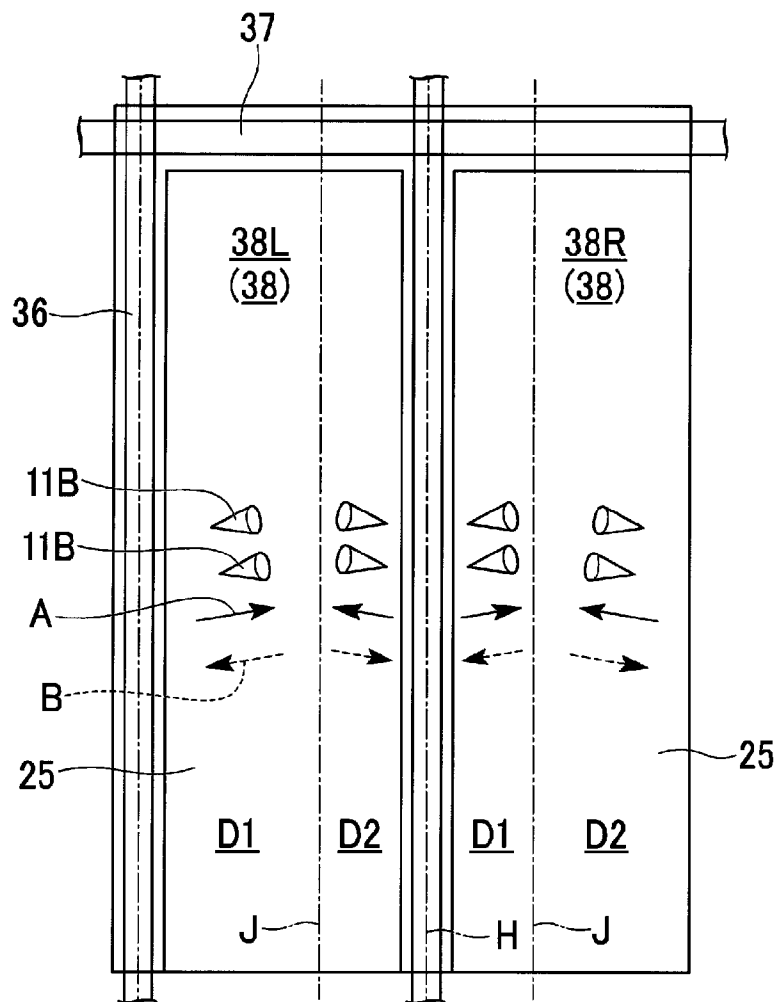
[図15]



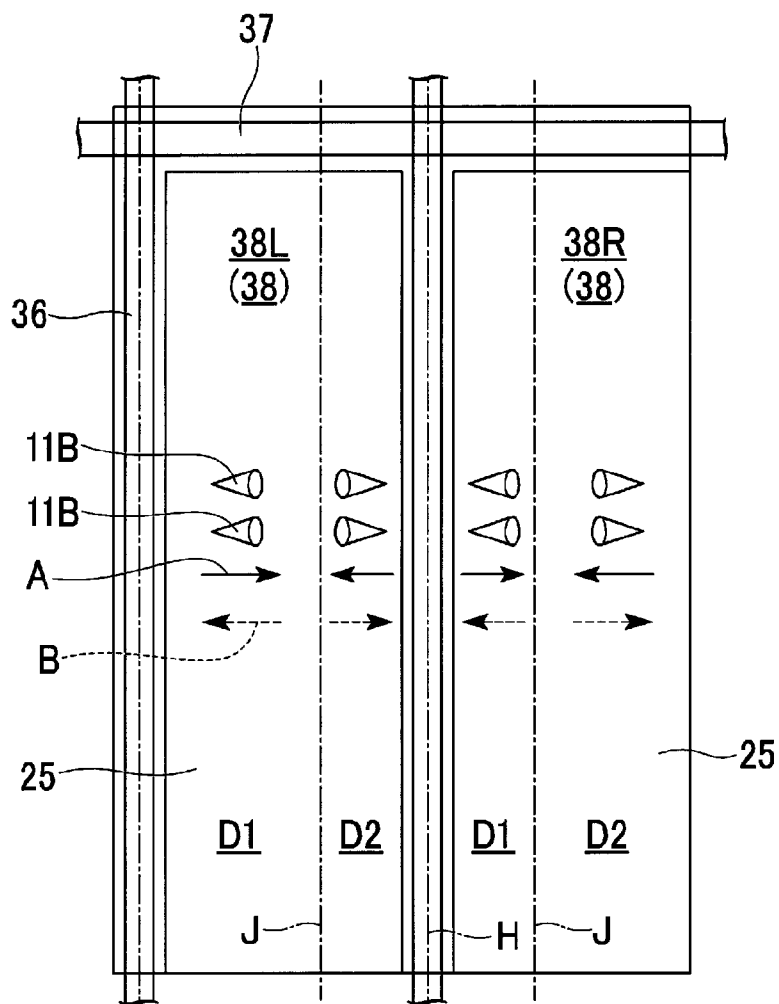
[図17]



