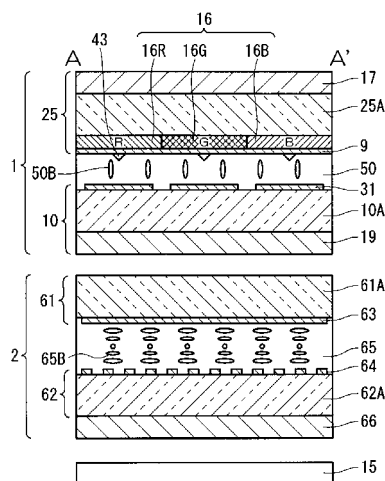




【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

任意の表示装置に隣接配置して用いられ、前記表示装置の視角を制御する視角制御素子であって、

一对の透光性基板と、前記一对の透光性基板間に挟持された液晶層と、前記液晶層に電界を印加するための一对の電極とを有する視角制御用液晶セルを備え、前記一对の電極のうちの少なくとも一方の電極において、当該電極の前記表示装置の有効表示領域に対応する領域がパターンングされており、

前記一对の電極からの印加電圧によって前記液晶層の配向状態を変化させることで前記表示装置の視角を制御することを特徴とする視角制御素子。

10

【請求項 2】

前記有効表示領域に対応する領域において、前記パターンングされた電極が存在する部分と存在しない部分とを有することを特徴とする請求項 1 に記載の視角制御素子。

【請求項 3】

前記パターンングされた電極が存在する部分と存在しない部分とが略等しい面積とされたことを特徴とする請求項 2 に記載の視角制御素子。

【請求項 4】

前記パターンングされた電極が存在する部分と存在しない部分とが交互に規則的に配列され、その配列ピッチが 2 mm 以上、20 mm 以下であることを特徴とする請求項 3 に記載の視角制御素子。

20

【請求項 5】

前記有効表示領域に対応する領域において、前記パターンングされた電極が複数の領域に分割され、分割された個々の電極に対して個別に電圧が印加可能とされたことを特徴とする請求項 1 に記載の視角制御素子。

【請求項 6】

前記分割された複数の領域が略等しい面積を有することを特徴とする請求項 5 に記載の視角制御素子。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれか一項に記載の視角制御素子と、前記視角制御素子に隣接配置された表示用液晶セルとを備えたことを特徴とする液晶表示装置。

30

【請求項 8】

前記表示用液晶セルの前記視角制御用液晶セルが配置された側と反対側の外面に設けられた第 1 の偏光板と、前記視角制御用液晶セルの前記表示用液晶セルが配置された側と反対側の外面に設けられた第 2 の偏光板と、前記表示用液晶セルと前記視角制御用液晶セルとの間に設けられた第 3 の偏光板とが備えられたことを特徴とする請求項 7 に記載の液晶表示装置。

【請求項 9】

前記表示用液晶セルの前記視角制御用液晶セルが配置された側と反対側の外面に設けられた第 1 の偏光板と、前記視角制御用液晶セルの前記表示用液晶セルが配置された側と反対側の外面に設けられた第 2 の偏光板とが備えられたことを特徴とする請求項 7 に記載の液晶表示装置。

40

【請求項 10】

請求項 7 ないし 9 のいずれか一項に記載の液晶表示装置を備えたことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、視角制御素子、液晶表示装置、電子機器に関し、特に広視角、狭視角の切り替えが可能な視角制御素子、およびこれを備えた液晶表示装置に関するものである。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

液晶表示装置は、従来から視角が狭いという課題を有しており、広い視角特性が求められている。特に、多人数で表示を見るテレビジョンやカーナビゲーション、デジタルカメラなどを用途とするものがそうである。一方、使用者が一人で表示を見ているときに他人には覗かれないという要求もあり、その場合は、逆に狭い視角特性が求められている。例えば公共の場で使用するノートパソコンや携帯電話などを用途とするものがそうである。近年、例えばノートパソコンでテレビ番組を見たり、携帯電話でゲームをしたりというように、同じ機器であっても使い方によって視角の広／狭を切り替えたいという要求が高まってきた。

【 0 0 0 3 】

このような要求に対して、表示用液晶素子に加えて位相差制御用液晶素子を備え、位相差制御用液晶素子に印加する電圧を制御することによって視角特性を変化させようとするものが提案されている（例えば下記の特許文献 1）。この特許文献 1 では、位相差制御用液晶素子で用いる液晶モードとして、カイラルネマチック液晶、ホモジニアス液晶、ランダム配向のネマチック液晶などが例示されている。

【特許文献 1】特開平 1 1 - 1 7 4 4 8 9 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

上記特許文献 1 では、位相差制御用液晶素子を用いることによって視角の広／狭を切り替え可能であると述べているが、その効果は充分とは言えなかった。例えば特許文献 1 の図 4 にはコントラスト比が 1 0 : 1 の等コントラスト曲線が示されており、狭視角化時には確かに広視角方向のコントラストが低下している。しかしながら、この程度の変化では隣にいる人から表示が十分に視認されてしまう。一般に、コントラスト比が 2 : 1 まで低下しても十分に表示を視認できるからである。

【 0 0 0 5 】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、広視角、狭視角の切り替え効果の高い視角制御素子、およびこれを用いることにより様々な使用環境や用途に適応可能な液晶表示装置、電子機器を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記の目的を達成するために、本発明の視角制御素子は、任意の表示装置に隣接配置して用いられ、前記表示装置の視角を制御する視角制御素子であって、一对の透光性基板と、前記一对の透光性基板間に挟持された液晶層と、前記液晶層に電界を印加するための一对の電極とを有する視角制御用液晶セルを備え、前記一对の電極のうちの少なくとも一方の電極において、当該電極の前記表示装置の有効表示領域に対応する領域がパターンニングされており、前記一对の電極からの印加電圧によって前記液晶層の配向状態を変化させることで前記表示装置の視角を制御することを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

液晶セルを用いて視角制御を行う技術は、上記特許文献 1 のように既に知られている。しかしながら、本発明の視角制御素子においては、視角制御用液晶セルの液晶層に電界を印加するための一对の電極を、表示装置の有効表示領域に対応する領域の全面にベタ状に形成するのではなく、一对の電極のうちの少なくとも一方の電極側は表示装置の有効表示領域に対応する領域内でパターンニングしたものである。

【 0 0 0 8 】

具体的な一例を挙げると、有効表示領域に対応する領域において、パターンニングされた電極が存在する部分と存在しない部分とを有する構成を挙げることができる。

この構成によれば、電極が存在する部分と存在しない部分を有しているため、電極に対して電圧を印加しても液晶層にとっては電界が印加される箇所と印加されない箇所ができることになる。そのため、明るい領域と暗い領域が近接することになり、人間の目にはこ

10

20

30

40

50

のような視角制御用液晶セルを通してその背面側にある表示を視認するのが困難になる。これにより狭視角化が可能となり、電極に対して電圧を印加しなければ広視角化が可能となる。

