

(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  
2015 年 4 月 30 日(30.04.2015)



(10) 国際公開番号

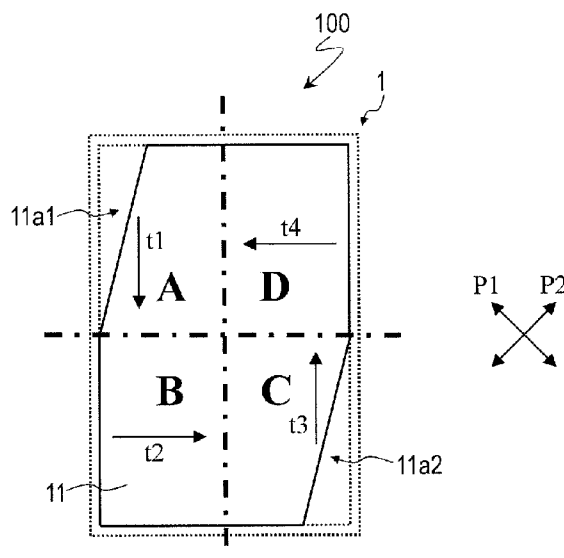
WO 2015/060001 A1

- (51) 国際特許分類:  
G02F 1/1337 (2006.01) G02F 1/1343 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/072283
- (22) 国際出願日: 2014 年 8 月 26 日(26.08.2014)
- (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 2013-218371 2013 年 10 月 21 日(21.10.2013) 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: 久保木 剣(KUBOKI Ken), 岡崎 敢(OKAZAKI Tsuyoshi), 西原 雄祐(NISHIHARA Yusuke).
- (74) 代理人: 奥田 誠司(OKUDA Seiji); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜一丁目 8 番 1 6 号 大阪証券取引所ビル 10 階 奥田国際特許事務所 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, IR, 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, ST, 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

[図4]



(57) Abstract: A first optical alignment film (12) of a liquid crystal display device (100) includes first and second pretilt areas (12a, 12b) for defining pretilt directions (PD1, PD2) reversely parallel to each other. A second optical alignment film (22) includes third and fourth pretilt areas (22a, 22b) for defining pretilt directions (PD3, PD4) reversely parallel to each other. When viewed from a direction normal to a display surface, the entire boundary (BD1) between the first and second pretilt areas overlaps with the entire boundary (BD2) between the third and fourth pretilt areas. A pixel electrode (11) includes first and second notched portions (11a1, 11a2) formed such that at least a part of specific edge portions (11e1, 11e2) in the outer edge thereof is cut out.

(57) 要約: 液晶表示装置 (100) の第 1 光配向膜 (12) は、互いに反平行なプレチルト方向 (PD1、PD2) を規定する第 1 および第 2 プレチルト領域 (12a、12b) を有し、第 2 光配向膜 (22) は、互いに反平行なプレチルト方向 (PD3、PD4) を規定する第 3 および第 4 プレチルト領域 (22a、22b) を有する。表示面法線方向から見たとき、第 1 および第 2 プレチルト領域の境界 (BD1) 全体と、第 3 および第 4 プレチルト領域の境界 (BD2) 全体とが重なっている。画素電極 (11) は、その外縁のうちの特定のエッジ部 (11e1、11e2) の少なくとも一部を切欠くように形成された第 1 および第 2 切欠き部 (11a1、11a2) を有する。

## 明 細 書

発明の名称： 液晶表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、液晶表示装置に関し、特に、垂直配向型の液晶層を備え、光配向膜によって液晶分子のプレチルト方向が規定される液晶表示装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、液晶表示装置の表示特性が改善され、テレビジョン受像機などへの利用が進んでいる。液晶表示装置の視野角特性は向上したもののさらなる改善が望まれている。特に、垂直配向型の液晶層を用いた液晶表示装置（V Aモードの液晶表示装置と呼ばれることもある。）の視野角特性を改善する要求は強い。

[0003] 現在、テレビ等の大型表示装置に用いられているV Aモードの液晶表示装置には、視野角特性を改善するために、1つの画素に複数の液晶ドメインを形成する配向分割構造が採用されている。配向分割構造を形成する方法としては、M V Aモードが主流である。M V Aモードは、例えば特許文献1に開示されている。

[0004] M V Aモードでは、垂直配向型液晶層を挟んで対向する一对の基板のそれぞれの液晶層側に配向規制構造を設けることによって、各画素内に配向方向（チルト方向）が異なる複数の液晶ドメイン（典型的には配向方向は4種類）が形成される。配向規制構造としては、電極に設けたスリット（開口部）や、リブ（突起構造）が用いられ、液晶層の両側から配向規制力が発揮される。

[0005] しかしながら、スリットやリブを用いると、従来のT Nモードのように配向膜によってプレチルト方向を規定した場合と異なり、スリットやリブが線状であることから、液晶分子に対する配向規制力が画素内で不均一となるため、応答速度に分布が生じるという問題がある。また、スリットやリブを設

けた領域の光透過率が低下するので、表示輝度が低下するという問題もある。

[0006] 上述の問題を回避するためには、VAモードの液晶表示装置についても、配向膜でプレチルト方向を規定することによって配向分割構造を形成することが好ましい。そのようにして配向分割構造が形成されたVAモードの液晶表示装置を、本願出願人は、特許文献2に提案している。

[0007] 特許文献2に開示されている液晶表示装置では、配向膜でプレチルト方向を規定することによって、4分割配向構造が形成される。つまり、液晶層に電圧が印加されたときに、1つの画素内に4つの液晶ドメインが形成される。このような4分割配向構造を、単に4D構造と呼ぶこともある。

[0008] また、特許文献2に開示されている液晶表示装置では、液晶層を介して対向する一对の配向膜のうちの一方の配向膜によって規定されるプレチルト方向と、他方の配向膜によって規定されるプレチルト方向とは互いに略90°異なっている。そのため、電圧印加時には、液晶分子はツイスト配向をとる。このように、プレチルト方向（配向処理方向）が互いに直交するように設けられた一对の垂直配向膜を用いることによって液晶分子がツイスト配向をとるVAモードは、VATN（Vertical Alignment Twisted Nematic）モードあるいはRTN（Reverse Twisted Nematic）モードと呼ばれることもある。既に説明したように、特許文献2の液晶表示装置では4D構造が形成されることから、本願出願人は、特許文献2の液晶表示装置の表示モードを4D-RTNモードと呼んでいる。

[0009] 液晶分子のプレチルト方向を配向膜に規定させる具体的な方法としては、特許文献2に記載されているように、光配向処理を行う方法が有望視されている。光配向処理は、非接触で処理できるので、ラビング処理のように摩擦による静電気の発生が無く、歩留まりを向上させることができる。光配向処理が施された配向膜（光配向膜）を用いたVATNモードの液晶表示装置は、特許文献3にも開示されている。

先行技術文献

## 特許文献

[0010] 特許文献1：特開平 1 1－2 4 2 2 2 5 号公報

特許文献2：国際公開第 2 0 0 6／1 3 2 3 6 9 号

特許文献3：国際公開第 2 0 0 6／1 2 1 2 2 0 号

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0011] しかしながら、近年では、液晶表示装置の高精細化が進んでおり、本願発明者の検討によれば、光配向膜を用いた V A T N モードを高精細な液晶表示装置に採用すると、表示（特に動画表示）に不具合が発生し得ることがわかった。具体的には、中小型用途の高精細な画素設計において、液晶分子の配向状態の安定性や、応答速度などが不十分になり得ることがわかった。

[0012] 本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、光配向膜によって液晶分子のプレチルト方向が規定される V A モードの液晶表示装置であって、高精細化に適した液晶表示装置を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0013] 本発明の実施形態における液晶表示装置は、互いに対向するように配置された第 1 基板および第 2 基板と、前記第 1 基板および前記第 2 基板の間に設けられた垂直配向型の液晶層とを備え、マトリクス状に配列された複数の画素を有する液晶表示装置であって、前記第 1 基板は、前記複数の画素のそれぞれに設けられた画素電極と、前記画素電極および前記液晶層の間に設けられた第 1 光配向膜とを有し、前記第 2 基板は、前記画素電極に対向する対向電極と、前記対向電極および前記液晶層の間に設けられた第 2 光配向膜とを有し、前記第 1 光配向膜は、前記複数の画素のそれぞれ内において、第 1 プレチルト方向を規定する第 1 プレチルト領域と、前記第 1 プレチルト方向に反平行な第 2 プレチルト方向を規定する第 2 プレチルト領域とを有し、前記第 2 光配向膜は、前記複数の画素のそれぞれ内において、第 3 プレチルト方向を規定する第 3 プレチルト領域と、前記第 3 プレチルト方向に反平行な第

4 プレチルト方向を規定する第4 プレチルト領域とを有し、表示面法線方向から見たとき、前記第1 光配向膜の前記第1 プレチルト領域および前記第2 プレチルト領域の境界全体と、前記第2 光配向膜の前記第3 プレチルト領域および前記第4 プレチルト領域の境界全体とが重なっており、前記画素電極の外縁は、第1 エッジ部および第2 エッジ部を含み、前記第1 エッジ部に直交し前記画素電極の内側に向かう方向は、前記第1 プレチルト方向とは反対の方向であり、前記第2 エッジ部に直交し前記画素電極の内側に向かう方向は、前記第2 プレチルト方向とは反対の方向であり、前記画素電極は、前記第1 エッジ部の少なくとも一部を切欠くように形成された第1 切欠き部と、前記第2 エッジ部の少なくとも一部を切欠くように形成された第2 切欠き部とを有する。

[0014] ある実施形態において、前記第1 切欠き部は、前記画素電極の前記第1 エッジ部に近接する角を切欠くような直角三角形形状であり、前記第2 切欠き部は、前記画素電極の前記第2 エッジ部に近接する角を切欠くような直角三角形形状である。

[0015] ある実施形態において、前記第1 切欠き部、前記第2 切欠き部および前記画素電極の、前記第1 プレチルト方向および前記第2 プレチルト方向に直交する方向に沿った長さをそれぞれ  $a_1$ 、 $a_2$  および  $b$  としたとき、前記第1 切欠き部の長さ  $a_1$ 、前記第2 切欠き部の長さ  $a_2$  および前記画素電極の長さ  $b$  は、 $a_1/b \geq 0.25$  および  $a_2/b \geq 0.25$  の関係を満足する。

[0016] ある実施形態において、前記第1 切欠き部の長さ  $a_1$ 、前記第2 切欠き部の長さ  $a_2$  および前記画素電極の長さ  $b$  は、 $a_1/b \leq 0.5$  および  $a_2/b \leq 0.5$  の関係を満足する。

[0017] ある実施形態において、前記第1 切欠き部の斜辺と前記第1 エッジ部とがなす角  $\phi_1$ 、および、前記第2 切欠き部の斜辺と前記第2 エッジ部とがなす角  $\phi_2$  は、 $\phi_1 \geq 1^\circ$  および  $\phi_2 \geq 1^\circ$  の関係を満足する。

[0018] ある実施形態において、表示面法線方向から見たとき、前記第1 光配向膜の前記第1 プレチルト領域と前記第2 光配向膜の前記第3 プレチルト領域と

が重なっており、前記第1光配向膜の前記第2プレチルト領域と前記第2光配向膜の前記第4プレチルト領域とが重なっており、前記第3プレチルト方向は、前記第1プレチルト方向に反平行であり、前記第4プレチルト方向は、前記第2プレチルト方向に反平行である。

[0019] ある実施形態において、前記画素電極と前記対向電極との間に電圧が印加されたとき、前記複数の画素のそれぞれ内において前記液晶層に4つの液晶ドメインが形成され、前記4つの液晶ドメインのそれぞれに含まれる前記液晶分子の配向方向を代表する4つのディレクタの方位は互いに異なる。

[0020] ある実施形態において、上述した構成を有する液晶表示装置は、前記液晶層を介して互いに対向し、それぞれの透過軸が互いに略直交するように配置された一对の直線偏光板をさらに備え、前記一对の直線偏光板の前記透過軸は、前記第1プレチルト方向と略45°の角をなす。

[0021] ある実施形態において、上述した構成を有する液晶表示装置は、前記液晶層を介して互いに対向する一对の円偏光板をさらに備える。

[0022] ある実施形態において、前記液晶層は、負の誘電異方性を有する液晶分子を含む。

[0023] ある実施形態において、表示面水平方向に沿った画素ピッチおよび表示面垂直方向に沿った画素ピッチのうちの短い方の画素ピッチは42μm以下である。

[0024] ある実施形態において、画面解像度は200ppi以上である。

### 発明の効果

[0025] 本発明の実施形態によると、光配向膜によって液晶分子のプレチルト方向が規定されるVAモードの液晶表示装置であって、高精細化に適した液晶表示装置が提供される。

### 図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の実施形態における液晶表示装置100を模式的に示す断面図である。

[図2]一般的な4D-RTNモードの液晶表示装置1000における画素10

01の配向分割構造を示す図である。

[図3](a)、(b)および(c)は、図2に示した画素1001の配向分割構造を得るための方法を説明するための図である。

[図4]液晶表示装置100における画素1の配向分割構造を示す図である。

[図5](a)、(b)および(c)は、図4に示した画素1の配向分割構造を得るための方法を説明するための図である。

[図6]第1光配向膜12および第2光配向膜22の配向規制力のみを考慮した場合に形成される液晶ドメインを模式的に示す図である。

[図7](a)および(b)は、参考例の液晶表示装置900の画素901を模式的に示す図である。

[図8](a)～(d)は、4D-RTNモードの液晶表示装置1000について、電圧印加時の液晶分子の配向状態を検証するために配向シミュレーションを行った結果を説明するための図である。

[図9](a)～(d)は、参考例の液晶表示装置900について、電圧印加時の液晶分子の配向状態を検証するために配向シミュレーションを行った結果を説明するための図である。

[図10]参考例の液晶表示装置900の画素901において4つの液晶ドメインが形成される理由を説明するための図である。

[図11](a)および(b)は、参考例の液晶表示装置900の画素901において4つの液晶ドメインが形成される理由を説明するための図である。

[図12](a)および(b)は、参考例の液晶表示装置900の画素901において4つの液晶ドメインが形成される理由を説明するための図である。

[図13](a)および(b)は、参考例の液晶表示装置900の画素901において4つの液晶ドメインが形成される理由を説明するための図である。

[図14]参考例の液晶表示装置900の画素901において、ディスクリネーションが発生する理由を説明するための図である。

[図15]液晶表示装置100の画素1を模式的に示す平面図である。

[図16]液晶表示装置100の画素1において、ディスクリネーションの発生

が抑制される理由を説明するための図である。

[図17] (a) および (b) は、液晶表示装置 100 の画素 1 において、ディスプレイネーションの発生が抑制される理由を説明するための図である。

[図18] 液晶表示装置 100 の画素 1 を模式的に示す平面図である。

[図19] 切欠き角度が  $0^\circ$  で切欠き割合が 0 であるときの配向シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図20] 切欠き角度が  $1^\circ$  で切欠き割合が 0.25 であるときの配向シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図21] 切欠き角度が  $1^\circ$  で切欠き割合が 0.50 であるときの配向シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図22] 切欠き角度が  $2^\circ$  で切欠き割合が 0.10 であるときの配向シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図23] 切欠き角度が  $2^\circ$  で切欠き割合が 0.25 であるときの配向シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図24] 切欠き角度が  $2^\circ$  で切欠き割合が 0.50 であるときの配向シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図25] 切欠き角度が  $5^\circ$  で切欠き割合が 0.10 であるときの配向シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図26] 切欠き角度が  $5^\circ$  で切欠き割合が 0.25 であるときの配向シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図27] 切欠き角度が  $15^\circ$  で切欠き割合が 0.05 であるときの配向シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図28] 切欠き角度が  $15^\circ$  で切欠き割合が 0.10 であるときの配向シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図29] 切欠き角度が  $30^\circ$  で切欠き割合が 0.05 であるときの配向シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図30] 切欠き角度が  $30^\circ$  で切欠き割合が 0.10 であるときの配向シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図31]切欠き角度が $45^{\circ}$ で切欠き割合が0.05であるときの配向シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図32]切欠き角度が $45^{\circ}$ で切欠き割合が0.10であるときの配向シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図33]切欠き割合が0.25であるときの、液晶表示装置100の画素1を模式的に示す平面図である。

[図34](a)～(e)は、参考例1についての配向シミュレーションおよび光学シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図35](a)～(e)は、参考例2についての配向シミュレーションおよび光学シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図36](a)～(e)は、参考例3についての配向シミュレーションおよび光学シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図37](a)～(e)は、参考例4についての配向シミュレーションおよび光学シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図38](a)～(e)は、参考例5についての配向シミュレーションおよび光学シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図39](a)～(e)は、参考例6についての配向シミュレーションおよび光学シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図40](a)～(e)は、比較例1についての配向シミュレーションおよび光学シミュレーションの結果を説明するための図である。

[図41](a)、(b)および(c)は、それぞれ比較例1、参考例6および参考例2における画素内の配向分布を示す図である。

[図42](a)および(b)は、それぞれ参考例7および比較例2における階調と輝度(規格化輝度)との関係を、正面方向からの観察時、左右斜め $60^{\circ}$ 方向からの観察時および上下斜め $60^{\circ}$ 方向について示すグラフである。

[図43](a)および(b)は、CPAモードの液晶表示装置800の1つの画素を模式的に示す断面図および平面図であり、(c)は、液晶表示装置800の液晶層830に白電圧を印加したときの透過率のシミュレーション結

果を示す図である。

[図44] (a)、(b) および (c) は、光の回折現象による不良チルト領域 N G R の形成を検証した結果を説明するための図である。

[図45] 光の回折現象による不良チルト領域 N G R の形成を検証した結果を説明するための図である。

[図46] 強調領域、中間領域および相殺領域のそれぞれについて、プレチルト角の方向 Y (図 4 5 中の左右方向) に沿った位置プロファイルを示すグラフである。

[図47] (a) および (b) は、参考例 7 として試作した 2 つの液晶表示装置 9 0 0 について、画素 9 0 1 内でのプレチルト角の分布を示すグラフである。

[図48] 参考例 7 の 1 つの画素 9 0 1 に対応する光学顕微鏡像である。

### 発明を実施するための形態

[0027] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明する。なお、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。

[0028] 図 1 に、本実施形態における液晶表示装置 1 0 0 を示す。図 1 は、液晶表示装置 1 0 0 を模式的に示す断面図である。

[0029] 液晶表示装置 1 0 0 は、図 1 に示すように、互いに対向するように配置されたアクティブマトリクス基板 (第 1 基板) 1 0 および対向基板 (第 2 基板) 2 0 と、アクティブマトリクス基板 1 0 および対向基板 2 0 の間に設けられた液晶層 3 0 とを備える。液晶表示装置 1 0 0 は、さらに、マトリクス状に配列された複数の画素を有する。典型的には、複数の画素は、赤を表示する赤画素、緑を表示する緑画素および青を表示する青画素を含み、赤画素、緑画素および青画素の 3 つの画素によって 1 つのカラー表示画素が構成される。

[0030] アクティブマトリクス基板 (「T F T 基板」とも呼ばれる) 1 0 は、複数の画素のそれぞれに設けられた画素電極 1 1 と、画素電極 1 1 および液晶層 3 0 の間に設けられた第 1 光配向膜 1 2 とを有する。画素電極 1 1 および第

1 光配向膜 1 2 は、絶縁性を有する透明基板（例えばガラス基板）1 0 a によって支持されている。また、ここでは図示していないが、アクティブマトリクス基板は、画素電極 1 1 に電氣的に接続された薄膜トランジスタ（T F T）や、T F T に走査信号を供給する走査配線（ゲートバスライン）、T F T に表示信号を供給する信号配線（ソースバスライン）などを有する。

[0031] 対向基板（「カラーフィルタ基板」とも呼ばれる。）2 0 は、画素電極 1 1 に対向する対向電極 2 1 と、対向電極 2 1 および液晶層 3 0 の間に設けられた第 2 光配向膜 2 2 とを有する。対向電極 2 1 および第 2 光配向膜 2 2 は、絶縁性を有する透明基板（例えばガラス基板）2 0 a によって支持されている。また、ここでは図示していないが、対向基板 2 0 は、カラーフィルタ層を有する。典型的には、カラーフィルタ層は、赤画素に対応して設けられた赤カラーフィルタ、緑画素に対応して設けられた緑カラーフィルタおよび青画素に対応して設けられた青カラーフィルタを含む。

[0032] 液晶層 3 0 は、負の誘電異方性を有する液晶分子 3 1 を含む、垂直配向型の液晶層である。液晶層 3 0 に電圧が印加されていない状態において、液晶分子 3 1 は、図 1 に示されているように、基板面に対して略垂直に配向している。

[0033] 液晶表示装置 1 0 0 は、さらに、少なくとも液晶層 3 0 を介して互いに対向する一对の直線偏光板 1 8 および 2 8 を備える。直線偏光板 1 8 および 2 8 は、それぞれの透過軸が互いに略直交するように配置されている。つまり、直線偏光板 1 8 および 2 8 は、クロスニコルに配置されている。なお、一对の直線偏光板 1 8 および 2 8 に代えて、一对の円偏光板を設けてもよい。つまり、液晶層 3 0 に入射する光は、直線偏光であってもよいし、円偏光であってもよい。

[0034] 第 1 光配向膜 1 2 および第 2 光配向膜 2 2 のそれぞれは、光配向処理が施された垂直配向膜であり、液晶分子 3 1 のプレチルト方向を規定する。第 1 光配向膜 1 2 は、各画素内において、互いに異なるプレチルト方向を規定する 2 つの領域を有する。同様に、第 2 光配向膜 2 2 は、各画素内において、

互いに異なるプレチルト方向を規定する2つの領域を有する。

[0035] 以下、本実施形態の液晶表示装置100において第1光配向膜12および第2光配向膜22によって形成される配向分割構造を説明するが、それに先立ち、特許文献2や特許文献3に開示されているような4D-RTNモードにおける配向分割構造を説明する。

[0036] 図2に、一般的な4D-RTNモードの液晶表示装置1000における画素1001の配向分割構造を示す。液晶層に電圧が印加されている状態において、画素1001には、図2に示すように、4つの液晶ドメインA、B、CおよびDが形成される。4つの液晶ドメインA、B、CおよびDは、2行2列のマトリクス状に配置されている。なお、図2には、画素1001に設けられている画素電極1011も示されている。

[0037] 液晶ドメインA、B、CおよびDのディレクタ $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ および $t_4$ の方位は、任意の2つの方向の差が $90^\circ$ の整数倍に略等しい4つの方位である。ディレクタ $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ および $t_4$ は、各液晶ドメインに含まれる液晶分子の配向方向を代表するものであり、4D-RTNモードでは、液晶層に電圧が印加されたときの液晶層の層面内および厚さ方向における中央付近の液晶分子のチルト方向である。各液晶ドメインは、ディレクタの方位（上述したチルト方向）に特徴付けられ、このディレクタの方位が各ドメインの視角依存性に支配的な影響を与える。

[0038] なお、ここで、液晶層を介して互いに対向する一对の偏光板は、透過軸（偏光軸）が互いに直交するように配置されており、より具体的には、一方の透過軸が表示面の水平方向に平行で、他方の透過軸が表示面の垂直方向に平行となるように配置されている。

[0039] 表示面における水平方向の方位角（3時方向）を $0^\circ$ とすると、液晶ドメインAのディレクタ $t_1$ の方位は略 $22.5^\circ$ 方向、液晶ドメインBのディレクタ $t_2$ の方位は略 $31.5^\circ$ 方向、液晶ドメインCのディレクタ $t_3$ の方位は略 $45^\circ$ 方向、液晶ドメインDのディレクタ $t_4$ の方位は略 $135^\circ$ 方向である。つまり、液晶ドメインA、B、CおよびDは、それぞれのディレク

タの方位が、隣接する液晶ドメイン間で略 $90^\circ$ 異なるように配置されている。

[0040] ここで、図3 (a)、(b) および (c) を参照しながら、図2 に示した画素1001の配向分割構造を得るための配向分割方法を説明する。図3 (a) は、アクティブマトリクス基板に設けられている光配向膜によって規定されるプレチルト方向PD1およびPD2を示し、図3 (b) は、対向基板に設けられている光配向膜によって規定されるプレチルト方向PD3およびPD4を示している。また、図3 (c) は、アクティブマトリクス基板と対向基板とを貼り合わせた後に液晶層に電圧を印加したときのチルト方向（ディレクタ）を示している。

[0041] アクティブマトリクス基板側の領域（1つの画素1001に対応する領域）は、図3 (a) に示すように、左右に2分割されており、それぞれの領域（左側領域と右側領域）の光配向膜（垂直配向膜）が互いに反平行なプレチルト方向PD1およびPD2を規定するように光配向処理が行われている。ここでは、矢印で示した方向から紫外線を斜め照射することによって光配向処理が行われている。

[0042] 一方、対向基板側の領域（1つの画素領域1001に対応する領域）は、図3 (b) に示すように、上下に2分割されており、それぞれの領域（上側領域と下側領域）の光配向膜（垂直配向膜）が互いに反平行なプレチルト方向PD3およびPD4を規定するように光配向処理が行われている。ここでは、矢印で示した方向から紫外線を斜め照射することによって光配向処理が行われている。

[0043] 図3 (a) および (b) に示したように光配向処理がなされたアクティブマトリクス基板および対向基板を貼り合わせることによって、図3 (c) に示すように配向分割された画素1001を形成することができる。図3 (a)、(b) および (c) からわかるように、液晶ドメインA～Dのそれぞれについて、アクティブマトリクス基板の光配向膜によって規定されるプレチルト方向と、対向基板の光配向膜によって規定されるプレチルト方向とは互

いに略 $90^\circ$ 異なっており、これら2つのプレチルト方向の中間の方向にチルト方向（各液晶ドメインのディレクタの方位）が規定される。

[0044] 既に説明したように、画素1001のような（つまり一般的な4D-RTNモードの）配向分割構造を高精細な液晶表示装置に採用すると、表示（特に動画表示）に不具合が発生することがある。以下、この理由を説明する。

[0045] 4D-RTNモードの配向分割構造を形成する場合、アクティブマトリクス側の光配向膜および対向基板側の光配向膜のそれぞれについて、2回ずつ露光工程を実行する必要がある。1回目の露光工程と、2回目の露光工程とで、紫外線の照射は異なる方向から行われる。フォトリソを用いた走査露光により上述した露光工程を行う場合、光の回折現象により、露光の継ぎ目（規定するプレチルト方向が異なる2つの領域の境界）の周辺は、十分なプレチルト角を付与できない領域（以下では「不良チルト領域」と呼ぶ。）となる。なお、本願明細書では、「プレチルト角」は、電圧無印加時において液晶分子31の長軸が基板面法線方向に対してなす角を指す。

[0046] 具体的には、アクティブマトリクス基板側の光配向膜では、図3（a）に示すように、左側領域と右側領域との境界BD1の周辺が不良チルト領域NGR1となる。また、対向基板側の光配向膜では、図3（b）に示すように、上側領域と下側領域との境界BD2と周辺が不良チルト領域NGR2となる。そのため、アクティブマトリクス基板と対向基板とを貼り合わせると、各画素1001において、垂直方向に延びる部分（不良チルト領域NGR1に対応）と水平方向に延びる部分（不良チルト領域NGR2に対応）とを含む、十字形状の不良チルト領域NGRが形成される。

[0047] 中小型用途の高精細な画素設計では、画素ピッチが小さいので、画素1001全体に占める不良プレチルト領域の割合が大きくなる。そのため、画素1001全体での平均的なプレチルト角が小さくなってしまい、そのことによって、液晶分子の配向状態が不安定になったり、応答速度が低下したり（つまり応答時間が長くなったり）する。

[0048] 続いて、本実施形態の液晶表示装置100における画素の配向分割構造を

説明する。図4に、液晶表示装置100における画素1の配向分割構造を示す。

[0049] 画素電極11と対向電極21との間に電圧が印加されたとき、各画素1内において、図4に示すように、液晶層30に4つの液晶ドメインA、B、CおよびDが形成される。これら4つの液晶ドメインA、B、CおよびDのそれぞれに含まれる液晶分子31の配向方向を代表する4つのディレクタ $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ および $t_4$ の方位は、互いに異なる。

[0050] 表示面における水平方向の方位角（3時方向）を $0^\circ$ とすると、液晶ドメインAのディレクタ $t_1$ の方位は略 $270^\circ$ 方向、液晶ドメインBのディレクタ $t_2$ の方位は略 $0^\circ$ 方向、液晶ドメインCのディレクタ $t_3$ の方位は略 $90^\circ$ 方向、液晶ドメインDのディレクタ $t_4$ の方位は略 $180^\circ$ 方向である。つまり、液晶ドメインA、B、CおよびDの4つのディレクタの方位のうちの任意の2つの方位の差は、 $90^\circ$ の整数倍に略等しい。