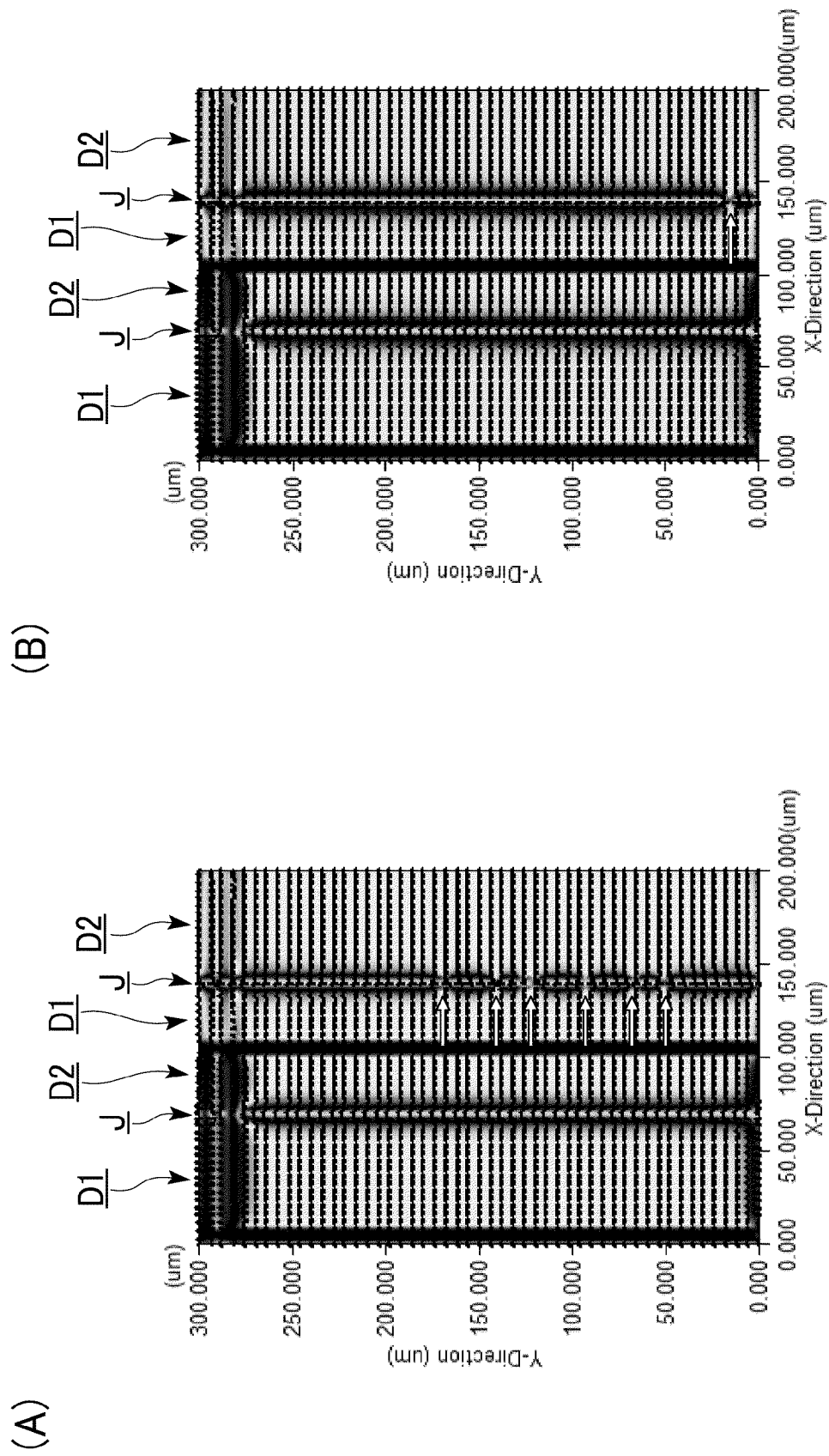
[図18]



