

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 7 月 5 日(05.07.2012)



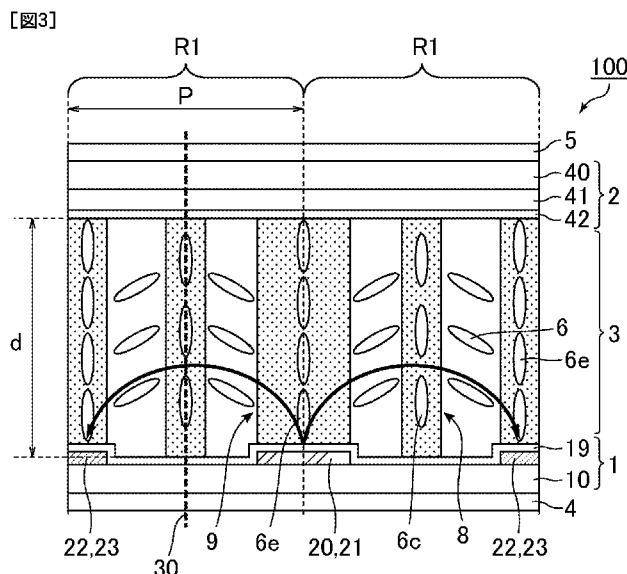
(10) 国際公開番号

WO 2012/090839 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/1343 (2006.01) G02F 1/1337 (2006.01)
G02F 1/1335 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/079726
- (22) 国際出願日: 2011 年 12 月 21 日(21.12.2011)
- (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 2010-293851 2010 年 12 月 28 日(28.12.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):
シャープ株式会社(Sharp Kabushiki Kaisha) [JP/JP];
〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番
2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 村田 充弘
(MURATA Mitsuhiro) [JP/—]. 岩田 洋典(IWATA
Yosuke) [JP/—].
- (74) 代理人: 特許業務法人 安富国際特許事務所
(YASUTOMI & Associates); 〒5320003 大阪府大阪
市淀川区宮原 3 丁目 5 番 3 6 号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: LIQUID-CRYSTAL PANEL AND LIQUID-CRYSTAL DISPLAY

(54) 発明の名称: 液晶パネル、及び、液晶ディスプレイ



(57) Abstract: The present invention provides a liquid-crystal panel (100) and liquid-crystal display having improved viewing-angle characteristics. This liquid-crystal panel is a vertically-aligned liquid-crystal panel provided with: a first substrate (1); a second substrate (2) opposite said first substrate; and a liquid-crystal layer (3) that is sandwiched between said first and second substrates and contains liquid-crystal molecules. The first substrate has a first electrode (20) that contains a plurality of first linear sections (21) lined up at intervals. Either the first substrate or the second substrate has a second electrode (22). The liquid-crystal layer is driven by electric fields generated by at least said first and second electrodes. The distance (D) between the centerlines of the plurality of first linear sections and the cell thickness (d) of the liquid-crystal panel fulfill the relationship $D/d < 3$.

(57) 要約: 本発明は、視野角特性を向上することができる液晶パネル (100) 及び液晶ディスプレイを提供する。本発明に係る液晶パネルは、第 1 基板 (1) と、前記第 1 基板に対向する第 2 基板 (2) と、前記第 1 基板、及び、前記第 2 基板の間に挟持され、液晶分子を含む液晶層 (3) とを備える垂直配向型の液晶パネルであって、前記第 1 基板

は、隙間をあけて並んだ複数の第 1 線状部分 (21) を含む第 1 電極 (20) を有し、前記第 1 基板、又は、前記第 2 基板は、第 2 (22) 電極を有し、前記液晶層は、少なくとも前記第 1 電極、及び、前記第 2 電極によって生じる電界により駆動され、前記複数の第 1 線状部分の中心線の間の距離を D とし、前記液晶パネルのセル厚を d とすると、 $D/d < 3$ を満たす液晶パネルである。

明 細 書

発明の名称：液晶パネル、及び、液晶ディスプレイ

技術分野

[0001] 本発明は、液晶パネル、及び、液晶ディスプレイに関する。より詳しくは、視野角特性に優れた液晶パネルと、それを備える液晶ディスプレイとに関するものである。

背景技術

[0002] 液晶パネルは、一対のガラス基板等に液晶表示素子を挟持して構成される。そのような液晶パネルを備えた液晶ディスプレイは、薄型で軽量かつ低消費電力といった特長を活かして、モバイル用途、各種のモニター、テレビ等の用途に利用され、日常生活及びビジネスに欠かすことのできないものとなっている。近年においては、投射型表示装置（プロジェクタ）、電子ブック、フォトフレーム、ＩＡ（産業機器）、ＰＣ（パーソナルコンピュータ）用途等の用途に幅広く採用されている。これらの用途において、液晶層の光学特性を変化させるために、電極配置及び／又は基板設計が互いに異なる種々のモードの液晶パネルが検討されている。

[0003] 例えば、プロジェクタ用の液晶ディスプレイとして、少なくとも一つの液晶パネルがノーマリブラックモードで使用され、残りの液晶パネルがノーマリホワイトモードで使用される複数の液晶パネルを備えた液晶ディスプレイが開示されている（例えば、特許文献１参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２００５－３２１５８５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、液晶分子の初期配向状態が垂直配向である液晶ディスプレイ、すなわち垂直配向（ＶＡ）モードの液晶ディスプレイにおいては、視野角

特性（例えば、 γ シフト）を改善するという点で工夫の余地がある。液晶分子は、棒状であるため、液晶ディスプレイを正面方向と斜め方向とから観察した場合、液晶パネルを透過した光の偏光状態が互いに異なる。すなわち、正面方向と斜め方向とで透過率が互いに異なる。その結果、正面方向と斜め方向とで電圧－透過率曲線（以下、V T 曲線とも言う。）が変化し、正面方向の γ カーブに対して斜め方向の γ カーブが上昇する。すなわち、正面方向に対して斜め方向において輝度が大きくなる。したがって、斜め視角において白浮きが発生する。なお、白浮きとは、低階調の比較的暗い表示を行った状態で、視角方向を正面から斜めに倒したときに、暗く見えるはずの表示が白っぽく見えてしまう現象である。

[0006] 本発明は、上記現状に鑑みてなされたものであり、視野角特性を向上することができる液晶パネル、及び、液晶ディスプレイを提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明者らは、視野角特性を向上することができる液晶パネル、及び、液晶ディスプレイについて種々検討したところ、垂直配向型の液晶パネルに着目した。そして、液晶層を駆動する２種類の電極の少なくとも一方に、隙間をあけて並んだ複数の線状部分を形成し、更に、複数の線状部分の中心線の間の距離Dと、液晶パネルのセル厚dとの比 D/d を小さくすることにより、斜め方向の γ カーブを正面方向の γ カーブに近づけることができることを見だし、上記課題をみごとに解決することができることに想到し、本発明に到達したものである。

[0008] すなわち、本発明の第１の側面は、第１基板と、前記第１基板に対向する第２基板と、前記第１基板、及び、前記第２基板の間に挟持され、液晶分子を含む液晶層とを備える垂直配向型の液晶パネルであって、前記第１基板は、隙間をあけて並んだ複数の第１線状部分を含む第１電極を有し、前記第１基板、又は、前記第２基板は、第２電極を有し、前記液晶層は、少なくとも前記第１電極、及び、前記第２電極によって生じる電界により駆動され、前記

複数の第1線状部分の中心線の間を距離を D とし、前記液晶パネルのセル厚を d とすると、 $D/d < 3$ を満たす液晶パネル（以下、本発明の液晶パネルとも言う。）である。

[0009] D/d が3以上であると、視野角特性が向上しないことがある。

[0010] 本発明の液晶パネルの構成としては、このような構成要素を必須として形成されるものである限り、その他の構成要素により特に限定されるものではない。前記第1電極は、前記複数の第1線状部分以外の部分を有してもよいし、前記複数の第1線状部分のみを有してもよいが、通常は、第1線状部分以外の部分を有する。

本発明の液晶パネルにおける好ましい形態について以下に詳しく説明する。

[0011] 本発明の液晶パネルは、 $D/d < 3$ を満たせばよいが、 $D/d \leq 1$ を満たすことが好ましく、 $D/d \leq 0.83$ を満たすことがより好ましい。 D/d が1以下であると、 γ シフトを著しく改善することができる。より詳細に説明すると、 D/d が1以下であると、斜め方向における γ カーブを、0階調の輝度比と255階調の輝度比とを結ぶ直線、すなわち $\gamma = 1$ の直線よりも正面方向における γ カーブ側に凹ませることができる。 D/d が0.83以下であると、斜め方向における γ カーブを正面方向における γ カーブにほとんど重ねることができる。

[0012] 前記複数の線状部分の数が3以上のとき、距離 D は、2以上存在することになる。この場合、2以上の距離 D は、互いに異なってもよいし、同じであってもよい。前者によれば、距離 D が互いに異なる複数の領域を液晶層内に形成でき、これらの領域の間でV-T曲線を互いに異ならせることができる。そのため、視野角特性をより効果的に向上することができる。なお、後者の場合、前記距離 D は、ピッチ P とも言える。

[0013] 前記液晶分子は、電圧印加時、ある面（仮想的な面）に対して対称的に配向することが好ましい。これにより、相補的な配向補償をより効果的に得ることができる。なお、前記面は、通常、前記複数の線状部分の間の中央、又は、前記複数の線状部分の前記中心線上に存在する。

- [0014] 本発明の液晶パネルにおける好適な電極構造としては、下記構造（Ａ）、（Ｂ）が挙げられる。これらの構造によれば、電圧印加時、液晶分子をある面に対して容易に対称的に配向することができる。
- [0015] 構造（Ａ）において、前記第１基板は、前記第２電極を有し、前記第２電極は、隙間をあけて並んだ複数の第２線状部分を含み、前記第１線状部分と、前記第２線状部分とは、交互に配置される。
- [0016] 構造（Ｂ）において、前記第１基板は、前記第２電極と、前記第１電極、及び、前記第２電極の間に設けられた絶縁層とを有し、前記第２電極は、面状であり、前記第２基板は、面状の第３電極を有し、前記第２電極は、前記隙間に重畳する。
- [0017] 上記構造（Ａ）における好ましい形態としては、下記形態（Ａ－１）～（Ａ－３）が挙げられる。
- [0018] 形態（Ａ－１）において、前記第１電極、及び、前記第２電極は各々、櫛歯形状を含む。このとき、第１線状部分、及び、第２線状部分が櫛歯に相当する。この形態によれば、第１電極と第２電極との間に、電界を高密度に形成することができ、高精度に液晶分子を制御することが可能となる。
- [0019] 形態（Ａ－２）において、前記液晶分子の誘電率異方性は、正である。この形態によれば、上記構造（Ａ）において、液晶分子の配向をより効果的に傾かせることができるので、透過率を向上することができる。
- [0020] 形態（Ａ－３）において、本発明の液晶パネルは、 $D/d > 1.5$ を満たす。この形態によれば、上記構造（Ａ）において、液晶分子の所望の配向が崩れてしまうのを抑制することができる。
- [0021] 上記構造（Ｂ）における好ましい形態としては、下記形態（Ｂ－１）、（Ｂ－２）が挙げられる。
- [0022] 形態（Ｂ－１）において、前記第１電極は、櫛歯形状を含む。このとき、第１線状部分が櫛歯に相当する。この形態によれば、第１電極と第２電極との間に、電界を高密度に形成することができ、高精度に液晶分子を制御することが可能となる。

- [0023] なお、櫛歯形状とは、1本の線から複数の線（櫛歯）が突出している形状をいい、櫛歯1本1本の形状は、直線状である場合に限られない。
- [0024] 形態（B-2）において、前記液晶分子の誘電率異方性は、負である。この形態によれば、上記構造（B）において、液晶分子の配向をより効果的に傾かせることができるので、透過率を向上することができる。
- [0025] 本発明の液晶パネルは、円偏光板を更に備えていてもよいし、直線偏光板を更に備えていてもよい。前者によれば、透過率を向上することができる。後者によれば、視野角特性を更に向上することができる。なお、円偏光板を備える一般的な液晶パネルは、視野角特性に改善の余地がある。それに対して、本発明の液晶パネルによれば、視野角特性を向上することができる。したがって、本発明の液晶パネルが円偏光板を更に備える場合、広視野角と高透過率を両立することができる。
- [0026] 前記円偏光板の光学軸は、前記複数の第1線状部分と直交するか、又は、平行であることが好ましい。これにより、 D/d が非常に小さい場合（例えば、 $D/d < 1$ の場合）に、円偏光板の光学軸を第1線状部分に対して斜め方向に配置した形態に比べて、 γ シフトをより効果的に改善することができる。なお、直交とは、光学軸と第1線状部分とのなす角が必ずしも 90° である必要はなく、実質的に直交であってもよい。具体的には、両者のなす角が、 86° （より好適には 88° ）以上であることが好ましい。また、平行とは、光学軸と第1線状部分とのなす角が必ずしも 0° である必要はなく、実質的に平行であってもよい。具体的には、両者のなす角が、 4° （より好適には 2° ）以下であることが好ましい。
- [0027] なお、前記円偏光板の種類及び構造は特に限定されず、例えば、ディスプレイ分野に用いられる通常の円偏光板を用いることができる。好適には、 $\lambda/4$ 板と直線偏光板（直線偏光子）との積層体であるが、光学ピッチで螺旋構造を有する構造体（例えば、コレステリック液晶）を用いてもよい。
- [0028] また、前記直線偏光板の種類及び構造は特に限定されず、例えば、ディスプレイ分野に用いられる通常の直線偏光板を用いることができる。

[0029] なお、本発明の液晶パネルは、透過型、反射型、及び、半透過型のいずれであってもよい。透過型、又は、半透過型の場合、本発明の液晶パネルは、一對の円偏光板、又は、一對の直線偏光板を更に備えることが好ましい。

[0030] 本発明の第2の側面は、本発明の液晶パネルを備える液晶ディスプレイである。

発明の効果

[0031] 本発明によれば、視野角特性を向上することができる液晶パネル及び液晶ディスプレイを実現することができる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]実施形態1の液晶ディスプレイを示す平面模式図である。

[図2]図1のA－B線における電圧無印加時の断面模式図である。

[図3]図1のA－B線における電圧印加時の断面模式図である。

[図4]実施形態1の液晶ディスプレイを示す断面模式図である。

[図5]実施例1の液晶パネルにおける光学軸の配置関係を示す模式図である。

[図6] $P/d = 1.62$ の実施例1の液晶パネルの γ シフトを示す。

[図7] $P/d = 1.91$ の実施例1の液晶パネルの γ シフトを示す。

[図8] $P/d = 2.50$ の実施例1の液晶パネルの γ シフトを示す。

[図9] $P/d = 3.12$ の比較例1の液晶パネルの γ シフトを示す。

[図10]実施例1及び比較例1において、 P/d と、液晶の配向安定性との関係を示すグラフである。

[図11]実施例1の液晶パネルの顕微鏡写真を示す。

[図12]実施例1の液晶パネルの電圧印加時の断面模式図である。

[図13]シミュレーションに用いた画素のモデルを示す平面模式図である。

[図14]図13のC－D線における断面模式図である。

[図15]実施形態1に係るシミュレーションにおける光学軸の配置関係を示す模式図である。

[図16]実施形態1に係るサンプル1 ($P/d = 0.66$)の γ シフトの計算結果である。

[図17]実施形態1に係るサンプル2 ($P/d = 0.83$) の γ シフトの計算結果である。

[図18]実施形態1に係るサンプル3 ($P/d = 1.00$) の γ シフトの計算結果である。

[図19]実施形態1に係るサンプル4 ($P/d = 2.00$) の γ シフトの計算結果である。

[図20]実施例1の液晶パネルにおける光学軸の別の配置関係を示す模式図である。

[図21] $P/d = 1.62$ の実施例1の液晶パネルの γ シフトを示す。

[図22]実施例2の液晶パネルにおける光学軸の配置関係を示す模式図である。

[図23] $P/d = 1.62$ の実施例2の液晶パネルの γ シフトを示す。

[図24]実施形態1に係るサンプル5 ($P/d = 0.87$) の γ シフトの計算結果である。

[図25]実施形態1に係るシミュレーションにおける光学軸の別の配置関係を示す模式図である。

[図26]実施形態1に係るサンプル6 ($P/d = 0.87$) の γ シフトの計算結果である。

[図27]実施形態2の液晶ディスプレイを示す平面模式図である。

[図28]図27のE-F線における電圧無印加時の断面模式図である。

[図29]図27のE-F線における電圧印加時の断面模式図である。

[図30]実施形態2の液晶ディスプレイにおいて、液晶分子の電圧印加時の配向状態を説明するための平面模式図である。

発明を実施するための形態

[0033] 以下に実施形態を掲げ、本発明を図面を参照して更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施形態のみに限定されるものではない。