[0051] 一对の直線偏光板18および28の透過軸（偏光軸）P1およびP2は、液晶ドメインA、B、CおよびDのディレクタ $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ および $t_4$ の方位と略 $45^\circ$ の角をなす。また、後の説明からもわかるように、一对の直線偏光板18および28の透過軸P1およびP2は、第1光配向膜12および第2光配向膜22によって規定されるプレチルト方向とも略 $45^\circ$ の角をなす。

[0052] なお、図4には、4つの液晶ドメインA、B、CおよびDの画素1内に占める面積が互いに等しい場合を例示しているが、4つの液晶ドメインA、B、CおよびDの面積は互いに等しくなくてもよい。ただし、視野角特性の均一さの観点からは、4つの液晶ドメインA、B、CおよびDの面積の差がなるべく小さいことが好ましく、具体的には、4つの液晶ドメインA、B、CおよびDの内の最大の液晶ドメインの面積と最小の液晶ドメインの面積との差が、最大の面積の50%以下であることが好ましい。図4に示す例は、視野角特性上最も好ましい（つまり理想的な）4分割構造の例である。

[0053] また、図4に示されているように、本実施形態の液晶表示装置100にお

ける画素電極 11 は、複数の切欠き部（第 1 切欠き部および第 2 切欠き部）11a1 および 11a2 を有する。

[0054] 続いて、図 5（a）、（b）および（c）を参照しながら、本実施形態における液晶表示装置 100 の画素 1 の配向分割構造を得るための配向分割方法を説明する。図 5（a）は、アクティブマトリクス基板 10 に設けられている第 1 光配向膜 12 によって規定されるプレチルト方向 PD1 および PD2 を示し、図 5（b）は、対向基板 20 に設けられている第 2 光配向膜 22 によって規定されるプレチルト方向 PD3 および PD4 を示している。また、図 5（c）は、アクティブマトリクス基板 10 と対向基板 20 とを貼り合わせた後に液晶層 30 に電圧を印加したときのチルト方向（ディレクタ）を示している。

[0055] 第 1 光配向膜 12 は、各画素 1 内において、図 5（a）に示すように、第 1 プレチルト方向 PD1 を規定する第 1 プレチルト領域 12a と、第 1 プレチルト方向 PD1 に反平行な第 2 プレチルト方向 PD2 を規定する第 2 プレチルト領域 12b とを有する。具体的には、第 1 光配向膜 12 の 1 つの画素 1 に対応する領域は、上下に 2 分割されており、それぞれの領域（第 1 プレチルト領域および第 2 プレチルト領域）12a、12b が互いに反平行なプレチルト方向（第 1 プレチルト方向および第 2 プレチルト方向）PD1 および PD2 を規定するように光配向処理が行われている。ここでは、光配向処理は、矢印で示した方向から紫外線を斜め照射することによって行われている。

[0056] 一方、第 2 光配向膜 22 は、各画素 1 内において、図 5（b）に示すように、第 3 プレチルト方向 PD3 を規定する第 3 プレチルト領域 22a と、第 3 プレチルト方向 PD3 に反平行な第 4 プレチルト方向 PD4 を規定する第 4 プレチルト領域 22b とを有する。具体的には、第 2 光配向膜 22 の 1 つの画素 1 に対応する領域は、上下に 2 分割されており、それぞれの領域（第 3 プレチルト領域および第 4 プレチルト領域）22a、22b が互いに反平行なプレチルト方向（第 3 プレチルト方向および第 4 プレチルト方向）PD

3およびPD4を規定するように光配向処理が行われている。ここでは、光配向処理は、矢印で示した方向から紫外線を斜め照射することによって行われている。なお、アクティブマトリクス基板10および対向基板20を貼り合わせた状態において、表示面法線方向から見たとき、第2光配向膜22の第3プレチルト領域22aは、第1光配向膜12の第1プレチルト領域12aに重なり（対向し）、第2光配向膜22の第4プレチルト領域22bは第1光配向膜12の第2プレチルト領域12bに重なる（対向する）。また、アクティブマトリクス基板10および対向基板20を貼り合わせた状態において、第3プレチルト方向PD3は、第1プレチルト方向PD1に反平行であり、第4プレチルト方向PD4は、第2プレチルト方向PD2に反平行である。

[0057] 図5（a）および（b）に示したように光配向処理がなされたアクティブマトリクス基板10および対向基板20を貼り合わせることによって、図5（c）に示すように配向分割された画素1を形成することができる。なお、図5（a）および（b）に示したように光配向処理がなされた第1光配向膜12および第2光配向膜22の配向規制力のみを考慮した場合、電圧印加時には、図6に示す画素1'のように、2つの液晶ドメインのみが形成されるようにも思われる。しかしながら、後述する理由から、実際には、図5（c）に示したように、4つの液晶ドメインA、B、CおよびDが形成される。

[0058] 第1光配向膜12の第1プレチルト領域12aと第2プレチルト領域12bとの境界BD1の周辺は、十分なプレチルト角を付与できない不良チルト領域NGR1となり得る（図5（a）参照）。また、第2光配向膜22の第3プレチルト領域22aと第4プレチルト領域22bとの境界BD2の周辺は、十分なプレチルト角を付与できない不良チルト領域NGR2となり得る。しかしながら、本実施形態における液晶表示装置100では、図5（c）に示すように、表示面法線方向から見たとき、第1光配向膜12の第1プレチルト領域12aおよび第2プレチルト領域12bの境界BD1全体と、第2光配向膜22の第3プレチルト領域22aおよび第4プレチルト領域22

bの境界BD2全体とが重なっている。そのため、第1光配向膜12側の不良チルト領域NGR1と、第2光配向膜22側の不良チルト領域NGR2とが重なることになり、図5(c)に示すように、画素1全体では、水平方向にのみ延びる不良チルトNGRが形成される。

[0059] 従って、本実施形態における液晶表示装置100の画素1では、図3(c)に示した画素1001に比べ、不良チルト領域NGRの面積を小さくすることができる。そのため、画素1全体での平均的なプレチルト角の低下（不良チルト領域NGRに起因する）を抑制できるので、液晶分子31の配向状態を十分に安定化させ、また、十分な応答速度を実現することができる。

[0060] ここで、本実施形態における液晶表示装置100の製造方法を説明する。

[0061] まず、第1光配向膜12を有するアクティブマトリクス基板10を用意する。この工程は、一般的な4D-RTNモード用のアクティブマトリクス基板を作製する手法と同様の手法により実行され得る。ただし、画素電極11を形成する際、第1切欠き部11a1および第2切欠き部11a2が形成されるように、導電膜のパターニングが行われる。

[0062] 次に、第1光配向膜12の、複数の画素1のそれぞれに対応する領域内に、第1プレチルト方向PD1を規定する第1プレチルト領域12aと、第1プレチルト方向PD1に反平行な第2プレチルト方向PD2を規定する第2プレチルト領域12bとを光配向処理によって形成する。この工程は、例えば、第1光配向膜12の第2プレチルト領域12bとなる部分がフォトリソによって遮光された状態で、第1プレチルト領域12aとなる部分に光を照射する工程と、その後、第1光配向膜12の第1プレチルト領域12aがフォトリソによって遮光された状態で、第2プレチルト領域12bとなる部分に光を照射する工程とを含む。なお、第1プレチルト領域12aとなる部分に光照射を行うのよりも前に、第2プレチルト領域12bとなる部分に光照射を行ってもよいことは言うまでもない。

[0063] 一方、アクティブマトリクス基板10とは別途に、第2光配向膜22を有する対向基板20を用意する。この工程は、一般的な4D-RTNモード用

の対向基板を作製する手法と同様の手法により実行され得る。

[0064] 次に、第2光配向膜22の、複数の画素1のそれぞれに対応する領域内に、第3プレチルト方向PD3を規定する第3プレチルト領域22aと、第3プレチルト方向PD3に反平行な第4プレチルト方向PD4を規定する第4プレチルト領域22bとを光配向処理によって形成する。この工程は、例えば、第2光配向膜22の第4プレチルト領域22bとなる部分がフォトマスクによって遮光された状態で、第3プレチルト領域22aとなる部分に光を照射する工程と、その後に、第2光配向膜22の第3プレチルト領域22aがフォトマスクによって遮光された状態で、第4プレチルト領域22bとなる部分に光を照射する工程とを含む。なお、第3プレチルト領域22aとなる部分に光照射を行うのよりも前に、第4プレチルト領域22bとなる部分に光照射を行ってもよいことは言うまでもない。

[0065] その後、第1光配向膜12に第1プレチルト領域12aおよび第2プレチルト領域12bが形成されたアクティブマトリクス基板10と、第2光配向膜22に第3プレチルト領域22aおよび第4プレチルト領域22bが形成された対向基板20とを貼り合わせる。

[0066] 続いて、アクティブマトリクス基板10と対向基板20との間に例えば真空注入法を用いて液晶材料を注入することにより、液晶層30を形成する。なお、滴下法により（つまり貼り合わせ前に一方の基板上に液晶材料を付与しておくことにより）液晶層30を形成してもよいことは言うまでもない。

[0067] 第1光配向膜12に光配向処理を行う工程および第2光配向膜22に光配向処理を行う工程は、アクティブマトリクス基板10と対向基板20とを貼り合わせたときに、表示面法線方向から見て、第1光配向膜12の第1プレチルト領域12aおよび第2プレチルト領域12bの境界BD1全体と、第2光配向膜22の第3プレチルト領域22aおよび第4プレチルト領域22bの境界BD2全体とが重なるように実行される。

[0068] なお、アクティブマトリクス基板10と対向基板20とを貼り合わせる工程の後に、液晶層30に加熱処理を含む再配向処理を施す工程を行ってもよ

い。この再配向処理により、液晶材料の注入時に発生する配向の乱れ（流動配向）をなくすることができる。

[0069] その後、一对の直線偏光板 18 および 28 をアクティブマトリクス基板 10 および対向基板 20 の外側に貼り付ける工程等を行うことにより、本実施形態の液晶表示装置 100 が得られる。

[0070] なお、既に説明したように、本実施形態の液晶表示装置 100 では、第 1 光配向膜 12 および第 2 光配向膜 22 の配向規制力のみを考慮した場合、電圧印加時には、2 つの液晶ドメインのみが形成されるはずであるにも関わらず、実際には、4 つの液晶ドメイン A、B、C および D が形成され、そのことによって十分に高い視野角特性が得られる。特に、画面解像度が 200 p p i 以上であると、後に詳述するように、一般的な 4 D-R T N モードとほぼ同等の視野角特性が得られる。

[0071] また、本実施形態の液晶表示装置 100 では、画素電極 11 の特定の領域に切欠き部（図 4 などに示されている第 1 切欠き部 11 a 1 および第 2 切欠き部 11 a 2）が形成されていることによって、図 7（a）に示す参考例の液晶表示装置 900 のように、画素 901 に設けられている画素電極 11 にそのような切欠き部が形成されていない場合に比べ、表示品位をさらに向上させることができる。図 7（a）に示す参考例の液晶表示装置 900 は、画素電極 11 に切欠き部が形成されていない点を除いて、本実施形態の液晶表示装置 100 と同じ構成を有する。つまり、参考例の液晶表示装置 900 についても、図 5（a）～（c）を参照しながら説明したように光配向処理が行われている。この参考例の液晶表示装置 900 においても、4 つの液晶ドメイン A、B、C および D が形成され、高い視野角特性が得られる。

[0072] しかしながら、本願発明者が詳細な検討を行ったところ、参考例の液晶表示装置 900 では、図 7（b）に示すように、画素電極 11 の外縁近傍の特定の領域（図中の領域 R1 および R2）において、ディスクリネーション（配向欠陥）が発生し、そのことによって表示にざらつきが発生するおそれがあることがわかった。なお、ディスクリネーションがどの画素においてもほ

ば同じ領域に発生するのであれば、顕著なざらつきとしては視認されないとも考えられるが、その場合でもディスクリネーションの発生は輝度の低下を招いてしまう。そのため、ディスクリネーションの発生自体を抑制することが好ましい。

[0073] ここで、図8および図9を参照しながら、一般的な4D-RTNモードの液晶表示装置1000および参考例の液晶表示装置900のそれぞれについて、電圧印加時の液晶分子の配向状態を検証するために配向シミュレーションを行った結果を説明する。図8(a)～(d)は、4D-RTNモードの液晶表示装置1000についての図であり、図9(a)～(d)は、参考例の液晶表示装置900についての図である。図8(a)および図9(a)は、計算用のマスク図であり、アクティブマトリクス基板側の光配向膜によって規定されるプレチルト方向PD1およびPD2と、対向基板側の光配向膜によって規定されるプレチルト方向PD3およびPD4とが併せて示されている。図8(b)および図9(b)は、偏光板として透過軸P1およびP2が略直交するように配置された直線偏光板が用いられるときの透過率のシミュレーション結果を示す図である。図8(c)および図9(c)は、偏光板として円偏光板が用いられるときの透過率のシミュレーション結果を示す図である。図8(d)および図9(d)は、画素内の配向分布を示す図であり、各液晶ドメインにおけるおおまかな液晶分子の配向方向（ディレクタの方位といってもよい）が矢印で併せて示されている。なお、配向シミュレーションに際しての計算条件は、下記表1に示す通りである。

[0074]

[表1]

| 計算条件        |                                                                |        |
|-------------|----------------------------------------------------------------|--------|
| 液晶材料の誘電率    | 分子長軸方向の誘電率 $\epsilon //$                                       | 3.7    |
|             | 分子短軸方向の誘電率 $\epsilon \perp$                                    | 7.8    |
| 液晶材料の屈折率    | 分子長軸方向の屈折率 $n //$                                              | 1.6061 |
|             | 分子短軸方向の屈折率 $n \perp$                                           | 1.4862 |
| セル厚（液晶層の厚さ） | 3.1 $\mu\text{m}$                                              |        |
| 液晶層への印加電圧   | 3.75V                                                          |        |
| 画素ピッチ       | 28.25 $\mu\text{m}$ ×84.75 $\mu\text{m}$<br>(画面解像度 300ppi に相当) |        |

[0075] 図8（a）および図9（a）からわかるように、4D-RTNモードの液晶表示装置1000と、参考例の液晶表示装置900とで、画素電極等の形状はほぼ同じである。

[0076] 円偏光板を用いる場合、図8（c）および図9（c）に示すように、4D-RTNモードの液晶表示装置1000および参考例の液晶表示装置900のいずれについても、画素の中央に小さな暗点が存在するものの、画素の他の領域では高い輝度を得られている。

[0077] 直線偏光板を用いる場合、4D-RTNモードの液晶表示装置1000では、図8（b）に示すように、4D-RTNモードに特徴的な $\pi$ 形状の暗線が発生する。一方、参考例の液晶表示装置900では、図9（b）に示すように、4D-RTNモードの液晶表示装置1000における暗線とは発生箇所がやや異なるものの、ほぼ同じ形状の暗線が発生する。従って、参考例の液晶表示装置900についても、4D構造が形成されていると考えられる。

[0078] また、図8（d）および図9（d）からわかるように、4D-RTNモードの液晶表示装置1000および参考例の液晶表示装置900のいずれについても、おおまかには4つの方向に液晶分子が配向していることが確認された。

[0079] 続いて、図10を参照しながら、参考例の液晶表示装置900の画素901において4つの液晶ドメインが形成される理由を説明する。

[0080] 図10に示すように、参考例の液晶表示装置900では、画素電極11の外縁は、第1エッジ部11e1および第2エッジ部11e2を含む。第1エッジ部11e1は、液晶ドメインAに近接しており、第2エッジ部11e2は、液晶ドメインCに近接している。

[0081] 第1エッジ部11e1に直交し画素電極11の内側に向かう方向e1は、第1プレチルト方向PD1とは反対の方向である。また、第2エッジ部11e2に直交し画素電極11の内側に向かう方向e2は、第2プレチルト方向PD2とは反対の方向である。

[0082] 画素電極11の外縁が上述したような第1エッジ部11e1および第2エッジ部11e2を含んでいることにより、電圧印加時に4つの液晶ドメインが形成される。以下、図11および図12を参照しながら、この理由をより詳細に説明する。

[0083] 図11(a)は、1つの画素901を示す平面図であり、図11(a)には、第1光配向膜12および第2光配向膜22による配向規制力が実線の矢印A1、A2で示されている。また、図11(b)は、図11(a)中の11B-11B'線に沿った断面図であり、電圧無印加時における液晶分子31の配向状態が示されている。図11(b)からわかるように、電圧無印加時には、第1光配向膜12および第2光配向膜22による配向規制力A1、A2によって、液晶分子31は所定の方向に所定の角度（プレチルト角） $\theta$ でプレチルトしている。例えば画素901の上側では、液晶分子31は、基板面法線方向に対して左側にチルトしている。

[0084] 図12(a)は、1つの画素901を示す平面図であり、図12(a)には、第1光配向膜12および第2光配向膜22による配向規制力A1、A2だけでなく、画素電極11の外縁近傍に生成される斜め電界による配向規制力が破線の矢印B1、B2、B3、B4で示されている。また、図12(b)は、図12(a)中の12B-12B'線に沿った断面図であり、電圧印加時における液晶分子31の配向状態（ただし第1光配向膜12および第2光配向膜22による配向規制力A1、A2は考慮されていない）が示されて

いる。図12(b)からわかるように、電圧印加時には、負の誘電異方性を有する液晶分子31は、電気力線Eに垂直になるように配向する。そのため、画素電極11の外縁近傍では、画素電極11の内側に向けて液晶分子31を倒すような配向規制力(図12(a)中に示す配向規制力B1、B2、B3、B4)が存在する。

[0085] そのため、画素901の一部(ここでは画素901の左上部分と右下部分であり、図12(a)中に示す領域R1およびR2)では、第1光配向膜12および第2光配向膜22による配向規制力の方向(第1プレチルト方向PD1および第2プレチルト方向PD2と一致する方向である)と、斜め電界による配向規制力の方向(画素電極11のエッジ部に直交し画素電極11の内側に向かう方向である)とが反対となる。

[0086] 図13(a)は、画素901の左上部分を拡大して示している。この部分では、第1光配向膜12および第2光配向膜22による配向規制力A1と、斜め電界による配向規制力B1およびB4とが競合する結果、液晶分子31は下側(方向C1)に倒れる。

[0087] また、図13(b)は、画素901の右下部分を拡大して示している。この部分では、第1光配向膜12および第2光配向膜22による配向規制力A2と、斜め電界による配向規制力B2およびB3とが競合する結果、液晶分子31は上側(方向C2)に倒れる。

[0088] 上述したメカニズムにより、第1エッジ部11e1および第2エッジ部11e2に近接する液晶ドメインAおよびCでは、電圧印加時に、液晶分子31は、表示面垂直方向(略270°方向および略90°方向)に配向する。そのため、画素1内には、ディレクタの方位が互いに異なる4つの液晶ドメインA、B、CおよびDが形成される。

[0089] このように、参考例の液晶表示装置900では、電圧印加時に各画素901内において実際には4つの液晶ドメインA、B、CおよびDが形成されるので、十分に高い視野角特性が得られる。しかしながら、参考例の液晶表示装置900では、画素電極11の外縁近傍の特定の領域(図12(a)中の

領域 R 1 および R 2) において、ディスクリネーションが発生することがある。ディスクリネーションが発生する理由は、以下のように推察される。

[0090] 画素 9 0 1 の左上部分 (第 1 エッジ部 1 1 e 1 近傍) では、既に説明したように、液晶分子 3 1 には、第 1 光配向膜 1 2 および第 2 光配向膜 2 2 による配向規制力 A 1 と、斜め電界による 2 種類の (右方向および下方向の) 配向規制力 B 1 および B 4 とが作用する。第 1 光配向膜 1 2 および第 2 光配向膜 2 2 による配向規制力 A 1 と、斜め電界による 2 種類の配向規制力 B 1 および B 4 のうちの一方 (右方向の配向規制力) B 1 とは、互いに反対方向であるので、残りの配向規制力 (斜め電界による下方向の配向規制力) B 4 が支配的となり、液晶分子 3 1 は下側に倒れると考えられる。ところが、この支配的となる配向規制力 B 4 が小さい (十分には大きくない) 場合、領域 R 1 全体の液晶分子 3 1 を一様に下側に倒すことは困難であると考えられる。そのため、図 1 4 に示すように、第 1 エッジ部 1 1 e 1 近傍の領域 R 1 内で、液晶分子 3 1 は下側または上側にランダムに配向してしまい、その結果、ディスクリネーションが発生することがある。

[0091] また、画素 9 0 1 の右下部分 (第 2 エッジ部 1 1 e 2 近傍) では、既に説明したように、液晶分子 3 1 には、第 1 光配向膜 1 2 および第 2 光配向膜 2 2 による配向規制力 A 2 と、斜め電界による 2 種類の (上方向および左方向の) 配向規制力 B 2 および B 3 とが作用する。第 1 光配向膜 1 2 および第 2 光配向膜 2 2 による配向規制力 A 2 と、斜め電界による 2 種類の配向規制力 B 2 および B 3 のうちの一方 (左方向の配向規制力) B 3 とは、互いに反対方向であるので、残りの配向規制力 (斜め電界による上方向の配向規制力) B 2 が支配的となり、液晶分子 3 1 は上側に倒れると考えられる。ところが、この支配的となる配向規制力 B 2 が小さい (十分には大きくない) 場合、領域 R 2 全体の液晶分子 3 1 を一様に上側に倒すことは困難であると考えられる。そのため、図 1 4 に示すように、第 2 エッジ部 1 1 e 2 近傍の領域 R 2 内で、液晶分子 3 1 は上側または下側にランダムに配向してしまい、その結果、ディスクリネーションが発生することがある。

[0092] 上述したように、参考例の液晶表示装置 900 では、画素電極 11 の第 1 エッジ部 11 e 1 および第 2 エッジ部 11 e 2 近傍の領域 R 1 および R 2 において、ディスクリネーションが発生することがある。これに対し、本実施形態の液晶表示装置 100 では、画素電極 11 の特定の領域に切欠き部（図 4 などに示されている第 1 切欠き部 11 a 1 および第 2 切欠き部 11 a 2）が形成されていることによって、上述したようなディスクリネーションの発生が抑制される。以下、この理由を説明する。

[0093] 図 15 に示すように、本実施形態の液晶表示装置 100 では、画素電極 11 の外縁は、第 1 エッジ部 11 e 1 および第 2 エッジ部 11 e 2 を含む。第 1 エッジ部 11 e 1 は、液晶ドメイン A に近接しており、第 2 エッジ部 11 e 2 は、液晶ドメイン C に近接している。

[0094] 第 1 エッジ部 11 e 1 に直交し画素電極 11 の内側に向かう方向 e 1 は、第 1 プレチルト方向 PD 1 とは反対の方向である。また、第 2 エッジ部 11 e 2 に直交し画素電極 11 の内側に向かう方向 e 2 は、第 2 プレチルト方向 PD 2 とは反対の方向である。

[0095] 画素電極 11 の外縁が上述したような第 1 エッジ部 11 e 1 および第 2 エッジ部 11 e 2 を含んでいることにより、参考例の液晶表示装置 900 について説明したのと同様のメカニズムにより、本実施形態の液晶表示装置 100 においても、電圧印加時に 4 つの液晶ドメイン A、B、C および D が形成され、十分に高い視野角特性が得られる。

[0096] また、本実施形態の液晶表示装置 100 の画素電極 11 は、第 1 エッジ部 11 e 1 の少なくとも一部を切欠くように形成された第 1 切欠き部 11 a 1 と、第 2 エッジ部 11 e 2 の少なくとも一部を切欠くように形成された第 2 切欠き部 11 a 2 とを有する。第 1 切欠き部 11 a 1 は、画素電極 11 の第 1 エッジ部 11 e 1 に近接する角 11 c 1 を切欠くような直角三角形形状である。また、第 2 切欠き部 11 a 2 は、画素電極 11 の第 2 エッジ部 11 e 2 に近接する角を切欠くような直角三角形形状である。

[0097] なお、図 15 から明らかなように、本願明細書において、画素電極 11

の「外縁」は、画素電極 11 の導電層が存在する部分（以下では「導電層部分」と呼ぶこともある）と、切欠き部（導電層が存在しない部分）11a1、11a2の両方によって規定される（つまり導電層が存在する部分のみの外縁ではない）。図15に例示している構成では、画素電極11の外縁は、略矩形状である。

[0098] ここで、図16を参照しながら、上述したような第1切欠き部11a1および第2切欠き部11a2が形成されていることによって、ディスクリネーションの発生が抑制される理由を説明する。

[0099] 第1切欠き部11a1が形成されていることにより、第1エッジ部11e1近傍において画素電極11の導電層部分のエッジは、表示面の上下方向（垂直方向）に対して傾斜することになる。そのため、図16に示すように、第1エッジ部11e1近傍における斜め電界による配向規制力B1は、表示面の上下方向（垂直方向）に対して傾斜した方向となる。

[0100] この配向規制力B1は、図17（a）に示すように、水平方向成分 $B_{1H}$ と、垂直方向成分 $B_{1V}$ とに分解することができる。配向規制力B1の水平方向成分 $B_{1H}$ と、第1光配向膜12および第2光配向膜22による配向規制力A1とは、互いに反対方向であるので、相殺するように作用する。これに対し、配向規制力B1の垂直方向成分 $B_{1V}$ は、この領域R1における支配的な配向規制力である配向規制力B4と同じ方向であるので、液晶分子31を下側に倒す配向規制力を強めるように作用する。従って、第1エッジ部11e1近傍の領域R1全体の液晶分子31を一様に下側に倒すことが可能となり、ディスクリネーションの発生を抑制することができる。

[0101] また、第2切欠き部11a2が形成されていることにより、第2エッジ部11e2近傍において画素電極11の導電層部分のエッジは、表示面の上下方向（垂直方向）に対して傾斜することになる。そのため、図16に示すように、第2エッジ部11e2近傍における斜め電界による配向規制力B3は、表示面の上下方向（垂直方向）に対して傾斜した方向となる。

[0102] この配向規制力B3は、図17（b）に示すように、水平方向成分 $B_{3H}$ と

、垂直方向成分  $B_{3v}$  とに分解することができる。配向規制力  $B_3$  の水平方向成分  $B_{3h}$  と、第1光配向膜12および第2光配向膜22による配向規制力  $A_2$  とは、互いに反対方向であるので、相殺するように作用する。これに対し、配向規制力  $B_3$  の垂直方向成分  $B_{3v}$  は、この領域  $R_2$  における支配的な配向規制力である配向規制力  $B_2$  と同じ方向であるので、液晶分子31を上側に倒す配向規制力を強めるように作用する。従って、第2エッジ部11e2近傍の領域  $R_2$  全体の液晶分子31を一様に上側に倒すことが可能となり、ディスクリネーションの発生を抑制することができる。

[0103] 続いて、第1切欠き部11a1および第2切欠き部11a2を有する画素電極11の好ましい構成を説明する。

[0104] 図18に示すように、第1切欠き部11a1、第2切欠き部11a2および画素電極11の、第1プレチルト方向  $PD_1$  および第2プレチルト方向  $PD_2$  に直交する方向（第1エッジ部11e1および第2エッジ部11e2に平行な方向）に沿った長さをそれぞれ  $a_1$ 、 $a_2$  および  $b$  としたとき、第1切欠き部11a1の長さ  $a_1$ 、第2切欠き部11a2の長さ  $a_2$  および画素電極11の長さ  $b$  は、下記式（1）および（2）の関係を満足することが好ましい。つまり、第1切欠き部11a1の長さ  $a_1$  および第2切欠き部11a2の長さ  $a_2$  は、それぞれ画素電極11の長さ  $b$  の25%以上（1/4以上）であることが好ましい。

$$a_1/b \geq 0.25 \quad \dots (1)$$

$$a_2/b \geq 0.25 \quad \dots (2)$$

[0105] 式（1）および（2）が満足されることにより、ディスクリネーションの発生をより確実に抑制することができる。このことを検証した結果を後に詳述する。なお、以下では、式（1）および（2）のそれぞれの左辺（「 $a_1/b$ 」、「 $a_2/b$ 」）を、「切欠き割合」と呼ぶこともある。

[0106] 既に説明したことからもわかるように、第1切欠き部11a1および第2切欠き部11a2は、第1光配向膜12および第2光配向膜22による配向規制力の方向と、斜め電界による配向規制力の方向とが反対となる領域近傍