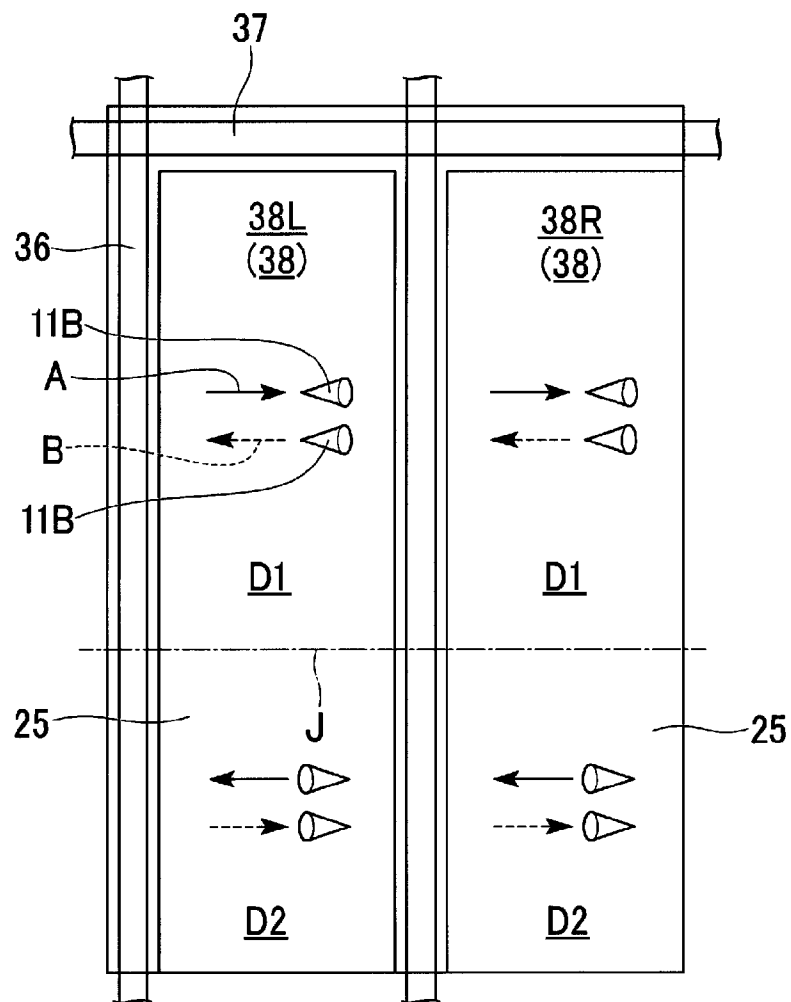
[図19]