[0034] 本明細書において、セル厚 d は、大塚電子社製のセルギャップ検査装置 (RETS series) を用いて測定した。

[0035] なお、以下の各実施形態においては、液晶パネルを正面視したときの3時方向、12時方向、9時方向及び6時方向をそれぞれ、0°方位、90°方位、180°方位及び270°方位とし、3時及び9時を通る方向を左右方向とし、12時及び6時を通る方向を上下方向とする。また、正面視とは、液晶パネルの画面の法線方向から観察することを言い、正面方向とは、液晶パネルの画面の法線方向を言う。

[0036] また、以下の図では、主に1個の絵素（サブ画素）のみを図示しているが、各実施形態の液晶ディスプレイの表示領域（画像を表示する領域）には、複数の画素がマトリクス状に設けられている。各画素は、複数（通常、3個）の絵素からなる。

[0037] （実施形態1）

本実施形態の液晶ディスプレイは、TBA（Transverse Bend Alignment）モードの透過型の液晶ディスプレイである。TBAモードは、横電界方式の一種であり、横電界方式は、液晶層に対して横電界を作用させ、液晶分子の配向を制御することによって、画像表示を行う。

[0038] 図2に示すように、本実施形態の液晶ディスプレイは、液晶パネル100と、液晶パネル100の後方に設けられたバックライトユニット（図示せず）と、液晶パネル100、及び、バックライトユニットを駆動、及び、制御する制御部（図示せず）とを備える。

[0039] 液晶パネル100は、上記第1基板に相当するアクティブマトリクス基板（TFTアレイ基板）1（以下、単に基板1とも言う。）と、上記第2基板に相当し、基板1に対向する対向基板2（以下、単に基板2とも言う。）と、これらの間に挟持された液晶層3と、基板1、2の液晶層3とは反対側に設けられた一对の偏光板4、5とを有する。基板1は、液晶ディスプレイの背面側に設けられ、基板2は、観察者側に設けられる。偏光板4、5は、クロスニコルに配置されている。

[0040] 基板1、2は、表示領域を取り囲むように設けられたシール材（図示せず）によって貼り合わされている。また、基板1、2は、柱状スペーサ等のスペ

ーサ（図示せず）を介して互いに対向している。そして、基板 1、2 の間の空隙に液晶材料が封入されることにより、光学変調層として液晶層 3 が形成されている。

[0041] アクティブマトリクス基板 1 は、ガラス、プラスチック等の材料から形成される無色透明の絶縁基板 10 を含む。図 1、2 に示すように、絶縁基板 10 の液晶層 3 側の主面上には、互い平行な複数のゲートバスライン 12（以下、単にバスライン 12 とも言う。）と、ゲートバスライン 12 に直交する複数のソースバスライン 11（以下、単にバスライン 11 とも言う。）と、スイッチング素子であり、各絵素に設けられた薄膜トランジスタ（TFT）14 と、上記第 1 電極に相当し、各絵素に設けられた画素電極 20（以下、単に電極 20 とも言う。）と、上記第 2 電極に相当する複数の対向電極 22（以下、単に電極 22 とも言う。）と、垂直配向膜 19 とが形成されている。バスライン 11、12 によって区画された領域が概ね 1 つの絵素領域となる。対向電極 22 は、複数の絵素の中でゲートバスライン 12 の伸びる方向に隣接する絵素（以下、左右方向の絵素とも言う。）に共通して設けられている。画素電極 20 には、画像信号（電圧）が印加される。対向電極 22 は、全絵素に共通の電圧を印加するための電極（共通電極）であり、表示領域外で互いに接続されている。対向電極 22 には、全絵素に共通の電圧（共通電圧）が印加される。

[0042] TFT 14 は、ゲートとして機能し、ゲートバスライン 12 の一部であるゲート電極と、ソースとして機能し、ソースバスライン 11 に接続されたソース電極 11a と、ドレインとして機能するドレイン電極 13 とを有する。TFT 14 は、バスライン 11、12 の交差部近傍に設けられ、ゲートバスライン 12 上に島状に形成された半導体層 15 を含む。

[0043] ソースバスライン 11 は、表示領域外でソースドライバ（図示せず）に接続される。ゲートバスライン 12 は、表示領域外でゲートドライバ（図示せず）に接続され、表示領域内で TFT 14 のゲート電極としても機能する。また、ゲートバスライン 12 には、ゲートドライバから所定のタイミングで走

査信号がパルスの的に供給され、走査信号は、線順次方式により、各TFT14に印加される。

[0044] 画素電極20及び対向電極22は、一对の櫛歯電極である。画素電極20は、櫛歯に相当する複数の線状部分21と、線状部分21同士を接続する線状部分（柄の部分）とを有する。対向電極22は、櫛歯に相当する複数の線状部分23と、線状部分23同士を接続する線状部分（柄の部分）とを有する。画素電極20及び対向電極22は、隙間（間隔）をあけて互いの線状部分21、23が噛み合うように配置されている。線状部分21、23は、交互に配置され、互いに平行である。線状部分21、23は、図1では上下方向に伸びる直線部分であるが、画素電極20及び対向電極22によって所望の電界を発生させることができる限り、線状部分21、23の形状は、他の形状（例えば、V字状、折れ線状又は曲線状）であってもよい。

[0045] 基板1の断面構造に着目すると、絶縁基板10上には、第1配線層と、第1配線層を覆うゲート絶縁膜（図示せず）と、半導体層15と、第2配線層と、第2配線層を覆う絶縁層（図示せず）と、電極層と、垂直配向膜19とがこの順に積層されている。ゲートバスライン12は、第1配線層に形成され、ソースバスライン11、ソース電極11a、及び、ドレイン電極13は、第2配線層に形成され、画素電極20及び対向電極22は、電極層に形成されている。このように、画素電極20及び対向電極22は、同じ絶縁層上に配置されている。画素電極20は、絶縁層を貫通するコンタクトホール16を通してTFT14のドレイン電極13に電氣的に接続されている。

[0046] 対向基板2は、ガラス、プラスチック等の材料から形成される無色透明の絶縁基板40を含む。絶縁基板40の液晶層3側の主面上には、カラーフィルタ層41と、垂直配向膜42とがこの順に積層されている。

[0047] 液晶層3は、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶分子6を含む。この液晶分子6は、垂直配向膜19、42の配向規制力により、電圧無印加時（上述の電極20、22による電界が生じていない時）に、ホメオトロピック配向を示し、液晶分子6は、基板1、2の主面に対して略垂直な方向に配向

している。液晶層 3 のプレチルト角は、 86° 以上（好適には 88° 以上）、 90° 以下である。 86° 未満であると、コントラストが低下することがある。

[0048] 液晶パネル 100 は、互いにクロスニコルに配置された一对の偏光板 4、5 を有するとともに、垂直配向型の液晶層 3 を有することから、ノーマリブラックモードとなる。

[0049] TFT 14 は、走査信号の入力により一定期間だけオン状態になり、画素電極 20 には、TFT 14 がオン状態の間、画像信号が所定のタイミングでソースバスライン 11 から供給される。すなわち、画素電極 20 には、画像信号に応じた電圧が印加される。

[0050] 一方、対向電極 22 には、所定の電圧（AC 電圧又は DC 電圧、例えば、0 V）が印加されている。

[0051] 画素電極 20 に画像信号（電圧）を印加すると（以下、電圧印加時とも言う。）、画素電極 20 及び対向電極 22 の間に、画素電極 20 から対向電極 22 に向かって電界が発生する。この電界は、基板 1、2 の主面に対して略平行な電界（アーチ状の横電界）である。この横電界によって液晶分子 6 はベンド配向を示すため、液晶層 3 のリタレーションが変化し、各絵素の透過率が変化し、その結果、画像が表示される。

[0052] 以下、電圧印加時の液晶分子 6 の配向状態について詳細に説明する。

図 3 に示すように、画素電極 20 に電圧を印加すると、画素電極 20 及び対向電極 22 の間に上記横電界が発生する。液晶分子 6 の誘電率異方性は正であるので、液晶分子 6 は、横電界の電気力線に沿うようにベンド配向を示す。

[0053] ただし、画素電極 20 及び対向電極 22 の間の中央付近の液晶分子 6 c は、画素電極 20 への印加電圧の大きさに関係なく常に垂直に配向する。これは、両側から、より詳細には画素電極 20 及び対向電極 22 の方から他の液晶分子が倒れてくるためである。そのため、液晶分子 6 c が存在する領域には、画素電極 20 への印加電圧の大きさに関係なく、暗線 8 が常に発生する。

- [0054] また、線状部分 2 1、2 3 上の液晶分子 6 e は、横電界の影響をほとんど受けないので、画素電極 2 0 への印加電圧の大きさに関係なく常に垂直に配向する。したがって、線状部分 2 1、2 3 上には、画素電極 2 0 への印加電圧の大きさに関係なく、暗線 9 が常に発生する。
- [0055] 以上の結果、電圧印加時、線状部分 2 1、2 3 の中心線の間領域である領域 R 1 内に、規則的な配向分布が生じる。また、領域 R 1 内には、チルト角が $0 \sim 90^\circ$ の液晶分子 6 が存在することになる。そして、液晶分子 6 は、領域 R 1 内において、線状部分 2 1、2 3 の間の中央を通る中央線 3 0（実際は面（仮想的な面）であり、線状部分 2 1、1 3 と平行な方向に伸びる。）に対して対称的に配向する。すなわち、領域 R 1 内には、2 つのドメインが生じることとなる。
- [0056] そして、液晶分子 6 が対称的に配向している領域 R 1 では、相補的な配向補償（自己補償）を得ることができる。以下、図 4 を用いて、その原理について説明する。
- [0057] 図 4 では、極角 60° 方向から液晶パネル 1 0 0 に入射した光線について説明する。極角 60° を選択した理由は、下記（1）～（4）に示す通りである。（1）一般的に、極角 60° 方向において視野角特性が最も悪くなる。（2）液晶ディスプレイは、一般的に、極角 $0^\circ \sim 60^\circ$ の範囲内において観察される可能性が高い。（3）極角 60° を超える方向から液晶パネルに入射した光線は、液晶パネル表面で全反射するため、表示特性にほとんど影響しない。（4）上記（2）を考慮して、バックライトの出光分布は、通常、全出射光量に対する極角 $0^\circ \sim 60^\circ$ の範囲における光束量の割合が、90%を超えるように調整されている。
- [0058] なお、図 4 では、上側にバックライトがあるものとする。また、空気層の屈折率を 1、偏光板 4、5 の屈折率を 1.5 とした場合を想定して説明する。
- [0059] 極角 60° 方向から液晶パネル 1 0 0 に入射した光線（図 4 中、矢印で示される）は、偏光板 4 表面で屈折し、そして、液晶層 3 に入射する。このときの屈折角は、略 35.3° （ 35.26° ）となる。液晶層 3 に入射した光

線は、空気層に出射する際、偏光板 5 の表面で屈折する。このときの屈折角は、偏光板 4 に入射する際の入射角と同じ角度になる。すなわち極角 60° 方向から液晶パネル 100 に入射した光線は、最終的に、極角 60° の角度で空気層に出射する。

[0060] この光線が液晶分子 6 の相補的な配向補償を乱さないためには、この光線が領域 R 1 内を通過すればよい。より詳細に説明すると、電圧印加時、領域 R 1 内には、中央線 30（実際は面（仮想的な面））に対して対称的に配向した液晶分子が存在する。そのため、上記光線が領域 R 1 内を通過することができれば、上記光線に発生する位相差と、正面方向から領域 R 1 に入射した光に発生する位相差とが実質的に同じになる。したがって、極角 60° 方向における透過率を正面方向における透過率に近づけることができる。

[0061] また、セル厚 d が大きくなっても、上記光線の経路は、相似形を保つ。そのため、セル厚 d が大きくなると、領域 R 1 のピッチ P が大きくてもよい。

[0062] このように、相補的な配向補償を得るためには、領域 R 1 のピッチ P 、すなわち、線状部分 21、23 の中心線の間のピッチ P と、セル厚 d との関係が重要である。そして、ピッチ P とセル厚 d の比 P/d が小さいほど斜め視野角の改善効果を得ることができる。

[0063] 従来の TBA モードの液晶ディスプレイとしては、例えば、 $L/S = 2.5 \mu\text{m} / 7.5 \mu\text{m}$ 、 $P/d = 3$ のディスプレイが実用化されているが、このディスプレイでは、 γ シフト等の視野角特性に改善の余地があった。

[0064] それに対して、本実施形態では、 $P/d < 3$ に設定されている。そのため、従来に比べて、視野角特性を向上することができる。

[0065] 例えば、 $P/d < \tan 35.26 \div 0.7$ （好適には 0.7）を満たせば、極角 60° 方向から液晶パネル 100 に入射した光は、領域 R 1 内を通過することができるので、相補的な配向補償は原理的には乱れず、正面方向と斜め方向との間において透過率は変化しない。言い換えると、 $P/d < \tan 35.26 \div 0.7$ （好適には 0.7）を満たせば、極角 $0^\circ \sim 60^\circ$ の方向から液晶パネル 100 に入射する光を領域 R 1 内の 2 つのドメイン

によって相互に完全に補償することができ、 γ シフトを特に改善することができる。

[0066] 以下、液晶パネル 100 及び各部材について更に説明する。

[0067] 線状部分 21、23 の幅は、できるだけ細いことが好ましいが、断線等の不良の発生を防止する観点からは、 $3\ \mu\text{m}$ （より好適には $2\ \mu\text{m}$ ）以上であることが好ましい。線状部分 21、23 の幅は互いに異なってもよい。

[0068] なお、本明細書において、線状部分の幅とは、長手方向に対して直交する方向における線状部分の長さを意味する。

[0069] セル厚 d は、 $2.8 \sim 5\ \mu\text{m}$ （好適には $3 \sim 4\ \mu\text{m}$ ）程度である。セル厚 d と、液晶材料の屈折率異方性 Δn （波長 λ の光に対する値）との積（パネルリタデーション）が略 $\lambda/2$ を満たすことが好ましい。具体的には、 $280 \leq d \Delta n \leq 450\ \text{nm}$ を満たすことが好ましく、 $280 \leq d \Delta n \leq 340\ \text{nm}$ を満たすことがより好ましい。

[0070] バックライトユニット、及び、制御部としては、従来公知のものを適宜使用することができる。

[0071] 円偏光板 4、5 としては、一对の円偏光板、又は、一对の直線偏光板を用いることができる。なお、円偏光板は、右円偏光及び左円偏光のいずれか一方を透過し、他方を吸収又は反射する光学素子である。

[0072] 円偏光板 4、5 として一对の円偏光板を用いた場合、一对の円偏光板は、互いにクロスニコルに配置される。一方の円偏光板は、基板 1 側からこの順に積層された第 1 の $\lambda/4$ 板（図示せず）と第 1 の直線偏光板（図示せず）とを有する。第 1 の $\lambda/4$ 板の光学軸（遅相軸）と、第 1 の直線偏光板の吸収軸とのなす角は、略 45° に設定される。他方の円偏光板は、基板 2 側からこの順に積層された第 2 の $\lambda/4$ 板（図示せず）と第 2 の直線偏光板（図示せず）とを有する。第 2 の $\lambda/4$ 板の光学軸（遅相軸）と、第 2 の直線偏光板の吸収軸とのなす角は、略 45° に設定される。第 1 及び第 2 の $\lambda/4$ 板の光学軸（遅相軸）は、互いに略直交する。第 1 及び第 2 の直線偏光板の吸収軸は、互いに略直交する。

- [0073] 円偏光板 4、5 として一对の直線偏光板を用いた場合、一对の直線偏光板は、互いにクロスニコルに配置されている。すなわち、一对の直線偏光板の吸収軸は、互いに略直交している。一对の直線偏光板の吸収軸はそれぞれ、略 45° 方位、及び、略 135° 方位に設定される。
- [0074] なお、各直線偏光板は、直線偏光素子を含む。直線偏光素子としては、典型的にはポリビニルアルコール（PVA）フィルムに二色性を有するヨウ素錯体等の異方性材料を吸着配向させたものが挙げられる。機械強度、及び、耐湿熱性を確保するために、各直線偏光板は、通常、PVA フィルムの両面に接着層を介してラミネートされた、トリアセチルセルロース（TAC）フィルム等の保護フィルムを更に含む。
- [0075] 基板 1 及び偏光板 4 の間と、基板 2 及び偏光板 5 の間との少なくとも一方には、視野角特性の更なる向上を目的に、位相差板等の光学フィルムが設けられてもよい。
- [0076] 垂直配向膜 19、42 は、少なくとも全表示領域を覆うように切れ目なく形成されている。垂直配向膜 19、42 は、近傍の液晶分子 6 を膜表面に対して実質的に垂直方向に配向することができる。垂直配向膜 19、42 の材料としては特に限定されず、例えば、従来の VA モードに使用される配向膜材料、垂直配向捩れネマチック（VATN）モードに使用される光配向膜材料等を挙げることができる。垂直配向膜 19、42 は、ポリイミド等を含む有機材料を用いて形成された有機配向膜であってもよいし、シリコン酸化物等を含む無機材料を用いて形成された無機配向膜であってもよい。
- [0077] なお、光配向膜材料を用いて垂直配向膜 19、42 を形成する方法としては、例えば、光配向膜に垂直方向から紫外線を照射して略 90° のプレチルト角を発現させる方法等が挙げられる。このように、垂直配向膜 19、42 は、ラビング処理、紫外線照射等の配向処理が行われたものであってもよいが、配向処理が行われていないことが好ましく、成膜されるだけで垂直配向性を発現することがより好ましい。これにより、配向処理工程を省略でき、製造工程を簡略化できる。