のエッジ部（第1エッジ部11e1および第2エッジ部11e2）を切欠くように形成されていればよく、第1光配向膜12および第2光配向膜22による配向規制力の方向と、斜め電界による配向規制力の方向とが同じとなる領域近傍のエッジ部（図16中のエッジ部11e3および11e4）を切欠く必要はない。これらのエッジ部11e3および11e4を切欠いても、液晶分子31の配向の観点からは問題はない（新たにディスクリネーションが発生するようなことはない）。しかしながら、画素電極11の外縁において切欠かれた領域の割合が大きくなることは、液晶層30に直接電界が印加されない領域を増やすことになりかねないので、表示輝度が低下することがある。そのため、明るい表示を実現する観点からは、第1切欠き部11a1の長さ $a_1$ 、第2切欠き部11a2の長さ $a_2$ および画素電極11の長さ $b$ は、下記式（3）および（4）の関係を満足することが好ましい。つまり、第1切欠き部11a1および第2切欠き部11a2についての切欠き割合（ $a_1/b$ および $a_2/b$ ）は、それぞれ0.5以下であることが好ましい。言い換えると、第1切欠き部11a1の長さ $a_1$ および第2切欠き部11a2の長さ $a_2$ は、それぞれ画素電極11の長さ $b$ の50%以下（1/2以下）であることが好ましい。

$$a_1/b \leq 0.5 \quad \dots (3)$$

$$a_2/b \leq 0.5 \quad \dots (4)$$

[0107] また、図18に示すように、第1切欠き部11a1の斜辺と第1エッジ部11e1とがなす角を $\phi_1$ 、第2切欠き部11a2の斜辺と第2エッジ部11e2とがなす角を $\phi_2$ としたとき、これらの角（以下では「切欠き角度」と呼ぶことがある） $\phi_1$ および $\phi_2$ は、下記式（5）および（6）の関係を満足することが好ましい。

$$\phi_1 \geq 1^\circ \quad \dots (5)$$

$$\phi_2 \geq 1^\circ \quad \dots (6)$$

[0108] なお、切欠き角度 $\phi_1$ および $\phi_2$ が $1^\circ$ 未満（ $\phi_1 < 1^\circ$ 、 $\phi_2 < 1^\circ$ ）であっても、理論的には、ディスクリネーションの発生を抑制する効果が得られる

と考えられる。ただし、切欠き角度  $\phi_1$  および  $\phi_2$  が  $1^\circ$  未満となるような第 1 切欠き部 1 1 a 1 および第 2 切欠き部 1 1 a 2 を導電膜のパターニングにより実際に形成するのは困難であることがある（切欠き角度  $\phi_1$  および  $\phi_2$  が実質的には  $0^\circ$  となってしまうことがある）。

[0109] ここで、第 1 切欠き部 1 1 a 1 および第 2 切欠き部 1 1 a 2 の切欠き割合および切欠き角度を変化させて配向シミュレーションを行い、ディスクリネーション（配向欠陥）の発生の有無を検証した結果を説明する。下記表 2 および図 1 9～図 3 2 に、シミュレーション結果を示す。表 2 中、「×」はディスクリネーションの発生が顕著であったことを示し、「△」は顕著ではないもののディスクリネーションが発生したことを示し、「○」はディスクリネーションが発生しなかったことを示す。また、表 2 中の「●」は、計算を行ってはいないものの、ディスクリネーションが明らかに発生しないと考えられること（「○」が付されている例よりもエッジ部を大きく切り欠くため）を示す。図 1 9～図 3 2 中の（a）は、計算用のマスク図である。図 1 9～図 3 2 中の（b）は、偏光板として透過軸が略直交するように配置された直線偏光板が用いられるときの透過率のシミュレーション結果を示す図である。図 1 9～図 3 2 中の（c）は、画素内の配向分布を示す図である。なお、配向シミュレーションに際しての計算条件は、下記表 3 に示す通りである。

[0110] [表2]

|                                  |            | 切欠き割合<br>( $a_1/b$ 、 $a_2/b$ ) |      |      |      |      |
|----------------------------------|------------|--------------------------------|------|------|------|------|
|                                  |            | 0                              | 0.05 | 0.10 | 0.25 | 0.50 |
| 切欠き角度<br>( $\phi_1$ 、 $\phi_2$ ) | $0^\circ$  | △                              | —    | —    | —    | —    |
|                                  | $1^\circ$  | △                              | —    | △    | ○    | ○    |
|                                  | $2^\circ$  | △                              | —    | △    | ○    | ○    |
|                                  | $5^\circ$  | —                              | —    | △    | ○    | ●    |
|                                  | $15^\circ$ | —                              | △    | △    | ●    | ●    |
|                                  | $30^\circ$ | —                              | △    | △    | ●    | ●    |
|                                  | $45^\circ$ | —                              | △    | △    | ●    | ●    |

## [0111] [表3]

| 計算条件          |                                                             |        |
|---------------|-------------------------------------------------------------|--------|
| 液晶材料の誘電率      | 分子長軸方向の誘電率 $\epsilon_{//}$                                  | 3.7    |
|               | 分子短軸方向の誘電率 $\epsilon_{\perp}$                               | 7.8    |
| 液晶材料の屈折率      | 分子長軸方向の屈折率 $n_{//}$                                         | 1.6061 |
|               | 分子短軸方向の屈折率 $n_{\perp}$                                      | 1.4862 |
| セル厚（液晶層の厚さ）   | 3.1 $\mu\text{m}$                                           |        |
| 液晶層への印加電圧     | 0V $\rightarrow$ 3.75V<br>白表示に相当する輝度が得られるような<br>電圧値へゆっくりと変化 |        |
| 画素ピッチ         | 88.5 $\mu\text{m}$ $\times$ 265.5 $\mu\text{m}$             |        |
| プレチルト角        | 2.0°                                                        |        |
| 隣接する画素電極同士の間隔 | 6 $\mu\text{m}$                                             |        |

[0112] 表2および図19からわかるように、画素電極11に第1切欠き部11a1および第2切欠き部11a2が形成されていない場合（切欠き割合が0の場合）、ディスクリネーションの発生が顕著であった。また、表2、図22、図25および図27～図32からわかるように、第1切欠き部11a1および第2切欠き部11a2の切欠き割合が（0を超えるものの）0.10以下であると、顕著ではないもののディスクリネーションが発生した。これに対し、表2、図20、図21、図23、図24および図26からわかるように、第1切欠き部11a1および第2切欠き部11a2の切欠き割合が0.25以上であると、ディスクリネーションは発生しなかった。

[0113] このように、第1切欠き部11a1および第2切欠き部11a2の切欠き割合が0.25以上であることにより、ディスクリネーションの発生をより確実に抑制することができる。図33を参照しながら、その理由を説明する。

[0114] 図33は、切欠き割合（ $a_1/b$ 、 $a_2/b$ ）が0.25である場合を示している。この場合、第1エッジ部11e1近傍には、液晶分子31の配向方向が一様には定まらない領域R1aと、液晶分子31の配向方向が一様に定まる領域R1bとがほぼ同じ大きさで存在していると考えることができる。こ

のとき、前者の領域 R 1 a は、後者の領域 R 1 b の影響を受け、前者の領域 R 1 a においても、液晶分子 3 1 の配向方向が一様に定まるようになり、結局、第 1 エッジ部 1 1 e 1 全体の近傍において液晶分子 3 1 の配向方向が一様に定まると考えられる。なお、後者の領域 R 1 b が前者の領域 R 1 a の影響を受けるという考え方もあり得るが、液晶層 3 0 は基本的にはディスクリネーションがない状態の方がエネルギー的に安定であるので、切欠き割合が 0.25 である場合には、配向方向は一様に定まると考えられる。

[0115] 同様に、第 2 エッジ部 1 1 e 2 近傍には、液晶分子 3 1 の配向方向が一様には定まらない領域 R 2 a と、液晶分子 3 1 の配向方向が一様に定まる領域 R 2 b とがほぼ同じ大きさで存在していると考えることができる。このとき、前者の領域 R 2 a は、後者の領域 R 2 b の影響を受け、前者の領域 R 2 a においても、液晶分子 3 1 の配向方向が一様に定まるようになり、結局、第 2 エッジ部 1 1 e 2 全体の近傍において液晶分子 3 1 の配向方向が一様に定まると考えられる。

[0116] これに対し、切欠き割合が 0.25 未満になると、液晶分子 3 1 の配向に対する領域 R 1 a、R 2 a の影響が、領域 R 1 b、R 2 b の影響よりも強くなることもあり、配向方向が一様に定まりにくくなると考えられる。表 2 に示された結果は、上記の推察とよく整合している。

[0117] なお、上記の説明からもわかるように、第 1 切欠き部 1 1 a 1 の切欠き割合が 0.25 以上である ( $a_1/b \geq 0.25$ ) ということは、第 1 切欠き部 1 1 a 1 の長さ  $a_1$  が、第 1 エッジ部 1 1 e 1 の長さの半分以上であることを意味している。また、同様に、第 2 切欠き部 1 1 a 2 の切欠き割合が 0.25 以上である ( $a_2/b \geq 0.25$ ) ということは、第 2 切欠き部 1 1 a 2 の長さ  $a_2$  が、第 2 エッジ部 1 1 e 2 の長さの半分以上であることを意味している。

[0118] 既に説明したように、本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 では、参考例の液晶表示装置 9 0 0 と同様に、4 つの液晶ドメイン A、B、C および D が形成され、そのことによって十分に高い視野角特性が得られる。ここで、参考例

の液晶表示装置 900 の視野角特性を検証するために、様々な画面解像度（画素ピッチ）で配向シミュレーションおよび光学シミュレーションを行った結果を説明する。

[0119] シミュレーションは、参考例 1～6 として 6 つの画面解像度について行った。また、比較例 1 として、一般的な 4D-RTN モードの液晶表示装置 1000 についてもシミュレーションを行った。参考例 1～6 および比較例 1 の画面解像度および画素ピッチ（画素サイズ）は、下記表 4 に示す通りである。また、シミュレーションに際しては、液晶材料を屈折率異方性  $\Delta n = 0.1199$  のネマチック液晶材料とし、液晶層の厚さ（セル厚）を  $3.1 \mu\text{m}$  とする条件で行った。さらに、隣接する画素電極同士の間隔は  $6 \mu\text{m}$  とし、プレチルト角は  $2.4^\circ$  とした。また、画素の中央部分に、光配向膜に対して重複して露光が行われる領域（露光重複領域）が幅  $20 \mu\text{m}$  で形成されるものとし、露光重複領域の中心におけるプレチルト角は  $0^\circ$  とした。白電圧（最高階調電圧）は、実際に試作した 4.18 型パネルの実測値に基づいて  $3.9 \text{V}$  に設定した。

[0120] [表4]

|                   |   | 画面解像度  | 画素ピッチ                                         |
|-------------------|---|--------|-----------------------------------------------|
| 参考例               | 1 | 500ppi | $16.93 \mu\text{m} \times 50.8 \mu\text{m}$   |
|                   | 2 | 400ppi | $21.16 \mu\text{m} \times 63.5 \mu\text{m}$   |
|                   | 3 | 300ppi | $28.25 \mu\text{m} \times 84.75 \mu\text{m}$  |
|                   | 4 | 217ppi | $39 \mu\text{m} \times 117 \mu\text{m}$       |
|                   | 5 | 160ppi | $52.91 \mu\text{m} \times 158.75 \mu\text{m}$ |
|                   | 6 | 96ppi  | $88.5 \mu\text{m} \times 265.5 \mu\text{m}$   |
| 比較例 1<br>(4D-RTN) |   | 96ppi  | $88.5 \mu\text{m} \times 265.5 \mu\text{m}$   |

[0121] 図 34～図 40 を参照しながら、参考例 1～6 および比較例 1 についてのシミュレーション結果を説明する。図 34 は参考例 1 に対応し、図 35 は参考例 2 に対応し、図 36 は参考例 3 に対応している。また、図 37 は参考例 4 に対応し、図 38 は参考例 5 に対応し、図 39 は参考例 6 に対応し、図 4

0は比較例1に対応している。

[0122] 図34～図40中の(a)は、計算用のマスク図である。図34～図40中の(b)は、偏光板として円偏光板が用いられるときの透過率のシミュレーション結果を示す図である。図34～図40中の(c)は、偏光板として透過軸が略直交するように配置された直線偏光板が用いられるときの透過率のシミュレーション結果を示す図である。図34～図40中の(d)は、画素内の配向分布を示す図であり、各液晶ドメインにおけるおおまかな液晶分子の配向方向（ディレクタの方位といってもよい）が矢印で併せて示されている。図34～図40中の(e)は、階調と輝度（白表示状態における輝度を1として規格化された輝度）との関係を、正面方向からの観察時、右斜め60°方向（右方向に視角を60°倒した方向）、上斜め60°方向（上方向に視角を60°倒した方向）について示すグラフであり、斜め方向からの観察時に正面方向からの観察時に比べて $\gamma$ 特性（輝度の階調依存性）がどれだけシフトするかを表している。以下の説明では、特に、図34～図40中の(e)に注目されたい。

[0123] 図40からわかるように、比較例1（一般的な4D-RTNモード）では、画面解像度が比較的低い（96ppi、画素ピッチは88.5 $\mu\text{m}$ ×265.5 $\mu\text{m}$ ）にもかかわらず、右斜め60°方向からの観察時と上斜め60°方向からの観察時とで、ほぼすべての階調について輝度の差がほとんどない。これは、良好な視野角特性が得られていること、つまり、斜め方向からの観察時の $\gamma$ 特性のシフト（ $\gamma$ シフト）の方位角依存性が小さいことを示している。

[0124] これに対し、図39からわかるように、比較例1と画面解像度が同じである参考例6では、右斜め60°方向からの観察時と上斜め60°方向からの観察時とでの輝度の差が、比較例1に比べると大きい。

[0125] また、図34～図39からわかるように、参考例1～6では、画面解像度が高くなるほど（画素ピッチが小さくなるほど）、右斜め60°方向からの観察時と上斜め60°方向からの観察時とでの輝度の差が小さくなる傾向が

ある。そして、画面精細度が200 p p i以上（参考例1～4）になると、 $\gamma$ シフトの方位角依存性が十分に小さくなり、十分に高い視野角特性が得られることがわかる。

[0126] なお、参考例6は、参考例5よりも画面解像度が低いにも関わらず、右斜め60°方向からの観察時と上斜め60°方向からの観察時とでの輝度の差が実施例5よりも小さいが、これは、参考例6については、画素内を部分的に遮光したパターンで計算したためであると考えられる。

[0127] 続いて、図41(a)、(b)および(c)を参照しながら、画面解像度が高くなるほど高い視野角特性が得られる理由を説明する。図41(a)、(b)および(c)は、それぞれ比較例1、参考例6および参考例2についての画素内の配向分布を示す図であり、図40(d)、図39(d)および図35(d)を拡大したものである。

[0128] 比較例1では、図41(a)からわかるように、液晶分子が左下方向（略225°方向）、右下方向（略315°方向）、右上方向（略45°方向）、左上方向（略135°方向）に配向している4つの領域が画素の大部分を占めている。液晶分子が下方向（略270°方向）および上方向（略90°方向）に配向している領域が画素の左上側および右下側に存在しているものの、それらが画素内に占める割合は小さい。そのため、画素内では液晶分子はおおよそ4方向に配向しているとみなすことができ、液晶分子が左下方向、右下方向、右上方向、左上方向に配向している4つの領域が光学特性に関して支配的である。

[0129] 一方、参考例6では、図41(b)からわかるように、液晶分子が左方向（略180°方向）、右方向（略0°方向）に配向している2つの領域が画素の大部分を占めている。液晶分子が下方向（略270°方向）および上方向（略90°方向）に配向している領域が画素の左上側および右下側に存在しているものの、それらが画素内に占める割合は小さい。そのため、画素内では液晶分子はおおよそ2方向に配向しているとみなすことができ、液晶分子が左方向、右方向に配向している2つの領域が光学特性に関して支配的で

ある。

[0130] これに対し、参考例2では、図41(c)からわかるように、液晶分子が下方向、上方向に配向している領域の画素内で占める割合が、参考例6においてよりも高くなる。そのため、画素内では液晶分子はおおよそ4方向に配向しているとみなすことができ、液晶分子が下方向、右方向、上方向、左方向に配向している4つの領域（4つの液晶ドメインA、B、CおよびD）が光学特性に関して支配的となる。

[0131] 上述したように、画面解像度が高くなるほど（つまり画素ピッチが小さくなるほど）、4つの液晶ドメインの面積差が小さくなり、視野角特性が向上する。本願発明者の検討によれば、画面解像度が200 p p i以上である（表示面水平方向に沿った画素ピッチおよび表示面垂直方向に沿った画素ピッチのうちの短い方の画素ピッチが42  $\mu$  m以下である）ことにより、面積が最大の液晶ドメインと面積が最少の液晶ドメインとの差をある程度小さく（具体的には50%以下）とすることができ、一般的な4D-RTNモードの液晶表示装置と遜色のない、十分に高い視野角特性が得られることがわかった。なお、ここでは、参考例の液晶表示装置900についての検証結果を説明したが、本実施形態の液晶表示装置100についても、同様のことがいえる。つまり、本実施形態の液晶表示装置100についても、画面解像度が200 p p i以上である（表示面水平方向に沿った画素ピッチおよび表示面垂直方向に沿った画素ピッチのうちの短い方の画素ピッチが42  $\mu$  m以下である）ことにより、一般的な4D-RTNモードの液晶表示装置と遜色のない、十分に高い視野角特性が得られる。

[0132] 続いて、参考例7として画面解像度が217 p p iの液晶表示装置900を実際に試作し、各種特性を測定した結果を説明する。また、比較例2として画面解像度が217 p p iの4D-RTNモードの液晶表示装置1000を試作するとともに、比較例3として画面解像度が217 p p iのCPA（Continuous Pinwheel Alignment）モードの液晶表示装置を試作し、これらについて各種特性を測定した結果も併せて説明する。なお、CPAモードは、

V Aモードの一種であり、例えば特開2003-43525号公報や特開2002-202511号公報に開示されている。

[0133] 参考例7、比較例2および比較例3について、透過率および応答速度を測定した結果を下記表5に示す。応答速度としては、25℃において表示階調を0階調から32階調に変化させたときの立上り応答時間 $T_r$ および32階調から0階調に変化させたときの立下り応答時間 $T_d$ を示している。また、表5には、参考例7および比較例2について、再配向処理工程における加熱処理の温度と、プレチルト角（平均プレチルト角）も示されている。なお、参考例7としては、加熱処理温度の異なる2つの液晶表示装置900を試作した。

[0134] [表5]

|               |                            | 参考例7     |          | 比較例2<br>(4D-RTN) | 比較例3<br>(CPA) |
|---------------|----------------------------|----------|----------|------------------|---------------|
| 透過率           |                            | 6.6%     |          | 6.6%             | 6.4%          |
| 加熱処理（再配向処理）温度 |                            | 110℃     | 130℃     | 130℃             | —             |
| プレチルト角        |                            | 2.0°     | 1.4~1.5° | 0.9°             | —             |
| 応答速度<br>(25℃) | 立上り応答時間 $T_r$<br>(0→32 階調) | 51.9msec | 59.4msec | 116.6msec        | 53.8msec      |
|               | 立下り応答時間 $T_d$<br>(32→0 階調) | 9.0msec  | 8.6msec  | 10.3msec         | 10.2msec      |

[0135] 表5からわかるように、比較例2（4D-RTNモード）では、比較例3（CPAモード）に比べ、立上り応答時間 $T_r$ が長く、2倍以上である。これは、既に説明したように不良チルト領域が画素内で占める割合が高くなることによって、平均的なプレチルト角が小さくなってしまっていることに起因していると考えられる。

[0136] これに対し、参考例7では、比較例3とほぼ同等の立上り応答時間が実現されている。これは、既に説明したように平均的なプレチルト角の低下が抑制されることが理由であると考えられる。

[0137] また、参考例7では、比較例3よりも高い透過率の実現されている。CP

Aモードでは、対向基板側に、軸対称配向の中心を固定して配向を安定化させるための配向規制手段（誘電体から形成される突起や対向電極に形成される開口部）が設けられることが多く、この配向規制手段が透過率の低下の原因となる。これに対し、参考例の液晶表示装置900は、そのような配向規制手段を必要としないので、高い透過率を実現することができる。本実施形態の液晶表示装置100についても同様に、優れた応答特性と高い透過率とを実現することができる。

[0138] 図42(a)および(b)に、参考例7および比較例2における階調と輝度（規格化輝度）との関係を、正面方向からの観察時、左右斜め60°方向からの観察時および上下斜め60°方向からの観察時について示す。図42(a)および(b)からわかるように、参考例7では、比較例2と同様に、 $\gamma$ シフトの方位角依存性が小さく、十分に高い視野角特性が得られた。なお、ここでは図示しないが、比較例3でも、比較例2と同様の高い視野角特性が得られた。

[0139] また、上記表5において、参考例7として試作した2つの液晶表示装置900の比較からわかるように、再配向処理工程における加熱処理の温度が低い方が、平均的なプレチルト角をより大きくすることができる。具体的には、加熱処理を110℃以下で行うことが好ましい。ただし、液晶材料のネマチック相－等方相転移温度を $T_{NI}$ としたとき、 $T_{NI} + 10^\circ\text{C}$ 未満の温度では、再配向処理の効果が十分に得られないことがあるので、加熱処理は、 $T_{NI} + 10^\circ\text{C}$ 以上であることが好ましい。

[0140] なお、加熱処理の温度が低い方が平均的なプレチルト角を大きくすることができる理由は、以下のように考えられる。

[0141] 光配向膜によってプレチルト角が付与される（プレチルト方向が規定される）のは、光配向膜（典型的にはポリイミド系材料から形成される）に紫外線が照射された際に、光官能基の光反応によって側鎖が紫外線の入射側に向くからと考えられている。しかし、この反応は熱に対して可逆であるので、再配向処理工程における加熱処理を高温で長時間行くと元の（光配向処理を

行う前の) プレチルト角 ( $0^{\circ}$  : 基板面を基準にした場合には  $90^{\circ}$ ) に戻っていく。そのため、より低い温度で加熱処理を行うことが好ましいと考えられる。

[0142] ここで、図43 (a) および (b) を参照しながら、比較例3として言及したCPAモードの基本構造を説明する。図43 (a) および (b) は、CPAモードの液晶表示装置800の1つの画素を模式的に示す断面図および平面図である。

[0143] 液晶表示装置800は、互いに対向するように配置されたアクティブマトリクス基板810および対向基板820と、これらの間に設けられた垂直配向型の液晶層830とを備える。

[0144] アクティブマトリクス基板810は、各画素に設けられた画素電極811と、画素電極811および液晶層830の間に設けられた垂直配向膜812とを有する。画素電極811および垂直配向膜812は、透明基板810aによって支持されている。

[0145] 対向基板820は、画素電極811に対向する対向電極821と、対向電極821および液晶層830の間に設けられた垂直配向膜822とを有する。対向電極821および垂直配向膜822は、透明基板820aによって支持されている。対向電極821は、画素電極811の略中央に対向する領域に形成された開口部821aを有する。

[0146] 液晶層830に電圧が印加されると、画素電極811の外縁近傍に生成される斜め電界の配向規制力と、対向電極821の開口部821a近傍に生成される斜め電界の配向規制力とによって、図43 (a) および (b) に示すように、液晶分子831が軸対称配向する。

[0147] 対向電極821の開口部821aは、軸対称配向の中心を固定し、配向を安定化させるように作用する。このように作用する配向規制手段として、対向電極821の開口部821aに代えて、誘電体から形成された突起(リベットと呼ばれることもある)を用いることもできる。ただし、配向規制手段近傍の液晶分子831は、電圧印加時に倒れにくい傾向があるので、そのこ

とに起因して輝度が低下する。図43(c)に、液晶表示装置800(偏光板として円偏光板を備える)の液晶層830に白電圧を印加したときの透過率のシミュレーション結果を示す。図43(c)からわかるように、対向電極821の開口部821aに対応する領域は暗くなっており、輝度が低下している。

[0148] このような輝度の低下を抑制するために、配向規制手段自体のサイズ(対向電極821に形成された開口部821aの場合、一般的には直径 $10\mu\text{m}$ 程度である)を小さくすることが考えられる。しかしながら、配向規制手段のサイズを小さくすると、配向規制力の不足によって配向状態を十分に安定化させることができなくなる可能性がある。また、微細な配向規制手段を形成するために高解像度のステッパ装置などの新たな設備を導入する必要もある。

[0149] そのため、配向規制手段のサイズはある程度以下には小さくできないので、高精細化に伴って画素ピッチが小さくなると、中心固定のための配向規制手段の画素全体に占める割合が増加することになる。CPAモードは、現在、中小型の液晶表示装置に採用されていることが多いが、上述した理由から、CPAモードの液晶表示装置では、高精細化に伴って画素ピッチが小さくなると、輝度が低下してしまう。

[0150] これに対し、参考例の液晶表示装置900では、特に偏光板として円偏光板を用いた場合、図8(c)などからもわかるように、輝度のロスが少なく、高い透過率を実現することができる。本実施形態の液晶表示装置100についても同様である。

[0151] 既に説明したように、参考例の液晶表示装置900や、本実施形態における液晶表示装置100において応答速度が向上するのは、不良チルト領域NGRの面積が、4D-RTNモードの液晶表示装置に比べて小さくなるからであると考えられる。以下、本願発明者が、光の回折現象によって不良チルト領域NGRが実際に形成されるのかどうか、また、形成されるのであればどの程度の幅の不良プレチルト領域NGRが形成されるのかを検証した結果

を説明する。

[0152] まず、図44(a)に示すように、光配向膜712が形成された基板710を用意し、この基板710の光配向膜712に、矢印で示す方向から紫外線を照射した。

[0153] 次に、図44(b)に示すように、遮光部715がストライプ状に配列されたフォトリソによって光配向膜712の一部の領域が遮光された状態で、矢印で示す方向(図44(a)に示した方向とは反対方向)から紫外線を照射した。

[0154] 上述したように2回露光を行うことにより、光配向膜712には、図44(c)に示すように、1回だけ紫外線が照射された領域(第1領域)712aと、2回紫外線が照射された領域(第2領域)712bとが形成された。第1領域712aは、1回目の露光工程における紫外線照射により、大きいプレチルト角(具体的には $2.5^\circ$ )を付与し得る領域となった。これに対し、第2領域712bは、互いに反対方向から紫外線照射が行われる2回の露光工程のうちの2回目の露光工程における紫外線照射の影響をより強く受け、小さいプレチルト角(具体的には $-0.5^\circ$ )を付与し得る領域となった。

[0155] このようにして光配向膜712に2種類の領域712aおよび712bが形成された基板710を2枚用意し、図45に示すように、それらを所定の角度だけずらして(ここでは $2^\circ$ )貼り合わせた。貼り合わせによって得られたパネルの断面(図示している破線に沿った断面)に着目すると、第1領域712a同士が対向する領域および第2領域712b同士が対向する領域で構成される断面(「強調領域」と呼ぶ)と、第1領域712aと第2領域712bとが対向する領域のみで構成される断面(「相殺領域」と呼ぶ)と、それらが混在する断面(「中間領域」と呼ぶ)とが存在している。

[0156] 図46に、強調領域、中間領域および相殺領域のそれぞれについて、プレチルト角の方向Y(図45中の左右方向)に沿った位置プロファイルを示す。ここで、光の回折の影響を確認するため、強調領域におけるプレチルト角

に注目する。図46には、フォトマスクの遮光部・透光部の位置も示されている。なお、フォトマスクなしで全面露光を一回だけ行った場合のプレチルト角は $2.55^{\circ}$ である。

[0157] 図46からわかるように、フォトマスクの遮光部と透光部との境界を中心とした幅 $20\sim 40\mu\text{m}$ 程度の領域では、プレチルト角が $2.5^{\circ}$ から $-0.5^{\circ}$ に変化している。このことからわかるように、光の回折現象によってプレチルト角が低下する領域が実際に存在している。そのため、参考例の液晶表示装置900や本実施形態における液晶表示装置100のように、第1光配向膜12の第1プレチルト領域12aおよび第2プレチルト領域12bの境界BD1全体と、第2光配向膜22の第3プレチルト領域22aおよび第4プレチルト領域22bの境界BD2全体とを重ねて不良チルト領域NGRの面積を小さくすることにより、画素全体での平均的なプレチルト角の低下を抑制することができる。

