

(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2月9日(09.02.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/017931 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/1343 (2006.01) G02F 1/1335 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/067402
- (22) 国際出願日: 2011年7月29日(29.07.2011)
- (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 2010-176387 2010年8月5日(05.08.2010) 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番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). 神崎 修一 (KOZAKI, Shuichi). 櫻井 猛久 (SAKURAI, Takehisa). 岩田 洋典 (IWATA, Yosuke).
- (74) 代理人: 特許業務法人原謙三国際特許事務所 (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADE-MARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル 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, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

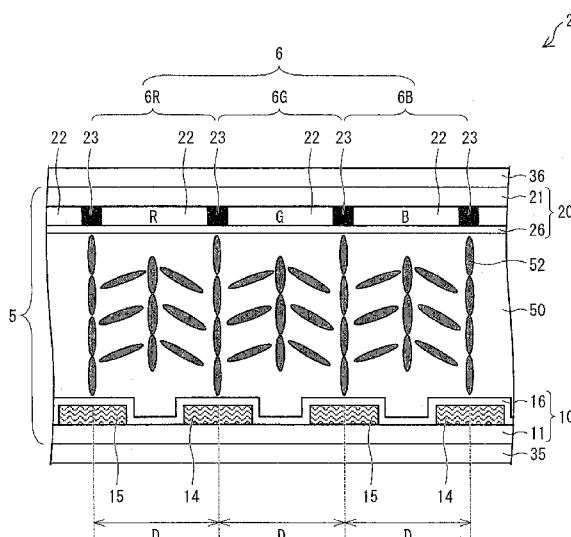
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

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

(54) 発明の名称: 液晶パネルおよび液晶表示装置

[図1]



(57) Abstract: A liquid crystal panel (2) according to the present invention is a vertical alignment liquid crystal panel that performs display by driving a liquid crystal layer (50) interposed between substrates (10, 20) by in-plane switching and uses an in-plane switching driving mode, wherein: each pixel comprises three sub-pixels (6R, 6G, 6B) that are red, green, and blue; comb-like electrodes (14, 15) function as a diffraction lattice by means of the comb-like electrodes (14, 15) and the shared gap between the electrodes (14, 15); and electrode pitches (D) are set up so that the diffraction efficiency of light in the red wavelength and the diffraction efficiency of light in the green wavelength become greater than the diffraction efficiency of light in the blue wavelength. With this arrangement, a liquid crystal panel having a wide visual field and visual angle with little change in hue, and a liquid crystal display unit are provided with simple configuration.

(57) 要約: 液晶パネル(2)は、基板(10・20)間に挟持された液晶層(50)を横電界で駆動することにより表示を行う、横電界駆動方式を用いた垂直配向型の液晶パネルであり、各画素は、赤色、緑色および青色の3つのサブ画素(6R・6G・6B)からなっており、櫛歯電極(14・15)は、櫛歯電極(14・15)と、櫛歯電極(14・15)同士の

間隙とにより、回折格子としての機能を有し、赤色の波長における光の回折効率および緑色の波長における光の回折効率が、青色の波長における光の回折効率よりも大きくなるように、電極ピッチ(D)が設定されている。これにより、簡易な構成により、色味変化が少ない広視野角の液晶パネルおよび液晶表示装置を提供する。

明 細 書

発明の名称：液晶パネルおよび液晶表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、液晶パネルおよび液晶表示装置に関するものである。

背景技術

[0002] 液晶表示装置は、各種表示装置のなかでも薄型で軽量かつ消費電力が小さいといった利点を有している。このため、近年、CRT（陰極線管）に代わって、TV（テレビジョン）、モニタ、携帯電話等のモバイル機器等の様々な分野で広く用いられている。

[0003] 液晶表示装置の表示方式は、液晶セル内で液晶分子をどのように配向させるかによって決定される。液晶表示装置の表示方式の一つとして、従来、図21に示すようなMVAモードの液晶表示装置が知られている（例えば特許文献1）。MVAモードは、アクティブマトリクス基板の画素電極にスリットを設けるとともに、対向基板の対向電極に液晶分子配向制御用の突起（リブ）を設け、これによって垂直方向の電界を加え、リブやスリットで配向方向を規制しながら液晶分子を複数方向に配向させる方式である。

[0004] MVAモードの液晶表示装置は、電界印加時に液晶分子が倒れる方向を複数に分割することによって、広視野角を実現している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開2000-193977号公報（公開日：平成12年07月14日）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、MVAモードの液晶表示装置は、製造工程が複雑であるという問題点に加えて、所定の角度、例えば方位角 $\theta = 45$ 度、および、極角 $\phi = 45$ 度あるいは $\phi = 60$ 度の方向から見たときに、白色が黄色味掛かつ

て見えるという問題点を有している。なお、方位角 θ とは、図4に示すように、視点から液晶パネルの偏光板36の表面を含む平面へ下ろした垂線の足と、偏光板36の中央36cとを結ぶ線の、平面内における回転角である。図4の例では、視点P1の方位角 θ_1 は0度（偏光軸と平行）、視点P2の方位角 θ_2 は90度である。また、極角 ϕ とは、液晶パネルの偏光板36の中央36cと視点とを結ぶ直線が、偏光板36の法線となす角度である。視点P1の極角は ϕ_1 、視点P2の極角は ϕ_2 で示される。

[0007] 本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、簡易な構成により、色味変化が少ない広視野角の液晶パネルおよび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

[0008] 本発明にかかる液晶パネルは、上記の課題を解決するために、

第1および第2の電極が互いに間隔を空けて設けられた第1の基板と、上記第1の基板に対向配置された第2の基板と、上記第1の基板と第2の基板との間に挟持された液晶層とを備え、上記液晶層を、上記第1および第2の電極間に発生する横電界で駆動するとともに、電界無印加時に、上記液晶層における液晶分子が、上記第1および第2の基板に垂直に配向する、横電界駆動方式を用い、

各画素は、赤色、緑色および青色の3つのサブ画素からなり、

上記第1および第2の電極は、該第1および第2の電極と、該第1および第2の電極同士の間隙とにより、回折格子としての機能を有し、

赤色の波長における光の回折効率および緑色の波長における光の回折効率が、青色の波長における光の回折効率よりも大きくなるように、上記第1および第2の電極同士のピッチが設定されていることを特徴としている。

[0009] 上記の構成を有する液晶パネルでは、垂直配向による高コントラスト性を保ちながら横電界により駆動させることで液晶分子の配向方位を規定している。そして、MVAモードのような突起物による配向制御が不要であるため、簡易な構成により広視野角を実現することができる。

- [0010] また、第1および第2の電極は、同一基板上に、互いに間隔を空けて設けられることにより回折格子としての機能を有する。
- [0011] 従来のMVAモードの液晶パネル（比較例）では、偏光軸に対して斜め方向（例えば方位角 $\theta = 45$ 度）の位置において、液晶パネルに対する極角 ϕ を大きくするほど、白（W）色のシフト量（変化量）が大きくなり、白色が黄色味掛かって見えるという問題が生じる（図10、図15参照）。
- [0012] ここで、後述する色シフトの検証結果より、第1および第2の電極による回折格子の機能を利用することにより、第1および第2の電極同士のピッチ（電極ピッチD）を所定の値（例えば $D = 10 \mu\text{m}$ ）に設定した場合に、赤（R）色および緑（G）色のシフト量が、青（B）色のシフト量よりも大きくなり、白（W）色のシフト量が小さくなることが分かった（図16参照）。
- [0013] さらに、回折効率と電極ピッチDと色の波長との間には相関関係があり、電極ピッチDが所定の範囲である場合には、波長が長くなるほど回折効率が大きくなることが分かった（図12、図13、図14参照）。そして、所定の範囲内である電極ピッチ $D = 10 \mu\text{m}$ （図16）の結果から、回折効率が大きいほど色シフト量が大きくなることが考察される。
- [0014] すなわち、電極ピッチDが所定の範囲である場合には、赤色の波長における光の回折効率および緑色の波長における光の回折効率が、青色の波長における光の回折効率よりも大きい場合に、白色のシフト量が小さくなることが分かった。
- [0015] したがって、赤色の波長における光の回折効率および緑色の波長における光の回折効率が、青色の波長における光の回折効率よりも大きくなるように、第1および第2の電極同士のピッチ（電極ピッチD）を設定することにより、従来生じていた色味変化（図10、図16参照）を抑えることができる。
- [0016] よって、上記の構成によれば、簡易な構成により、色味変化が少ない広視野角の液晶パネルを実現することができる。

発明の効果

[0017] 本発明にかかる液晶パネルおよび液晶表示装置は、上記したように横電界駆動方式を用いた垂直配向型の液晶パネルであり、上記第1および第2の電極は、回折格子としての機能を有し、赤色の波長における光の回折効率および緑色の波長における光の回折効率が、青色の波長における光の回折効率よりも大きくなるように、上記第1および第2の電極同士のピッチが設定されている。

[0018] このため、本発明によれば、簡易な構成により、色味変化が少ない広視野角の液晶パネルおよび液晶表示装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の実施の形態1にかかる液晶パネルの要部の概略構成を模式的に示す断面図である。

[図2]図1に示す液晶パネルの櫛歯電極の概略構成を模式的に示す断面図である。

[図3]本発明の実施の形態1にかかる液晶表示装置の概略構成を模式的に示す断面図である。

[図4]方位角および極角を説明するための図である。

[図5] (a) は、比較例の液晶パネルについて、方位角 $\theta = 0$ 度（偏光軸と平行）の場合の色度座標を示し、(b) は、この値をプロットした CIE 図を示している。

[図6] (a) は、比較例の液晶パネルについて、方位角 $\theta = 45$ 度（偏光軸に対して 45 度）の場合の色度座標を示し、(b) は、この値をプロットした CIE 図を示している。

[図7] (a) は、実施例1の液晶パネル(1)について、方位角 $\theta = 0$ 度（偏光軸と平行）の場合の色度座標を示し、(b) は、この値をプロットした CIE 図を示している。

[図8] (a) は、実施例1の液晶パネル(1)について、方位角 $\theta = 45$ 度（偏光軸に対して 45 度）の場合の色度座標を示し、(b) は、この値をプロ

ットしたCIE図を示している。

[図9]表2および表4のシフト量をプロットしたグラフである。

[図10]表6および表8のシフト量をプロットしたグラフである。

[図11]平均屈折率を算出するための図である。

[図12] (a) は、表9の電極ピッチ $D = 4 \mu\text{m}$ に対応した回折効率を示すグラフであり、(b) は、表9の電極ピッチ $D = 5 \mu\text{m}$ に対応した回折効率を示すグラフであり、(c) は、表9の電極ピッチ $D = 6 \mu\text{m}$ に対応した回折効率を示すグラフである。

[図13] (a) は、表10の電極ピッチ $D = 8 \mu\text{m}$ に対応した回折効率を示すグラフであり、(b) は、表10の電極ピッチ $D = 10 \mu\text{m}$ に対応した回折効率を示すグラフであり、(c) は、表10の電極ピッチ $D = 11 \mu\text{m}$ に対応した回折効率を示すグラフである。

[図14] (a) は、表11の電極ピッチ $D = 12 \mu\text{m}$ に対応した回折効率を示すグラフであり、(b) は、表11の電極ピッチ $D = 14 \mu\text{m}$ に対応した回折効率を示すグラフであり、(c) は、表11の電極ピッチ $D = 64 \mu\text{m}$ に対応した回折効率を示すグラフである。

[図15]比較例の液晶パネルにおいて、方位角 $\theta = 45$ 度の場合における、色別(R色、G色、B色、W色)のシフト量と、極角 ϕ との関係を示すグラフである。

[図16]本発明の実施例1の液晶パネル(1)において、方位角 $\theta = 45$ 度の場合における、色別(R色、G色、B色、W色)のシフト量と、極角 ϕ との関係を示すグラフである。

[図17]本発明の実施の形態2にかかる液晶パネルの要部の概略構成を模式的に示す断面図である。

[図18]本発明の実施の形態3にかかる液晶パネルの要部の概略構成を模式的に示す断面図である。

[図19]表27および表28のシフト量をプロットしたグラフである。

[図20]表29および表30のシフト量をプロットしたグラフである。

[図21]比較に用いた従来の液晶パネルの要部の概略構成を模式的に示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0020] 〔実施の形態１〕

本発明の実施の一形態について図１～図１６に基づいて説明すれば以下の通りである。

[0021] まず、本実施の形態にかかる液晶パネル並びに液晶表示装置の概略構成について以下に説明する。

[0022] 図３は、本実施の形態にかかる液晶表示装置の概略構成を模式的に示す断面図である。

[0023] 本実施の形態にかかる液晶表示装置１は、図３に示すように、液晶パネル２（液晶表示パネル、液晶表示素子）、駆動回路３、およびバックライト４（照明装置）を備えている。駆動回路３およびバックライト４の構成は従来と同じであるため、これらの構成については、その説明を省略する。

[0024] 図１は、液晶パネル２の要部の概略構成を模式的に示す断面図である。また、図２は、液晶パネル２の櫛歯電極の概略構成を示す平面図である。

[0025] 本実施の形態にかかる液晶パネル２は、横電界駆動方式を用いた垂直配向型の液晶パネルである。

[0026] 図１および図３に示すように、液晶パネル２は、液晶セル５と、偏光板３５・３６と、必要に応じて位相差板３７・３８とを備えている。

[0027] 液晶セル５は、アレイ基板および対向基板として、互いに対向して配置された一対の基板１０・２０を備え、これら一対の基板１０・２０間に、液晶層５０が挟持された構成を有している。

[0028] また、一対の基板１０・２０のうち少なくとも一方の基板（つまり、少なくとも観察者側の基板）は、絶縁基板（液晶層保持部材、ベース基板）として、ガラス基板等の透明基板で構成されている。以下、本実施の形態では、絶縁基板として、それぞれガラス基板を用いた場合を例に挙げて説明するが、本実施の形態はこれに限定されるものではない。

[0029] 基板 10・20としては、例えば、TFT（薄膜トランジスタ）基板等のアレイ基板（アクティブマトリクス基板）や、CF（カラーフィルタ）基板等を用いることができる。

[0030] なお、以下の説明では、表示面側（観察者側）の基板を上側の基板とし、他方の基板を下側の基板として説明するとともに、下側の基板 10としてアレイ基板を使用し、上側の基板 20として対向基板を使用した場合を例に挙げて説明する。しかしながら、本実施の形態はこれに限定されるものではない。

[0031] ここで、まず、液晶セル 5における各構成について説明する。はじめに、基板 10（第 1 の基板、アレイ基板）の構成について説明する。

[0032] 基板 10は、上記したようにアレイ基板であり、スイッチング素子として、例えば、図示しない TFTを備えている。

[0033] 基板 10は、図 1に示すように、例えば、ガラス基板 11上に、櫛歯電極 14・15（第 1 および第 2 の電極、図 2 参照）、配向膜 16が、この順に積層された構成を有している。櫛歯電極 14・15は、横電界発生用の電極である。

[0034] ガラス基板 11上に形成された櫛歯電極 14・15は、櫛歯状の電極であり、幹電極（幹ライン）と、幹電極から延びる枝電極 14A・15A（分岐ライン）とで構成されている。

[0035] これら櫛歯電極 14・15は、図 1および図 2に示すように、櫛歯の歯にあたる、各櫛歯電極 14・15の枝電極 14A（14A1、14A2、…14Am；mは1以上の整数）と枝電極 15A（15A1、15A2、…15An；nは1以上の整数）とが互いに噛み合うように交互に配置されている。

[0036] なお、1つの画素内に設けられる櫛歯電極 14・15の歯（枝電極 14A・15A）の数（m、n）は特に限定されず、画素ピッチ、および、櫛歯電極 14・15の電極ピッチD（すなわち、電極ラインとなる枝電極 14Aの中心から枝電極 15Aの中心までの距離）等の関係により決定される。例え

ば、画素ピッチが $100\mu\text{m}$ であり、櫛歯電極14・15の電極幅L（すなわち、各枝電極14A・15Aの幅）が $2.5\mu\text{m}$ 、櫛歯電極14・15間の電極間隔S（すなわち、スペースとなる各枝電極14A・15Aの間隙の距離）が $7.5\mu\text{m}$ である場合には、櫛歯電極14・15の電極ピッチDは $10\mu\text{m}$ となり、1つの画素内に各櫛歯電極14・15における枝電極14A・15Aを、それぞれ5本ずつ、計10本設けることができる。なお、櫛歯電極14・15の電極ピッチD（ $= (L + S) / 2$ ）は、所定の範囲に設定されている。電極ピッチDの具体的な範囲については後述する。

[0037] 櫛歯電極14・15のうち的一方の櫛歯電極14（第1の電極）は共通電極であり、主に0Vに設定されている。また、他方の櫛歯電極15（第2の電極）は画素電極であり、図示しないドレイン電極に接続されるとともに、TFT等のスイッチング素子を介して信号線に電氣的に接続され、映像信号に応じた信号が印加される。

[0038] また、配向膜16は、電界無印加時に液晶層50の液晶分子52を基板面に垂直に配向させるいわゆる垂直配向膜である。なお、上記「垂直」には、「略垂直」も含まれる。配向膜16は、ガラス基板11上に、櫛歯電極14・15を覆うように設けられている。

[0039] 次に、基板20（第2の基板、CF基板）の構成について説明する。

[0040] 基板20は、ガラス基板21上に、R（赤）、G（緑）、B（青）の各色のカラーフィルタ22およびブラックマトリクス23、配向膜26が、この順に設けられた構成を有している。

[0041] 各画素6（つまり、1画素）は、R、G、Bの3つのサブ画素6R・6G・6B（ドット）で構成されている。各サブ画素6R・6G・6Bには、図1に示すように、R、G、Bのそれぞれの波長の光を透過する、R、G、Bの各色のカラーフィルタ22が形成されている。

[0042] なお、図1および図2では、図示並びに説明の便宜上、櫛歯電極14・15の隣り合う枝電極14A・15A間に対応して各サブ画素6R・6G・6Bが設けられているが、上記したように、枝電極14A・15Aの数（m、

n) は、実際には、例えば各櫛歯電極 14・15 の電極幅 L および電極間隔 S と画素ピッチと電極ピッチ D との関係において決定され、各サブ画素 6R・6G・6B 内に複数の枝電極 14A・15A が設けられていてもよいことは、説明するまでもない。

[0043] 配向膜 26 は、配向膜 16 と同様、いわゆる垂直配向膜である。配向膜 26 は、カラーフィルタ 22 およびブラックマトリクス 23 を覆うように、基板 20 における表示領域（すなわち、図示しないシール剤で囲まれた領域）全体にベタ状に形成されている。

[0044] 基板 10・20 間に挟持される液晶層 50 は、リタレーション $\Delta n d$ が $280 \leq \Delta n d \leq 350$ を満たすように形成されている。これにより、高コントラストを得ることができる。

[0045] （基板の形成方法）

次に、基板 10・20 における各層の材料並びにその形成方法について説明する。

[0046] 櫛歯電極 14・15 の材料は、特に限定されるものではなく、例えば、ITO（インジウム錫酸化物）、IZO（インジウム亜鉛酸化物）等の透明電極材料からなってもよく、アルミニウム等の金属からなってもよい。また、これら電極は、互いに同じ電極材料にて形成されていてもよく、それぞれ異なる電極材料にて形成されていてもよい。

[0047] これら電極を形成（積層）する方法は特に限定されるものではなく、スパッタリング法、真空蒸着法、プラズマ CVD 法等、従来公知の各種方法を適用することができる。また、電極をパターン形成する方法も特に限定されるものではなく、フォトリソグラフィ等の公知のパターニング方法を用いることができる。

[0048] これら電極の膜厚は特に限定されるものではないが、好適には、 $100 \text{ \AA} \sim 2000 \text{ \AA}$ の範囲内において設定される。

[0049] また、配向膜 16・26 の材料並びに形成方法も特に限定されるものではない。配向膜 16・26 は、例えば、櫛歯電極 14・15 あるいはカラーフ

ィルタ 22 およびブラックマトリクス 23 上に、垂直配向規制力を有する公知の配向膜材料を塗布することで形成することができる。

[0050] 液晶パネル 2 における液晶セル 5 は、基板 10 と基板 20 とを、図示しないスペーサを介して図示しないシール剤によって貼り合わせ、両基板 10・20 間の空隙に、液晶材料を含む媒質を封入することにより形成される。