[0078] 画素電極 20 及び対向電極 22 の材料としては、透光性を有する導電性材料が好適であり、なかでもインジウム錫酸化物（ITO）、インジウム酸化亜鉛物（IZO）等の金属酸化物が好適に用いられる。

[0079] なお、これら以外で基板 1 に設けられた部材（例えば、バスライン 11、12、半導体層 15 等）の材料には、従来公知のものを使用することができる。

[0080] カラーフィルタ層 41 は、各々が絵素に対応して設けられた複数の色層（カラーフィルタ）を含む。色層は、カラー表示を行うために用いられるものであり、顔料を含有するアクリル樹脂等の透明な有機絶縁膜等から形成され、主として、絵素領域に形成されている。これにより、カラー表示が可能となる。各画素は、例えば、R（赤）、G（緑）、B（青）の各色光を出力する 3 個の絵素から構成される。なお、各画素を構成する絵素の色の種類及び数は特に限定されず、適宜設定することができる。すなわち、各画素は、例えば、シアン、マゼンタ及びイエローの 3 色の絵素から構成されてもよいし、4 色以上（例えば、R、G、B、Y（イエロー）の 4 色）の絵素から構成されてもよい。

[0081] カラーフィルタ層 41 は、各絵素間を遮光するブラックマトリクス（BM）層を更に含んでもよい。BM 層は、不透明な金属膜（例えばクロム膜）、及び／又は、不透明な有機膜（例えば炭素を含有するアクリル樹脂）から形成でき、隣接する絵素の境界の領域に対応する領域に形成される。

[0082] カラーフィルタ層 41 及び垂直配向膜 42 の間には、オーバーコート層が設けられてもよい。これにより、基板 2 の液晶層 3 側の表面を平坦にすることができる。なお、オーバーコート層の表面に突起部を設け、この突起部を柱状スペーサとして機能させてもよい。オーバーコート層に突起部を設ける方法としては、多階調のフォトリソグラフィ法が挙げられる。

[0083] （実施例 1 及び比較例 1）

実施形態 1 に係る複数の液晶パネルを実際に作製した。

絶縁基板 10、40 としてはガラス基板を用いた。画素電極 20 及び対向電極 22 は、絶縁基板 10 の全面にスパッタ法にて形成した ITO 膜（厚み 140 nm）を、フォトリソグラフィ法を用いてパターニングすることによって形成した。絶縁基板 40 上にオーバーコート層は形成しなかった。絶縁基板 10、40 間にメルク社製のポジ型液晶材料（ $\Delta\epsilon = 8$ ）を真空注入法にて封入した。偏光板 4、5 としては、 $\lambda/4$ 板及び直線偏光板が絶縁基板 10、40 側からこの順に積層された円偏光板を用いた。図 5 に示すように、偏光板 4 において、直線偏光板の吸収軸 4p、及び、 $\lambda/4$ 板の面内遅相軸 4s はそれぞれ、 90° 方位、及び、 135° 方位に設定した。偏光板 5 において、直線偏光板の吸収軸 5p、及び、 $\lambda/4$ 板の面内遅相軸 5s はそれぞれ、 0° 方位、及び、 45° 方位に設定した。液晶分子 6 のドメイン軸 6a は、 0° 方位に設定した。なお、ドメイン軸とは、電圧印可時の液晶分子の配向方位（傾斜方位）を示す。したがって、ドメイン軸 6a は、線状部分 21、23 に直交する。

[0084] 各パネルにおいて、櫛歯（線状部分 21、23）の幅 L と、櫛歯の間隔 S と、領域 R1 のピッチ P と、セル厚 d と、液晶材料の屈折率異方性 Δn とは、下記表 1 に示すように設定した。なお、各パネルにおいて、液晶層 3 のリタデーション（ $Re = \Delta n \cdot d$ ）は、略一定になるように調整した。 $P/d = 3.12$ 又は 3.68 のパネルが比較例 1 であり、それ以外のパネルが実施例 1 である。また、各パネルは、単一の幅 L 及び間隔 S を有するので、ピッチ P、幅 L 及び幅 S は、 $P = L + S$ の関係を満たす。

[0085] [表1]

L (μm)	S (μm)	$\Delta n d$	313	312	319
		Δn	0.09	0.07	0.07
		d (μm)	3.4	4.4	4.9
		P (μm)	P/d		
2.8	2.7	5.5	1.62	1.25	1.12
3.3	3.3	6.6	1.94	1.50	1.35
3.7	4.8	8.5	2.50	1.93	1.73
3.8	6.8	10.6	3.12	2.41	2.16
3.4	9.1	12.5	3.68	2.84	2.55

[0086] 比較例 1 のパネルに対して、実施例 1 では、 P/d を下げると γ シフトが改

善する傾向が確認された。具体的に、図6～9に、実施例1及び比較例1の液晶パネルの γ シフトを測定した結果を示す。図6は、 $P/d = 1.62$ の実施例1の液晶パネルの γ シフトを示し、図7は、 $P/d = 1.91$ の実施例1の液晶パネルの γ シフトを示し、図8は、 $P/d = 2.50$ の実施例1の液晶パネルの γ シフトを示し、図9は、 $P/d = 3.12$ の比較例1の液晶パネルの γ シフトを示す。なお、 γ シフトとは、正面方向における γ カーブに対して、斜め方向における γ カーブがどの程度変化したかを示す。

[0087] 図6～9中、横軸は階調を、縦軸は規格化輝度比を示す。なお、規格化輝度比とは、最高階調（255階調）の輝度に対する各階調の輝度の比を示す。また、図6～9中の各プロットは、 $\gamma = 2.2$ で補正を行っている。更に、図6～9には、正面方向と、 45° 方位又は 22.5° 方位かつ極角 60° の方向と、 0° 方位又は 180° 方位かつ極角 60° の方向とにおける結果を示す。図6～9に示すように、 P/d を下げると γ シフトが改善することがわかった。

[0088] 次に、各パネルについて、 P/d と、液晶の配向安定性との関係について調べた結果を示す。図10は、実施例1及び比較例1において、 P/d と、液晶の配向安定性との関係を示すグラフである。図10の縦軸は、図11、12に示すように、液晶の配向が乱れたときの印加電圧を表している。このとき、図12の右側に示すように、液晶分子6は、電極20、22間で対称性がなく、どちらかの電極に偏った状態で配向していると考えられる。そのため、図11に示すように、対称的な液晶配向に必要な暗線8が消失したと考えられる。

[0089] ピッチ P が小さい、及び／又は、セル厚 d が大きい場合、印加電圧が大きくなると液晶の配向が乱れてしまう。すなわち暗線8が発生する配向状態は、本実施形態に必要な配向状態であるが、暗線8の消失している部分は液晶分子6の対称性が崩れてしまっている。そして、 $P/d \leq 1.5$ の実施例では、255階調の電圧を印加することができず、 γ シフトを評価することができなかった。

[0090] したがって、本実施形態において所望の配向状態を安定的に得る観点からは、 $1.5 < P/d$ に設定されることが好ましい。また、所望の配向状態を安定的に得るとともに、 γ シフトを改善する観点からは、 $1.5 < P/d < 3.0$ に設定されることが好ましい。

[0091] ただし、垂直配向膜 19、42 上にそれぞれ、配向補助層を形成すると、液晶分子 6 の配向方向を固定することができるので、 P/d が 1.5 未満であっても、所望の配向状態を安定的に得ることが可能である。

[0092] なお、配向補助層は、ポリマーを用いた配向維持技術、いわゆる P S A (Polymer Sustained Alignment) 技術を利用して形成することができる。具体的には、まず、液晶材料にモノマー、オリゴマー等の重合性成分を混合した組成物を基板 1、2 間に封入する。そして、各電極に所定の電圧を印加した状態で、該組成物に熱を与えるか、及び／又は、光（例えば紫外線）を照射し、重合性成分を重合させる。これにより、ポリマーを含む配向補助層を形成することができる。そして、電圧無印加状態においても、液晶分子 6 は所定のプレチルト角を有し、液晶分子 6 の配向方位が規定される。なお、重合性成分の重合は、電圧無印可状態で行ってもよい。

[0093] 上述のように、 $P/d \leq 1.5$ の実施例については、 γ シフトを評価することができなかった。そこで、本発明者らは、本実施形態の効果を更に確認するために実施形態 1 に係る画素モデルについてシミュレーションを行った。なお、シミュレーションにはシンテック社製の P R I M E - 3 D を用いた。

[0094] シミュレーション用の画素モデルは、図 1 で示した絵素の一部の構成を含む。具体的には、図 13、14 に示すように、一对の基板 60、70 と、基板 60、70 間に挟持された液晶層 80 と、一对の基板の外側に設けられた一对の円偏光板 61、71 と、基板 60 上に形成され画素電極 62 及び対向電極 63 とを備えていた。画素電極 62 及び対向電極 63 は各々、線状部分のみを含んでいた。液晶層 80 は、垂直配向型の液晶層であり、正の誘電率異方性を有する液晶分子 81 を含んでいた。円偏光板 61、71 はそれぞれ、基板 60、70 側からこの順に積層された $\lambda/4$ 板及び直線偏光板を含んで

いた。図15に示すように、円偏光板61において、直線偏光板の吸収軸61p、及び、 $\lambda/4$ 板の面内遅相軸61sはそれぞれ、 90° 方位、及び、 135° 方位に設定した。円偏光板71において、直線偏光板の吸収軸71p、及び、 $\lambda/4$ 板の面内遅相軸71sはそれぞれ、 0° 方位、及び、 45° 方位に設定した。ドメイン軸81aは、 0° 方位に設定した。したがって、ドメイン軸81aは、画素電極62及び対向電極63の各々の線状部分に直交する。セル厚dは、 $3.00\mu\text{m}$ に固定した。

[0095] P/d を0.66、0.83、1.00又は2.00に設定した4つのサンプル（サンプル1～4）について計算した。

[0096] 図16～19に、その結果を示す。図16、17、18及び19は、それぞれ、実施形態1に係る、サンプル1（ $P/d=0.66$ ）、サンプル2（ $P/d=0.83$ ）、サンプル3（ $P/d=1.00$ ）及びサンプル4（ $P/d=2.00$ ）の γ シフトの計算結果である。 $P/d=0.83$ 以下になると、正面方向の γ カーブに対して極角 60° 方向の γ カーブがほとんどずれなくなることが確認され、上述の理論通りの結果となった。

[0097] 次に、偏光板の種類が視野角特性（ γ シフト）にどのように影響するかを調べた結果について説明する。

[0098] $P/d=1.62$ の実施例1の液晶パネルは、図5に示したように、ドメイン軸6aが吸収軸5pに沿っていた。その γ シフトは、図6に示した通りである。

[0099] ここで、該パネルにおける光学軸を図20に示すように 45° だけ回転して γ シフトを測定した。具体的には、偏光板4において、直線偏光板の吸収軸4p、及び、 $\lambda/4$ 板の面内遅相軸4sはそれぞれ、 135° 方位、及び、 180° 方位に設定した。偏光板5において、直線偏光板の吸収軸5p、及び、 $\lambda/4$ 板の面内遅相軸5sはそれぞれ、 45° 方位、及び、 90° 方位に設定した。ドメイン軸6aは、 0° 方位のままである。

[0100] その結果を図21に示す。図6、21を比較すると、 $P/d=1.62$ の実施例1の液晶パネルにおいて、偏光板の軸の方位は γ シフトにほとんど影響

しないことがわかった。

[0101] (実施例 2)

偏光板 4、5 として、円偏光板の代わりに直線偏光板を用いたことを除いて、実施例 1 と同様に、 $P/d = 1.62$ の実施例 2 の液晶パネルを作製した。

[0102] 図 22 に示すように、偏光板 4 (直線偏光板) の吸収軸 4 p は、 135° 方位に設定した。偏光板 5 (直線偏光板) の吸収軸 5 p は、 45° 方位に設定した。ドメイン軸 6 a は、 0° 方位のままである。

[0103] その結果を図 23 に示す。図 6、21、23 を比較すると、 $P/d = 1.62$ の液晶パネルの γ シフトはいずれも、同等であり、偏光板の軸の方位と、偏光板の種類とはいずれも、 γ シフトにほとんど影響しないことがわかった。

[0104] 次に、 P/d が小さい場合について説明する。

上述のシミュレーション用の画素モデルを用いて、 $P/d = 0.87$ のサンプル 5 について γ シフトを算出した。なお、 P/d を変更したこと除いて、サンプル 5 は、サンプル 1 ~ 4 と同じであり、サンプル 5 では、図 15 に示したように、ドメイン軸 81 a が吸収軸 71 p に沿っていた。図 24 にその結果を示す。

[0105] また、光学軸の方位が異なることを除いて、サンプル 5 と同じサンプル 6 の γ シフトを計算した。図 25 に、サンプル 6 の偏光板の光学軸の配置関係を示す。偏光板 61 において、直線偏光板の吸収軸 61 p、及び、 $\lambda/4$ 板の面内遅相軸 61 s はそれぞれ、 135° 方位、及び、 180° 方位に設定した。偏光板 71 において、直線偏光板の吸収軸 71 p、及び、 $\lambda/4$ 板の面内遅相軸 71 s はそれぞれ、 45° 方位、及び、 90° 方位に設定した。ドメイン軸 81 a は、 0° 方位のままである。

[0106] その結果を図 26 に示す。図 24、26 を比較すると、 P/d が小さくなると、偏光板の吸収軸と平行な方向又は直交する方向にドメイン軸を配置した方が、 γ シフトが良好であることがわかった。すなわち、吸収軸の方位から

見た場合に液晶分子が隠れるように、偏光板を配置した方が斜め視野角の補償は乱れないことがわかった。

[0107] (実施形態2)

以下、実施形態2の液晶ディスプレイについて説明する。なお、本実施形態と、実施形態1とで同様の機能を発揮する部材については同じ符号を付し、その詳細な説明を省略する。すなわち、説明を省略した部材の各種の形態は、本実施形態にも適用可能である。

[0108] 図28に示すように、本実施形態の液晶ディスプレイは、液晶パネル200と、液晶パネル200の後方に設けられたバックライトユニット（図示せず）と、液晶パネル200、及び、バックライトユニットを駆動、及び、制御する制御部（図示せず）とを備える。

[0109] 液晶パネル200は、上記第1基板に相当するアクティブマトリクス基板（TFTアレイ基板）201（以下、単に基板201とも言う。）と、上記第2基板に相当し、基板201に対向する対向基板202（以下、単に基板202とも言う。）と、これらの間に挟持された液晶層203と、基板201、202の液晶層203とは反対側に設けられた一对の偏光板4、5とを有する。基板201は、液晶ディスプレイの背面側に設けられ、基板202は、観察者側に設けられる。

[0110] 基板201、202は、表示領域を取り囲むように設けられたシール材（図示せず）によって貼り合わされている。また、基板201、202は、柱状スペーサ等のスペーサ（図示せず）を介して対向している。そして、基板201、202の間の空隙に液晶材料が封入されることにより、光学変調層として液晶層203が形成されている。

[0111] アクティブマトリクス基板201は、絶縁基板10を含む。図27、28に示すように、絶縁基板10の液晶層203側の主面上には、複数のゲートバスライン12と、複数のソースバスライン11と、薄膜トランジスタ（TFT）14と、上記第1電極に相当し、各絵素に設けられた画素電極220（以下、単に電極220とも言う。）と、上記第2電極に相当し、全絵素に共

通に設けられた下層電極 222（以下、単に電極 222 とも言う。）と、垂直配向膜 19 とが形成されている。画素電極 220 には、画像信号（電圧）が印加される。下層電極 222 は、共通電極であり、全絵素に共通の電圧（共通電圧）が印加される。

[0112] 画素電極 220 は、櫛歯電極である。画素電極 220 は、櫛歯に相当する複数の線状部分 221 と、線状部分 221 同士を接続する線状部分（柄の部分）とを有する。線状部分 221 は、互いに平行に配置される。このように、線状部分 221 は、図 27 では上下方向に伸びる直線部分であるが、画素電極 220 及び下層電極 222 によって所望の電界（例えば、放物線状の電界）を発生させることができる限り、線状部分 221 の形状は、他の形状（例えば、V 字状、折れ線状又は曲線状）であってもよい。下層電極 222 は、面状であり、後述するコンタクトホール 216 が形成された領域を除いて、少なくとも全表示領域を覆うように切れ目なく形成されている。したがって、下層電極 222 は、線状部分 221 の間の隙間と重畳（対向）している。