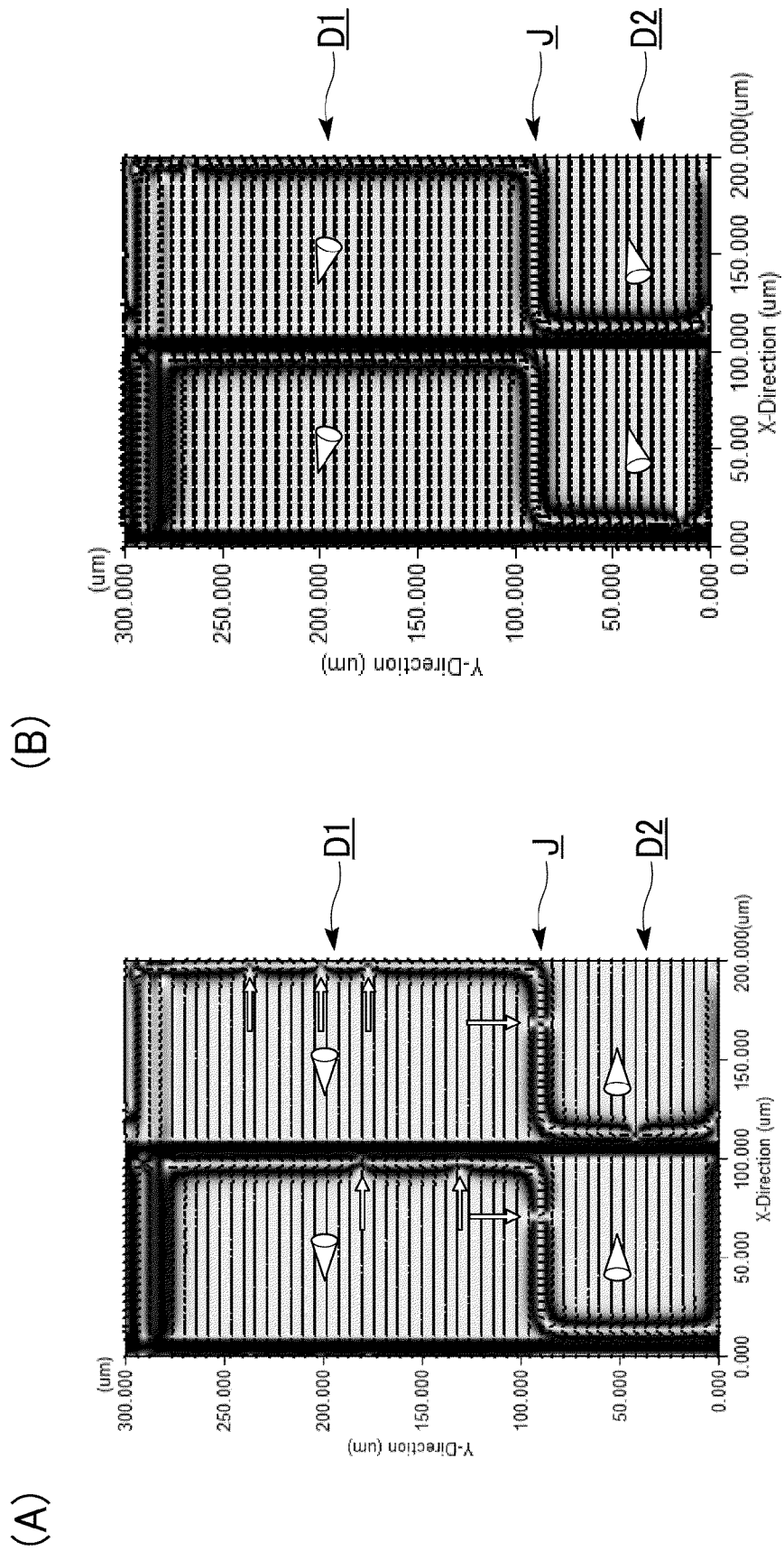
[図20]