[0158] 続いて、参考例7（画面解像度 $217\text{ ppi}$ 、画素ピッチ $39\mu\text{m}\times 117\mu\text{m}$ ）として試作した2つの液晶表示装置900について、画素901内のプレチルト角の分布を測定した結果を説明する。図47（a）および（b）は、それぞれ、再配向処理工程における加熱処理の温度が $110^{\circ}\text{C}$ の場合と $130^{\circ}\text{C}$ の場合（時間はいずれも40分である）について、画素901内での位置とプレチルト角との関係を示すグラフである。なお、図47（a）および（b）のグラフの縦軸は、基板面に対するチルト角である。プレチルト角の測定は、図48中に示す方向Yに沿って行った。図48は、1つの画素901に対応する光学顕微鏡像である。

[0159] 図47（a）および（b）から、プレチルト領域間の境界を中心とした幅 $20\mu\text{m}$ 程度の領域は十分なプレチルト角を付与できない領域（不良チルト領域）になってしまっているものの、それ以外の領域は十分に大きなプレチルト角を実現できていることがわかる。

[0160] また、図47（a）と図47（b）との比較から、再配向処理工程における加熱処理の温度が低い方が、より大きなプレチルト角を実現できることが

わかる。

[0161] なお、本実施形態の説明では、図5（a）および（b）に示したように、第1光配向膜12および第2光配向膜22が各画素1内で上下に2分割され、第1プレチルト方向PD1、第2プレチルト方向PD2、第3プレチルト方向PD3および第4プレチルト方向PD4がいずれも表示面の左右方向に略平行な場合を例示したが、配向分割の態様は例示したものに限定されない。例えば各画素が横長の形状を有している場合（画素の表示面左右方向に沿った長さが、表示面上下方向に沿った長さよりも大きい場合）には、第1光配向膜12および第2光配向膜22を各画素1内で左右に2分割し、第1プレチルト方向PD1、第2プレチルト方向PD2、第3プレチルト方向PD3および第4プレチルト方向PD4を表示面の上下方向に略平行としてもよい。

[0162] また、本実施形態では、1つのカラー表示画素が3つの画素から構成され、1つの画素の縦横比（アスペクト比）が3：1の構成を例示したが、1つのカラー表示画素を構成する画素数や画素の縦横比はここで例示したものに限定されない。

### 産業上の利用可能性

[0163] 本発明の実施形態によると、光配向膜によって液晶分子のプレチルト方向が規定されるVAモードの液晶表示装置であって、高精細化に適した液晶表示装置が提供される。

### 符号の説明

- [0164]
- |      |              |
|------|--------------|
| 1    | 画素           |
| 10   | アクティブマトリクス基板 |
| 11   | 画素電極         |
| 11a1 | 第1切欠き部       |
| 11a2 | 第2切欠き部       |
| 11e1 | 第1エッジ部       |
| 11e2 | 第2エッジ部       |

- 1 2 第1光配向膜
- 1 2 a 第1プレチルト領域
- 1 2 b 第2プレチルト領域
- 1 8、2 8 偏光板（直線偏光板）
- 2 0 対向基板
- 2 1 対向電極
- 2 2 第2光配向膜
- 2 2 a 第3プレチルト領域
- 2 2 b 第4プレチルト領域
- 3 0 液晶層
- 3 1 液晶分子
- 1 0 0 液晶表示装置
- e 1 第1エッジ部に直交し画素電極の内側に向かう方向
- e 2 第2エッジ部に直交し画素電極の内側に向かう方向
- A、B、C、D 液晶ドメイン
- B D 1 第1プレチルト領域および第2プレチルト領域の境界
- B D 2 第3プレチルト領域および第4プレチルト領域の境界
- N G R、N G R 1、N G R 2 不良チルト領域
- P D 1 第1プレチルト方向
- P D 2 第2プレチルト方向
- P D 3 第3プレチルト方向
- P D 4 第4プレチルト方向
- P 1、P 2 直線偏光板の透過軸

## 請求の範囲

### [請求項1]

互いに対向するように配置された第1基板および第2基板と、  
前記第1基板および前記第2基板の間に設けられた垂直配向型の液晶層とを備え、

マトリクス状に配列された複数の画素を有する液晶表示装置であって、

前記第1基板は、前記複数の画素のそれぞれに設けられた画素電極と、前記画素電極および前記液晶層の間に設けられた第1光配向膜とを有し、

前記第2基板は、前記画素電極に対向する対向電極と、前記対向電極および前記液晶層の間に設けられた第2光配向膜とを有し、

前記第1光配向膜は、前記複数の画素のそれぞれ内において、第1プレチルト方向を規定する第1プレチルト領域と、前記第1プレチルト方向に反平行な第2プレチルト方向を規定する第2プレチルト領域とを有し、

前記第2光配向膜は、前記複数の画素のそれぞれ内において、第3プレチルト方向を規定する第3プレチルト領域と、前記第3プレチルト方向に反平行な第4プレチルト方向を規定する第4プレチルト領域とを有し、

表示面法線方向から見たとき、前記第1光配向膜の前記第1プレチルト領域および前記第2プレチルト領域の境界全体と、前記第2光配向膜の前記第3プレチルト領域および前記第4プレチルト領域の境界全体とが重なっており、

前記画素電極の外縁は、第1エッジ部および第2エッジ部を含み、

前記第1エッジ部に直交し前記画素電極の内側に向かう方向は、前記第1プレチルト方向とは反対の方向であり、

前記第2エッジ部に直交し前記画素電極の内側に向かう方向は、前記第2プレチルト方向とは反対の方向であり、

前記画素電極は、前記第1エッジ部の少なくとも一部を切欠くように形成された第1切欠き部と、前記第2エッジ部の少なくとも一部を切欠くように形成された第2切欠き部とを有する液晶表示装置。

[請求項2] 前記第1切欠き部は、前記画素電極の前記第1エッジ部に近接する角を切欠くような直角三角形形状であり、

前記第2切欠き部は、前記画素電極の前記第2エッジ部に近接する角を切欠くような直角三角形形状である請求項1に記載の液晶表示装置。

[請求項3] 前記第1切欠き部、前記第2切欠き部および前記画素電極の、前記第1プレチルト方向および前記第2プレチルト方向に直交する方向に沿った長さをそれぞれ $a_1$ 、 $a_2$ および $b$ としたとき、

前記第1切欠き部の長さ $a_1$ 、前記第2切欠き部の長さ $a_2$ および前記画素電極の長さ $b$ は、 $a_1/b \geq 0.25$ および $a_2/b \geq 0.25$ の関係を満足する請求項2に記載の液晶表示装置。

[請求項4] 前記第1切欠き部の長さ $a_1$ 、前記第2切欠き部の長さ $a_2$ および前記画素電極の長さ $b$ は、 $a_1/b \leq 0.5$ および $a_2/b \leq 0.5$ の関係を満足する請求項3に記載の液晶表示装置。

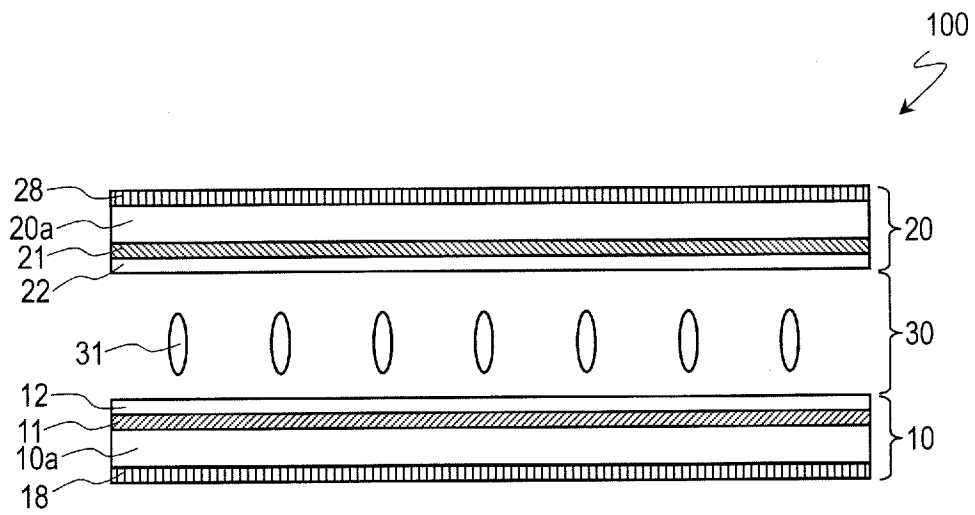
[請求項5] 前記第1切欠き部の斜辺と前記第1エッジ部とがなす角 $\phi_1$ 、および、前記第2切欠き部の斜辺と前記第2エッジ部とがなす角 $\phi_2$ は、 $\phi_1 \geq 1^\circ$ および $\phi_2 \geq 1^\circ$ の関係を満足する請求項2から4のいずれかに記載の液晶表示装置。

[請求項6] 表示面法線方向から見たとき、前記第1光配向膜の前記第1プレチルト領域と前記第2光配向膜の前記第3プレチルト領域とが重なっており、前記第1光配向膜の前記第2プレチルト領域と前記第2光配向膜の前記第4プレチルト領域とが重なっており、

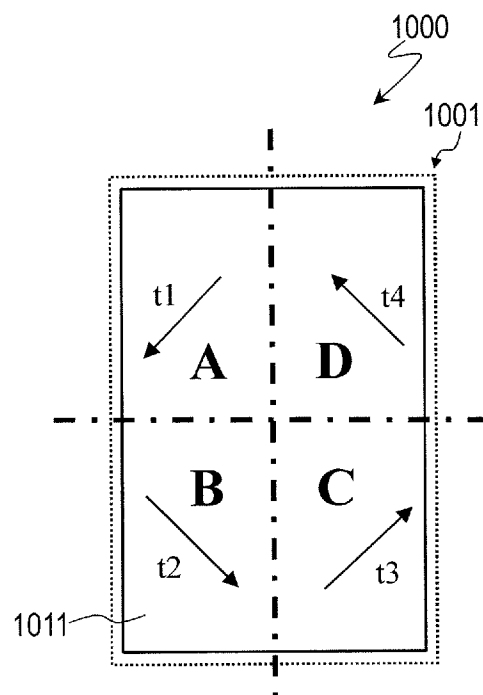
前記第3プレチルト方向は、前記第1プレチルト方向に反平行であり、前記第4プレチルト方向は、前記第2プレチルト方向に反平行である請求項1から5のいずれかに記載の液晶表示装置。

- [請求項7] 前記画素電極と前記対向電極との間に電圧が印加されたとき、前記複数の画素のそれぞれ内において前記液晶層に4つの液晶ドメインが形成され、
- 前記4つの液晶ドメインのそれぞれに含まれる前記液晶分子の配向方向を代表する4つのディレクタの方位は互いに異なる請求項1から6のいずれかに記載の液晶表示装置。
- [請求項8] 前記液晶層を介して互いに対向し、それぞれの透過軸が互いに略直交するように配置された一对の直線偏光板をさらに備え、
- 前記一对の直線偏光板の前記透過軸は、前記第1プレチルト方向と略45°の角をなす請求項1から7のいずれかに記載の液晶表示装置。
- [請求項9] 前記液晶層を介して互いに対向する一对の円偏光板をさらに備える請求項1から7のいずれかに記載の液晶表示装置。
- [請求項10] 前記液晶層は、負の誘電異方性を有する液晶分子を含む請求項1から9のいずれかに記載の液晶表示装置。
- [請求項11] 表示面水平方向に沿った画素ピッチおよび表示面垂直方向に沿った画素ピッチのうちの短い方の画素ピッチが42 μm以下である請求項1から10のいずれかに記載の液晶表示装置。
- [請求項12] 画面解像度が200 p p i 以上である請求項1から11のいずれかに記載の液晶表示装置。

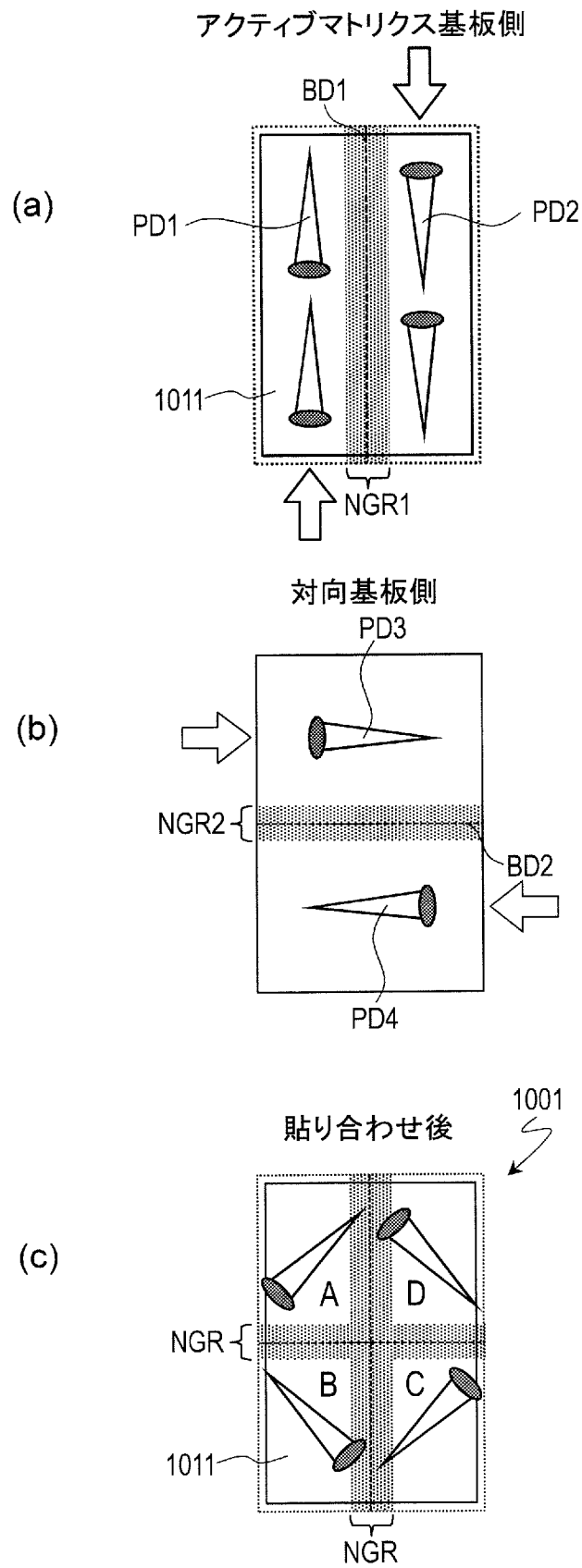
[図1]



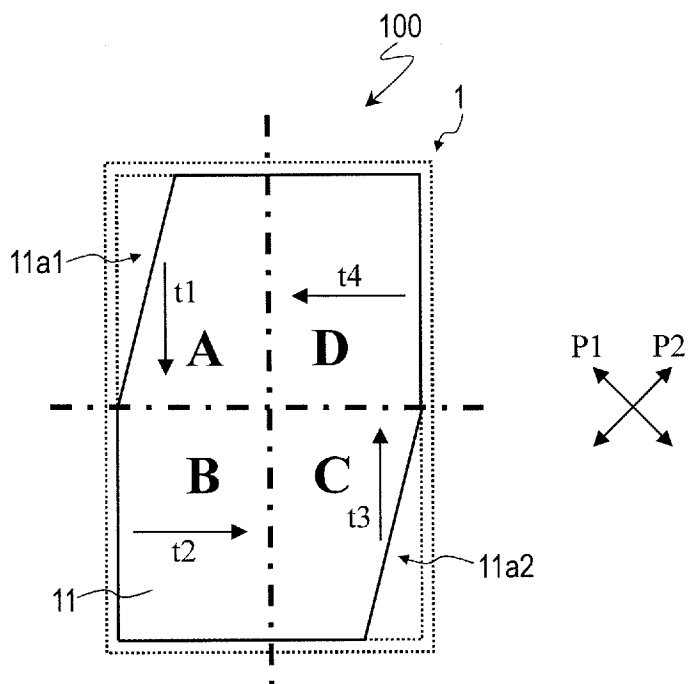
[図2]



[図3]



[図4]

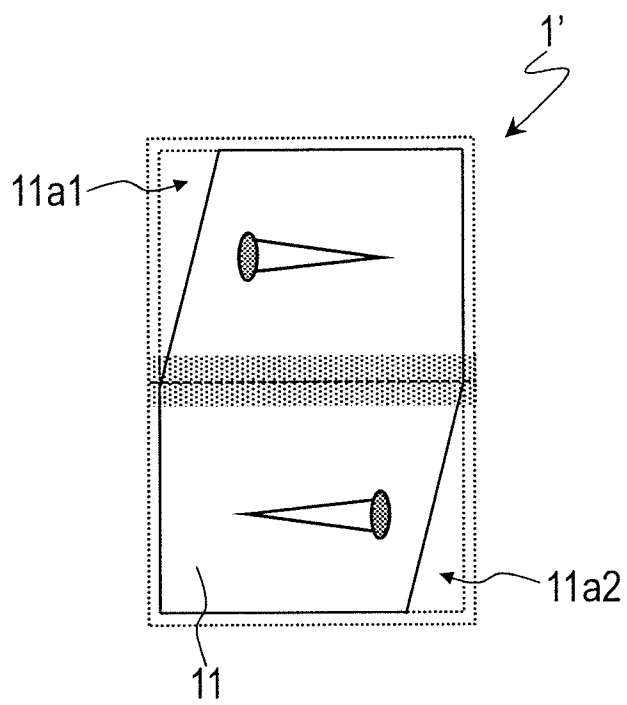


アクティブマトリクス基板側

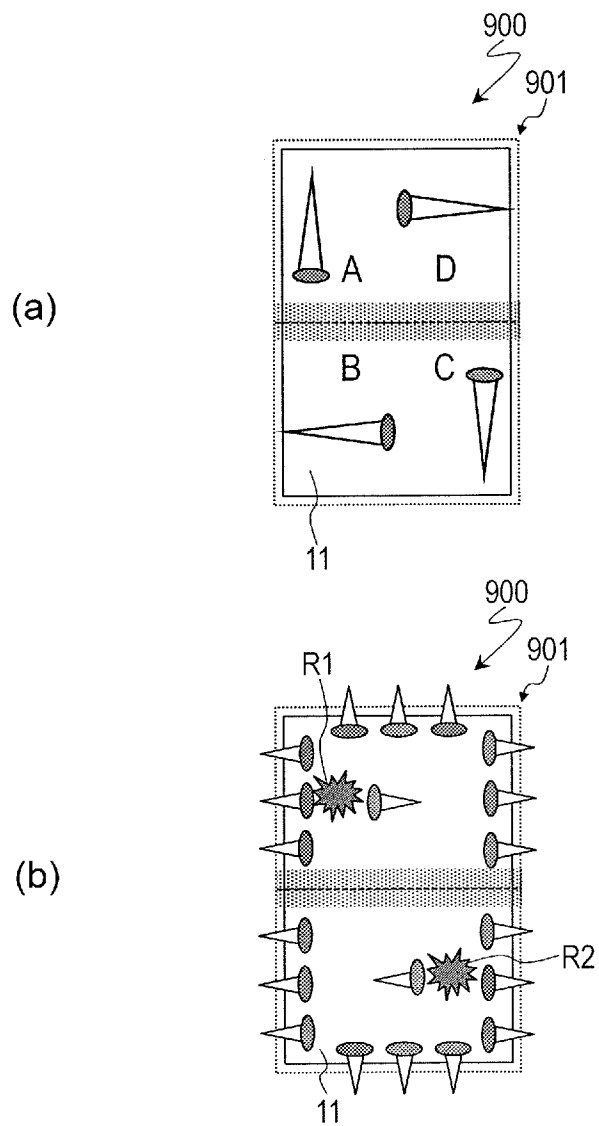


貼り合わせ後

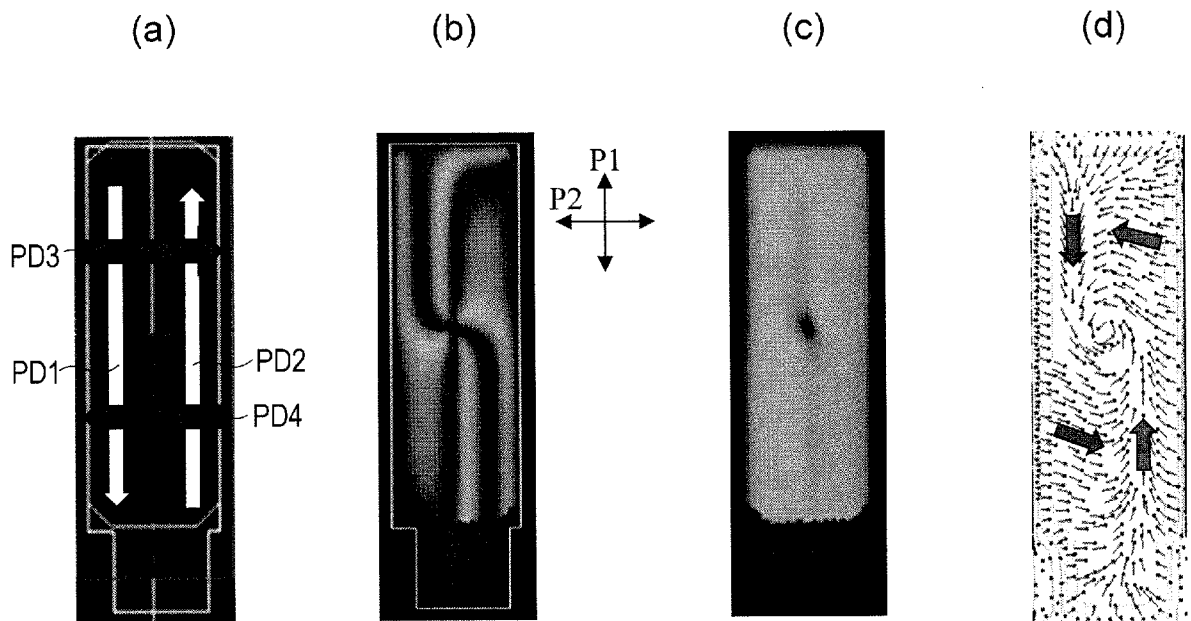
[図6]



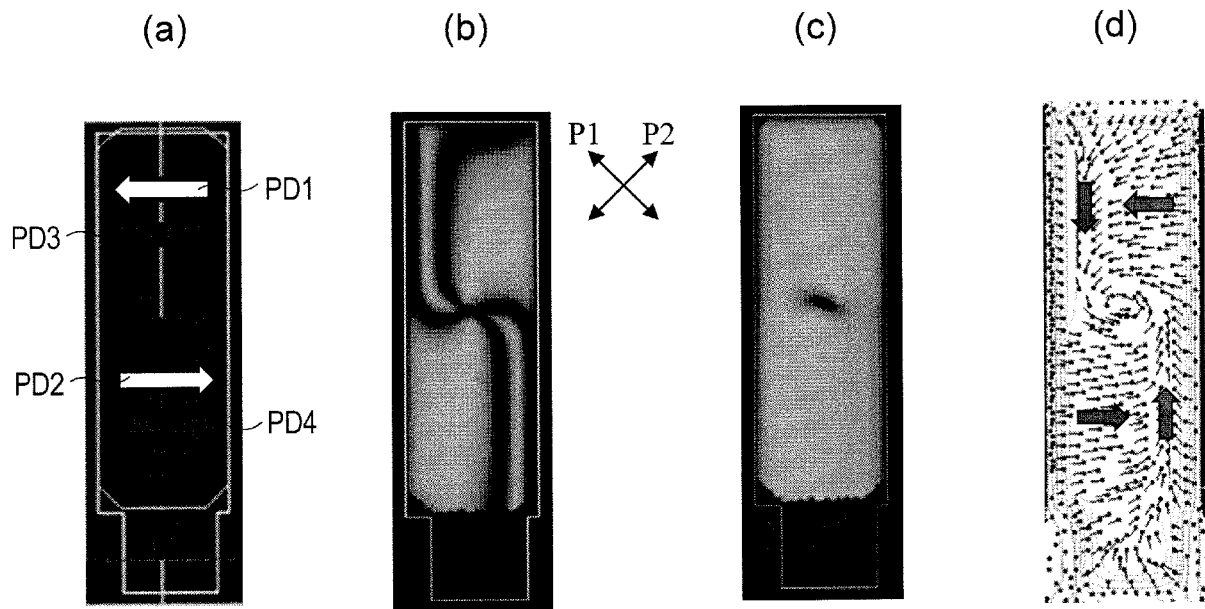
[図7]



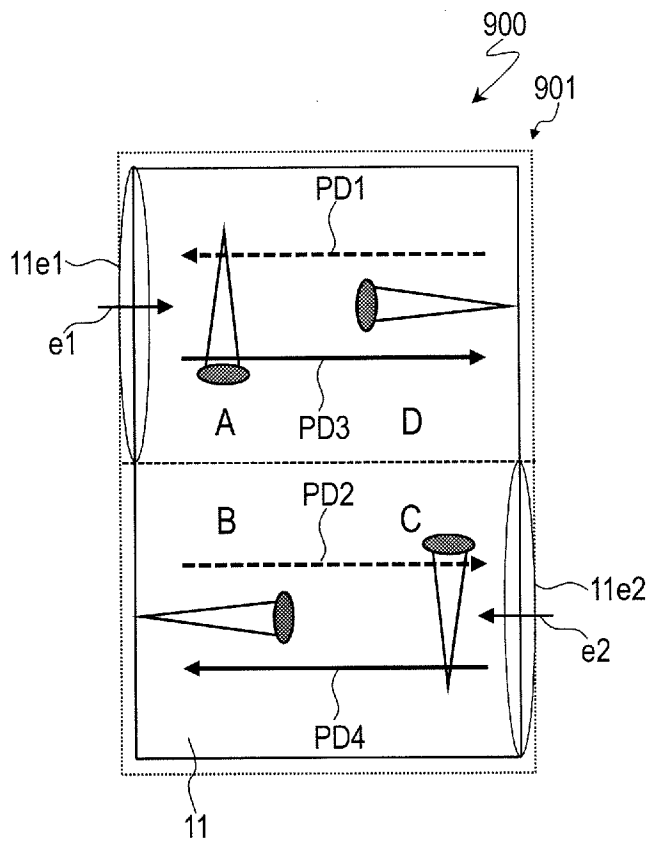
[図8]



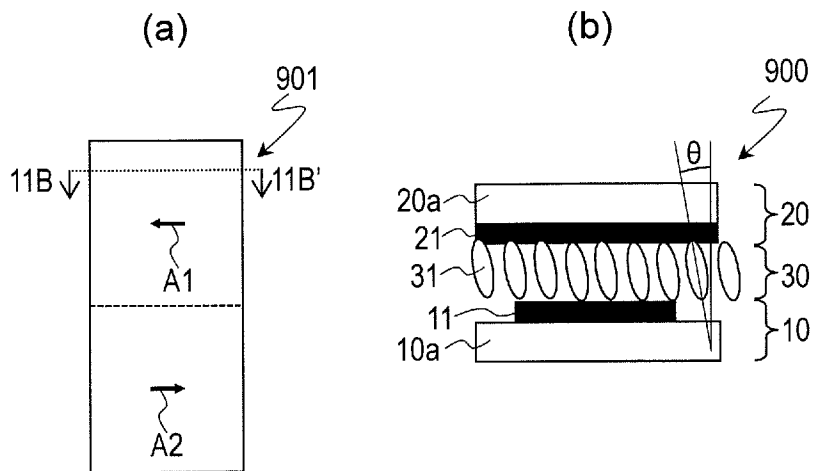
[図9]



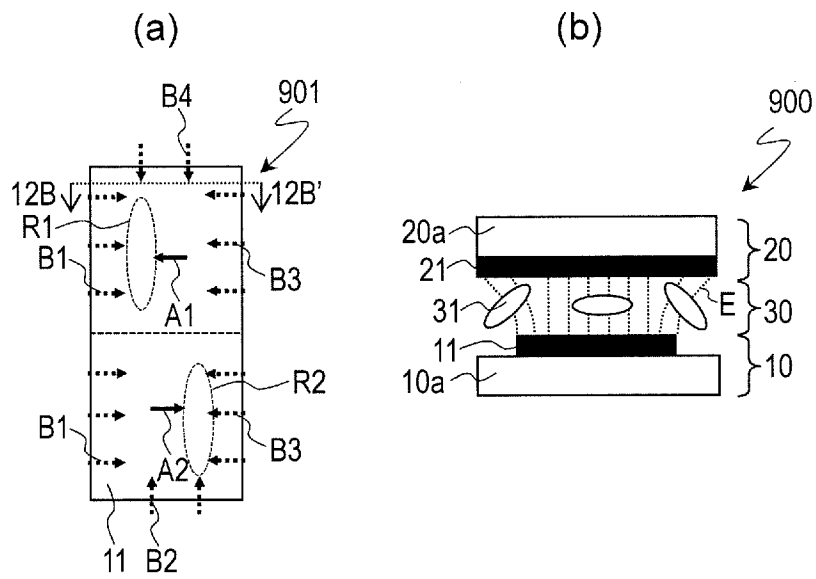
[図10]