[0113] 基板 201 の断面構造に着目すると、絶縁基板 10 上には、第 1 配線層と、第 1 配線層を覆うゲート絶縁膜（図示せず）と、半導体層 15 と、第 2 配線層と、第 2 配線層を覆う第 1 絶縁層（図示せず）と、下層電極 222 と、第 2 絶縁層 218 と、画素電極 220 と、垂直配向膜 19 とがこの順に積層されている。画素電極 220 は、第 1 絶縁層、及び、第 2 絶縁層 218 を貫通するコンタクトホール 216 を通して TFT 14 のドレイン電極 13 に電氣的に接続されている。

[0114] 対向基板 202 は、絶縁基板 40 を含む。絶縁基板 40 の液晶層 3 側の主面上には、カラーフィルタ層 41 と、上記第 3 電極に相当する対向電極 243（以下、単に電極 243 とも言う。）と、垂直配向膜 42 とがこの順に積層されている。対向電極 243 は、面状であり、少なくとも全表示領域を覆うように切れ目なく形成されている。また、対向電極 243 は、画素電極 220 に対向している。

[0115] 液晶層 203 は、負の誘電率異方性を有するネマチック液晶分子 206 を含

む。この液晶分子 206 は、垂直配向膜 19、42 の配向規制力により、電圧無印加時（上述の電極 220、222、243 による電界が生じていない時）に、ホメオトロピック配向を示し、液晶分子 206 は、基板 201、202 の主面に対して略垂直な方向に配向している。液晶層 203 のプレチルト角は、 86° 以上（好適には 88° 以上）、 90° 以下である。 86° 未満であると、コントラストが低下することがある。

[0116] 液晶パネル 200 は、互いにクロスニコルに配置された一对の偏光板 4、5 を有するとともに、垂直配向型の液晶層 203 を有することから、ノーマリブラックモードとなる。

[0117] TFT 14 は、走査信号の入力により一定期間だけオン状態になり、画素電極 220 には、TFT 14 がオン状態の間、画像信号が所定のタイミングでソースバスライン 11 から供給される。すなわち、画素電極 220 には、画像信号に応じた電圧が印加される。

[0118] 一方、対向電極 222 は、全絵素に共通の電圧を印加するための電極（共通電極）であり、対向電極 222 には、所定の電圧（AC 電圧又は DC 電圧、例えば、0 V）が印加されている。対向電極 243 もまた、共通電極であり、所定の電圧（AC 電圧又は DC 電圧、例えば、0 V）が印加されている。

[0119] 画素電極 220 に画像信号（電圧）を印加すると（以下、電圧印加時とも言う。）、画素電極 220、対向電極 222 及び対向電極 243 の間に、画素電極 220 から対向電極 222、243 に向かって電界が発生する。この電界によって液晶分子 206 は倒れるため、液晶層 203 のリタレーションが変化し、各絵素の透過率が変化し、その結果、画像が表示される。

[0120] 以下、電圧印加時の液晶分子 206 の配向状態について詳細に説明する。

画素電極 220 に電圧を印加すると、画素電極 220 から対向電極 222 に向かう放物線状の電界と、画素電極 220 から対向電極 243 に向う垂直方向の電界とが発生する。液晶分子 206 の誘電率異方性は負であるので、横電界の電気力線と直交する方向に配向しようとする。その結果、図 29、30 に示すように、液晶分子 206 は、基板 201、202 の主面に対して略

平行な方向に倒れる。線状部分 221 の間の液晶分子 206 c は、線状部分 221 の長手方向に配向している。他方、線状部分 221 上の液晶分子 206 e は、液晶パネル 200 を平面視した状態で、線状部分 221 の長手方向に対して若干傾斜して配向している。また、液晶パネル 200 を断面視した状態で、液晶分子 206 c に比べて、液晶分子 206 e のチルト角は小さくなる。

[0121] 以上の結果、電圧印加時、線状部分 221 の中心線の間の領域である領域 R2 内に、規則的な配向分布が生じる。また、領域 R2 内には、チルト角が互いに異なる液晶分子 6 が存在することになる。そして、液晶分子 206 は、領域 R2 内において、線状部分 221 の間の中央を通る中央線（実際は面（仮想的な面）であり、線状部分 221 と平行な方向に伸びる）に対して対称的に配向する。すなわち、領域 R2 内には、2つのドメインが生じることとなる。このように、液晶分子 206 が対称的に配向している領域 R2 では、実施形態 1 と同様の原理により、相補的な配向補償を得ることができる。

[0122] また、本実施形態においても、領域 R2 のピッチ P、すなわち、線状部分 221 の中心線の間のピッチ P と、セル厚 d との比 P/d が小さいほど斜め視野角の改善効果を得ることができ、 $P/d < 3$ に設定されている。そのため、従来に比べて、視野角特性を向上することができる。

[0123] 以下、液晶パネル 200 及び各部材について更に説明する。

[0124] 線状部分 221 の幅は、できるだけ細いことが好ましいが、断線等の不良の発生を防止する観点からは、 $3\ \mu\text{m}$ （より好適には $2\ \mu\text{m}$ ）以上であることが好ましい。線状部分 221 の幅は互いに異なってもよい。

[0125] セル厚 d は、 $2.8 \sim 4.5\ \mu\text{m}$ （好適には $3.0 \sim 3.4\ \mu\text{m}$ ）程度である。セル厚 d と、液晶材料の屈折率異方性 Δn （波長 λ の光に対する値）との積（パネルリタデーション）が略 $\lambda/2$ を満たすことが好ましい。具体的には、 $280 \leq d \Delta n \leq 450\ \text{nm}$ を満たすことが好ましく、 $280 \leq d \Delta n \leq 340\ \text{nm}$ を満たすことがより好ましい。

[0126] 第 2 絶縁層 218 は、透明な絶縁材料から形成され、具体的には、例えば、

酸化シリコン、窒化シリコン等の無機絶縁膜、アクリル樹脂等の有機絶縁膜から形成される。第2絶縁層218の膜厚は、0.1～3.2 μm 程度である。第2絶縁層218としては、SiNから形成された膜厚0.1～0.3 μm 程度の絶縁膜、又は、アクリル樹脂から形成された膜厚1～3.2 μm 程度の絶縁膜が好適である。第2絶縁層218は、複数の層が積層されていてもよく、この場合、複数の層の材料は、互いに異なってもよい。例えば、無機絶縁膜と有機絶縁膜との積層体であってもよい。画素電極220及び対向電極222、243の材料としては、透光性を有する導電性材料が好適であり、なかでもインジウム錫酸化物（ITO）、インジウム酸化亜鉛物（IZO）等の金属酸化物が好適に用いられる。

[0127] 本願は、2010年12月28日に出願された日本国特許出願2010-293851号を基礎として、パリ条約ないし移行する国における法規に基づく優先権を主張するものである。該出願の内容は、その全体が本願中に参照として組み込まれている。

符号の説明

- [0128] 1、201：アクティブマトリクス基板
2、202：対向基板
3、203：液晶層
4、5：偏光板
4p、5p：吸収軸
4s、5s：面内遅相軸
6、6c、6e、206、206c、206e：液晶分子
6a：ドメイン軸
8、9：暗線
10、40：絶縁基板
11：ソースバスライン
11a：ソース電極
12：ゲートバスライン

13 : ドレイン電極
14 : TFT
15 : 半導体層
16、216 : コンタクトホール
19、42 : 垂直配向膜
20、220 : 画素電極
21、23、221 : 線状部分
22、222、243 : 対向電極
41 : カラーフィルタ層
100、200 : 液晶パネル
218 : 第2絶縁層
R1、R2 : 領域（相補的補償領域）
d : セル厚
P : ピッチ

請求の範囲

- [請求項1] 第1基板と、前記第1基板に対向する第2基板と、前記第1基板、及び、前記第2基板の間に挟持され、液晶分子を含む液晶層とを備える垂直配向型の液晶パネルであって、
前記第1基板は、隙間をあけて並んだ複数の第1線状部分を含む第1電極を有し、
前記第1基板、又は、前記第2基板は、第2電極を有し、
前記液晶層は、少なくとも前記第1電極、及び、前記第2電極によって生じる電界により駆動され、
前記複数の第1線状部分の中心線間の距離を D とし、前記液晶パネルのセル厚を d とすると、 $D/d < 3$ を満たすことを特徴とする液晶パネル。
- [請求項2] 前記液晶分子は、電圧印加時、ある面に対して対称的に配向することを特徴とする請求項1記載の液晶パネル。
- [請求項3] 前記第1基板は、前記第2電極を有し、
前記第2電極は、隙間をあけて並んだ複数の第2線状部分を含み、
前記第1線状部分と、前記第2線状部分とは、交互に配置されることを特徴とする請求項1又は2記載の液晶パネル。
- [請求項4] 前記第1電極、及び、前記第2電極は各々、櫛歯形状を含むことを特徴とする請求項3記載の液晶パネル。
- [請求項5] 前記液晶分子の誘電率異方性は、正であることを特徴とする請求項3又は4記載の液晶パネル。
- [請求項6] $D/d > 1.5$ を満たすことを特徴とする請求項3～5のいずれかに記載の液晶パネル。
- [請求項7] 前記第1基板は、前記第2電極と、前記第1電極、及び、前記第2電極の間に設けられた絶縁層とを有し、
前記第2電極は、面状であり、
前記第2基板は、面状の第3電極を有し、

前記第 2 電極は、前記隙間に重畳することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の液晶パネル。

[請求項 8] 前記第 1 電極は、櫛歯形状を含むことを特徴とする請求項 7 記載の液晶パネル。

[請求項 9] 前記液晶分子の誘電率異方性は、負であることを特徴とする請求項 7 又は 8 記載の液晶パネル。

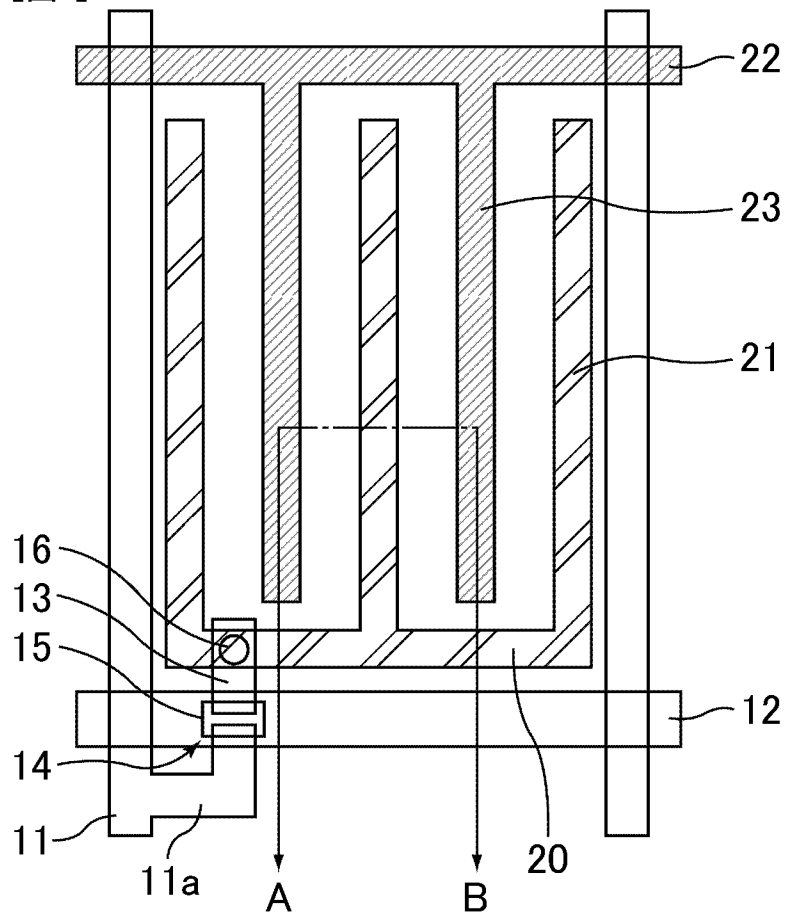
[請求項 10] 前記液晶パネルは、円偏光板を更に備えることを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の液晶パネル。

[請求項 11] 前記円偏光板の光学軸は、前記複数の第 1 線状部分と直交するか、又は、平行であることを特徴とする請求項 10 記載の液晶パネル。

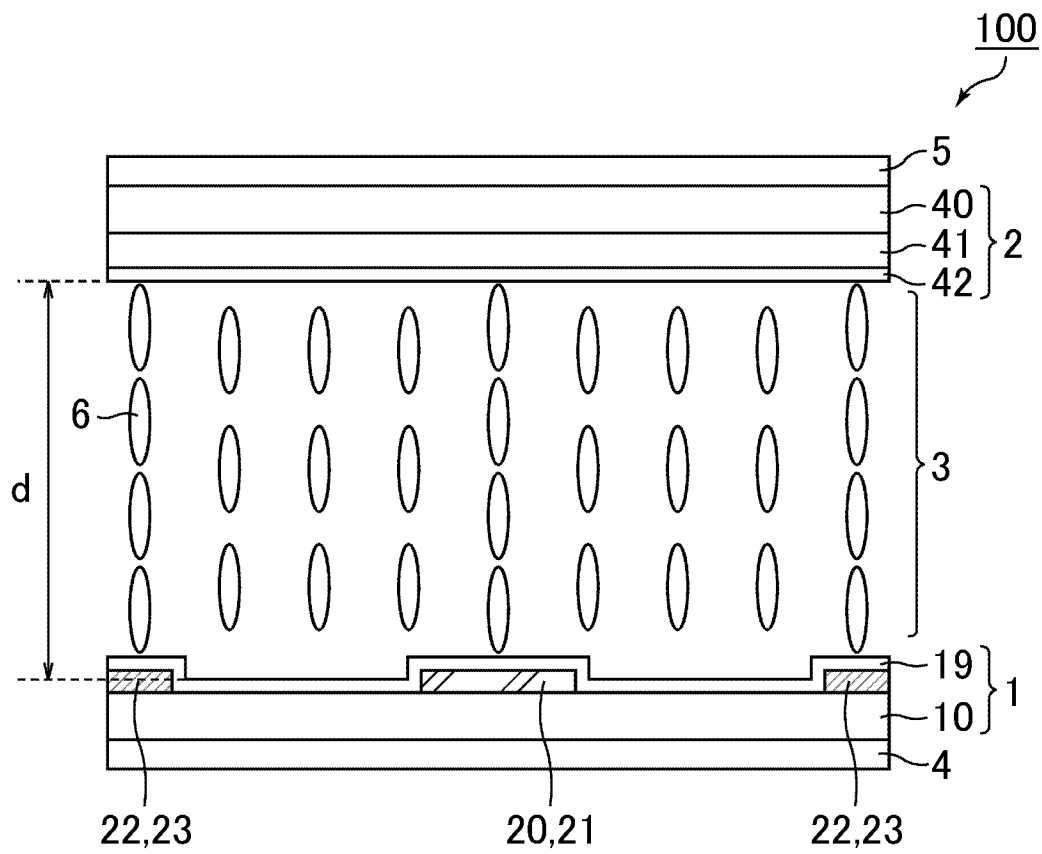
[請求項 12] 前記液晶パネルは、直線偏光板を更に備えることを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の液晶パネル。

[請求項 13] 請求項 1 ～ 12 のいずれかに記載の液晶パネルを備えることを特徴とする液晶ディスプレイ。

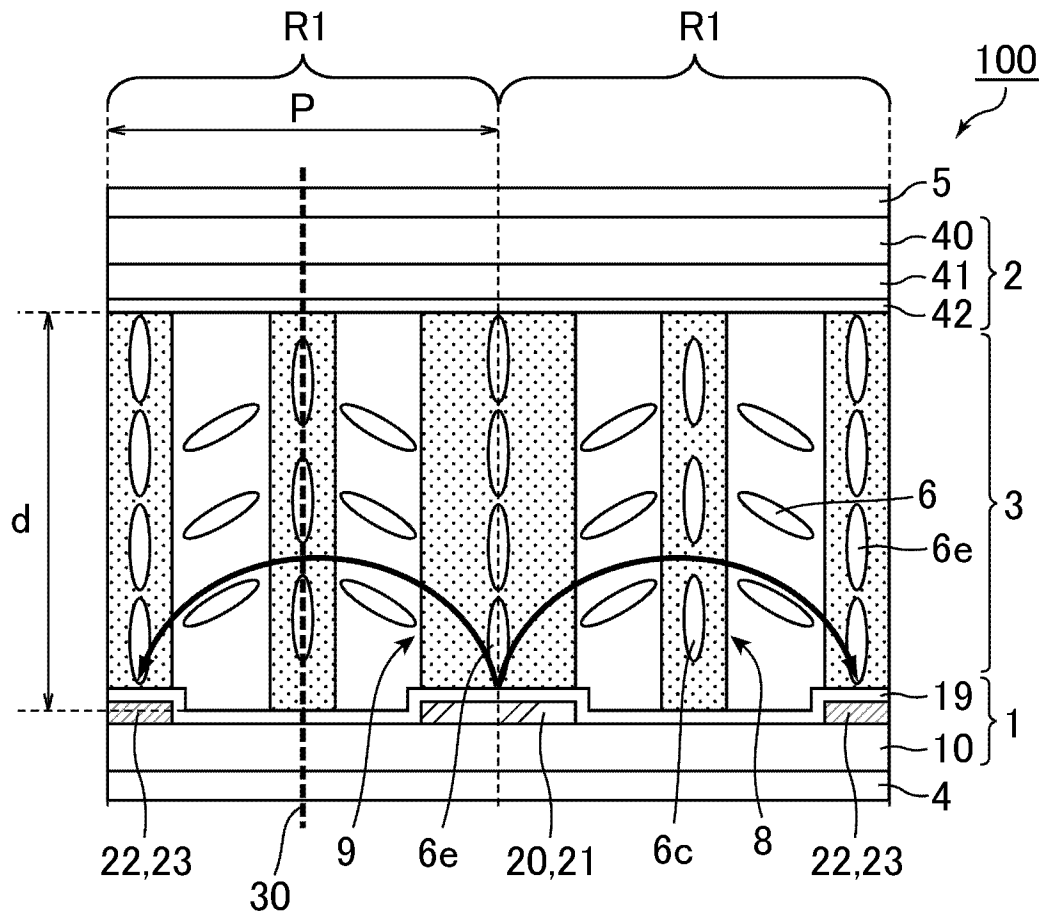
[図1]