【 0 0 0 9 】

また、上記の電極が存在する部分と存在しない部分は、略等しい面積とすることが望ましい。

その理由は、明るい領域の面積が小さすぎると、暗い領域を通して背面側の表示が暗くはなるものの透けて見えることになり、逆に明るい領域の面積が大きすぎると、背面側の表示が直接見えてしまい、視角制限効果が得られないからである。

【 0 0 1 0 】

10

また、電極が存在する部分と存在しない部分とは、交互に規則的に配列することが望ましい。この配列には、例えばチェッカーフラグ型、ストライプ型などを例示することができる。また、その配列ピッチは、2 mm以上、20 mm以下であることが望ましい。

上述したように、明るい領域の面積が小さすぎたり、大きすぎたりすると、視角制限効果が薄れるため、配列ピッチに関しても最適値があるが、上の数値が望ましいという具体的な根拠については後述する。

【 0 0 1 1 】

あるいは、他の具体例を挙げると、有効表示領域に対応する領域において、パターンニングされた電極が複数の領域に分割され、分割された個々の電極に対して個別に電圧が印加可能とされた構成を挙げることができる。

20

この構成によれば、分割された複数の電極に対して個別に電圧を印加できるので、液晶層に対する印加電界を場所によって変えることができる。そのため、明るい領域と暗い領域が近接するように制御することが可能となり、人間の目にはこのような視角制御用液晶セルを通してその背面側にある表示を視認するのが困難になる。これにより狭視角、広視角の切り替えが可能となる。

【 0 0 1 2 】

また、分割された個々の電極は、略等しい面積を有することが望ましい。

その理由は、上と同様、明るい領域の面積が小さすぎると、暗い領域を通して背面側の表示が透けて見えることになり、逆に明るい領域の面積が大きすぎると、背面側の表示が直接見えてしまい、視角制限効果が得られないからである。

30

【 0 0 1 3 】

本発明の液晶表示装置は、上記本発明の視角制御素子と、前記視角制御素子に隣接配置された表示用液晶セルとを備えたことを特徴とする。

この構成によれば、本発明の視角制御素子を表示用液晶セルに隣接配置したことにより広視角、狭視角の切り替え効果の高い表示が得られ、様々な使用環境や用途に適応可能な液晶表示装置を実現することができる。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の液晶表示装置は、前記表示用液晶セルの前記視角制御用液晶セルが配置された側と反対側の外面に設けられた第1の偏光板と、前記視角制御用液晶セルの前記表示用液晶セルが配置された側と反対側の外面に設けられた第2の偏光板と、前記表示用液晶セルと前記視角制御用液晶セルとの間に設けられた第3の偏光板とを備えた構成とすることができる。なお、本明細書において液晶セルや基板の「外面」、「内面」という表現を用いるが、「内面」とは各基板の主面のうち、液晶層側に向く面のことであり、「外面」とはそれと反対側の面のことである。

40

この構成によれば、第1の偏光板と第2の偏光板とが表示用液晶セルを挟持することになり、これら偏光板が表示用液晶セルの偏光子と検光子として機能する。さらに、第2の偏光板と第3の偏光板とが視角制御用液晶セルを挟持することになり、これら偏光板の光軸配置を最適化することでより効果的な視角制限効果を得ることができる。

【 0 0 1 5 】

あるいは、本発明の液晶表示装置は、前記表示用液晶セルの前記視角制御用液晶セルが

50

配置された側と反対側の外面に設けられた第１の偏光板と、前記視角制御用液晶セルの前記表示用液晶セルが配置された側と反対側の外面に設けられた第２の偏光板とを備えた構成とすることができる。

この構成によれば、上記の構成と比べて偏光板が１枚少ない分だけ表示が明るくなり、装置全体が薄型化できるという効果がある。それに加えて、表示用液晶セルと視角制御用液晶セルとの間に偏光板がないことにより、２つの液晶セルの相互作用によって上記の構成とは異なる作用、効果が得られ、より狭い範囲に視角を制限することもできる。これについては後の実施の形態の項で詳述する。

【００１６】

本発明の電子機器は、上記本発明の液晶表示装置を備えたことを特徴とする。

10

この構成によれば、広視角、狭視角の切り替え効果の高い液晶表示部を有し、様々な使用環境や用途に適応可能な電子機器を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１７】

[第１の実施の形態]

以下、本発明の第１の実施の形態を図１～図９を参照して説明する。

本実施形態の液晶表示装置は、表示用液晶セルに視角制御用液晶セルを積層したものであるが、視角制御用液晶セルを用いて表示用液晶セルの視角特性を狭い角度範囲に制限するものであるから、表示用液晶セルは元来広視角の液晶モードであるＶＡＮ（Vertical Aligned Nematic、垂直配向）、ＩＰＳ（In-Plane Switching）等のモードを採用することが望ましい。ここでは、ＶＡＮを例に取り、説明する。また、表示用液晶セルには、画素スイッチング素子として薄膜ダイオード（Thin Film Diode、以下、ＴＦＤと略記する）を用いたアクティブマトリクス方式の透過型液晶表示装置の例を挙げる。なお、各図において、各層や各部材を図面上で認識可能な程度の大きさとするため、各層や各部材毎に縮尺を異ならせてある。

20

【００１８】

図１は、本実施形態の液晶表示装置１００の表示用液晶セルについての等価回路を示している。この液晶表示装置１００は、走査信号駆動回路１１０およびデータ信号駆動回路１２０を含んでいる。液晶表示装置１００には、信号線、すなわち複数の走査線１３と、走査線１３と交差する複数のデータ線９とが設けられ、走査線１３は走査信号駆動回路１１０により駆動され、データ線９はデータ信号駆動回路１２０により駆動される。そして、各画素領域１５０において、走査線１３とデータ線９との間にＴＦＤ素子４０と液晶表示要素１６０（液晶層）とが直列に接続されている。なお、図１では、ＴＦＤ素子４０が走査線１３側に接続され、液晶表示要素１６０がデータ線９側に接続されているが、これとは逆にＴＦＤ素子４０をデータ線９側に、液晶表示要素１６０を走査線１３側に設ける構成としても良い。

30

【００１９】

次に、図２に基づいて、本実施形態の液晶表示装置１００の表示用液晶セルにおける電極の平面構造（画素構造）について説明する。

図２に示すように、本実施形態の表示用液晶セルは、走査線１３にＴＦＤ素子４０を介して接続された画素電極３１がマトリクス状に設けられており、紙面の垂直方向に画素電極３１と対向するように対向電極９が短冊状（ストライプ状）に設けられている。対向電極９は上述したデータ線のことであり、走査線１３と交差する形のストライプ形状を有している。本実施の形態において、各画素電極３１が形成された個々の領域が１つのドット領域であり、マトリクス状に配置された各ドット領域毎にＴＦＤ素子４０が具備され、ドット領域毎に表示が可能な構造になっている。図２では簡易的に各画素電極を略矩形状に図示したが、実際には後述するように島状部と連結部とを有している。ここで、ＴＦＤ素子４０は走査線１３と画素電極３１とを電気的に接続するスイッチング素子であって、ＴＦＤ素子４０は、Ｔaを主成分とする第１導電膜と、第１導電膜の表面に形成され、Ｔa₂O₃を主成分とする絶縁膜と、絶縁膜の表面に形成され、Ｃrを主成分とする第２導電