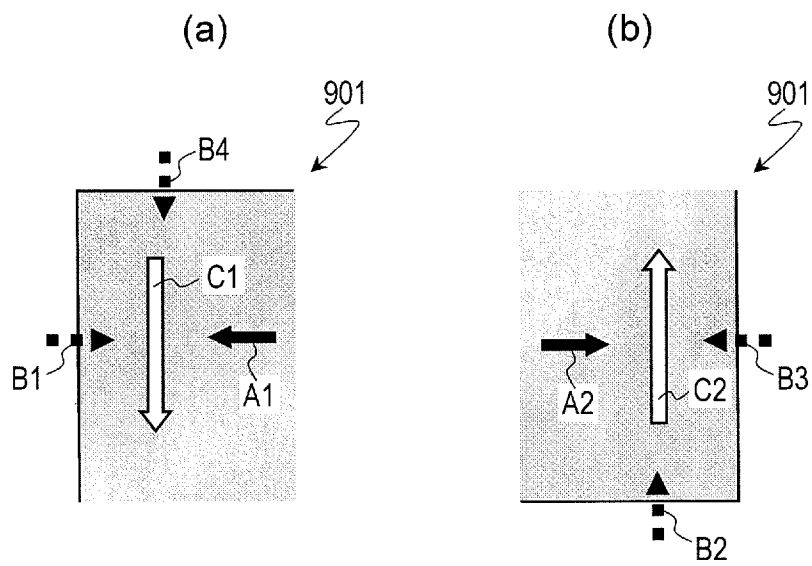
[図11]



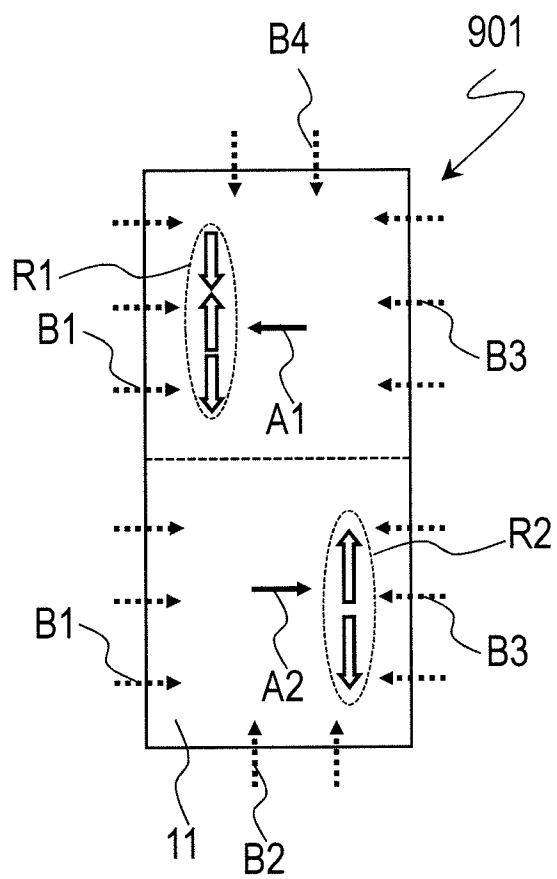
[図12]



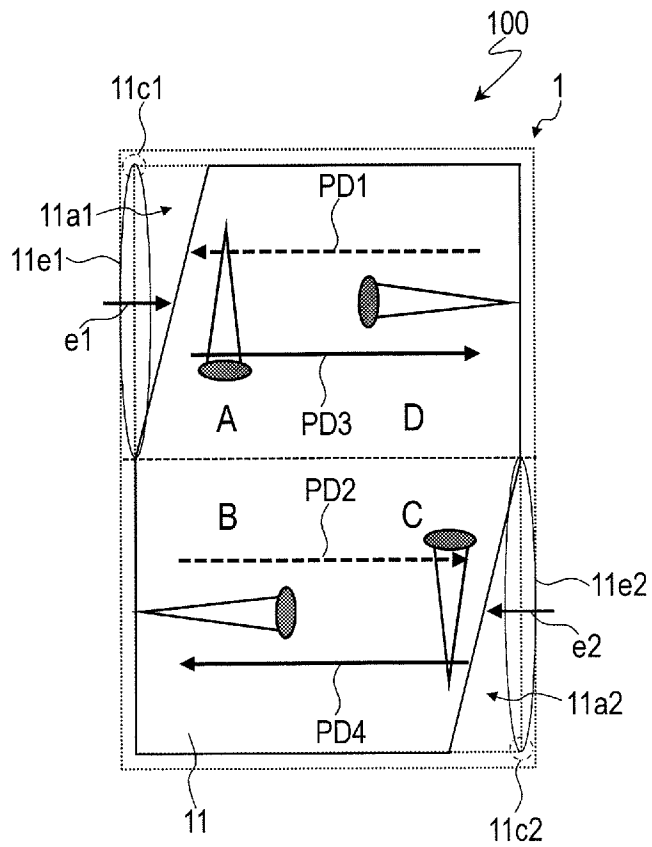
[図13]



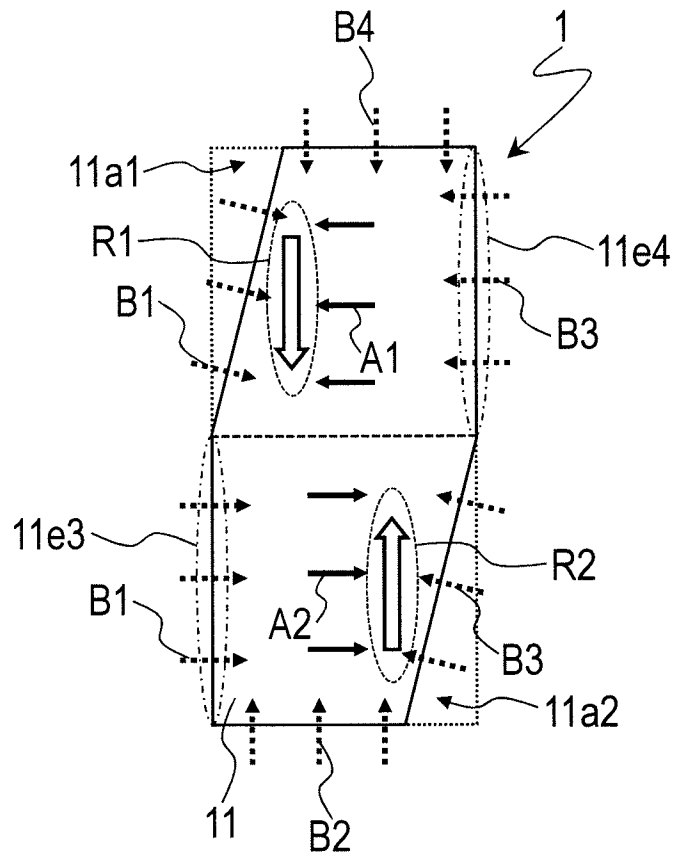
[図14]



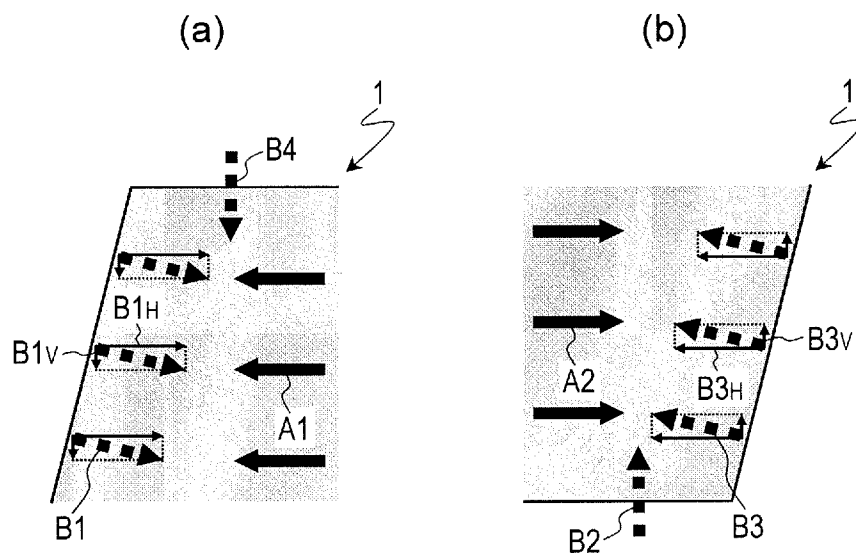
[図15]



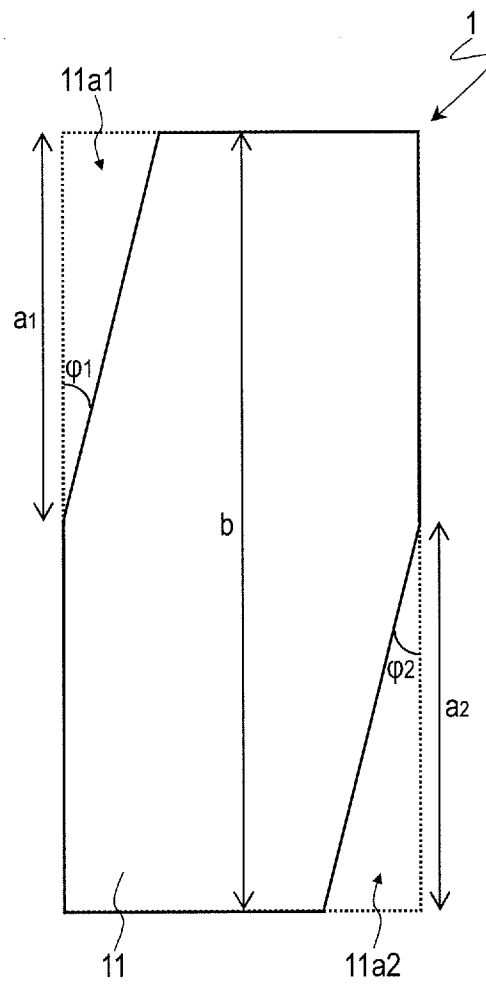
[図16]



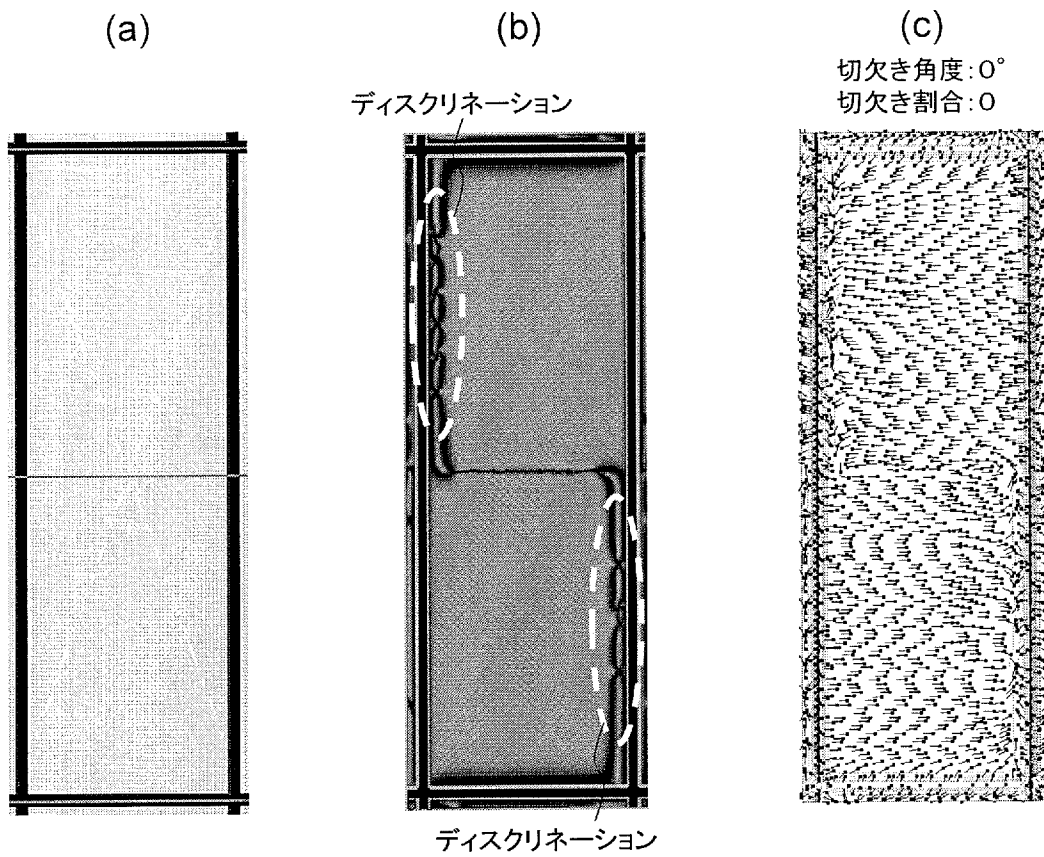
[図17]



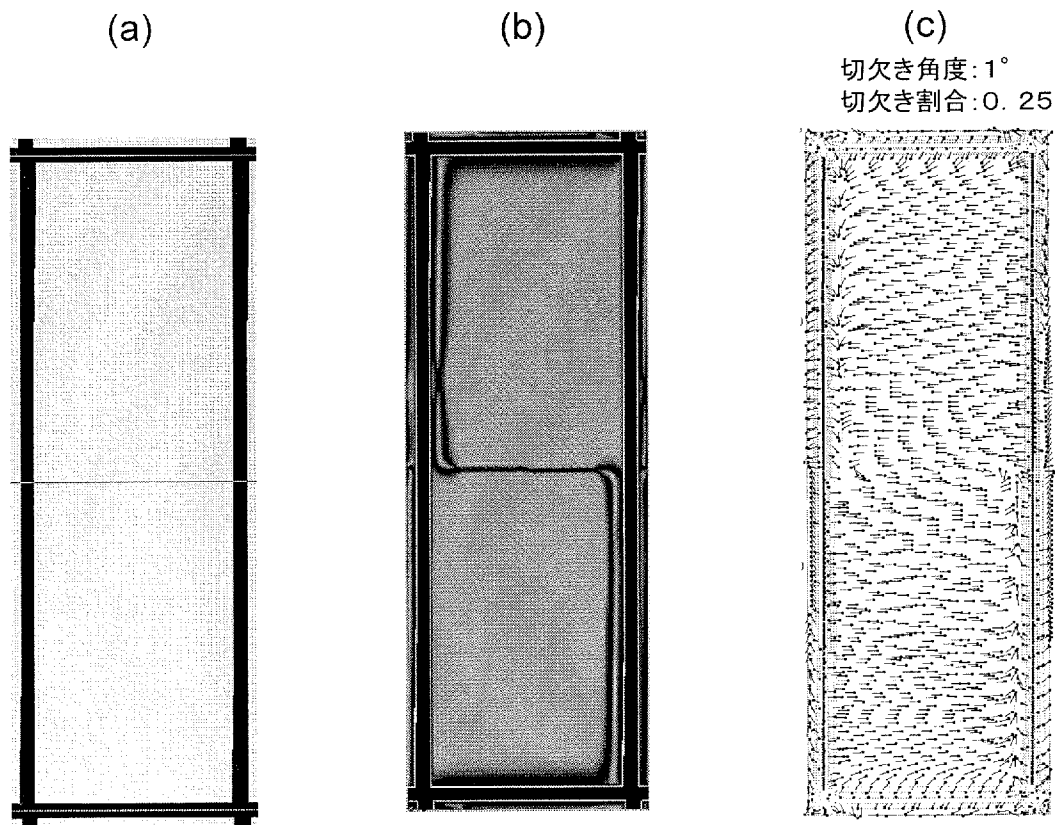
[図18]



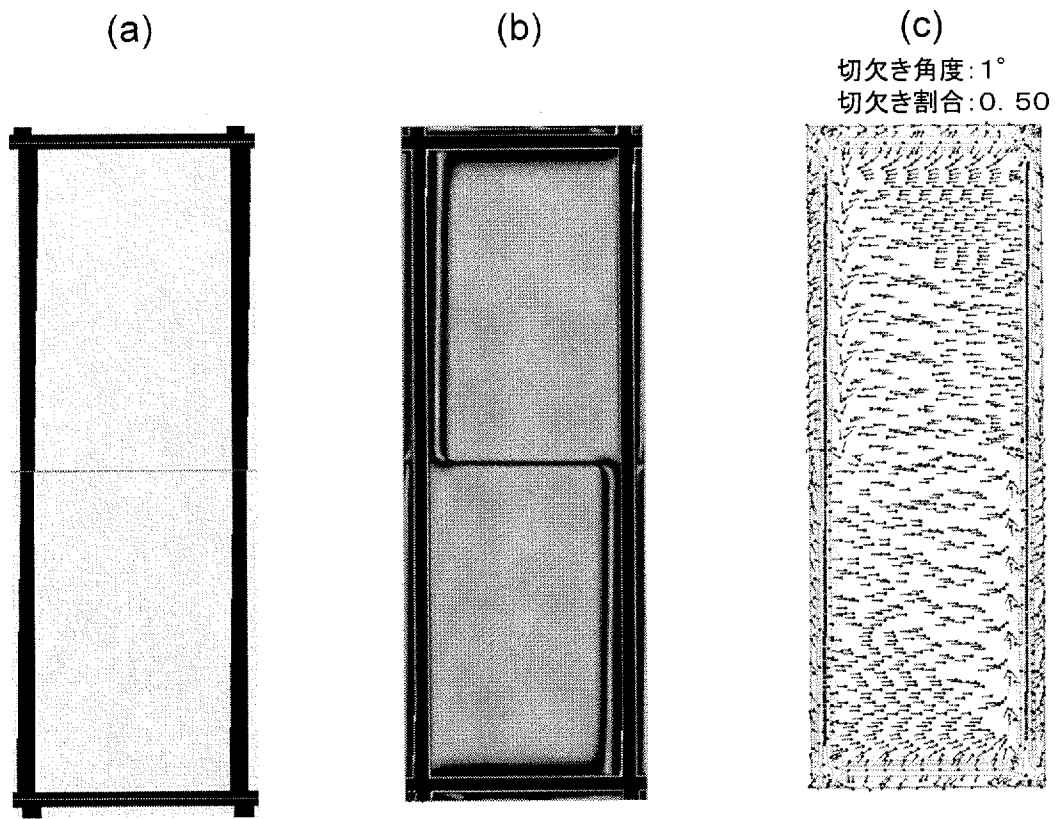
[図19]



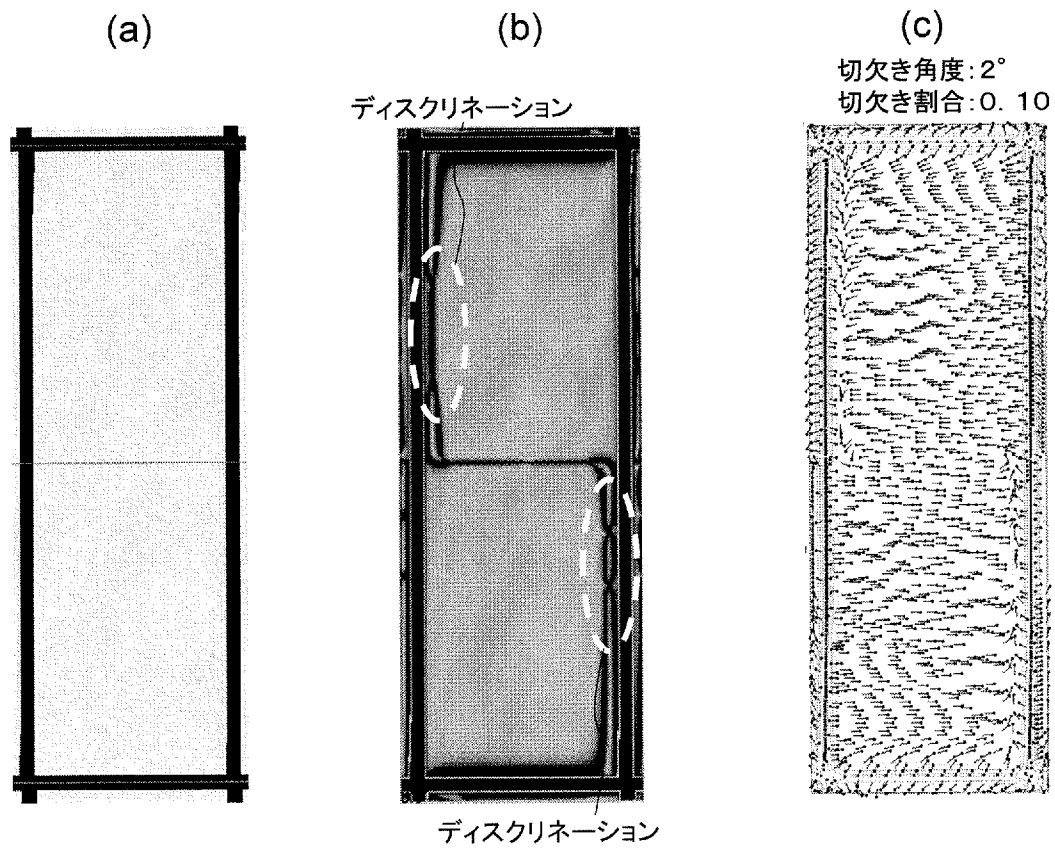
[図20]



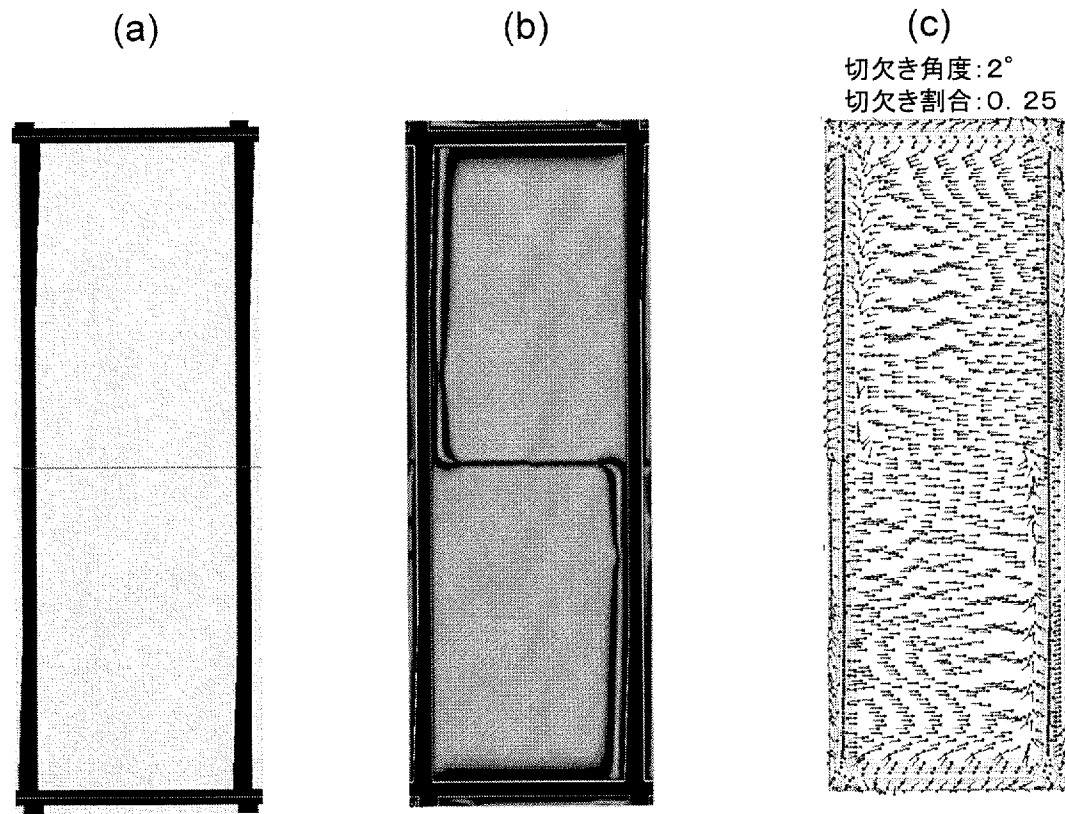
[図21]



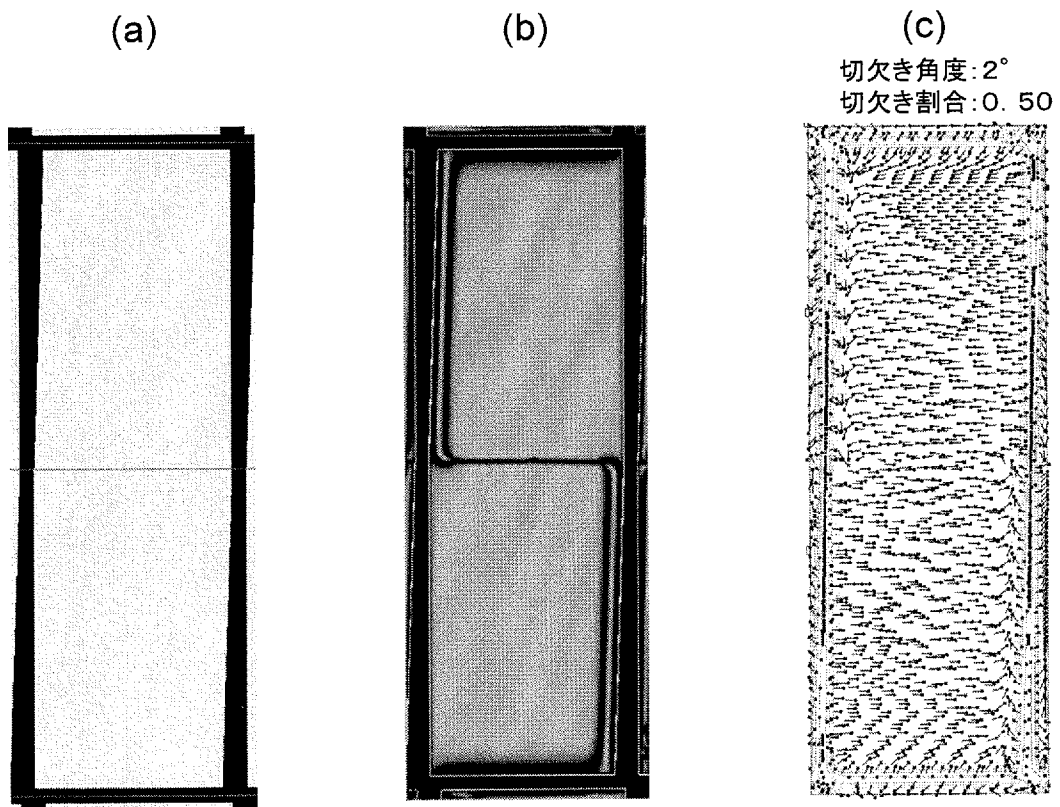
[図22]



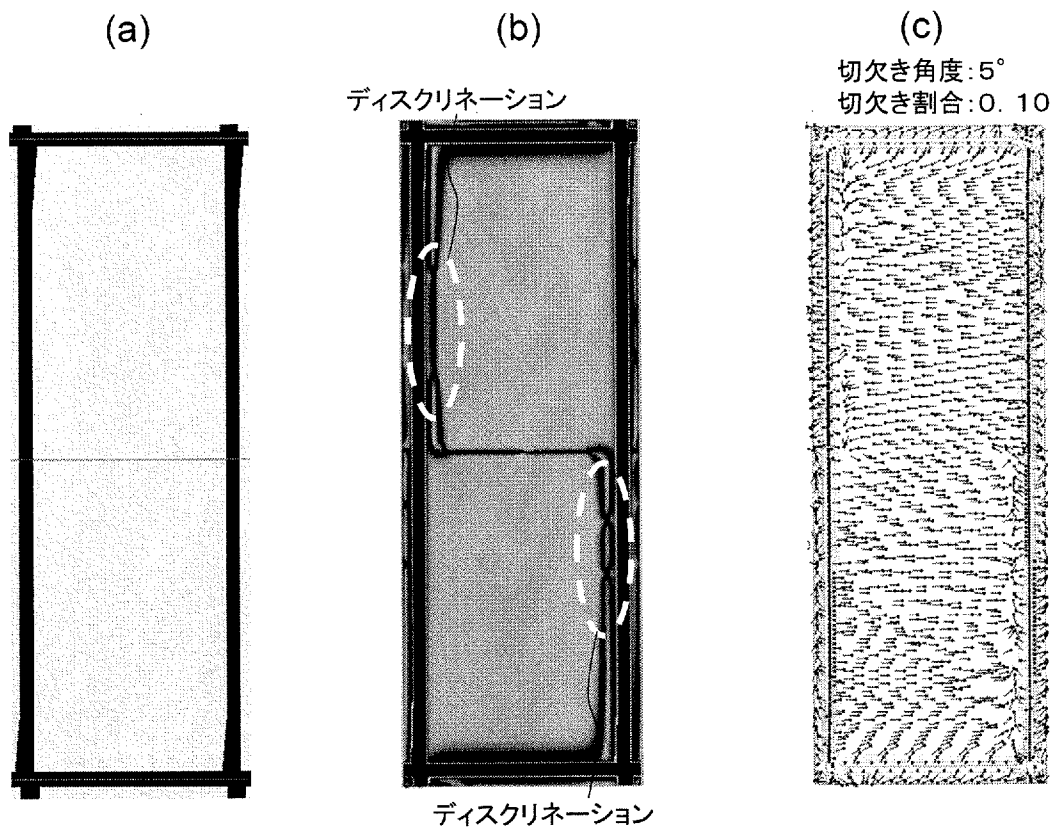
[図23]