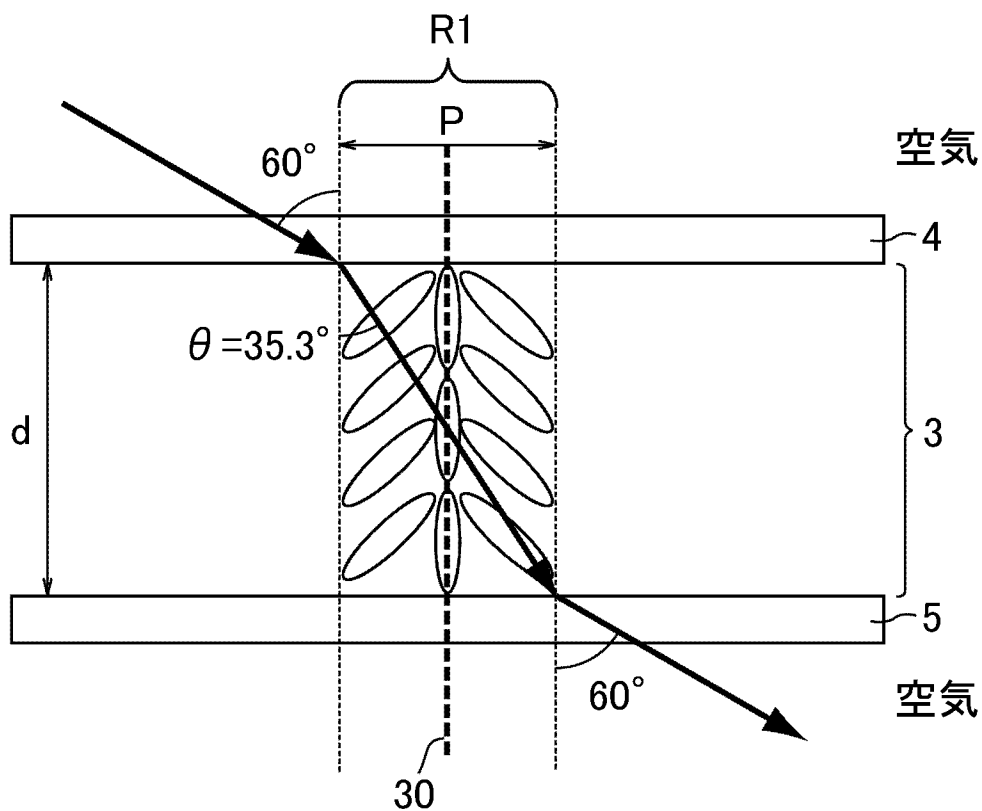
[図2]



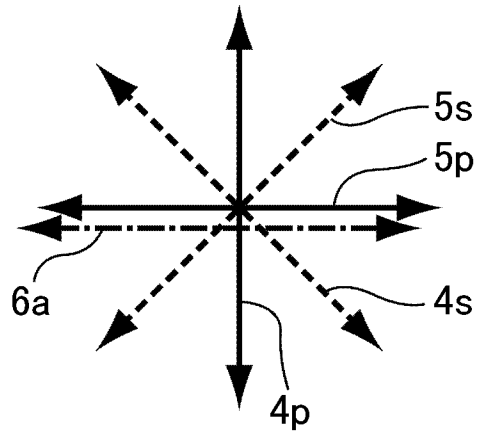
[図3]



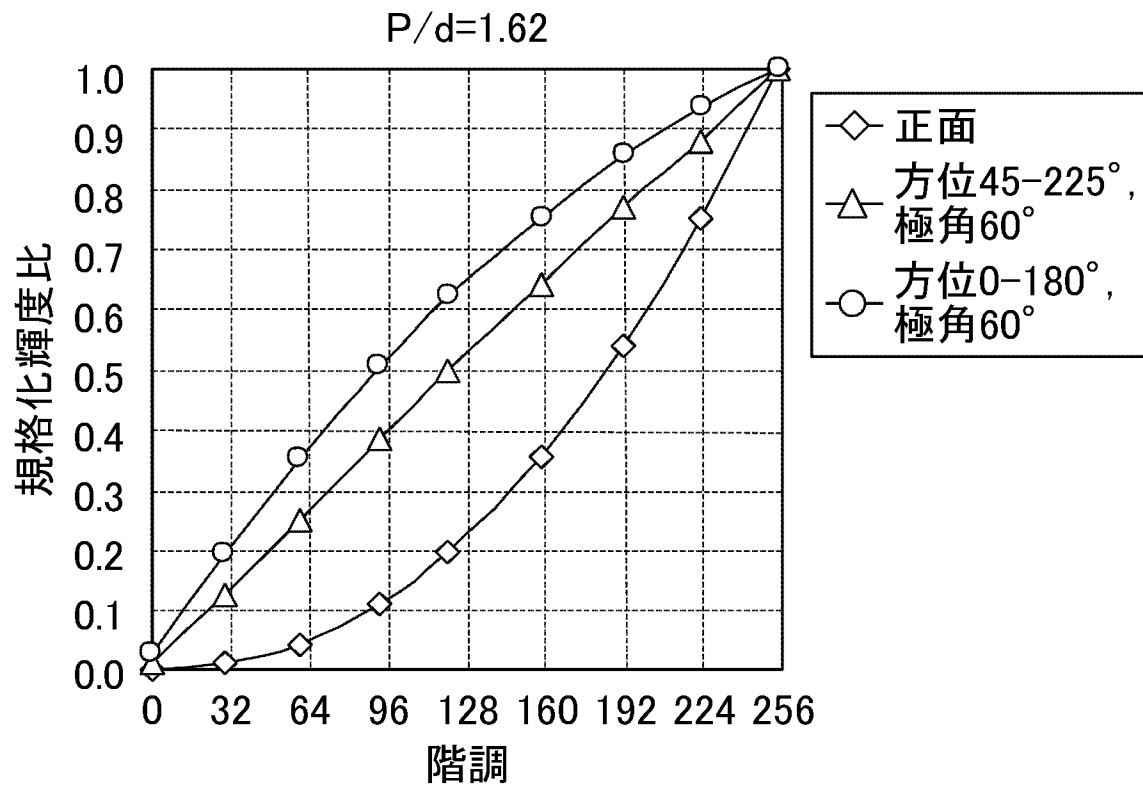
[図4]



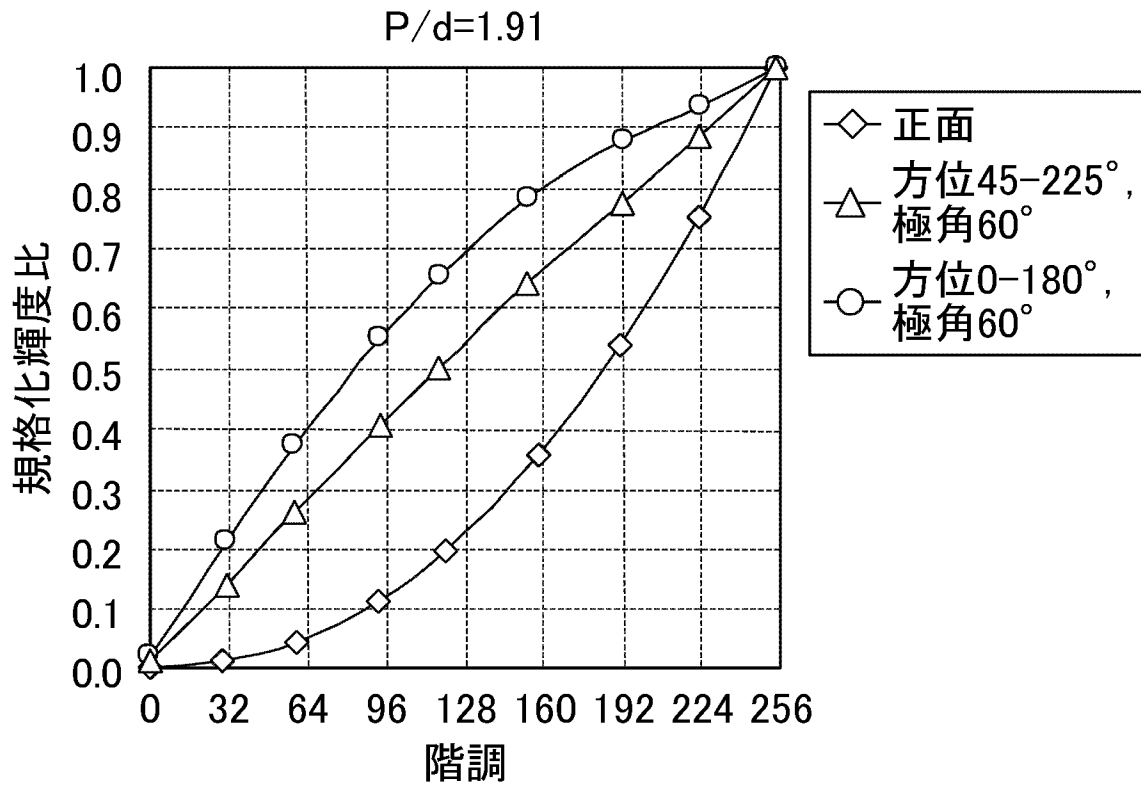
[図5]



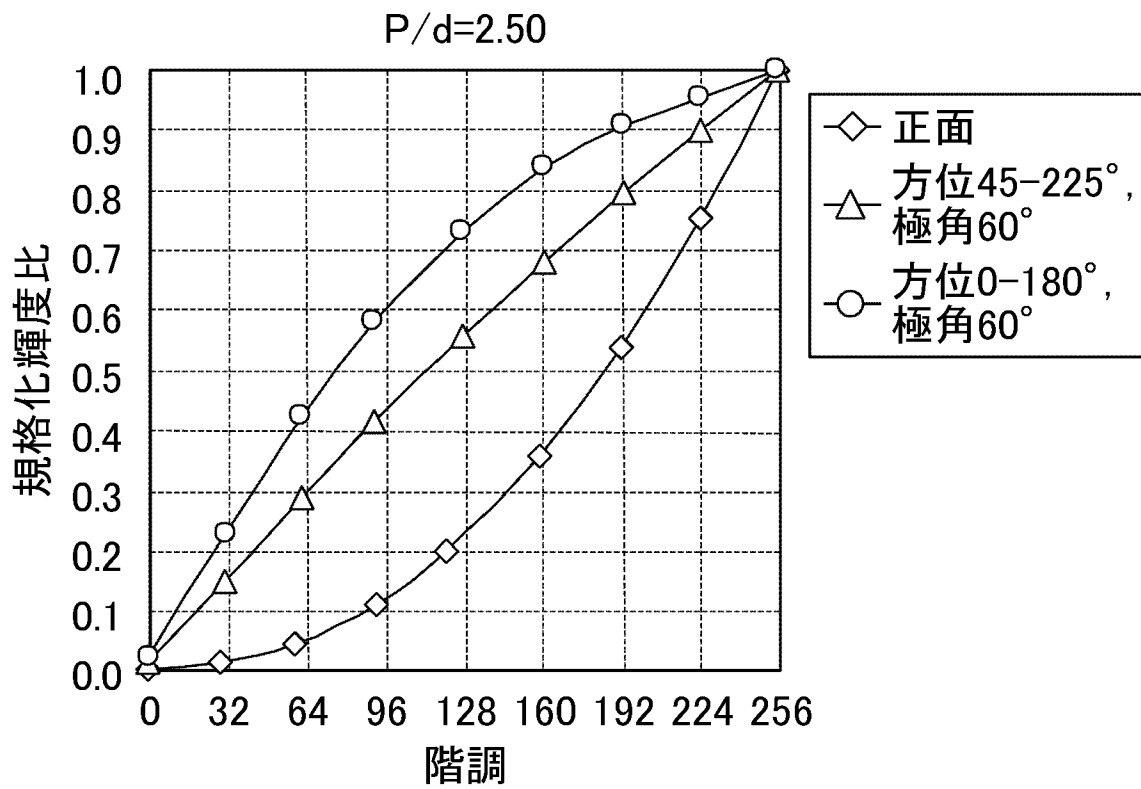
[図6]



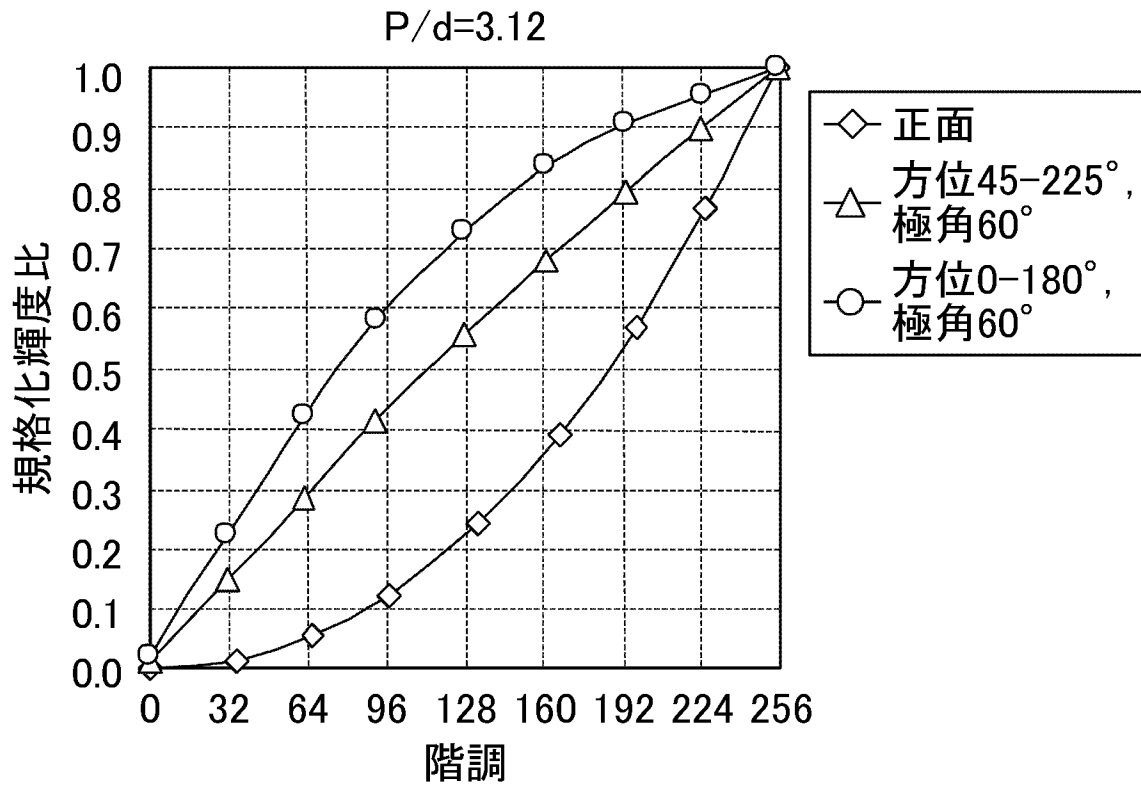
[図7]