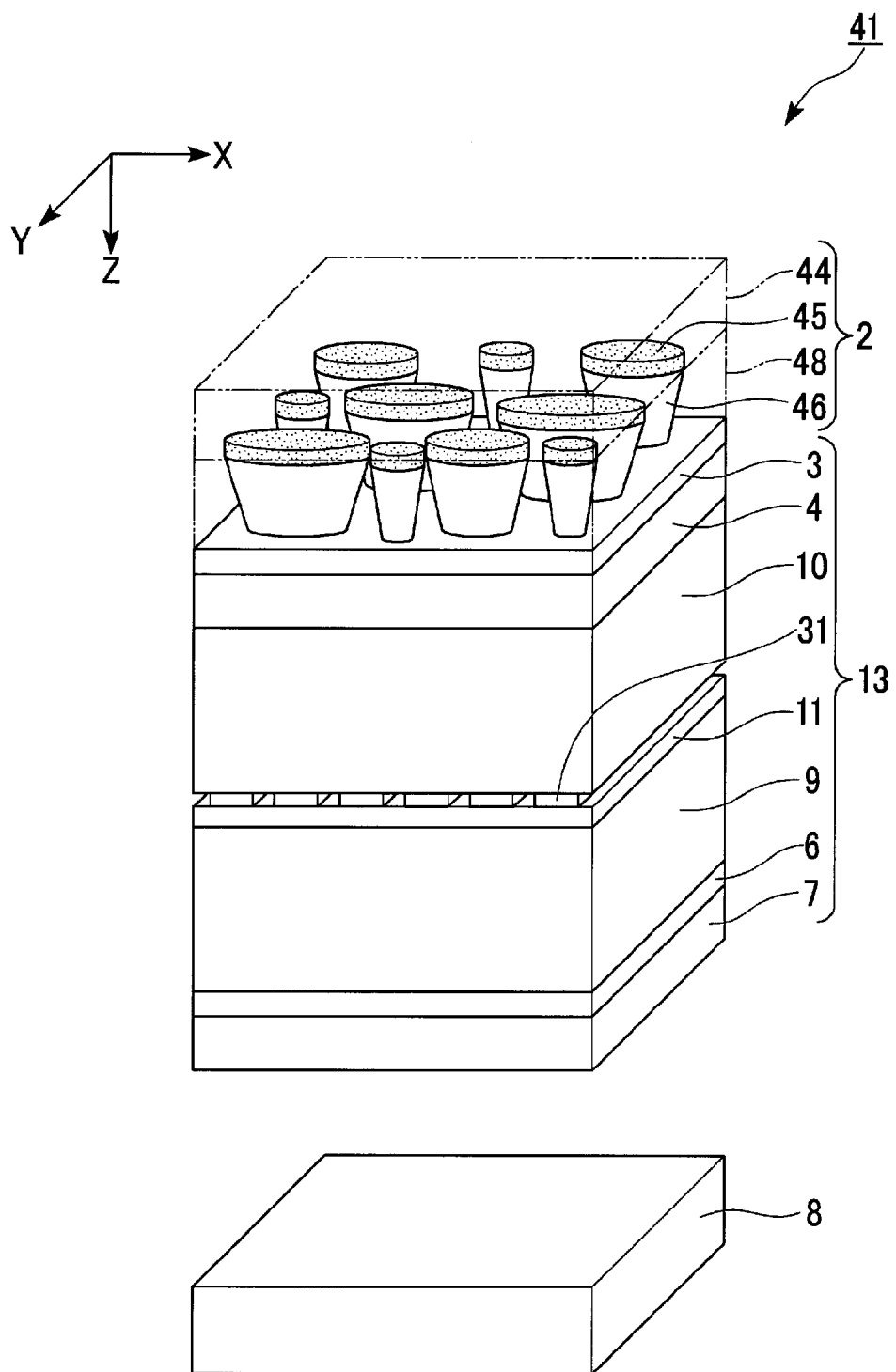
[図22]