40

50

膜とを含むMIM(Metal-Insulator-Metal)構造を具備して構成されている。そして、TFD素子40の第1導電膜が走査線13に接続され、第2導電膜が画素電極31に接続されている。

【0020】

次に、図3、図4に基づいて、本実施の形態の液晶表示装置100の画素構成について説明する。図3は表示用液晶セルの画素構成、特に画素電極31の平面構成を示す模式図である。図4は視角制御用液晶セルを含む液晶表示装置全体の断面図であり、図3のA-A'線に沿う断面図である。

本実施の形態の液晶表示装置100は、図3に示したように、データ線9および走査線13等により囲まれた領域の内側に画素電極31を備えてなるドット領域を有している。このドット領域内には、図3に示すように、1つのドット領域に対応して3原色のうちの異なる色の1つの着色層が配設され、隣接する3つのドット領域(D1, D2, D3)で各着色層16B(青色), 16G(緑色), 16R(赤色)を含む1つの画素を形成している。

10

【0021】

本実施の形態の液晶表示装置100は、図4に示すように、上側(使用者側)から見て表示用液晶セル1、視角制御用液晶セル2、バックライト15がこの順に積層されている。図4では表示用液晶セル1、視角制御用液晶セル2、バックライト15をそれぞれ離して図示しているが、実際には任意の手段を用いて密着させることが望ましい。

【0022】

20

まず、表示用液晶セル1について説明する。

表示用液晶セル1においては、上基板(対向基板)25とこれに対向配置された下基板(素子基板)10との間に、初期配向状態が垂直配向を呈する、誘電異方性が負の液晶材料からなる液晶層50が挟持されている。なお、透過率向上のため、液晶層50にカイラル剤を添加しても良い。

【0023】

上基板25は、ガラス、石英等の透光性材料からなる基板本体25Aの内面(基板本体25Aの液晶層側)に、赤色着色層16R、緑色着色層16G、青色着色層16Bを有するカラーフィルタ16が設けられている。図4では図示を省略したが、各着色層16R, 16B, 16Gの周囲は金属クロム等からなるブラックマトリクスBMで囲まれ、ブラックマトリクスBMにより各ドット領域D1, D2, D3の境界が形成されている(図3参照)。カラーフィルタ16上には、インジウム錫酸化物(Indium Tin Oxide, 以下、ITOと略記する)等の透明導電膜からなる対向電極9が形成され、対向電極9上にはポリイミド等からなる配向膜(図示略)が形成されている。配向膜は液晶分子を膜面に対して垂直に配向させる垂直配向膜として機能するものであり、ラビングなどの配向処理は施されていない。なお、図4において対向電極9は、紙面横方向に延びる形のストライプ状に形成されており、紙面横方向に並ぶ複数のドット領域に共通の電極として機能する。また、対向電極9上には、後述する配向制御手段としての突起43が液晶層50に向けて突出するように形成されている。突起43は樹脂等で形成されており、円錐状、円錐台状、多角錐状、多角錐台状、あるいはこれらに丸みを加えた半球状等の形状をしている。

30

40

【0024】

下基板10は、石英、ガラス等の透光性材料からなる基板本体10Aの内面に、ITO等の透明導電膜からなる画素電極31と、ポリイミド等からなる垂直配向機能を持つ配向膜(図示略)とが形成されている。なお、図4ではTFD素子や走査線等の図示は省略している。特に本実施の形態では、図3に示すように、画素電極31は複数の島状部31a, 31b, 31cを含んで構成されており、各島状部31a, 31b, 31c同士が連結部39を介して電氣的に接続されて画素電極31を構成している。つまり、本実施形態では、各ドット領域D1, D2, D3を、略同じ形状の複数(図3では3つ)のサブドット領域S1, S2, S3に分割して構成している。つまり、下基板10側の画素電極31が、複数(図3では3つ)の島状部31a, 31b, 31cと、隣接する各島状部を互いに

50

電氣的に接続する連結部 39, 39 とを含んで構成されており、各島状部 31a, 31b, 31c がそれぞれサブドット領域 S1, S2, S3 を構成している。

【0025】

通常、カラー液晶表示装置では、1つのドット領域の縦横比が約 3:1 となるので、本実施形態のように、1つのドット領域 D1, D2, D3 に3つのサブドット領域 S1, S2, S3 を設けると、1つのサブドット領域の形状が略円形や略多角形となる。各サブドット領域 S1, S2, S3 (島状部 31a, 31b, 31c) の形状は、図3では略正八角形状であるが、これに限らず、例えば円形状、その他の多角形状のものとすることができ。そして、画素電極 31 の正八角形状の各島状部 31a, 31b, 31c の中央に、前述した上基板 25 側の突起 43 が配置されている。液晶層 50 の液晶分子 50B は非選択電圧印加 (電圧オフ) 時に垂直配向しているが、選択電圧印加 (電圧オン) 時にはこの突起 43 による形状効果と画素電極 31 の島状部の持つフリンジ電界効果とが相俟って、液晶分子 50B は 360° 全方位に倒れることになる。このような配向制御を行うことにより、広視角化が図れる。あるいは、突起 43 に代えて、対向電極 9 をパターンニングして多角形または円形の開口部を設けても、同様の配向制御効果が得られる。

10

【0026】

次に、視角制御用液晶セル 2 について説明する。

視角制御用液晶セル 2 においては、上基板 61 とこれに対向配置された下基板 62 との間に、誘電異方性が正のネマチック液晶材料からなる液晶層 65 が挟持されている。上基板 61 は、ガラス等の透光性材料からなる基板本体 61A の内面に、ITO 等の透明導電膜からなる上電極 63 が形成されている。同様に、下基板 62 側も、ガラス等の透光性材料からなる基板本体 62A の内面に、ITO 等の透明導電膜からなる下電極 64 が形成されている。視角制御用液晶セル 2 においては、これら上電極 63、下電極 64 はともにドット領域毎には分割されていないが、その平面形状が異なっている。上電極 63 は、上基板 61 の内面に全面ベタ状に設けられている。一方、下電極 64 は、図5に示すように、表示用液晶セル 1 の有効表示領域内において下基板 62 の内面にチェッカーフラグ状にパターンニングされている。すなわち、正方形の電極が存在する部分と存在しない部分が縦横に交互に配置されており、本実施形態では繰り返しピッチ P (電極が存在する部分と存在しない部分の寸法の和) が 8mm に設定されている。またこの例では、チェッカーフラグパターンの縦横の配列方向は、表示用液晶セルの画素の縦横の配列方向と一致している。なお、表示用液晶セル 1 の有効表示領域とは、実際に表示に寄与するドット領域 D1, D2, D3 がマトリクス状に配列された箇所のことをいう。