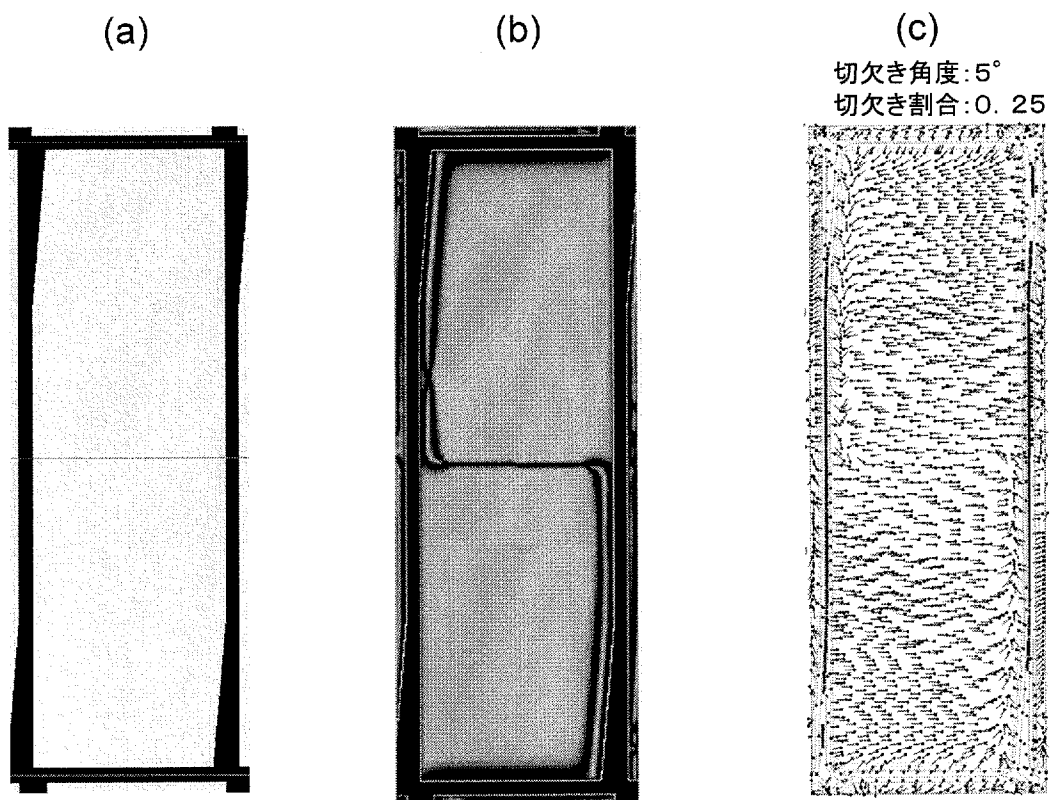
[図24]



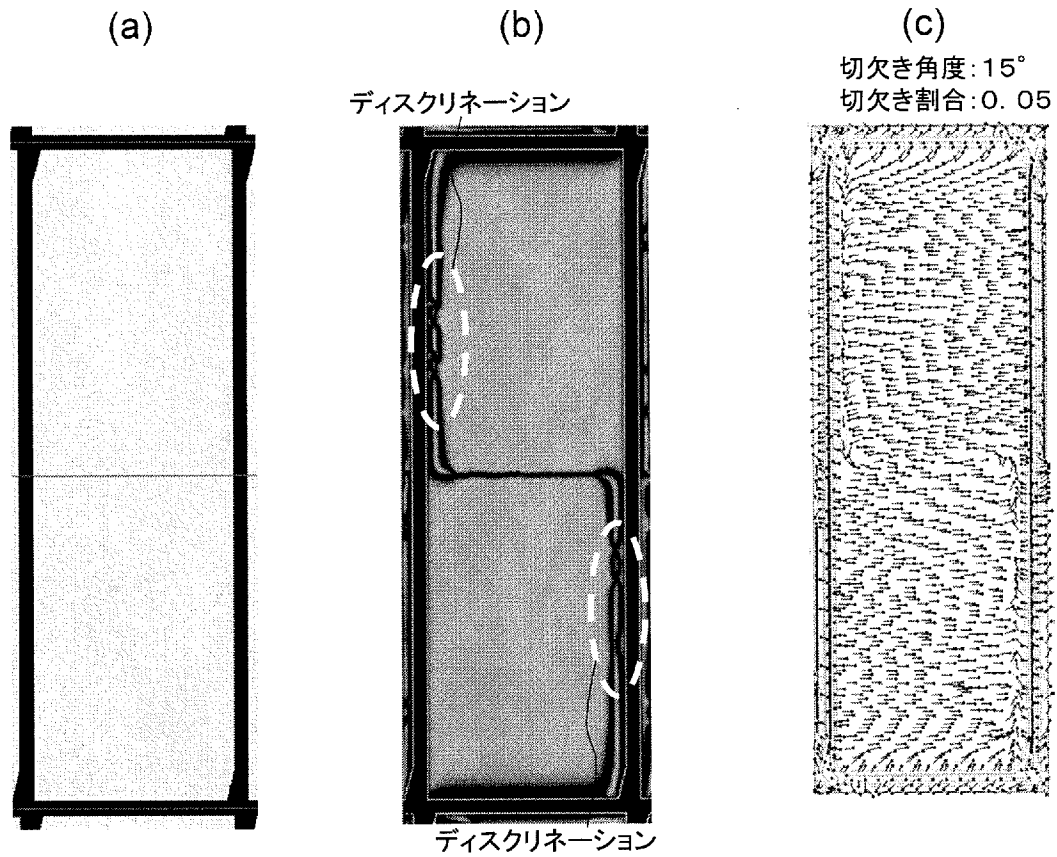
[図25]



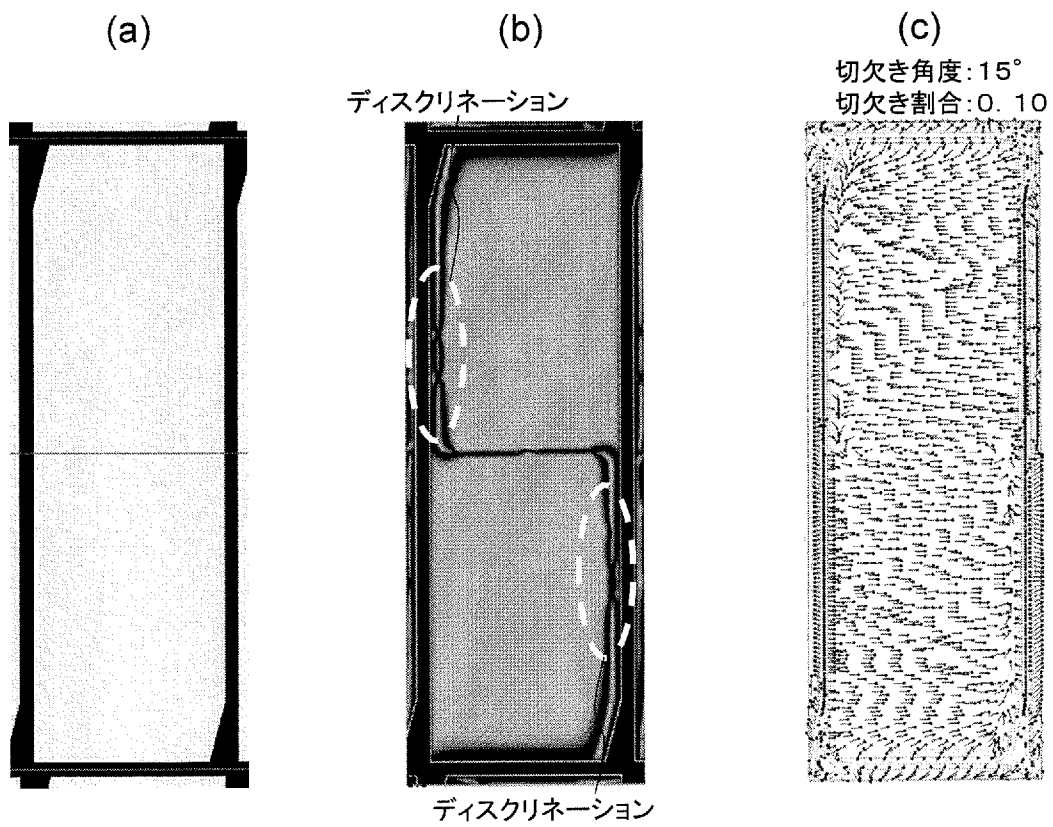
[図26]



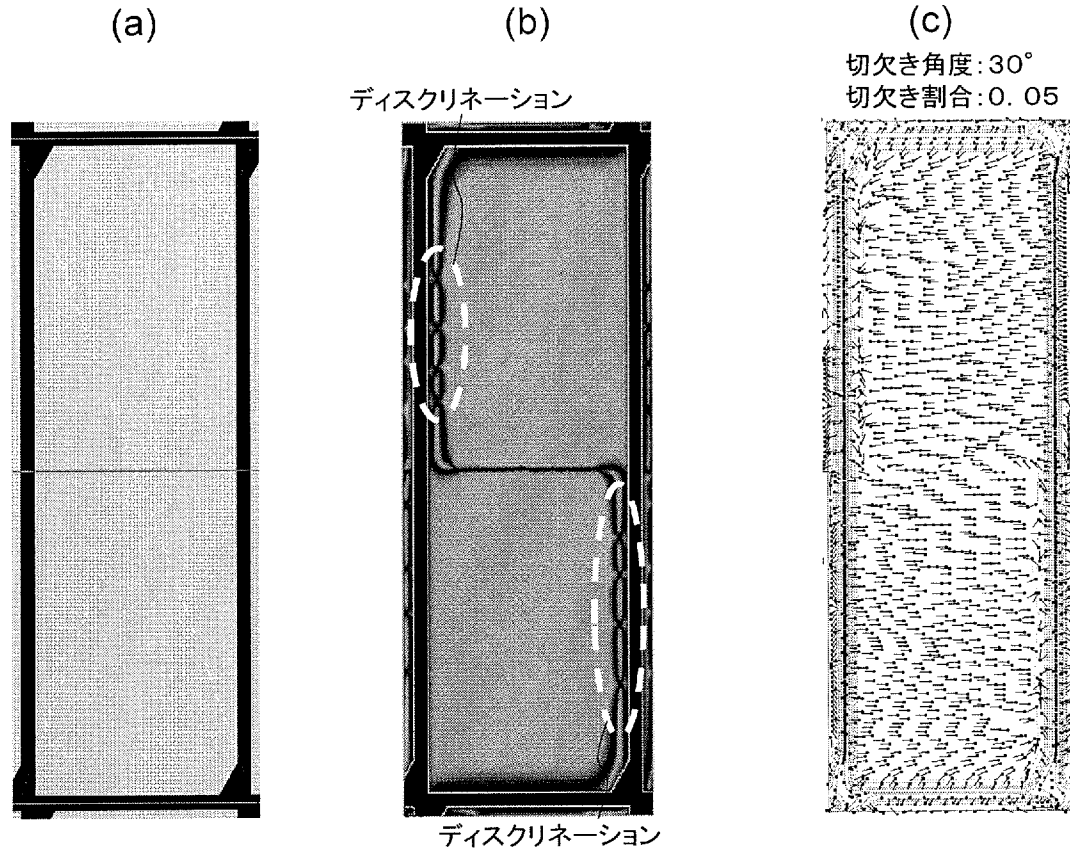
[図27]



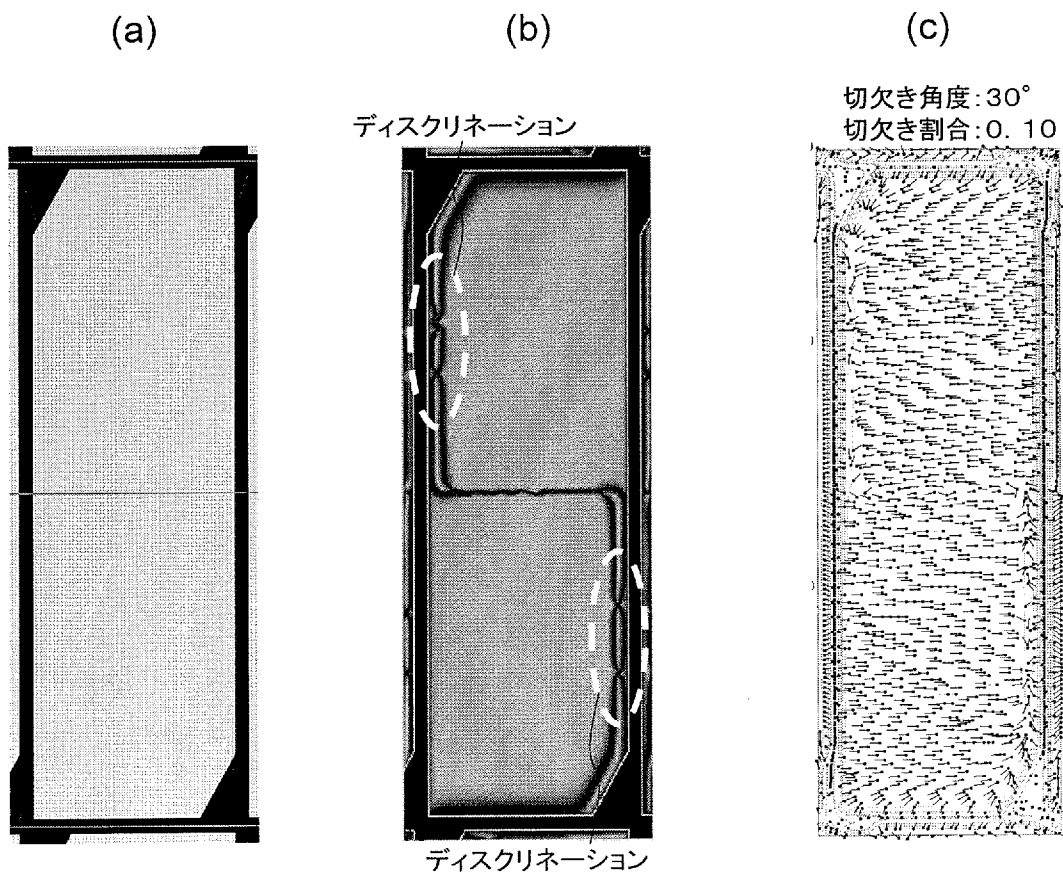
[図28]



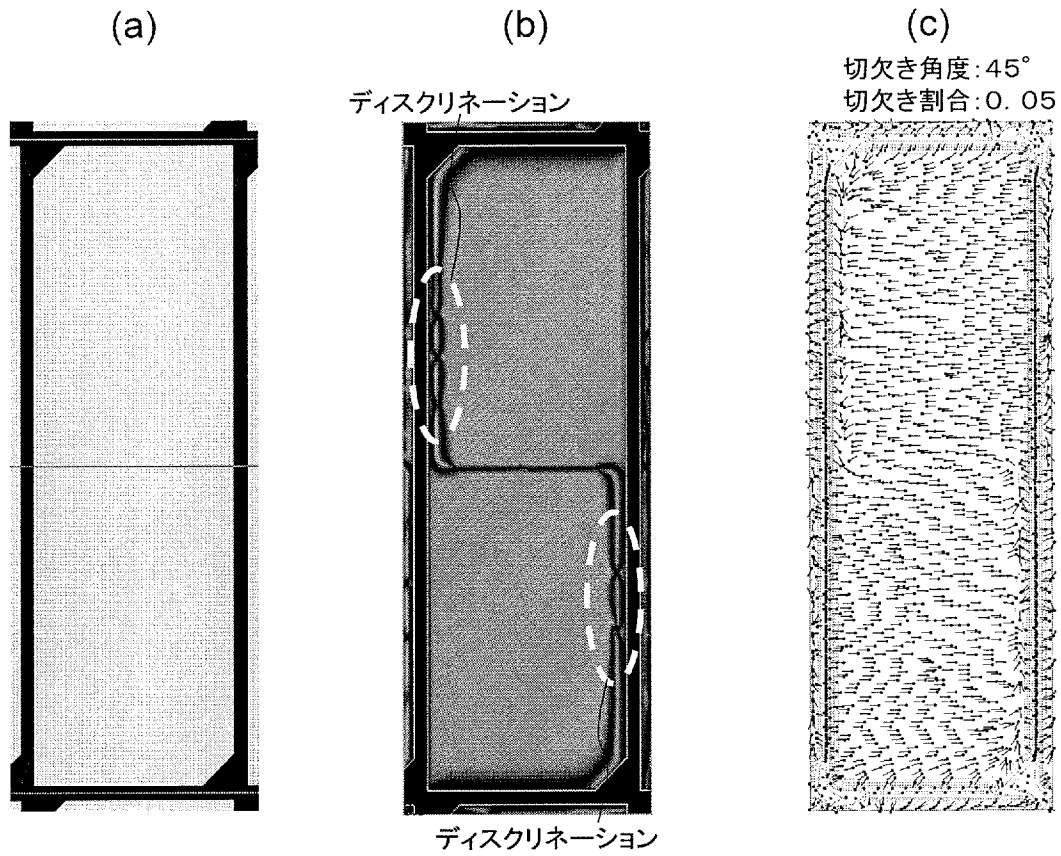
[図29]



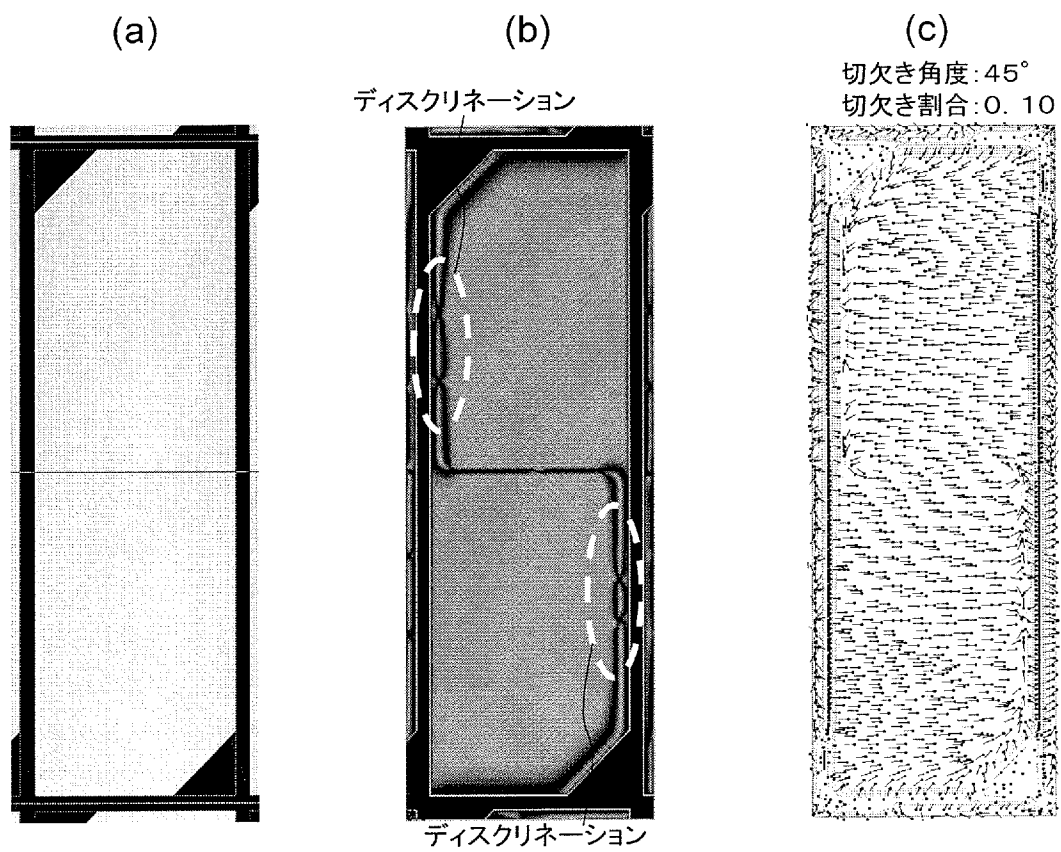
[図30]



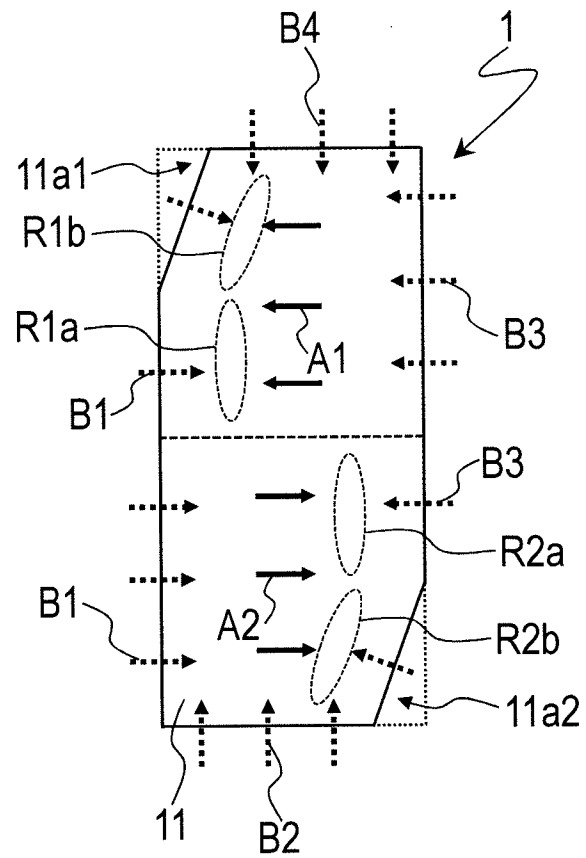
[図31]



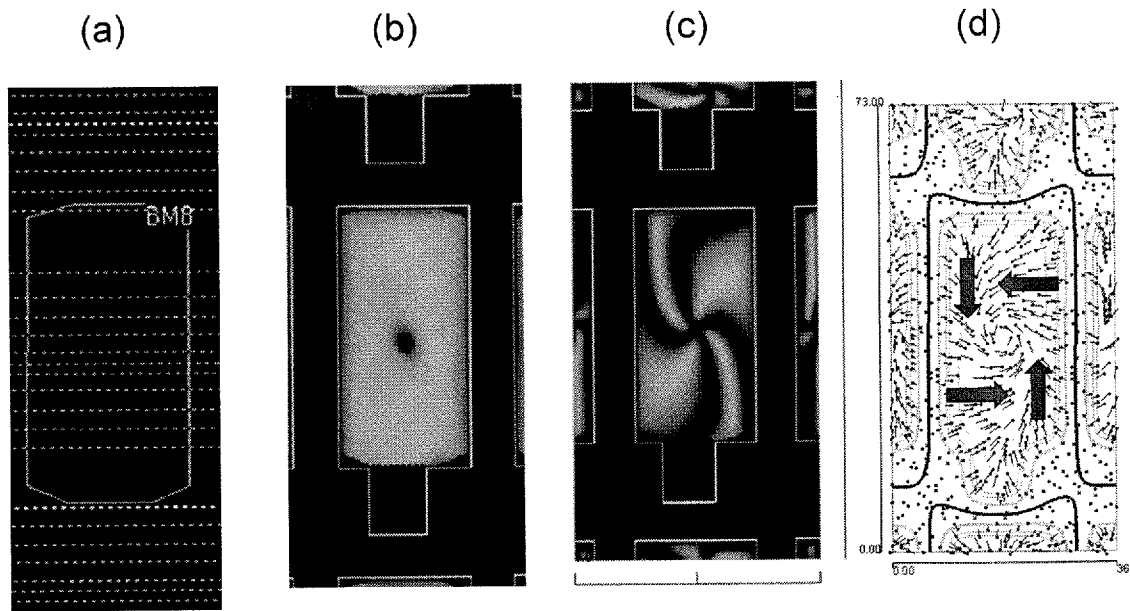
[図32]



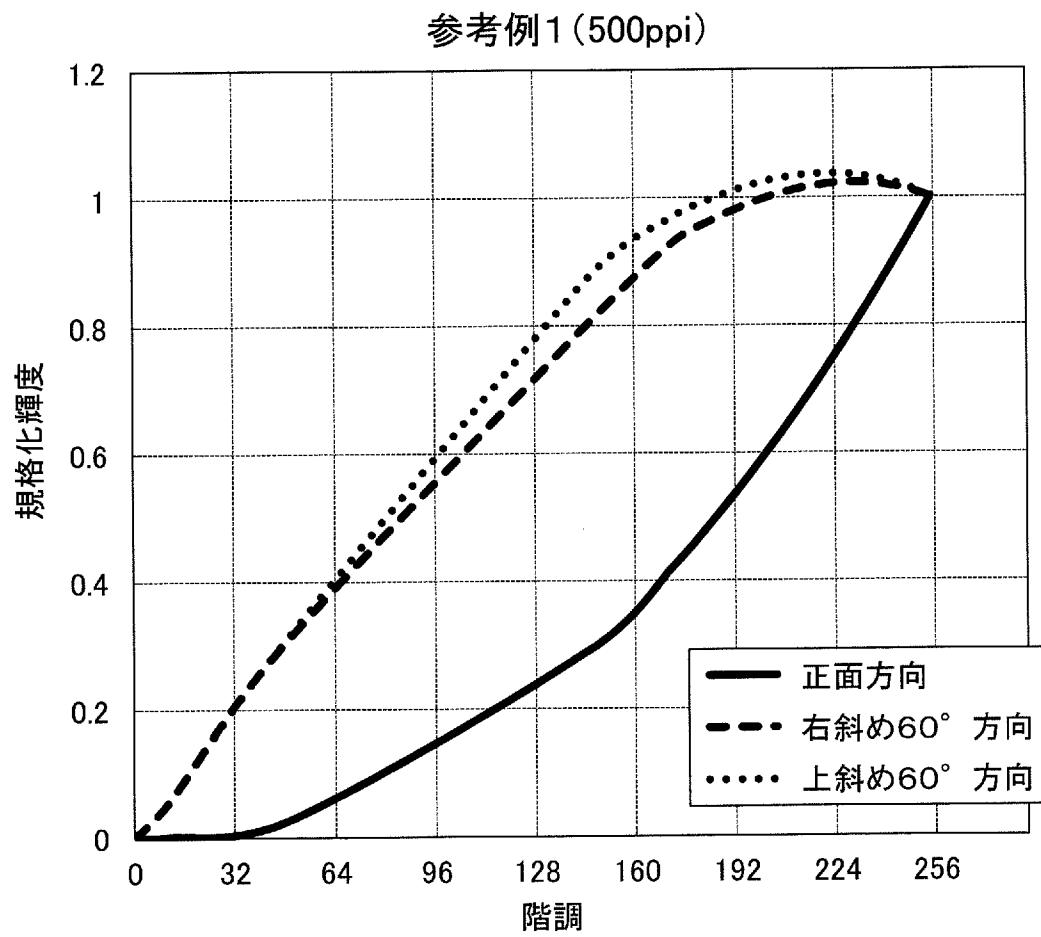
[図33]