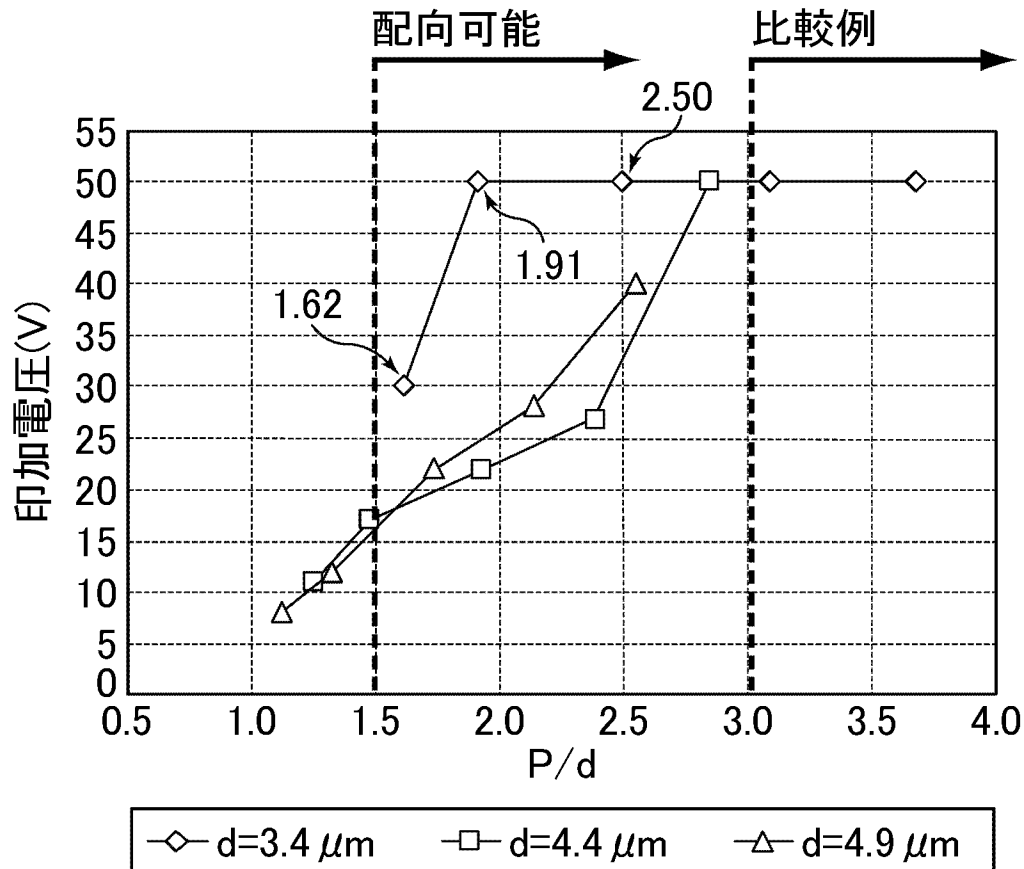
[図8]



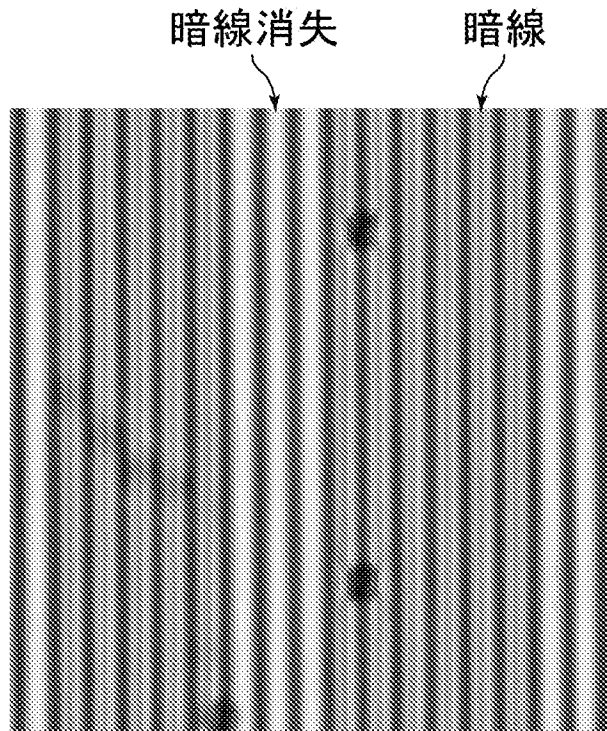
[図9]



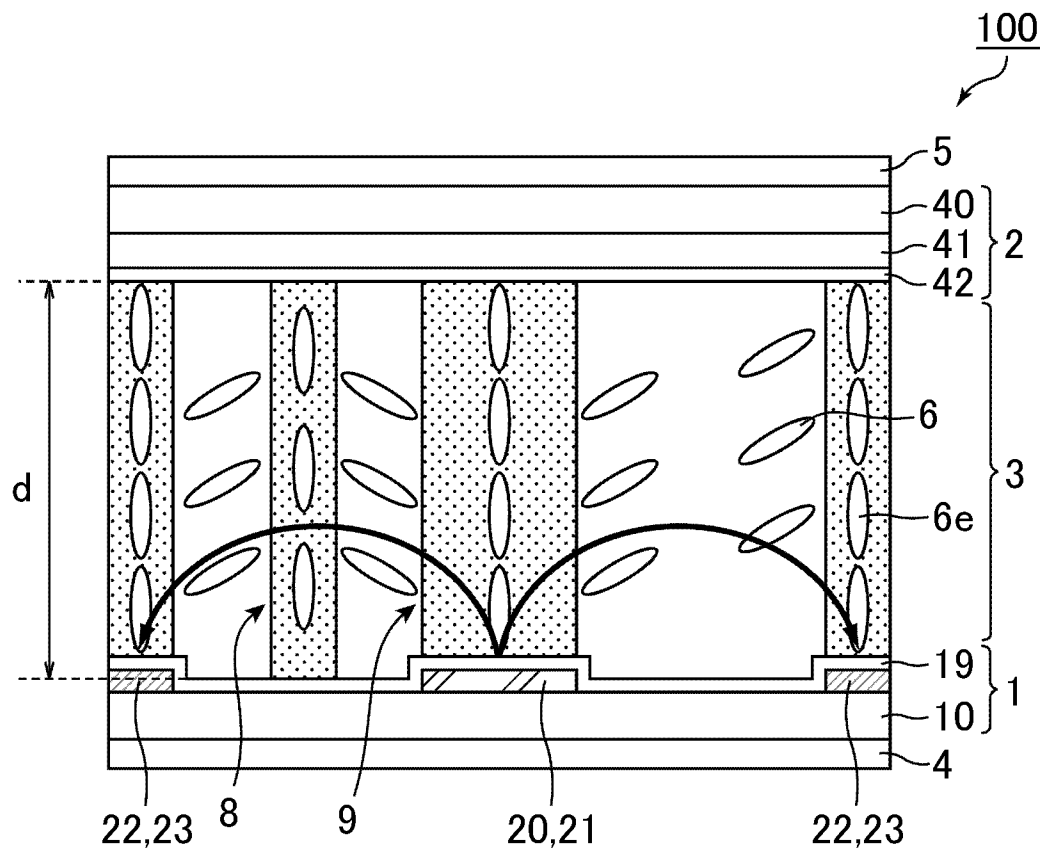
[図10]



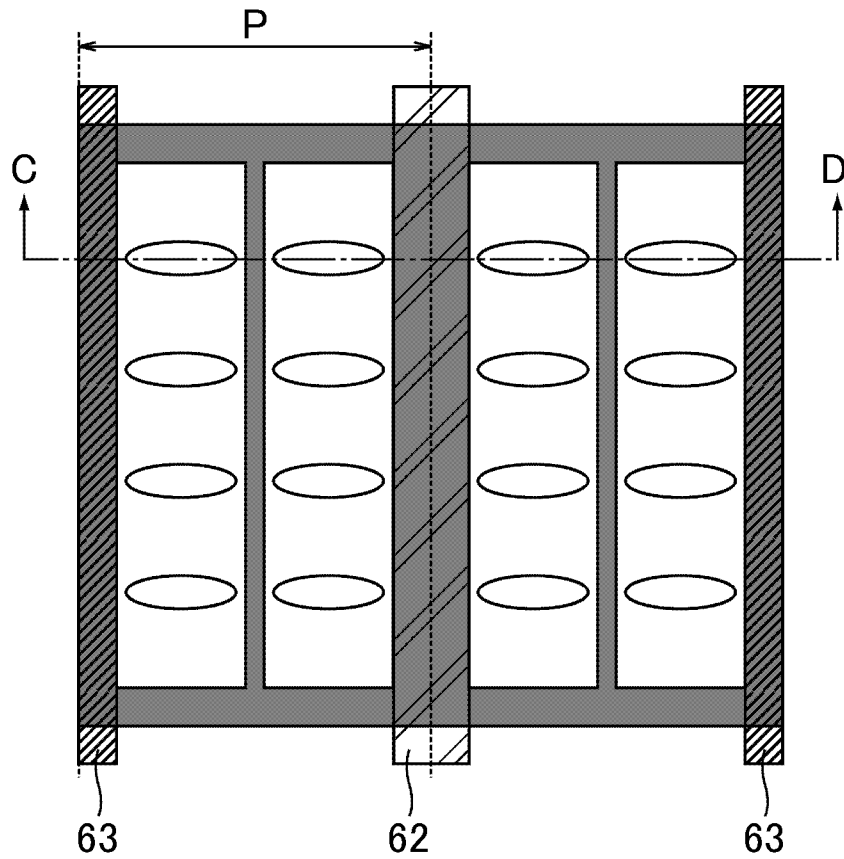
[図11]



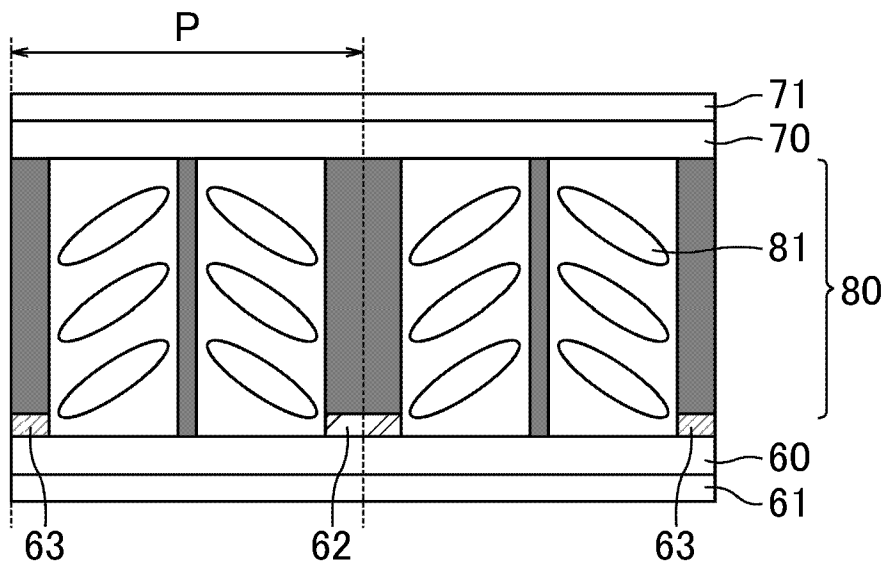
[図12]



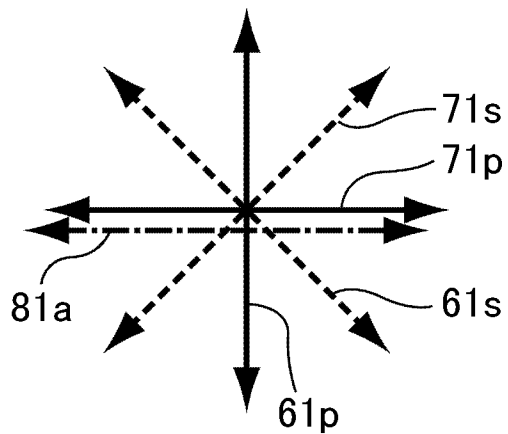
[図13]



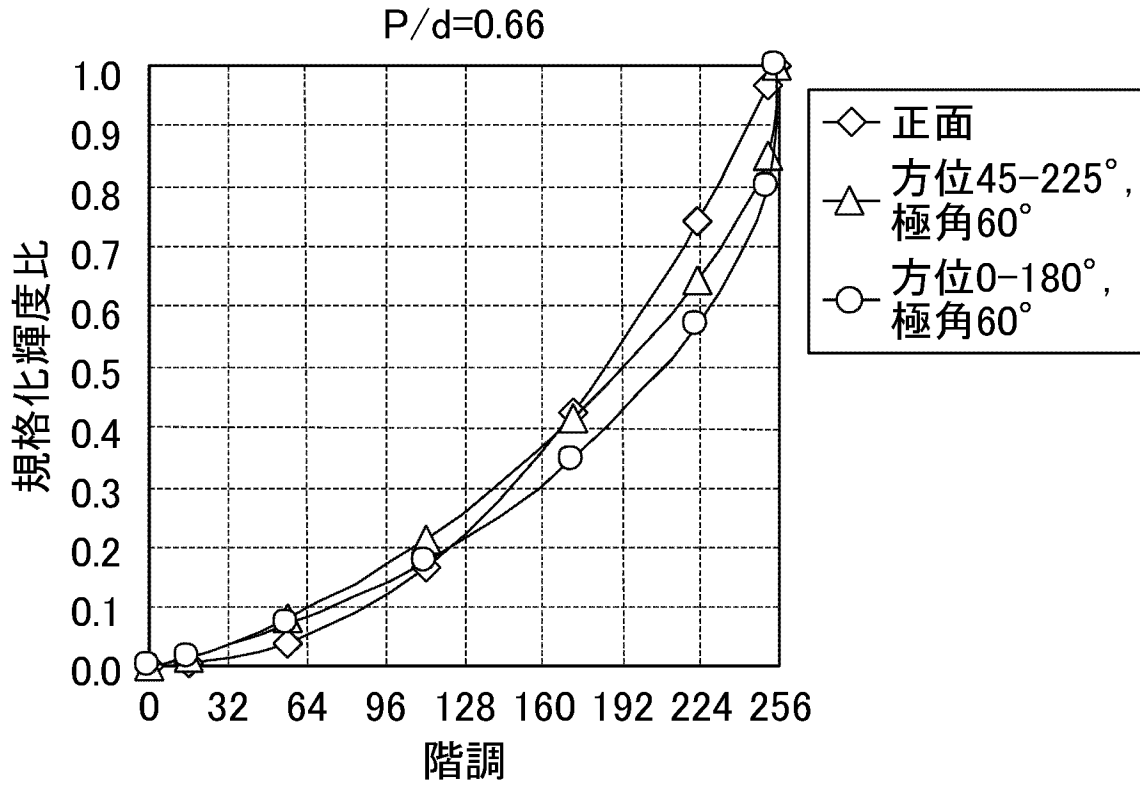
[図14]



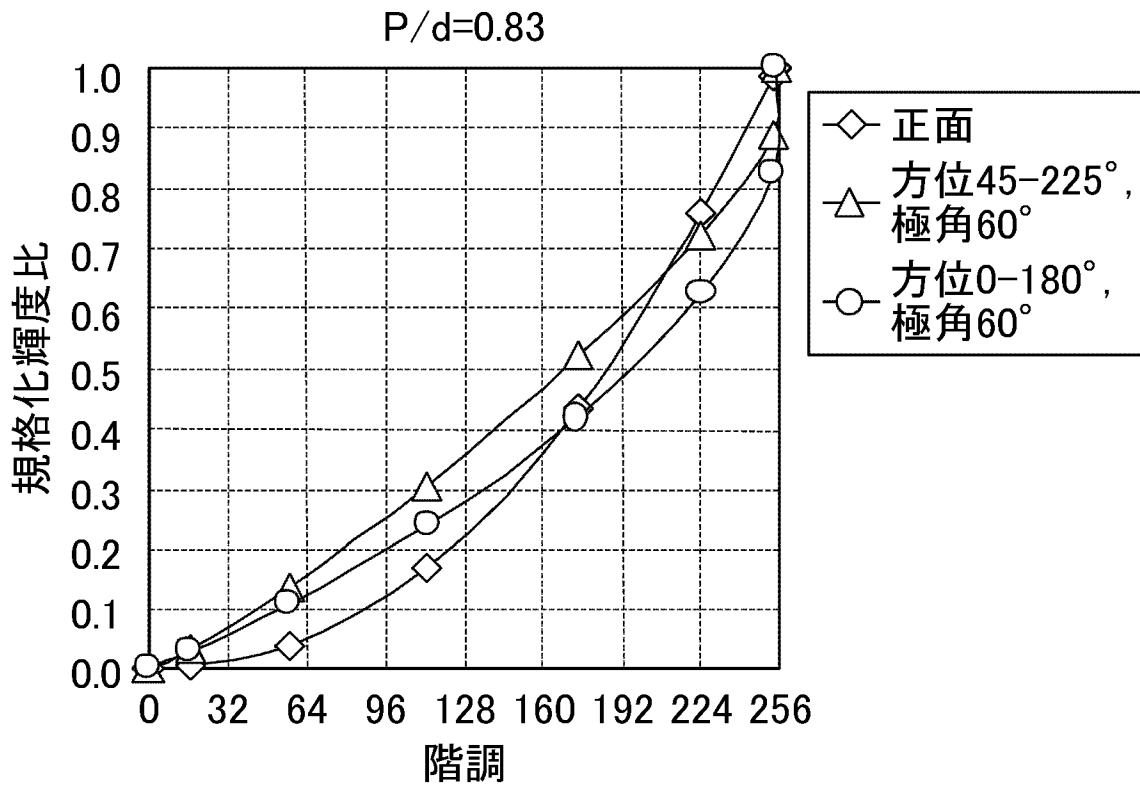
[図15]