20

30

【0027】

液晶層 65 は、初期状態で液晶分子 65B が 180° ツイストしたものである。このような初期配向状態は、例えば上基板 61 の上電極 63 上および下基板 62 の下電極 64 上に水平配向用ポリイミド膜を塗布、焼成してラビング処理することによって得られる。そして、上電極 63、下電極 64 間に電圧を印加することにより液晶層 65 の液晶分子を基板面にほぼ垂直に立たせることができる。上述したように、液晶層 65 には誘電異方性が正のネマチック液晶材料を用い、その複屈折率 Δn と液晶層厚 d との積 $\Delta n \cdot d$ を 1.5 μm と設定する。

40

【0028】

また、表示用液晶セル 1 の上基板 25 の外面側に第 1 の偏光板 17 が設けられ、視角制御用液晶セル 2 の下基板 62 の外面側に第 2 の偏光板 66 が設けられ、表示用液晶セル 1 の下基板 10 と視角制御用液晶セル 2 の上基板 61 との間に第 3 の偏光板 19 が設けられている。第 2 の偏光板 66 と第 3 の偏光板 19 とは、図6に示すように、互いの吸収軸方向が平行になるように配置され、表示画面を正面から見たときに画面の上下方向 (12時 - 6時方向) に一致するように配置されている。また、第 2 の偏光板 66 および第 3 の偏光板 19 の吸収軸と、視角制御用液晶セル 2 の法線方向から見た液晶層 65 の遅相軸の方向とが平行になるように配置されている。視角制御用液晶セル 2 の液晶層 65 の遅相軸の方向は視角制御用液晶セル 2 のラビング方向に一致するので、言い換えると、第 2 の偏光

50

板 6 6 および第 3 の偏光板 1 9 の吸収軸と視角制御用液晶セル 2 の上基板 6 1 のラビング方向および下基板 6 2 のラビング方向とが平行に設定されている。よって、上基板 6 1 のラビング方向は、図 6 に示すように、画面の上下方向であって、12時から6時に向かう方向とするか、あるいは6時から12時に向かう方向とする。なお、第1の偏光板 1 7 の吸収軸は第2の偏光板 6 6 および第3の偏光板 1 9 の吸収軸と直交しており、表示用液晶セルがノーマリーブラックの構成となっている。さらに、視角制御用液晶セル 2 の外面側の第2の偏光板 6 6 の外側には、透過表示用光源となるバックライト 1 5 が設けられている。

【0029】

上記構成の液晶表示装置においては、180°ツイスト配向を呈する液晶層 6 5 を持つ視角制御用液晶セル 2 が備えられたことによって、選択電圧印加（電圧オン）時に表示用液晶セル 1 が本来持つ視角を狭め、視角制限効果を発揮することができる。

その作用について以下、説明する。

すなわち、視角制御用液晶セル 2 の $\Delta n \cdot d$ が十分に大きいため、非選択電圧印加（電圧オフ）時には旋光性が生じる。したがって、第2の偏光板 6 6 を透過した直線偏光は180°旋光して第3の偏光板 1 9 を透過する。一方、十分に高い電圧、例えば $\pm 10\text{V}$ 、100Hzの矩形波交流電圧を印加（電圧オン）すると、液晶が基板面に対してほぼ垂直に立ち上がって複屈折性を失うため、やはり第2の偏光板 6 6 を透過した直線偏光は第3の偏光板 1 9 を透過する。したがって、観察者がパネルの法線方向から見る限りにおいては、液晶層 6 5 に電圧を印加した場合と印加しない場合の区別が付かない。ということは、電圧オン時にパネル法線方向から見た場合には、視角制御用液晶セル 2 のパターンニングされた下電極 6 4 が存在する箇所と存在しない箇所との見分けが付かないことになる。ところが、液晶が基板面に対してほぼ垂直に立ち上がった状態においては、パネル法線方向から外れた斜め方向から入射した光は位相差を感じるようになるため、第2の偏光板 6 6 を透過した直線偏光が第3の偏光板 1 9 を透過する成分が減り、暗くなる。したがって、電圧オン時に斜め方向からは見た場合には、視角制御用液晶セル 2 のパターンニングされた下電極 6 4 が存在する箇所と存在しない箇所との区別が付くことになる。すなわち、明るい領域と暗い領域が交互に近接して存在することになり、人間の目にはこのような視角制御用液晶セル 2 を通して表示用液晶セル 1 の表示を視認するのが困難になる。これにより狭視角化が可能となり、電極に対して電圧を印加しなければ広視角化が可能となる。

【0030】

本実施形態における視角制御用液晶セルと第2の偏光板、第3の偏光板だけを用いて視角特性を測定した結果を図7、図8に示す。図7は電圧オフ時、図8は電圧オン時（印加電圧： $\pm 10\text{V}$ 、周波数：100Hzの矩形波交流電圧印加時）の等透過率曲線を示しており、縦軸、横軸は液晶セル法線方向に対する極角（°）である。ただし、これはあくまでも視角制御用液晶セルのみの視角特性であるから、液晶表示装置全体の視角特性はこれに表示用液晶セルの視角特性を掛け合わせたものになる。

電圧オフ時には、図7に示すように、全ての視角領域で透過率が42～50%、すなわち一方の直線偏光をほとんど透過するため、表示用液晶セルの広い視角特性がそのまま保持されることになる。その一方、電圧オン時には、図8に示すように、透過率が低い領域ができ、特に左右方向（3時～9時方向）で透過率0～30%程度の領域が大きく生じるため、左右方向からの覗き見を効果的に防止することができる。

【0031】

また、図9は図7、図8における左右方向（3時～9時方向）の透過率を示すグラフである。図9における横軸は極角（°）、縦軸は透過率（%）である。極角50°付近で透過率がパネル法線方向透過率（極角0°における透過率）の1割以下まで低下しており、表示が認識しにくくなっている。ところが、極角が40°程度になると、透過率がパネル法線方向透過率（極角0°における透過率）の5割程度になるため、表示が認識できてしまう。本実施の形態においては、視角制御用液晶セル 2 の下電極 6 4 をパターンニングしているため、明るい領域と暗い領域とが近接してできることになる。そのコントラストは極

角 40° では高々 2 しかないが、暗い領域の隣に明るい領域があり、その面積も等しいために、暗い領域を通して表示用液晶セル 1 の表示を見ることが困難になる。なお、明るい領域の面積が小さすぎると、暗い領域を通して背面側の表示が透けて見えることになり、逆に明るい領域の面積が大きすぎると、背面側の表示が直接見えてしまうので、視角制限効果が得られなくなる。一方、パネル法線方向からは、電圧が印加された部分も印加されない部分もほぼ同じ透過率であるから、視角制御用液晶セル 2 のオン / オフは表示用液晶セル 1 の表示に影響を及ぼさない。