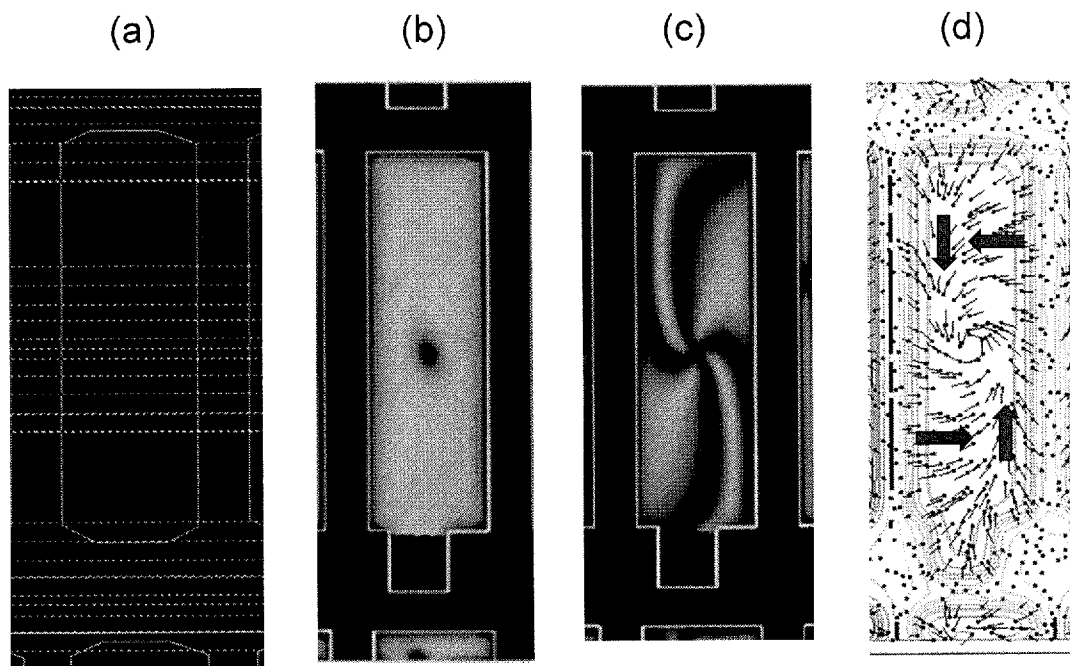
[図34]



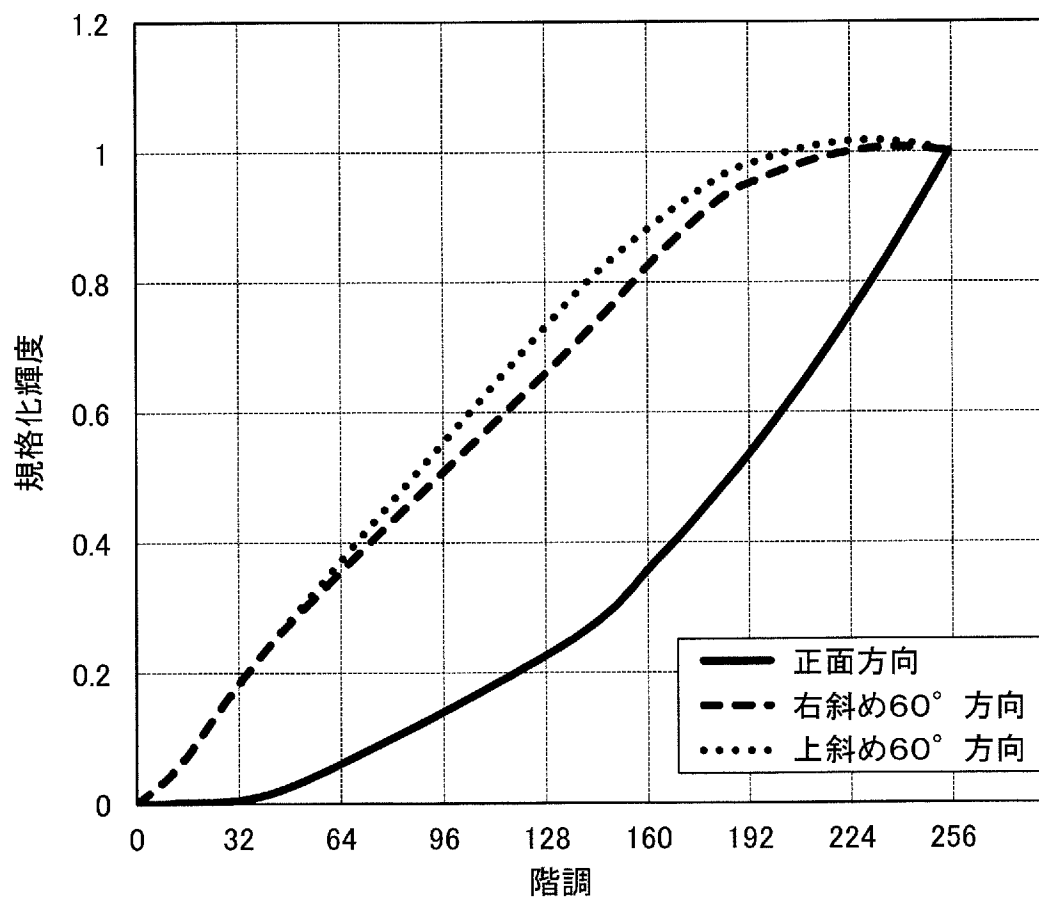
(e)



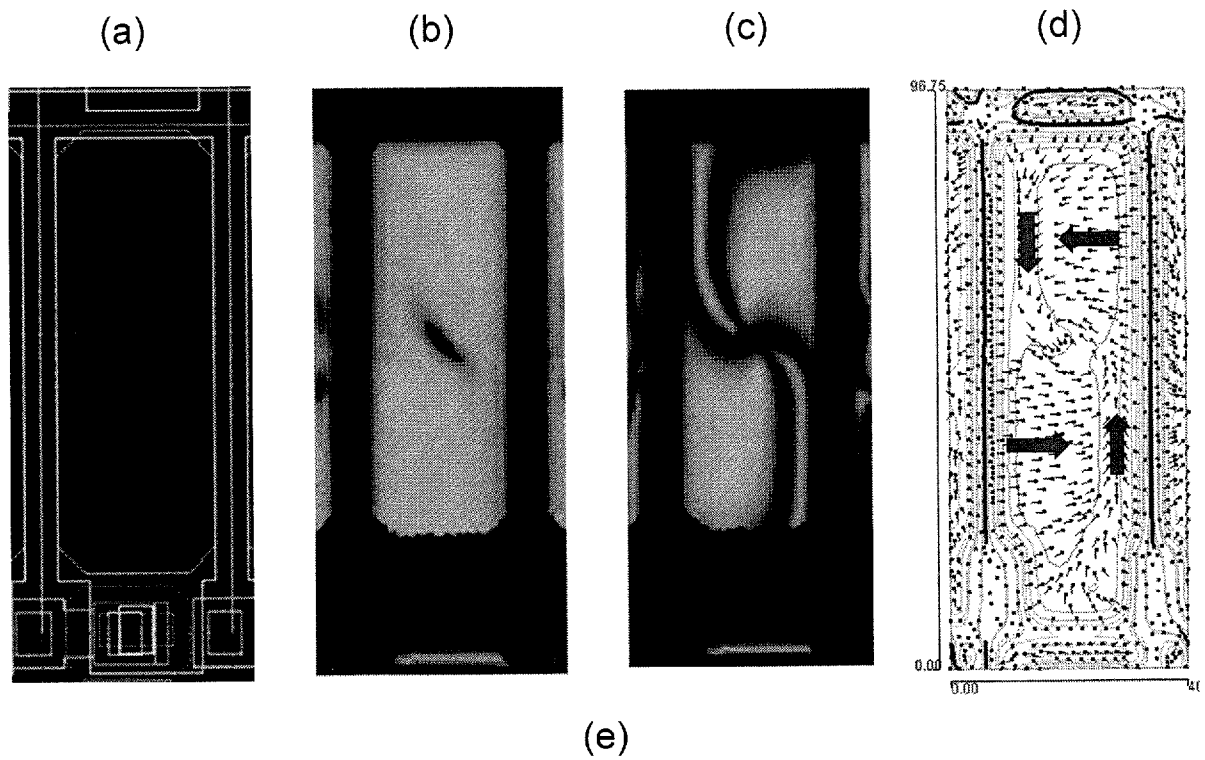
[図35]



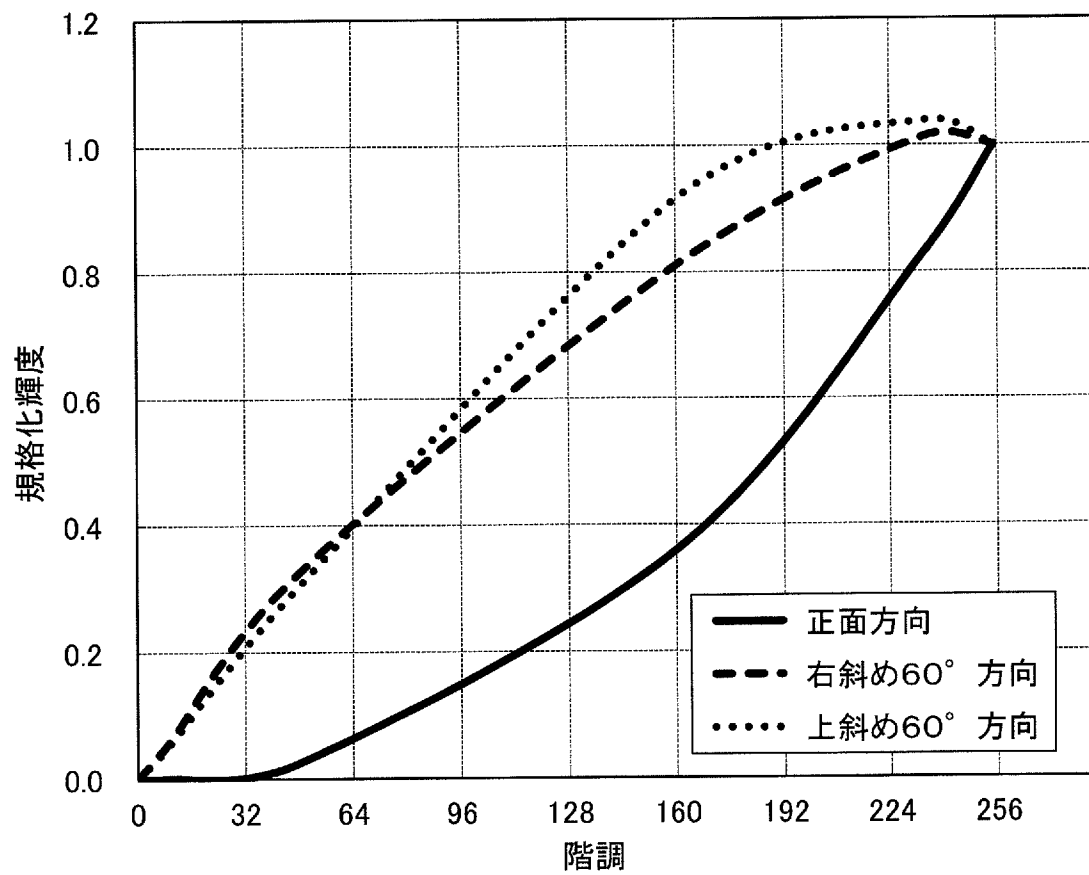
(e)  
参考例2 (400ppi)



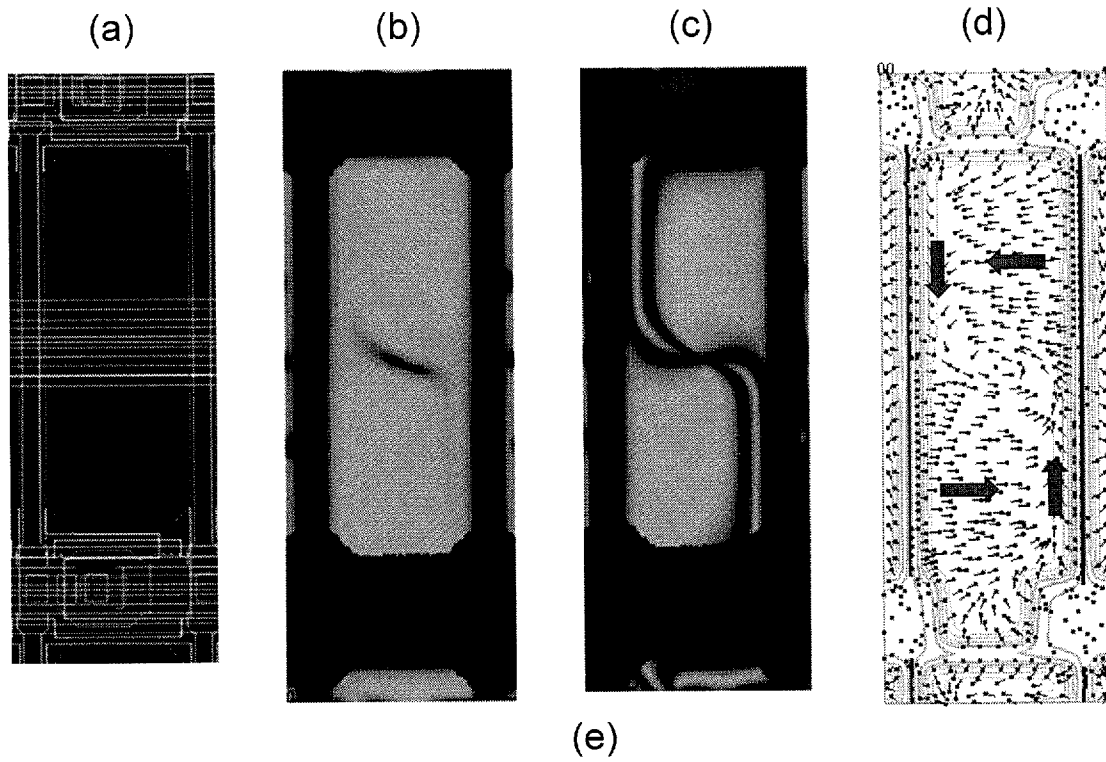
[図36]



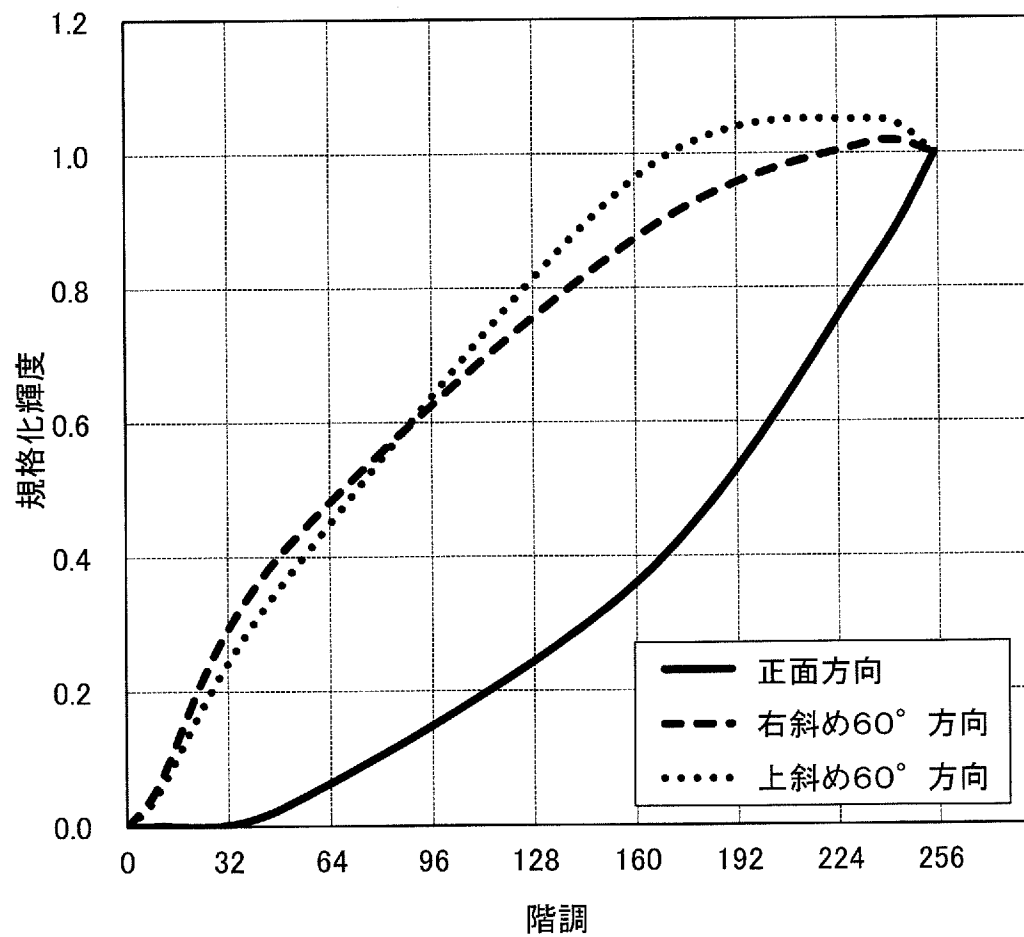
参考例3 (300ppi)



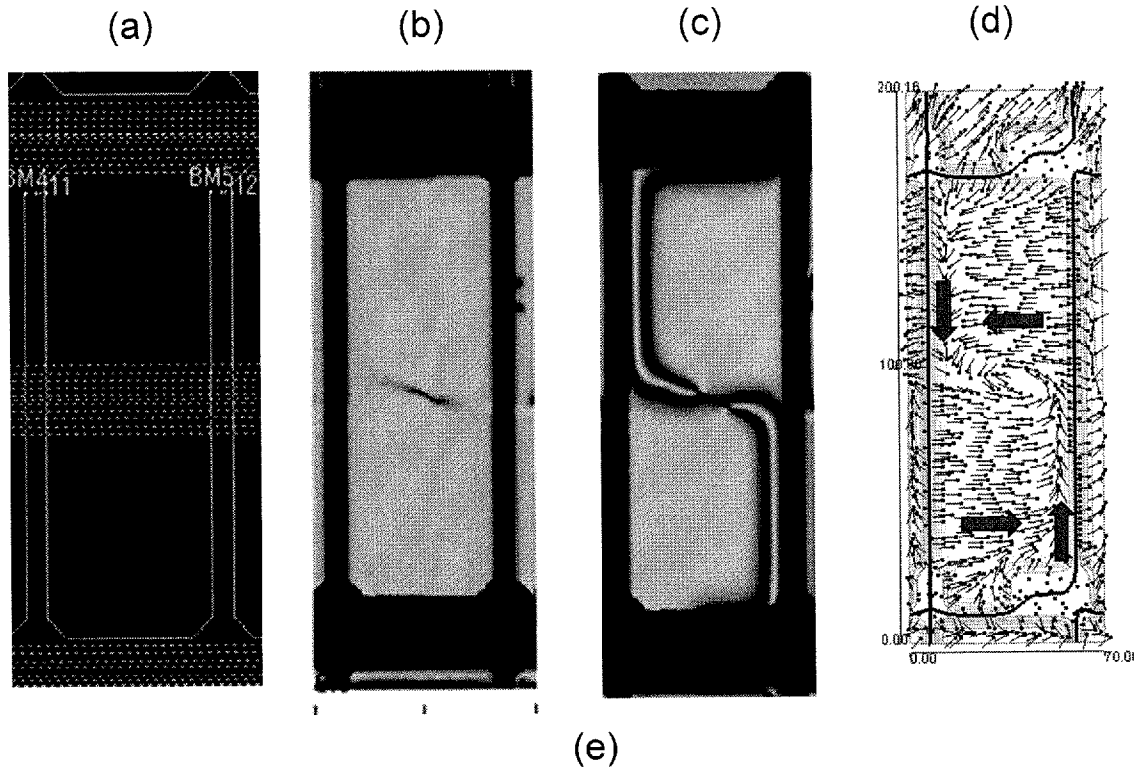
[図37]



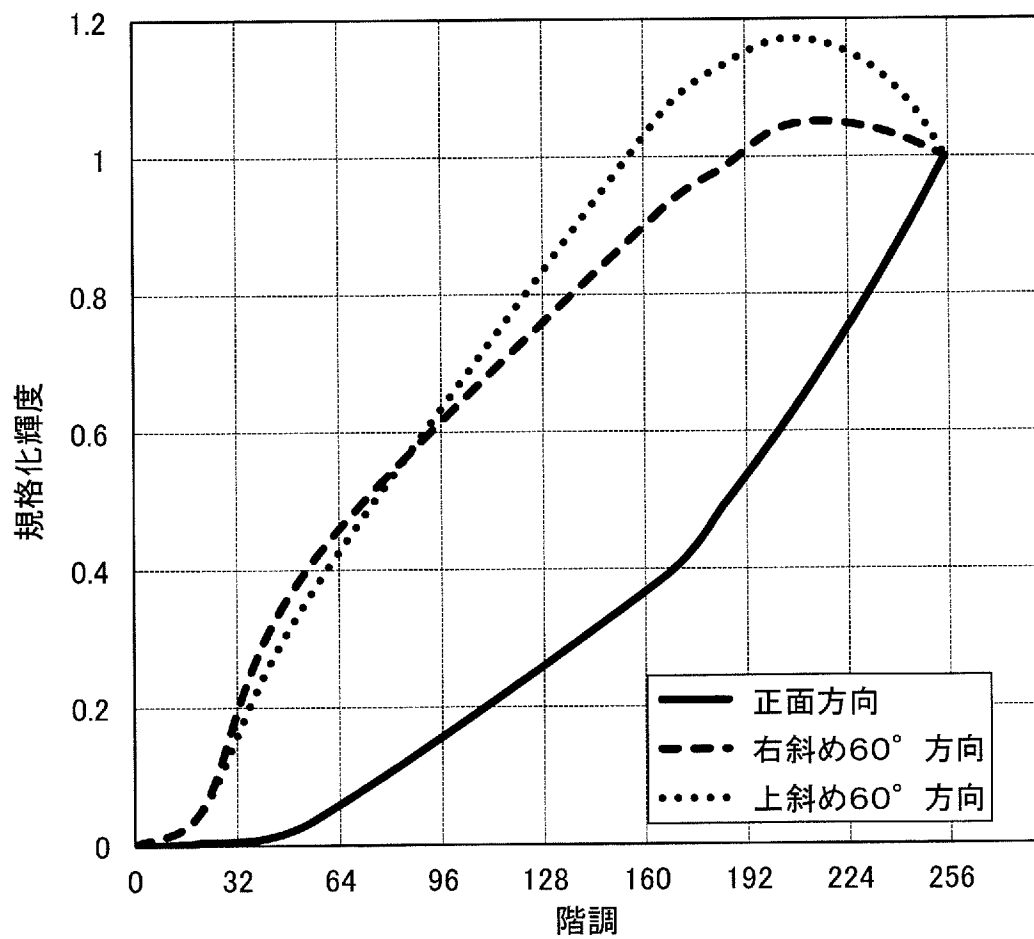
参考例4 (217ppi)



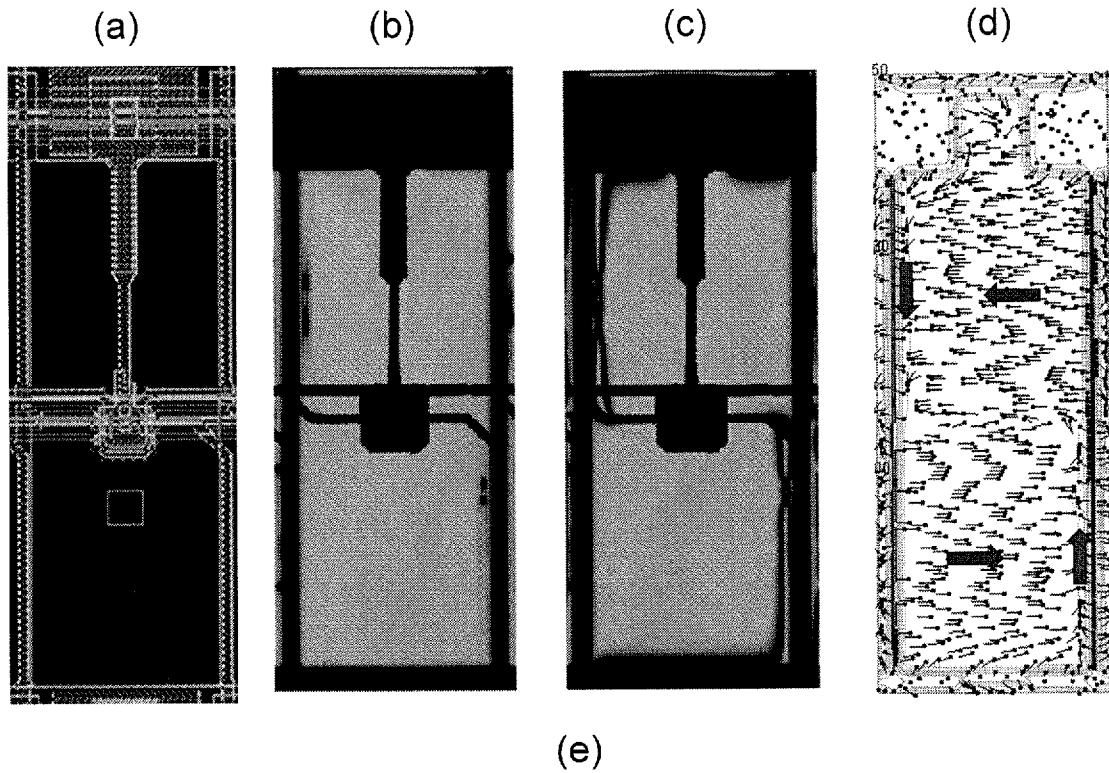
[図38]



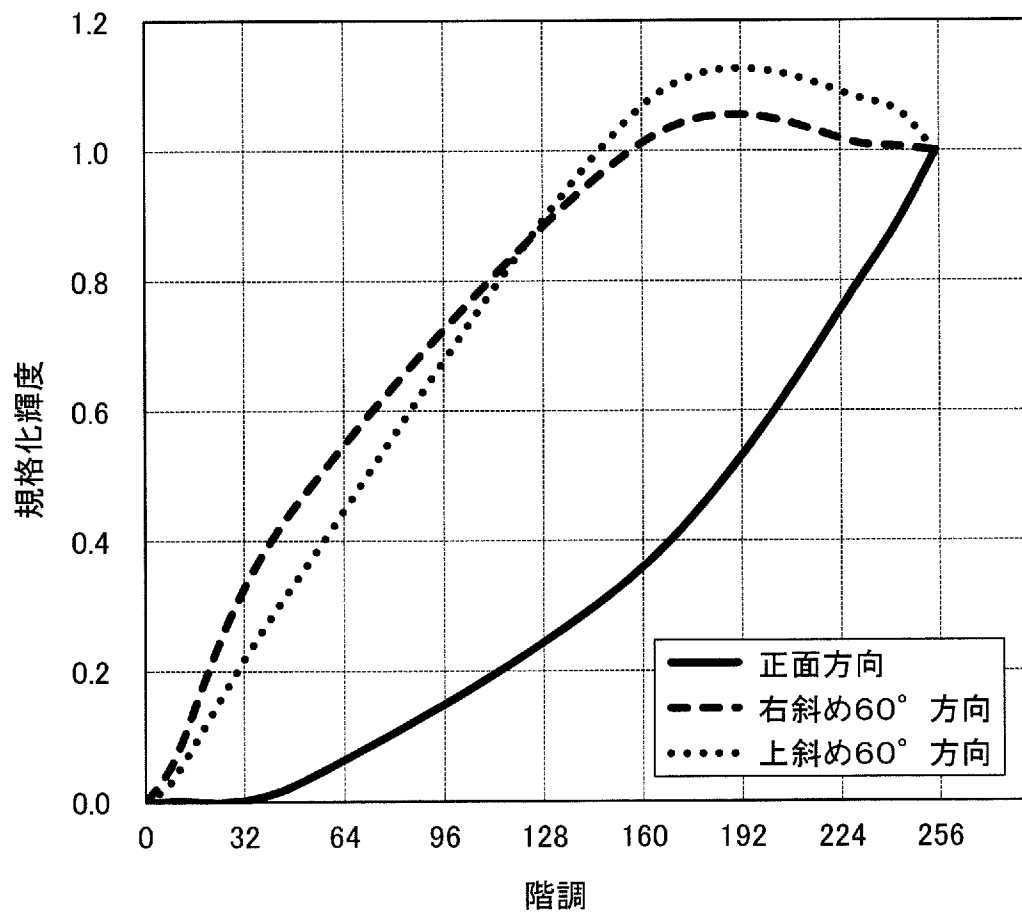
参考例5 (160ppi)