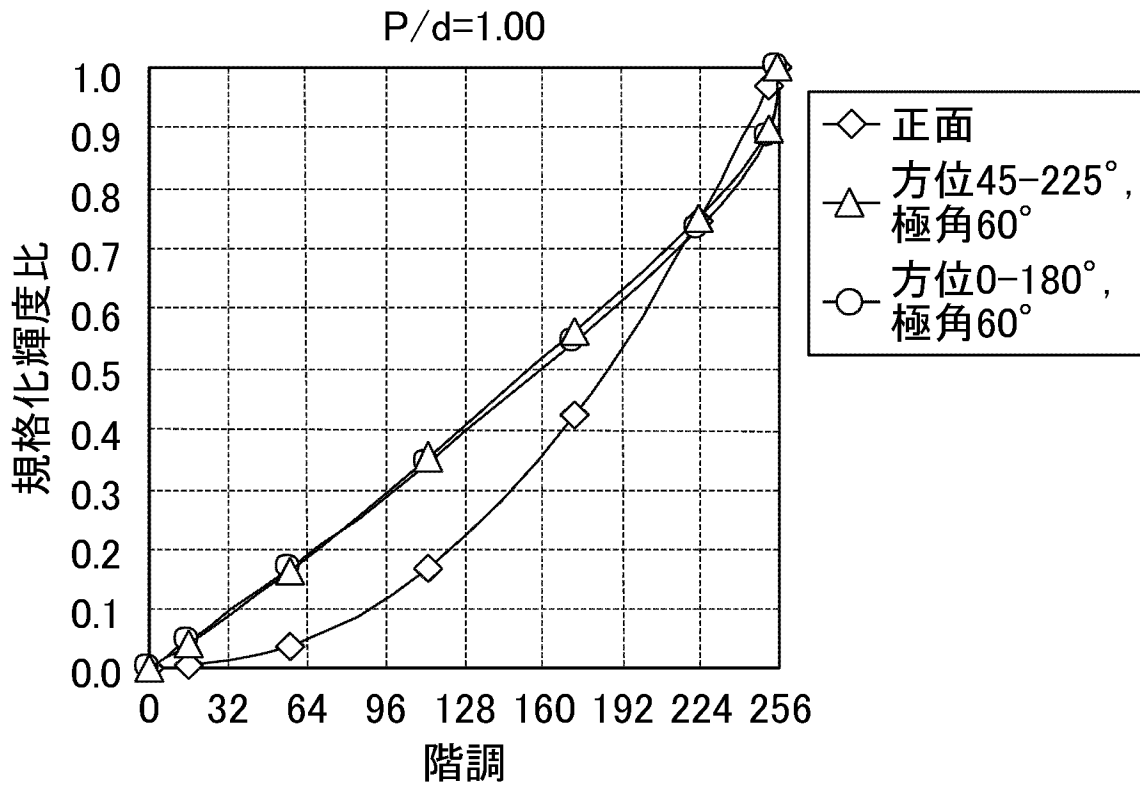
[圖16]



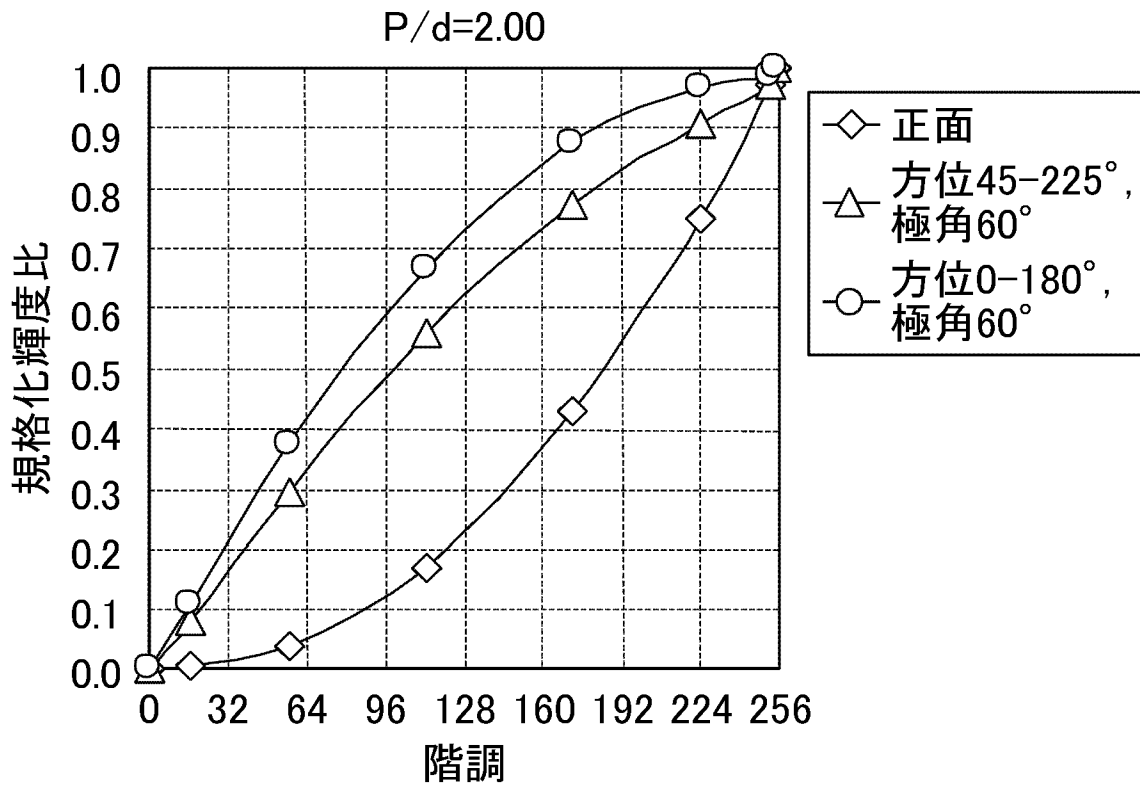
[圖17]



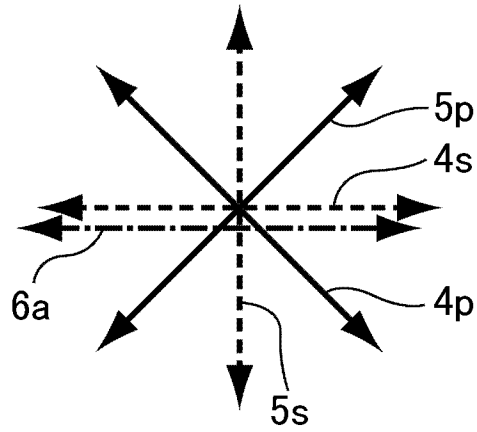
[圖18]



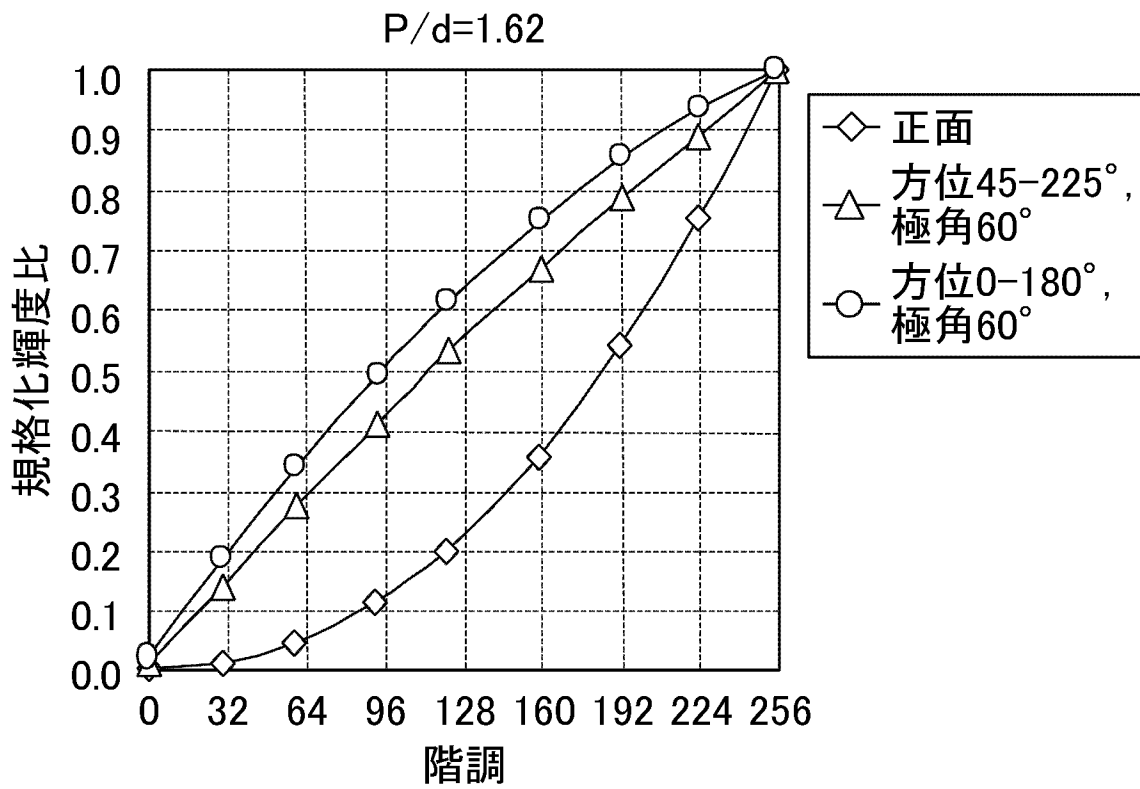
[圖19]



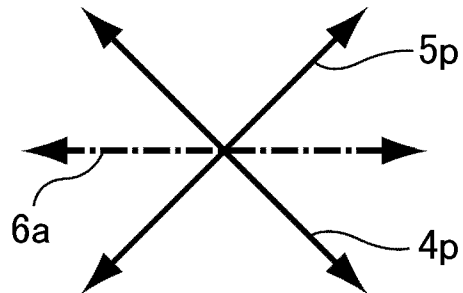
[図20]



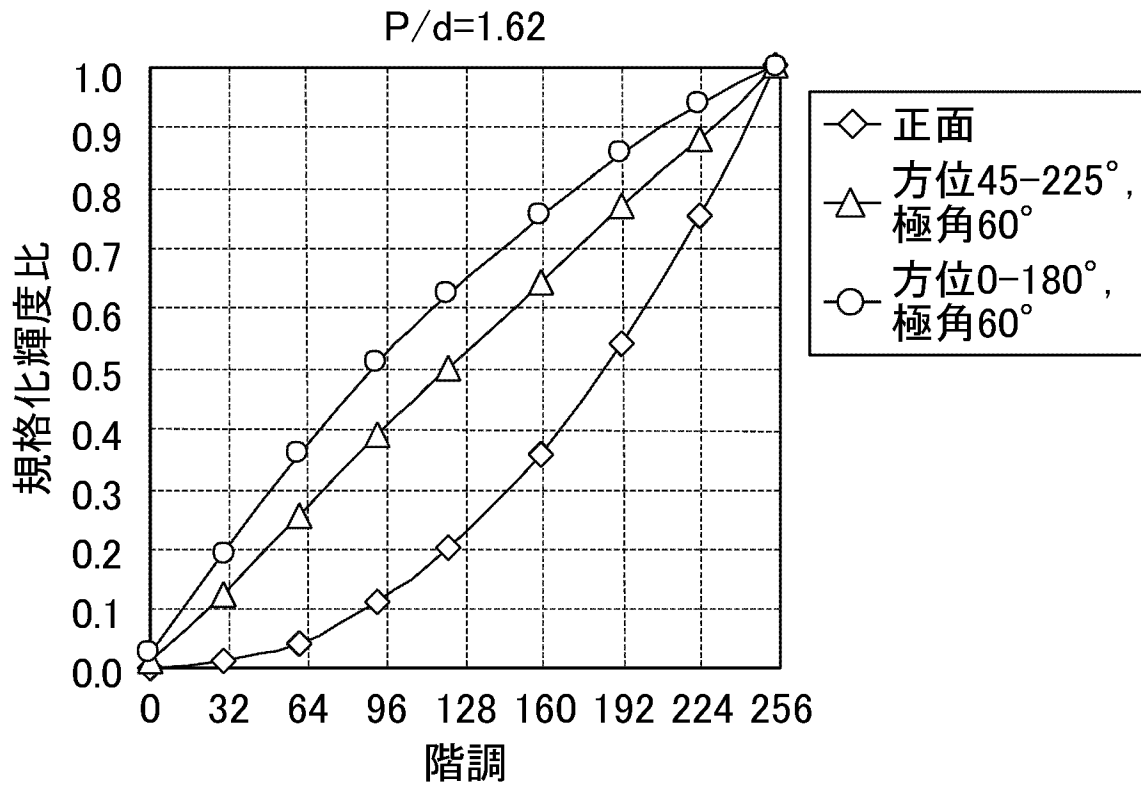
[図21]



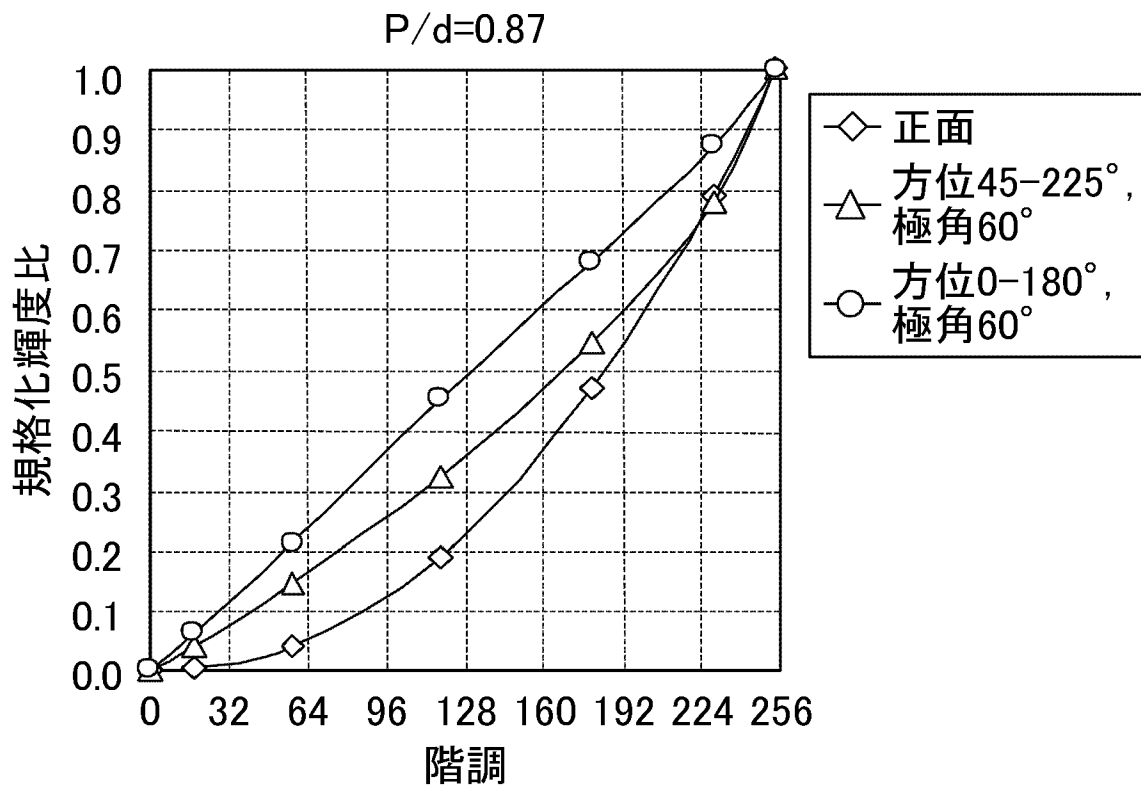
[図22]



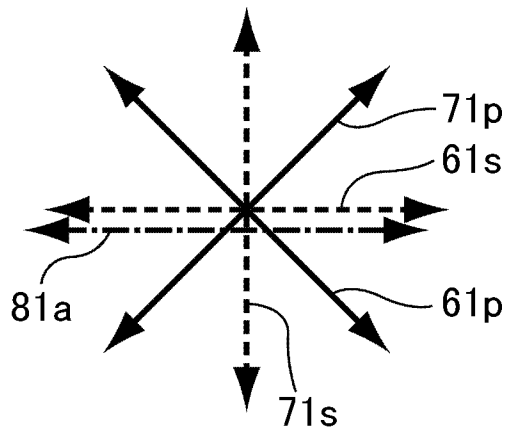
[図23]