【0032】

次に、本発明者は、視角制御用液晶セルのチェッカーフラグパターンのピッチを様々に変化させ、3 時方向の極角が 40° の方向から表示用液晶セルの表示が認識できるか否かを、8 人の被験者に 5 点法で採点させた。その結果を図 10 に示す。図 10 の横軸はチェッカーフラグパターンのピッチ (mm)、縦軸は見やすさである。表示パターンにはテキスト (文字列) を使用し、テキストのフォントの大きさは、高さ 3 mm と 5 mm の 2 種類を用意した。見やすさの指標は、5 点: 「全て認識できる」、4 点: 「見にくいが認識できる」、3 点: 「所々認識できないがテキストの要旨は読み取れる」、2 点: 「所々認識できるがテキストの要旨は読み取れない」、1 点: 「全く認識できない」、である。被験者はこの 5 段階で採点し、図 10 の縦軸の見やすさの値は 8 人の点数の平均値を採った。

【0033】

図 10 に示すように、ピッチが 2 mm よりも小さい領域では、明るい領域と暗い領域とが混じり合って、表示が多少薄暗くグレーになるだけで表示の認識には支障がなくなる。一方、ピッチが 20 mm よりも大きい領域では、明るい領域が広がってその部分のテキストが読み取れるようになるとともに、暗い領域が明るい領域との対比で十分に暗くなって見えなくなるため、表示が認識できてしまう。フォントの大きさはピッチが大きい領域では多少影響するが、視角制限に対して最も効果があるピッチは、フォントの大きさに関係なく、2 mm 以上、20 mm 以下 (見やすさの平均値が 2 以下となる領域) であることが判った。

【0034】

なお、本実施形態では、視角制御用液晶セル 2 の下電極 64 をチェッカーフラグ状にパターンニングし、チェッカーフラグパターンの縦横の配列を表示用液晶セルの画素の縦横の配列と一致させたが、パターン形状はこれに限るものではない。

例えば、図 11 に示す電極 64 a のように、同じチェッカーフラグパターンであっても、表示用液晶セルの画素の縦横に対してチェッカーフラグパターンが斜めになるように配置しても良い。この場合、視角制限効果は本実施形態と変わらないが、特にピッチが小さい場合に表示用液晶セルの画素とモアレが生じにくくなるという効果がある。

【0035】

あるいは、図 12 に示す電極 64 b のように、ストライプ状のパターンとしても良い。この場合も横書きのテキストに対する視角制限効果は変わらない。したがって、デザイン上の要求があれば、選択しても良いパターンである。図 11, 図 12 のパターンの最適なピッチは、本実施形態と同様、2 mm 以上、20 mm 以下である。

【0036】

あるいは、図 13 に示す電極 64 c のように、より複雑なパターン、例えばテキスト等を採用しても良い。この場合、視角制御用液晶セルのテキストと表示用液晶セルのテキストとが混ざり合って、より認識しにくくなるという効果が得られる。

【0037】

[第 2 の実施の形態]

以下、本発明の第 2 の実施の形態を図 14 を参照しつつ説明する。

本実施形態の液晶表示装置は、表示用液晶セル、視角制御用液晶セルの構成自体は第 1 の実施の形態と同様であり、偏光板の構成が第 1 の実施の形態と異なるのみである。図 14 は本実施の形態の液晶表示装置の断面図であるが、図 14 において図 4 と共通の構成要素には同一の符号を付し、説明は省略する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

本実施の形態の液晶表示装置においては、図 1 4 に示すように、表示用液晶セル 1 の上基板 2 5 の外面側に第 1 の偏光板 1 7 が設けられ、視角制御用液晶セル 2 の下基板 6 2 の外面側に第 2 の偏光板 6 6 が設けられている。第 1 の実施の形態では表示用液晶セル 1 の下基板 1 0 と視角制御用液晶セル 2 の上基板 6 1 との間に第 3 の偏光板 1 9 が設けられていたが、本実施の形態では第 3 の偏光板 1 9 が設けられていない。よって、本実施の形態においては、表示用液晶セルの下基板と視角制御用液晶セルの上基板とを接着したり、1 枚の基板で兼用することも可能である。そうすれば、液晶表示装置の薄型化や部品点数の削減を図ることができる。

【 0 0 3 9 】

このように、第 3 の偏光板 1 9 を使用しない場合も、視角制御用液晶セル 2 の電圧オン / オフに係わらず、視角制御用液晶セル 2 を透過したバックライト光は直線偏光になっているため、法線方向の表示特性を損なうことがない。しかしながら、視角制御用液晶セル 2 と表示用液晶セル 1 との相互作用によって、第 1 の実施の形態とは異なる作用、効果が現れる。すなわち、本実施の形態では第 3 の偏光板 1 9 による検光がなされないため、第 1 の実施の形態において視角制御用液晶セル 2 で暗くなった視角範囲、例えば図 9 における左右方向の極角 50° 付近において表示のポジネガ反転が起こる。つまり、視角制御用液晶セル 2 の下電極 6 4 が存在する部分と存在しない部分（液晶層 6 5 に電圧が印加される部分と印加されない部分）とが、明暗のコントラストではなく、表示のポジネガのコントラストになるため、より表示が認識しにくくなる、という効果が生じる。さらに、本実施の形態の場合、偏光板が 1 枚少ない分だけ、表示が明るくなり、装置の薄型化、部品点数の削減が図れるという効果もある。

【 0 0 4 0 】

[第 3 の実施の形態]

以下、本発明の第 3 の実施の形態を図 1 5 ~ 図 1 8 を参照しつつ説明する。

本実施形態の液晶表示装置は、表示用液晶セルの構成は第 1 の実施の形態と同様であって、視角制御用液晶セルの液晶層および電極パターンが第 1 の実施の形態と異なるのみである。図 1 5 は本実施の形態の液晶表示装置の断面図であるが、図 1 5 において図 4 と共通の構成要素には同一の符号を付し、説明は省略する。

【 0 0 4 1 】

本実施形態の液晶表示装置の特徴は、視角制御用液晶セルにハイブリッド液晶セルを用いたことと、下電極のパターニング形状を変えたことである。

本実施形態の視角制御用液晶セル 2 A においては、図 1 5 に示すように、上基板 6 1 と下基板 6 2 との間に、初期配向状態がハイブリッド配向を呈する、誘電異方性が負の液晶材料からなる液晶層 7 5 が挟持されている。液晶層 7 5 は、上基板 6 1 側界面でほぼ水平配向、下基板 6 2 側界面でほぼ垂直配向を呈し、その間で液晶分子 7 5 B のチルト角が連続的に変化するハイブリッド配向を取っている。このような初期配向状態は、例えば上基板 6 1 の上電極 6 3 上に水平配向用ポリイミド膜を塗布、焼成してラビング処理する一方、下基板 6 2 の下電極 6 4 上に垂直配向用ポリイミド膜を塗布、焼成することによって得られる。そして、上電極 6 3、下電極 6 4 間に電圧を印加することにより液晶層 6 5 の液晶分子 7 5 B を基板面にほぼ平行に倒すことができる。なお、本実施の形態とは逆に、上基板 6 1 側界面でほぼ垂直配向、下基板 6 2 側界面でほぼ水平配向を呈するようにしても良い。上述したように、液晶層 6 5 には誘電異方性が負の液晶材料を用い、その複屈折率 Δn と液晶層厚 d との積 $\Delta n \cdot d$ を $6.0 \mu m$ と設定する。