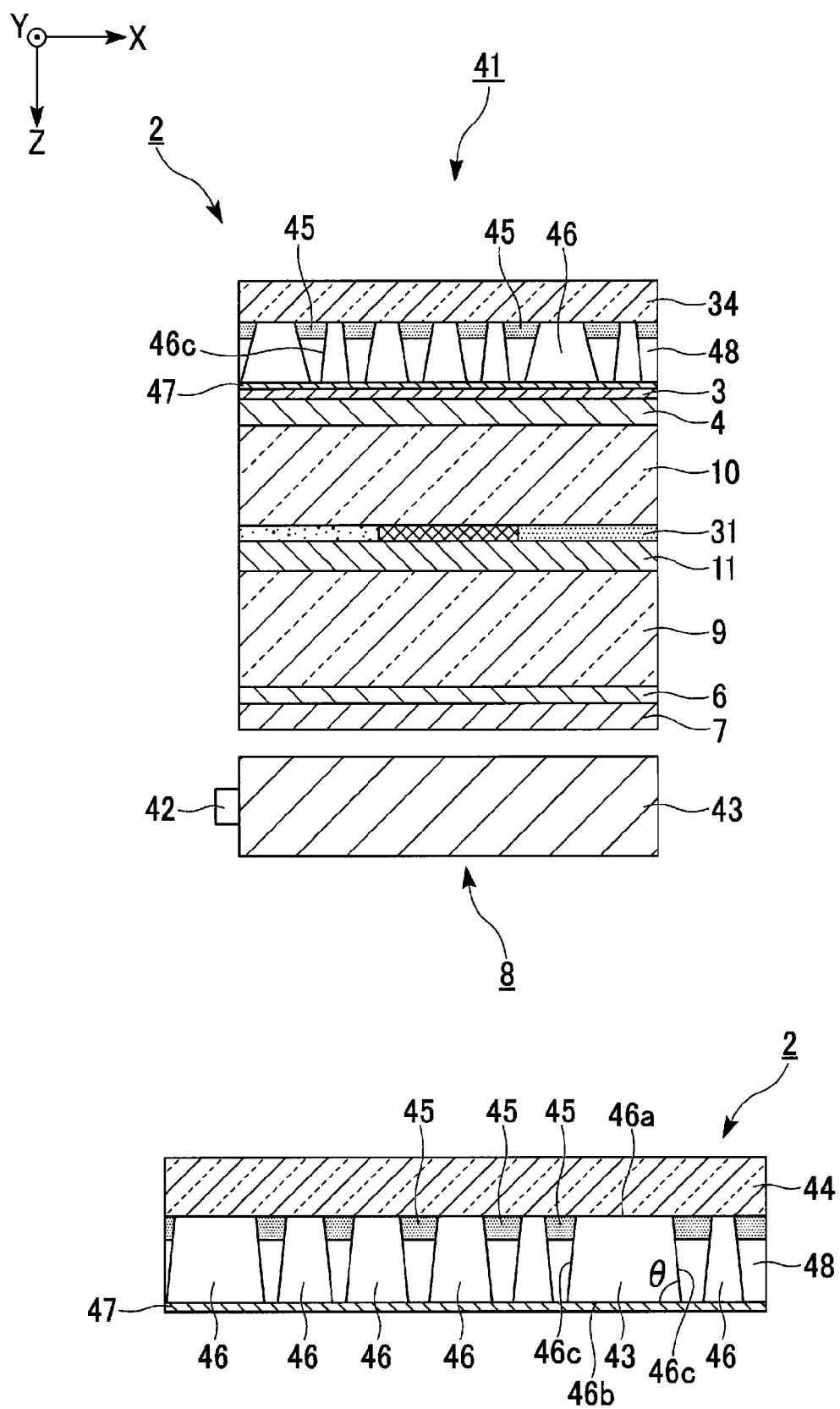
[図23]