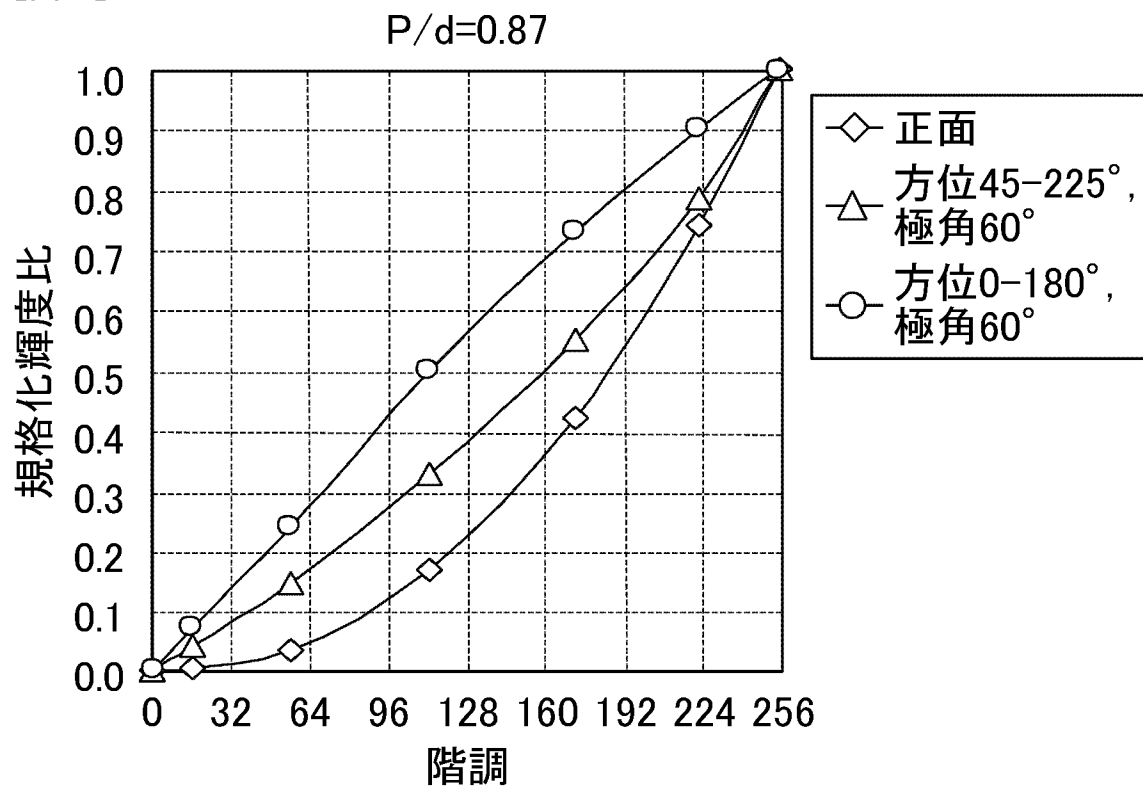
[図24]



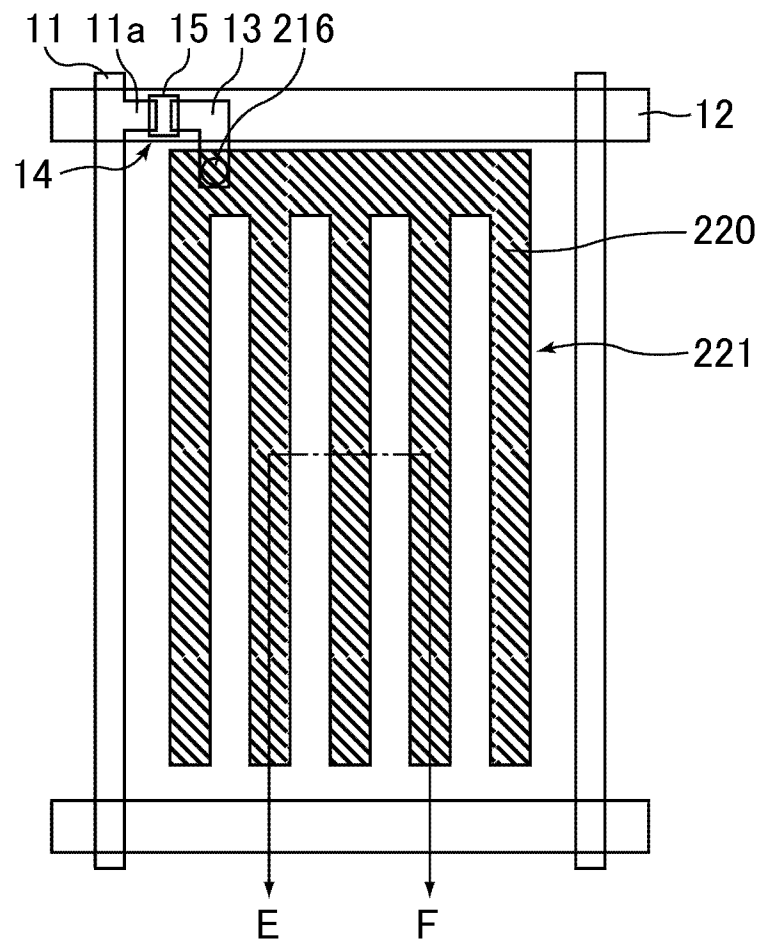
[図25]



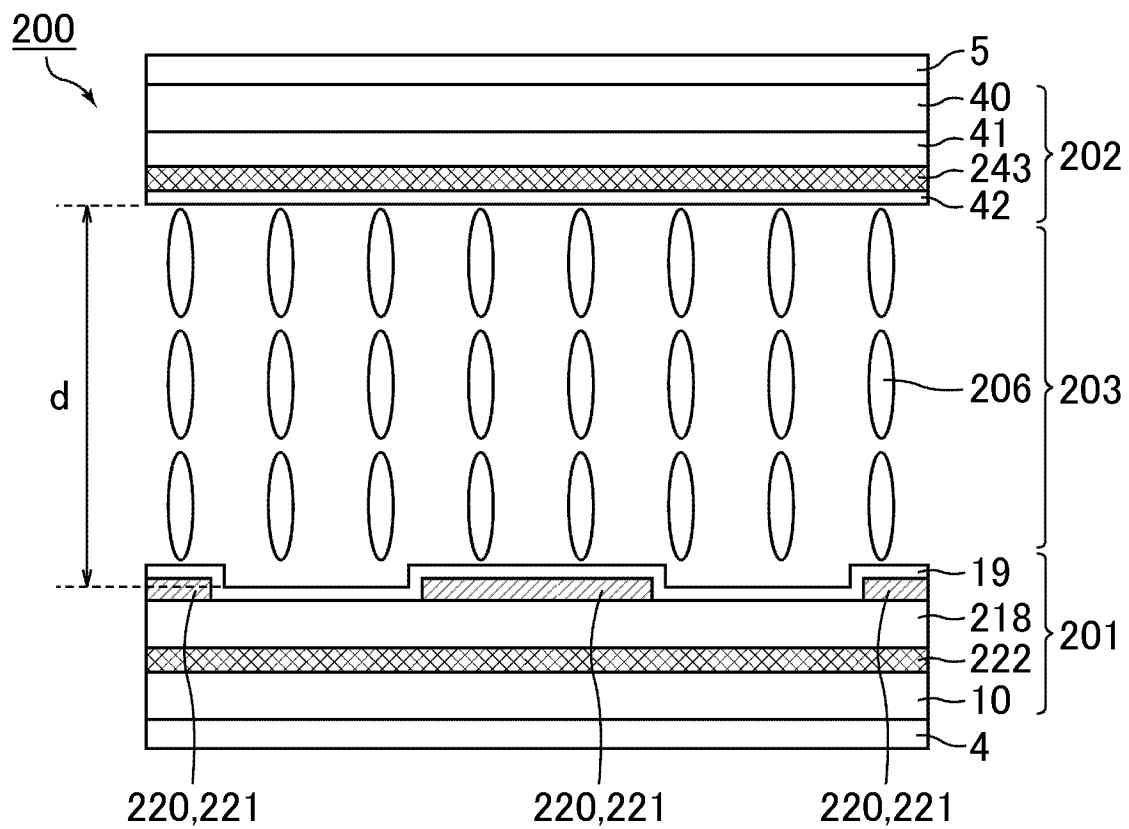
[図26]



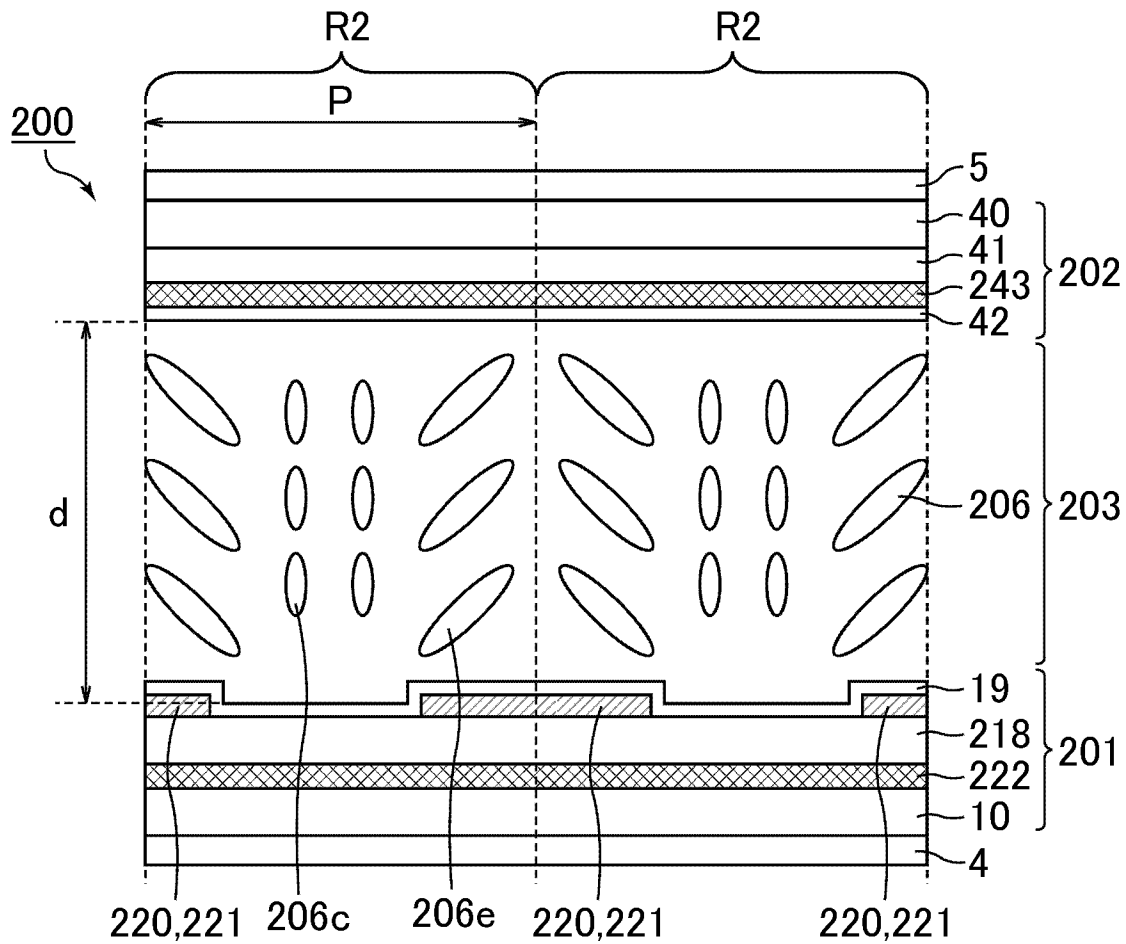
[図27]



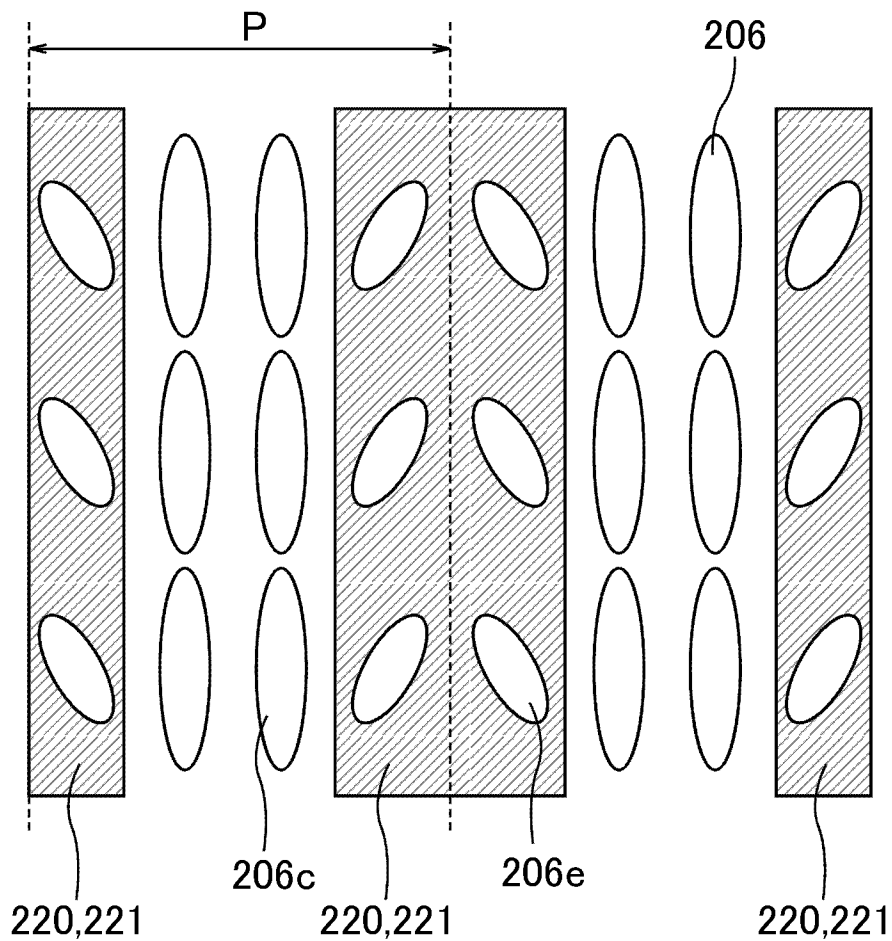
[図28]



[図29]



[図30]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/079726

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/1343(2006.01) i, G02F1/1335(2006.01) i, G02F1/1337(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)

G02F1/1343, G02F1/1335, G02F1/1337

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2009/139198 A1 (Sharp Corp.), 19 November 2009 (19.11.2009), paragraphs [0033] to [0036], [0049], [0059] to [0060]; fig. 3 & US 2011/0128458 A1	1-6, 10, 12, 13 11
X Y	WO 2010/137235 A1 (Sharp Corp.), 02 December 2010 (02.12.2010), paragraphs [0037] to [0059], [0086] to [0091], [0126] to [0127]; fig. 1 (Family: none)	1, 2, 12, 13 7-9
Y	JP 2009-301008 A (Epson Imaging Devices Corp.), 24 December 2009 (24.12.2009), paragraphs [0041] to [0046]; fig. 2 & US 2009/0279009 A1	7-9



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

13 January, 2012 (13.01.12)

Date of mailing of the international search report

24 January, 2012 (24.01.12)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/079726

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2010/137372 A1 (Sharp Corp.), 02 December 2010 (02.12.2010), paragraphs [0051] to [0064], [0100]; fig. 1, 2 & CN 102124401 A	11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G02F1/1343(2006.01)i, G02F1/1335(2006.01)i, G02F1/1337(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. G02F1/1343, G02F1/1335, G02F1/1337			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1 9 2 2－1 9 9 6年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1－2 0 1 2年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6－2 0 1 2年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4－2 0 1 2年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
X Y	W0 2009/139198 A1（シャープ株式会社）2009.11.19, 段落【0033】－【0036】、【0049】、【0059】－【0060】、図3 & US 2011/0128458 A1	1－6、10、 12、13 11	
X Y	W0 2010/137235 A1（シャープ株式会社）2010.12.02, 段落【0037】－【0059】、【0086】－【0091】、【0126】－【0127】、図1（ファミリーなし）	1、2、12、 13 7－9	
☒ 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日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 1 3 . 0 1 . 2 0 1 2		国際調査報告の発送日 2 4 . 0 1 . 2 0 1 2	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号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） 鈴木 俊光 電話番号 03-3581-1101 内線 3255	2 L 4 8 4 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2009-301008 A (エプソンイメージングデバイス株式会社) 2009.12.24, 段落【0041】—【0046】、図2 & US 2009/0279009 A1	7-9
Y	WO 2010/137372 A1 (シャープ株式会社) 2010.12.02, 段落【005 1】—【0064】、【0100】、図1、2 & CN 102124401 A	11