【 0 0 4 2 】

上基板 6 1 の内面の上電極 6 3 は、基板 6 1 A 上に全面ベタ状に形成されている。一方、下基板 6 2 の内面の下電極 7 4 は、図 1 6 に示すように、複数の正方形パターンに分割されるようにパターニングされている。そして、図中縦方向に並ぶ正方形パターンは 1 個おきに接続されるとともに、横方向に隣接する正方形パターン列同士は分離され、さらに 1 列おきに位置する正方形パターン列同士は接続されている。この構成により、図 1 6 に

10

20

30

40

50

において異なるハッチングを施した２つのチェッカーフラグパターンを有する第１電極 ７４ a、第２電極 ７４ b に対して異なる電圧が印加可能となっている。第１電極 ７４ a、第２電極 ７４ b のピッチ P は １５ mm である。

【 ０ ０ ４ ３ 】

また、表示用液晶セル １ の上基板 ２ ５ の外面側に第 １ の偏光板 １ ７ が設けられ、視角制御用液晶セル ２ A の下基板 ６ ２ の外面側に第 ２ の偏光板 ６ ６ が設けられ、表示用液晶セル １ の下基板 １ ０ と視角制御用液晶セル ２ A の上基板 ６ １ との間に第 ３ の偏光板 １ ９ が設けられている。第 ２ の偏光板 ６ ６ と第 ３ の偏光板 １ ９ とは、図 １ ７ に示すように、互いの吸収軸方向が平行になるように配置され、表示画面を正面から見たときに画面の上下方向（ １ ２ 時 - ６ 時方向 ） に一致するように配置されている。また、第 ２ の偏光板 ６ ６ および第 ３ の偏光板 １ ９ の吸収軸と、視角制御用液晶セル ２ A の法線方向から見た液晶層 ６ ５ の遅相軸の方向とが平行になるように配置されている。視角制御用液晶セル ２ A の液晶層 ６ ５ の遅相軸の方向は視角制御用液晶セル ２ A の上基板 ６ １ 側のラビング方向に一致するので、言い換えると、第 ２ の偏光板 ６ ６ および第 ３ の偏光板 １ ９ の吸収軸と視角制御用液晶セル ２ A の上基板 ６ １ のラビング方向が平行に設定されている。よって、上基板 ６ １ のラビング方向は、図 １ ７ に示すように、画面の上下方向であって、 １ ２ 時から ６ 時に向かう方向とするか、あるいは ６ 時から １ ２ 時に向かう方向とする。

10

【 ０ ０ ４ ４ 】

上記構成の液晶表示装置においては、ハイブリッド配向を呈する液晶層 ７ ５ を持つ視角制御用液晶セル ２ A が備えられたことによって、非選択電圧印加（電圧オフ）時に表示用液晶セル １ が本来持つ視角を狭め、視角制限効果を発揮することができる。

20

例えば、図 １ ７ に示す光軸配置において、視角制御用液晶セル ２ A の法線方向からハイブリッド配向の液晶層 ７ ５ を見ると、液晶分子 ７ ５ B の遅相軸方向が液晶層 ７ ５ の上層から下層まで直線上に重なって見える。これに対して、前記法線方向に対して斜めにハイブリッド配向の液晶層 ７ ５ を見ると、液晶分子 ７ ５ B の遅相軸方向が液晶層 ６ ５ 上層から下層にかけて ９ ０ ° ねじれて見える。このことは、視角制御用液晶セル ２ A の法線方向に対して斜めに入射する光にとっては液晶層 ７ ５ が見かけ上 ９ ０ ° ツイスト配向していることを意味する。すなわち、斜めに入射する光には旋光性が生じ、バックライト １ ５ から射出された後、第 ２ の偏光板 ６ ６ を透過した直線偏光が旋光し、第 ３ の偏光板 １ ９ の吸収軸により吸収される。したがって、平行ニコルの下で、斜めから見たときにはあたかもノーマリーブラック型の TN モードのように表示が暗くなる一方、正面から見たときには旋光性が生じないので表示用液晶セル １ の表示の明るさが維持される。この効果は、後述する図 １ ８ から明らかなように第 １ の実施形態よりも大きい。

30

【 ０ ０ ４ ５ 】

一方、選択電圧印加（電圧オン）時にはハイブリッド配向状態が崩れ、液晶層 ７ ５ に誘電異方性が負の液晶材料を用いているので、全ての液晶分子が基板面に対してほぼ水平に倒れる。このときは、視角制御用液晶セル ２ A の法線方向の光は勿論のこと、斜めに入射する光にとっても旋光性が生じない。したがって、ほぼ全ての視角範囲にわたって表示用液晶セル １ の表示の明るさが維持される。

【 ０ ０ ４ ６ 】

すなわち、本実施の形態においては、第 １ 電極 ７ ４ a、第 ２ 電極 ７ ４ b をともに電圧オンとすれば、視角を広げることができる。一方、第 １ 電極 ７ ４ a、第 ２ 電極 ７ ４ b のいずれか一方を電圧オン、他方を電圧オフとすれば、視角を狭めることができる。後者の場合、視角制御用液晶セル ２ A の電圧オン領域も電圧オフ領域も、セル法線方向の透過率は変わらないため、視角制御用液晶セル ２ A の電極パターンはセル法線方向から観察する人には認識されない。一方、斜め横方向から覗き見ようとする人にとっては、白黒のチェッカーフラグパターンが重なって見えるため、著しく表示を認識し難くする、という効果が得られる。また、本実施の形態では、分割された第 １ 電極 ７ ４ a と第 ２ 電極 ７ ４ b とは略等しい面積となっているため、十分な視角制限効果を得ることができる。明るい領域の面積が小さすぎると、暗い領域を通して背面側の表示が透けて見えることになり、逆に明るい