[0051] 液晶材料としては、液晶分子 52 の比誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ が正の p（ポジ）型液晶材料、液晶分子 52 の比誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ が負の n（ネガ）型液晶材料の何れを用いることもできる。

[0052] p 型液晶材料としては、具体的には、例えば、ネマチック液晶材料が挙げられる。また、n 型液晶材料としては、例えば、バナナ（BANANA）型の液晶材料が挙げられる。なお、本実施の形態では、液晶材料として、p 型液晶材料を用いた場合を例に挙げて説明するが、p 型液晶材料を用いる場合と n 型液晶材料を用いる場合との相違点は、ベンド配列（ベンド配向）の向きが異なる点のみであり、本発明は、これによって何ら限定されるものではない。

[0053] 液晶パネル 2 は、図 1 および図 3 に示すように、液晶セル 5 に、偏光板 35・36 および必要に応じて位相差板 37・38 を貼り合わせるにより形成される。

[0054] 偏光板 35・36 は、図 1 および図 3 に示すように、基板 10・20 における液晶層 50 との対向面とは反対側の面にそれぞれ設けられる。また、位相差板 37・38 は、図 3 に示すように、例えば、基板 10・20 と偏光板 35・36 との間に、必要に応じて設けられる。なお、位相差板 37・38 は、液晶パネル 2 の一方の面にのみ設けられていてもよい。また、正面透過光のみを利用する表示装置の場合には、位相差板 37・38 は必ずしも必須ではない。

[0055] 偏光板 35・36 は、例えば、偏光板 35・36 の透過軸が互いに直交し、かつ、枝電極 14A・15B がそれぞれ延伸される方向と偏光板 35・36 の透過軸とが 45° の角度をなすように配置される。

[0056] （表示方式）

次に、液晶パネル 2 の表示方式（垂直配向横電界モード）について、図 1 を参照して以下に説明する。

- [0057] 液晶パネル 2 は、基板 10・20 の表面に、前記したように、配向膜 16・26 として、垂直配向膜が設けられた構成を有している。このため、液晶パネル 2 において、液晶分子 52 は、電界無印加時に、基板面に垂直に配向する。
- [0058] 液晶パネル 2 において、表示は、基板 10 における画素電極と共通電極との間に電位差が与えられることで行われる。すなわち、液晶パネル 2 の表示は、一对の櫛歯電極 14・15 間に電位差が与えられることで行われる。この電位差により、櫛歯電極 14・15 間に横電界が発生し、液晶分子 52 は、基板面に平行方向に傾斜する。
- [0059] これにより、p 型液晶材料を用いた場合、液晶分子 52 が、図 1 に示すように、基板厚み方向に弓なりにベンド配列する。なお、n 型液晶材料を用いた場合には、液晶分子 52 は、基板面内方向に弓なりにベンド配列する。これにより、何れの場合にも、基板面に垂直な方向に進行する光に対して複屈折性を示す。
- [0060] このように、液晶パネル 2 においては、櫛歯電極 14・15 間に発生する横電界により液晶分子 52 を回転させることで、液晶パネル 2 を透過する光量を制御して表示が行われる。
- [0061] 液晶分子 52 は、電圧印加により、ホメオトロピック配向からベンド配列へと連続的に変化する。この結果、通常の駆動においては、液晶層 50 は、図 1 に示すように常にベンド配列を呈し、階調間応答で高速応答が可能となる。
- [0062] また、本モードでは、このように、垂直配向による高コントラスト性を保ちながら横電界駆動することで液晶分子 52 の配向方位を規定している。このため、MVA モードのような突起物による配向制御が不要であり、単純な画素構成で優れた視野角特性を実現することができる。
- [0063] また、上記したように垂直配向モードにおいて横電界駆動を行うことで、

電界印加によりベンド状（弓なり状）の電界が形成され、隣り合う櫛歯電極 14・15 間に、互いにダイレクタ方位が略 180 度異なる 2 つのドメインが形成されるとともに、これに伴い、広い視野角特性を実現することができる。

[0064] したがって、液晶パネル 2 は、ベンド配向に基づく高速応答性、自己補償型配列による広視野角、垂直配向に起因する高コントラストを得ることができるという利点を有するとともに、構造がシンプルであり、製造が容易で、安価に製造することができるという利点を有している。

[0065] （液晶パネルの製造方法）

次に、液晶パネル 2 の製造方法について、後述する検証に用いた実施例 1 の液晶パネル（1）の製造方法を例に挙げて具体的に説明するとともに、液晶パネル 2 の効果について検証した結果について、以下に説明する。

[0066] 但し、以下の説明における各構成要素の具体的な寸法、材質、製造方法等は、上記したように検証に用いた一条件に過ぎず、以下の説明によって本発明の範囲が限定解釈されるべきではない。

[0067] 〔実施例 1 の液晶パネル（1）〕

まず、図 1 に示すように、ガラス基板 11 上の全面に、スパッタリング法により厚み 1000 Å で ITO を形成し、フォトリソグラフィにより電極幅 $L = 2.5 \mu\text{m}$ 、電極間隔 $S = 7.5 \mu\text{m}$ の櫛歯電極 14・15 を形成した。

[0068] 次いで、ガラス基板 11 上に、櫛歯電極 14・15 を覆うように、JSR 社製の配向膜塗料「JALS-204」（商品名、固形分 5 wt. %、 γ -ブチロラクトン溶液）を、スピコート法にて塗布した。その後、200℃にて 2 時間焼成することにより、液晶層 50 との対向面となる表面に、垂直配向膜である配向膜 16 が設けられた基板 10 を形成した。

[0069] 一方、ガラス基板 21 上に、周知の方法で、厚み $1.2 \mu\text{m}$ のカラーフィルタ 22 およびブラックマトリクス 23 を形成した。

[0070] 次に、カラーフィルタ 22 およびブラックマトリクス 23 上に、柱状スペ

ーサをスピンコート法にて塗布した後、フォトリソグラフィにより高さ3.4 μm に形成した。

[0071] その後、JSR社製の配向膜塗料「JALS-204」（商品名、固形分5 wt. %、 γ -ブチロラクトン溶液）を、スピンコート法にて塗布した。その後、200℃にて2時間焼成することにより、液晶層50との対向面となる表面に、垂直配向膜である配向膜26が設けられた基板20を形成した。このようにして形成した配向膜16・26の乾燥膜厚は1000 Å (= 0.1 μm)であった。

[0072] その後、基板10・20のうち一方の基板上に、シール剤として、シール樹脂「ストラクトボンドXN-21S」（商品名、三井東圧化学工業株式会社製）を印刷した。

[0073] 次に、基板10・20を貼り合わせ、135℃で1時間焼成した。

[0074] その後、基板10・20間に、液晶材料としてメルク株式会社製のポジ型液晶材料 ($\Delta\epsilon = 18$ 、 $\Delta n = 0.1$) を真空注入法にて封入することにより、一对の基板10・20間に液晶層50が挟持された液晶セル5を作製した。

[0075] 続いて、液晶セル5の表裏面に、偏光板35・36を、偏光板35・36の透過軸が直交し、かつ櫛歯電極14・15における各枝電極14A・15Aの延伸方向と偏光板35・36の透過軸とが45度の角度をなすように貼合した。これにより、図1に示す液晶パネル2（液晶表示素子）を作製した。

[0076] [比較例の液晶パネル]

次に、液晶パネル2の効果を検証すべく、比較に用いたMVAモードの液晶パネルの構造について、その製造方法と併せて以下に説明する。

[0077] なお、以下の説明では、主に、液晶パネル2との相違点について説明するものとする。また、前記した液晶パネル2における各構成要素と同一の機能を有する構成要素には同一の番号を付し、その説明を省略する。

[0078] 図21は、比較に用いた液晶パネル100の要部の概略構成を示す断面図

である。

[0079] まず、図21に示すように、ガラス基板11上の全面に、スパッタリング法によりITOを形成し、フォトリソグラフィにより電極幅 $L = 56\ \mu\text{m}$ の画素電極114を形成した。

[0080] 次に、ガラス基板11上に、画素電極114を覆うように、JSR社製の配向膜塗料「JALS-204」（商品名、固形分5wt. %、 γ -ブチロラクトン溶液）を、スピンコート法にて塗布した。その後、 200°C にて2時間焼成することにより、液晶層50との対向面となる表面に、垂直配向膜である配向膜16が設けられた基板110を形成した。

[0081] 一方、ガラス基板21上に、周知の方法で、厚み $1.2\ \mu\text{m}$ のカラーフィルタ22およびブラックマトリクス23を形成した。さらにその上に、スパッタリング法により、ITOを全面に形成した。これにより、ガラス基板21の表示領域全面を覆う対向電極24を形成した。

[0082] 次に、対向電極24上に、アクリル系樹脂をスピンコート法で塗布した後、フォトリソグラフィにて高さ $1.2\ \mu\text{m}$ 、幅 $11\ \mu\text{m}$ のリブ30を形成した。

[0083] その後、JSR社製の配向膜塗料「JALS-204」（商品名、固形分5wt. %、 γ -ブチロラクトン溶液）を、スピンコート法にて塗布した。その後、 200°C にて2時間焼成することにより、液晶層50との対向面となる表面に、垂直配向膜である配向膜26が設けられた基板120を形成した。このようにして形成した配向膜16・26の乾燥膜厚は $1000\ \text{\AA}$ （ $= 0.1\ \mu\text{m}$ ）であった。

[0084] その後、上記基板110・120のうち一方の基板上に、シール剤として、シール樹脂「ストラクトボンドXN-21S」を印刷した。

[0085] 次に、上記基板110・120を貼り合わせ、 135°C で1時間焼成した。

[0086] その後、上記基板110・120間に、液晶材料としてメルク株式会社製のネガ型液晶材料（ $\Delta\epsilon = 3$ 、 $\Delta n = 0.1$ ）を真空注入法にて封入するこ

とにより、一对の基板 110・120間に液晶層 50が挟持された液晶セル 130を作製した。

[0087] 続いて、上記液晶セル 130の表裏面に、偏光板 35・36を、偏光板 35・36の透過軸が直交するように貼合した。これにより、図 21に示す液晶パネル 100（液晶表示素子）を作製した。

[0088] （検証結果）

次に、液晶パネル 2の効果について、比較用の液晶パネル 100を用いて検証した結果について、以下に説明する。

[0089] 実施例 1の液晶パネル（1）および比較例の液晶パネル 100について、視野角の色シフト（色味変化）を検証した。なお、測定は、各液晶パネルを一般的な CCF バックライトに搭載して行い、Eidim 社製の「Ez-contrast 160R」を用いた。

[0090] ここでは、実施例 1の液晶パネル（1）では、櫛歯電極 14・15の電極幅 L（各枝電極 14A・15Aの幅）を $2.5\mu\text{m}$ 、櫛歯電極 14・15間の電極間隔 S（スペースとなる各枝電極 14A・15Aの間隙の距離）を $7.5\mu\text{m}$ 、櫛歯電極 14・15の電極ピッチ D（電極ラインとなる枝電極 14Aの中心から枝電極 15Aの中心までの距離、 $D = (L + S) / 2$ ）を $10\mu\text{m}$ に設定した。また、比較例の液晶パネル 100では、画素電極の電極幅 L を $56\mu\text{m}$ 、画素電極間の電極間隔 S を $8.0\mu\text{m}$ 、画素電極の電極ピッチ D を $64\mu\text{m}$ に設定した。

[0091] そして、各液晶パネルにおいて、方位角 θ が 0 度、45 度のそれぞれの位置において、極角 ϕ を 0 度～60 度まで 15 度刻みに変化させたときの R（赤）色、G（緑）色、B（青）色、W（白）色の色度座標を、CIE 表色系を用いて算出し、W（白）色のシフト量を検証した。

[0092] ここで、方位角 θ とは、図 4に示すように、視点から液晶パネル上の偏光板 36の表面を含む平面へ下ろした垂線の足と、偏光板 36の中央 36cとを結ぶ線の、平面内における回転角である。図 4の例では、視点 P1の方位角 θ_1 は 0 度（偏光軸と平行）、視点 P2の方位角 θ_2 は 90 度である。ま

た、極角 ϕ とは、液晶パネル上の偏光板36の中央36cと視点とを結ぶ直線が、偏光板36の法線となす角度である。視点P1の極角は ϕ_1 、視点P2の極角は ϕ_2 で示される。

[0093] 図5の(a)は、比較例の液晶パネル100について、方位角 $\theta = 0$ 度（偏光軸と平行）の場合の色度座標を示し、(b)は、この値をプロットしたCIE図を示している。この図に示すように、偏光軸と平行となる位置（方位角 $\theta = 0$ 度）では、極角 ϕ が0度から60度（-60度）へ変化しても、白色の色シフト（色変化）はほとんど生じていないことが分かる。

[0094] 図6の(a)は、比較例の液晶パネル100について、方位角 $\theta = 45$ 度（偏光軸に対して45度）の場合の色度座標を示し、(b)は、この値をプロットしたCIE図を示している。この図に示すように、偏光軸に対して45度となる位置（方位角 $\theta = 45$ 度）では、極角 ϕ が0度から60度（-60度）へ変化すると、白色の色シフトが生じることが分かる。すなわち、極角 $\phi = 0$ 度から60度（-60度）への変化に伴って、色シフトが大きくなり、全体として黄色味掛かってくることが分かる。

[0095] これに対して、図7の(a)は、実施例1の液晶パネル(1)について、方位角 $\theta = 0$ 度（偏光軸と平行）の場合の色度座標を示し、(b)は、この値をプロットしたCIE図を示している。この図に示すように、偏光軸と平行となる位置（方位角 $\theta = 0$ 度）では、比較例の液晶パネル100と同様、極角 ϕ が0度から60度（-60度）へ変化しても、白色の色シフトはほとんど生じていないことが分かる。

[0096] また、図8の(a)は、実施例1の液晶パネル(1)について、方位角 $\theta = 45$ 度（偏光軸に対して45度）の場合の色度座標を示し、(b)は、この値をプロットしたCIE図を示している。この図に示すように、偏光軸に対して45度となる位置（方位角 $\theta = 45$ 度）においても、極角 ϕ が0度から60度（-60度）へ変化しても、白色の色シフトはほとんど生じていないことが分かる。

[0097] このように、比較例の液晶パネル100では、偏光軸に対して45度とな

る位置（方位角 $\theta = 45$ 度）では、極角 ϕ が0度から60度（ -60 度）へ変化すると、それに伴って白色が黄色味掛かってくるのに対して、実施例1の液晶パネル（1）では、偏光軸に対して45度となる位置において、極角 ϕ が0度から60度（ -60 度）へ変化しても、色シフトが生じないことが分かる。

[0098] （白色のシフト量）

次に、実際の白色のシフト量について考察する。

[0099] まず、方位角 $\theta = 0$ 度（偏光軸と平行）の位置における色シフトについて考察する。表1は、比較例の液晶パネル100について、方位角 $\theta = 0$ 度（偏光軸と平行）の場合の白色の色度座標を示し（図5のWに対応）、表2は、表1に基づき算出した白（W）色のシフト量を示している。

[0100] [表1]

ϕ	x	y
-60	0.291188	0.284338
-45	0.287661	0.280328
-30	0.281707	0.277597
-15	0.277893	0.271581
0	0.275793	0.273280
15	0.277659	0.275509
30	0.283109	0.277951
45	0.290261	0.281880
60	0.294944	0.288343

[0101] [表2]

ϕ	x	y	W色シフト量
15	0.001983	0.000265	0.002
30	0.006615	0.004494	0.008
45	0.013168	0.007824	0.015
60	0.017273	0.013060	0.022

[0102] なお、シフト量を a としたとき、 a は、極角 $\phi = 0$ 度の（ x ， y ）座標に対して移動した距離で表される。例えば、極角 $\phi = 60$ 度の場合の x 方向の

移動距離 a_x は、

$((\phi = 60^\circ \text{の } x \text{ 座標}) + (\phi = -60^\circ \text{の } x \text{ 座標})) / 2 - (\phi = 0^\circ \text{の } x \text{ 座標})$

で求められ、同様に、極角 $\phi = 60^\circ$ の場合の y 方向の移動距離 a_y は、

$((\phi = 60^\circ \text{の } y \text{ 座標}) + (\phi = -60^\circ \text{の } y \text{ 座標})) / 2 - (\phi = 0^\circ \text{の } y \text{ 座標})$

で求められる。

よって、シフト量 a は、

$((a_x)^2 + (a_y)^2)^{1/2}$

で求められる。

[0103] 表3は、実施例1の液晶パネル(1)について、方位角 $\theta = 0^\circ$ (偏光軸と平行) の場合の白色の色度座標を示し(図7のWに対応)、表4は、表3に基づき算出した白(W)色のシフト量を示している。

[0104] [表3]

ϕ	x	y
-60	0.303396	0.313013
-45	0.328059	0.301447
-30	0.321351	0.306960
-15	0.314527	0.310123
0	0.308505	0.304475
15	0.304176	0.315129
30	0.309026	0.312143
45	0.313718	0.320351
60	0.324569	0.302488

[0105] [表4]

ϕ	x	y	W色シフト量
15	0.000847	0.008151	0.008
30	0.006684	0.005077	0.008
45	0.012384	0.006424	0.014
60	0.005478	0.003275	0.006

[0106] 図9は、表2および表4の白(W)色のシフト量をプロットしたグラフである。この図に示すように、方位角 $\theta = 0$ 度の場合は、比較例の液晶パネル100では最大シフト量が0.022であり、実施例1の液晶パネル(1)では最大シフト量が0.014であった。何れもシフト量は小さく、大きな色シフトは生じていないことが分かる。すなわち、視認できるレベルにおいて、白色が黄色味掛かって見えることはない。

[0107] 次に、方位角 $\theta = 45$ 度(偏光軸に対して45度)の位置における色シフトについて考察する。表5は、比較例の液晶パネル100について、方位角 $\theta = 45$ 度(偏光軸に対して45度)の場合の白色の色度座標を示し(図6のWに対応)、表6は、表5に基づき、上記の算出式により算出した白(W)色のシフト量を示している。

[0108] [表5]

ϕ	x	y
-60	0.321820	0.310424
-45	0.299314	0.294826
-30	0.286066	0.281814
-15	0.279022	0.275227
0	0.275793	0.273280
15	0.279912	0.275538
30	0.289188	0.284294
45	0.305454	0.294639
60	0.327054	0.314019

[0109] [表6]

ϕ	x	y	W色シフト量
15	0.003674	0.002103	0.004
30	0.011834	0.009774	0.015
45	0.026591	0.021452	0.034
60	0.048644	0.038941	0.062

[0110] 表7は、実施例1の液晶パネル(1)について、方位角 $\theta = 45$ 度(偏光軸に対して45度)の場合の白色の色度座標を示し(図8のWに対応)、表

8は、表7に基づき算出した白（W）色のシフト量を示している。

[0111] [表7]

ϕ	x	y
-60	0.298715	0.286409
-45	0.293427	0.296451
-30	0.301080	0.281072
-15	0.308994	0.298431
0	0.308505	0.304475
15	0.304660	0.310150
30	0.301390	0.307543
45	0.312765	0.299306
60	0.296517	0.299144

[0112] [表8]

ϕ	x	y	W色シフト量
15	-0.001678	-0.000185	0.002
30	-0.007270	-0.010168	0.012
45	-0.005409	-0.006597	0.009
60	-0.010888	-0.011699	0.016

[0113] 図10は、表6および表8のシフト量をプロットしたグラフである。この図に示すように、方位角 $\theta = 45$ 度の場合は、比較例の液晶パネル100では最大シフト量が0.062であるのに対し、実施例1の液晶パネル（1）では最大シフト量が0.016であった。比較例の液晶パネル100ではシフト量が大きく、大きな色シフトが生じていることが分かる。すなわち、液晶パネルに対する極角 ϕ が大きくなるほど、白色が黄色味掛かって見えるという問題が生じる。これに対して、実施例1の液晶パネル（1）では、シフト量は方位角 $\theta = 0$ 度の場合（最大シフト量=0.014）とほぼ同じであり、極角 ϕ が大きくなっても、大きな色シフトは生じていないことが分かる。よって、実施例1の液晶パネル（1）の構成とすることにより、色シフトを抑えることができることが分かる。

[0114] （回折効率）

本願発明者らは、上記の色シフトの要因について、電極と、電極間のスペース（間隙）とで構成される回折格子としての機能に着目した。そこで、電極ピッチDと色シフトとの関係について考察した。