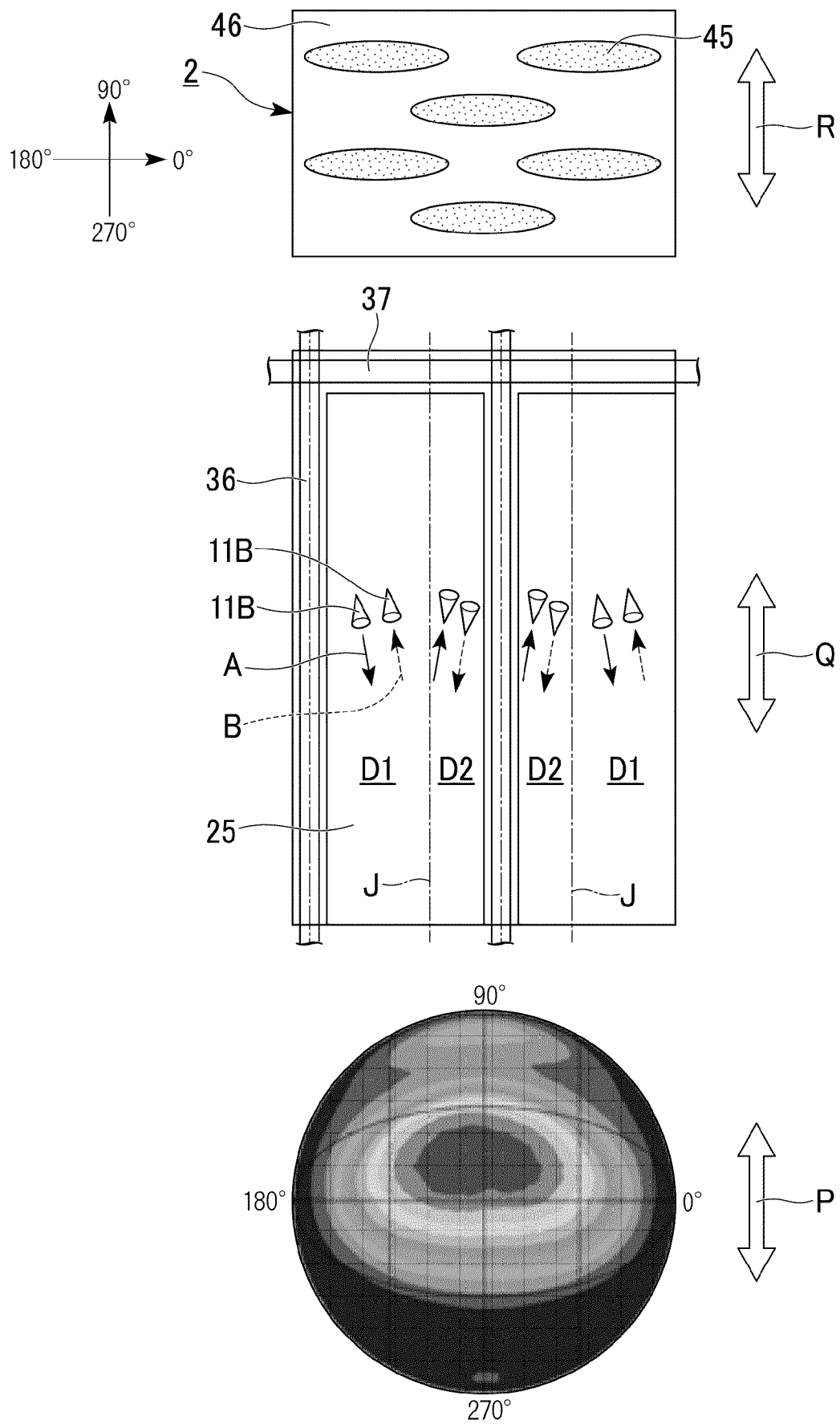
[図24]



(A)



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/072141

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/1337(2006.01)i, G02F1/1335(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, G02F1/1335

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 A	WO 2011/161921 A1 (Sharp Corp.), 29 December 2011 (29.12.2011), paragraph [0060]; fig. 11(d)(e) & US 2013/0208216 A	1, 3, 4 2, 5-8
A	WO 2012/108311 A1 (Sharp Corp.), 16 August 2012 (16.08.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	WO 2012/102104 A1 (Sharp Corp.), 02 August 2012 (02.08.2012), entire text; all drawings & TW 201235799 A	1-8

☒ 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
16 October, 2013 (16.10.13)

Date of mailing of the international search report
29 October, 2013 (29.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/072141

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-504691 A (3M Innovative Properties Co.), 04 February 2003 (04.02.2003), entire text; all drawings & US 6417966 B1 & EP 1200875 A & WO 2001/004701 A1 & CA 2376812 A	1-8

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, G02F1/1335(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, G02F1/1335

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	WO 2011/161921 A1（シャープ株式会社）2011.12.29, [0060]、[図11]（d）（e） & US 2013/0208216 A	1、3、4 2、5－8
A	WO 2012/108311 A1（シャープ株式会社）2012.08.16, 全文、全図 （ファミリーなし）	1－8

☒ 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	の日の後に公表された文献
「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 1 6 . 1 0 . 2 0 1 3	国際調査報告の発送日 2 9 . 1 0 . 2 0 1 3		
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100-8915 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） 森江 健蔵	2 L	4 4 6 6
	電話番号 03-3581-1101 内線 3255		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2012/102104 A1 (シャープ株式会社) 2012. 08. 02, 全文、全図 & TW 201235799 A	1 - 8
A	JP 2003-504691 A (スリーエム イノベイティブ プロパティズ カ ンパニー) 2003. 02. 04, 全文、全図 & US 6417966 B1 & EP 1200875 A & WO 2001/004701 A1 & CA 2376812 A	1 - 8