40

50

領域の面積が大きすぎると、背面側の表示が直接見えてしまい、視角制限効果が得られないからである。

【0047】

本実施の形態における視角制御用液晶セルと第2の偏光板、第3の偏光板だけを用いて3時-9時方向の透過率(視角特性)を測定した結果を図18に示す。電圧オフ時、電圧オン時(印加電圧: $\pm 10\text{ V}$ 、周波数: 100 Hz の矩形波交流電圧印加時)のそれぞれの透過率を示しており、横軸は極角($^{\circ}$)、縦軸は透過率($\%$)である。ただし、これは視角制御用液晶セルのみの視角特性であるから、液晶表示装置全体の視角特性はこれに表示用液晶セルの視角特性を掛け合わせたものになる。さらに、ここでは複屈折率 Δn と液晶層厚 d との積 $\Delta n \cdot d$ を変えており、 $\Delta n \cdot d$ を $1.5\text{ }\mu\text{m}$ (実線)、 $3.0\text{ }\mu\text{m}$ (破線)、 $4.5\text{ }\mu\text{m}$ (1点鎖線)、 $6.0\text{ }\mu\text{m}$ (2点鎖線)としている。例えば $\Delta n \cdot d$ が $6.0\text{ }\mu\text{m}$ (2点鎖線)の場合、極角 40° 付近で透過率がパネル法線方向透過率(極角 0° における透過率)の1割まで低下しており、これ以上極角が大きい視角方向からは表示が認識しにくい。また、 $\Delta n \cdot d$ の変化に伴って透過率特性も変化し、 $\Delta n \cdot d$ が大きくなる程、視角制限効果が大きい傾向を示す。したがって、視角制御用液晶セルの設計にあたっては、用途に応じて最適な $\Delta n \cdot d$ の値を選択することで視角制限効果の度合を適宜調整することができる。なお、第2の実施形態のように、第3の偏光板19を用いない構成も可能である。その場合、第3の偏光板19を用いる場合よりも視角制御用液晶セルの $\Delta n \cdot d$ の値を小さく、例えば $\Delta n \cdot d = 1\text{ }\mu\text{m}$ 程度に設定した方が、ポジネガのコントラストがはっきりして表示がより認識し難くなる。

10

20

【0048】

[電子機器]

次に、本発明の上記実施の形態の液晶表示装置を備えた電子機器の具体例について説明する。

図19は、携帯電話の一例を示した斜視図である。図19において、符号1000は携帯電話本体を示し、符号1001は上記液晶表示装置を用いた表示部を示している。このような携帯電話等の電子機器の表示部に、上記実施の形態の液晶表示装置を用いた場合、広視角、狭視角の切り替え効果の高い液晶表示部を有し、様々な使用環境や用途に適応可能な電子機器を実現することができる。その他の電子機器として、電子ブック、パーソナルコンピュータ、デジタルスチルカメラ、液晶テレビ、ビューファインダ型あるいはモニタ直視型のビデオテープレコーダ、カーナビゲーション装置、ページャ、電子手帳、電卓、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、POS端末、タッチパネルを備えた機器等々に好適に用いることができる。

30

【0049】

なお、本発明の技術範囲は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。例えば上記実施の形態では、視角制御用液晶セルを、使用者側から見て表示用液晶セルの背面側(バックライト側)に配置したが、表示用液晶セルの前面側(使用者側)に配置しても良い。その場合には表示に奥行き感が生じてしまうが、同様の視角制限効果は得られる。また、上記実施の形態では表示用液晶セルに透過型液晶表示装置を用いたが、反射型液晶表示装置、半透過反射型液晶表示装置を用いることもできる。特にこれらの液晶表示装置では視差防止のために反射板を表示用液晶セルに内蔵することが多いため、視角制御用液晶セルを表示用液晶セルの前面側(使用者側)に配置することが望ましい。また、本発明の視角制御素子は、液晶表示装置のみならず、CRT(ブラウン管)、EL(エレクトロルミネッセンス)ディスプレイ、PDP(プラズマディスプレイパネル)等に組み合わせて用いることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】本発明の第1の実施形態の液晶表示装置の等価回路図である。

【図2】同、液晶表示装置のドット領域の構造を示す平面図である。

50

【図 3】同、液晶表示装置の 1 つの画素を示す平面図である。

【図 4】図 3 の A - A' 線に沿う断面図である。

【図 5】同、液晶表示装置の視角制御用液晶セルの下電極のパターンを示す平面図である。

【図 6】同、液晶表示装置における各偏光板とラビング方向との関係を示す図である。

【図 7】同、液晶表示装置の電圧オフ時の視角特性を示す図である。

【図 8】同、液晶表示装置の電圧オン時の視角特性を示す図である。

【図 9】同、液晶表示装置の左右（3 時 - 9 時）方向の透過率を示す図である。

【図 10】電極パターンのピッチと表示の見やすさとの関係を示すグラフである。

【図 11】同、電極パターンの他の例を示す図である。

【図 12】同、図である。

【図 13】同、図である。

【図 14】本発明の第 2 の実施形態の液晶表示装置の断面図である。

【図 15】本発明の第 3 の実施形態の液晶表示装置の断面図である。

【図 16】同、液晶表示装置の視角制御用液晶セルの下電極のパターンを示す平面図である。

【図 17】同、液晶表示装置の各偏光板とラビング方向との関係を示す図である。

【図 18】同、液晶表示装置の左右（3 時 - 9 時）方向の透過率を示す図である。

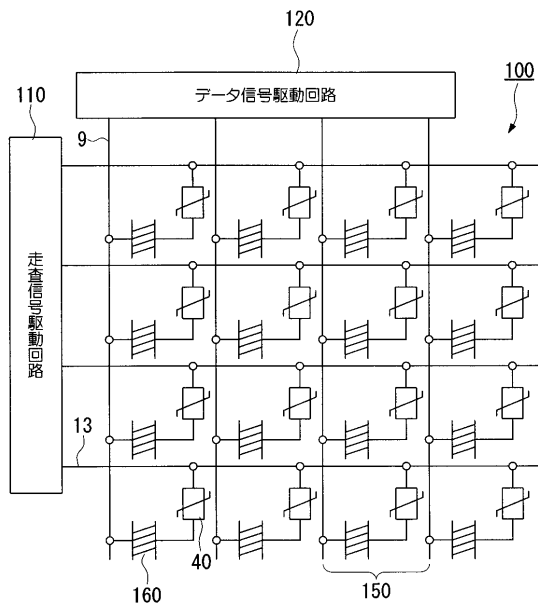
【図 19】本発明の電子機器の一例を示す斜視図である。

【符号の説明】

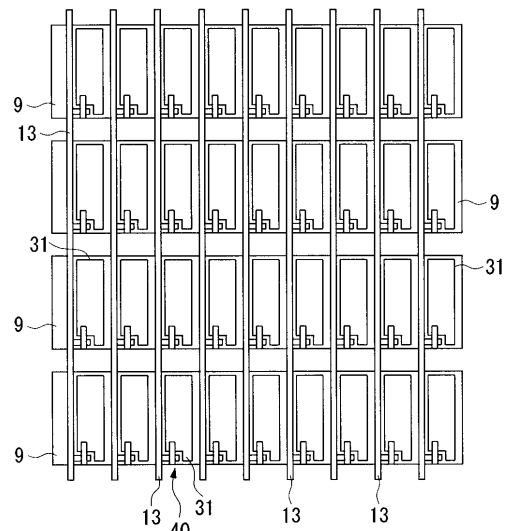
【0051】

1 ... 表示用液晶セル、2, 2A ... 視角制御用液晶セル、17 ... 第 1 の偏光板、19 ... 第 3 の偏光板、61 ... 上基板、62 ... 下基板、63 ... 上電極、64, 74 ... 下電極、65, 75 ... 液晶層、65B, 75B ... 液晶分子、66 ... 第 2 の偏光板。