[0115] まず、回折格子による透過時の回折効率（透過効率）と電極ピッチDとの関係について検証を行った。ここでは、複数の電極ピッチDを設定し、各電極ピッチDにおける光の回折効率（透過効率）について、液晶層内への入射角を想定した極角 $\phi = 0$ 度、 10 度、 20 度、 30 度の4水準で、光の波長を変化させて測定した。なお、回折効率の算出には次式を用いた。

$$\eta = \sin^2 \left(\pi \Delta n d / (\lambda \cos \theta) \right)$$

上記の式において、 λ は、入射波長を示す。 Δn は、電極の Δn （液晶のON/OFF）で45度方位の偏光が入るため入射偏光が感じる平均屈折率を図11にて算出し、ここでは $\Delta n = 0.05$ を用いた。 θ は、バックライトから偏光板（ガラス）を介して液晶層内に入射する入射角であり、空気からの入射角に対して液晶層内でほぼ $1/2$ となる。

[0116] 表9は、電極ピッチD = $4 \mu\text{m}$ 、 $5 \mu\text{m}$ 、 $6 \mu\text{m}$ の回折効率を示し、表10は、電極ピッチD = $8 \mu\text{m}$ 、 $10 \mu\text{m}$ 、 $11 \mu\text{m}$ の回折効率を示し、表11は、電極ピッチD = $12 \mu\text{m}$ 、 $14 \mu\text{m}$ 、 $64 \mu\text{m}$ の回折効率を示している。なお、電極ピッチD = $10 \mu\text{m}$ は実施例1の液晶パネル（1）に対応し、電極ピッチD = $64 \mu\text{m}$ は比較例の液晶パネル100に対応している。

[0117]

[表9]

D	4 μ m				5 μ m				6 μ m			
ϕ nm	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30
400	95%	95%	98%	100%	99%	98%	96%	88%	73%	70%	60%	41%
410	93%	94%	97%	100%	100%	99%	97%	91%	77%	74%	65%	47%
420	91%	92%	95%	99%	100%	100%	99%	93%	81%	79%	70%	52%
430	90%	91%	94%	98%	100%	100%	99%	95%	85%	82%	75%	58%
440	88%	89%	92%	97%	100%	100%	100%	97%	88%	86%	79%	63%
450	86%	87%	91%	96%	99%	100%	100%	98%	90%	89%	82%	68%
460	84%	85%	89%	95%	99%	99%	100%	99%	93%	91%	85%	72%
470	82%	84%	87%	93%	98%	98%	100%	100%	95%	93%	88%	76%
480	80%	82%	86%	92%	97%	98%	99%	100%	96%	95%	91%	80%
490	79%	80%	84%	91%	96%	97%	99%	100%	97%	97%	93%	83%
500	77%	78%	82%	89%	95%	95%	98%	100%	98%	98%	95%	86%
510	75%	76%	81%	87%	93%	94%	97%	100%	99%	99%	96%	88%
520	73%	75%	79%	86%	92%	93%	96%	99%	100%	99%	97%	91%
530	72%	73%	77%	84%	91%	92%	95%	99%	100%	100%	98%	93%
540	70%	71%	75%	83%	89%	90%	94%	98%	100%	100%	99%	94%
550	68%	70%	74%	81%	88%	89%	92%	97%	100%	100%	100%	96%
560	67%	68%	72%	80%	86%	88%	91%	96%	100%	100%	100%	97%
570	65%	66%	71%	78%	85%	86%	90%	95%	99%	100%	100%	98%
580	63%	65%	69%	76%	83%	85%	89%	94%	99%	99%	100%	99%
590	62%	63%	67%	75%	82%	83%	87%	93%	98%	99%	100%	99%
600	60%	62%	66%	73%	80%	82%	86%	92%	98%	98%	100%	100%
610	59%	60%	64%	72%	79%	80%	84%	91%	97%	97%	99%	100%
620	58%	59%	63%	70%	78%	79%	83%	90%	96%	97%	99%	100%
630	56%	58%	62%	69%	76%	77%	82%	88%	95%	96%	98%	100%
640	55%	56%	60%	67%	75%	76%	80%	87%	94%	95%	97%	100%
650	54%	55%	59%	66%	73%	75%	79%	86%	93%	94%	97%	100%
660	52%	54%	58%	65%	72%	73%	77%	85%	92%	93%	96%	99%
670	51%	52%	56%	63%	70%	72%	76%	83%	91%	92%	95%	99%
680	50%	51%	55%	62%	69%	71%	75%	82%	90%	91%	94%	98%
690	49%	50%	54%	61%	68%	69%	73%	81%	89%	90%	93%	98%
700	48%	49%	53%	60%	67%	68%	72%	80%	88%	89%	92%	97%
710	47%	48%	52%	58%	65%	67%	71%	78%	87%	88%	91%	96%
720	46%	47%	50%	57%	64%	65%	70%	77%	85%	87%	90%	96%
730	45%	46%	49%	56%	63%	64%	68%	76%	84%	85%	89%	95%

[表10]

D	8 μ m				10 μ m (実施例1)				11 μ m			
ϕ nm	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30
400	10%	7%	2%	2%	15%	19%	34%	43%	26%	31%	48%	79%
410	14%	11%	4%	0%	9%	12%	25%	34%	18%	23%	39%	70%
420	19%	16%	7%	0%	5%	7%	18%	25%	12%	16%	30%	61%
430	24%	21%	11%	1%	2%	4%	12%	18%	7%	10%	22%	52%
440	29%	26%	16%	3%	1%	1%	8%	13%	4%	6%	16%	43%
450	35%	31%	20%	6%	0%	0%	4%	8%	1%	3%	11%	34%
460	40%	36%	25%	9%	0%	0%	2%	4%	0%	1%	6%	27%
470	45%	41%	30%	13%	2%	1%	0%	2%	0%	0%	3%	20%
480	50%	46%	35%	17%	4%	2%	0%	0%	1%	0%	1%	15%
490	55%	51%	40%	21%	6%	4%	1%	0%	2%	1%	0%	10%
500	59%	56%	45%	26%	10%	7%	2%	0%	4%	3%	0%	6%
510	64%	60%	50%	30%	13%	10%	4%	1%	7%	5%	1%	3%
520	68%	65%	54%	35%	17%	14%	6%	3%	10%	7%	2%	1%
530	72%	68%	58%	39%	21%	18%	9%	5%	13%	10%	4%	0%
540	75%	72%	63%	44%	25%	22%	12%	8%	17%	14%	6%	0%
550	78%	76%	66%	48%	29%	26%	16%	11%	21%	17%	9%	0%
560	81%	79%	70%	52%	33%	30%	19%	14%	25%	21%	12%	1%
570	84%	82%	74%	56%	38%	34%	23%	18%	29%	25%	15%	3%
580	86%	84%	77%	60%	42%	38%	27%	22%	33%	29%	19%	5%
590	88%	87%	80%	64%	46%	42%	31%	25%	37%	33%	22%	7%
600	90%	89%	82%	68%	50%	46%	35%	29%	41%	37%	26%	10%
610	92%	91%	85%	71%	54%	50%	39%	33%	45%	41%	30%	13%
620	94%	92%	87%	74%	58%	54%	43%	37%	49%	45%	34%	16%
630	95%	94%	89%	77%	61%	58%	47%	41%	52%	49%	38%	19%
640	96%	95%	91%	80%	65%	61%	51%	45%	56%	53%	41%	22%
650	97%	96%	92%	82%	68%	65%	54%	48%	60%	56%	45%	26%
660	98%	97%	94%	84%	71%	68%	58%	52%	63%	60%	49%	29%
670	99%	98%	95%	86%	74%	71%	61%	55%	66%	63%	52%	33%
680	99%	99%	96%	88%	76%	74%	64%	59%	69%	66%	56%	36%
690	100%	99%	97%	90%	79%	76%	67%	62%	72%	69%	59%	40%
700	100%	100%	98%	92%	81%	79%	70%	65%	75%	72%	62%	43%
710	100%	100%	98%	93%	83%	81%	73%	68%	77%	74%	65%	47%
720	100%	100%	99%	94%	85%	83%	75%	71%	80%	77%	68%	50%
730	100%	100%	99%	95%	87%	85%	78%	73%	82%	79%	71%	53%

[表11]

D		12 μ m				14 μ m				64 μ m (比較例)			
nm	ϕ	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30
400		79%	84%	96%	97%	95%	91%	72%	29%	35%	69%	76%	70%
410		70%	76%	91%	100%	99%	96%	83%	42%	1%	16%	99%	12%
420		61%	67%	84%	100%	100%	99%	91%	56%	19%	1%	65%	6%
430		52%	58%	76%	98%	99%	100%	97%	68%	66%	34%	15%	55%
440		43%	49%	67%	93%	95%	98%	99%	79%	98%	80%	1%	97%
450		35%	40%	58%	88%	90%	94%	100%	87%	90%	100%	31%	89%
460		27%	32%	50%	81%	84%	89%	98%	94%	53%	81%	76%	44%
470		20%	25%	41%	73%	77%	82%	95%	98%	15%	41%	100%	6%
480		15%	19%	34%	65%	69%	75%	90%	100%	0%	8%	88%	5%
490		10%	13%	27%	57%	61%	67%	84%	100%	14%	1%	51%	39%
500		6%	9%	20%	49%	53%	59%	77%	98%	47%	21%	16%	79%
510		3%	5%	15%	41%	45%	51%	70%	95%	80%	55%	0%	100%
520		1%	3%	11%	34%	38%	44%	62%	90%	99%	86%	11%	90%
530		0%	1%	7%	28%	31%	37%	55%	85%	96%	100%	40%	58%
540		0%	0%	4%	22%	25%	30%	47%	79%	75%	93%	73%	23%
550		0%	0%	2%	17%	19%	24%	40%	72%	46%	70%	95%	2%
560		1%	0%	1%	12%	15%	19%	34%	65%	19%	41%	99%	4%
570		3%	1%	0%	8%	11%	14%	28%	58%	3%	16%	86%	25%
580		5%	3%	0%	5%	7%	10%	22%	51%	1%	2%	61%	55%
590		7%	5%	1%	3%	4%	7%	17%	45%	13%	2%	33%	83%
600		10%	7%	2%	2%	2%	4%	13%	38%	35%	15%	11%	98%
610		12%	10%	3%	0%	1%	2%	9%	32%	59%	36%	1%	98%
620		16%	13%	5%	0%	0%	1%	6%	27%	81%	60%	3%	83%
630		19%	16%	7%	0%	0%	0%	4%	22%	95%	81%	17%	59%
640		22%	19%	10%	1%	0%	0%	2%	17%	100%	95%	38%	33%
650		26%	22%	13%	2%	1%	0%	1%	13%	95%	100%	61%	13%
660		29%	26%	16%	3%	2%	1%	0%	10%	83%	95%	81%	1%
670		33%	29%	19%	5%	3%	2%	0%	7%	65%	83%	95%	1%
680		36%	33%	22%	7%	5%	3%	0%	5%	45%	66%	100%	11%
690		40%	36%	25%	9%	7%	5%	1%	3%	27%	46%	97%	29%
700		43%	40%	28%	11%	10%	7%	2%	2%	12%	28%	86%	50%
710		47%	43%	32%	14%	12%	9%	3%	1%	3%	13%	70%	70%
720		50%	46%	35%	17%	15%	12%	5%	0%	0%	4%	52%	87%
730		53%	50%	38%	20%	17%	14%	6%	0%	3%	0%	34%	97%

[0120] 表9～表11に示すように、電極ピッチDが6 μ m～10 μ mの領域では

、波長が大きくなるほど光の回折効率が高くなっていることが分かる。これは、B色よりもR色およびG色の波長の光を多く回折していることを意味している。

[0121] 次に、Simでの分光波長に対する回折効率を算出した。ここでは、R色の波長を650nm、G色の波長を550nm、B色の波長を450nmとした。図12の(a)、(b)、(c)は、それぞれ、表9の電極ピッチ $D=4\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m}$ 、 $6\mu\text{m}$ に対応し、図13の(a)、(b)、(c)は、表10の電極ピッチ $D=8\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 、 $11\mu\text{m}$ に対応し、図14の(a)、(b)、(c)は、表11の電極ピッチ $D=12\mu\text{m}$ 、 $14\mu\text{m}$ 、 $16\mu\text{m}$ に対応する。これらのグラフからも分かるように、電極ピッチ D が、 $6\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ の領域では、波長が大きくなるほど光の回折効率が高くなっており、B色よりもR色およびG色の光を多く回折していると言える。

[0122] 次に、色別(R色、G色、B色、W色)のシフト量について考察する。

[0123] 表12は、比較例の液晶パネル100について、方位角 $\theta=45$ 度(偏光軸に対して45度)の場合のR色の色度座標(図6のRに対応)に基づき算出したR色のシフト量を示している。また、表13は、比較例の液晶パネル100について、方位角 $\theta=45$ 度の場合のG色の色度座標(図6のGに対応)に基づき算出したG色のシフト量を示している。また、表14は、比較例の液晶パネル100について、方位角 $\theta=45$ 度の場合のB色の色度座標(図6のBに対応)に基づき算出したB色のシフト量を示している。

[0124] [表12]

ϕ	x	y	R色シフト量
15	0.000215	0.000309	0.000
30	-0.000326	-0.000836	0.001
45	-0.008651	-0.003391	0.009
60	-0.023073	-0.012395	0.026

[0125]

[表13]

ϕ	x	y	G色シフト量
15	-0.000946	0.002054	0.002
30	-0.002307	0.003280	0.004
45	0.000167	-0.005436	0.005
60	0.006087	-0.021581	0.022

[0126] [表14]

ϕ	x	y	B色シフト量
15	0.000804	-0.000500	0.001
30	0.002197	0.000888	0.002
45	0.004885	0.004219	0.006
60	0.013588	0.012629	0.019

[0127] そして、図15は、比較例の液晶パネル100において、方位角 $\theta = 45$ 度の場合における、R色、G色、B色、W色のシフト量（それぞれ、表12、表13、表14、表6に対応）と、極角 ϕ との関係を示すグラフである。この図に示すように、極角 $\phi = 0$ 度から60度（-60度）への変化に伴って、R色、G色、B色のそれぞれのシフト量は同じように変化し、W色のシフト量だけが大きく変化していることが分かる。

[0128] これに対して、表15は、実施例1の液晶パネル（1）について、方位角 $\theta = 45$ 度（偏光軸に対して45度）の場合のR色の色度座標（図8のRに対応）に基づき算出したR色のシフト量を示している。また、表16は、実施例1の液晶パネル（1）について、方位角 $\theta = 45$ 度の場合のG色の色度座標（図8のGに対応）に基づき算出したG色のシフト量を示している。また、表17は、実施例1の液晶パネル（1）について、方位角 $\theta = 45$ 度の場合のB色の色度座標（図8のBに対応）に基づき算出しB色のシフト量を示している。

[0129] [表15]

ϕ	x	y	R色シフト量
15	0.002602	-0.004317	0.005
30	-0.014804	-0.004740	0.016
45	-0.041668	-0.024299	0.048
60	-0.076658	-0.044143	0.088

[0130] [表16]

ϕ	x	y	G色シフト量
15	-0.001826	0.001093	0.002
30	-0.009920	-0.017165	0.020
45	-0.009507	-0.036642	0.038
60	-0.023499	-0.061262	0.066

[0131] [表17]

ϕ	x	y	B色シフト量
15	-0.001792	0.000456	0.002
30	0.004007	-0.001813	0.004
45	0.002677	0.005040	0.006
60	0.007649	0.010304	0.013

[0132] そして、図16は、実施例1の液晶パネル(1)において、方位角 $\theta = 45$ 度の場合における、R色、G色、B色のシフト量(それぞれ、表15、表16、表17、表8に対応)と、極角 ϕ との関係を示すグラフである。この図に示すように、極角 ϕ が0度から60度(−60度)へ変化するのに伴い、R色、G色それぞれのシフト量の変化が、B色のシフト量の変化に比べて大きく、W色のシフト量はほとんど変化しないことが分かった。

[0133] これら図15および図16の結果から、R色、G色のシフト量の変化が、B色のシフト量の変化に比べて大きい場合に、W色のシフト量が小さくなる

ことが考察される。

[0134] ここで、表 9～表 11、および図 12～図 14 に示したように、回折効率と電極ピッチ D と色の波長との間には相関関係があり、電極ピッチ D が所定の範囲である場合には、波長が長くなるほど回折効率が大きくなることが分かった。そして、W 色のシフト量が小さくなった実施例 1（電極ピッチ D = $10\text{ }\mu\text{m}$ （図 16））の結果（すなわち、波長が長い（R 色、G 色）ほど色シフト量が大きい）から、電極ピッチ D が D = $10\text{ }\mu\text{m}$ を含む所定の範囲である場合には、回折効率が大きいほど色シフト量が大きくなることが考察される。

[0135] すなわち、電極ピッチ D が所定の範囲である場合には、赤（R）色の波長における光の回折効率および緑（G）色の波長における光の回折効率が、青（B）色の波長における光の回折効率よりも大きい場合に、白（W）色のシフト量が小さくなることが分かった。

[0136] したがって、白（W）色の色シフト（色味変化）を抑えるためには、赤（R）色の波長における光の回折効率および緑（G）色の波長における光の回折効率が、青（B）色の波長における光の回折効率よりも大きくなるように、電極ピッチ D を設定すれば良いことが考察される。

[0137] ここで、表 18 には、表 9 の R 色、G 色、B 色の波長の光の回折効率と、B 色の波長の光の回折効率に対する R 色の波長の光の回折効率（すなわち、R 色の波長における光の回折効率－B 色の波長における光の回折効率）と、B 色の波長における光の回折効率に対する G 色の波長における光の回折効率（すなわち、G 色の波長における光の回折効率－B 色の波長における光の回折効率）とを示している。

[0138] 表 19 には、表 10 の R 色、G 色、B 色の波長における光の回折効率と、B 色の波長における光の回折効率に対する R 色の波長における光の回折効率（すなわち、R 色の波長における光の回折効率－B 色の波長における光の回折効率）と、B 色の波長における光の回折効率に対する G 色の波長における光の回折効率（すなわち、G 色の波長における光の回折効率－B 色の波長に

おける光の回折効率)とを示している。

[0139] 表20には、表11のR色、G色、B色の回折効率と、B色の回折効率に対するR色の回折効率（すなわち、R色の波長における光の回折効率－B色の波長における光の回折効率）と、B色の波長における光の回折効率に対するG色の波長における光の回折効率（すなわち、G色の波長における光の回折効率－B色の波長における光の回折効率）とを示している。

[0140] [表18]

D	4 μ m				5 μ m				6 μ m			
ϕ	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30
B	86%	87%	91%	96%	99%	100%	100%	98%	90%	89%	82%	68%
G	68%	70%	74%	81%	88%	89%	92%	97%	100%	100%	100%	96%
R	54%	55%	59%	66%	73%	75%	79%	86%	93%	94%	97%	100%
R-B	-32%	-32%	-32%	-30%	-26%	-25%	-21%	-12%	3%	5%	14%	32%
G-B	-18%	-18%	-17%	-15%	-11%	-11%	-8%	-1%	9%	11%	17%	28%

[0141] [表19]

D	8 μ m				10 μ m(実施例1)				11 μ m			
ϕ	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30
B	35%	31%	20%	6%	0%	0%	4%	8%	1%	3%	11%	34%
G	78%	76%	66%	48%	29%	26%	16%	11%	21%	17%	9%	0%
R	97%	96%	92%	82%	68%	65%	54%	48%	60%	56%	45%	26%
R-B	63%	65%	72%	76%	68%	64%	50%	41%	58%	53%	35%	-9%
G-B	44%	45%	46%	43%	29%	25%	12%	3%	19%	14%	-2%	-34%

[0142]

[表20]

D	12 μ m				14 μ m				64 μ m (比較例)			
ϕ	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30
B	35%	40%	58%	88%	90%	94%	100%	87%	90%	100%	31%	89%
G	0%	0%	2%	17%	19%	24%	40%	72%	46%	70%	95%	2%
R	26%	22%	13%	2%	1%	0%	1%	13%	95%	100%	61%	13%
R-B	-9%	-18%	-46%	-86%	-90%	-94%	-99%	-74%	5%	0%	29%	-76%
G-B	-34%	-40%	-56%	-71%	-71%	-70%	-60%	-15%	-45%	-30%	64%	-86%