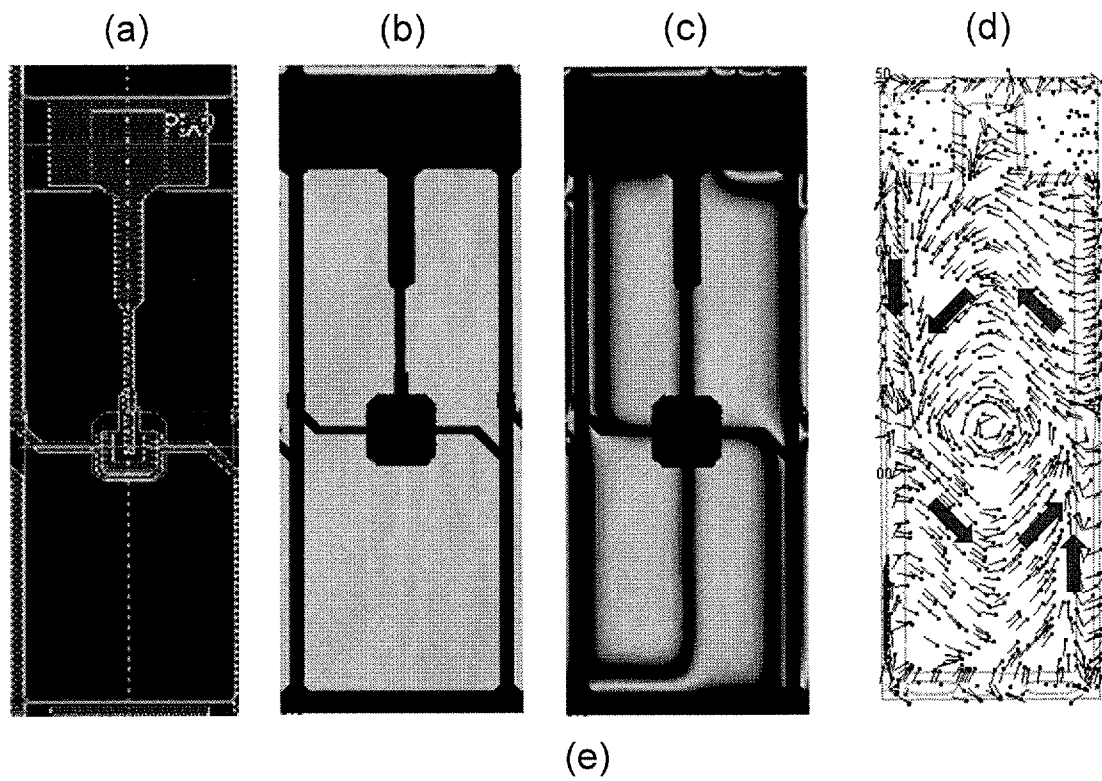
[図39]



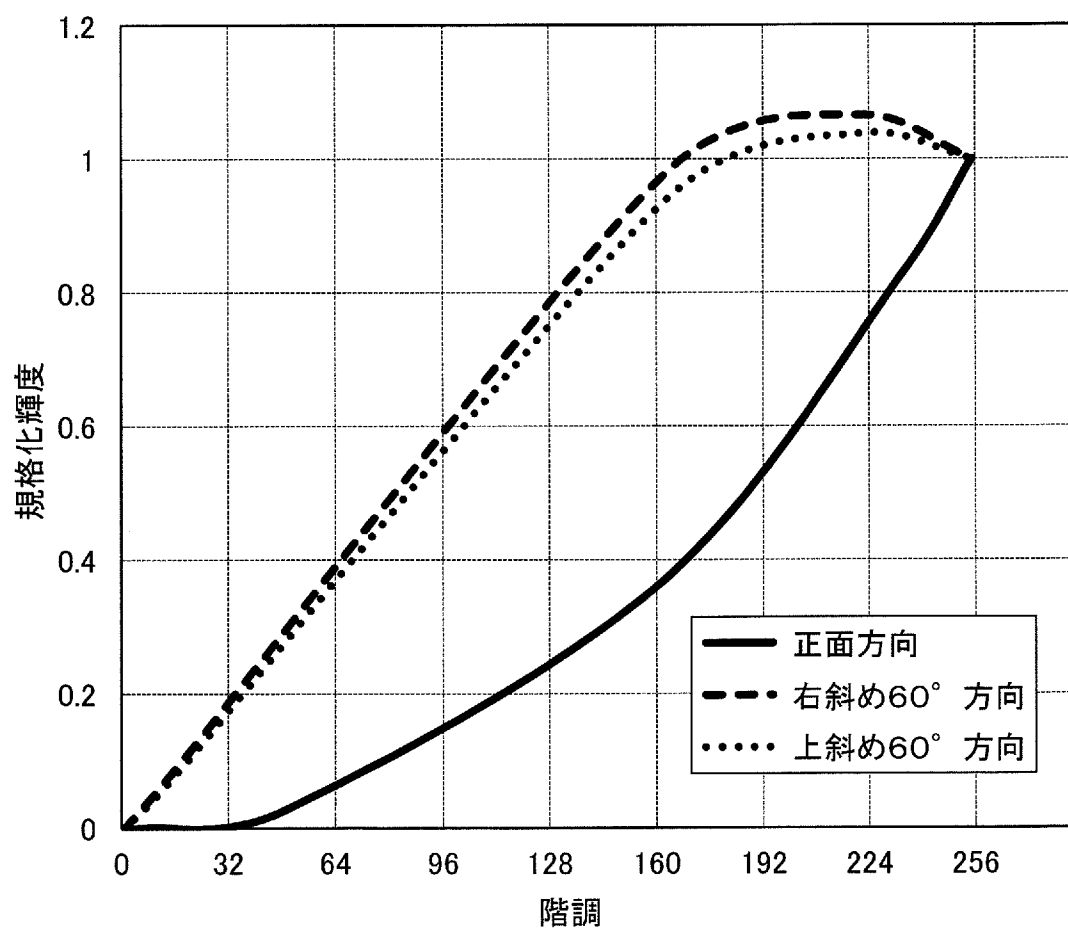
参考例6 (96ppi)



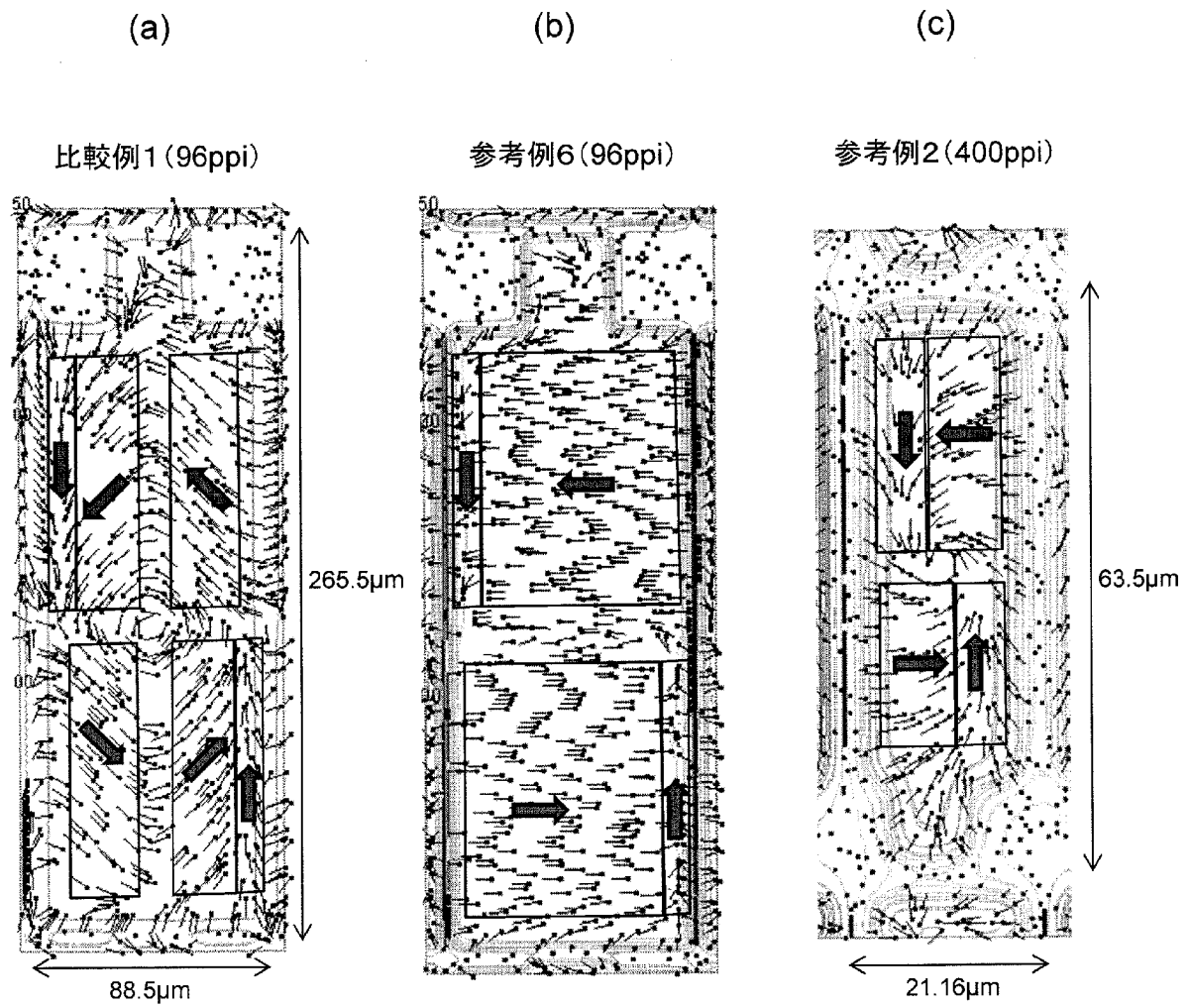
[図40]



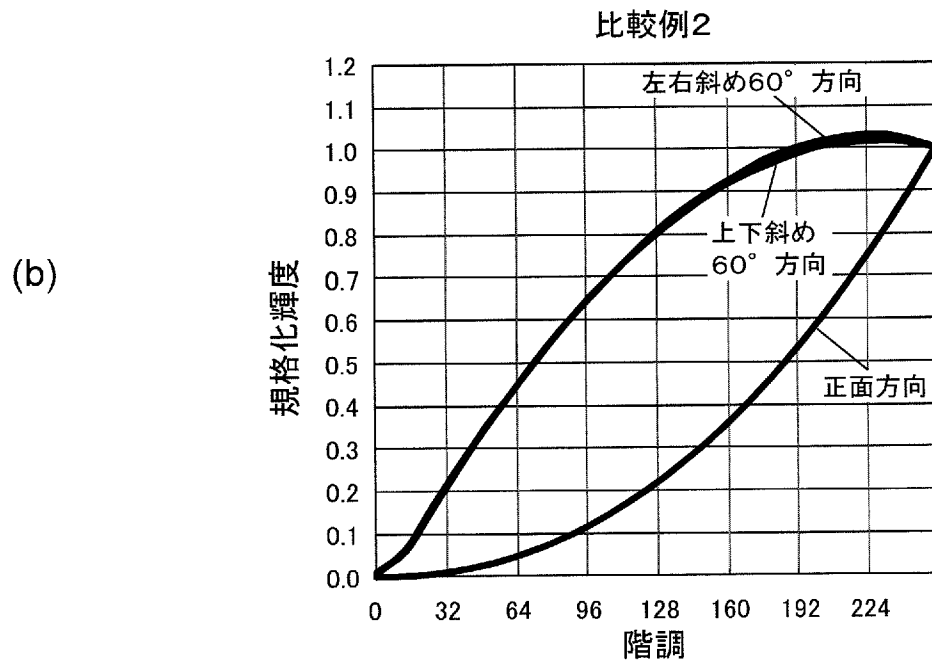
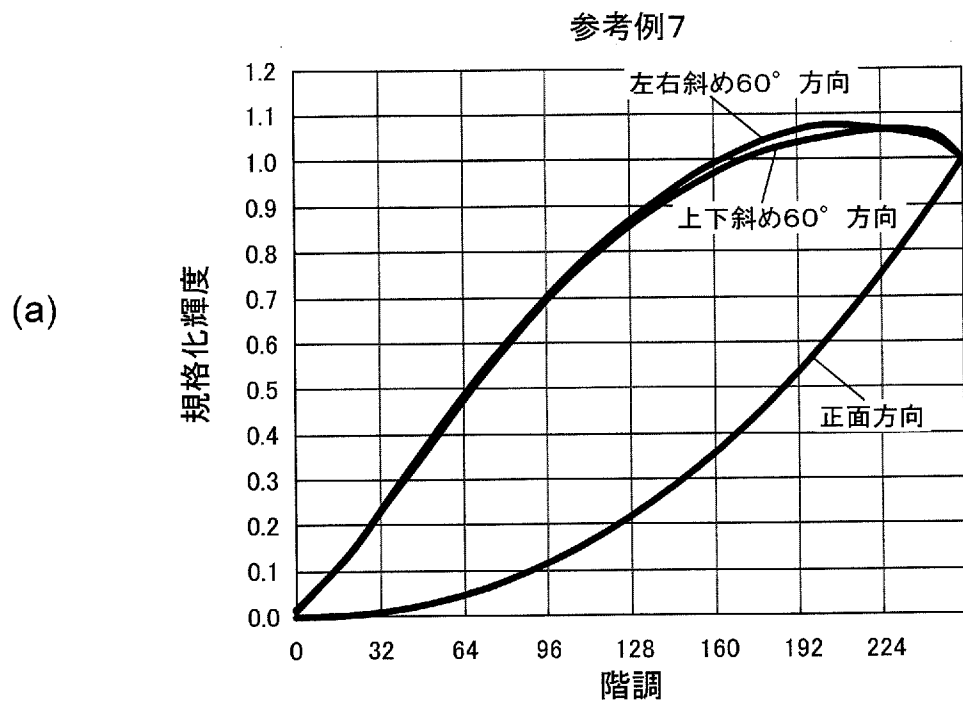
比較例1 (96ppi)



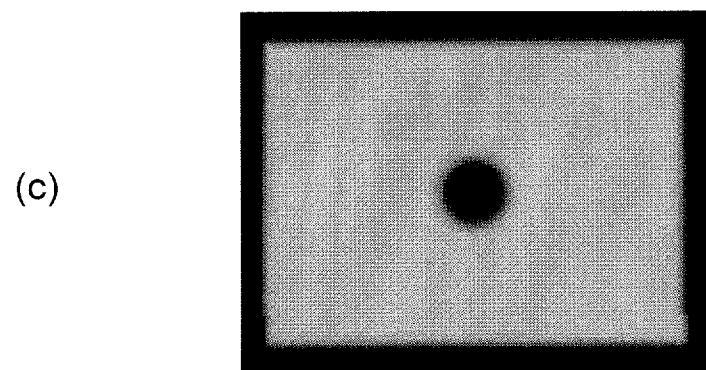
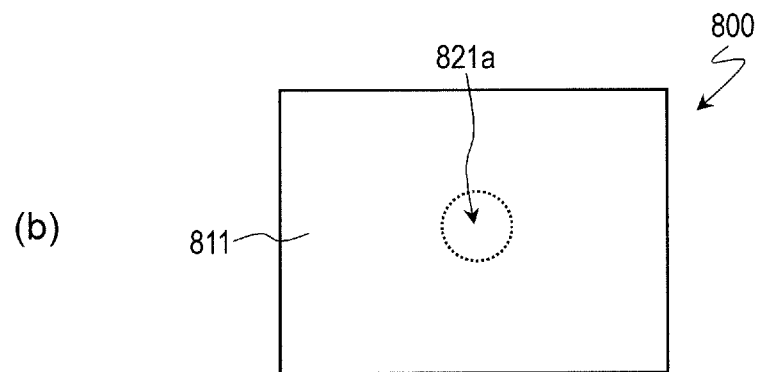
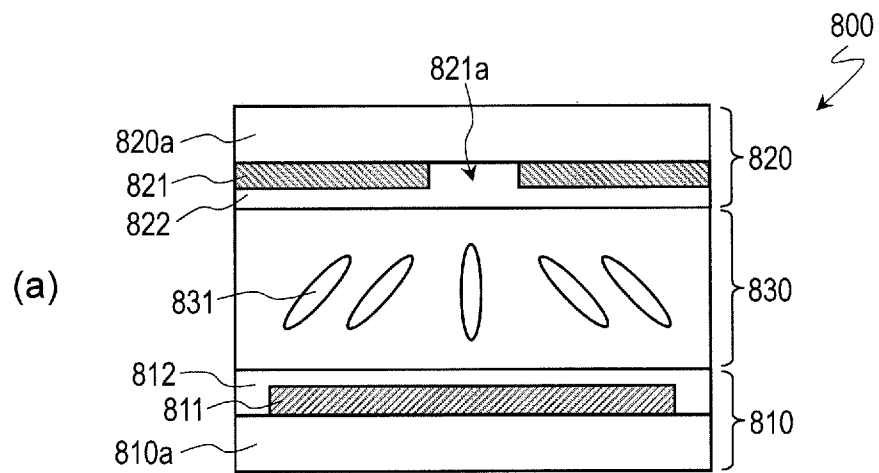
[図41]



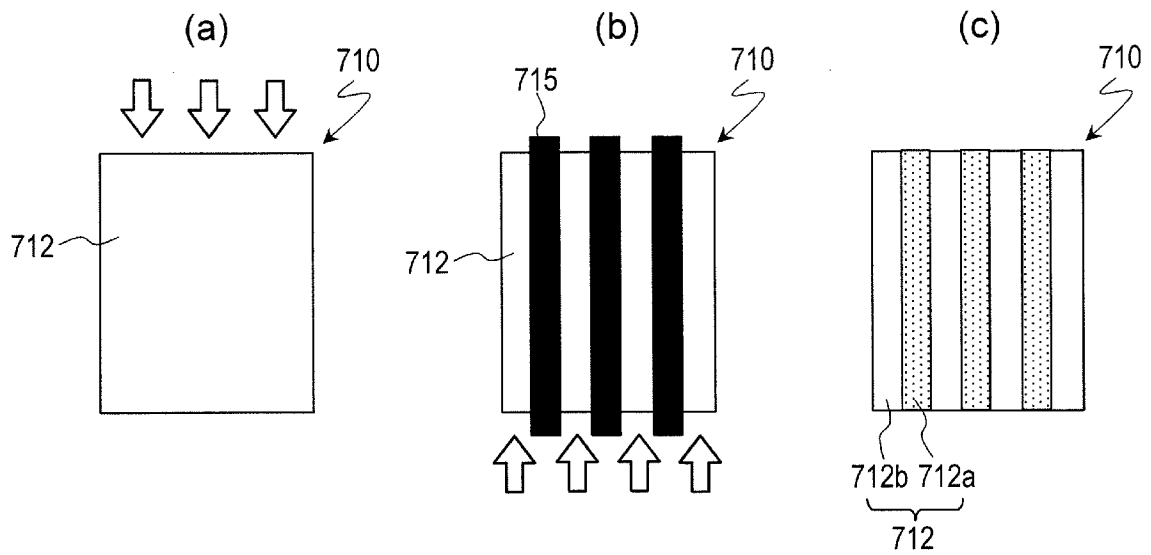
[図42]



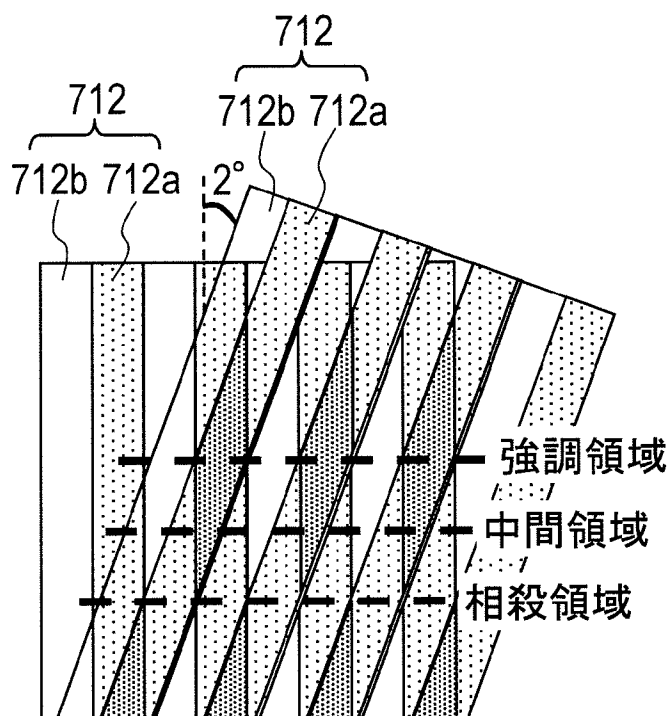
[図43]



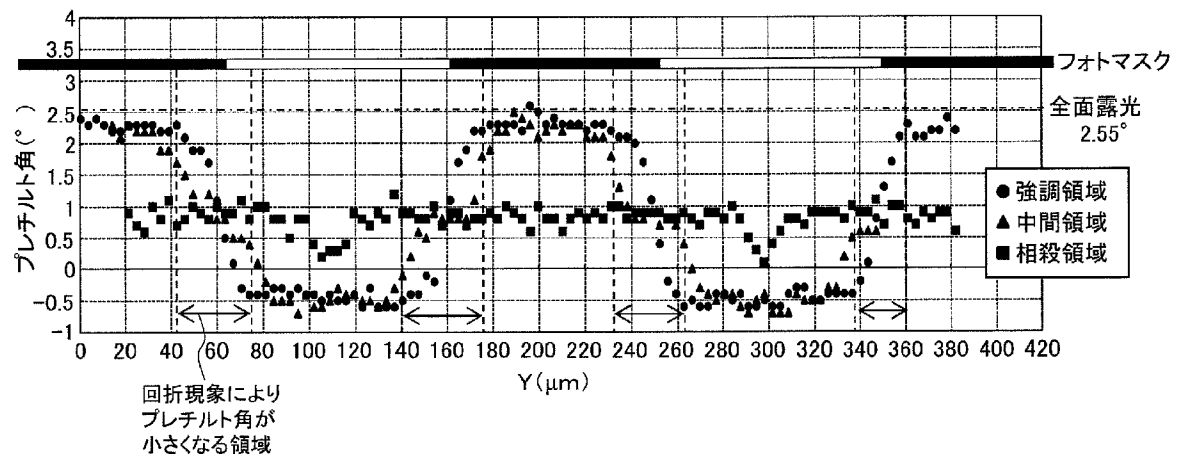
[図44]



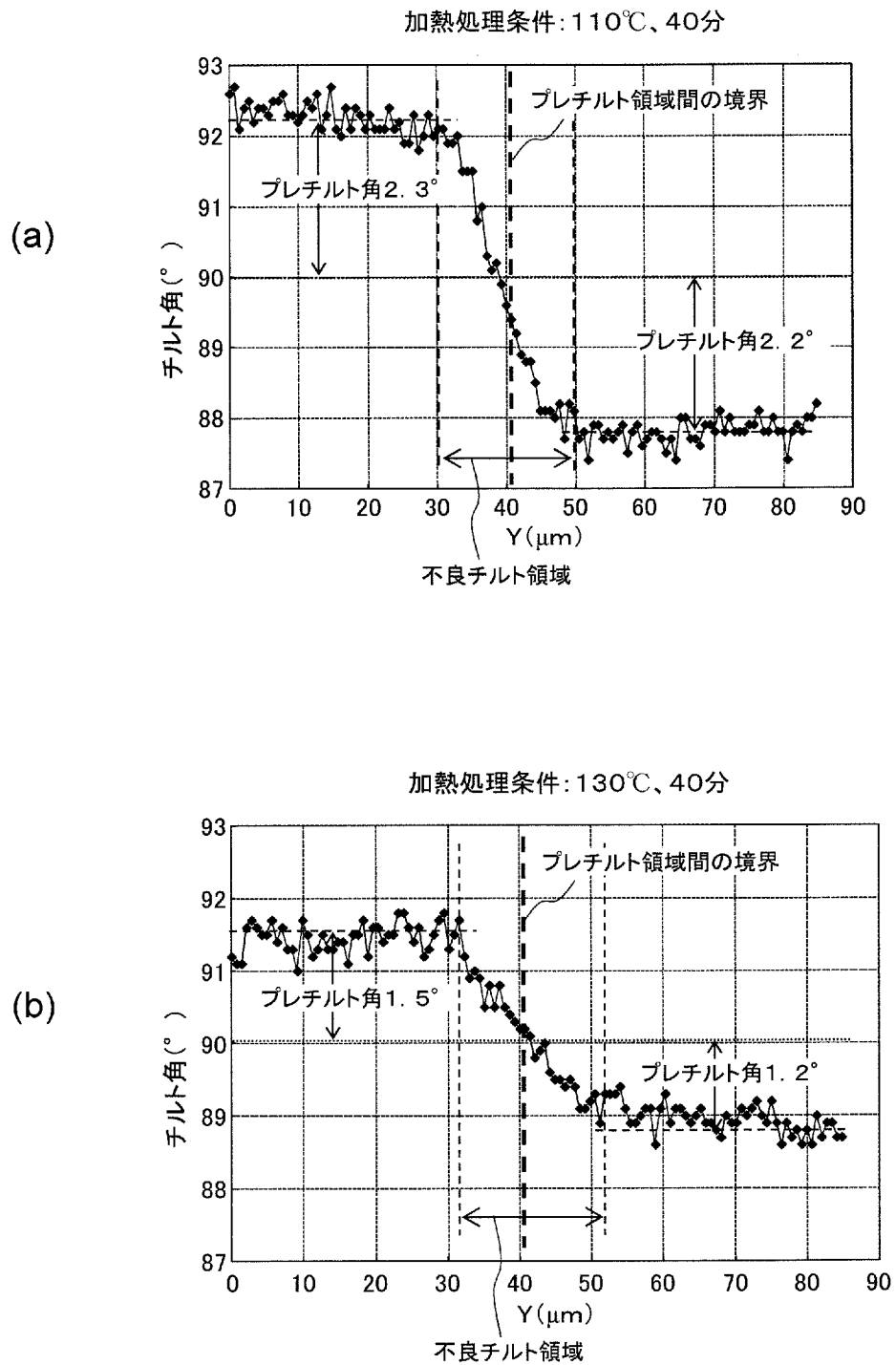
[図45]



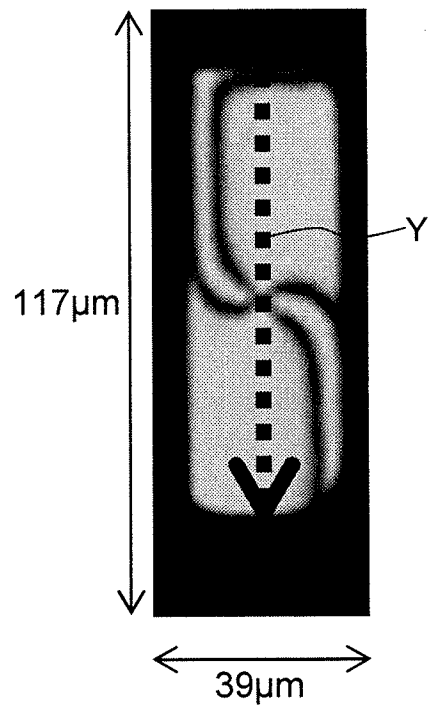
[図46]



[図47]



[図48]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/072283

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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

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

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02F1/1337, G02F1/1343

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 | 1996-2014 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2014 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2014 |

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. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | WO 2009/130908 A1 (Sharp Corp.),<br>29 October 2009 (29.10.2009),<br>paragraphs [0068] to [0236]; fig. 4 to 38<br>& US 2011/43741 A1 & CN 102016704 A                                          | 1-12                  |
| A         | JP 2011-227505 A (Samsung Electronics Co.,<br>Ltd.),<br>10 November 2011 (10.11.2011),<br>paragraphs [0051] to [0076]; fig. 8<br>& US 2011/261307 A1 & KR 10-2011-118001 A<br>& CN 102236211 A | 1-12                  |

☐ 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  
30 September, 2014 (30.09.14)

Date of mailing of the international search report  
07 October, 2014 (07.10.14)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））  
Int.Cl. G02F1/1337(2006.01)i, G02F1/1343(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02F1/1337, G02F1/1343

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 4 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 4 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 4 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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | WO 2009/130908 A1（シャープ株式会社）2009.10.29,<br>段落[0068]-[0236], 図 4-38 & US 2011/43741 A1 & CN 102016704 A                       | 1 - 1 2        |
| A               | JP 2011-227505 A（三星電子株式会社）2011.11.10,<br>段落[0051]-[0076], 図 8<br>& US 2011/261307 A1 & KR 10-2011-118001 A & CN 102236211 A | 1 - 1 2        |

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

3 0 . 0 9 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 7 . 1 0 . 2 0 1 4

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）

右田 昌士

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

2 L

9 5 1 3