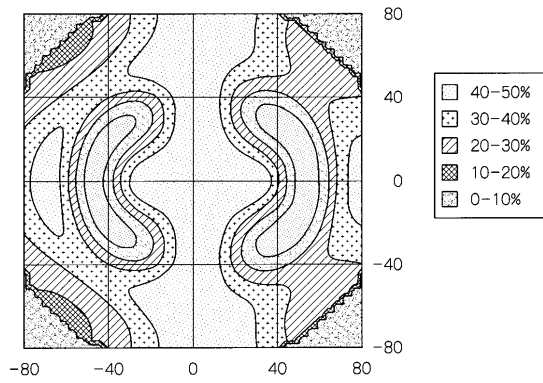
【図 1】



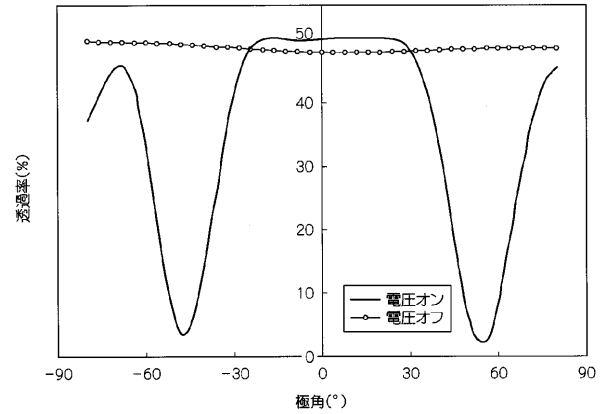
【図 2】



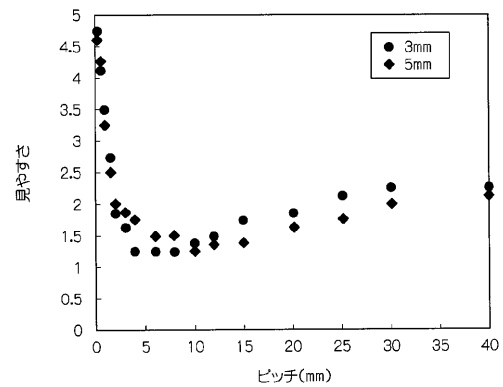
【図 8】



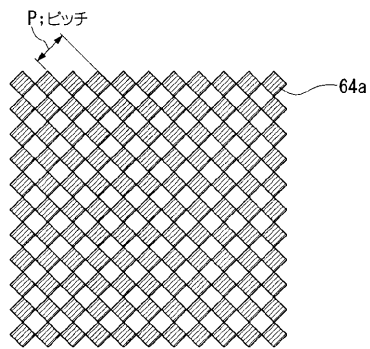
【図 9】



【図 10】



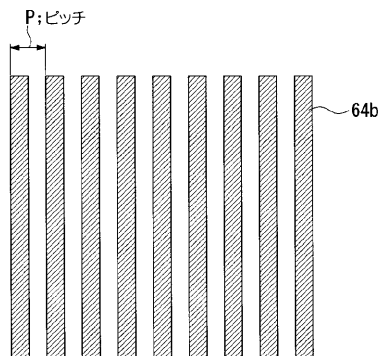
【図 11】



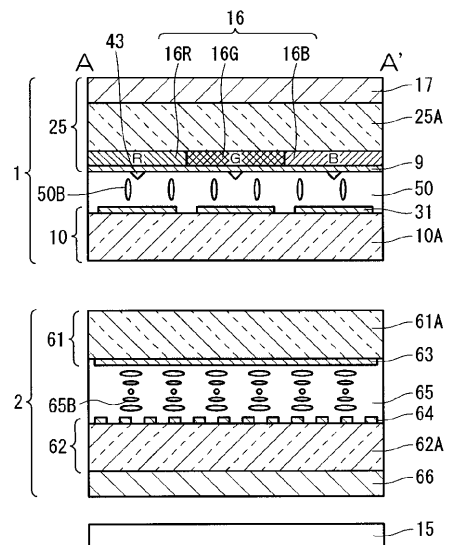
【図 13】

ABCDE ABCDE ABCDE
 ABCDE ABCDE ABCDE
 ABCDE ABCDE ABCDE
 ABCDE ABCDE ABCDE
 ABCDE ABCDE ABCDE
 ABCDE ABCDE ABCDE
 ABCDE ABCDE ABCDE
 ABCDE ABCDE ABCDE
 ABCDE ABCDE ABCDE
 ABCDE ABCDE ABCDE

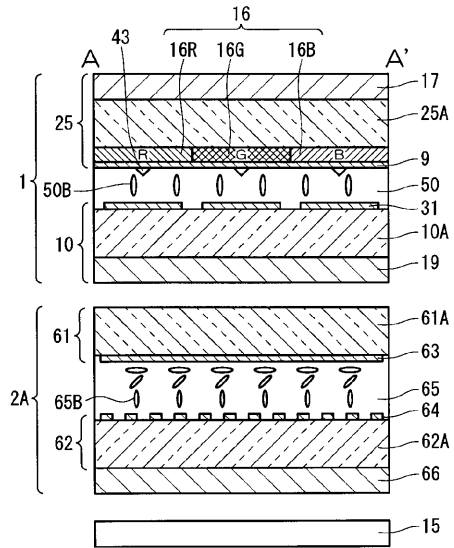
【図 12】



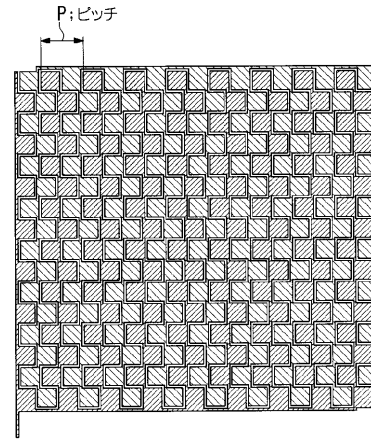
【図 14】



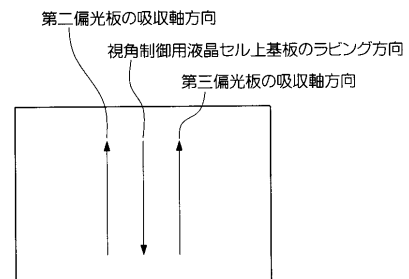
【図 15】



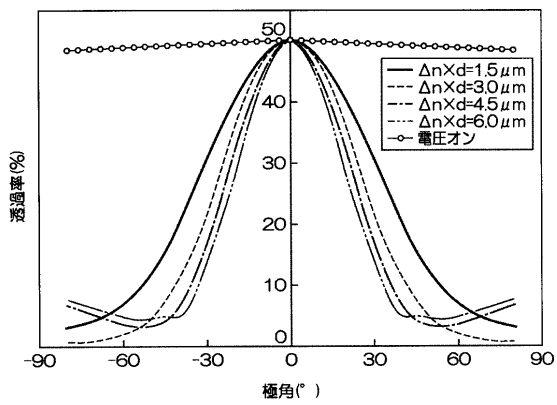
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【図 19】