[0143] 上記の考察によれば、表 18、表 19 および表 20 において、(R-B) および (G-B) の値がプラスになる電極ピッチ D を設定すれば、白 (W) 色の色シフトを抑えることができる。すなわち、電極ピッチ D を、 $6 \mu\text{m} \leq D \leq 10 \mu\text{m}$ に設定することにより、白 (W) 色シフト (色味変化) を抑えることができる。

[0144] [実施例 1 の液晶パネル (2)]

上記の液晶パネル (1) では、櫛歯電極 14・15 の電極ピッチ D が一定である場合を示したが、本実施の形態はこれに限定されるものではなく、1 画素において電極ピッチ D が 2 種類以上で構成されていても良い。このような構成では、例えば電極ピッチ D を 2 種類のピッチ D1・D2 とした場合に、電極ピッチ D1・D2 の両者を、 $6 \mu\text{m} \leq D \leq 10 \mu\text{m}$ の範囲に設定するケース (ケース 1) と、電極ピッチ D1・D2 の一方を、 $6 \mu\text{m} \leq D \leq 10 \mu\text{m}$ の範囲に設定するケース (ケース 2) と、電極ピッチ D1・D2 の両者を、 $6 \mu\text{m} \leq D \leq 10 \mu\text{m}$ の範囲外に設定するケース (ケース 3) とが考えられる。以下、ケース 1～3 について考察する。

[0145] (ケース 1 : $6 \mu\text{m} \leq (D1 \cdot D2) \leq 10 \mu\text{m}$)

1 画素において電極ピッチ D1・D2 の両者が、 $6 \mu\text{m} \leq D \leq 10 \mu\text{m}$ の範囲に設定されている場合、例えば、電極ピッチ D1 = $6 \mu\text{m}$ 、電極ピッチ D2 = $10 \mu\text{m}$ で、かつ、1 画素を占める電極ピッチ D1・D2 の比率が、

D1 : D2 = 1 : 1 に設定されている場合、表 21 に示すように、(R - B) および (G - B) の値はプラスになるため、白 (W) 色の色シフト (色味変化) を抑えることができる。また、電極ピッチ D1 = 6 μ m、電極ピッチ D2 = 10 μ m で、かつ、1 画素を占める電極ピッチ D1 · D2 の比率が、D1 : D2 = 2 : 1、あるいは、D1 : D2 = 1 : 2 に設定されている場合でも、表 21 に示すように、(R - B) および (G - B) の値はプラスになるため、色シフト (色味変化) を抑えることができる。このように、ケース 1 では、電極ピッチ D1 · D2 の何れもが 6 μ m $\leq$ D $\leq$ 10 μ m の範囲内であるため、1 画素を占める電極ピッチ D1 · D2 の比率 (D1 : D2) に関わらず、(R - B) および (G - B) の値はプラスになり、白 (W) 色の色シフト (色味変化) を抑えることができる。

[0146] [表21]

D	D1=6 μm/D2=10 μm D1:D2=1:1				D1=6 μm/D2=10 μm D1:D2=2:1				D1=6 μm/D2=10 μm D1:D2=1:2			
φ	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30
B	45.2%	44.5%	43.1%	37.7%	60.3%	59.2%	56.2%	47.7%	30.2%	29.7%	30.1%	27.8%
G	64.6%	62.8%	57.6%	53.3%	76.4%	75.2%	71.5%	67.4%	52.8%	50.5%	43.6%	39.2%
R	80.4%	79.3%	75.4%	74.0%	84.6%	84.2%	82.5%	82.5%	76.2%	74.4%	68.3%	65.5%
R-B	35%	35%	32%	36%	24%	25%	26%	35%	46%	45%	38%	38%
G-B	19%	18%	14%	16%	16%	16%	15%	20%	23%	21%	13%	11%

[0147] (ケース 2 : 6 μ m $\leq$ (D1 または D2) $\leq$ 10 μ m)

1 画素において電極ピッチ D1 · D2 の一方が、6 μ m $\leq$ D $\leq$ 10 μ m の範囲に設定され、他方が 6 μ m $\leq$ D $\leq$ 10 μ m の範囲外に設定されている場合、例えば、電極ピッチ D1 = 4 μ m、電極ピッチ D2 = 10 μ m に設定されている場合、表 22 に示すように、1 画素を占める電極ピッチ D1 · D2 の比率が D1 : D2 = 1 : 1 では、極角 ϕ = 20 度、30 度において、(G - B) の値がマイナスになるため、白 (W) 色の色シフト (色味変化) が発生し得ることになる。そこで、6 μ m $\leq$ D $\leq$ 10 μ m の範囲に設定される電極ピッチ D2 の割合を大きくすることが考えられる。例えば、1 画素におい

て $D1 : D2 = 1 : 2$ あるいは $1 : 3$ の比率とする。しかし、この比率でも依然として、 $(G-B)$ の値がマイナスになる。そこで、電極ピッチ $D2$ の割合をさらに大きくし、1画素を占める電極ピッチ $D1 \cdot D2$ の比率を $D1 : D2 = 1 : 4$ あるいは $1 : 5$ とすると、表 23 に示すように、 $(R-B)$ および $(G-B)$ の値はともにプラスになる。これにより、色シフト（色味変化）を抑えることができる。

[0148] [表22]

D	D1=4 μm/D2=10 μm D1:D2=1:1				D1=4 μm/D2=10 μm D1:D2=1:2				D1=4 μm/D2=10 μm D1:D2=1:3			
φ	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30
B	43.0%	43.7%	47.4%	52.0%	28.7%	29.2%	32.9%	37.3%	21.5%	22.0%	25.7%	29.9%
G	48.7%	47.6%	44.7%	46.1%	42.2%	40.3%	35.0%	34.4%	39.0%	36.7%	30.2%	28.5%
R	60.7%	59.7%	56.5%	57.2%	63.0%	61.3%	55.7%	54.3%	64.2%	62.1%	55.3%	52.8%
R-B	18%	16%	9%	5%	34%	32%	23%	17%	43%	40%	30%	23%
G-B	6%	4%	-3%	-6%	14%	11%	2%	-3%	17%	15%	4%	-1%

[0149] [表23]

D	D1=4 μ m/D2=10 μ m D1:D2=1:4				D1=4 μ m/D2=10 μ m D1:D2=1:5			
φ	0	10	20	30	0	10	20	30
B	17.2%	17.6%	21.4%	25.5%	14.3%	14.7%	18.5%	22.6%
G	37.0%	34.5%	27.3%	25.0%	35.7%	33.0%	25.3%	22.7%
R	64.9%	62.6%	55.1%	52.0%	65.4%	62.9%	54.9%	51.4%
R-B	48%	45%	34%	26%	51%	48%	36%	29%
G-B	20%	17%	6%	0%	21%	18%	7%	0%

[0150] また、例えば、電極ピッチ $D1 = 6 \mu$ m、電極ピッチ $D2 = 11 \mu$ m に設定されている場合は、表 24 に示すように、1画素を占める電極ピッチ $D1 \cdot D2$ の比率が $D1 : D2 = 1 : 1$ のときは、極角 $\phi = 30$ 度において、 $(G-B)$ の値がマイナスになるため、色シフト（色味変化）が発生し得るこ

となる。そこで、上記のように、 $6\mu\text{m} \leq D \leq 10\mu\text{m}$ の範囲に設定される電極ピッチ $D1$ の割合を大きくすることが考えられる。例えば、1画素を占める電極ピッチ $D1 \cdot D2$ の比率を $D1 : D2 = 2 : 1$ あるいは $3 : 1$ とする。すると、 $(G - B)$ の値はプラスになるため、色シフト（色味変化）を抑えることができる。

[0151] [表24]

D	D1=6 μ m/D2=11 μ m D1:D2=1:1				D1=6 μ m/D2=11 μ m D1:D2=2:1				D1=6 μ m/D2=11 μ m D1:D2=3:1			
ϕ	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30
B	46.0%	45.8%	46.4%	51.0%	60.8%	60.1%	58.4%	56.5%	68.2%	67.2%	64.3%	59.3%
G	60.3%	58.7%	54.1%	48.0%	73.5%	72.5%	69.2%	63.9%	80.1%	79.3%	76.8%	71.8%
R	76.4%	75.1%	70.9%	62.7%	81.9%	81.4%	79.5%	75.0%	84.7%	84.6%	83.8%	81.1%
R-B	30%	29%	25%	12%	21%	21%	21%	18%	17%	17%	20%	22%
G-B	14%	13%	8%	-3%	13%	12%	11%	7%	12%	12%	12%	13%

[0152] このように、ケース2では、電極ピッチ $D1 \cdot D2$ のうち $6\mu\text{m} \leq D \leq 10\mu\text{m}$ の範囲内に設定された電極ピッチの1画素を占める割合を、他方の電極ピッチの1画素を占める割合よりも大きくするとともに、1画素を占める電極ピッチ $D1 \cdot D2$ の比率 $D1 : D2$ を所定の値に設定する。これにより、 $(R - B)$ および $(G - B)$ の値がプラスになるため、白(W)色の色シフト（色味変化）を抑えることができる。

[0153] (ケース3 : $(D1 \cdot D2) < 6\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m} < (D1 \cdot D2)$)

電極ピッチ $D1 \cdot D2$ の何れもが、 $6\mu\text{m} \leq D \leq 10\mu\text{m}$ の範囲外に設定されている場合、例えば、電極ピッチ $D1 = 4\mu\text{m}$ 、電極ピッチ $D2 = 11\mu\text{m}$ に設定されている場合は、表25および表26に示すように、1画素を占める電極ピッチ $D1 \cdot D2$ の比率が、 $D1 : D2 = 1 : 1$ のとき、 $D1 : D2 = 1 : 2$ のとき、 $D1 : D2 = 2 : 1$ のとき、 $D1 : D2 = 1 : 3$ のとき、 $D1 : D2 = 3 : 1$ のときの何れの場合にも、 $(R - B)$ あるいは $(G - B)$ の値がマイナスになるため、色シフト（色味変化）が発生し得ること

になる。

[0154] [表25]

D	D1=4 μm/D2=11 μm D1:D2=1:1				D1=4 μm/D2=11 μm D1:D2=1:2				D1=4 μm/D2=11 μm D1:D2=2:1			
φ	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30
B	43.7%	45.1%	50.7%	65.2%	29.6%	31.0%	37.3%	55.0%	57.8%	59.1%	64.1%	75.5%
G	44.4%	43.5%	41.3%	40.7%	36.5%	34.8%	30.4%	27.3%	52.3%	52.1%	52.1%	54.2%
R	56.6%	55.5%	52.0%	45.9%	57.6%	55.7%	49.7%	39.2%	55.6%	55.3%	54.3%	52.6%
R-B	13%	10%	1%	-19%	28%	25%	12%	-16%	-2%	-4%	-10%	-23%
G-B	1%	-2%	-9%	-25%	7%	4%	-7%	-28%	-6%	-7%	-12%	-21%

[0155] [表26]

D	D1=4 μ m/D2=11 μ m D1:D2=1:3				D1=4 μ m/D2=11 μ m D1:D2=3:1			
φ	0	10	20	30	0	10	20	30
B	22.6%	24.0%	30.7%	49.8%	64.8%	66.1%	70.8%	80.6%
G	32.5%	30.4%	25.0%	20.5%	56.3%	56.5%	57.5%	60.9%
R	58.1%	55.8%	48.6%	35.8%	55.1%	55.2%	55.4%	56.0%
R-B	36%	32%	18%	-14%	-10%	-11%	-15%	-25%
G-B	10%	6%	-6%	-29%	-9%	-10%	-13%	-20%

[0156] 以上のケース1～3の結果より、1画素において電極ピッチDが2種類以上で構成されている液晶パネル(2)では、白(W)色の色シフト(色味変化)を抑えるためには、各画素において、少なくとも1種類の電極ピッチD1が $6\mu\text{m} \leq D1 \leq 10\mu\text{m}$ の範囲に設定されているとともに、該画素を占める全ての電極ピッチの平均値Dmが、 $6\mu\text{m} \leq Dm \leq 10\mu\text{m}$ の範囲に設定されていればよいことが分かる。

[0157] [実施の形態2]

本発明の実施の他の形態について、図17に基づいて説明すれば、以下の

通りである。

[0158] なお、以下の説明では、主に、実施の形態 1 にかかる液晶パネル 2 との相違点について説明するものとし、実施の形態 1 で説明した各構成要素と同一の機能を有する構成要素には同一の番号を付し、その説明を省略する。

[0159] 図 17 は、本実施の形態 2 にかかる液晶パネル 2 の要部の概略構成を模式的に示す断面図である。

[0160] 図 17 に示すように、本実施の形態 2 にかかる液晶パネル 2 は、基板 20 に代えて、ベタ電極 24 および絶縁層 25 が設けられている基板 60 を備えている点で、図 1 に示す液晶パネル 2 と相違する。

[0161] 基板 60 は、ベタ電極 24 および絶縁層 25 が設けられている点を除けば、図 1 に示す基板 20 と同じ構成を有している。

[0162] ベタ電極 24 は共通電極であり、カラーフィルタ 22 およびブラックマトリクス 23 を覆うように、基板 60 における表示領域（すなわち、図示しないシール剤で囲まれた領域）全体にベタ状に形成されている。

[0163] 絶縁層 25 は、ベタ電極 24 を覆うように、基板 60 における表示領域全体にベタ状に形成されている。

[0164] ベタ電極 24 としては、透明な電極材料にて形成されていれば、特に限定されるものではない。例えば、ITO（インジウム錫酸化物）、IZO（インジウム亜鉛酸化物）等の透明電極材料からなってもよく、アルミニウム等の金属からなってもよい。また、櫛歯電極 14・15 と同じ電極材料にて形成されていてもよく、それぞれ異なる電極材料にて形成されていてもよい。電極を形成（積層）する方法は特に限定されるものではなく、スパッタリング法、真空蒸着法、プラズマ CVD 法等、従来公知の各種方法を適用することができる。電極の膜厚は特に限定されるものではないが、好適には、 $100\text{ \AA} \sim 2000\text{ \AA}$ の範囲内において設定される。

[0165] また、絶縁層 25 としては、アクリル系樹脂等の有機絶縁材料、窒化シリコン（SiN）等の無機絶縁材料等、各種絶縁材料を用いることができる。

[0166] （表示方式）

次に、液晶パネル２の表示方式（垂直配向横電界モード）について、実施の形態１にかかる液晶パネル２との相違点について説明する。

[0167] 液晶パネル２は、基板６０にベタ電極２４が形成され、櫛歯電極１４・１５の一方（対向電極）と、基板６０のベタ電極２４とを同電位にし、櫛歯電極１４・１５の他方をドレイン電極として使用することにより、櫛歯電極１４・１５間に発生する横電界に加えて、櫛歯電極１４・１５の一方（対向電極）と、ベタ電極２４との間に斜め電界が発生する。これにより、実施の形態１にかかる液晶パネル２において櫛歯電極１４・１５間の中央領域に生じる暗線部分（液晶分子５２が動かない部分）を、斜め電界の作用により無くすることができるため、実施の形態１にかかる液晶パネル２の場合と比較して、開口率を大きくすることができるという利点を有している。

[0168] 〔実施例２の液晶パネル（３）〕

以下に、図１７に示す構造を有する液晶パネル２の概略構成について、具体的な検証に用いた実施例２の液晶パネル（３）の製造方法を例に挙げて具体的に説明する。

[0169] 液晶パネル（１）における基板１０の製造方法と同じ材料、同じプロセスにて、液晶パネル（３）における基板１０を形成した。

[0170] 一方、ガラス基板２１上に、周知の方法で、厚み１．２μmのカラーフィルタ２２およびブラックマトリクス２３を形成した。さらにその上に、スパッタリング法により、ITOを、厚み１０００Åで全面に成膜した。これにより、ガラス基板２１の表示領域全面を覆うベタ電極２４を形成した。

[0171] 次に、ベタ電極２４上に、 $\epsilon = 3.4$ のアクリル系の絶縁材料（絶縁層２５）を、厚さ１～３μmで、その全面に渡って、スピンコート法にて形成した後、２００℃で１時間焼成した。

[0172] 次に、絶縁層２５上に、柱状スペーサをスピンコート法にて塗布した後、フォトリソグラフィにより高さ３．４μmに形成した。

[0173] その後、ＪＳＲ社製の配向膜塗料「ＪＡＬＳ－２０４」（商品名、固形分５ｗｔ．％、γ－ブチロラクトン溶液）を、スピンコート法にて塗布した。

その後、 200°C にて2時間焼成することにより、液晶層50との対向面となる表面に、垂直配向膜である配向膜26が設けられた基板60を形成した。このようにして形成した配向膜16・26の乾燥膜厚は $1000\text{ \AA}$ ($=0.1\text{ }\mu\text{m}$)であった。

[0174] その後、基板10・60のうち一方の基板上に、シール剤として、シール樹脂「ストラクトボンドXN-21S」（商品名、三井東圧化学工業株式会社製）を印刷した。

[0175] 次に、基板10・60を貼り合わせ、 135°C で1時間焼成した。

[0176] その後、基板10・60間に、液晶材料としてメルク株式会社製のポジ型液晶材料 ($\Delta\epsilon=18$ 、 $\Delta n=0.1$) を真空注入法にて封入することにより、一对の基板10・60間に液晶層50が挟持された液晶セル5を作製した。

[0177] 続いて、液晶セル5の表裏面に、偏光板35・36を、偏光板35・36の透過軸が直交し、かつ櫛歯電極14・15における各枝電極14A・15Aの延伸方向と偏光板35・36の透過軸とが 45° の角度をなすように貼合した。これにより、図17に示す液晶パネル2（液晶表示素子）を作製した。

[0178] （検証結果）

次に、本実施の形態2にかかる液晶パネル2の効果について、実施例2の液晶パネル（3）を用いて検証した結果について、以下に説明する。

[0179] 実施例2の液晶パネル（3）および比較例の液晶パネル100について、視野角の色シフト（色味変化）を検証した。なお、測定は、各液晶パネルを一般的なCCFバックライトに搭載して行い、Eidim社製の「Ez-contrast160R」を用いた。

[0180] また、実施例2の液晶パネル（3）では、実施例1の液晶パネル（1）と同様、櫛歯電極14・15の電極幅L（各枝電極14A・15Aの幅）を $2.5\text{ }\mu\text{m}$ 、櫛歯電極14・15間の電極間隔S（スペースとなる各枝電極14A・15A間の距離）を $7.5\text{ }\mu\text{m}$ 、櫛歯電極14・15の電極ピッチD

(電極ラインとなる枝電極 14 A の中心から枝電極 15 A の中心までの距離、 $D = (L + S) / 2$) を $10 \mu m$ に設定した。

[0181] 上記の条件の下、測定した各色のシフト量は、実施例 1 の液晶パネル (1) と同一であり、実際の白色のシフト量も、実施例 1 の液晶パネル (1) と同一であった。

[0182] (回折効率)

回折効率は、表 9 ~ 表 11 に示したように、電極ピッチ D 、波長 $n m$ および極角 ϕ と相関関係にある。そのため、実施例 2 の液晶パネル (3) における回折効率は、実施例 1 の液晶パネル (1) における回折効率と同一であると考察される。

[0183] よって、実施例 1 の液晶パネル (1) と同様、上述の表 18、表 19 および表 20 において、 $(R - B)$ および $(G - B)$ の値がプラスになる電極ピッチ D を設定すれば、色シフトを抑えることができる。すなわち、実施例 2 の液晶パネル (3) においても、電極ピッチ D を、 $6 \mu m \leq D \leq 10 \mu m$ に設定することにより、白 (W) 色の色シフト (色味変化) を抑えることができる。このように、基板 60 におけるベタ電極 24 は、白 (W) 色の色シフトに影響を与えないことが分かった。

[0184] なお、本実施例 2 の液晶パネル (3) において、1 画素における電極ピッチ D が 2 種類以上で構成されている場合でも、実施例 1 の液晶パネル (2) と同一の電極ピッチの設定により色シフト (色味変化) を抑えることができることは言うまでもない。

[0185] [実施の形態 3]

本発明の実施の他の形態について、図 18 に基づいて説明すれば、以下の通りである。

[0186] なお、以下の説明では、主に、実施の形態 1 にかかる液晶パネル 2 との相違点について説明するものとし、実施の形態 1 で説明した各構成要素と同一の機能を有する構成要素には同一の番号を付し、その説明を省略する。

[0187] 図 18 は、本実施の形態 3 にかかる液晶パネル 2 の要部の概略構成を模式

的に示す断面図である。

[0188] 図18に示すように、本実施の形態3にかかる液晶パネル2は、基板10に代えて、ベタ電極12（第3の電極）および絶縁層13が設けられている基板70を備えている点で、図1に示す液晶パネル2と相違する。

[0189] 基板70は、ベタ電極12および絶縁層13が設けられている点を除けば、図1に示す基板10と同じ構成を有している。

[0190] ベタ電極12は共通電極であり、ガラス基板11上に、基板70における表示領域（シール剤で囲まれた領域）を覆うように、ガラス基板11における基板20との対向面のほぼ全面に渡ってベタ状に形成されている。

[0191] また、絶縁層13は、ベタ電極12を覆うように、基板70における表示領域全体にベタ状に形成されている。櫛歯電極14・15は、絶縁層13上に形成されている。

[0192] ベタ電極12としては、透明な電極材料にて形成されていれば、特に限定されるものではない。例えば、ITO（インジウム錫酸化物）、IZO（インジウム亜鉛酸化物）等の透明電極材料からなってもよく、アルミニウム等の金属からなってもよい。また、櫛歯電極14・15と同じ電極材料にて形成されていてもよく、それぞれ異なる電極材料にて形成されていてもよい。電極を形成（積層）する方法は特に限定されるものではなく、スパッタリング法、真空蒸着法、プラズマCVD法等、従来公知の各種方法を適用することができる。電極の膜厚は特に限定されるものではないが、好適には、100Å～2000Åの範囲内において設定される。

[0193] また、絶縁層13としては、アクリル系樹脂等の有機絶縁材料、窒化シリコン（SiN）等の無機絶縁材料等、各種絶縁材料を用いることができる。

[0194] （表示方式）

次に、液晶パネル2の表示方式（垂直配向横電界モード）について、実施の形態1にかかる液晶パネル2との相違点について説明する。

[0195] 液晶パネル2は、基板70上に、ベタ電極12、絶縁層13および櫛歯電極14・15がこの順に形成され、櫛歯電極14・15を同電位に設定し、

これにより生じるフリンジ電界により液晶分子 52 を駆動する。この構成において、絶縁層 13 を透明 Cs（容量）として使用すれば、実際の画素に別に Cs 部分を作製する必要がなくなるため、実施の形態 1 にかかる液晶パネル 2 の場合と比較して、開口率を大きくすることができるという利点を有している。

[0196] 〔実施例 3 の液晶パネル（4）〕

以下に、図 18 に示す構造を有する液晶パネル 2 の概略構成について、具体的な検証に用いた実施例 3 の液晶パネル（4）の製造方法を例に挙げて具体的に説明する。

[0197] まず、図 18 に示すように、ガラス基板 11 上に、スパッタリング法により、ITO を、厚み 1000 Å で全面に成膜した。これにより、ガラス基板 11 の表示領域全面を覆うベタ電極 12 を形成した。

[0198] 次に、スパッタリング法により、ベタ電極 12 全面を覆うように、 $\varepsilon = 3.7$ のアクリル系の絶縁材料を、厚さ 1 ~ 3 μm でスピコート法で塗布・製膜することにより、アレイ側絶縁層として、絶縁層 13 を形成した。

[0199] 続いて、絶縁層 13 上の全面に、スパッタリング法により厚み 1000 Å で ITO を形成し、フォトリソグラフィにより電極幅 $L = 2.5 \mu\text{m}$ 、電極間隔 $S = 7.5 \mu\text{m}$ の櫛歯電極 14・15 を形成した。

[0200] 次いで、ガラス基板 11 上に、櫛歯電極 14・15 を覆うように、JSR 社製の配向膜塗料「JALS-204」（商品名、固形分 5 wt. %、 γ -ブチロラクトン溶液）を、スピコート法にて塗布した。その後、200℃にて 2 時間焼成することにより、液晶層 50 との対向面となる表面に、垂直配向膜である配向膜 16 が設けられた基板 70 を形成した。

[0201] 一方、液晶パネル（1）における基板 20 の製造方法と同じ材料、同じプロセスにて、液晶パネル（4）における基板 20 を形成した。

[0202] このようにして形成した配向膜 16・26 の乾燥膜厚は 1000 Å（= 0.1 μm ）であった。

[0203] その後、基板 70・20 のうち一方の基板上に、シール剤として、シール

樹脂「ストラクトボンドXN-21S」（商品名、三井東圧化学工業株式会社製）を印刷した。

[0204] 次に、基板70・20を貼り合わせ、135℃で1時間焼成した。

[0205] その後、基板70・20間に、液晶材料としてメルク株式会社製のポジ型液晶材料（ $\Delta\epsilon = 1.8$ 、 $\Delta n = 0.1$ ）を真空注入法にて封入することにより、一对の基板70・20間に液晶層50が挟持された液晶セル5を作製した。

[0206] 続いて、液晶セル5の表裏面に、偏光板35・36を、偏光板35・36の透過軸が直交し、かつ櫛歯電極14・15における各枝電極14A・15Aの延伸方向と偏光板35・36の透過軸とが45度の角度をなすように貼合した。これにより、図18に示す液晶パネル2（液晶表示素子）を作製した。

[0207] （検証結果）

次に、液晶パネル2の効果について、実施例3の液晶パネル（4）を用いて検証した結果について、以下に説明する。

[0208] 実施例3の液晶パネル（4）および比較例の液晶パネル100について、視野角の色シフト（色味変化）を検証した。なお、測定は、各液晶パネルを一般的なCCFバックライトに搭載して行い、Eldim社製の「Ez-contrast160R」を用いた。

[0209] また、実施例3の液晶パネル（4）では、実施例1の液晶パネル（1）と同様、櫛歯電極14・15の電極幅L（各枝電極14A・15Aの幅）を $2.5\mu\text{m}$ 、櫛歯電極14・15間の電極間隔S（スペースとなる各枝電極14A・15A間の距離）を $7.5\mu\text{m}$ 、櫛歯電極14・15の電極ピッチD（電極ラインとなる枝電極14Aの中心から枝電極15Aの中心までの距離、 $D = (L + S) / 2$ ）を $10\mu\text{m}$ に設定した。

[0210] 上記の条件の下、測定した各色のシフト量の結果に基づき、実際の白色のシフト量について考察する。

[0211] まず、方位角 $\theta = 0$ 度（偏光軸と平行）の位置における色シフトについて

考察する。表 2 7 は、比較例の液晶パネル 1 0 0 について、方位角 $\theta = 0$ 度（偏光軸と平行）の場合の白色の色度座標に基づき算出した白（W）色のシフト量を示している。

[0212] [表27]

ϕ	x	y	W色シフト量
15	0.001983	0.000265	0.002
30	0.006615	0.004494	0.008
45	0.013168	0.007824	0.015
60	0.017273	0.013060	0.022

[0213] また、表 2 8 は、実施例 3 の液晶パネル（4）について、方位角 $\theta = 0$ 度（偏光軸と平行）の場合の白色の色度座標に基づき算出した白（W）色のシフト量を示している。

[0214] [表28]

ϕ	x	y	W色シフト量
15	0.004328	0.002806	0.005
30	0.001316	0.002542	0.003
45	0.000188	0.000764	0.001
60	-0.001207	-0.006171	0.006

[0215] 図 1 9 は、表 2 7 および表 2 8 のシフト量をプロットしたグラフである。この図に示すように、方位角 $\theta = 0$ 度の場合は、比較例の液晶パネル 1 0 0 では最大シフト量が 0. 0 2 2 であり、実施例 3 の液晶パネル（4）では最大シフト量が 0. 0 0 6 であった。実施例 1 の液晶パネル（1）と同様、何れもシフト量は小さく、大きな色シフトは生じていないことが分かる。すなわち、視認できるレベルにおいて、白色が黄色味掛かって見えることはない。

[0216] 次に、方位角 $\theta = 4 5$ 度（偏光軸に対して 4 5 度）の位置における色シフトについて考察する。表 2 9 は、比較例の液晶パネル 1 0 0 について、方位

角 $\theta = 45$ 度（偏光軸に対して 45 度）の場合の白色の色度座標に基づき算出した白（W）色のシフト量を示している。

[0217] [表29]

ϕ	x	y	W色シフト量
15	0.003674	0.002103	0.004
30	0.011834	0.009774	0.015
45	0.026591	0.021452	0.034
60	0.048644	0.038941	0.062

[0218] また、表30は、実施例3の液晶パネル（4）について、方位角 $\theta = 45$ 度（偏光軸に対して 45 度）の場合の白色の色度座標に基づき算出した白（W）色のシフト量を示している。

[0219] [表30]

ϕ	x	y	W色シフト量
15	0.004924	0.002793	0.006
30	0.004597	0.003377	0.006
45	0.000708	-0.005294	0.005
60	-0.003777	-0.014731	0.015

[0220] 図20は、表29および表30のシフト量をプロットしたグラフである。この図に示すように、方位角 $\theta = 45$ 度の場合は、比較例の液晶パネル100では最大シフト量が0.062であるのに対し、実施例3の液晶パネル（4）では最大シフト量が0.015であった。比較例の液晶パネル100ではシフト量が大きく、大きな色シフトが生じていることが分かる。すなわち、液晶パネルに対する極角 ϕ が大きくなるほど、白色が黄色味掛かって見えるという問題が生じる。これに対して、実施例3の液晶パネル（4）では、

シフト量は方位角 $\theta = 0$ 度の場合（最大シフト量 = 0.006）とほぼ同じであり、大きな色シフトは生じていないことが分かる。よって、実施例 3 の液晶パネル（4）の構成とすることにより、色シフトを抑えることができることが分かる。

[0221] （回折効率）

回折効率は、表 9～表 11 に示したように、電極ピッチ D 、波長 $n\text{ m}$ および極角 ϕ と相関関係にある。そのため、実施例 3 の液晶パネル（4）における回折効率は、実施例 1 の液晶パネル（1）における回折効率と同一であると考察される。

[0222] よって、実施例 1 の液晶パネル（1）と同様、上述の表 18、表 19 および表 20 において、 $(R - B)$ および $(G - B)$ の値がプラスになる電極ピッチ D を設定すれば、色シフトを抑えることができる。すなわち、実施例 3 の液晶パネル（4）においても、電極ピッチ D を、 $6\text{ }\mu\text{ m} \leq D \leq 10\text{ }\mu\text{ m}$ に設定することにより、白（W）色の色シフト（色味変化）を抑えることができる。

[0223] なお、本実施例 3 の液晶パネル（4）において、1 画素における電極ピッチ D が 2 種類以上で構成されている場合でも、実施例 1 の液晶パネル（2）と同一の電極ピッチの設定により色シフト（色味変化）を抑えることができることは言うまでもない。

[0224] また、本実施の形態 3 にかかる液晶パネル 2 では、基板 20 に、実施の形態 2 にかかる液晶パネル 2 におけるベタ電極 24 および絶縁層 25 が設けられていてもよい。

[0225] 以上のように、本発明の液晶パネルでは、横電界駆動方式を用いた垂直配向型の液晶パネルにおいて、R 色の波長における光の回折効率および G 色の波長における光の回折効率が、B 色の波長における光の回折効率よりも大きくなるように、櫛歯電極の電極ピッチ D ($= (L + S) / 2$) が設定されている構成である。特に、電極ピッチ D が、 $6\text{ }\mu\text{ m} \leq D \leq 10\text{ }\mu\text{ m}$ に設定されていることが好ましい。これにより、簡易な構成によって、コントラストが

高く、色味変化が少ない液晶パネルおよび液晶表示装置を提供することができる。

[0226] また、本発明の液晶パネルは、該液晶パネルを表示部として用いて、液晶TVやモバイル端末等、種々の液晶表示装置に好適に用いることができる。

[0227] 以上のように、本発明に係る表示装置は、

第1および第2の電極が互いに間隔を空けて設けられた第1の基板と、上記第1の基板に対向配置された第2の基板と、上記第1の基板と第2の基板との間に挟持された液晶層とを備え、上記液晶層を、上記第1および第2の電極間に発生する横電界で駆動するとともに、電界無印加時に、上記液晶層における液晶分子が、上記第1および第2の基板に垂直に配向する、横電界駆動方式を用い、

各画素は、赤色、緑色および青色の3つのサブ画素からなり、

上記第1および第2の電極は、該第1および第2の電極と、該第1および第2の電極同士の間隙とにより、回折格子としての機能を有し、

赤色の波長における光の回折効率および緑色の波長における光の回折効率が、青色の波長における光の回折効率よりも大きくなるように、上記第1および第2の電極同士のピッチが設定されていることを特徴としている。

[0228] 上記の構成を有する液晶パネルでは、垂直配向による高コントラスト性を保ちながら横電界により駆動させることで液晶分子の配向方位を規定している。そして、MVAモードのような突起物による配向制御が不要であるため、簡易な構成により広視野角を実現することができる。

[0229] また、第1および第2の電極は、同一基板上に、互いに間隔を空けて設けられることにより回折格子としての機能を有する。

[0230] 従来のMVAモードの液晶パネル（比較例）では、偏光軸に対して斜め方向（例えば方位角 $\theta = 45$ 度）の位置において、液晶パネルに対する極角 ϕ を大きくするほど、白（W）色のシフト量（変化量）が大きくなり、白色が黄色味掛かって見えるという問題が生じる（図10、図15参照）。

[0231] ここで、後述する色シフトの検証結果より、第1および第2の電極による

回折格子の機能を利用することにより、第1および第2の電極同士のピッチ（電極ピッチD）を所定の値（例えば $D = 10 \mu\text{m}$ ）に設定した場合に、赤（R）色および緑（G）色のシフト量が、青（B）色のシフト量よりも大きくなり、白（W）色のシフト量が小さくなることが分かった（図16参照）。

[0232] さらに、回折効率と電極ピッチDと色の波長との間には相関関係があり、電極ピッチDが所定の範囲である場合には、波長が長くなるほど回折効率が大きくなることが分かった（図12、図13、図14参照）。そして、所定の範囲内である電極ピッチ $D = 10 \mu\text{m}$ （図16）の結果から、回折効率が大きいほど色シフト量が大きくなることが考察される。

[0233] すなわち、電極ピッチDが所定の範囲である場合には、赤色の波長における光の回折効率および緑色の波長における光の回折効率が、青色の波長における光の回折効率よりも大きい場合に、白色のシフト量が小さくなることが分かった。

[0234] したがって、赤色の波長における光の回折効率および緑色の波長における光の回折効率が、青色の波長における光の回折効率よりも大きくなるように、第1および第2の電極同士のピッチ（電極ピッチD）を設定することにより、従来生じていた色味変化（図10、図16参照）を抑えることができる。

[0235] よって、上記の構成によれば、簡易な構成により、色味変化が少ない広視野角の液晶パネルを実現することができる。

[0236] また、本発明の液晶表示装置では、
上記ピッチをDとしたとき、 $6 \mu\text{m} \leq D \leq 10 \mu\text{m}$ を満たすことが好ましい。

[0237] 第1および第2の電極同士のピッチ（電極ピッチD）を、 $6 \mu\text{m} \leq D \leq 10 \mu\text{m}$ に設定することにより、従来生じていた色味変化（図10、表18、表19参照）を抑えることができる。

[0238] また、本発明の液晶表示装置では、

1つの画素において上記ピッチが複数種類に設定されている場合、各画素において、少なくとも1種類の上記ピッチを D_1 としたとき、 $6\mu m \leq D_1 \leq 10\mu m$ を満たすとともに、該画素を占める全ての上記ピッチの平均値を D_m としたとき、 $6\mu m \leq D_m \leq 10\mu m$ を満たすことが好ましい。

[0239] 1つの画素において電極ピッチ D が複数種類に設定されている場合でも、少なくとも1種類の電極ピッチ D_1 を、 $6\mu m \leq D_1 \leq 10\mu m$ に設定するとともに、該画素を占める全ての電極ピッチの平均値 D_m を、 $6\mu m \leq D_m \leq 10\mu m$ に設定することにより、従来生じていた色味変化（図10参照）を抑えることができる。

[0240] また、本発明の液晶表示装置では、
上記第2の基板に、さらに電極が設けられている構成とすることもできる。

[0241] また、本発明の液晶表示装置では、
上記第1の基板に、さらに第3の電極が設けられている構成とすることもできる。

[0242] また、本発明の液晶表示装置では、
上記第1および第2の電極は、互いに複数の歯を有するとともに互いの歯が噛み合うように設けられている構成とすることもできる。

[0243] 上記の構成によれば、第1および第2の電極は櫛歯状の電極（櫛歯電極）に形成されているため、簡易な構成により回折格子としての機能を有することができる。

[0244] また、本発明の液晶表示装置では、
液晶材料は、上記液晶分子の比誘電率異方性が正のポジ型液晶材料であることが好ましい。

[0245] また、本発明の液晶表示装置では、
上記液晶層のリタデーションを $\Delta n d$ としたとき、 $280 \leq \Delta n d \leq 350$ を満たすことが好ましい。

[0246] 上記の構成によれば、高コントラストを実現することができる。

- [0247] また、本発明の液晶表示装置では、
上記第 1 の電極は共通電極であり、上記第 2 の電極は画素電極である構成とすることもできる。
- [0248] 本発明にかかる液晶表示装置は、本発明にかかる上記液晶パネルを備えていることを特徴としている。
- [0249] 上記の各構成によれば、簡易な構成により、色味変化が少ない広視野角の液晶表示装置を提供することができる。
- [0250] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

産業上の利用可能性

- [0251] 本発明の液晶パネルおよび液晶表示装置は、上記したように横電界駆動方式を用いた垂直配向型の液晶パネルであり、高速応答性、広視野角、高コントラスト特性を有し、しかも、色味変化が少ないことから、アウトドアユースの公共掲示板や、携帯電話、PDA等のモバイル機器等の各種用途に好適に用いることができる。

符号の説明

- [0252]
- | | |
|-----|-------------|
| 1 | 液晶表示装置 |
| 2 | 液晶パネル |
| 3 | 駆動回路 |
| 4 | バックライト |
| 5 | 液晶セル |
| 6 | 画素 |
| 6 B | サブ画素 |
| 6 G | サブ画素 |
| 6 R | サブ画素 |
| 1 0 | 基板（第 1 の基板） |

- 1 1 ガラス基板
- 1 2 ベタ電極（第 3 の電極）
- 1 3 絶縁層
- 1 4 櫛歯電極（第 1 の電極）
- 1 5 櫛歯電極（第 2 の電極）
- 1 4 A 枝電極
- 1 5 A 枝電極
- 1 6 配向膜
- 2 0 基板（第 2 の基板）
- 2 1 ガラス基板
- 2 2 カラーフィルタ
- 2 3 ブラックマトリクス
- 2 4 ベタ電極（電極）
- 2 5 絶縁層
- 2 6 配向膜
- 3 0 リブ
- 3 5 偏光板
- 3 6 偏光板
- 5 0 液晶層
- 5 2 液晶分子
- 6 0 基板（第 2 の基板）
- 7 0 基板（第 1 の基板）
- 1 0 0 液晶パネル

請求の範囲

- [請求項1] 第1および第2の電極が互いに間隔を空けて設けられた第1の基板と、上記第1の基板に対向配置された第2の基板と、上記第1の基板と第2の基板との間に挟持された液晶層とを備え、上記液晶層を、上記第1および第2の電極間に発生する横電界で駆動するとともに、電界無印加時に、上記液晶層における液晶分子が、上記第1および第2の基板に垂直に配向する、横電界駆動方式を用い、
- 各画素は、赤色、緑色および青色の3つのサブ画素からなっており、
- 上記第1および第2の電極は、該第1および第2の電極と、該第1および第2の電極同士の間隙とにより、回折格子としての機能を有し、
- 赤色の波長における光の回折効率および緑色の波長における光の回折効率が、青色の波長における光の回折効率よりも大きくなるように、上記第1および第2の電極同士のピッチが設定されていることを特徴とする液晶パネル。
- [請求項2] 上記ピッチをDとしたとき、 $6\mu\text{m} \leq D \leq 10\mu\text{m}$ を満たすことを特徴とする請求項1に記載の液晶パネル。
- [請求項3] 1つの画素において上記ピッチが複数種類に設定されている場合、各画素において、少なくとも1種類の上記ピッチをD1としたとき、 $6\mu\text{m} \leq D1 \leq 10\mu\text{m}$ を満たすとともに、該画素を占める全ての上記ピッチの平均値をDmとしたとき、 $6\mu\text{m} \leq Dm \leq 10\mu\text{m}$ を満たすことを特徴とする請求項1に記載の液晶パネル。
- [請求項4] 上記第2の基板に、さらに電極が設けられていることを特徴とする請求項1に記載の液晶パネル。
- [請求項5] 上記第1の基板に、さらに第3の電極が設けられていることを特徴とする請求項1に記載の液晶パネル。
- [請求項6] 上記第1および第2の電極は、互いに複数の歯を有するとともに互

いの歯が噛み合うように設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の液晶パネル。

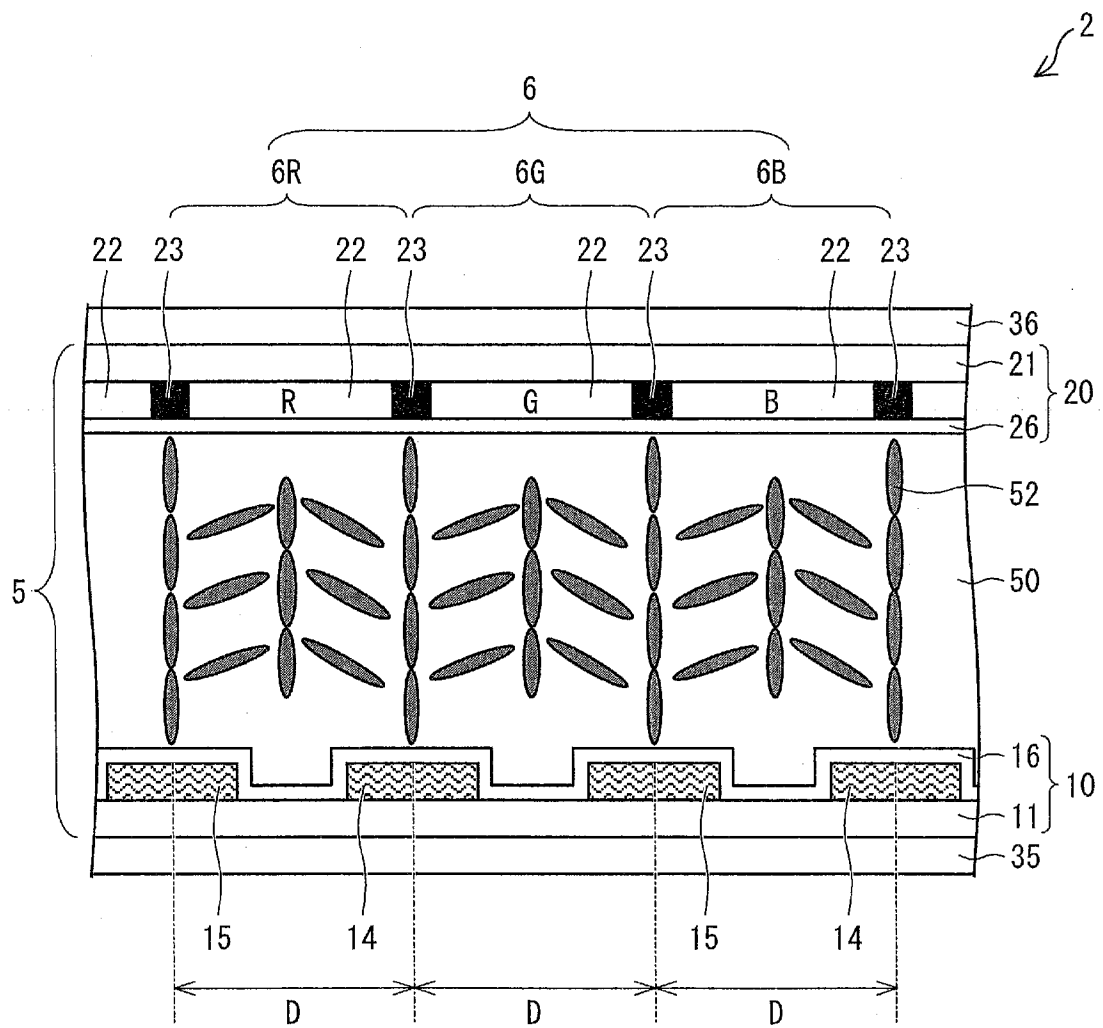
[請求項7] 液晶材料は、上記液晶分子の比誘電率異方性が正のポジ型液晶材料であることを特徴とする請求項 1 に記載の液晶パネル。

[請求項8] 上記液晶層のリタデーションを $\Delta n d$ としたとき、 $280 \leq \Delta n d \leq 350$ を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の液晶パネル。

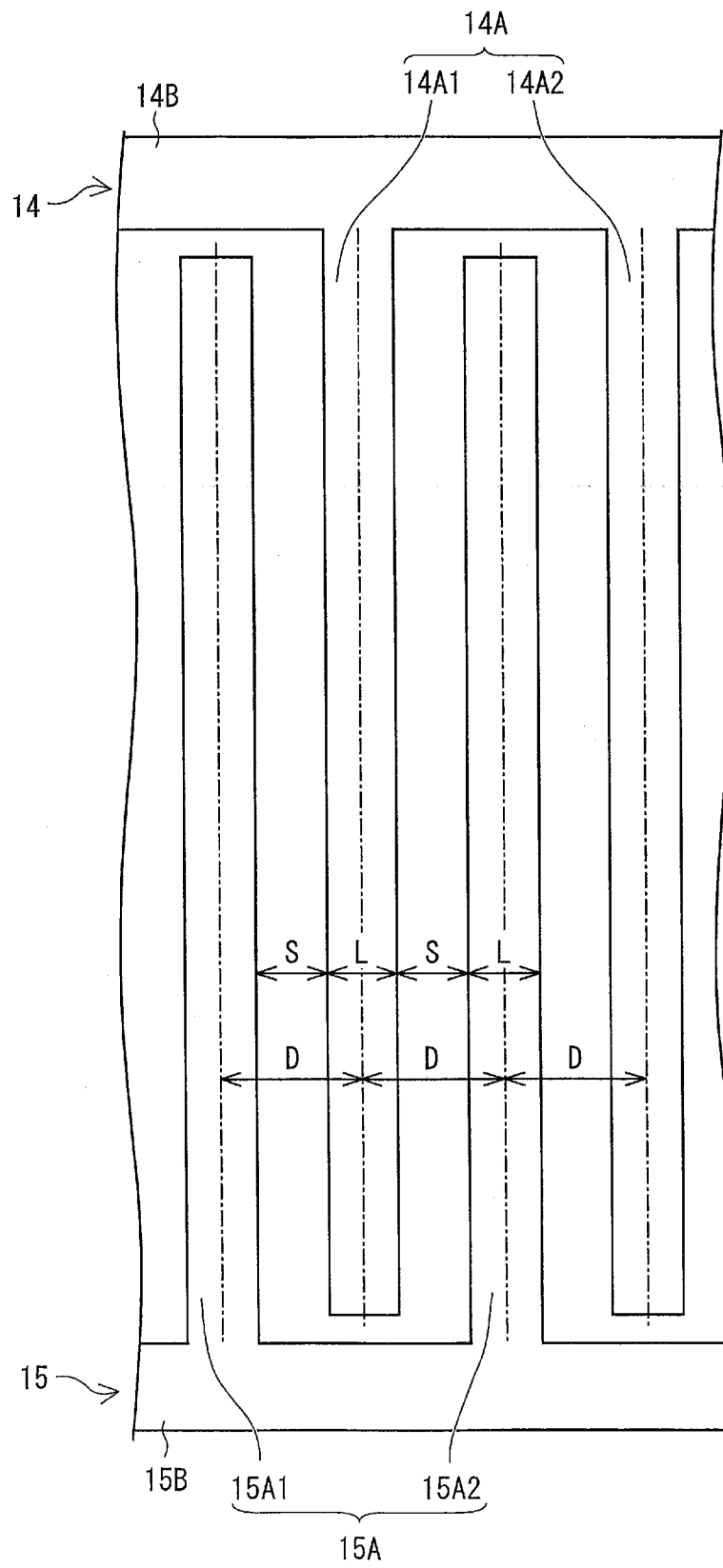
[請求項9] 上記第 1 の電極は共通電極であり、上記第 2 の電極は画素電極であることを特徴とする請求項 1 に記載の液晶パネル。

[請求項10] 請求項 1 ～ 9 の何れか 1 項に記載の液晶パネルを備えていることを特徴とする液晶表示装置。

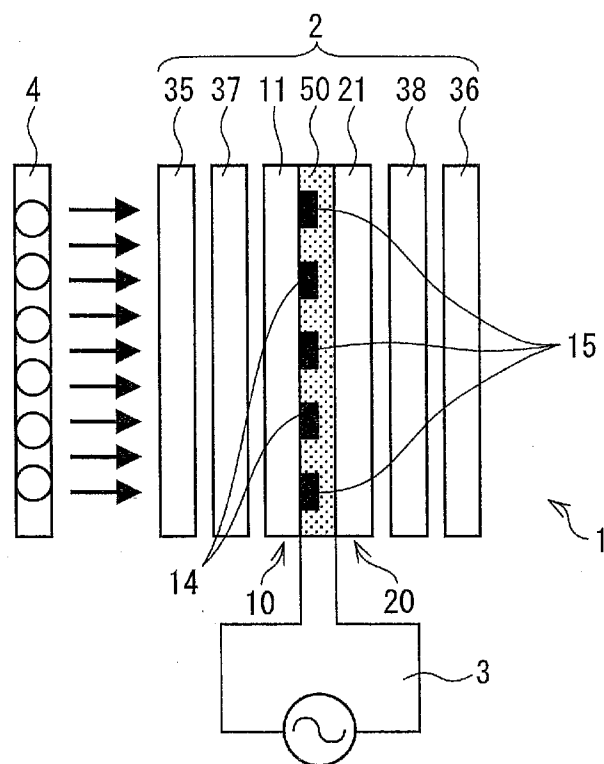
[図1]



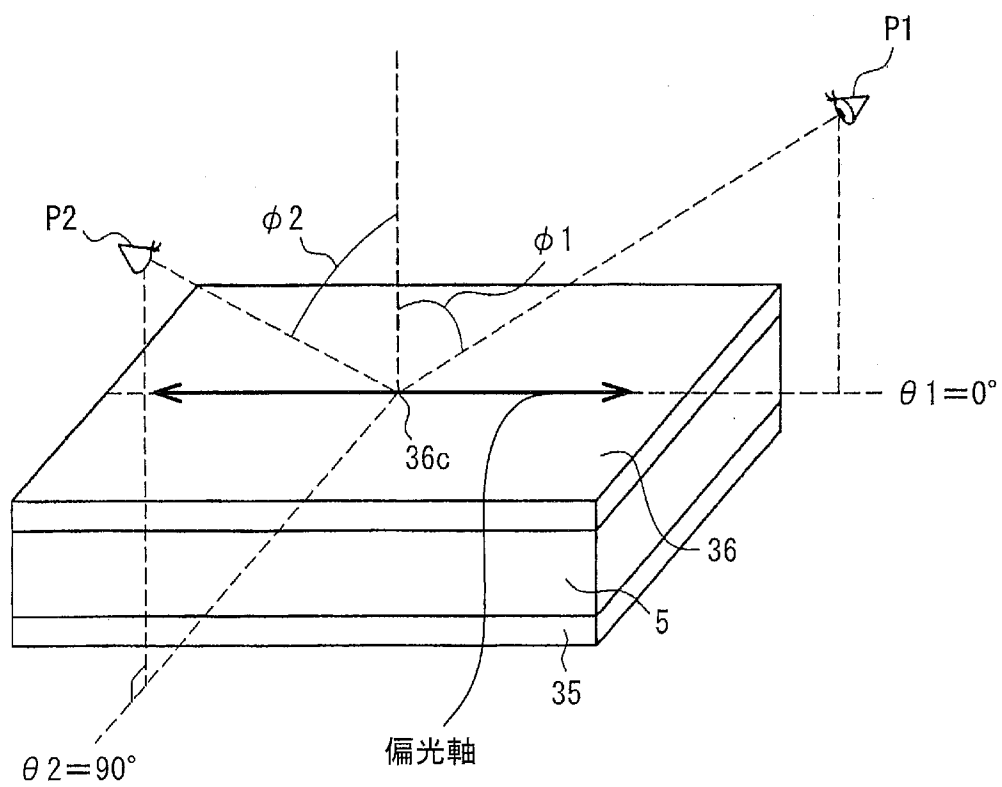
[図2]



[図3]



[図4]



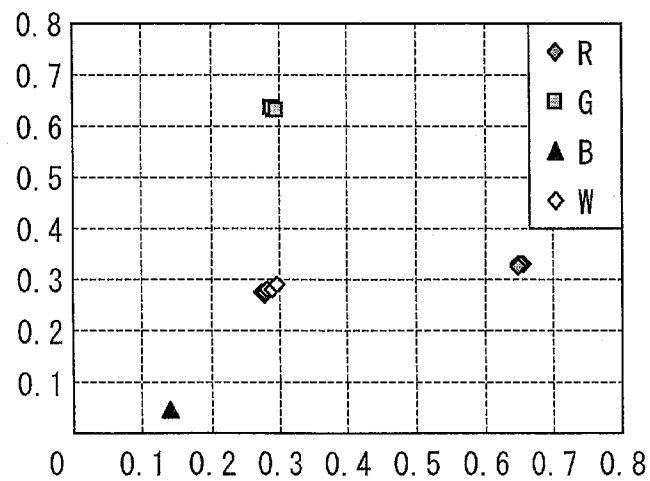
[図5]

(a)

 $\theta = 0^\circ$

ϕ	R		G		B		W	
	x	y	x	y	x	y	x	y
-60	0.647525	0.328545	0.291810	0.633210	0.141865	0.046469	0.291188	0.284338
-45	0.648286	0.331752	0.290140	0.633631	0.140575	0.046762	0.287661	0.280328
-30	0.650480	0.329834	0.290809	0.633326	0.140121	0.047130	0.281707	0.277597
-15	0.648202	0.331084	0.290801	0.632319	0.138961	0.046996	0.277893	0.271581
0	0.649347	0.329539	0.291928	0.631110	0.138968	0.047393	0.275793	0.273280
15	0.649428	0.330624	0.289349	0.634382	0.139334	0.046770	0.277659	0.275509
30	0.653835	0.327649	0.291078	0.633787	0.140237	0.046624	0.283109	0.277951
45	0.650344	0.330420	0.288210	0.637274	0.139786	0.046605	0.290261	0.281880
60	0.648079	0.327051	0.296235	0.631375	0.142105	0.045842	0.294944	0.288343

(b)



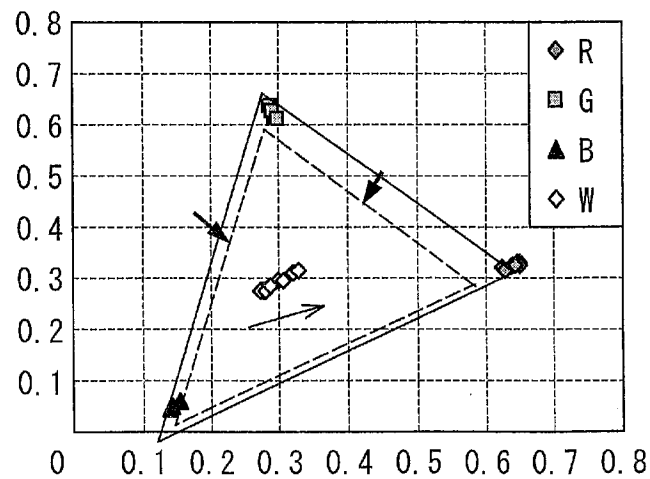
[図6]

(a)

 $\theta = 45^\circ$

ϕ	R		G		B		W	
	x	y	x	y	x	y	x	y
-60	0.623273	0.319078	0.297216	0.609634	0.153077	0.060108	0.321820	0.310424
-45	0.638915	0.327164	0.291360	0.626424	0.144134	0.051343	0.299314	0.294826
-30	0.647260	0.330112	0.289186	0.634487	0.141456	0.048294	0.286066	0.281814
-15	0.648898	0.330187	0.291038	0.633252	0.139908	0.046918	0.279022	0.275227
0	0.649347	0.329539	0.291928	0.631110	0.138968	0.047393	0.275793	0.273280
15	0.650225	0.329508	0.290925	0.633076	0.139637	0.046868	0.279912	0.275538
30	0.650780	0.327294	0.290055	0.634292	0.140874	0.048269	0.289188	0.284294
45	0.642477	0.325132	0.292830	0.624924	0.143573	0.051882	0.305454	0.294639
60	0.629274	0.315210	0.298813	0.609422	0.152036	0.059936	0.327054	0.314019

(b)



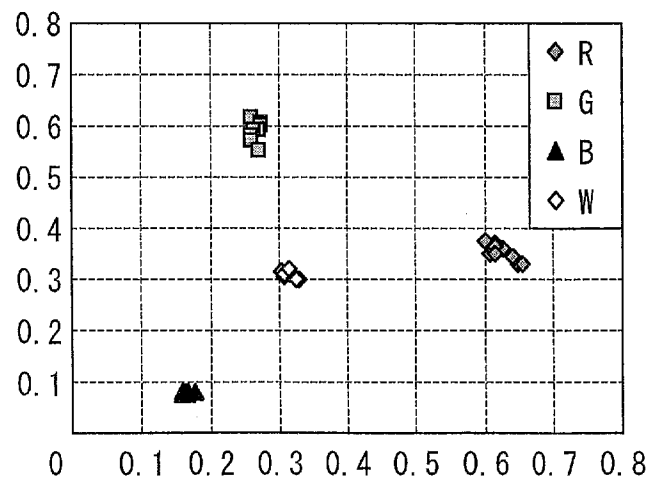
[図7]

(a)

 $\theta = 0^\circ$

ϕ	R		G		B		W	
	x	y	x	y	x	y	x	y
-60	0.609745	0.349191	0.259038	0.613312	0.158856	0.075430	0.303396	0.313013
-45	0.648484	0.329254	0.275328	0.599471	0.165504	0.072673	0.328059	0.301447
-30	0.653833	0.331511	0.276336	0.603126	0.159936	0.073127	0.321351	0.306960
-15	0.640275	0.346359	0.275860	0.598454	0.159629	0.077478	0.314527	0.310123
0	0.626578	0.358257	0.271615	0.591010	0.160234	0.076011	0.308505	0.304475
15	0.616756	0.367702	0.263666	0.591588	0.157596	0.079174	0.304176	0.315129
30	0.614334	0.367284	0.260149	0.582267	0.163929	0.081194	0.309026	0.312143
45	0.600841	0.375461	0.258949	0.572031	0.165761	0.081525	0.313718	0.320351
60	0.616333	0.349925	0.271304	0.550754	0.175805	0.081178	0.324569	0.302488

(b)



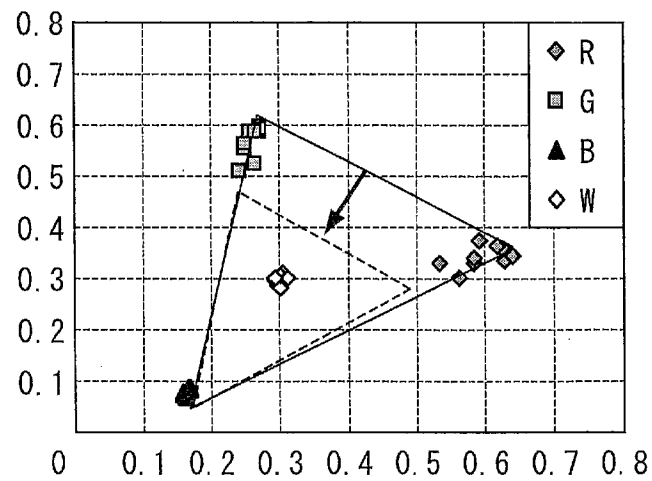
[図8]

(a)

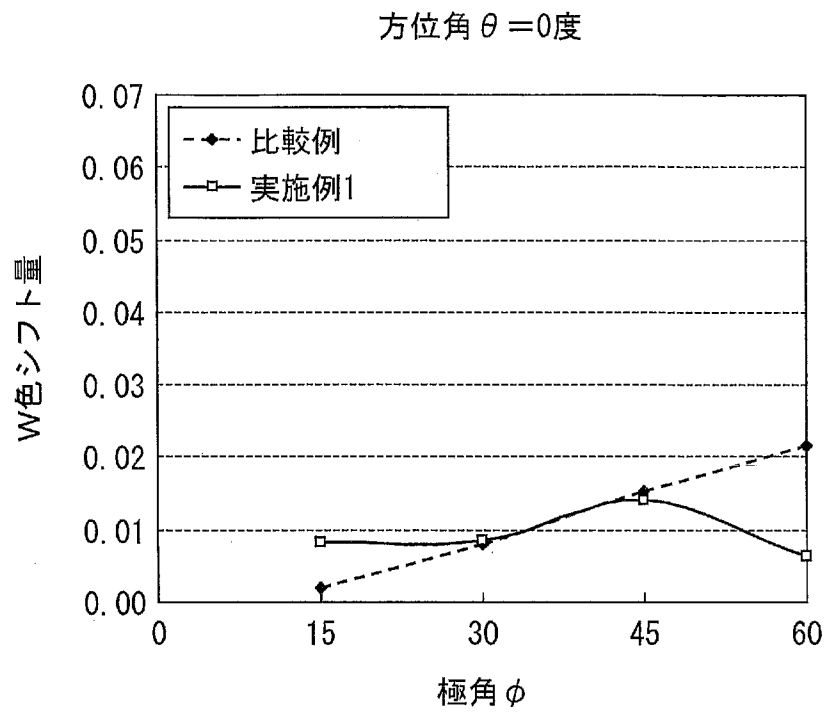
 $\theta = 45^\circ$

ϕ	R		G		B		W	
	x	y	x	y	x	y	x	y
-60	0.563964	0.298260	0.251930	0.551294	0.167445	0.085396	0.298715	0.286409
-45	0.585431	0.328996	0.259475	0.584702	0.156998	0.079037	0.293427	0.296451
-30	0.630717	0.335508	0.271565	0.585228	0.161946	0.067946	0.301080	0.281072
-15	0.640442	0.343638	0.273415	0.597795	0.156833	0.073204	0.308994	0.298431
0	0.626578	0.358257	0.271615	0.591010	0.160234	0.076011	0.308505	0.304475
15	0.617919	0.364243	0.266163	0.586412	0.160051	0.079731	0.304660	0.310150
30	0.592832	0.371526	0.251826	0.562462	0.166536	0.080451	0.301390	0.307543
45	0.584390	0.338921	0.264742	0.524035	0.168824	0.083064	0.312765	0.299306
60	0.535877	0.329968	0.244302	0.508203	0.168323	0.087234	0.296517	0.299144

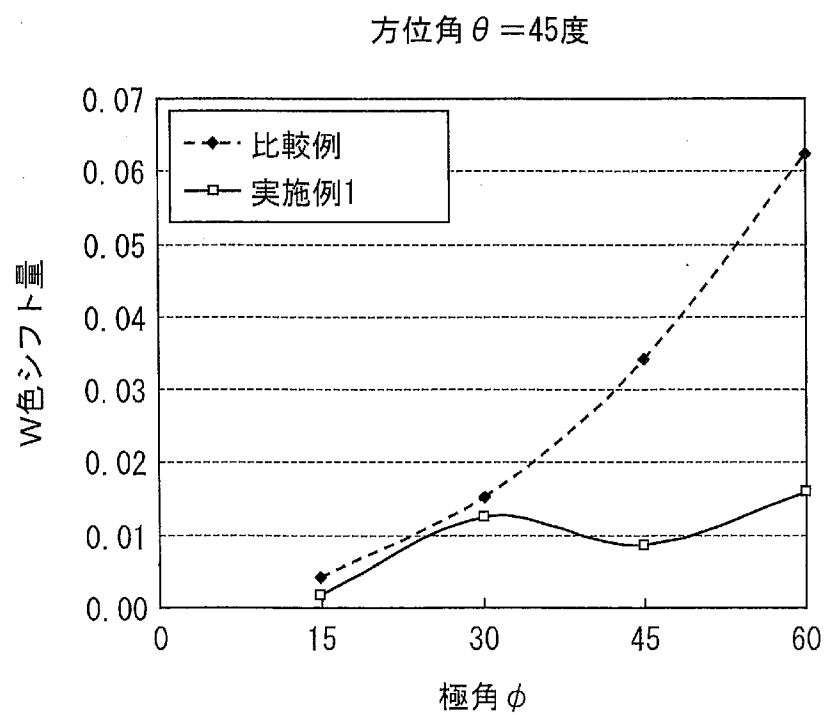
(b)



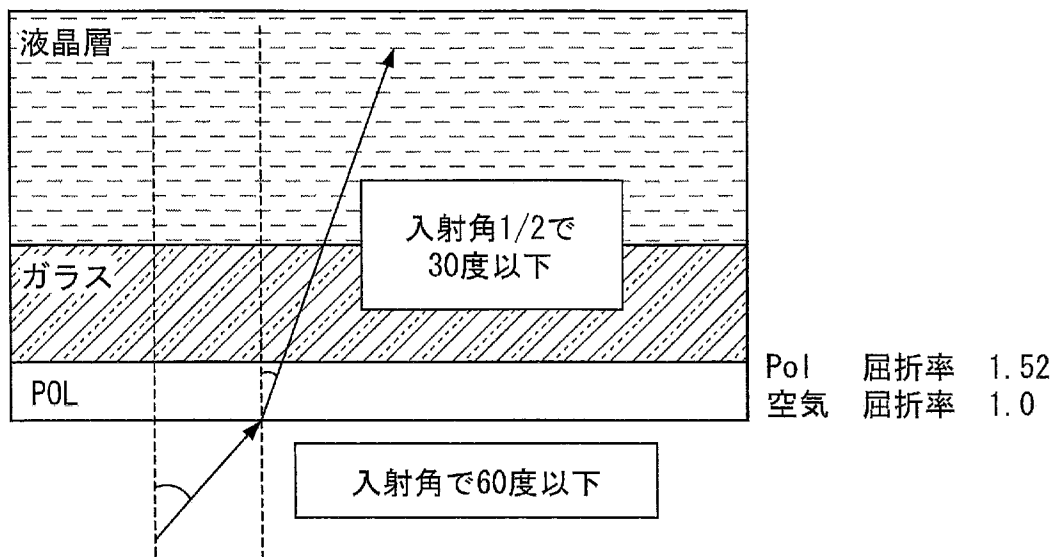
[図9]



[図10]



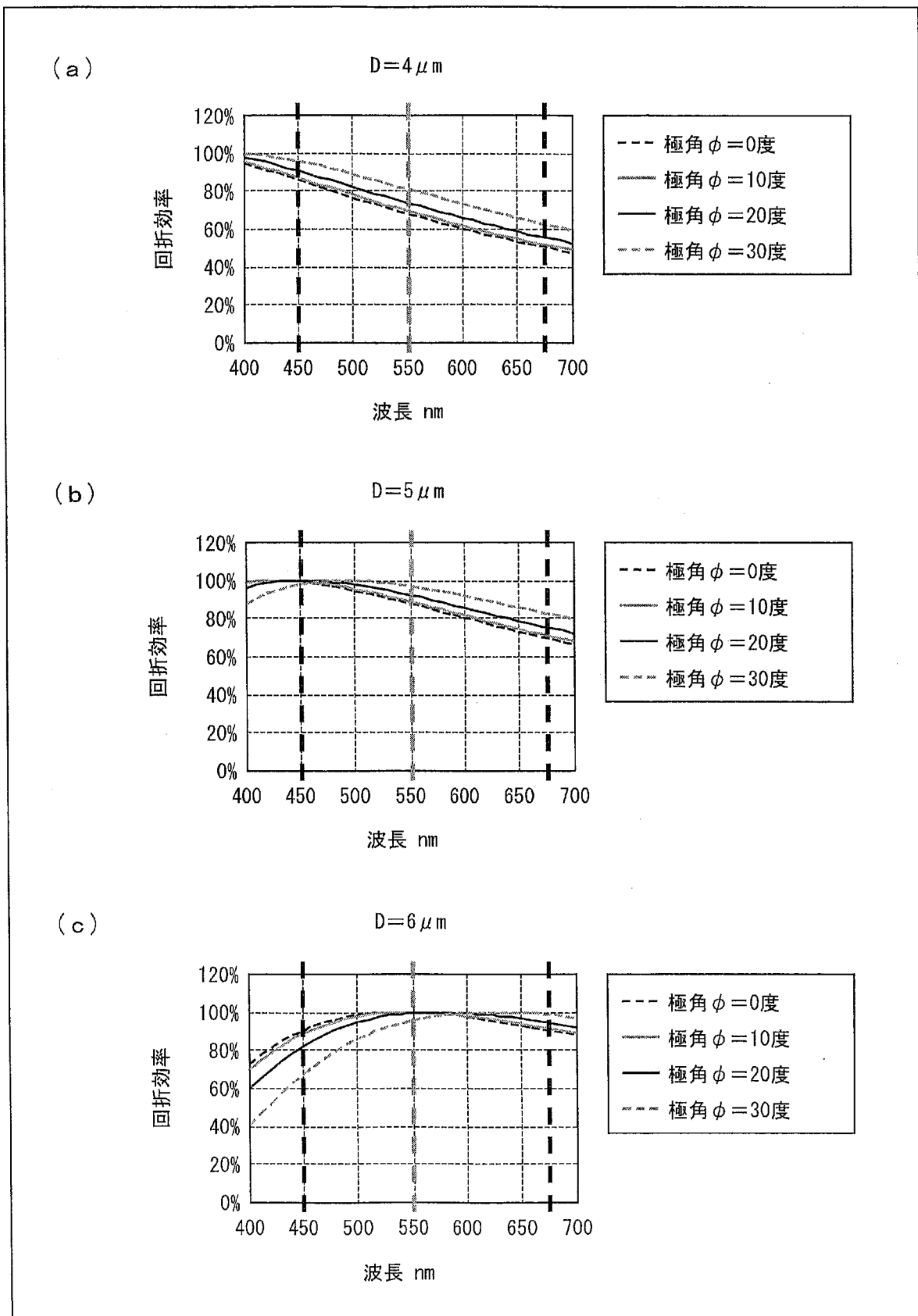
[図11]



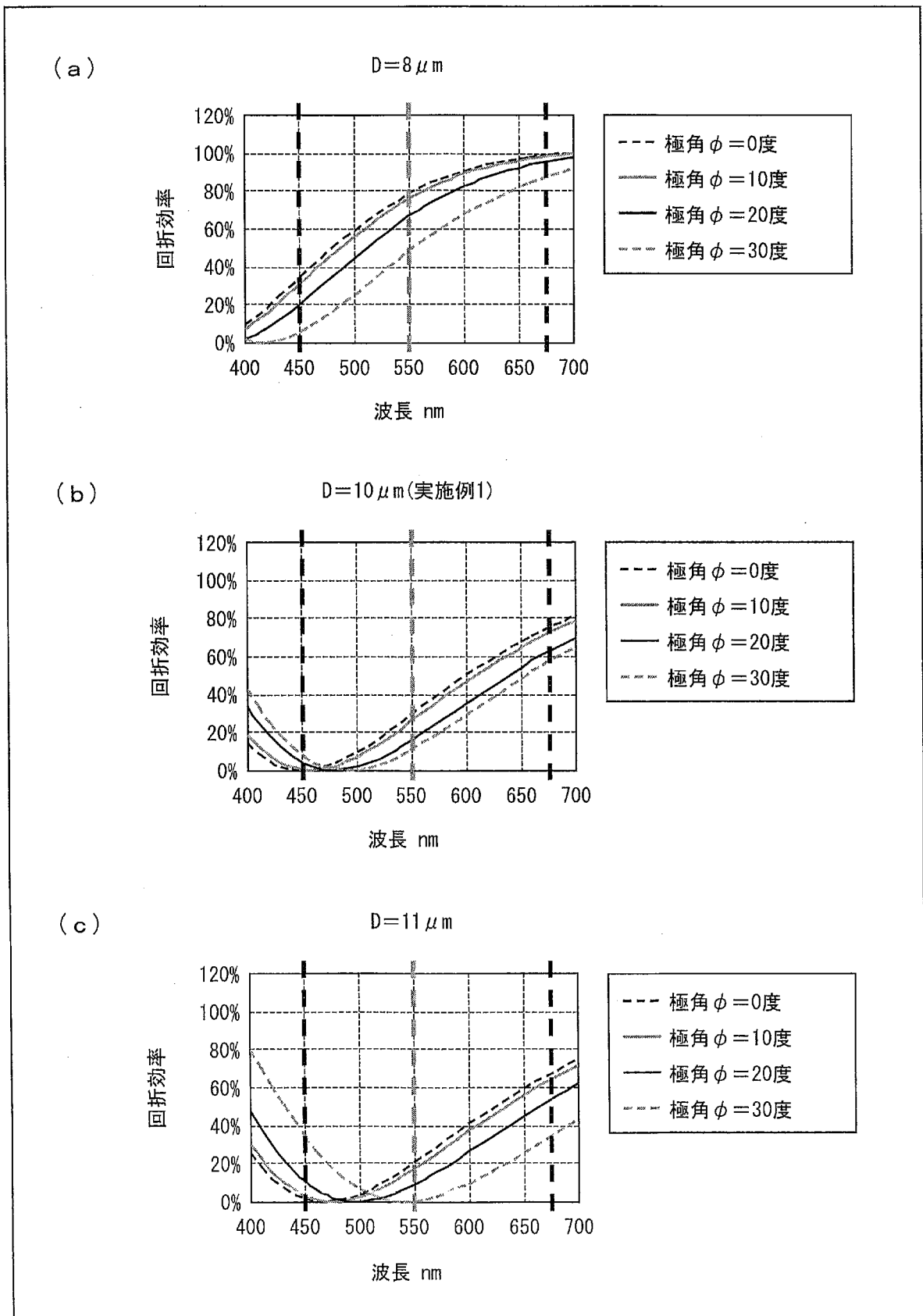
45度方位の偏光が入るため入射偏光が感じる平均屈折率

		液晶	
ON時	$(n_o + n_e)/2$	n_e	1.578
OFF時	n_o	n_o	1.477
		ON	1.5275
		OFF	1.477
		Δn	0.05

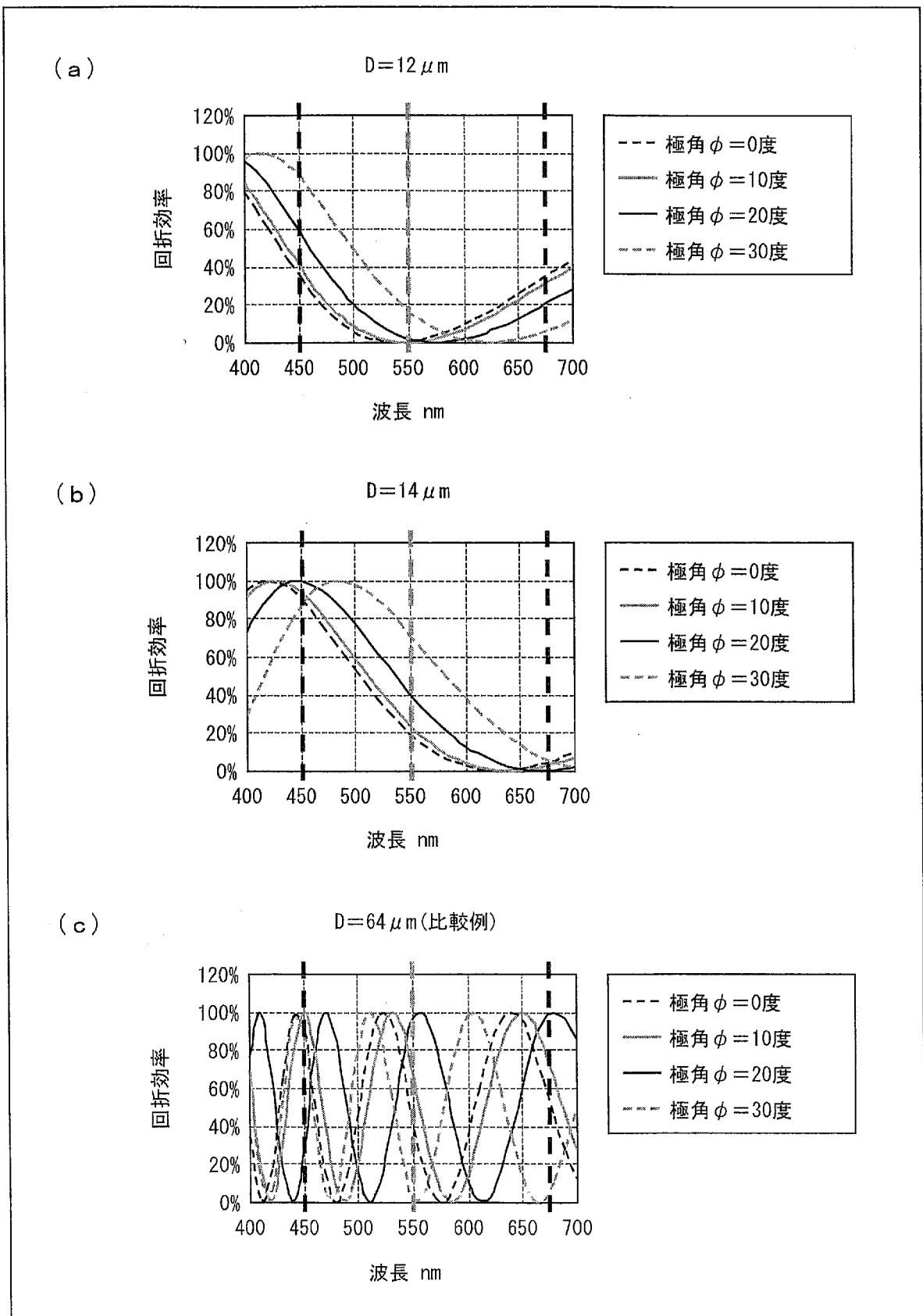
[図12]



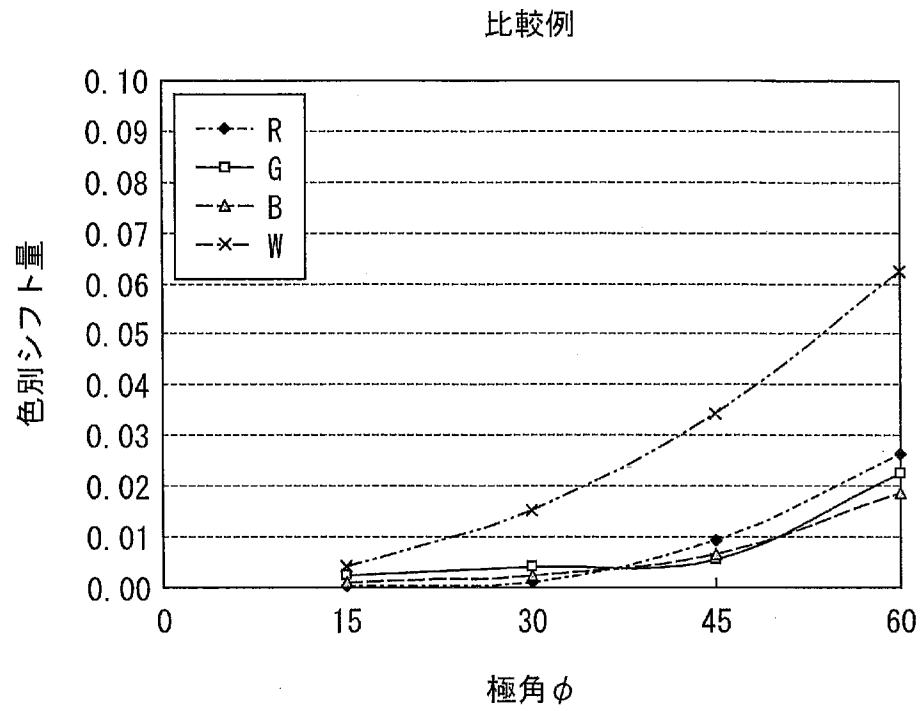
[図13]



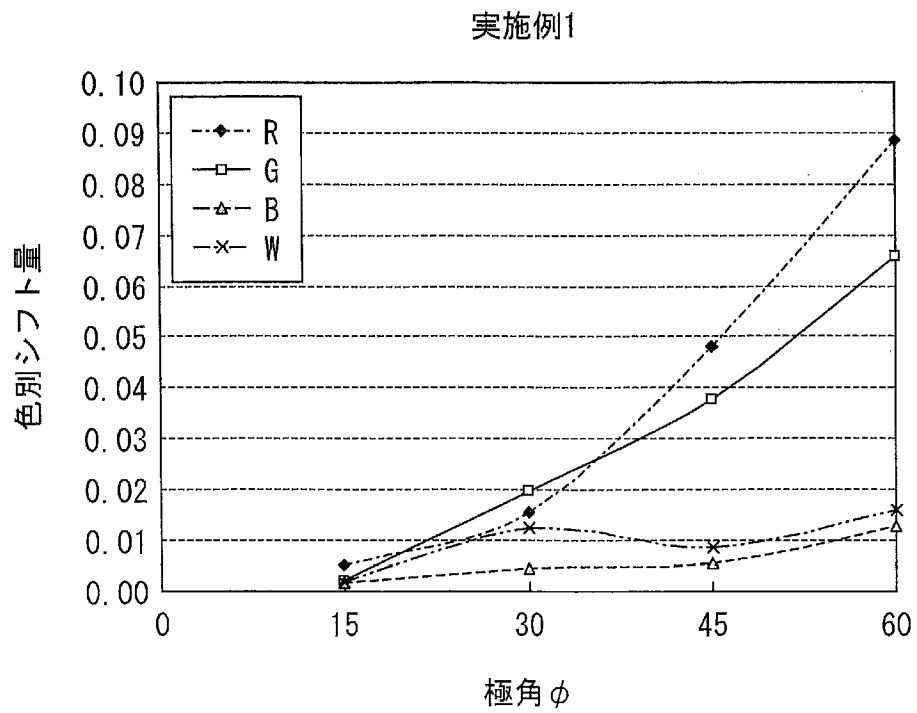
[図14]

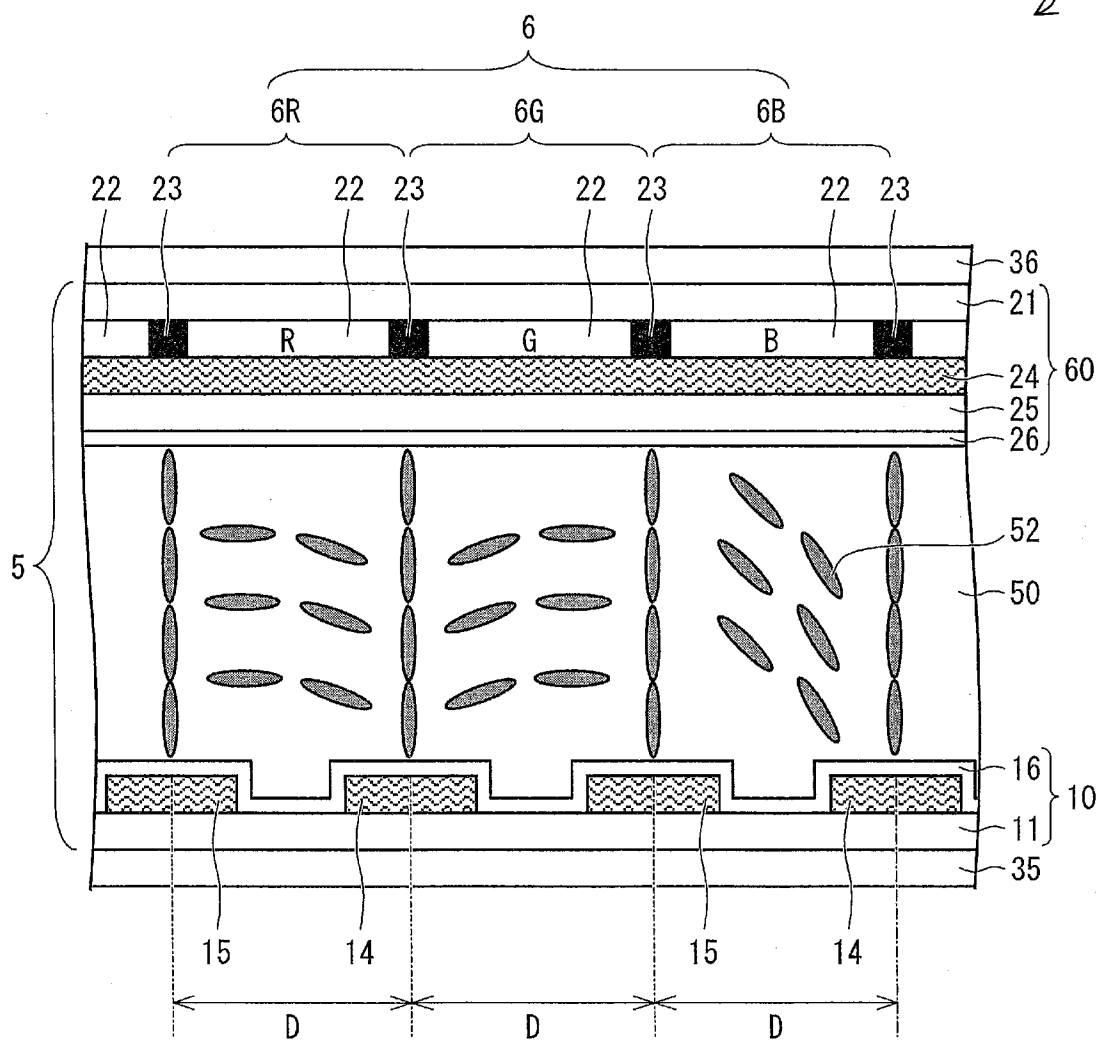


[図15]

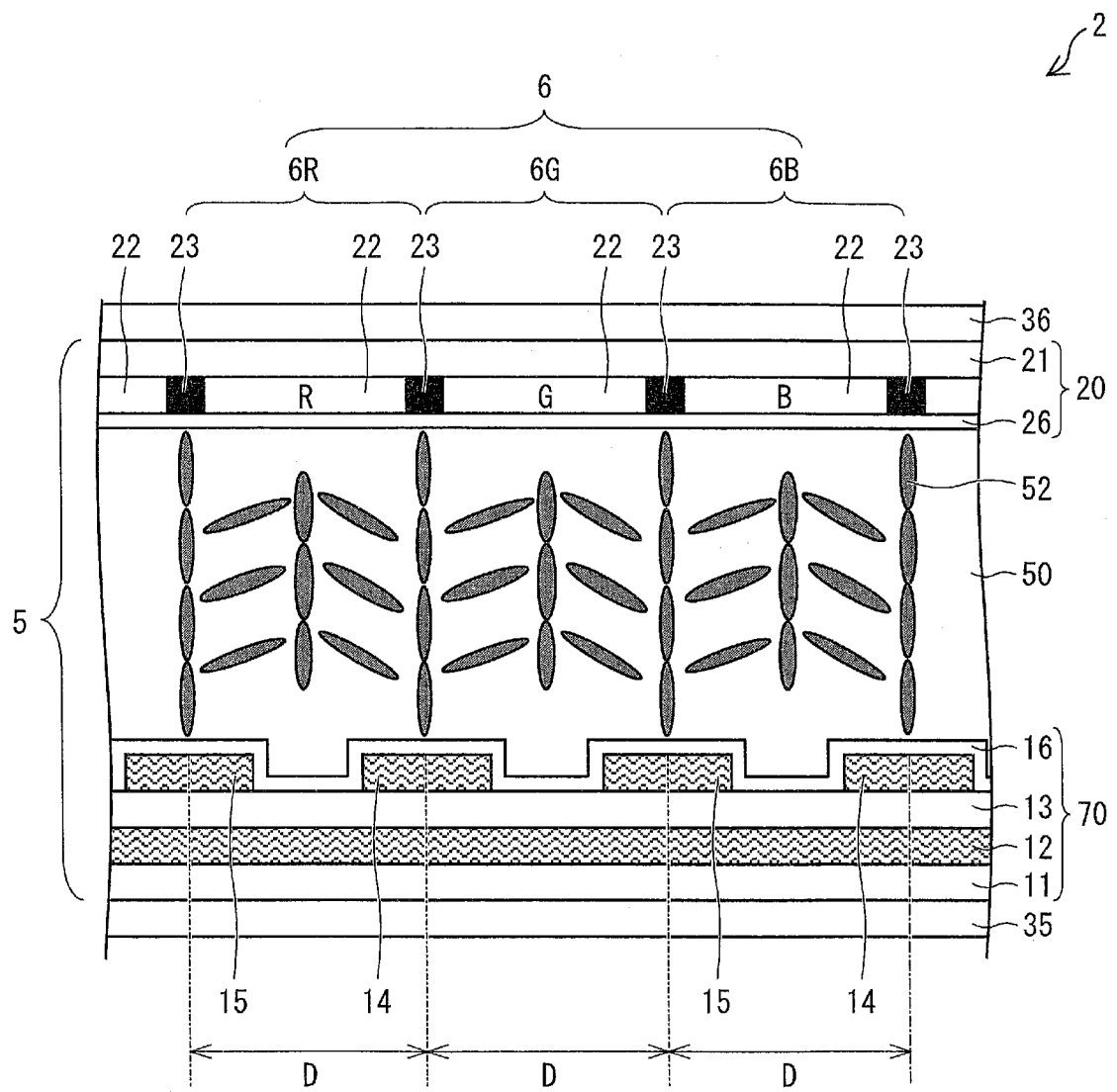


[図16]

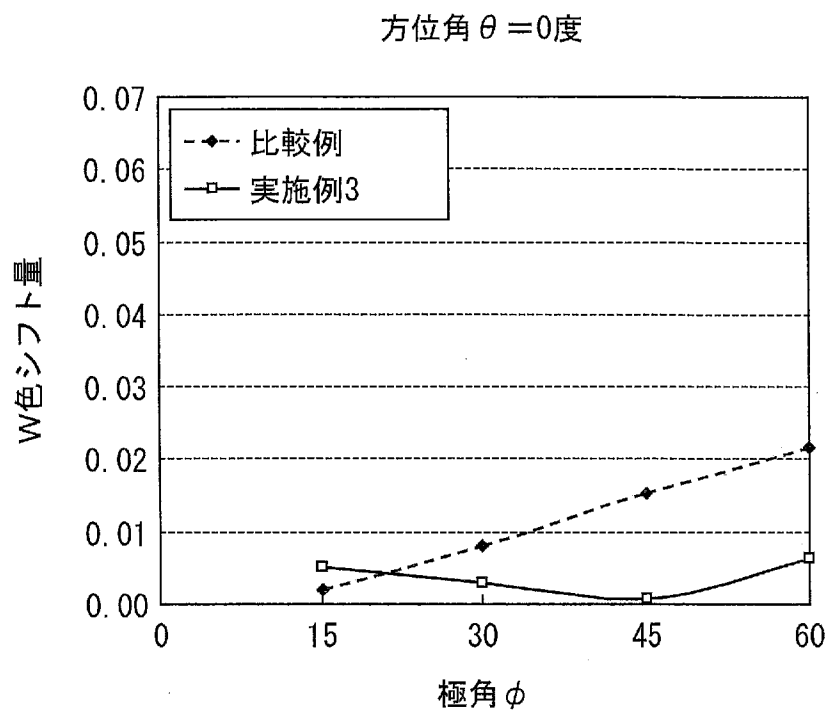


$\nwarrow^2$ 

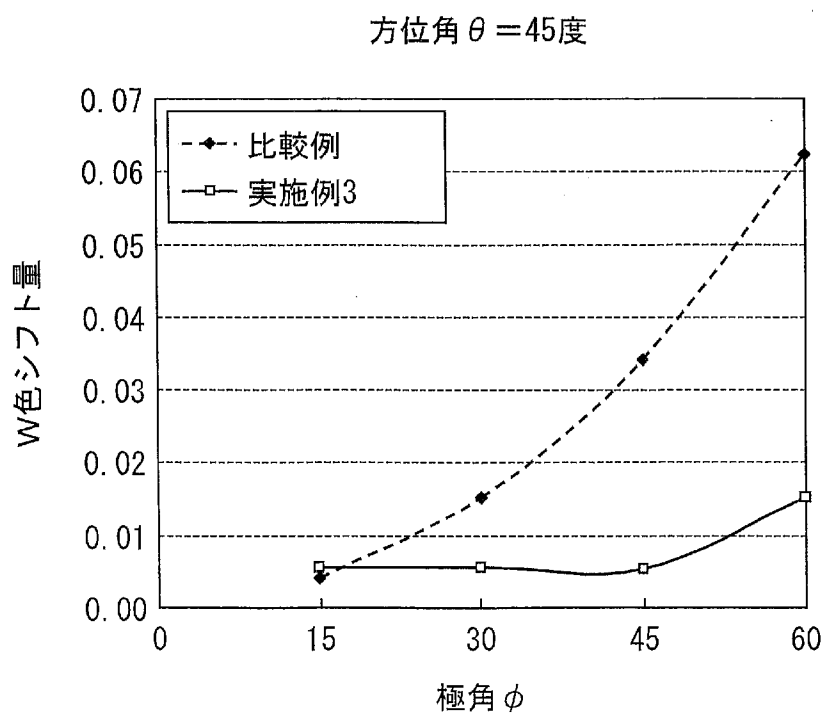
[図18]



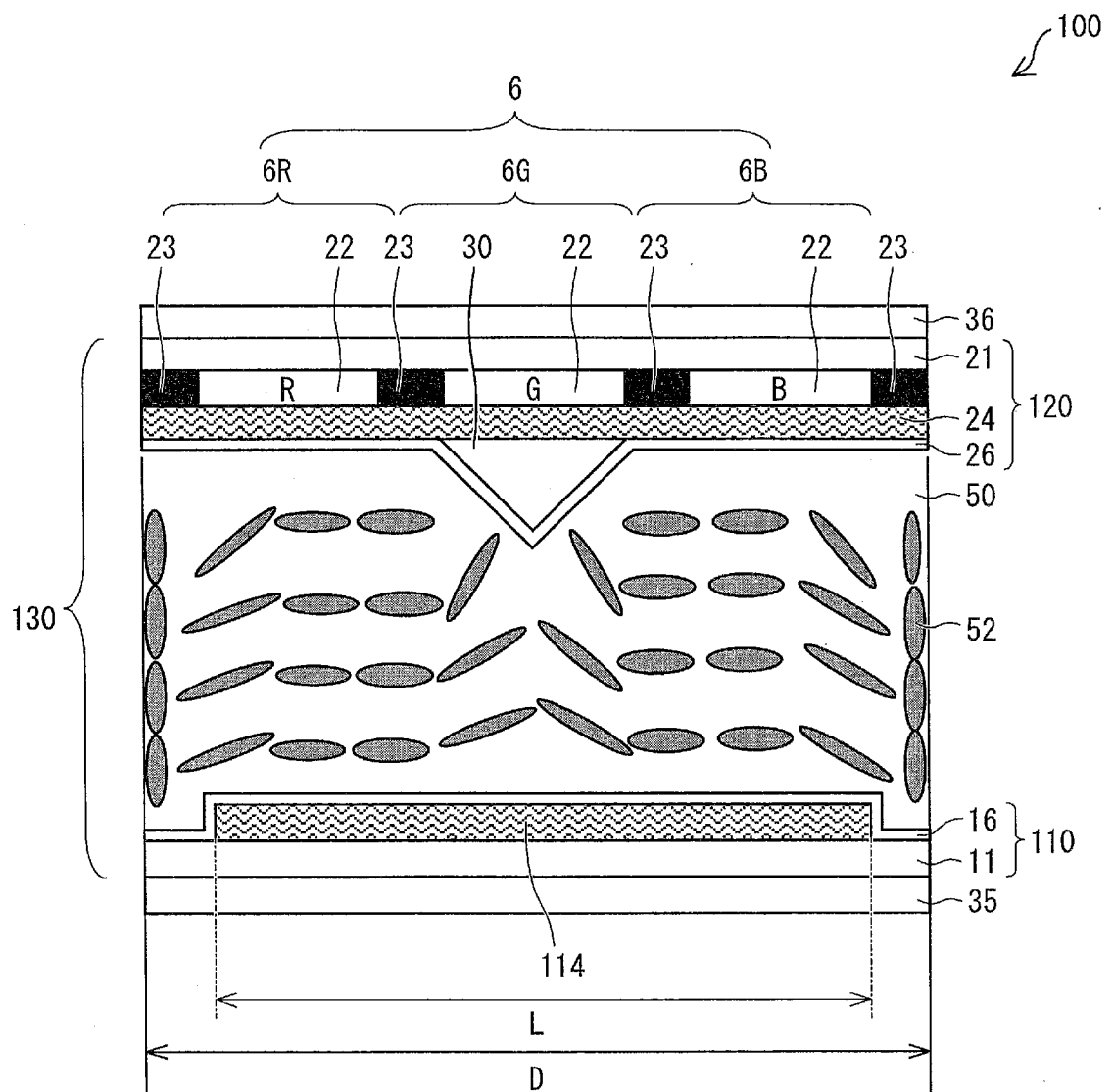
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/067402

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02F1/1343, G02F1/1335

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2010-41491 A (Sharp Corp.), 15 April 2010 (15.04.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-2, 4, 6-10
X	WO 2010-44289 A (Sharp Corp.), 22 April 2010 (22.04.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-2, 6-7, 9-10
A	Herwig Kogelnik, "Coupled Wave Theory for Thick Hologram Gratings", The Bell system Technical Journal, Volume 48, Number 9, page 2909-2947, November 1969	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 October, 2011 (03.10.11)

Date of mailing of the international search report
11 October, 2011 (11.10.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/067402

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

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

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

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

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

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-2, 4, 6-10

Remark on Protest

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/067402

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

Document 1 (WO 2010-41491 A (Sharp Corp.), 15 April 2010 (15.04.2010)) discloses a liquid crystal panel of $D = 9 \mu\text{m}$ ($L/S = 2 \mu\text{m}/7 \mu\text{m}$) ([0077]), 100% opposing electrode area ratio (fig. 40), and $d\Delta n = 350 \text{ nm}$ ([0060]).

Document 2 (WO 2010-44289 A (Sharp Corp.), 22 April 2010 (22.04.2010)) discloses a liquid crystal panel of $D = 10 \mu\text{m}$ ($L/S = 2.5 \mu\text{m}/7.5 \mu\text{m}$) ([0149]).

Therefore, the invention in claim 1 cannot be considered to be novel in the light of the inventions described in the documents 1-2, and does not have a special technical feature. Consequently, the following three inventions (invention groups) are involved in claims.

Meanwhile, the inventions in claims 1-2, 4 and 6-8 having no special technical feature are classified into invention 1.

(Invention 1) Claims 1-2, 4, 6-10

(Invention 2) Claim 3: A liquid crystal panel in which plural kinds of pitches are set.

(Invention 3) Claim 5: A liquid crystal panel in which a third electrode is provided.

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

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

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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	WO 2 0 1 0 - 4 1 4 9 1 A (シャープ株式会社) 2 0 1 0 . 0 4 . 1 5、全文、全図（ファミリーなし）	1-2, 4, 6-10
X	WO 2 0 1 0 - 4 4 2 8 9 A (シャープ株式会社) 2 0 1 0 . 0 4 . 2 2、全文、全図（ファミリーなし）	1-2, 6-7, 9-10

☒ 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

0 3 . 1 0 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 1 . 1 0 . 2 0 1 1

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）

山口 裕之

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 3

2 L

2 9 1 3

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	Herwig Kogelnik, ” Coupled Wave Theory for Thick Hologram Gratings”、The Bell system Technical Journal、Volume 48、Number 9、page 2909-2947、November 1969	1-10

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

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

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

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

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

請求項 1 ～ 2、4、6 ～ 10

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

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

文献1 (WO 2010-41491 A (シャープ株式会社) 2010.04.15) には、 $D=9\ \mu\text{m}$ ($L/S=2\ \mu\text{m}/7\ \mu\text{m}$) ([0077])、対向電極面積率100% (図40)、 $d\Delta n=350\text{nm}$ ([0060]) の液晶パネルが記載されている。

文献2には (WO 2010-44289 A (シャープ株式会社) 2010.04.22) には、 $D=10\ \mu\text{m}$ ($L/S=2.5\ \mu\text{m}/7.5\ \mu\text{m}$) ([0149]) の液晶パネルが記載されている。

したがって、請求項1に係る発明は、文献1～2に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。よって、請求の範囲には、以下に示す3の発明(群)が含まれる。

なお、特別な技術的特徴を有しない請求項1～2、4、6～10に係る発明は、発明1に区分する。

(発明1) 請求項1～2、4、6～10

(発明2) 請求項3：ピッチが複数種類に設定されている液晶パネル。

(発明3) 請求項5：第3の電極が設けられている液晶パネル。